그린리더 고급자대상 교육 참고자료 2012.12

그린스타트 전국네트워크

♣ 이 책자는 환경보전 및 재활용 촉진을 위해 재생용지를 사용하였습니다.

그린스타트 전국네트워크

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

2012.12

그린스타트 전국네트워크

그린리더고급자대상표지02.indd 1 2013-01-24 오후 5:04:30

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

2012. 12



그린스타트 전국네트워크

그린리더고급자대상면지02.indd 1 2013-01-24 오후 5:06:47

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

발간 목적 및 활용 방안



최근 들어 세계는 과거의 통계로는 예측할 수 없는 돌발적 기상이변이 빈번히 발생하여 '기후변화'라는 새로운 환경위기에 직면하고 있습니다. 이전에는 볼 수 없었던 극심한 홍수와 가뭄, 혹한과 혹서 등의 기상이변이 세계 곳곳에서 일어나 우리의 삶을 총체적으로 위협하고 있는 것입니다. 산업혁명 이후 비약적인 과학과 기술의 발달이 인류에게 많은 혜택을 주었지만, 그 결과 지금과 같은 심각한 환경문제를 야기한 것입니다. 우리도 그 책임에서 자유로울 수 없으며 우리나라가 선진일류국가로 발돋움하고 지속가능한 사회로 안착하기 위해서라도 기후변화에 대응한 선제적 대응이 반드시 필요합니다.

'그린스타트'는 이러한 문제의식에서 출발해 기후변화 대응의 국가적 비전인 '녹색성장을 통한 저탄소사회 구현'의 구심적 역할을 하기 위하여 2008년 출범하였습니다. 이후 16개 광역시·도에 「그린스타트 네트워크」가 구축되면서 국민 모두가 온실가스 줄이기 실천운동에 참여할 수 있는 기반이 마련되었고, 그 중심에는 21세기형 녹색생활 실천가인 그린리더가 위치하고 있습니다. 2012년 11월 현재 전국적으로 8만 4천여명의 그린리더가 양성되어 녹색생활 문화 정착을 위해 홍보·캠페인, 온실가스 진단·컨설팅 및 시민교육 등의 실천활동을 활발히 전개하고 있습니다. 따라서 그린리더는 녹색생활 실천운동의 개념과 활동목표를 명확히 이해함과 동시에 활동에 필요한 지식과 기술을 습득하여 그린리더로서의 역할과 업무를 효과적으로 수행할 수 있는 역량을 강화해야 합니다.

특히, 온실가스 진단·컨설팅 및 기후변화교육을 보다 활성화하기 위해서는 그린리더 중·고급자의 역할이 무엇보다 중요합니다. 그 중에서도 고급자는 그린리더 운영체계의 최정점에 위치하면서 초·중급자의 멘토 역할뿐만 아니라 이들의 양성과정에도 직접 참여하여 그 비중과 역할이 남다르다 할 수 있습니다. 하지만 그 중요성에 비해 고급자 양성 교육에 활용 가능한 교육자료는 턱없이 부족하여 현장에서 활동하는 강사들이 모든 자료를 직접 준비해야 하는 어려움이 있습니다.

이에 이러한 문제점을 다소나마 해소하고 교육과정의 질적 수준 향상을 위하여 「그린리더 고급자대상 교육 참고자료집」을 제작·발간하기에 이르렀습니다. 이 자료집은 「그린리더 운영·관리 매뉴얼」에 따라 주로 학위논문과 학회 발표자료를 중심으로 고급자 양성교육에 필요한 기본적인 내용을 담고 있습니다. 현장에서 활동하는 그린리더 고급자는 이 자료집에서 제공하는 자료를 바탕으로 교육에 필요한 자료를 추가적으로 준비하여 자신만의 교육자료를 만들어 사용하시기 바랍니다.

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

목 차

1부 기후변화 현황 및 전망 • 1

Ⅰ. 기후변화 정의 및 개념 정립 — 3
Ⅱ. 기후변화 원인과 영향 — 6
Ⅲ. 기후변화 시나리오 — 11
Ⅳ. 우리나라의 기후 — 23
Ⅴ. 우리나라의 기후변화 — 34
Ⅵ. 우리나라 미래 기후변화 전망 — 50
Ⅶ. 기후변화의 부문별 영향 — 67

2부 국가 기후변화 대응·적응 정책 • 75

Ⅰ. 기후변화 대응을 위한 국제동향 — 77
Ⅱ. 기후변화 협약과 온실가스 감축 — 85
Ⅲ. 국가 녹색성장 추진 정책 — 89
Ⅳ. 국가 기후변화 적응 대책 — 98
Ⅴ. 국가 기후변화 정책 및 조치 — 112
Ⅵ. 기후변화협약에 대한 국외 정부 대응 사례 — 157

3부 지자체 기후변화 대응·적응 정책 • 163

Ⅰ. 기후변화 대응을 위한 지역의 노력 — 165
Ⅱ. 지자체 기후변화 적응정책 수립절차 및 방법 — 169
Ⅲ. 기후변화협약에 대한 국내·외 지방자치단체의 대응 사례 — 178

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

목 차

4부 분야별 기후변화 대응·적응 방향 • 193

제1장 녹색생활실천_ 195

Ⅰ. 녹색생활과 녹색생활 지표 — 197
Ⅱ. 녹색생활 지표의 적용 및 활용방안 — 230
Ⅲ. 녹색생활을 위한 각 주체의 노력 — 239
Ⅳ. 녹색생활을 위한 제언 — 243

제2장 에너지·재생에너지_ 247

Ⅰ. 우리나라의 지역별 에너지 소비현황 — 249
Ⅱ. 신·재생에너지의 이해 — 258
Ⅲ. 우리나라 에너지 자원의 현황 — 270
Ⅳ. 에너지자립 마을 사례 — 293

제3장 수송·교통_ 303

Ⅰ. 친환경 녹색교통의 개요 — 305
Ⅱ. 우리나라의 친환경 녹색교통 주요사례 — 315

제4장 건강_ 333

Ⅰ. 기후변화와 건강 — 335
Ⅱ. 기후변화와 건강피해 — 348

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

목 차

제5장 로컬푸드·식량_ 355

Ⅰ. 로컬푸드의 배경 ——— 357
Ⅱ. 로컬푸드의 국내·외 사례 ——— 369
Ⅲ. 로컬푸드의 과제 ——— 379

제6장 자원순환·재활용_ 383

Ⅰ. 폐기물 재활용의 개요 ——— 385
Ⅱ. 자원순환사회의 개요 ——— 390
Ⅲ. 자원순환정책 추진방향 ——— 401
Ⅳ. 주요 자원 재활용 사례(음식물쓰레기의 재활용) ——— 407

제7장 탄소발자국·생태발자국_ 429

Ⅰ. 기후변화와 탄소발자국 ——— 431
Ⅱ. 탄소발자국 제도 ——— 436

제8장 녹색구매·지속가능한 소비_ 441

Ⅰ. 기후변화와 친환경 녹색소비 ——— 443
Ⅱ. 친환경적 소비사회로의 발전 ——— 448
Ⅲ. 국내 녹색소비 관련 법과 정책 ——— 456

제9장 산림·생태계_ 467

Ⅰ. 기후변화와 산림생태계 ——— 469
Ⅱ. 우리나라의 산림부문 대응전략 ——— 486

그린리더 고급자대상
교육 참고자료

목 차

Ⅲ. 우리나라의 보전 정책 ——— 491
Ⅳ. 기후변화 대응 및 산림생태계 보전 방안 ——— 494

제10장 건물·건축_ 501

Ⅰ. 생태건축의 배경 ——— 503
Ⅱ. 생태건축의 개념 ——— 508
Ⅲ. 생태건축의 특징 ——— 523
Ⅳ. 에너지관점에서의 건축 ——— 528

제11장 도시계획_ 537

Ⅰ. 생태도시의 개념 및 구성요소 ——— 539
Ⅱ. 생태도시의 유형 및 특성 ——— 543
Ⅲ. 생태도시 계획과정 및 방법 ——— 545
Ⅳ. 생태도시의 기본원리 및 전략 ——— 549
Ⅴ. 생태도시 지향 신도시 국내·외 개발사례 ——— 554

제12장 교육_ 567

Ⅰ. 기후변화와 환경교육 ——— 569
Ⅱ. 기후변화와 환경윤리교육 ——— 584
Ⅲ. 기후변화 대응을 위한 교육방향 ——— 592

참고 참고문헌 및 발표자료 • 603

1부

기후변화 현황 및 전망

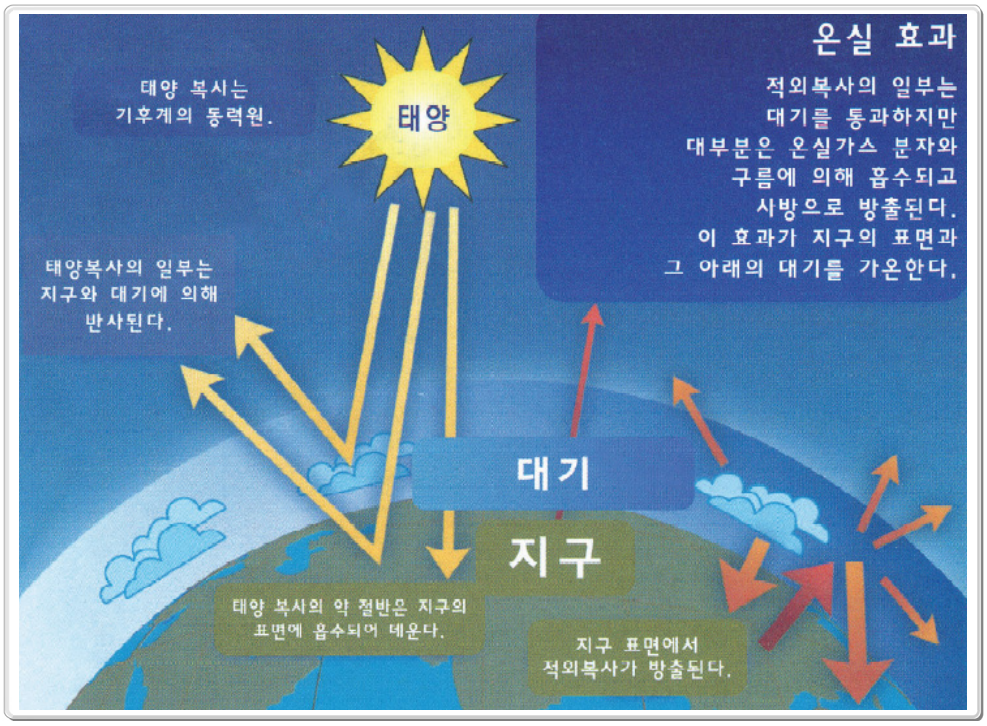
Ⅰ 기후변화 정의 및 개념 정립

출처_ '지구기후변화에 관한 중학생들의 개념인식 조사', 경기대학교 교육대학원, 장진한, 2010

1 지구온난화란

화석연료가 에너지화 되는 과정에서는 필연적으로 온실가스가 배출된다. 산업의 발달로 온실가스의 배출량이 크게 증대되어 지구의 평균온도를 높였고 이를 지구온난화라 한다. 지구온난화로 인한 열환경이 변화된 지구환경은 심각한 기후적 재앙을 일으키고 있으며 세계 여러 각국은 이러한 지구기후변화를 완화하는 대응방안 마련에 전력을 다하고 있는 것이다.

그림 1-1 온실효과 (기후변화 2007 과학적 근거, 기상청)



2 온실가스와 온실효과

태양으로부터 지구로 유입되는 에너지는 대부분 가시광선의 형태인데, 이중 약 30%는 우주로 나가고 70%는 우리가 딛고 서 있는 지면까지 도달하게 된다. 지표면에 도달하여 땅을 달군 에너지는 다시 적외선(infrared) 또는 열복사(thermal radiation)의 형태로 다시 우주로 복사되어 내보내어진다. 이때, 대기 중의 수증기나 이산화탄소와 같은 가스들이 이 열을 흡수하여 데워지고 결국 대기를 따뜻하게 유지시켜 주는데 이런 열흡수 기능을 하는 가스를 온실가스라고 한다. 한편, 지구의 표면에 대기층을 형성하고 그 속에 내포된 온실가스가 마치 온실의 유리처럼 지구표면의 보온효과를 일으켜 지구의 평균온도를 15℃를 유지함으로써 사람과 생물의 생존환경을 지키는데 이를 온실효과(green-house effect)라고 부른다. 만약, 자연적인 온실효과가 없다면, 지구표면에서 반사된 열들이 모두 우주로 빠져나가게 되어 지구의 온도는 현재보다 약 30℃정도 낮아진다. 이런 경우 현재의 생물들은 대부분 살아남을 수 없다.

주요 온실가스의 종류에는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 과불화탄소(PFCs), 수소불화탄소(HFCs), 육불화황(SF_6), 염화불화탄소(CFCs), 수증기(H_2O)가 있다.

3 기후변화란

출처_ '기후변화 적응 개요 및 지자체 활용방안 1차시', 한국환경정책·평가연구원

기후변화의 일반적인 정의는 인간의 활동에 의한 온실효과와 화산폭발로 인한 성층권 에어로졸의 증가 등 자연적인 원인에 의한 효과를 포함하는 전체 자연의 평균 기후변동이다. 이에 IPCC[1]와 UNFCCC[2]에서는 기후변화를 다음과 같이 정의하였다.

1) Intergovernmental Panel on Climate Change(기후변화에 관한 정부간 패널) : 1988년 11월 유엔 산하 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)와 유엔환경계획(UNEP, United Nations Environment Programme)이 기후변화와 관련된 전 지구적 환경문제에 대처하기 위해 각국의 기상학자, 해양학자, 빙하 전문가, 경제학자 등 3천여명의 전문가로 구성된 정부간 기후변화 협의체

2) United Nations Framework Convention on Climate Change(유엔기후변화협약) : 유엔기후변화협약은 지구의 온난화를 규제하고 방지하기 위한 국제협약으로 기후변화 완화와 더불어 기후변화 적응을 주도하고 있다.

표 1-1 기후변화의 정의

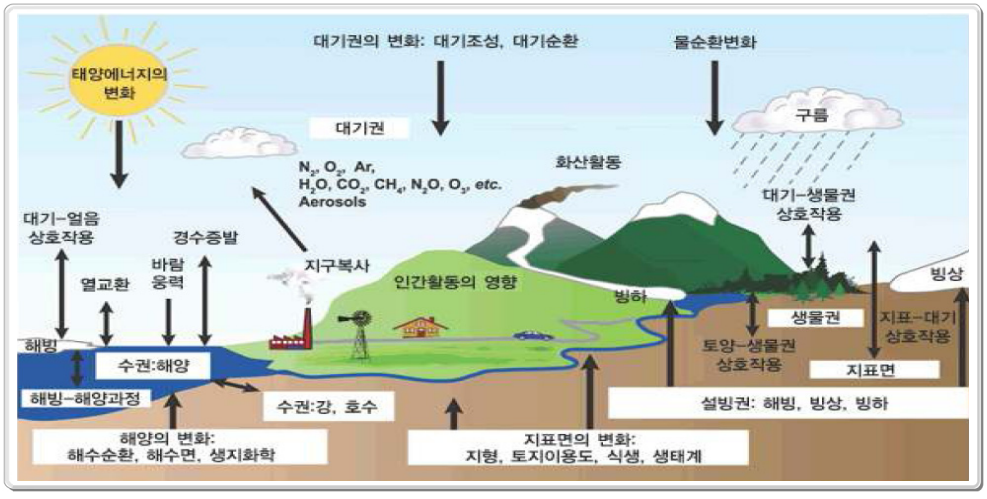
기 관	정 의
IPCC	장기간에 걸친 기간(수십년 또는 그 이상) 동안 지속되면서, 기후의 평균 상태나 그 변동 속에서 통계적으로 의미 있는 변동을 말하며, 인간 행위로 인한 것이든 자연적인 변동이든 시간의 경과에 따른 기후의 변화
UNFCCC	전지구 대기의 조성을 변화시키는 인간의 활동이 직접적 또는 간접적으로 원인이 되어 일어나고, 충분한 기간 동안 관측된 자연적인 기후변동성에 추가하여 일어나는 기후의 변화(직접적 또는 간접적으로 전체 대기의 성분을 바꾸는 인간 활동에 의한, 그리고 비교할 수 있는 시간 동안 관찰된 자연적 기후변동을 포함한 기후의 변화)

4 기후변화의 요인

기후변화의 발생요인은 크게 자연적 요인과 인위적 요인이 있다. 자연적 요인에는 대기, 해양, 육지, 설빙, 생물권 자신의 내적 요인과 화산분화에 의한 성층권의 에어로졸(부유 미립자) 증가, 태양 활동의 변화, 태양과 지구의 천문학적 상대위치 관계 등의 외적 요인이 있다.

인위적 요인에는 화석연료 과다 사용에 따른 이산화탄소 등 대기조성의 변화(온실효과에 의한 지구 온난화), 인위적인 에어로졸에 의한 태양 복사의 반사와 구름의 광학적 성질의 변화(산란 효과에 의한 지구 냉각화), 과잉 토지 이용이나 장작과 숯 채취 등에 의한 토지 피복의 변화 등이 있다.

그림 1-2 기후변화의 요인

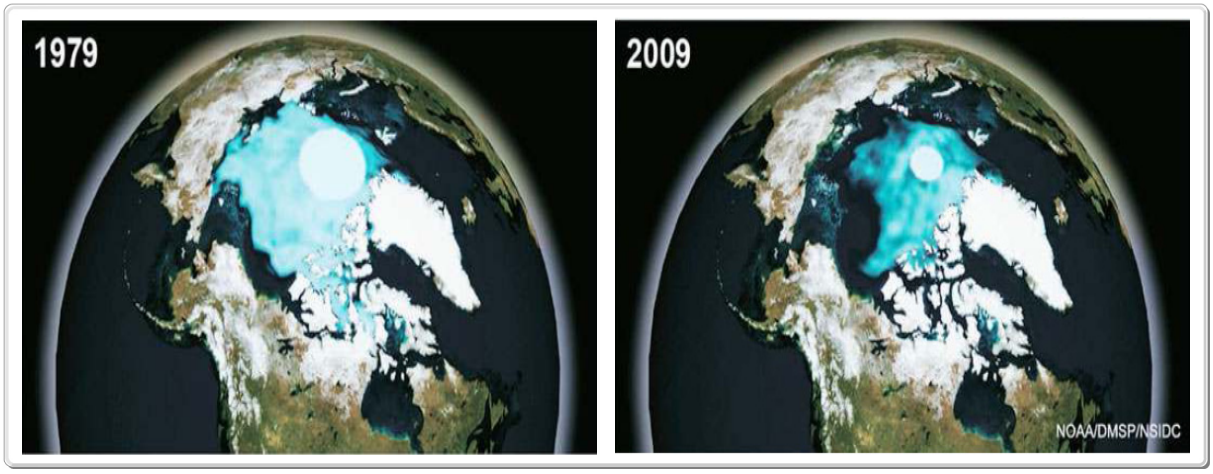


II 기후변화 원인과 영향

1 기후변화 발생원인

IPCC의 4차 보고서에 따르면 지구온난화는 논란의 여지가 없을 정도로 명백하며, 이를 알 수 있는 전지구적 기후변화 현상은 기온의 상승, 해수면 상승, 강수량 패턴의 변화 등이 있다. 아래 그림은 NOAA에서 발표된 1979년과 2009년 북극빙하의 사진으로 기후변화가 부정할 수 없는 현실임을 보여주고 있다.

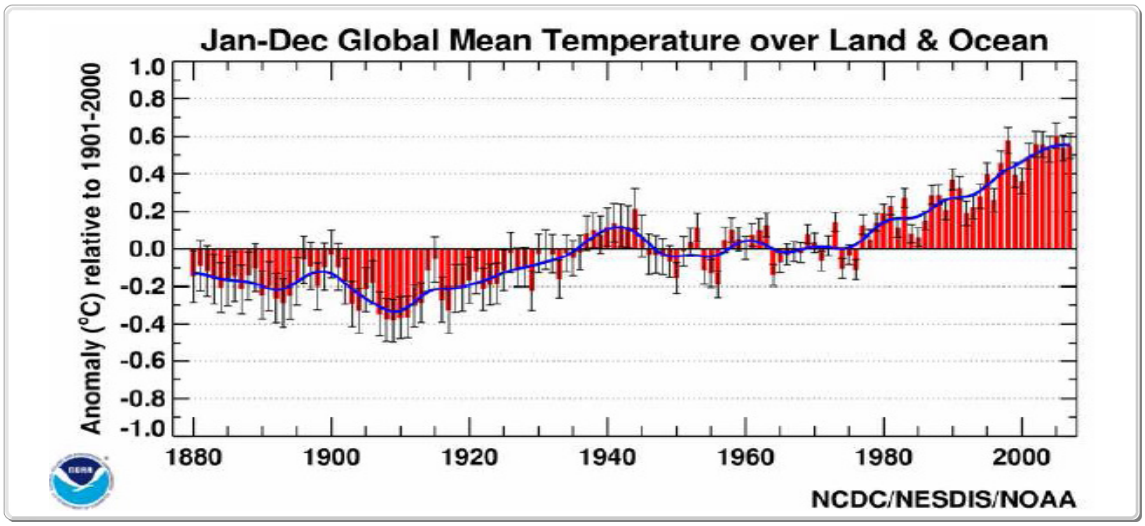
그림 1-3 1979년과 2009년 빙하면적의 감소



※ 출처 : NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration

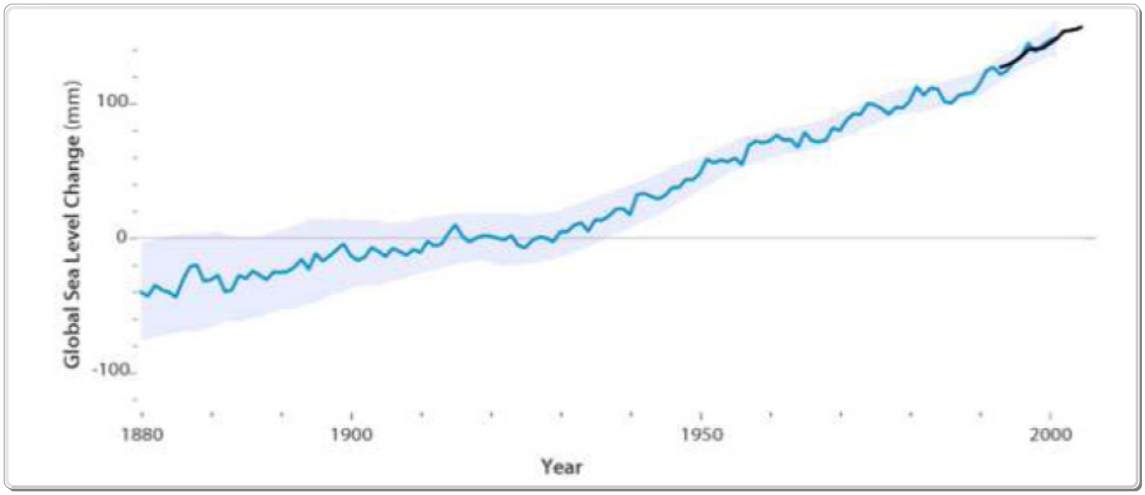
지구 기온은 1900년 이후 0.76℃ 증가하였으며 그 중에서도 최근 12년(1995~2006) 중 11년이 최고기온을 나타내었다.

그림 1-4 전 세계 평균 연 기온 증가 추세(www.climae.gov)



전 지구평균 해수면은 1961~2003년까지 1.8mm/year(1.3~2.3)상승하였고 1978년 이후 북극해빙면적은 10년 당 2.7% 감소하였으며 여름에는 이보다 더 급격한 감소(7.4%)를 나타냈다.

그림 1-5 전 세계 해수면 상승 추세(www.climae.gov)



강수량은 지역별 패턴의 변화로 아시아 북부와 중부 등의 지역에서는 강수량이 증가 추세인 반면 아프리카 Sahe l 지역 등은 더 건조해지고 있다. 1970년대 이후 열대 및 아열대 지역에서 가뭄이 심화되었고 호우 빈도 증가 및 대서양의 허리케인 강도가 증가하고 있다.

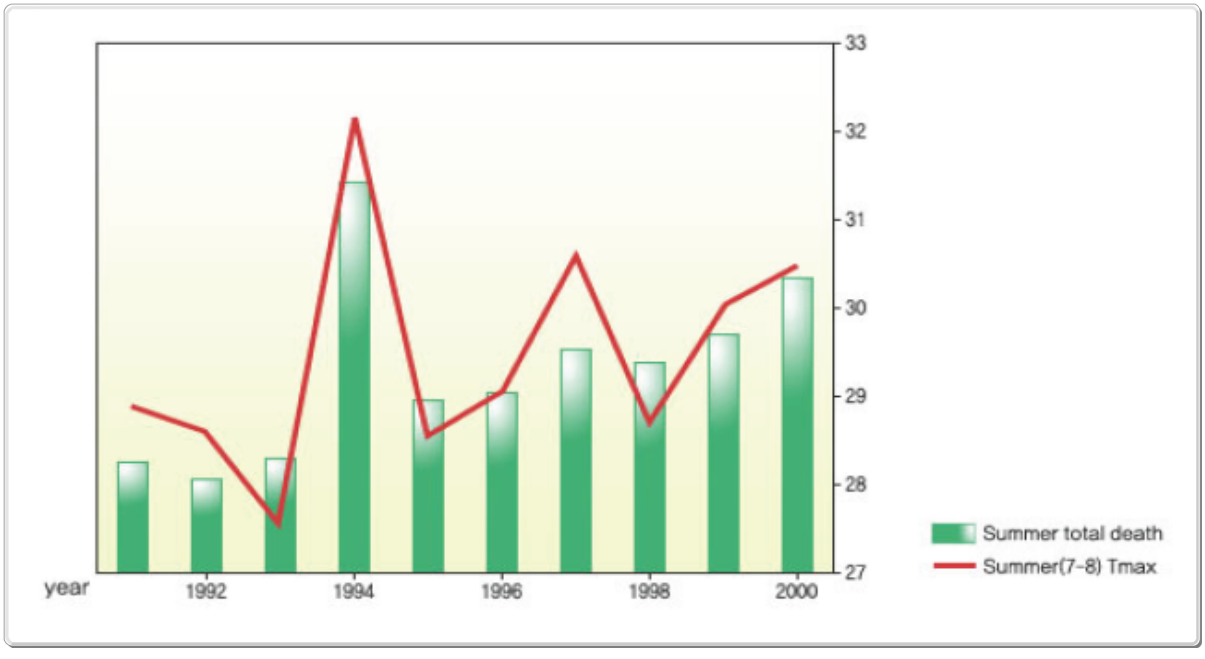
2 기후변화의 영향

출처_ '지구기후변화에 관한 중학생들의 개념인식 조사', 경기대학교 교육대학원, 장진한, 2010

1) 사회적 영향

기후변화의 영향은 생태계의 변화에 따른 국민생활행태 변화 및 인간 건강에도 영향을 미치고 있다. 기온상승과 관련하여 대체로 1990년대 이후 한반도 여름철 고온발생빈도가 증가 추세이고, 1991~2000년 서울시의 7~8월 평균 최고기온과 평균 사망자수 추이가 대체로 비례한 것으로 나타나고 있다. 기후변화로 인한 간접적인 건강영향으로는, 기온상승과 비례하여 대기내 광화학적 반응을 촉진하여 오존농도가 증가하는 등 대기오염을 심화시켜 건강에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 말라리아, 세균성 이질 등 매개체를 통한 질병이 증가 추세에 있는 것으로 파악되고 있다. 특히 법정전염병 중 쯔쯔가무시증, 말라리아, 세균성이질, 렙토스피라증, 비브리오패혈증 등 기후변화와 관련이 깊은 질병들은 1990년대 이후 꾸준한 증가추세를 보이고 있다.

그림 1-6 1991~2000년간 서울지역 7~8월 평균일 최고기온과 사망자수 변화추이(환경부, 2007)



2) 경제적 영향

2005년 2월 16일 교토의정서가 공식 발효되어 온실가스 감축의무를 지고 있는 선진국을 중심으로 배출권거래제도 및 청정개발체제 등 교토의정서 이행 메카니즘을 이용한 온실가스 감축노력과 함께 새로이 창출되고 있는 온실가스 감축관련 환경산업 및 기술개발을 선점하려는 노력이 가속화되고 있다. EU는 지역 내에 반입되는 차량에 대하여 1km 주행시 평균 140g 이상의 CO_2를 배출하는 경우 수입을 제한하는 자발적 협약을 발효할 예정이며, 이 기준을 120g/km로 더욱 강화한다는 계획도 가지고 있다. 이는 우리나라 주요 수출품목 중 하나인 자동차의 수출증대에 장애요인으로 작용하고 있으며, 또한 기타 수입품목의 경우에도 포장재의 처리에 까다로운 기준을 적용하고 있어 이에 대한 대처가 필요한 상황이다. 이같은 온실가스 감축과 관련된 제도의 도입은 교토의정서에 비준하지 않은 미국에서도 마찬가지여서 국내 관련 업계의 대책마련이 시급한 상황이다.

3) 환경적 영향

이상기후의 원인이 되는 지구온난화에 대한 과학적 근거를 두고 논란은 있으나, 북극 및 남극지대 기온상승, 빙하감소, 홍수, 가뭄 및 해수면 상승 등 이상기후 현상에 의한 자연재해가 현실로 나타나고 있다.

(1) 빙하감소

지난 20세기 동안 북극지대 대기온도는 약 5℃ 증가(이것은 지구표면의 평균 온도상승폭보다 5배나 빠른 속도)로 인하여 빙하감소, 극지방 호수의 피빙 기간 감소 등 직접적 영향을 초래하고 있다. 예로서 북극지역에 있는 거의 모든 산지 빙하는 지난 20세기 동안 감소하고 있는데 스위스의 산지 빙하는 1/3까지 줄어들었다. 북반구 극지방에서는 1960년대 이후로 눈두께가 10%나 감소하고 있는 한편, 20세기 동안 호수와 강의 연중 피빙기간이 약 2주나 짧아지고 있다(UNFCCC, 2005).

(2) 홍수

지구온난화의 또다른 영향으로 1966년 및 1997년 라인강 홍수, 1995년 중국 홍수, 1998년 및 2000년 동유럽 홍수, 2000년 모잠비크 및 유럽 홍수, 그리고 2004년 방글라데시 우기홍수(전국토의 60% 침수) 등 전 지구적으로 집중호우와 폭풍우에 의한 홍수가 빈발하고 있다(UNFCCC, 2005).

(3) 가뭄 및 사막화

홍수와 더불어 가뭄현상도 지구 온난화의 중대한 영향 중의 하나인데 특히 아프리카에서 아주 심각하게 발생하고 있다. 니제르, 챠드호 및 세네갈 지역에서는 전체 이용가능한 물의 양이 40～60%나 감소하고 있고, 남북서부 아프리카에서는 연평균 강수량이 감소함으로써 사막화현상이 가속화되고 있다(UNFCCC, 2005).

(4) 해수면 상승

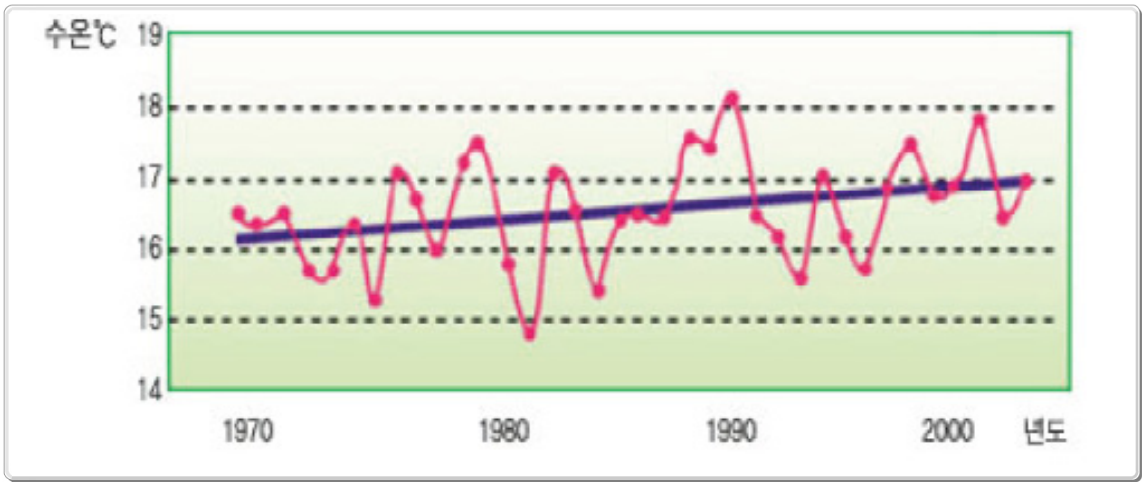
지난 20세기 동안에 해수면은 평균 10～20cm 높아졌으며, 앞으로도 지속적인 해수면 상승이 예상된다. 만약 이같이 해수면이 크게 상승할 경우 방글라데시와 같이 인구가 해변에 밀집되어 있는 국가에서는 바닷물 범람에 의한 심각한 피해가 우려되고, 투발루, 몰디브와 같은 작은 섬나라는 완전히 사라지게 될 것이다. 따라서 해수면상승은 수십억 인구가 사용하는 물을 오염시킬 뿐만 아니라 대규모 인구의 이주를 유발시킬 것이다(UNFCCC, 2005).

(5) 생태계 변화

지구온난화로 인하여 나무의 조기 개화, 새들의 조기 산란, 곤충 식물 및 동물 서식지 변화, 연안 지역의 백화현상 증가, 생물 다양성 감소 등 자연 생태계도 서서히 변화되고 있다. 범지구적으로 나타나고 있는 지구온난화 영향에서 우리나라도 예외는 아니다. 우리나라는 지난 100년간 1.5℃상승하였는데 이는 지구 평균의 2배이며 또한 제주지역 해수면은 지난 40년간 22cm상승하였고, 이는 세계 평균의 3배 높은 수치로 이렇게 우리나라의 기후변화 진행속도는 세계 평균을 상회하고 있다.

이와같은 급속한 기온상승으로 집중호우 및 태풍이 빈번하게 발생하여 막대한 인명 및 재산상의 피해가 초래되고 있다. 최근 10년(1994～2005)간 폭염으로 인해 2,127명이 사망하였고, 기온상승으로 말라리아 환자가 1994년 5명에서 2007년 2,227명으로 증가 한 것으로 나타났다. 예를 들어 1998년 지리산에서 시작된 집중호우로 324명의 인명피해와 1조 2천 500억원의 재산피해, 1999년 경기북부 지역에 집중 호우로 64명의 인명피해와 2만 5천여명의 이재민 발생, 2002년 8월 태풍 루사로 강릉지역에 하루 870mm의 비가 내려 일 최대강수량 기록을 경신하면서 인명 피해 246명, 농경지 3만여 ha침수 등 5조원이 넘는 재산피해를 남겼으며, 2003년도에도 태풍 매미로 전국에서 130명의 인명피해와 4조 7천 800억원의 재산피해가 있었다(기상청, 2007).

그림 1-7 1968~2003 동해안 평균수온 변화(국립수산진흥원, 2005)



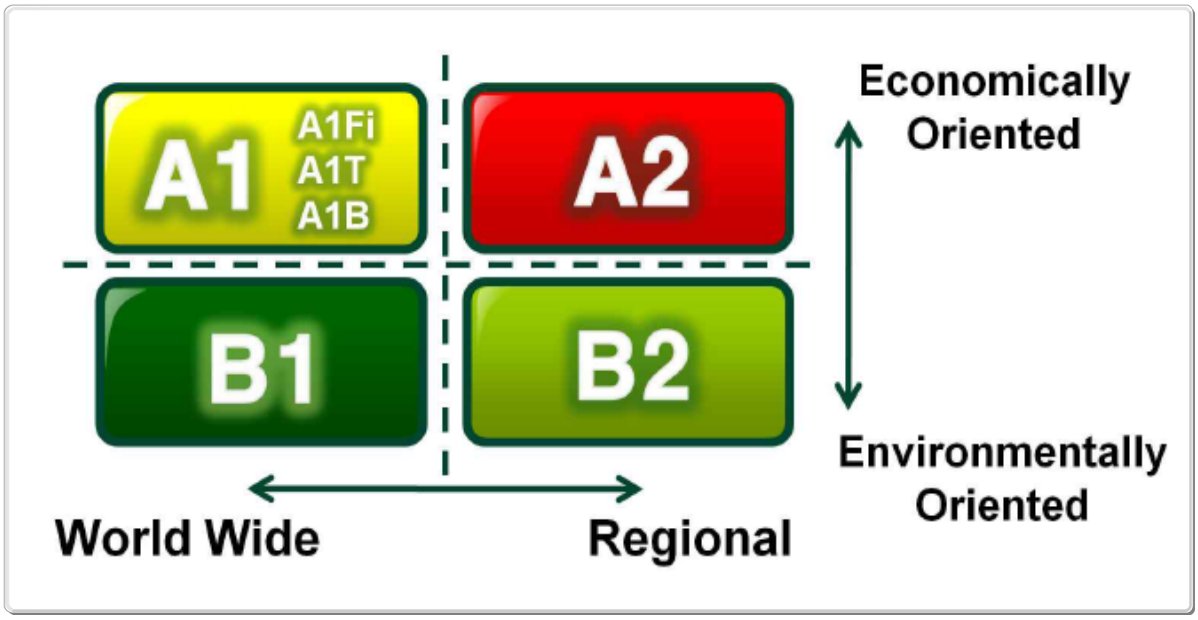
Ⅲ 기후변화 시나리오

출처_'기후변화 시나리오를 이용한 미래의 강설량 예측', 조형경 · 김샛별 · 정혁 · 신형진 · 김성준, 한국지리정보학회지 14권 3호 : 188~202, 2011

1 미래 기후 변화 시나리오 소개

기후변화에 관한 정부간 패널인 IPCC는 세계 인구의 증가, 산업 · 기술 전반의 발달에 따른 이산화탄소, 메탄, 산화질소 등의 배출에 관한 다양한 시나리오(SRES, Special Report on Emissions Scenarios; Nakicenovic et al., 2000)를 바탕으로 대기해양결합 대순환 모델(AOGCM, Atmospheric-Ocean General Circulation Model) 기후변화 모의자료를 제공하고 있다(수자원의 지속적 확보기술개발사업 보고서, 2008). 이는 인구, 기술 경제발달 등 미래 배출 문제의 원동력이 되는 요소에 따라 크게 4개의 그룹(A1, A2, B1, B2)의 배출시나리오를 제시하고 있다.

그림 1-8 온실가스 배출 시나리오(Joh et al., 2011)



이 중에서 A1시나리오는 다시 A1Fi, A1T, A1B 등의 3개의 그룹으로 나뉘는데, 각각 화석연료 주도형, 비화석연료 주도형, 밸런스 형을 뜻한다(Park et al., 2009). 그러나 현재의 AOGCM의 수평해상도는 약 100-200km로 한반도와 같은 특정 지역의 기후 모의 결과는 모델에 따라 그 오차가 매우 크다. 특히 AOGCM과 같이 수평분해능이 낮은 격자 체계에서 한반도는 충분한 격자점으로 표현되지 못하고 있어, 한반도의 적용을 위해서는 광역규모의 모델에서 모델의 정보를 규모 상세화하여 세밀한 공간격자를 가지는 지역기후로의 통계적 상세화가 반드시 필요하다(수자원의 지속적 확보기술개발사업 보고서, 2009). 따라서 여기에서는 수자원의 지속적 확보기술개발사업(2009)의 일환으로 생성된 기후변화시나리오를 이용하였다. 사용된 상세화 기법은 CSEOF(Cyclostationary Empirical Orthogonal Function, Kim and North, 1997)에 기반을 두고 있으며, 이는 순환 정상상태를 가정함으로써 주기성을 가지고 변화하는 대기 현상의 물리적 성분들을 서로 분리하여 이해하는데 적절하다. 상세화에 사용 된 자료는 IPCC에서 제공하는 20C3M(20th Century Climate Coupled Model)의 100년(1900~1999년)과 미래 온실가스 배출 시나리오(A1B, A2, B1)별 100년간(2000~2099년) 13개 모델의 기온과 강수량 자료이다. 사용된 13개 모델은 다음 표 1-2와 같다.

표 1-2 미래 기후 예측 모델

Model Name	Country	Resolution	
		Atmosphere	Ocean
BCR	Norway	128° × 64°	360° × 180°
CCM	Canada	96° × 48°	192° × 096°
CNR	France	128° × 64°	180° × 170°
CSR	Australia	192° × 96°	192° × 189°
GF0	U. S. A.	144° × 90°	360° × 200°
GF1	U. S. A.	144° × 90°	360° × 200°
INM	Russia	72° × 45°	144° × 084°
IPS	France	96° × 72°	180° × 170°
MIM	Japan	128° × 64°	256° × 192°
MIU	Germany / Korea	96° × 48°	128° × 117°
MPI	Germany	192° × 96°	360° × 180°
MRI	Japan	128° × 64°	144° × 111°
UKC	U. K.	96° × 73°	288° × 144°

2 기후변화 시나리오 전망

출처_ '기상청 차세대 기후변화 시나리오 전망 및 평가-기상청 RCP 시나리오 중심으로-', 한국수자원학회논문집 45(8), 소병진·김민지·권현한, 2012

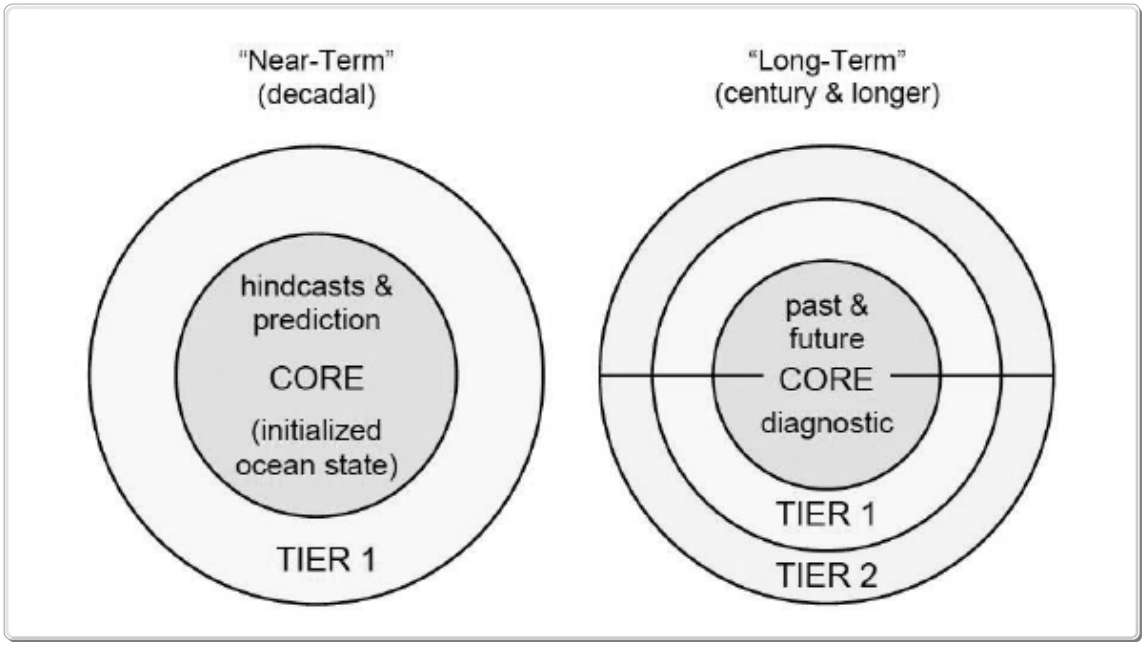
기후변화 시나리오는 간단히 말해 기후변화 모델의 강제 조건으로 사용될 미래의 대기 이산화탄소 농도라고 할 수 있다. 즉 시나리오는 앞으로 지구의 이산화탄소 농도가 현재의 기울기로 급격히 증가할 것인지, 감축노력에 의해 어느 정도 현상유지가 될 것인지, 회복력을 가지고 감소될 것인지 등 몇 가지 예상할 수 있는 시나리오를 정해 다양한 모델에서 동일한 경계조건으로 이용할 수 있도록 정한 값이다.

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에서는 온실가스 시나리오에 따른 기후변화 평가 보고서를 5~6년 주기로 꾸준히 발간하면서 인간활동에 의한 기후변화와 그 영향에 대한 과학적인 증거들을 제시하고 기후변화 문제를 해결하기 위한 조치를 마련하였다. 지난 2007년에 발간된 IPCC 4차 평가 보고서는 미래사회 구조를 바탕으로 하는 온실가스 배출시나리오(Special Reports on Emissions Scenarios, SRES)를 기반으로 작성되었으며, 보고서는 지구온난화에 의한 기후변화로 수질, 수자원, 생태계, 식량안보,

주거지와 사회, 인간보건 등에 영향을 미칠 것으로 전망하였다. 지구온난화로 기인하는 미래의 기상학적 변동성 및 기후변화 영향은 지구순환모형(General Circulation Models, GCMs)을 통해서 구체화되며 가장 일반적인 기후변화 전망자료로서 활용되었다. GCMs는 태양복사에너지, 화산폭발, 온실효과 등 여러 강제력과 대기, 해양, 지표 등을 아우르는 여러 조건들의 복잡한 상호작용에 의한 전지구 단위의 대기-해양 순환 모형이라고 할 수 있다. 이러한 모형은 시대별, 국가별로 다양하게 존재하며, 해양, 지표, 생물 등의 고려 여부와 차원 및 인자들에 따라 분류된다. 컴퓨터의 발달에 따라 기후변화 모델은 보다 높은 차원과 해상도로 더 많은 인자들을 고려할 수 있도록 발전하고 있다.

2013/14년 발간 예정인 IPCC 5차 평가 보고서를 위하여 IPCC에서는 새로운 온실가스 시나리오인 대표농도경로(Representative Concentration Pathways, RCP)를 확정하였으며, 세계기후연구프로그램(WCRP) 사업의 일환인 5단계 결합모델 상호비교 프로젝트(Coupled Model Intercomparison Project Phase 5, CMIP5)에서는 2009년부터 RCPs 시나리오를 다른 강제시나리오와 함께 사용하여 GCMs을 개발·비교검증하고 있다. IPCC 5차 평가보고서(5th Assessment Report)에 이용될 RCPs 시나리오 기반 GCMs은 28개 기관이 참여하고 있는 CMIP5에서 일부 전지구 규모 기후변화 시나리오 모델(GCM)에 사용되어 진다. CMIP5에 실험체계는 <그림 1-9>와 같이 단기적 관점과 장기적 관점의 2가지 구조로 구분되어지며 RCPs를 이용한 GCMs 모형은 장기적인 관점에 초점을 맞춘 실험에 해당된다.

그림 1-9 CMIP5의 두 초점 영역 개략도



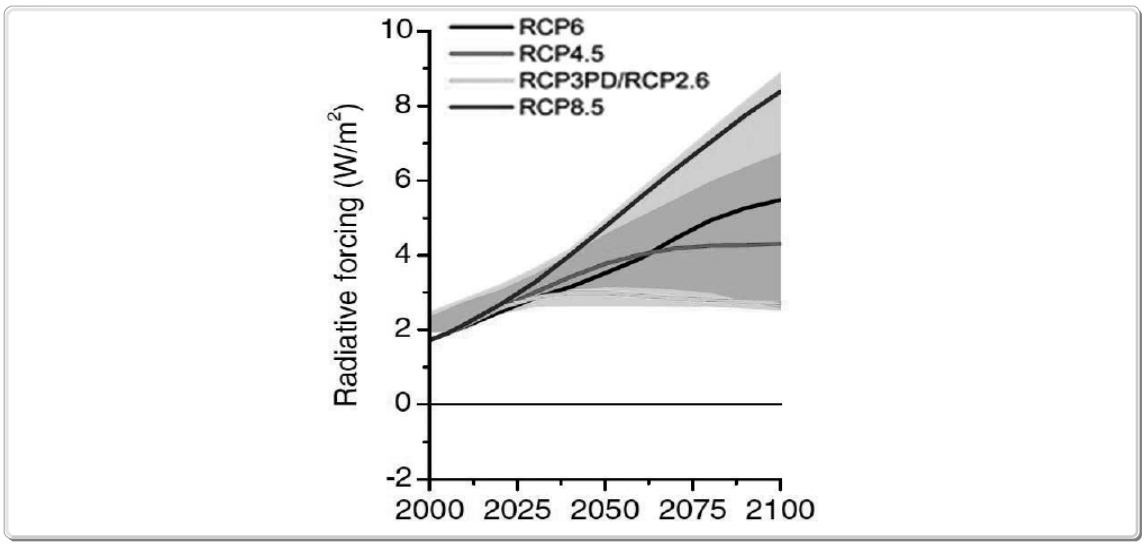
RCPs에 이용된 4가지 대표 시나리오는 2.6, 4.5, 6.0, 8.5로 구분되어지며, 아래 <표 1-3>은 온실가스에 따른 RCP 시나리오의 선정기준을 보여주며, <그림 1-10>은 각 시나리오에 따른 시간 흐름에 따른 복사 강제력에 변화량을 보여준다.

표 1-3 RCP 시나리오 구성

Scenario	산정 기준	온실가스 농도 CO_2기준(ppm)
2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우	421
4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우	538
6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우	670
8.5	현재 추세(저감없이)로 온실가스가 배출되는 경우	936

RCPs 시나리오에 숫자는 복사강제력, 즉 온실가스 등으로 에너지의 평형을 변화시키는 영향력의 정도를 의미하는 양으로서 단위는 W/㎡이다. 지상에 도달되는 태양복사가 약 238W/㎡이므로 RCP 8.5/6.0/4.5/2.6의 복사강제력은 입사 태양복사량의 약 3.6%, 2.5%, 1.9%, 1.1%에 해당된다.

그림 1-10 시나리오별 시간에 따른 복사 강제력의 변화



우리나라 기상청에서는 전지구 기후변화 예측모형인 HadGEM2-AO[3]에 강제입력 자료로서 RCP 시나리오를 도입하여 2006~2100년 기간에 미래 기후변화 시나리오를 모의하였으며, 모의된 전지구 기후변화시나리오를 지역기후모델인 HadGEM3-RA[4]모형에 입력자료로 활용하여 역학적 상세화를 통해 전지구 모형이 표현할 수 없는 복잡한 지형의 효과를 잘 반영시켜주는 지역 기후변화시나리오인 RCM자료를 산출하였다. 또한, 지역기후모델을 통해 생성된 한반도 기후변화시나리오를 바탕으로 통계적 상세화 기법인 PRIDE 모형[5]을 이용하여 남한 상세 기후변화시나리오를 생성하였다. 기상청에서는 아래 <표 1-4>와 같이 기후변화 시나리오별 정보를 2012년부터 순차적으로 제공하고 있으며, 2013년 초부터는 시나리오별 앙상블 자료도 제공할 예정에 있다.

표 1-4 기상청 기후변화 시나리오 정보

구분	전지구 전망자료	한반도 전망자료	남한상세 전망자료
온실가스 시나리오	RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5	RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5	RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5
공간범위	경도 : 0~360 위도 : -90~90	경도 : 111.0~144.625 위도 26.5~48.875	남한 지역
시간범위	1860~2099	2011~2099	2011~2099
공간 해상도	약 135km	약 12.5km	1km
시간 해상도	월	일, 월	일, 월

3 기상청의 한반도 기후변화 시나리오(RCM)

여기에서는 상세 기후변화시나리오를 생성하지 않고 한반도에 영향을 미치는 미래 기후변화 시나리오의 기상학적 특성을 분석하고자 한다. 분석기간은 각 RCP 시나리오를 30년 평균값을 기준으로 현재기간은 1976~2005년으로 하고 2025년대(2011~2040년), 2055년대(2041~2070년) 그리고 2085년대(2071~2100년)로 구분하여 분석하였다. 분석하여

3) the Hadley Centre Global Environment Model version 2-Coupled Atmosphere-Ocean model : RCP 시나리오에 기초한 전지구 대기-해양 결합모델로 약 135km 해상도의 전지구 기후변화 시나리오 산출

4) the Hadley Centre Global Environment Model version 3-Regional Atmosphere model : 전지구 기후변화 시나리오에 기초한 지역기후모델로 우리나라지역에 대한 12.5km 해상도의 지역 기후변화 시나리오 산출

5) PRIDE 모형은 PRISM based Downscaling Estimation Model의 약자이며, 기후를 결정하는데 중요한 역할을 하는 DEM(Digital Elevation Model) 고도, 거리, 지향면(topographic facet), 해양도(coastal proximity)의 영향을 고려하여 고해상도 격자 자료를 산출하는 PRISM (Parameter-elevation Regression on Independent Slopes Model)을 남한 1km 격자에 적합하게 수정한 한국형 PRISM이다.

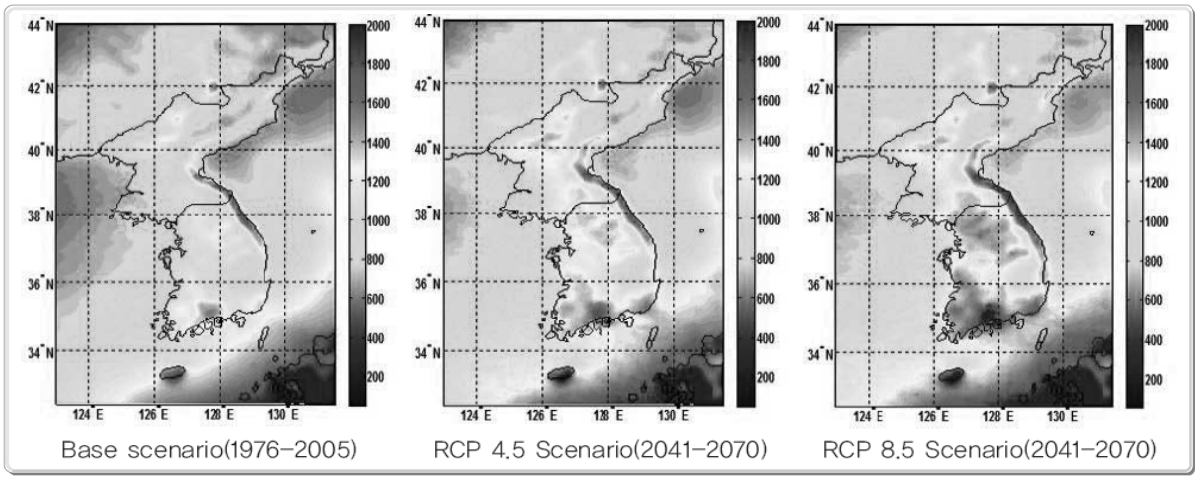
얻은 결과 값들 중 현재 1976~2005년의 결과, RCP 4.5와 RCP 8.5 시나리오의 2055년대 결과 값만을 각각 나타내었다. 또한 분석으로 추정된 통계치들은 연평균 강수량, 연평균 온도, 연평균최고온도, 연평균최저온도, 연평균강우일수, 연평균강우강도, 100년 빈도 강수량, SPI -1.5 이하의 가뭄 발생횟수를 비교하여 나타내었다. 각 통계치별 계산식은 격자별(164×184)로 이루어졌다.

1) 연평균수량(mm/year)

$$Annual\ Rainfall\,(lat, long) = \sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\left(\sum_{i=1}^{365} r_{la,lo,year}(i)\right)}{30\,year}$$

기후변화 시나리오로부터 일강수량을 누적하여 연강수량으로 변화하였으며 이를 30년 평균하여 나타내었다. 현재기간은 연평균강수량의 범위는 대략 600mm~1,800mm이며 일부 남부지방과 동해안지역으로 큰 강수량을 나타내었다. 2055년대 RCP 4.5 시나리오 강수량은 현재기간에서 큰 강수량을 나타내었던 지역과 한반도의 일부 내륙지역으로 1,200mm~1,800mm 범위의 연평균강수량을 나타내었으며, 2055년대 RCP 8.5 시나리오 강수량은 4.5 시나리오에서 큰 강수량을 나타내었던 지역에서 1,400mm~2,000mm 범위의 연평균강수량을 나타내었다. 2055년대 미래 기후변화 시나리오를 보면 연평균강수량은 증가할 것으로 예상이 되며, RCP 4.5 시나리오보다 RCP 8.5 시나리오의 연평균강수량이 좀 더 크게 증가할 것으로 예상된다.

그림 1-11 시나리오 기준 연평균강수량 변동성



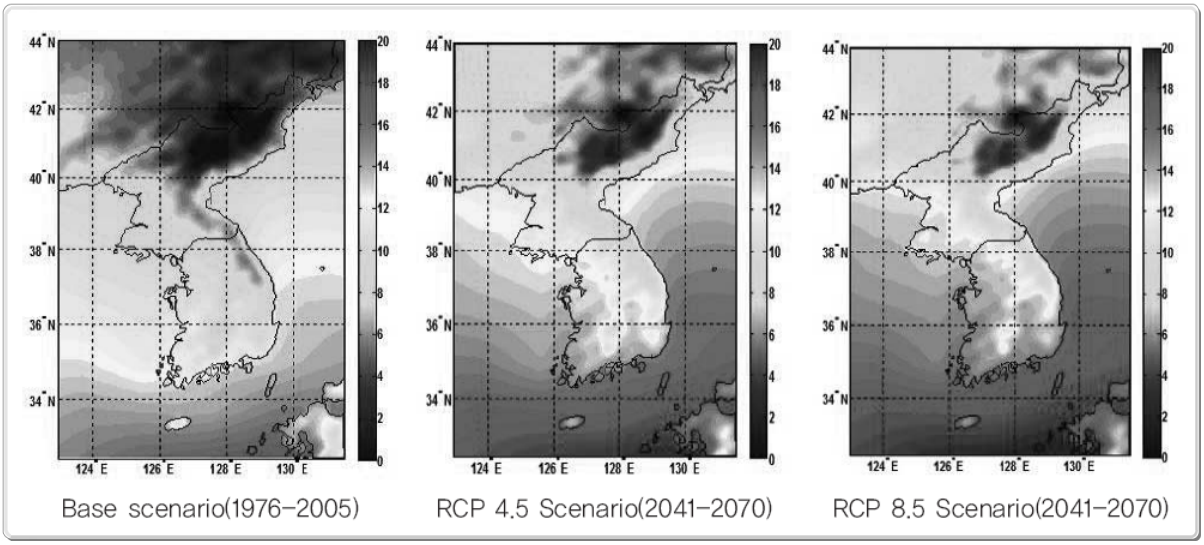
2) 연평균온도(℃)

$$Mean\ Temperature\,(lat,long) = \sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\frac{\left(\sum_{i=1}^{365} tmean_{la,lo,year}(i)\right)}{365}}{30\,year}$$

기후변화 시나리오로부터 일평균온도를 추출하여 연평균온도로 변화하였으며 이를 30년 평균하여 나타내었다. 현재기간은 연평균온도의 범위는 대략 0℃~12℃이며 북부지방에서 남부지방으로 갈수록 온도가 상승하는 것으로 나타내었다. 현재 기간에서 나타내었듯이 2055년대 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오의 연평균온도 분포는 각각 0℃~14℃, 0℃~16℃로 북부지방에서 남부지방으로 갈수록 온도가 상승하는 것으로 나타내었다.

2055년대 미래 기후변화 시나리오를 보면 연평균 온도는 증가할 것으로 예상이 되며, RCP 4.5 시나리오보다 RCP 8.5 시나리오의 연평균온도가 좀 더 크게 증가할 것으로 예상된다.

그림 1-12 RCP 시나리오 기준 연평균온도 변동성

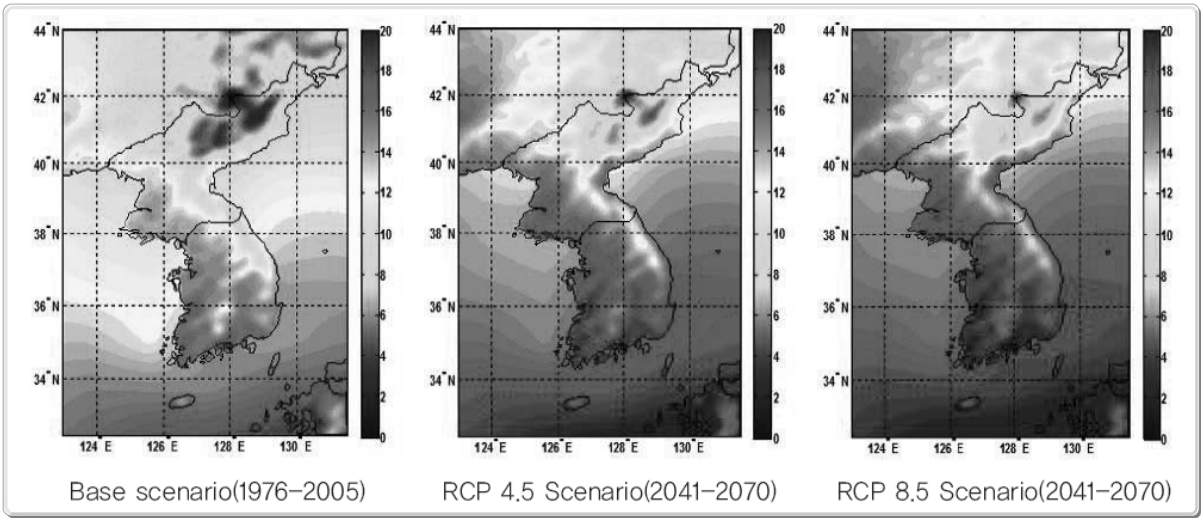


3) 연평균최고온도(℃)

$$Average Max.\ Temp.(lat, long) = \sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\frac{\left(\sum_{i=1}^{365} tmax_{la,lo,year}(i)\right)}{365}}{30\,year}$$

기후변화 시나리오로부터 일평균최고온도를 추출하여 연평균최고온도로 변화하였으며 이를 30년 평균하여 나타내었다. 현재기간의 연평균최고온도는 북부지방 일부지역을 제외하고 남부지방으로 갈수록 12℃~16℃의 높은 온도의 분포를 나타내었다. 2055년대 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오의 연평균최고온도 분포는 각각 2℃~20℃, 6℃~20℃로 북부지방에서 남부지방으로 갈수록 온도가 상승하는 것으로 나타내었다. 2055년대 미래 기후변화 시나리오를 보면 연평균최고온도는 북부지방의 일부지역을 제외하고 한반도 대부분 지역에서 증가할 것으로 예상이 되며, RCP 4.5 시나리오보다 RCP 8.5 시나리오의 연평균온도가 좀 더 크게 증가할 것으로 예상된다.

그림 1-13 RCP 시나리오 기준 연평균최고온도 변동성

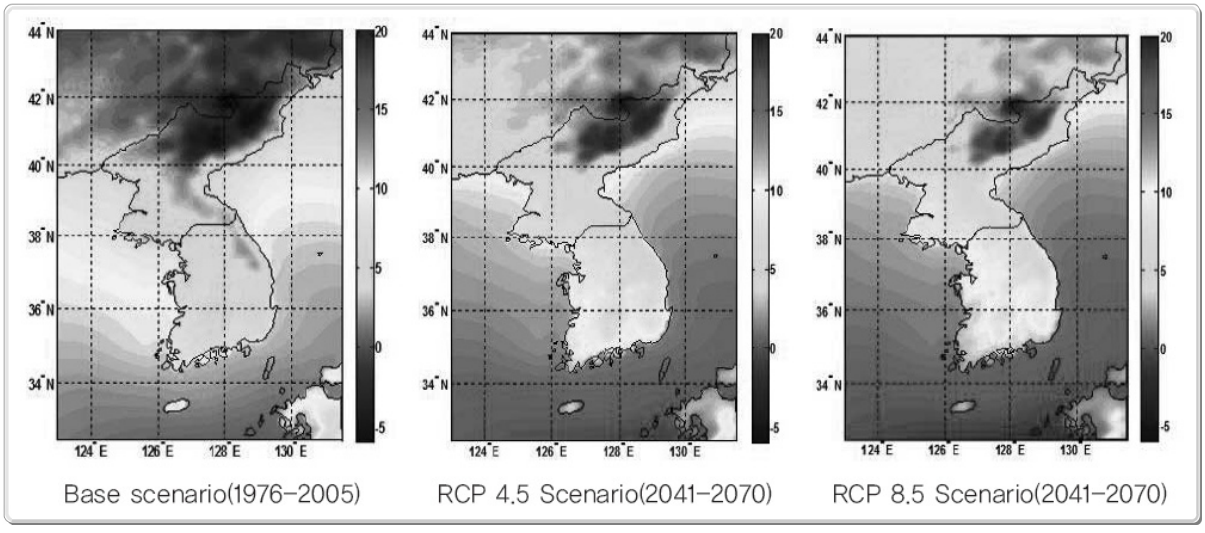


4) 연평균최저온도(℃)

$$AverageMin.\ Temp(lat,long) = \sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\frac{\left(\sum_{i=1}^{365} tmin_{la,lo,year}(i)\right)}{365}}{30\,year}$$

기후변화 시나리오로부터 일평균최저온도를 추출하여 연평균최저온도로 변화하였으며 이를 30년 평균하여 나타내었다. 현재기간의 연평균최저온도는 북부지방 일부지역을 제외하고 남부지방으로 갈수록 5℃~10℃의 온도 분포를 나타내었다. 2055년대 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오의 연평균최저온도 분포는 각각 -3℃~10℃, -3℃~16℃로 북부지방에서 남부지방으로 갈수록 온도가 상승하는 것으로 나타내었다. 2055년대 미래 기후변화 시나리오를 보면 연평균최저온도는 한반도 대부분 지역에서 증가할 것으로 예상이 되며, RCP 4.5 시나리오보다 RCP 8.5 시나리오의 연평균온도가 좀 더 증가할 것으로 예상된다.

그림 1-14 RCP 시나리오 기준 연평균최저온도 변동성

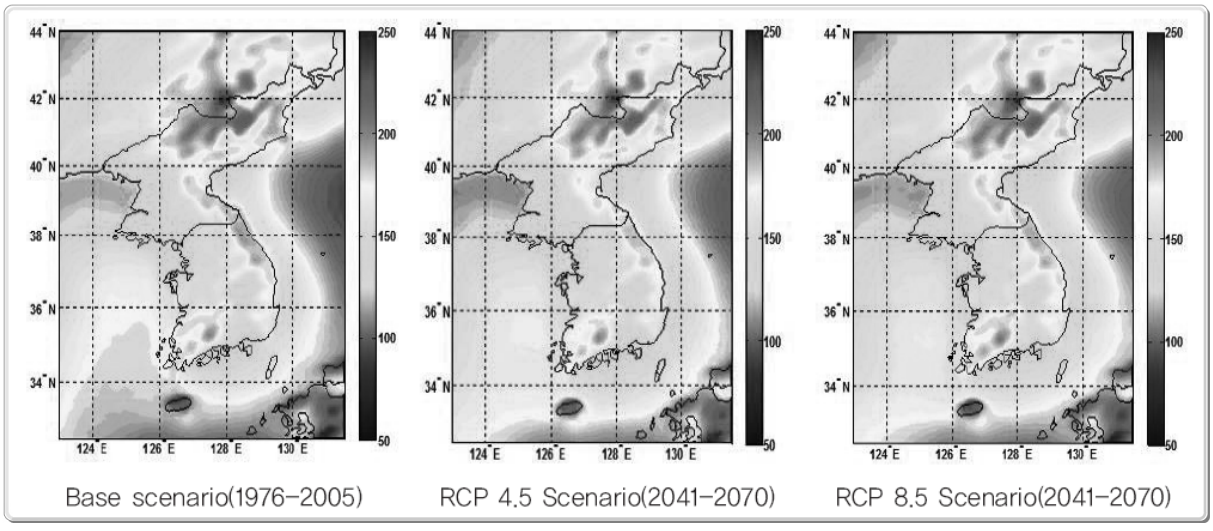


5) 연평균강우일수

$$Wet\ Days\,(lat,long) = \sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\left(wet\ days_{la,lo,year}(i)\right)}{30\,year}$$

기후변화 시나리오부터 일강수량을 추출하고 강수가 0.1mm이상 발생한 날짜를 누적하여 연강우일수를 추출하였고 이를 30년 평균하여 나타내었다. 현재기간 연평균강수일수는 120일에서 250일 사이의 값을 가지며 지형적인 영향을 많이 받아 내륙지역보다는 산간지역에서 연평균강우일수가 높은 것으로 나타내었다. 2055년대 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오의 연평균강우일수 분포는 각각 120일~250일을 나타내었다. 2055년대 미래기후변화 시나리오를 보면 연평균강우일수는 감소할 것으로 예상이 되며, RCP 8.5 시나리오보다 RCP 4.5 시나리오의 연평균강우일수가 더 감소 경향을 나타내었다.

그림 1-15 RCP 시나리오 기준 연평균강우일수 변동성



6) 연평균강우강도(mm/day)

$$Rainfall\ Intensity(lat,long) = \frac{\sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\left(\sum_{i=1}^{365} r_{la,lo,year}(i)\right)}{30\,year}}{\sum_{la=1}^{164}\sum_{lo=1}^{184}\frac{\sum_{year=1976}^{2005}\left(wet\ days_{la,lo,year}(i)\right)}{30\,year}}$$

앞서 추정한 연평균강수량을 연평균강수일수로 나눈 값으로서 평균적인 강우강도의 의미를 갖는다. 즉, 연중 비가 내릴 경우 평균적으로 내릴 수 있는 비의 양으로 판단할 수 있다. 현재기간 평균적인 강우강도는 남쪽해안지방이 타 지역에 비하여 크게 나타나고 있다. 2055년대 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오의 연평균강우강도 분포는 각각 3mm~12mm, 4mm~13mm정도로 나타내었다. 2055년대 미래 기후변화 시나리오를 보면 연평균 강우강도는 증가할 것으로 예상이 되며, RCP 4.5 시나리오보다 RCP 8.5 시나리오의 연평균강우강도가 더 증가경향을 나타내었다.

7) SPI(-1.5 이하)

SPI 지수는 -1.5이하의 심한 가뭄 발생횟수를 비교하여 나타내었다. 현재기간의 SPI지수 발생횟수 범위는 대략 5~30으로 평가되었다. 2055년대 RCP 4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오에서는 기후변화가 진행될수록 심한 가뭄의 발생횟수가 일부 북부지방에서는 증가경향을 보였지만 상대적으로 감소할 것으로 예상된다.

8) 100년 빈도 강수량

기후변화시나리오의 일강수량으로부터 각 격자별로 매년 연최대치일강수량을 추출하여 30년의 최대치 계열 자료를 구성한 후 강우빈도해석을 실시하였다. 강우빈도해석을 위해서 강우빈도해석 절차를 따라 추정하였으며 확률분포형으로는 우리나라 대표 분포형인 Gumbel 분포형을 사용하였다.

현재기간의 100년 빈도강수량은 70mm~300mm의 분포로 나타내었다. 2055년대 RCP

4.5 시나리오와 RCP 8.5 시나리오에서는 한반도 전역으로 각각 최대 100mm~300mm 이상, 200mm~300mm 이상의 100년 빈도 강수량을 나타내었다. 이는 홍수위험도가 크게 증가할 것으로 예상되며 기후변화 시나리오에서 극치강수량 발현빈도가 과대 추정되고 있는 것으로 판단된다. 이와같은 문제점은 상세화 과정을 통해 미래 기후변화 시나리오의 보정이 필요한 것으로 판단된다.

Ⅳ 우리나라의 기후

출처_'한국기후변화백서', 기상청, 2011.12

기온, 강수 등 기후요소와 주요 현상일수 등을 통하여 우리나라 최근 30년(1981~2010년)의 연별, 계절별 기후특성을 분석하였다. 기온과 강수에 대해서는 전국 평균 및 광역시·도별 평균으로 나타내었고, 주요 현상일수와 극값 및 극한기후지수는 지점별 값을 제시하였다.

1 기온

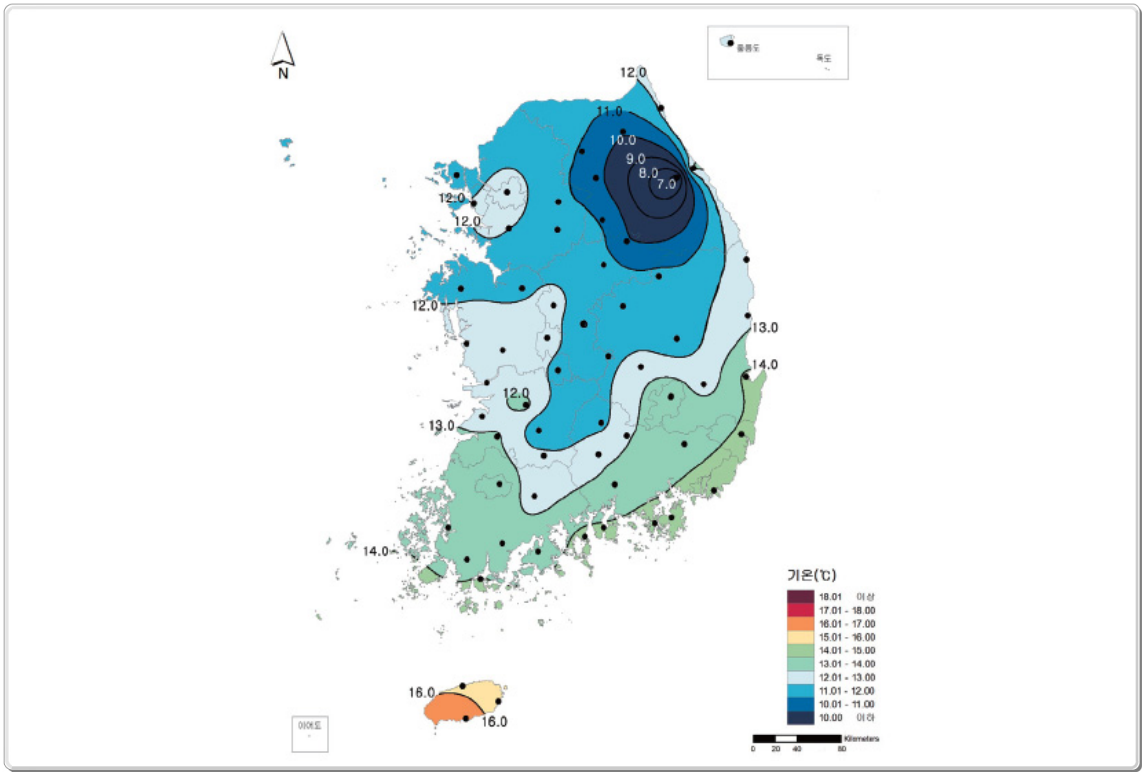
우리나라의 1981~2010년 연평균기온은 12.5℃이다. 기온의 계절 평균값은 모두 여름철, 가을철, 봄철, 겨울철 순이며, 여름철과 겨울철의 계절평균기온차는 23℃ 내외로 뚜렷하다. 특히 평균최고기온은 22.3℃로 작게, 평균최저기온은 23.8℃로 크게 나타난다.

표 1-5 우리나라의 연·계절별 평균기온(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온(℃)	12.5	11.7	23.6	14.1	0.6
최고기온(℃)	18.1	17.9	28.4	20.1	6.1
최저기온(℃)	7.7	6.0	19.7	9.2	-4.1

우리나라의 연평균기온은 북서계절풍의 영향으로 겨울이 몹시 춥기 때문에 같은 위도상에 위치한 다른 지역보다 낮다. 우리나라에서 연평균기온이 가장 높은 곳은 제주도의 서귀포(16.6℃)이고, 남동해안에서도 높게 나타난다. 고위도 지역일수록, 해발고도가 높아질수록 기온이 낮아지므로, 우리나라에서는 해발고도가 772.6m에 달하는 대관령(6.7℃)의 기온이 가장 낮게 나타난다(그림 1-16). 같은 위도 상에서는 내륙이 해안보다 기온이 낮고, 동해안이 서해안보다 기온이 높다.

그림 1-16 우리나라의 연평균기온(1981~2010년)

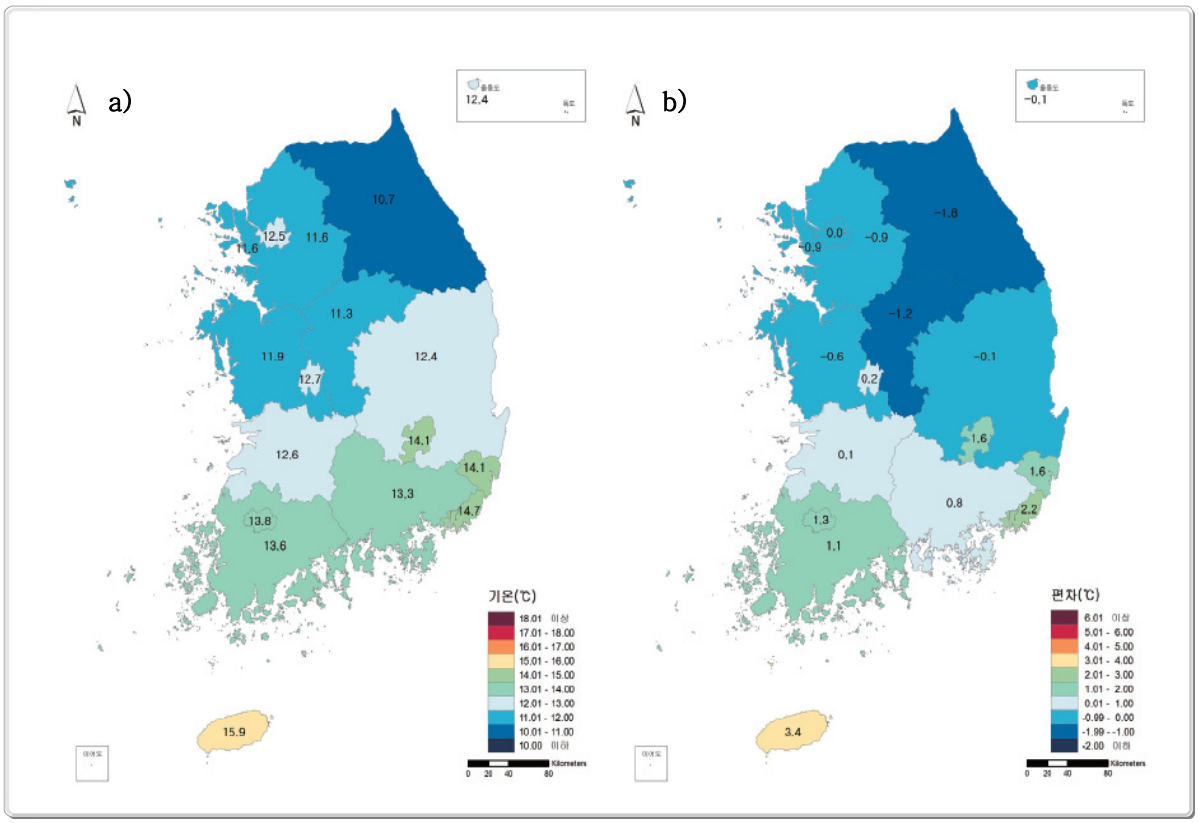


광역시·도별 연평균기온 분포를 보면(그림 1-17a), 남쪽에 위치한 지역에서 연평균기온이 높다. 광역시·도별로는 제주특별자치도가 15.9℃로 가장 높고 부산광역시(14.7℃), 울산광역시(14.1℃), 대구광역시(14.1℃) 순으로 나타난다. 반면에 위도가 높고, 산지가 많은 강원도가 10.7℃로 가장 낮고 충청북도(11.3℃), 인천광역시와 경기도(11.6℃) 순으로 나타난다.

우리나라 연평균기온(12.5℃)과 광역시·도별 연평균기온의 편차 분포를 보면(그림 1-17b) 제주특별자치도, 부산광역시, 울산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상

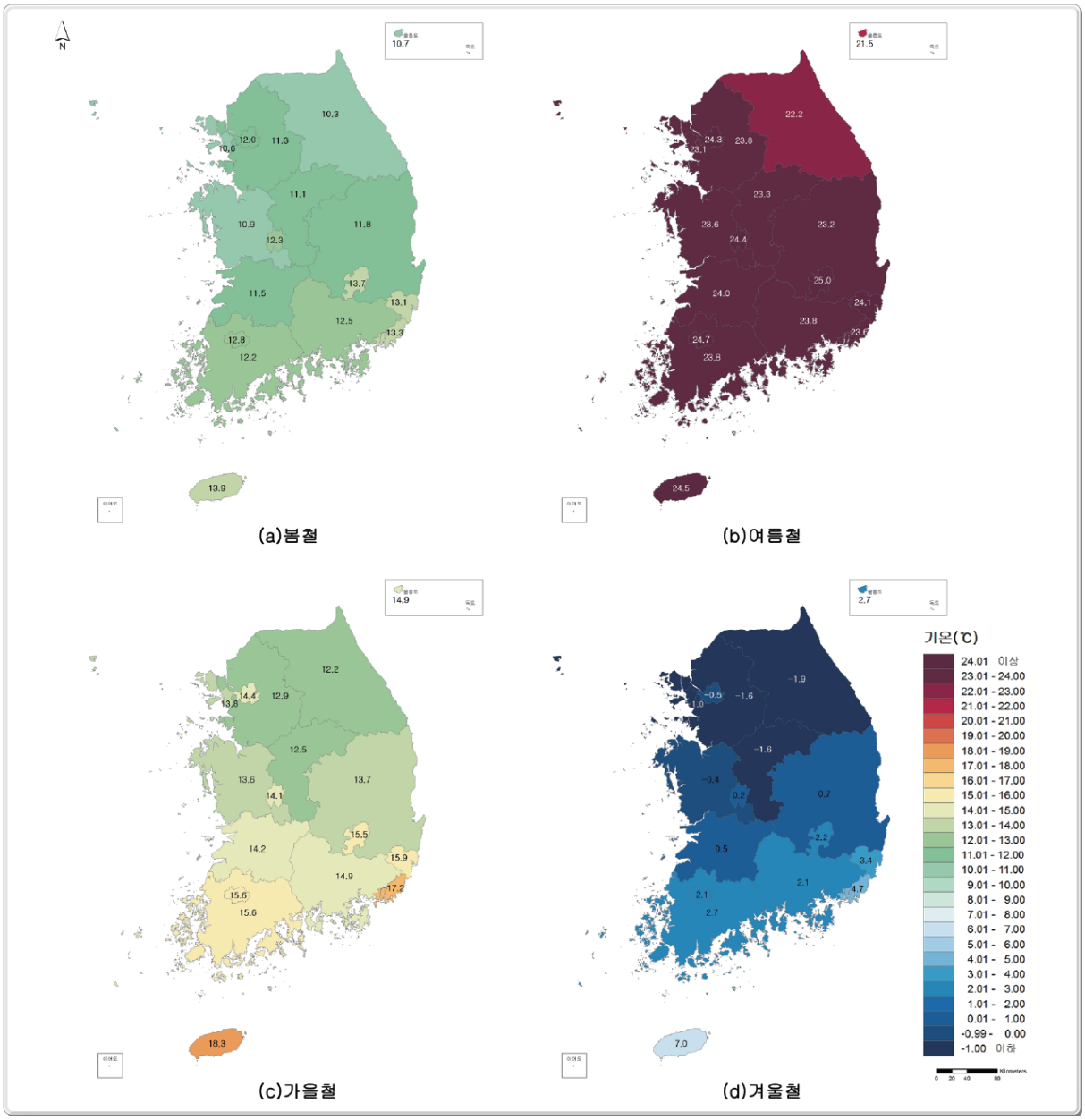
남도, 대전광역시, 전라북도에는 양의 편차가 나타나 우리나라의 연평균기온 보다 기온이 높은 지역에 속하고 강원도, 충청북도, 경기도, 충청남도, 인천광역시, 경상북도에서는 음의 편차가 나타나 기온이 낮은 지역에 속한다. 강원도에서 음의 편차가 가장 크고, 제주특별자치도에서 양의 편차가 가장 크게 나타나며, 두 지역의 연평균기온 차이는 5.2℃이다. 서울특별시는 우리나라 연평균기온과 같은 기온을 보인다.

그림 1-17 (a)광역시·도별 연평균기온(1981~2010년)과 (b)연평균기온편차(1981~2010년)



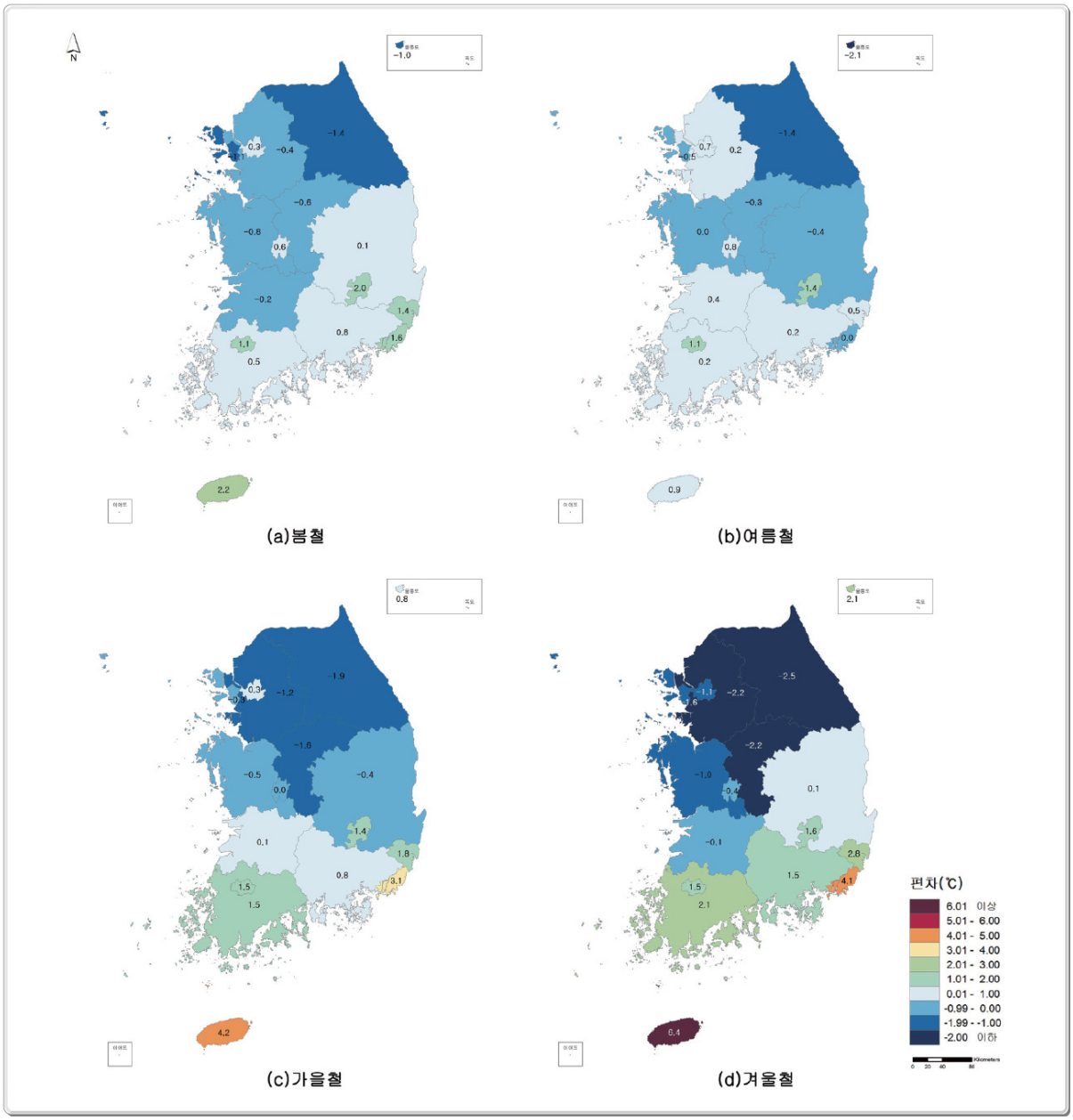
계절별 평균기온 분포를 보면(그림 1-18), 봄철에는 제주특별자치도가 13.9℃로 가장 높고, 강원도가 10.3℃로 가장 낮다. 여름철에는 대구광역시가 25.0℃로 가장 높은 기온을, 강원도가 22.2℃로 가장 낮은 기온을 나타내어 기온의 지역차가 작아진다(울릉도 21.5℃). 가을철, 겨울철에는 제주특별자치도가 18.3℃, 7.0℃로 가장 높고, 강원도가 12.2℃, -1.9℃로 가장 낮다. 겨울철 평균기온은 강원도, 경기도, 충청북도, 인천광역시, 서울특별시, 충청남도에서 영하가 유지된다.

그림 1-18 광역시・도별 계절별 평균기온(1981~2010년)



계절별 평균기온(봄 : 11.7℃, 여름 : 23.6℃, 가을 : 14.1℃, 겨울 : 0.6℃)을 이용하여 광역시・도별 평균 기온편차 분포를 보면(그림 1-19), 봄철, 가을철, 겨울철에는 제주특별자치도가 가장 큰 양의 편차, 강원도가 가장 큰 음의 편차가 나타난다. 여름철에는 대구광역시가 가장 큰 양의 편차, 강원도가 가장 큰 음의 편차가 나타나고 부산광역시는 우리나라 여름철 평균기온과 같다. 우리나라는 위도 차에 의해 겨울철 강원도・경기도와 제주도의 기온차이가 약 8℃ 이상 나타나는 등 남-북간 기온편차가 크다.

그림 1-19 광역시·도별 계절별 평균기온편차(1981~2010년)



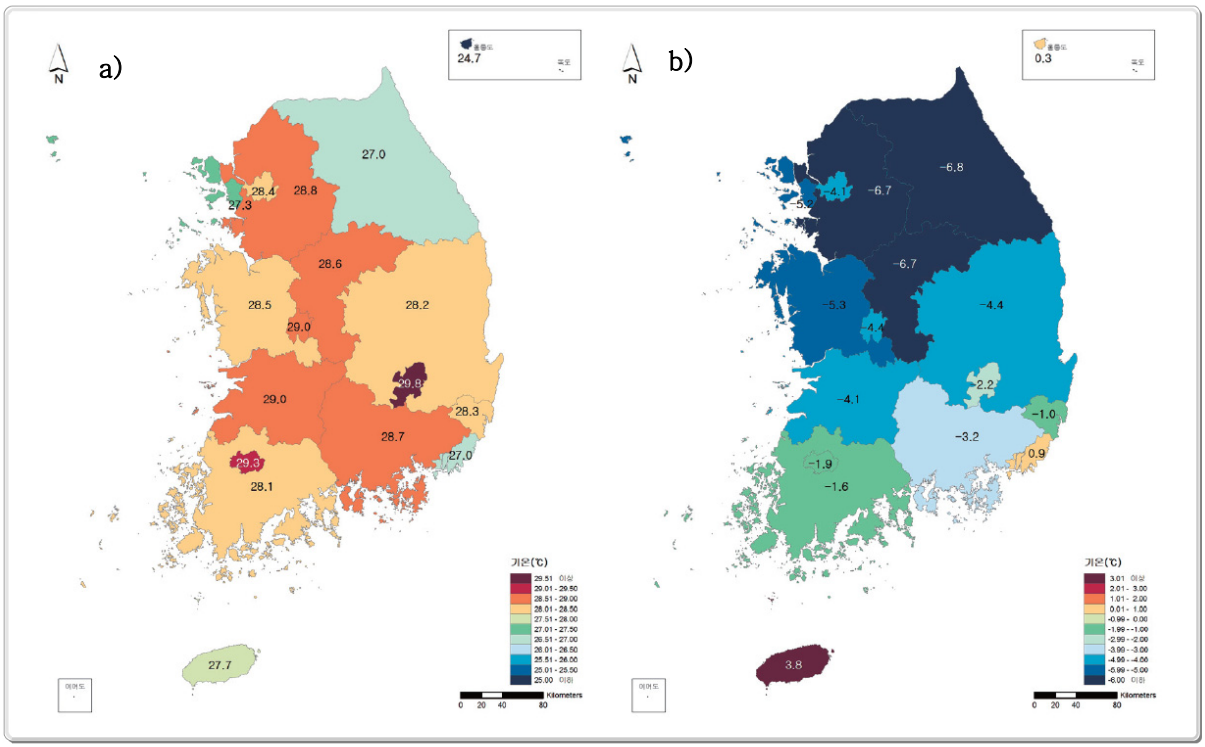
우리나라의 광역시·도별 여름철 평균최고기온 분포를 보면(그림 1-20a), 대구광역시가 29.8℃로 가장 높고 광주광역시(29.3℃), 대전광역시와 전라북도(29.0℃) 순으로 나타나 내륙에 위치한 도시들이 높다. 반면에 강원도, 부산광역시는 27.0℃로 가장 낮고 인천광역시(27.3℃), 제주특별자치도(27.7℃) 순으로 나타난다.

우리나라의 광역시·도별 겨울철 평균최저기온 분포를 보면(그림 1-20b), 제주특별자치도가 3.8℃로 가장 높고 부산광역시(0.9℃) 순으로 나타나 바다의 영향을 받는 지역이

높다. 이 두 지역을 제외한 모든 지역에서 겨울철 평균최저기온이 영하로 나타나며 내륙 산간에 위치한 강원도가 -6.8℃로 가장 낮고 경기도와 충청북도(-6.7℃), 충청남도(-5.3℃) 순으로 나타난다.

여름철 평균최고기온과 겨울철 평균최저기온에서 경기도, 충청북도 등 우리나라 북부 지역의 여름철과 겨울철 기온차는 약 35℃에 이르며 제주특별자치도, 부산광역시 등 바다의 영향을 많이 받는 지역의 경우는 약 24~26℃로 나타나 상대적으로 차이가 작다.

그림 1-20 (a)광역시·도별 여름철 평균최고기온(1981~2010년)과 (b)겨울철 평균최저기온(1981~2010년)



2 강수

우리나라의 연강수량[6]은 1,308mm이다. 계절별 강수량은 여름철이 723mm로 연강수량의 약 55%를 차지하고, 가을철(260mm), 봄철(237mm), 겨울철(89mm) 순으로 나타난다(표 1-6). 겨울철에는 강수량이 매우 적어서 연강수량의 7%에도 미치지 못한다.

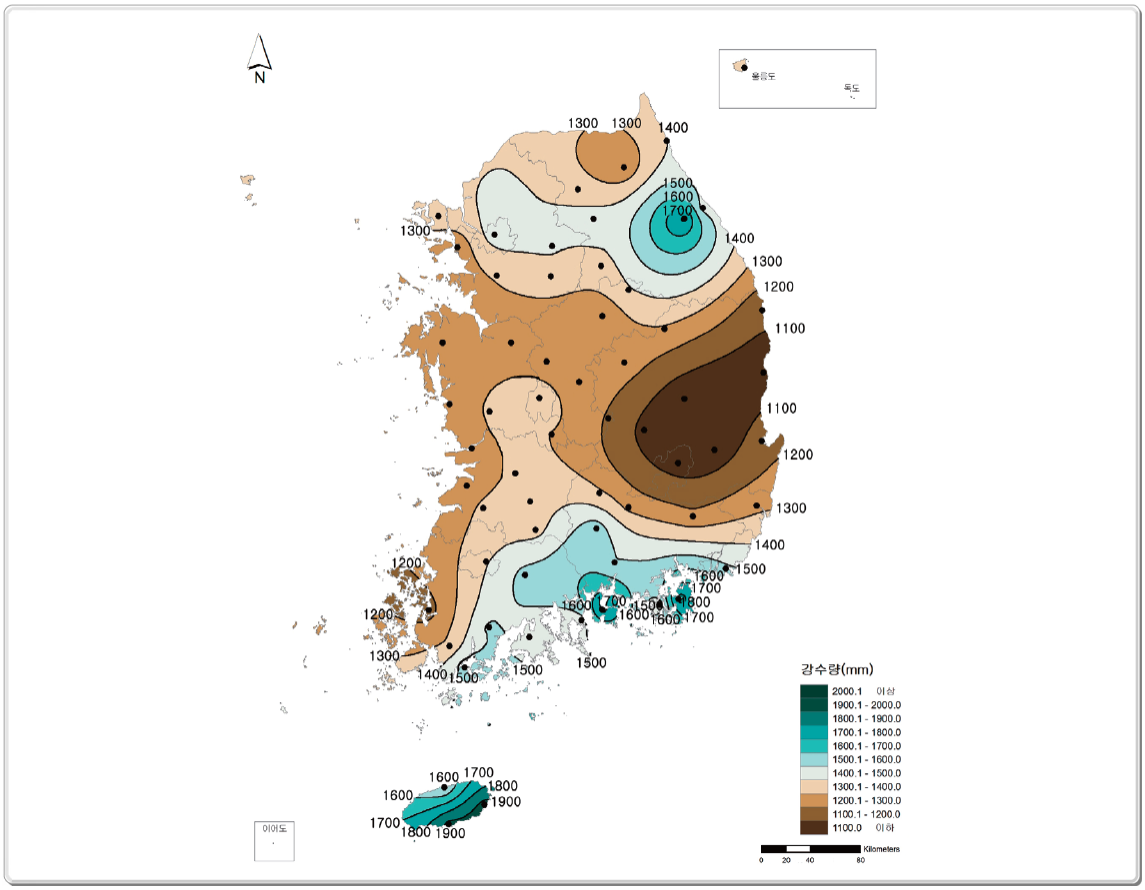
6) 여기서 강수량의 유효 자릿수로 정수를 기본으로 함

표 1-6 우리나라의 연 · 계절별 강수량(1981~2010년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량(mm)	1,308	237	723	260	89

우리나라는 지리적으로 남북방향으로 길고, 지형이 복잡하기 때문에 강수량의 지역적 차이가 비교적 크다. 우리나라의 연강수량 분포를 보면(그림 1-21), 연강수량이 가장 많은 곳은 제주도의 성산(1,940mm)이고, 서울을 포함한 중부지방, 대관령과 남해안에서도 강수량이 많다. 서해안과 중부내륙에 걸쳐 연강수량이 적고, 특히 경상북도(의성, 1,032mm)가 가장 적은 분포를 보인다. 남부지방에 강수량이 많은 것은 장마와 태풍의 영향이 탁월하기 때문이다. 중부지방은 빈번한 저기압의 통과와 지형적인 영향으로 강수량이 많다. 경상북도는 태백산맥와 소백산맥의 풍하측에 위치하기 때문에 강수량이 적다.

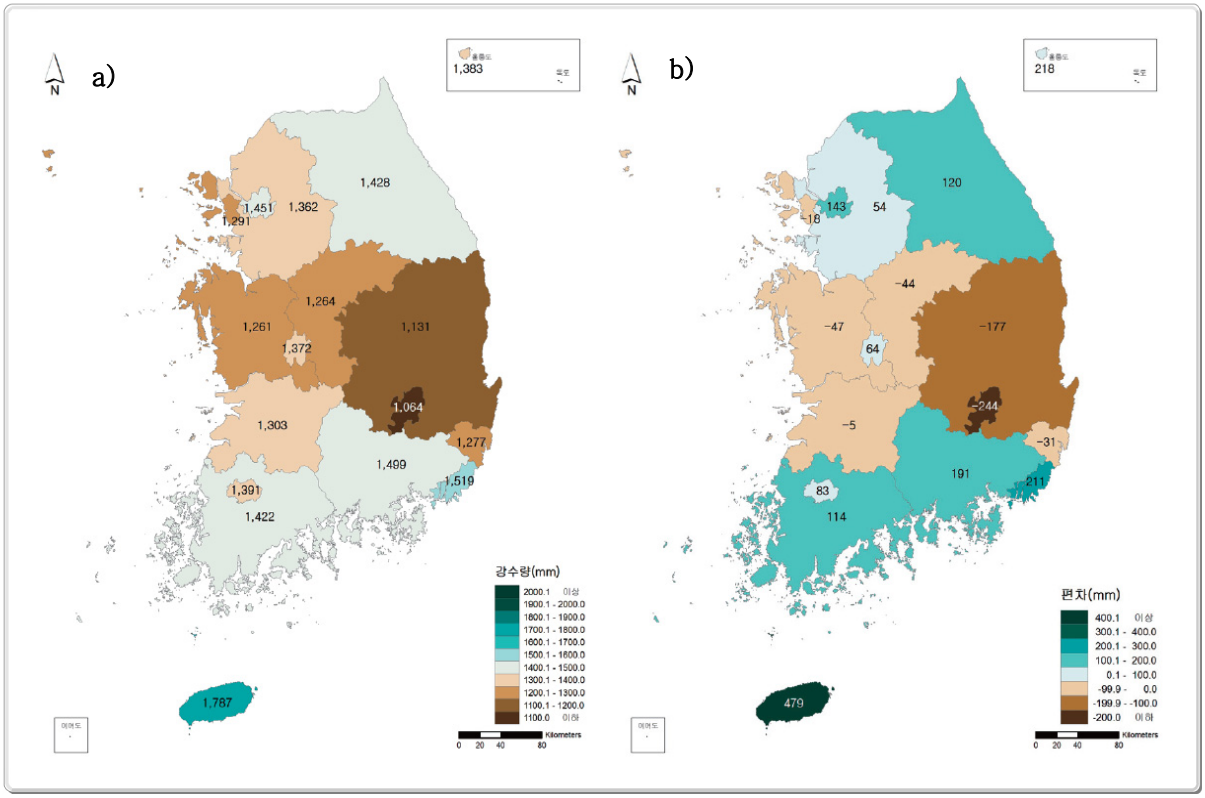
그림 1-21 우리나라의 연강수량 분포(1981~2010년)



우리나라의 광역시·도별 연강수량 분포를 보면(그림 1-22a), 제주특별자치도를 비롯하여 남해안의 부산광역시, 경상남도, 서울특별시, 강원도, 전라남도의 연강수량이 1,400mm 이상으로 많다. 경상북도와 대구광역시는 연강수량이 1,200mm 미만으로 나타난다. 광역시·도별로는 제주특별자치도가 1,787mm로 가장 많고, 부산광역시(1,519mm), 경상남도(1,499mm), 서울특별시(1,451mm) 순으로 나타난다. 반면에 대구광역시가 1,064mm로 가장 적고, 경상북도(1,131mm), 충청남도(1,261mm) 순으로 나타난다. 연강수량이 가장 많은 제주특별자치도와 가장 적은 대구광역시의 차이는 723mm로 서울특별시 연강수량의 약 50%에 달할 정도로 크다.

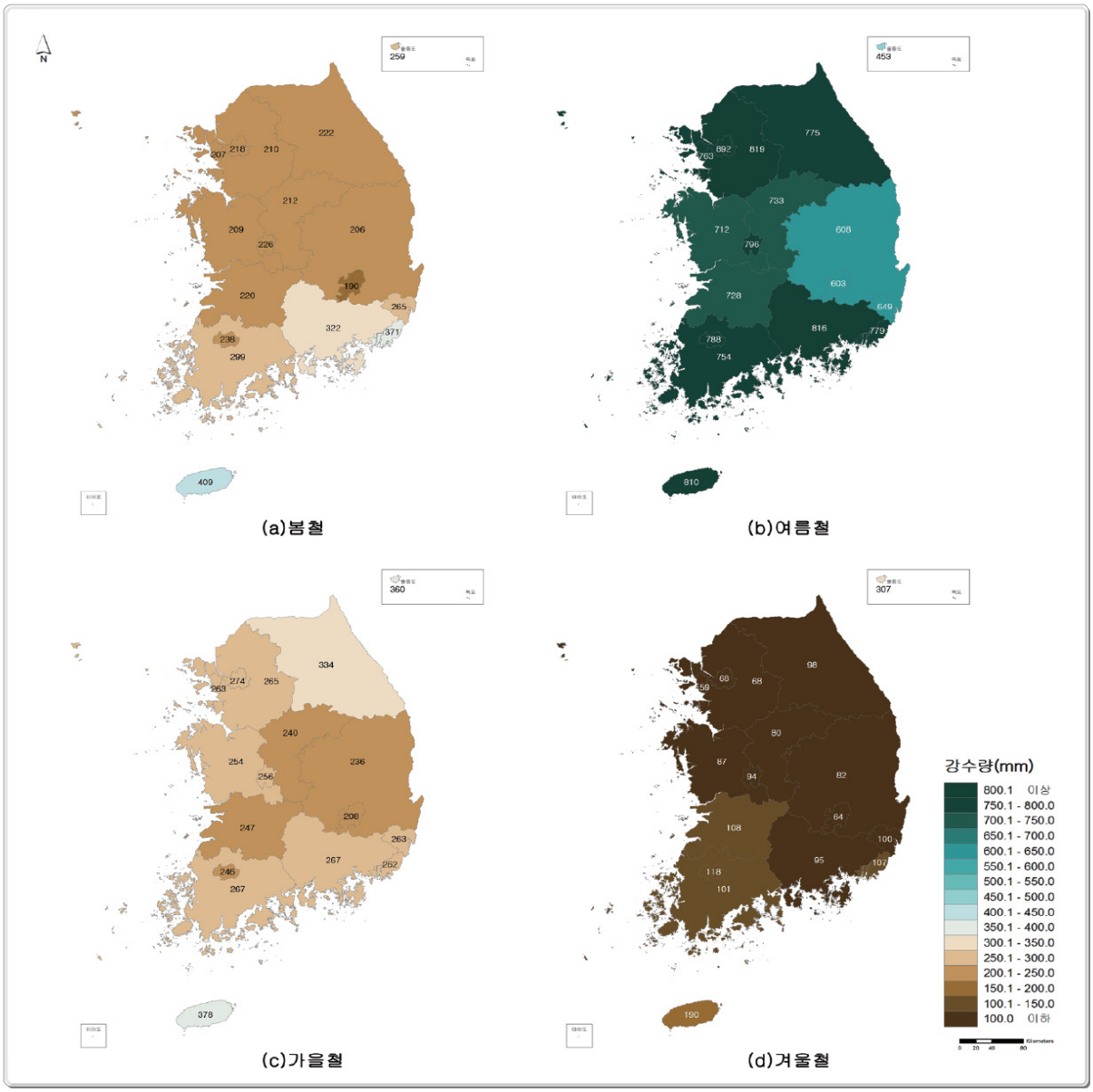
연강수량편차 분포를 보면(그림 1-22b) 제주특별자치도, 부산광역시, 경상남도, 서울특별시, 강원도, 전라남도, 광주광역시, 대전광역시, 경기도에서는 양의 편차가 나타나 우리나라 평균보다 연강수량이 높은 지역에 속하고 반면에 대구광역시, 경상북도, 충청남도, 충청북도, 울산광역시, 인천광역시, 전라북도에서는 음의 편차가 나타나 연강수량이 낮은 지역에 속한다. 제주특별자치도에서 양의 편차가 가장 크고, 대구광역시에서 음의 편차가 가장 크다.

그림 1-22 (a)광역시·도별 연강수량(1981~2010년)과 (b)연강수량편차(1981~2010년)



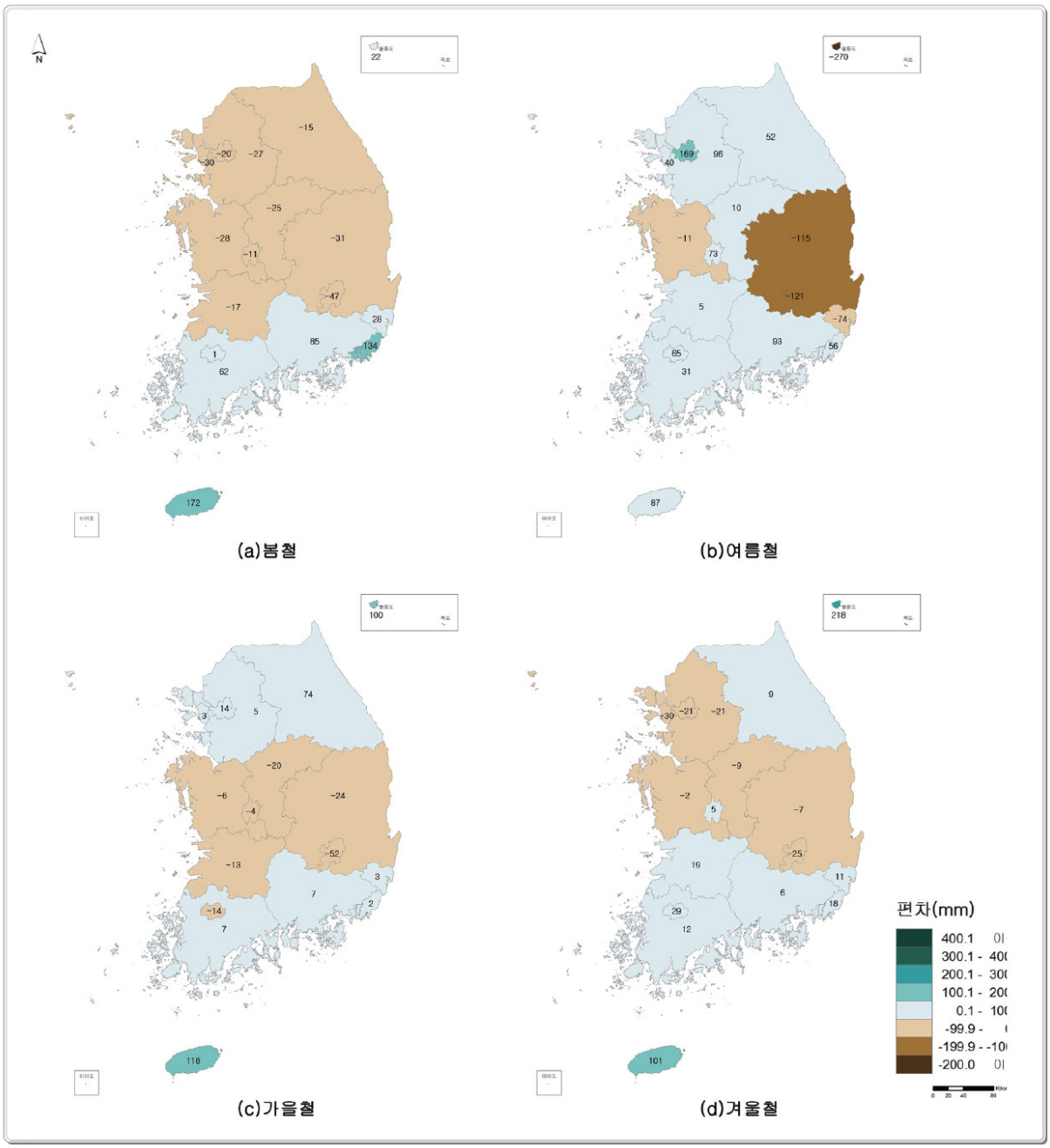
계절별 강수량(그림 1-23)을 보면 여름철에는 전국적으로 강수량이 많고, 겨울철에는 적다. 봄철에는 제주특별자치도가 409mm로 가장 많고, 대구광역시가 190mm로 가장 적다. 여름철에는 서울특별시가 892mm로 가장 많고, 대구광역시가 603mm로 가장 적다 (울릉도 453mm). 연강수량과 여름철 강수량의 비는 서울특별시가 약 62%로 가장 높고, 경기도(60%), 인천광역시(59%) 순으로 나타나 수도권에서 비율이 높다. 가을철에는 제주특별자치도가 378mm로 가장 많고, 대구광역시가 208mm로 가장 적다. 겨울철에는 제주특별자치도가 190mm로 가장 많고(울릉도 307mm), 인천광역시가 59mm로 가장 적다.

그림 1-23 광역시 · 도별 계절별 강수량(1981~2010년)



우리나라 계절별 강수량(봄 : 237mm, 여름 : 723mm, 가을 : 260mm, 겨울 : 89mm)을 이용하여 광역시·도별 강수량편차 분포를 보면(그림 1-24), 봄철과 가을철에는 제주특별자치도가 가장 큰 양의 편차, 대구광역시가 가장 큰 음의 편차가 나타난다. 여름철에는 서울특별시가 가장 큰 양의 편차, 대구광역시가 가장 큰 음의 편차가 나타나고, 겨울철에는 제주특별자치도가 가장 큰 양의 편차, 인천광역시가 가장 큰 음의 편차가 나타난다.

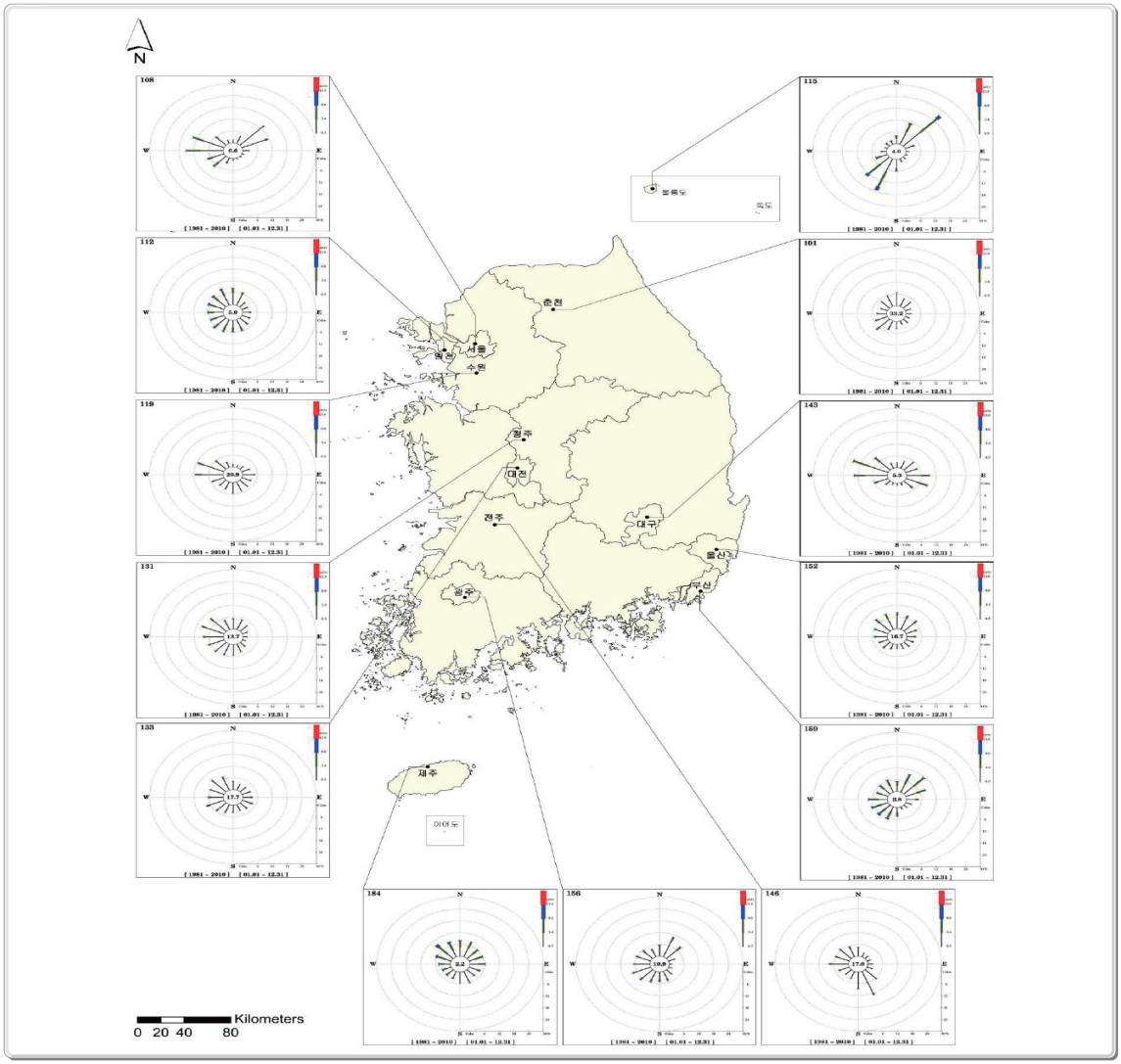
그림 1-24 광역시·도별 계절별 강수량편차(1981~2010년)



3 바람

풍향과 풍속은 국지성이 강하기 때문에, 광역시와 도별 도청소재지를 기준으로 표현했다. 바람장미(그림 1-25)[7]를 보면 바람은 지리적 위치와 지형의 영향을 크게 받기 때문에 지역별로 다양한 방향의 바람도 나타난다. 지점별로 차이는 있지만 주로 시베리아 고기압에서 불어오는 한랭건조한 북풍, 북서풍과 북태평양 고기압에서 불어오는 고온다습한 남풍계의 바람이 탁월하다.

그림 1-25 지점별 바람장미(1981~2010년)

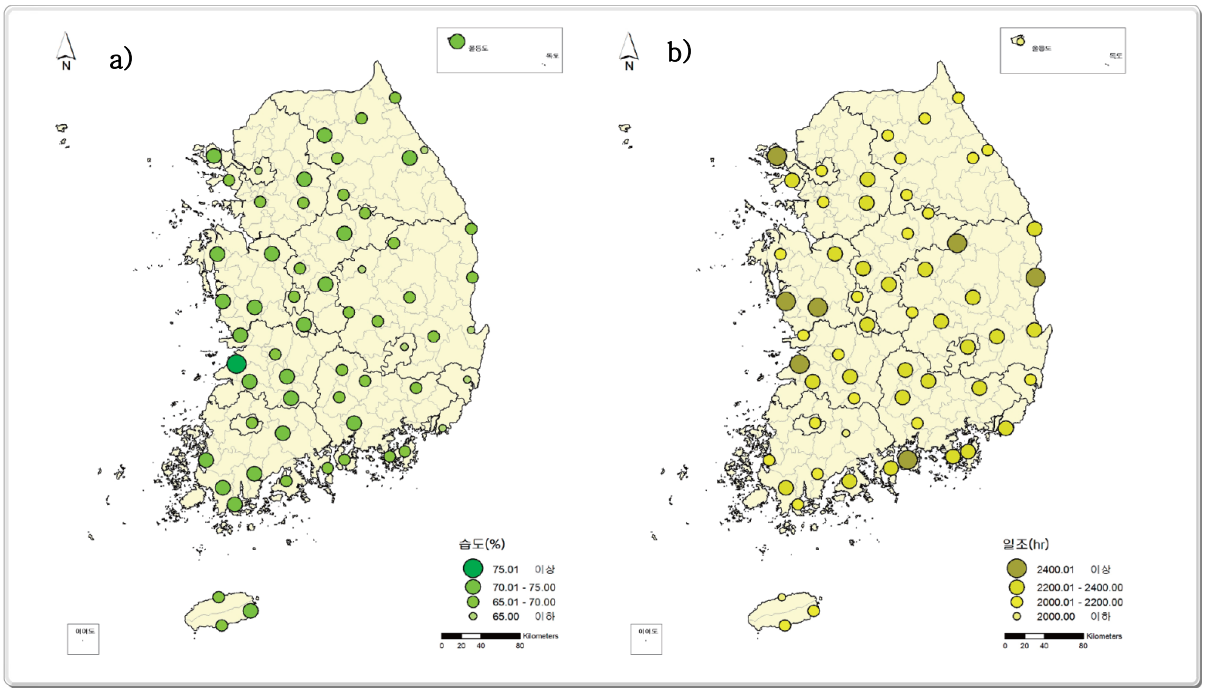


7) 특별시 및 광역시, 도청소재지에 위치한 관측지점 사용(도청소재지에 관측지점 미 존재시 또는 광역시와 중복시 생략)

4 기타 기후요소

지점별 상대습도는 우리나라에 영향을 미치는 기단의 성질에 의해서 결정된다. 우리나라의 연평균상대습도(그림 1-26a)를 보면, 지역적으로 큰 차이가 없으나, 전라남·북도와 충청남도보다 경상북도와 동해안 지역에서 상대적으로 낮게 나타난다. 특히 부안이 가장 높고, 강릉이 가장 낮다. 우리나라의 연평균일조시간(그림 1-26b)을 보면, 영덕이 가장 길고, 도서지역인 제주가 가장 짧다.

그림 1-26 (a)지점별 연평균상대습도(1981~2010년)와 (b)연평균일조시간(1981~2010년)



V 우리나라의 기후변화

우리나라의 기후변화 경향을 파악하기 위하여 기온, 강수를 포함한 기후요소, 현상일수 등을 분석하였다. 우선, 클라이모그래프(climograph)를 통하여 지역별, 기간별로 평균기온과

강수량을 이용하여 기후 특성을 소개하고자 한다.

클라이모그래프는 월별 평균기온와 강수량의 장기간 평균값을 이용하여 해당지역의 기후 특성을 제공한다. 우리나라의 시·도별 1971~2000년, 1981~2010년 클라이모그래프(그림 1-27)[8]를 보면 모든 지점에서 기온은 1월에 가장 낮고, 8월에 가장 높다. 기온이 가장 낮은 1월에는 남해안과 제주도·울릉도 등 섬 지방을 제외한 전국이 영하권에 포함된다. 기온이 가장 높은 8월에는 울릉도를 제외하고 24~27℃의 분포를 보이고 있다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 모든 월의 평균기온이 1971~2000년 평년값보다 1981~2010년 평균값이 높았다(부산과 대전 7월, 춘천 1월 제외).

우리나라의 강수는 여름철에 대부분 집중되고, 겨울철에는 강수량이 매우 적다. 그러나 울릉도는 겨울철 북서계절풍의 영향으로 풍상측 사면에 눈이 많이 내려서 겨울철도 강수량이 많았다. 기간별로 보면 대부분의 지역에서 1981~2010년 평균값이 1971~2000년 평년값보다 여름철의 강수량이 증가하고, 봄철과 가을철의 강수량은 감소하였다.

표 1-7 우리나라의 기온과 강수량 증감현황

요소		1971~2000년(A)	1981~2010년(B)	증감형황(B-A)
기온(℃)	평균	12.3	12.5	▲0.2
	최고	17.9	18.1	▲0.2
	최저	7.4	7.7	▲0.3
강수량(mm)		1,264	1,308	▲44 (3.4%)

광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 증감현황(그림 1-28)을 보면, 평균기온은 모든 광역시·도에서 0.1~0.4℃ 범위로 상승하였다. 대구광역시, 대전광역시, 경기도가 0.4℃로 가장 크게 상승했고, 전라남도가 0.1℃로 가장 작게 상승했다. 최고기온도 평균기온과 마찬가지로 모든 광역시·도에서 상승하였지만, 0.1~0.3℃ 범위로 상승하여 평균기온보다는 보다 적게 상승했다. 대구광역시, 인천광역시, 광주광역시, 울산광역시, 경기도, 충청남도, 전라북도, 경상남도가 0.3℃로 크게 상승했고, 서울특별시가 0.1℃로 가장 작게 상승했다. 최저기온은 대부분의 광역시·도에서 상승하였고, 0.0~0.5℃ 범위로 지역에 따라 크게 상승했다. 대구광역시, 울산광역시, 경기도, 제주특별자치도가 0.5℃로 가장 크게 상승했고, 강원도만 상승하지 않았다. 강수량은 모든 광역시·도에서 2~107mm 범위로 증가하였다(울릉도 147mm 증가). 서울특별시가 107mm로 가장 많이 증가했고, 울산광역시가 2mm로 가장 적게 증가했다.

8) 특별시 및 광역시, 도청소재지에 위치한 관측지점 사용(도청소재지에 관측지점 미 존재시 또는 광역시와 중복시 생략)

그림 1-27 지점별 클라이모그래프(1971~2000년, 1981~2010년)

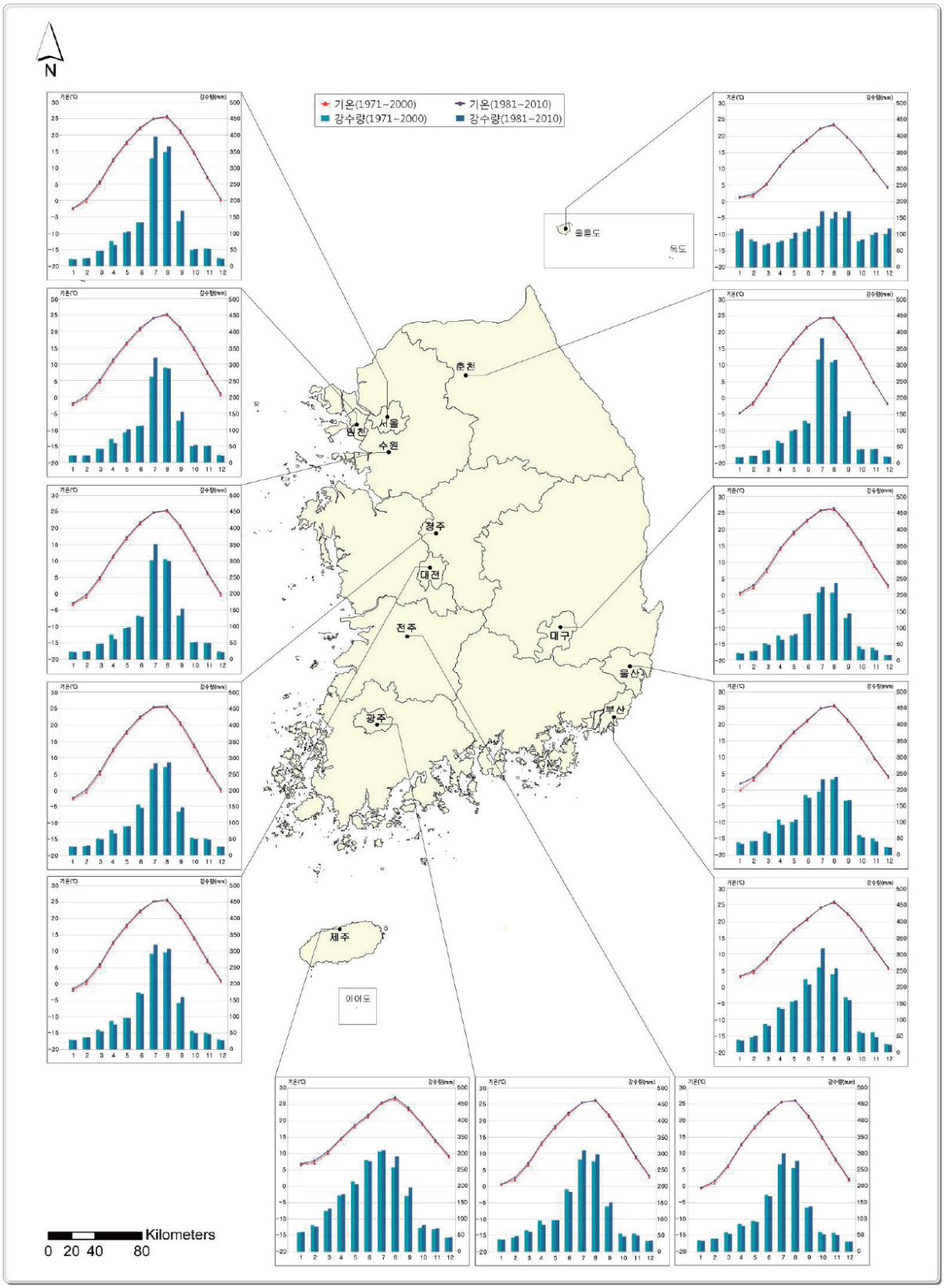
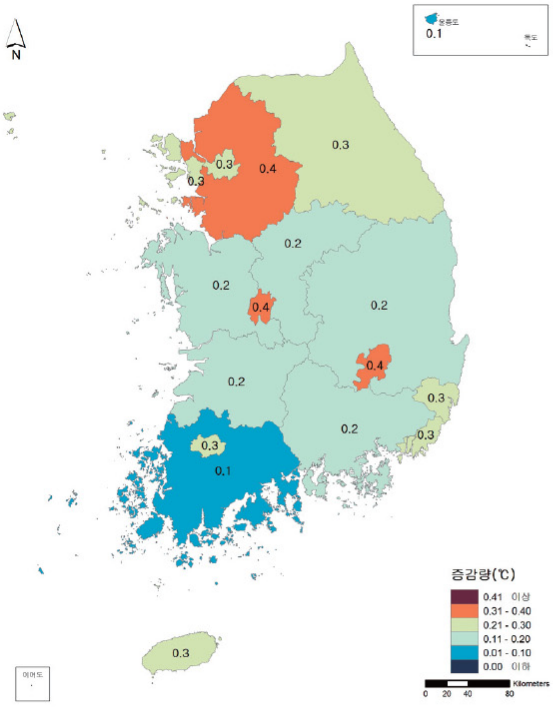
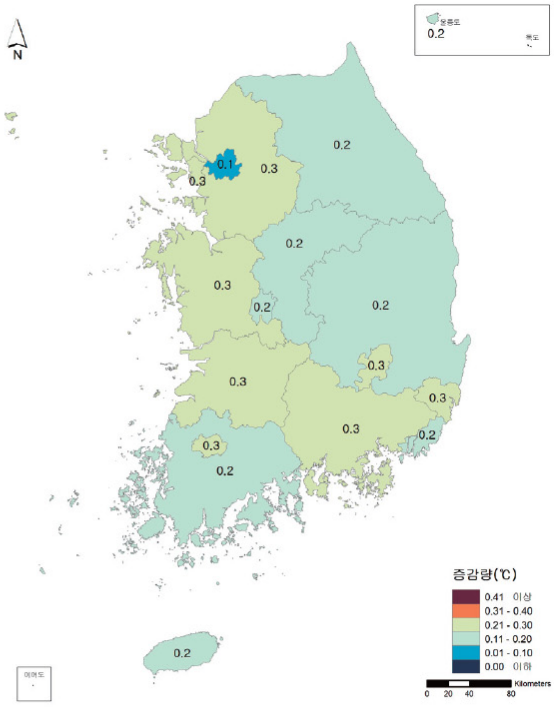


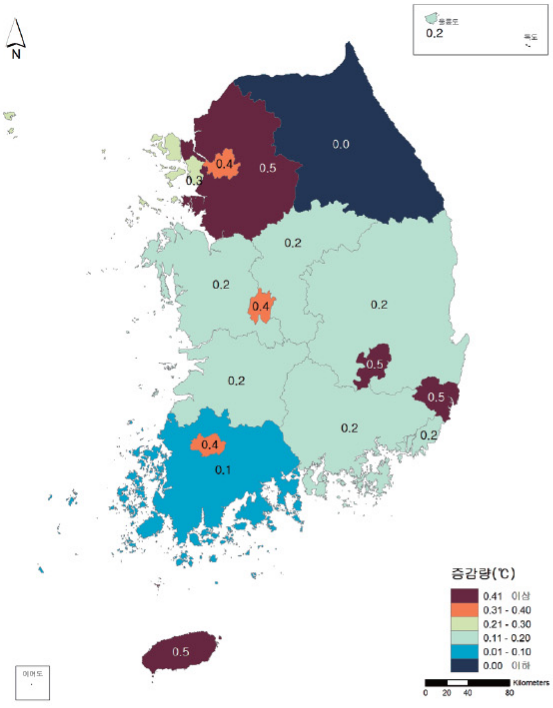
그림 1-28 광역시·도별 1971~2000년 대비 1981~2010년 기온 및 강수량 증감 현황



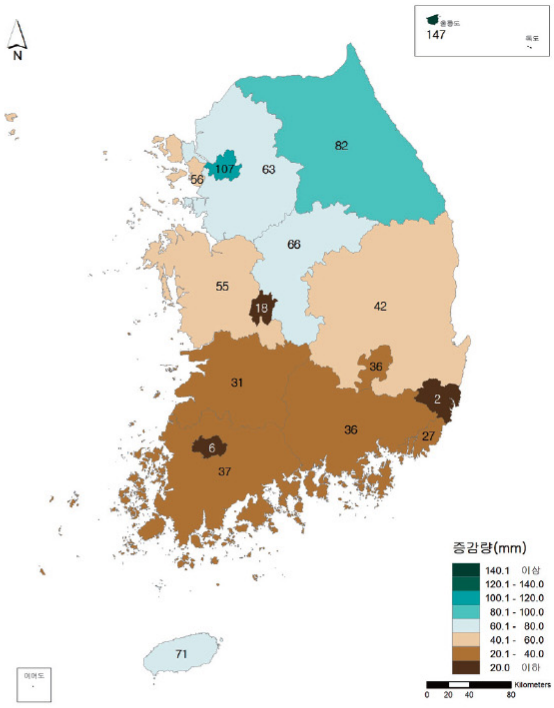
(a) 평균기온



(b) 최고기온



(c) 최저기온

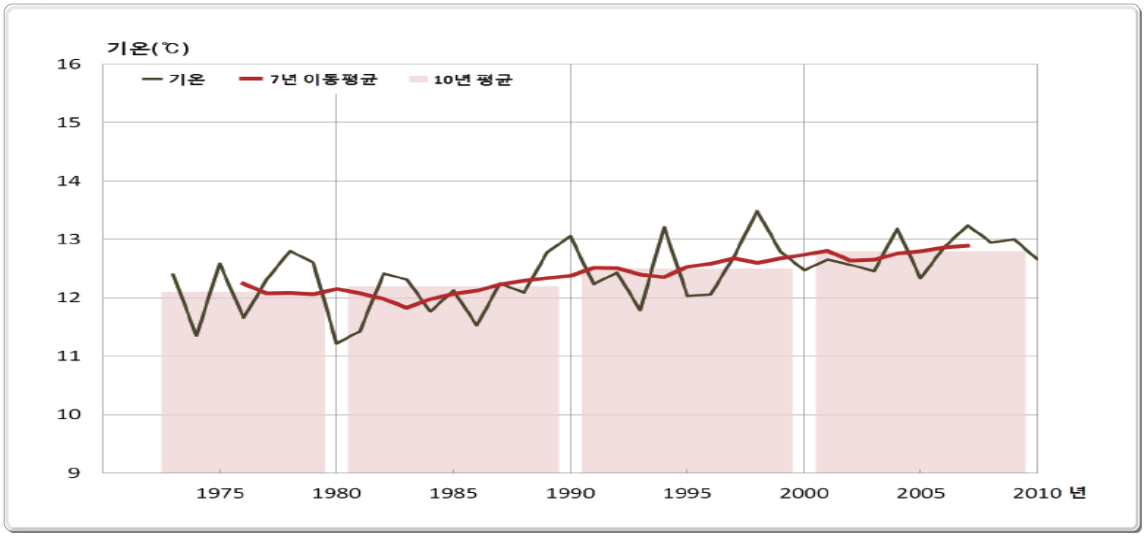


(d) 강수량

1 기온

기온은 전 세계적으로 가장 일관성 있는 변화경향을 보여주는 기후요소이다. 우리나라의 연평균기온(그림 1-29)은 1998년에 13.5℃로 가장 높았고, 1980년에 11.2℃로 가장 낮았다. 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 12.8℃로 가장 높았고, 변화율은 0.27℃/10년으로 상승하는 경향이 뚜렷하게 나타났다(표 1-8).

그림 1-29 우리나라의 연평균기온 변화(1973~2010년)



연평균최고기온(그림 1-30a)은 1994년에 19.1℃로 가장 높았고, 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 18.3℃로 가장 높았다. 그리고 연평균최고기온 변화율이 연평균기온 변화율(0.27℃/10년)과 같고, 상승하는 경향 역시 뚜렷하게 나타났다(표 1-8).

표 1-8 우리나라의 연 · 계절별 평균기온 변화율(1973~2010년, 단위 : ℃/10년)

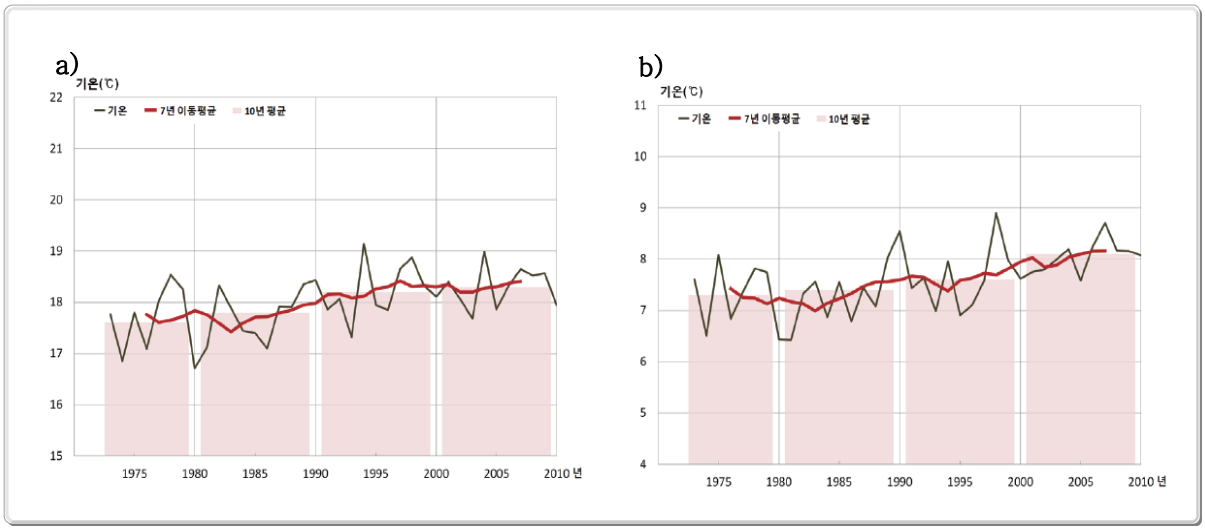
항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
평균기온	0.27**	0.24**	0.10	0.31**	0.53*
최고기온	0.27**	0.26**	0.08	0.29*	0.51*
최저기온	0.30**	0.25*	0.18	0.38**	0.52*

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

연평균최저기온(그림 1-30b)은 1998년에 8.9℃로 가장 높았고, 1981, 1980년에 6.4℃로 낮았다. 그리고 10년 평균값은 지속적으로 상승하여 2001~2010년에 8.1℃로 가장 높았다. 또한 연평균기온 및 연평균최고기온과 대비하여 연평균최저기온의 변화율이 0.30℃/10년으로 가장 큰 폭으로 상승하는 경향을 보였다(표 1-8). 즉, 우리나라의 평균기온 상승에 최저기온의 변화가 미치는 영향이 크다고 할 수 있다.

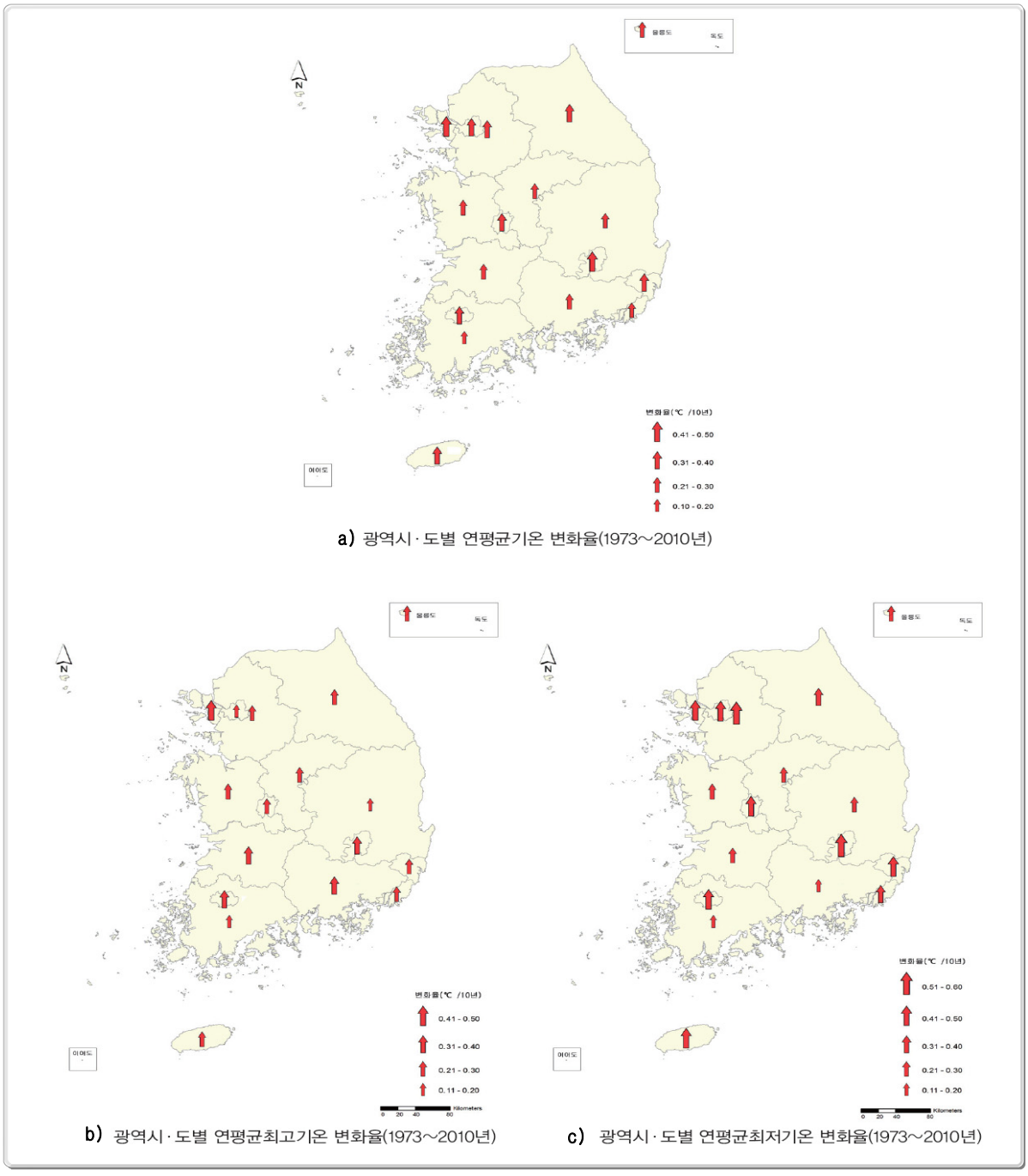
계절별 기온 변화율은 여름철을 제외하고 모두 통계적으로 유의한 상승경향이 나타났으며, 겨울철의 변화율은 10년에 0.5℃ 이상씩 상승하는 경향으로 사계절 중 가장 많이 상승했다.

그림 1-30 (a)우리나라의 연평균최고기온 변화(1973~2010년)와 (b)연평균최저기온 변화(1973~2010년)



광역시・도별 연평균기온, 연평균최고기온, 연평균최저기온 변화율(그림 1-31 a, b, c)을 보면, 대부분의 지역에서 통계적으로 유의한 상승경향이 나타났다.

그림 1-31 (a)광역시 · 도별 연평균기온 변화율(1973~2010년), (b)연평균최고기온 변화율(1973~2010년), (c)연평균최저기온 변화율(1973~2010년)



a) 광역시·도별 연평균기온 변화율(1973~2010년)

b) 광역시·도별 연평균최고기온 변화율(1973~2010년)

c) 광역시·도별 연평균최저기온 변화율(1973~2010년)

연평균기온 변화율(그림 1-31a)은 모든 광역시·도에서 상승경향으로 나타났으며, 대구광역시가 상승경향이 가장 크고 전라남도가 가장 작았다. 경기도를 비롯하여 중서부지역에서 상승경향이 비교적 크고 남해안지역에서 상승경향이 비교적 작았다.

연평균최고기온 변화율(그림 1-31b)은 연평균기온과 마찬가지로 모든 광역시·도에서

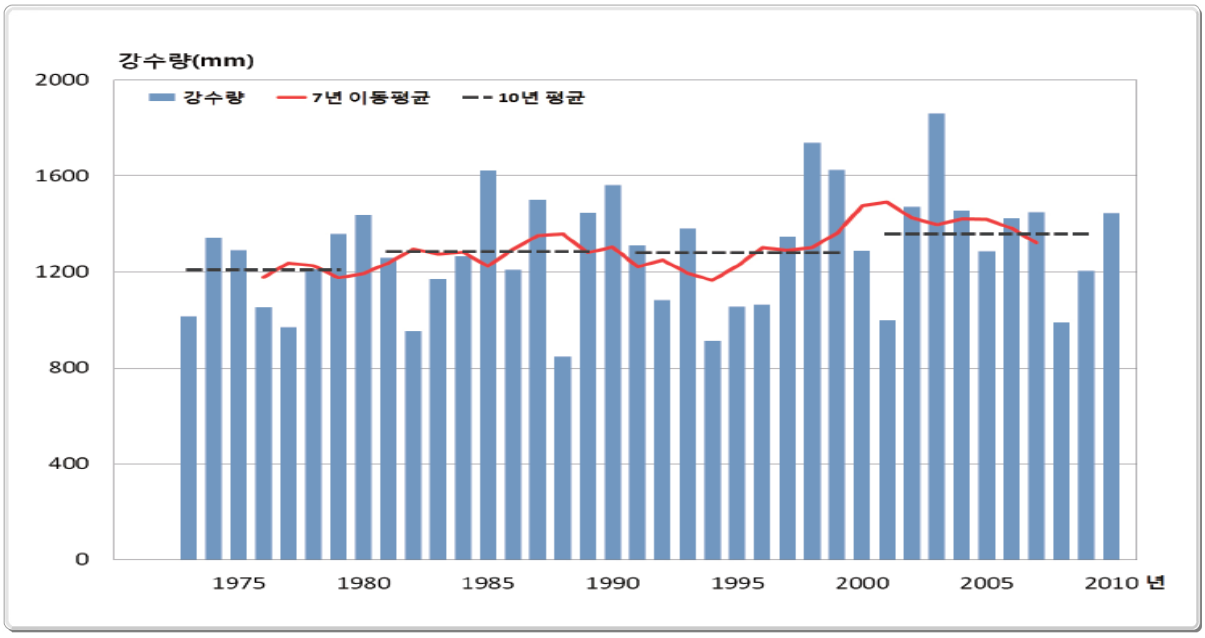
상승경향이 나타났으며, 경상남도가 상승경향이 가장 크고 전라남도가 가장 작았다. 경상도를 포함한 남해안지역과 중서부지역에서도 상승경향이 비교적 크게 나타났다.

연평균최저기온 변화율(그림 1-31c)도 모든 광역시·도에서 상승경향이 나타났으며, 연평균기온 변화율처럼 대구광역시가 상승경향이 가장 크고 전라남도가 가장 작았다. 연평균기온 변화율과 비슷하게 경기도를 비롯한 중서부지역에서 상승경향이 비교적 크고 남해안지역에서 상승경향이 작았다.

2 강수

우리나라의 연강수량(그림 1-32)은 2003년에 1,861mm로 가장 많았고, 1988년에 849mm로 가장 적어서 분석기간(1973~2010년) 동안 그 변동성이 매우 크다. 10년 평균값은 2001~2010년에 1,359mm로 가장 많은 것으로 나타났다.

그림 1-32 우리나라의 연강수량 변화(1973~2010년)



변화경향은 증가와 감소를 반복하고 있으며, 변화율(표 1-9)은 여름철(55.20mm/10년)을 제외하고 통계적으로 유의한 변화경향이 나타나지 않았다.

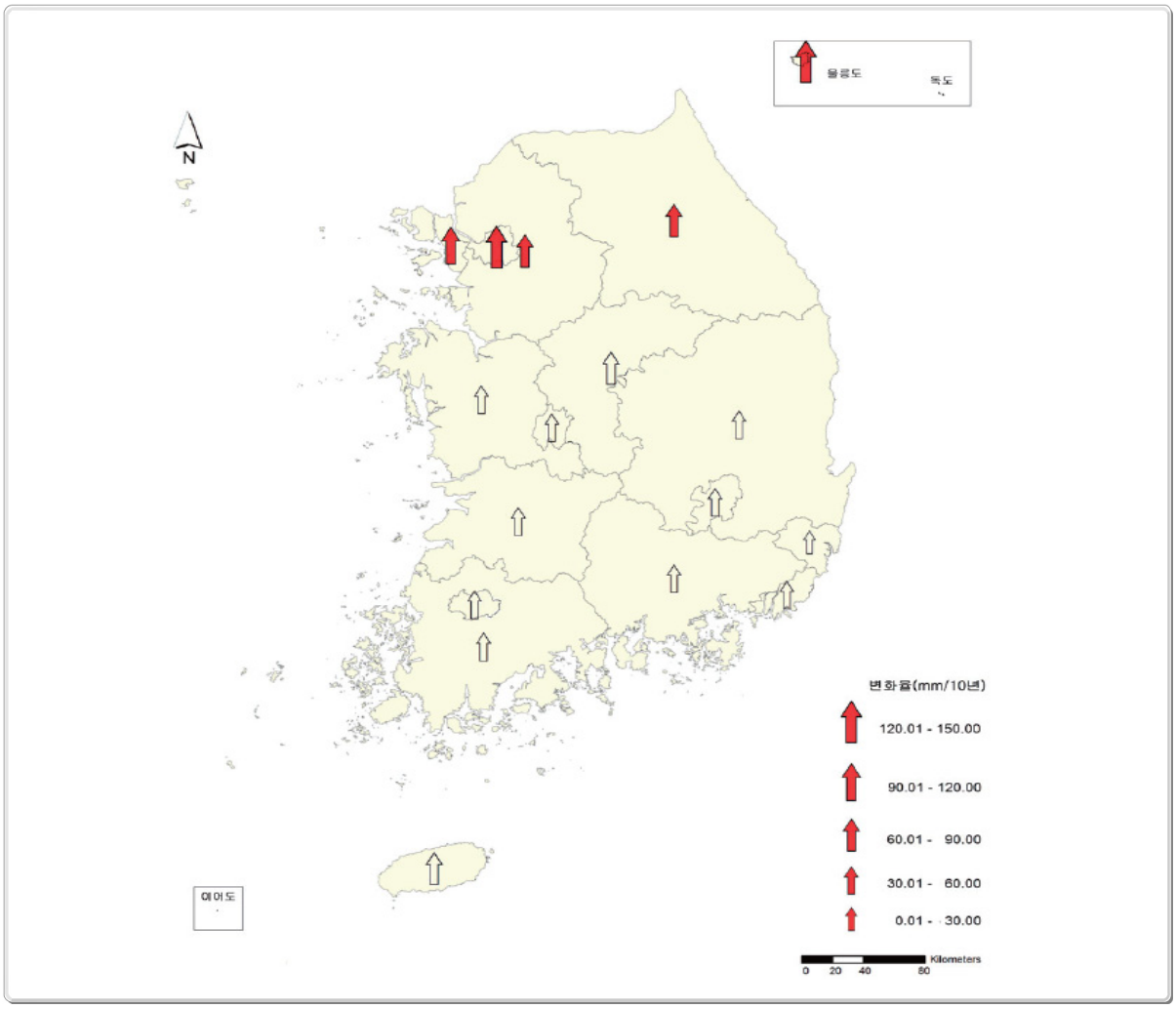
표 1-9 우리나라의 연 계절별 강수량 변화율(1973~2010년, 단위 : mm/10년)

항목 \ 기간	연	봄	여름	가을	겨울
강수량	55.45	-5.75	55.20*	6.89	0.15

*유의수준 α=0.05, **유의수준 α=0.01

광역시·도별 연강수량 변화율의 공간분포(그림 1-33)를 보면, 대부분의 지역에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다. 하지만 서울특별시, 경기도, 강원도, 울릉도에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타났으며, 특히 서울특별시와 울릉도의 연강수량은 10년간 100mm 이상씩 증가하였다.

그림 1-33 광역시·도별 연강수량 변화율(1973~2010년)



3 현상일수

1) 일강수량 0.1mm · 80mm 이상 연간일수

61개 지점별 일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율(그림 1-34a)을 보면 완도, 충주, 영주 등 3개 지점을 제외한 모든 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다(그림 1-35).

그림 1-34 (a)지점별 일상수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율(1973~2010년)과 (b)일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율(1973~2010년)

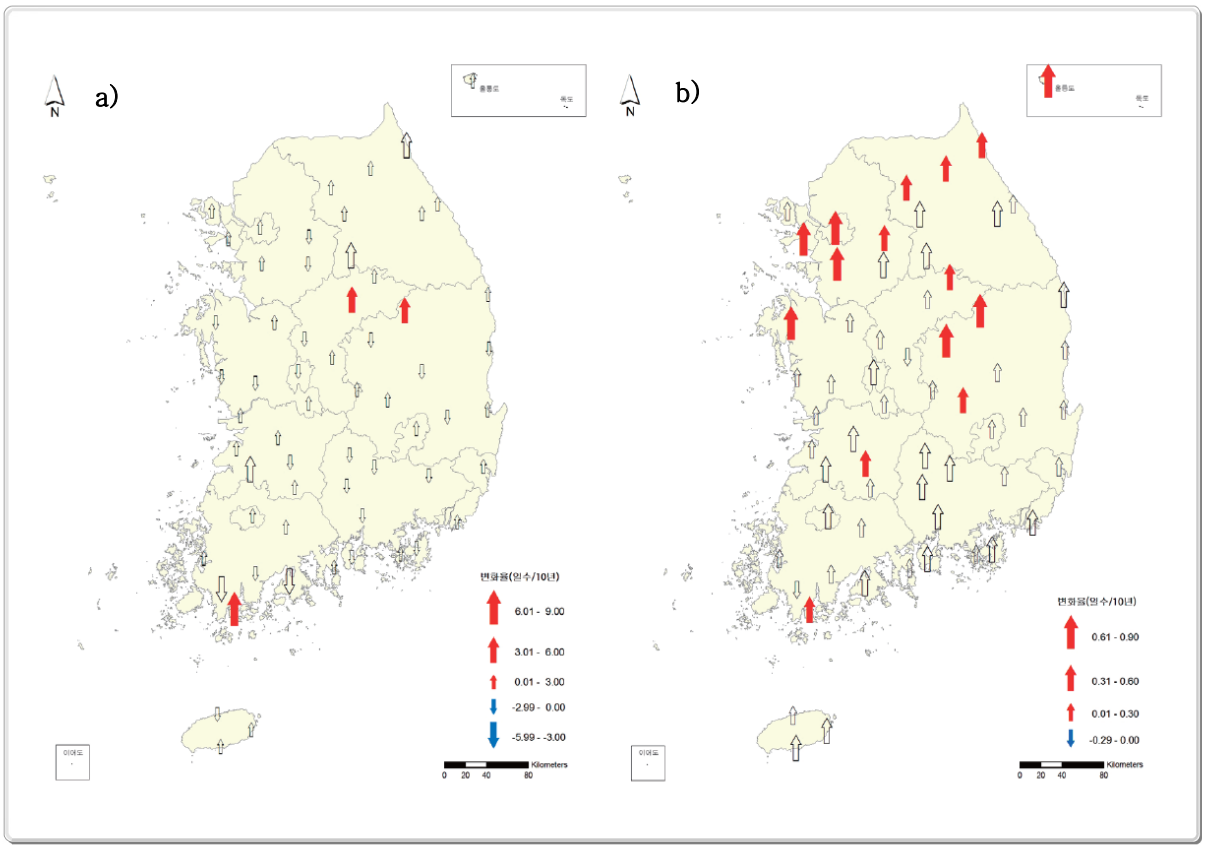
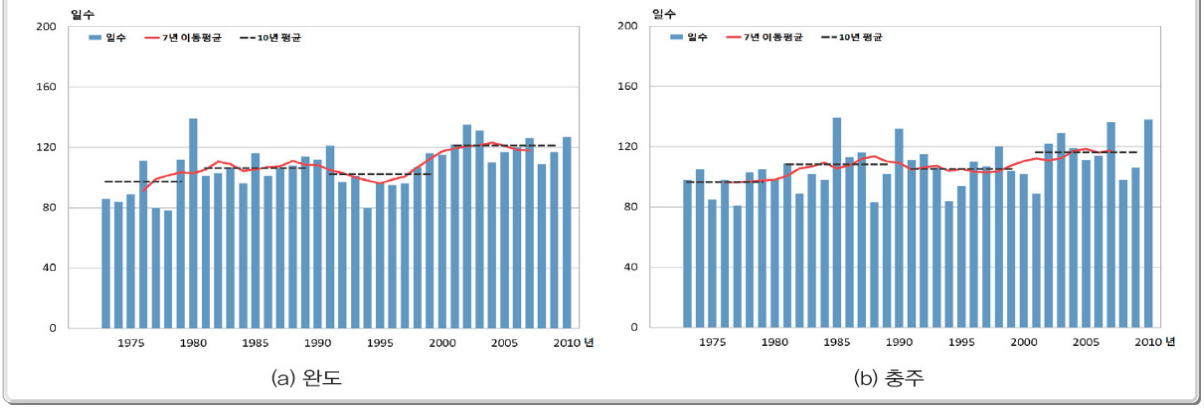


그림 1-35 일강수량 0.1mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)

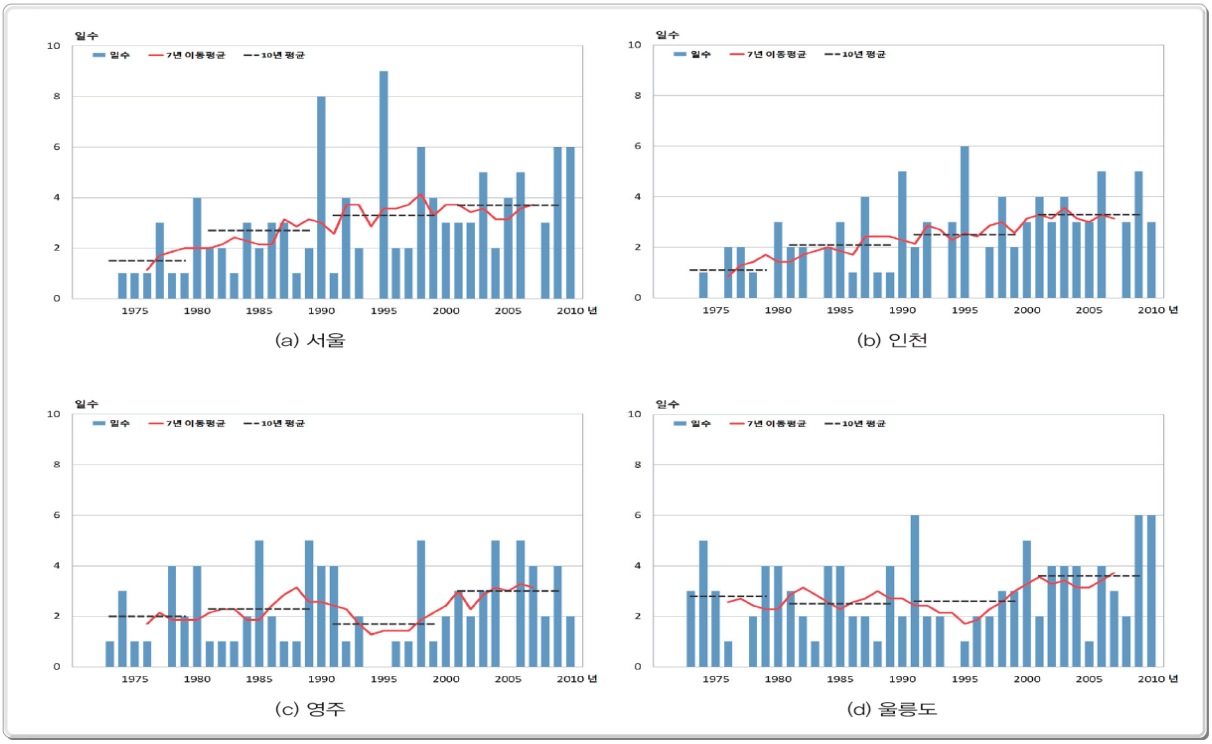


(a) 완도 (b) 충주

일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율(그림 1-36b)을 보면, 서울, 인천, 수원, 서산 등 중서부지역에서 증가경향이 비교적 크고 임실, 완도, 영주, 울릉도 등에서도 증가경향이 컸다. 나머지 지역도 증가경향이 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다(그림 1-36).

일강수량 0.1mm 이상 연간일수 변화율보다 일강수량 80mm 이상 연간일수 변화율이 보다 많은 지점에서 통계적으로 유의한 증가경향을 보이고 있다.

그림 1-36 일강수량 80mm이상 연간일수 변화(1973~2010년)



(a) 서울 (b) 인천

(c) 영주 (d) 울릉도

2) 연간눈일수

지구온난화로 기온이 상승하면 일반적으로 눈일수[9]는 감소할 것으로 예측된다. 29개 지점별 연간눈일수 변화율(그림 1-37)을 보면, 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않았다. 충주에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타났고 울릉도, 제주, 서울, 대구, 진주 등 5개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타난다(그림 1-38).

그림 1-37 지점별 연간눈일수 변화율(1973~2010년)

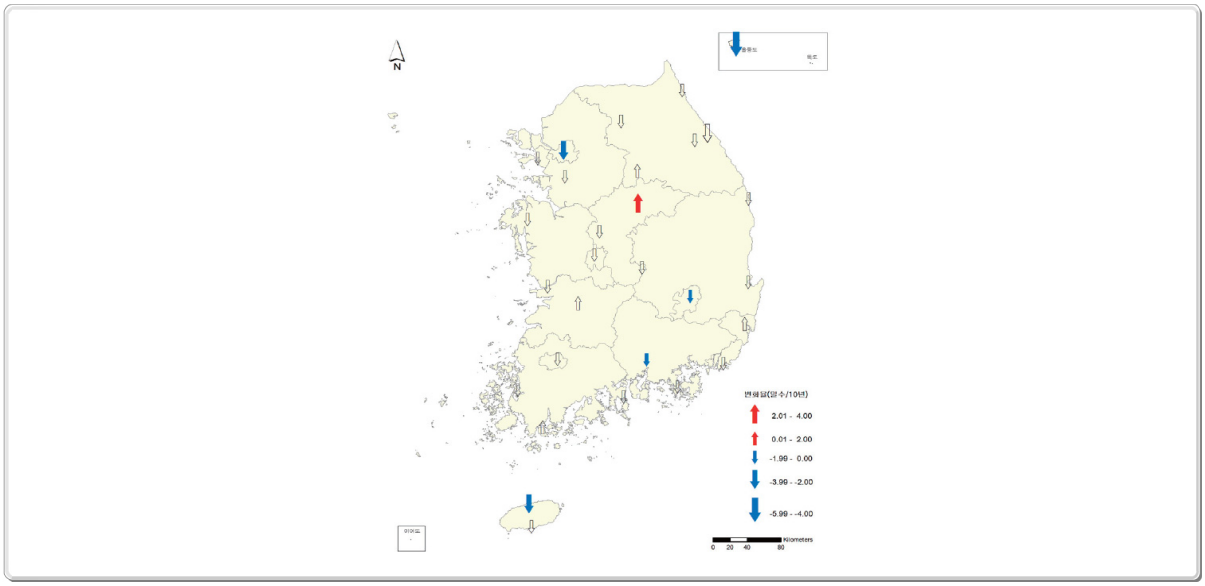
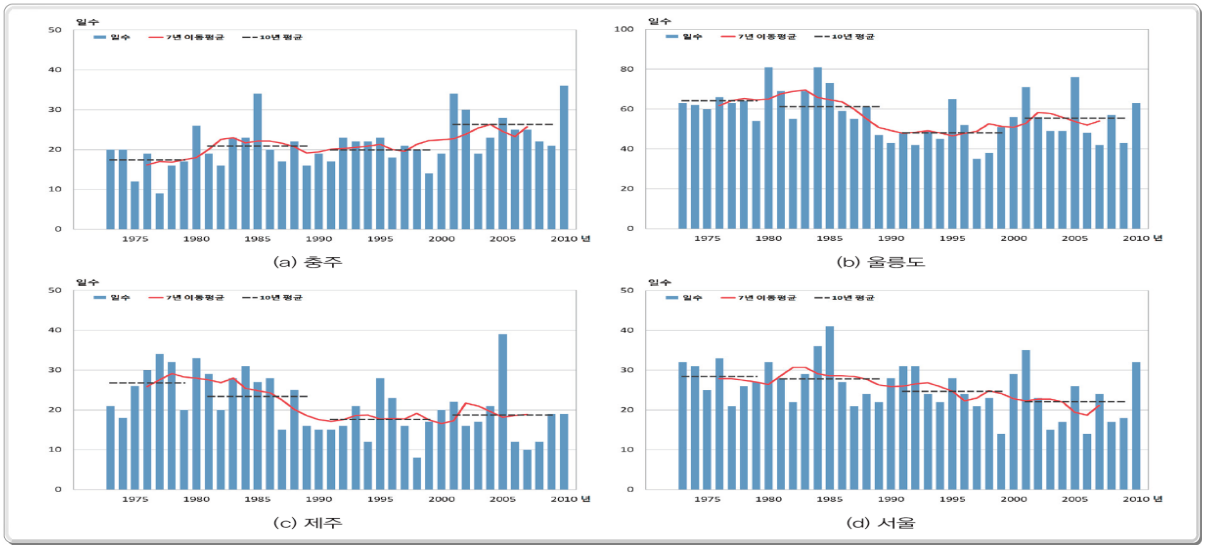


그림 1-38 연간눈일수 변화(1973~2010년)



9) 눈일수 : 눈, 진눈깨비, 소낙눈, 소낙성진눈깨비, 싸락눈, 가루눈, 눈보라가 포함된 현상일수

3) 일최저기온 25℃ 이상 연간일수

기후변화로 인해 나타나는 현상 중에 가장 탁월한 현상은 야간기온의 상승이다. 일최저기온 25℃ 이상 일수는 주로 7~9월에 발생한다. 하지만 제주, 강릉, 포항, 대구 등 10개 지점에서는 6월에도 발생한 기록이 있다. 61개 지점별 일최저기온 25℃ 이상 연간일수 변화율(그림 1-39)을 보면, 서귀포, 제주, 포항, 대구, 광주, 보령 등 12개 지점에서 증가경향이 나타난 것을 제외하면 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 경향이 나타나지 않는다(그림 1-40).

그림 1-39 지점별 일최저기온 25℃이상 연간일수 변화율(1973~2010년)

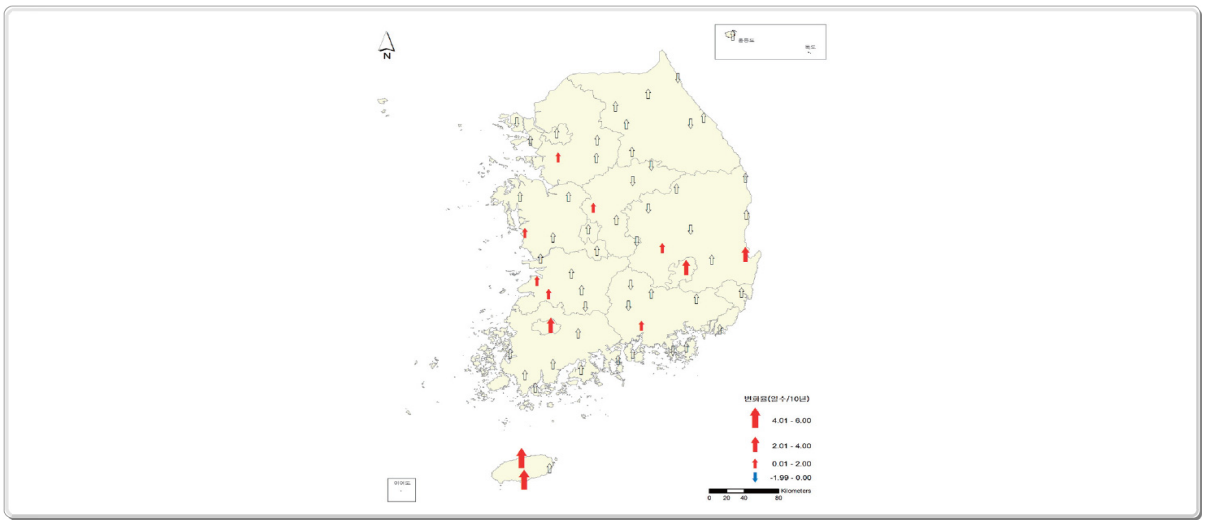
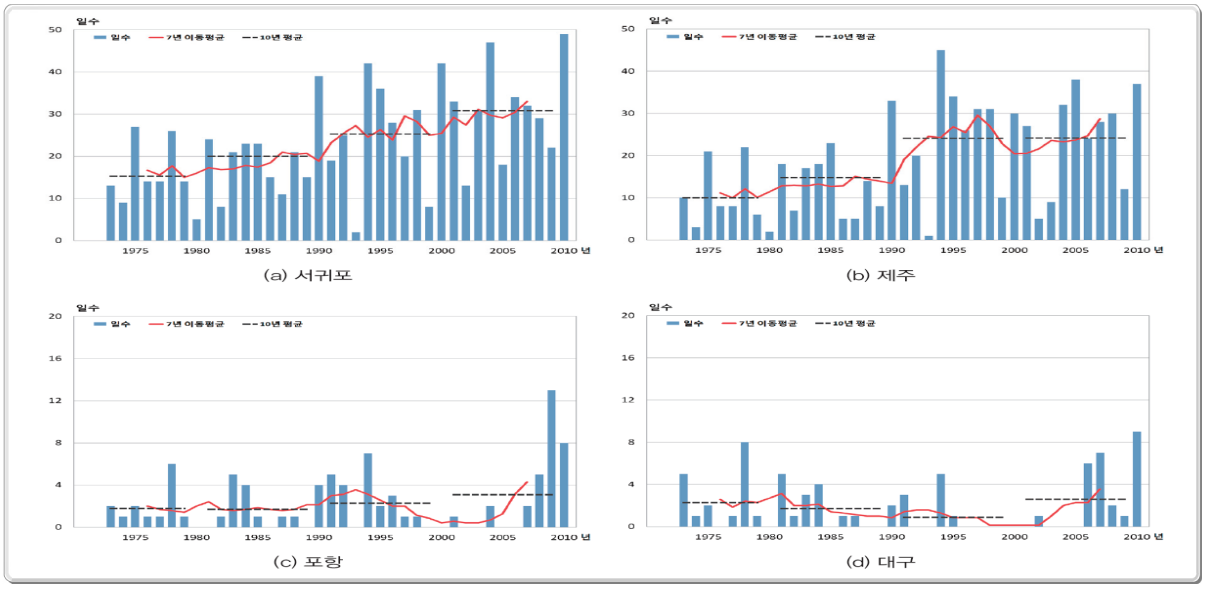


그림 1-40 일최저기온 25℃이상 연간일수 변화(1973~2010년)



4) 연간황사일수

황사는 보건 분야뿐만 아니라 생태, 정밀산업 등에 상당한 영향을 미치는 주요한 현상이다. 29개 지점별 연간황사일수 변화율(그림 1-41)을 보면 강릉, 제주, 서귀포, 여수 등 4개 지점을 제외한 대부분의 지점에서 통계적으로 유의한 증가경향이 나타났다. 인천, 수원, 충주, 서울 등 중서부지역에서 증가경향이 비교적 크게 나타난다(그림 1-42).

그림 1-41 지점별 연간황사일수 변화율(1973~2010년)

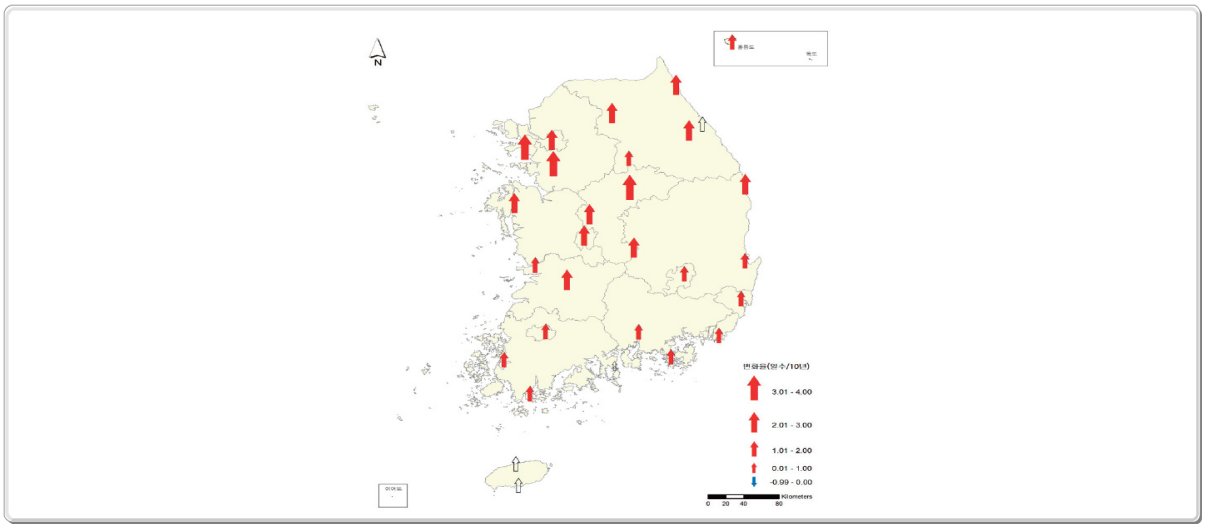
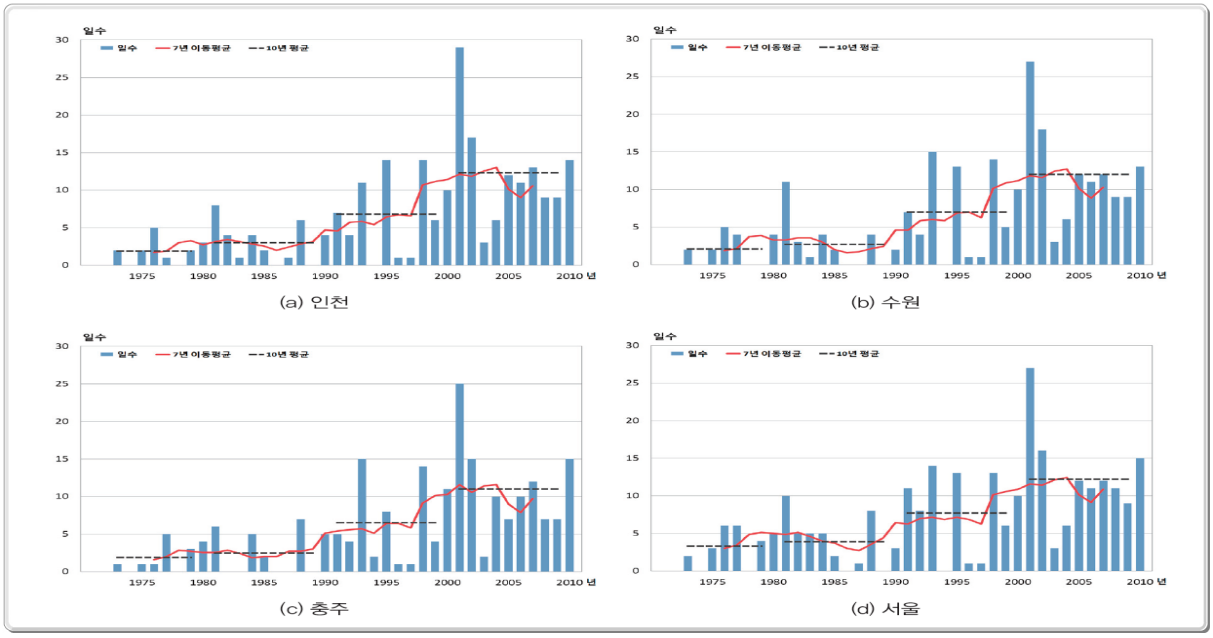


그림 1-42 연간황사일수 변화(1973~2010년)



5) 연간서리일수

지구온난화로 나타나는 기온상승으로 뚜렷하게 관측되는 현상 중에 하나가 서리일수의 감소이다. 29개 지점별 연간서리일수 변화율(그림 1-43)을 보면, 17개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타났다. 수원, 청주 등에서 감소경향이 비교적 크게 나타났다(그림 1-44). 속초는 증가하는 경향을 보이지만 통계적으로 유의하지 않는다.

그림 1-43 지점별 연간서리일수 변화율(1973~2010년)

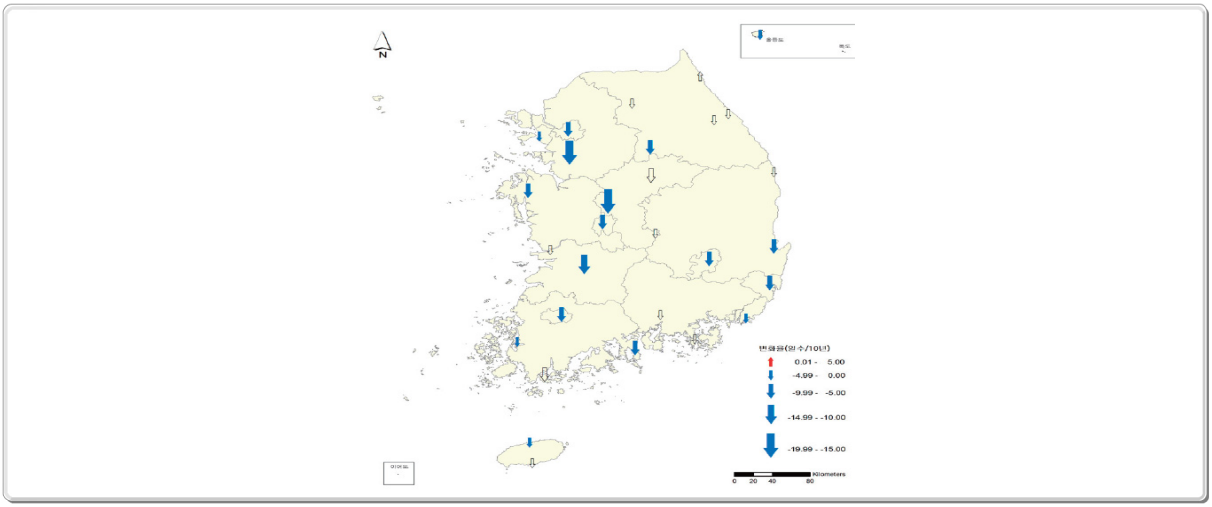
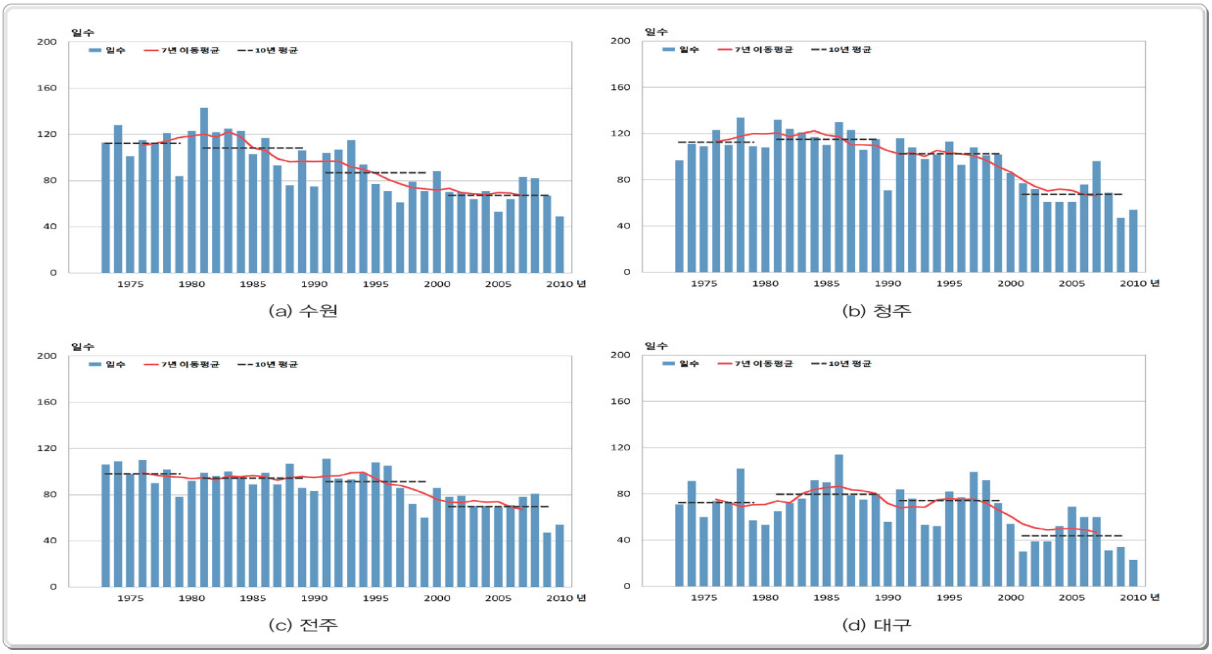


그림 1-44 연간서리일수 변화(1973~2010년)



6) 연간얼음일수

서리일수와 함께 얼음일수도 기온상승으로 인해 감소하는 경향이 보고되고 있다. 29개 지점별 연간얼음일수 변화율(그림 1-45)을 보면, 17개 지점에서 통계적으로 유의한 감소경향이 나타났다. 특히 강릉, 수원, 청주, 여수 등에서 감소경향이 비교적 크게 나타났다(그림 1-46). 추풍령, 진주, 군산 등에서 증가하는 경향을 보이지만 통계적으로 유의하지 않는다.

그림 1-45 지점별 연간얼음일수 변화율(1973~2010년)

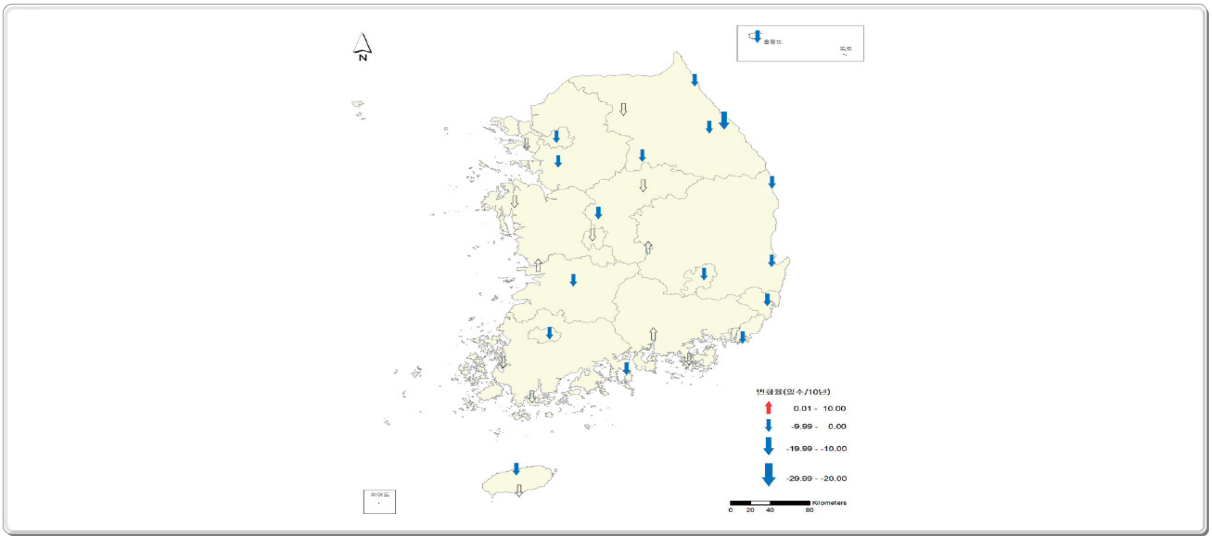
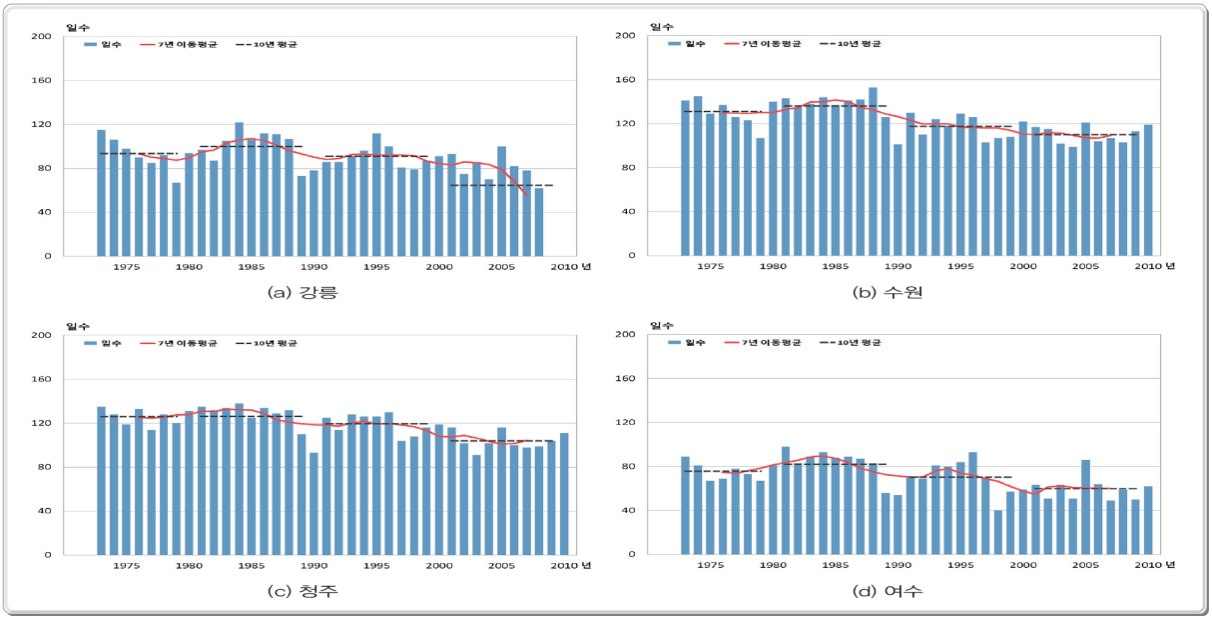


그림 1-46 연간얼음일수 변화(1973~2010년)



Ⅵ 우리나라 미래 기후변화 전망

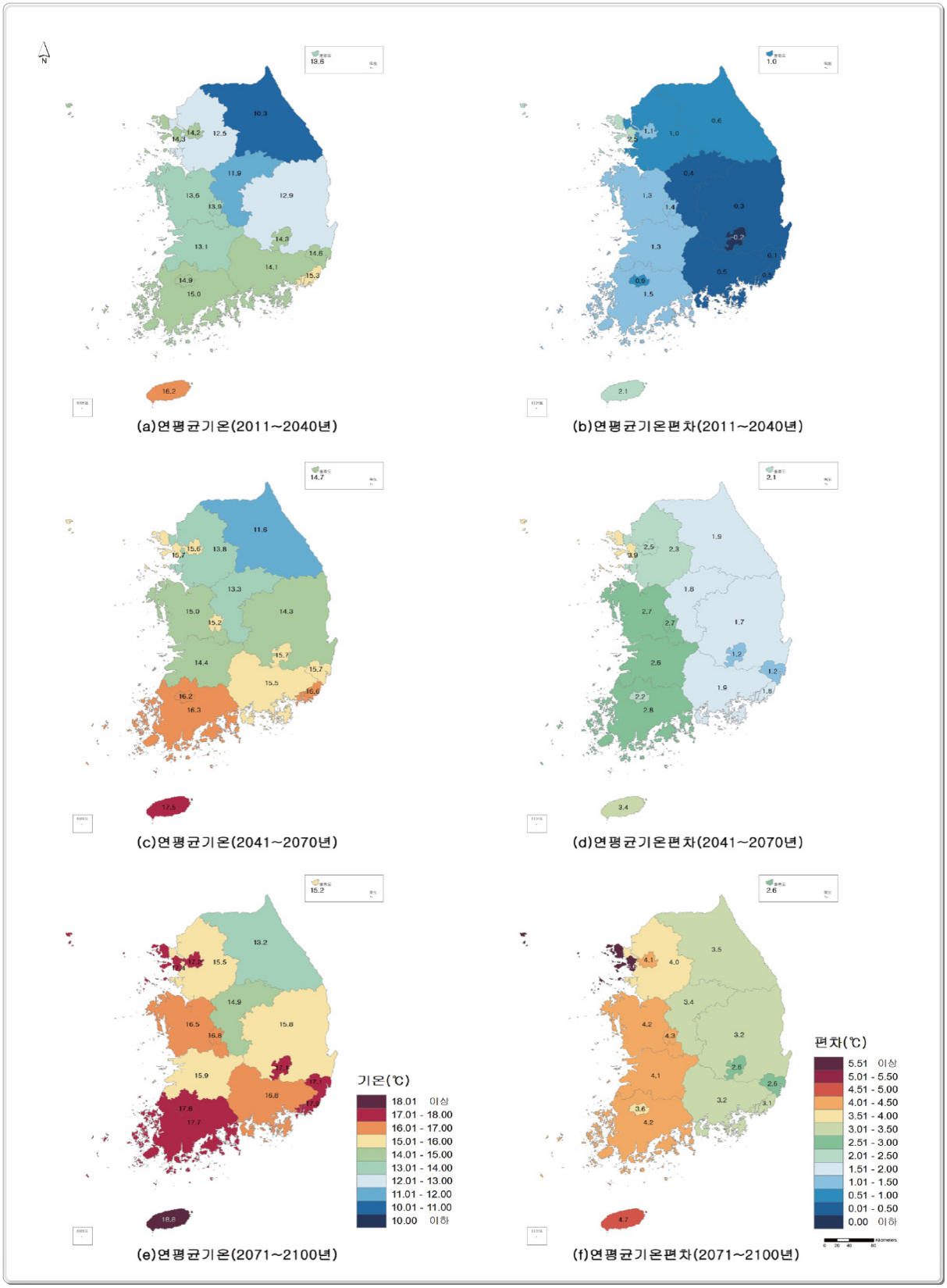
지역별 기후변화의 미래를 전망하기 위해서 IPCC SRES A1B 시나리오를 기반으로 생산된 상세 기후변화 시나리오 자료(10km)를 이용하여 우리나라의 행정구역별 기온과 강수량의 미래 전망을 분석하였다. 분석요소는 연평균기온과 연강수량이며, 현재(2001~2010년)와 비교한 편차장의 변화를 2011~2040년, 2041~2070년, 2071~2100년으로 30년씩 평균하여 공간분포도로 나타내었다. 또한 우리나라의 미래 전망을 10년씩 평균하여 시계열 변화 경향을 파악하였다. 기후변화 시나리오는 많은 불확실성을 포함하고 있으므로 본 장에 기술된 수치를 활용할 경우 주의하여야 한다.

1 미래 기온과 강수량 전망

광역시·도별 미래 30년별 연평균기온 및 현재(2001~2010년)와의 편차 전망은 <그림 1-47>과 같다. 2011~2040년 우리나라의 연평균기온은 10.3~16.2℃ 범위로 전망되며, 제주특별자치도가 16.2℃로 가장 높고 강원도가 10.3℃로 가장 낮다. 2041~2070년은 11.6~17.5℃ 범위로 전망되고, 제주특별자치도(17.5℃), 부산광역시(16.6℃)와 전라남도(16.3℃), 광주광역시(16.2℃) 등 남부지방을 중심으로 16.0℃를 넘을 것으로 전망된다. 2071~2100년은 13.2~18.8℃ 범위로 전망되고, 전라북도(15.9℃), 경상북도(15.8℃), 경기도(15.5℃), 충청북도(14.9℃), 강원도(13.2℃)를 제외한 모든 지역에서 16.0℃를 넘을 것으로 전망된다.

2011~2040년 광역시·도별 연평균기온편차는 -0.2~2.5℃ 범위로 전망되고, 인천광역시가 2.5℃로 가장 크게 상승하는 반면에 대구광역시는 -0.2℃로 감소한다. 2041~2070년의 연평균기온편차는 1.2~3.9℃ 범위로 전망된다. 인천광역시가 3.9℃로 가장 크게 상승하고 제주특별자치도가 3.4℃ 상승하여 3.0℃ 이상 상승한다. 대구광역시와 울산광역시가 1.2℃로 가장 작게 상승한다. 2071~2100년은 대구광역시(2.6℃)와 울산광역시(2.6℃), 울릉도(2.6℃)를 제외한 모든 지역에서 연평균기온편차가 3.0℃ 이상으로, 기온상승 범위가 2.6~5.6℃로 전망된다. 인천광역시는 연평균기온편차가 5.6℃로 가장 크게 상승하고 제주특별자치도(4.7℃), 대전광역시(4.3℃), 전라남도와 충청남도(4.2℃), 서울특별시와 전라북도(4.1℃) 순으로 나타난다.

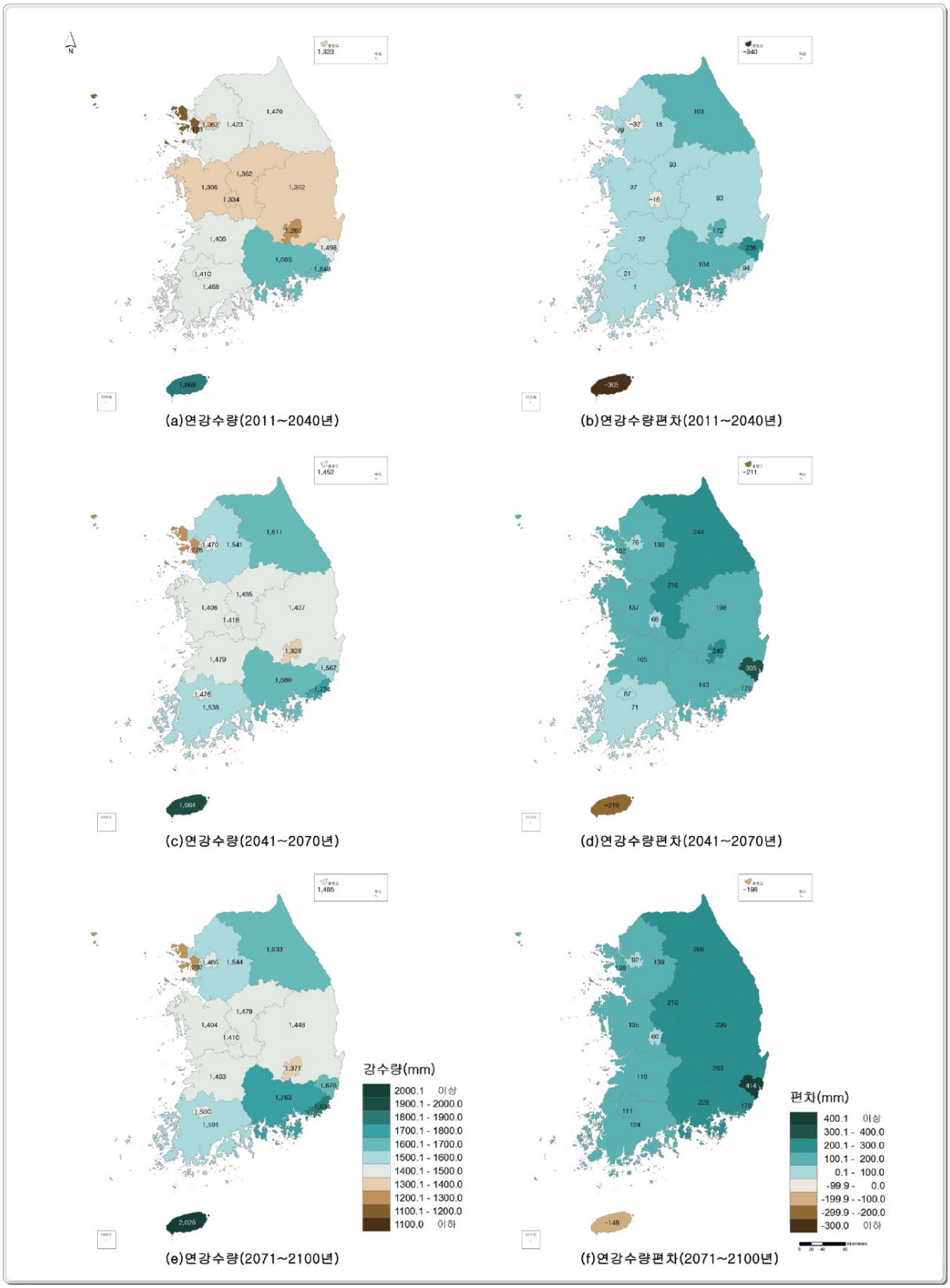
그림 1-47 광역시·도별 연평균기온 미래 전망



광역시·도별 미래 30년별 연강수량 및 현재(2001~2010년)와 비교한 연강수량편차의 전망은 <그림 1-48>과 같다. 2011~2040년 우리나라의 연강수량은 1,173~1,869mm 범위로 전망되며, 제주특별자치도가 1,869mm로 가장 많고 인천광역시가 1,173mm로 가장 적다. 2041~2070년 연강수량은 1,276~1,964mm 범위로 전망되며, 제주특별자치도가 1,964mm로 가장 많고 인천광역시가 1,276mm로 가장 적다. 2071~2100년에는 연강수량은 1,292~2,026mm 범위로 전망되며, 역시 제주특별자치도가 2,026mm로 가장 많고 인천광역시가 1,292mm로 가장 적다.

2011~2040년 광역시·도별 연강수량편차는 -340~236mm 범위로 전망되고, 울산광역시가 236mm로 가장 크게 증가하고 제주특별자치도가 -305mm로 가장 크게 감소한다(울릉도 -340mm). 제주특별자치도를 포함하여 서울특별시(-32mm), 대전광역시(-16mm) 등 3개 지역을 제외하고 모두 강수량이 증가하는 것으로 편차가 나타난다. 2041~2070년에는 -211~305mm 범위로 전망되고, 울산광역시가 305mm로 가장 크게 증가하고 제주특별자치도가 -210mm로 가장 크게 감소한다(울릉도 -211mm). 제주특별자치도를 제외한 모든 지역에서 양의 편차가 나타난다. 2071~2100년에는 -198~414mm 범위로 전망되고, 울산광역시가 414mm로 가장 크게 증가하고 제주특별자치도가 -148mm로 가장 크게 감소한다(울릉도 -198mm). 2041~2070년과 마찬가지로 제주특별자치도를 제외한 모든 지역에서 양의 편차가 나타난다.

그림 1-48 광역시·도별 연강수량 미래 전망

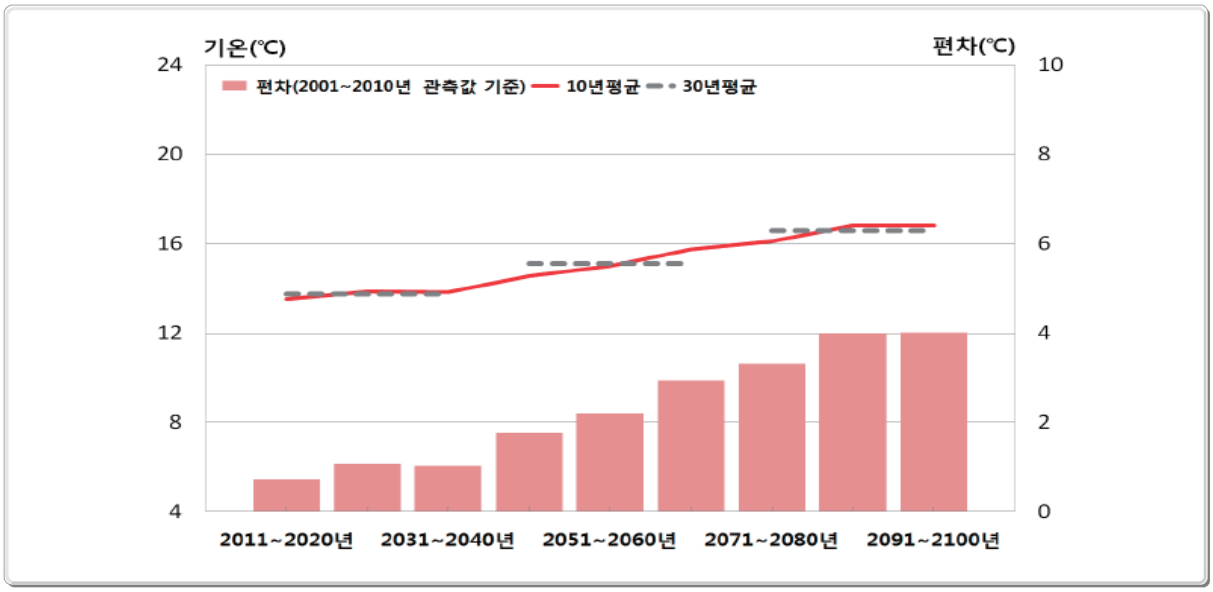


2 미래 기온과 강수량 변화경향

1) 연평균기온

우리나라의 연평균기온 미래 전망을 살펴보면, 현재(2001~2010년, 12.8℃)와의 편차와 10년, 30년 평균값은 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 1-49).

그림 1-49 우리나라의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



연평균기온의 10년 평균값은 2081~2090년, 2091~2100년에 16.8℃로 가장 높아 현재(2001~2010년)와 비교하여 기온이 4.0℃ 상승할 것으로 전망된다. 또한 30년 평균도 2071~2100년에 16.6℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 1-10).

표 1-10 우리나라의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위 : ℃)

기간	2001 ~2010년*	2011 ~2020년	2021 ~2030년	2031 ~2040년	2041 ~2050년	2051 ~2060년	2061 ~2070년	2071 ~2080년	2081 ~2090년	2091 ~2100년
평균 기온	12.8	13.5	13.9	13.8	14.6	15.0	15.8	16.1	16.8	16.8
		13.7			15.1			16.6		

* 2001~2010년 45개 지점(전국) 관측값 평균

2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연평균기온 차(그림 1-50)를 살펴보면, 3.0~3.5℃의 범위로 상승하여 모든 광역시·도에서 3.0℃ 이상 상승한다. 위도가 상대적으로 높은 지역이 낮은 지역보다 크게 상승한다. 서울특별시와 인천광역시가 3.5℃로 가장 크고, 울산광역시와 제주특별자치도가 3.0℃로 가장 작다.

그림 1-50 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균기온 차

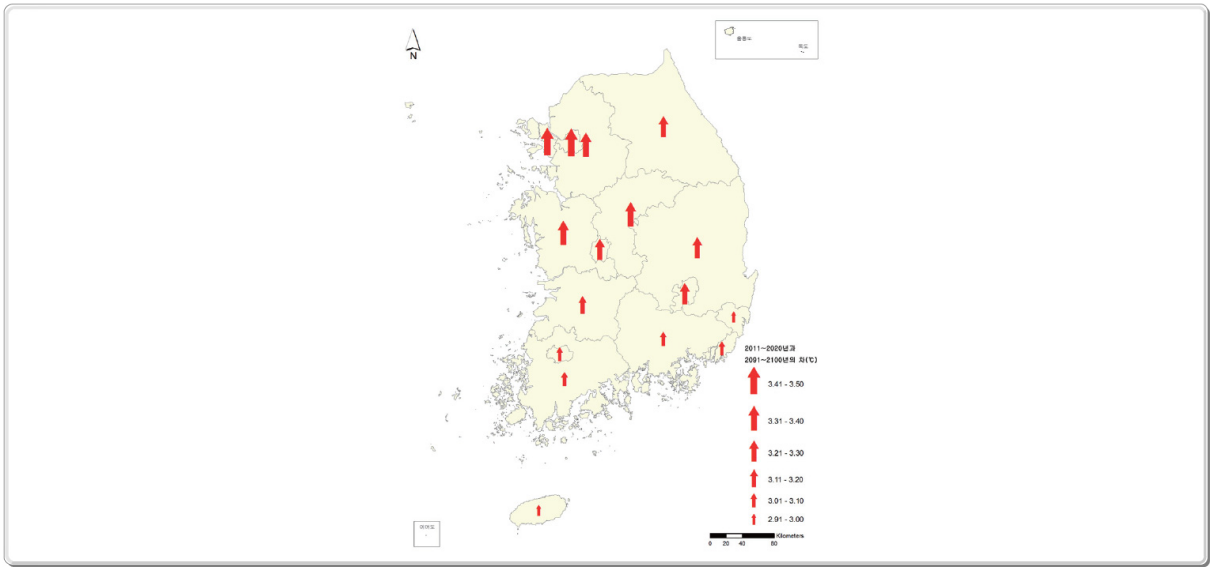
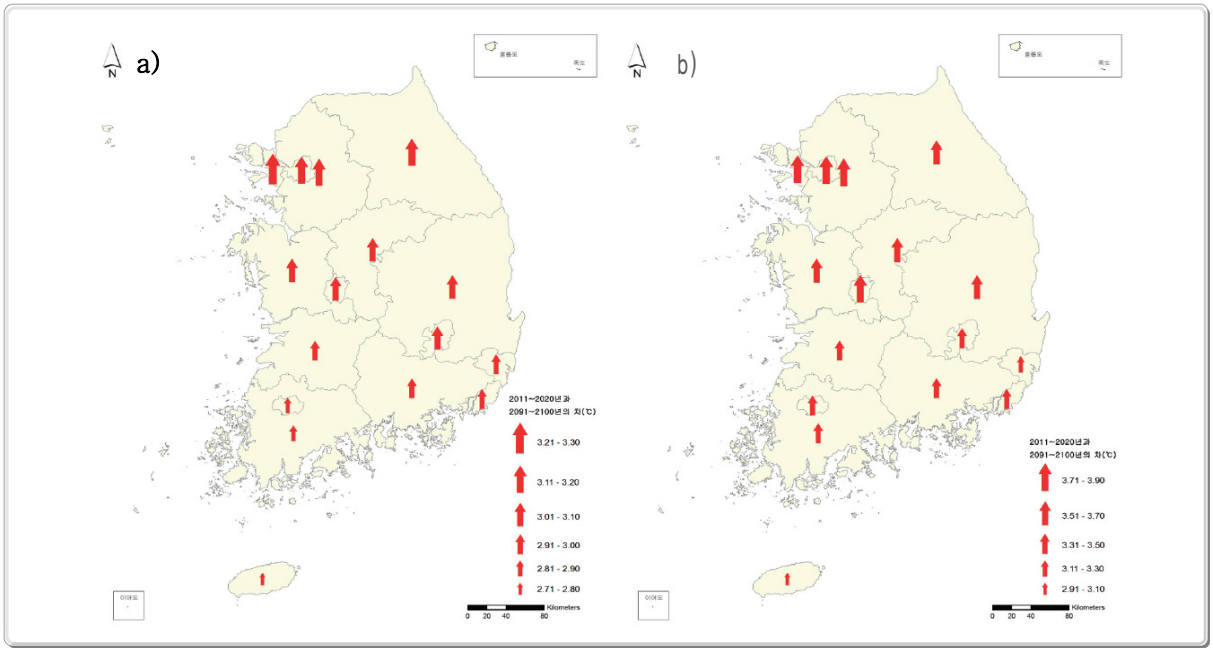


그림 1-51 (a)광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연평균최고기온차와 (b)연평균최저기온차

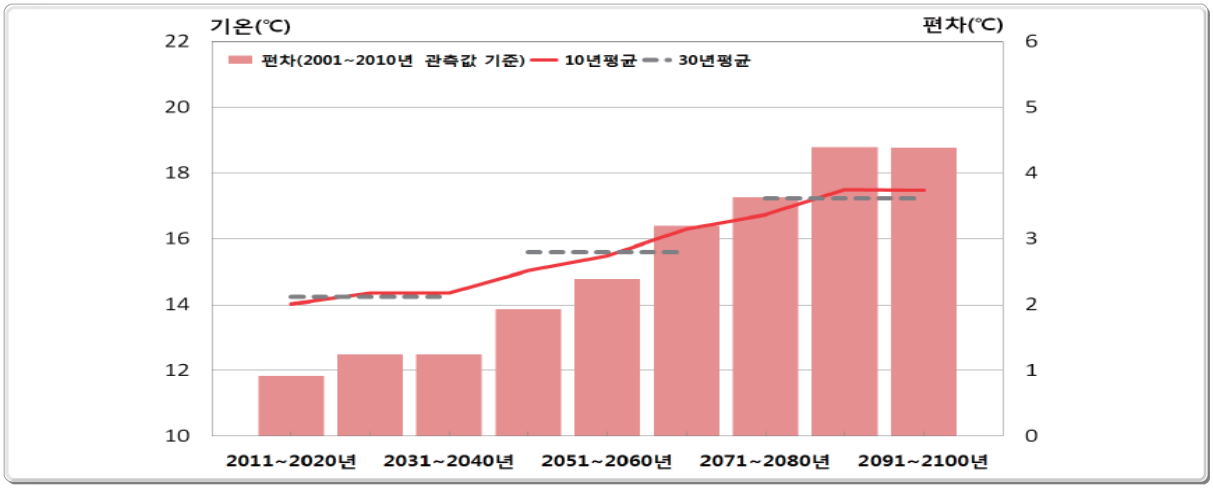


2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연평균최고기온 차(그림 1-51a)를 살펴보면, 2.8~3.3℃의 범위로 상승한다. 연평균기온과 마찬가지로 위도가 상대적으로 높은 지역이 낮은 지역보다 크게 상승한다. 인천광역시가 3.3℃로 가장 크고, 제주특별자치도가 2.8℃로 가장 작다.

2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연평균최저기온 차(그림 1-51b)를 살펴보면, 3.1~3.8℃의 범위로 상승하여 연평균기온, 연평균최고기온 대비 가장 컸다. 서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 경기도가 3.8℃로 가장 크고, 제주특별자치도가 3.1℃로 가장 작다.

서울특별시의 연평균기온 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 1-52).

그림 1-52 서울특별시의 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



연평균기온의 10년 평균값은 2081~2090년, 2091~2100년에 17.5℃로 가장 높아 현재(2001~2010년)와 비교하여 4.4℃ 상승하여 전국평균(4.0℃)보다 조금 더 상승할 것으로 전망된다. 또한 30년 평균값도 2071~2100년에 17.2℃로 가장 높을 것으로 전망된다(표 1-11).

표 1-11 서울특별시의 연평균 기온 미래 전망(2011~2100년, 단위 : ℃)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
서울특별시	13.1	14.0	14.3	14.3	15.0	15.5	16.3	16.7	17.5	17.5
		14.2			15.6			17.2		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

광역시별 연평균기온 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 광역시에서 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 1-53). 대구광역시는 현재(2001~2010년)와의 편차에서 2031~2040년까지 음의 편차가 나타나지만 그 이후로 양의 편차가 나타나고 10년, 30년 평균값도 2041년 이후 지속적으로 상승할 것으로 전망된다.

연평균기온의 광역시별 미래 전망(표 1-12)에서 부산광역시는 2081~2090년에 18.2℃로 가장 높으나 현재(2001~2010년) 대비 3.3℃ 상승하여 서울(4.4℃)보다 작다. 30년 평균값도 2071~2100년에 17.9℃로 광역시 중에서 가장 높을 것으로 전망된다. 대구광역시의 연평균기온은 2081~2090년, 2091~2100년에 17.4℃로 현재(2001~2010년) 대비 2.9℃ 상승한다.

표 1-12 광역시별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위 : ℃)

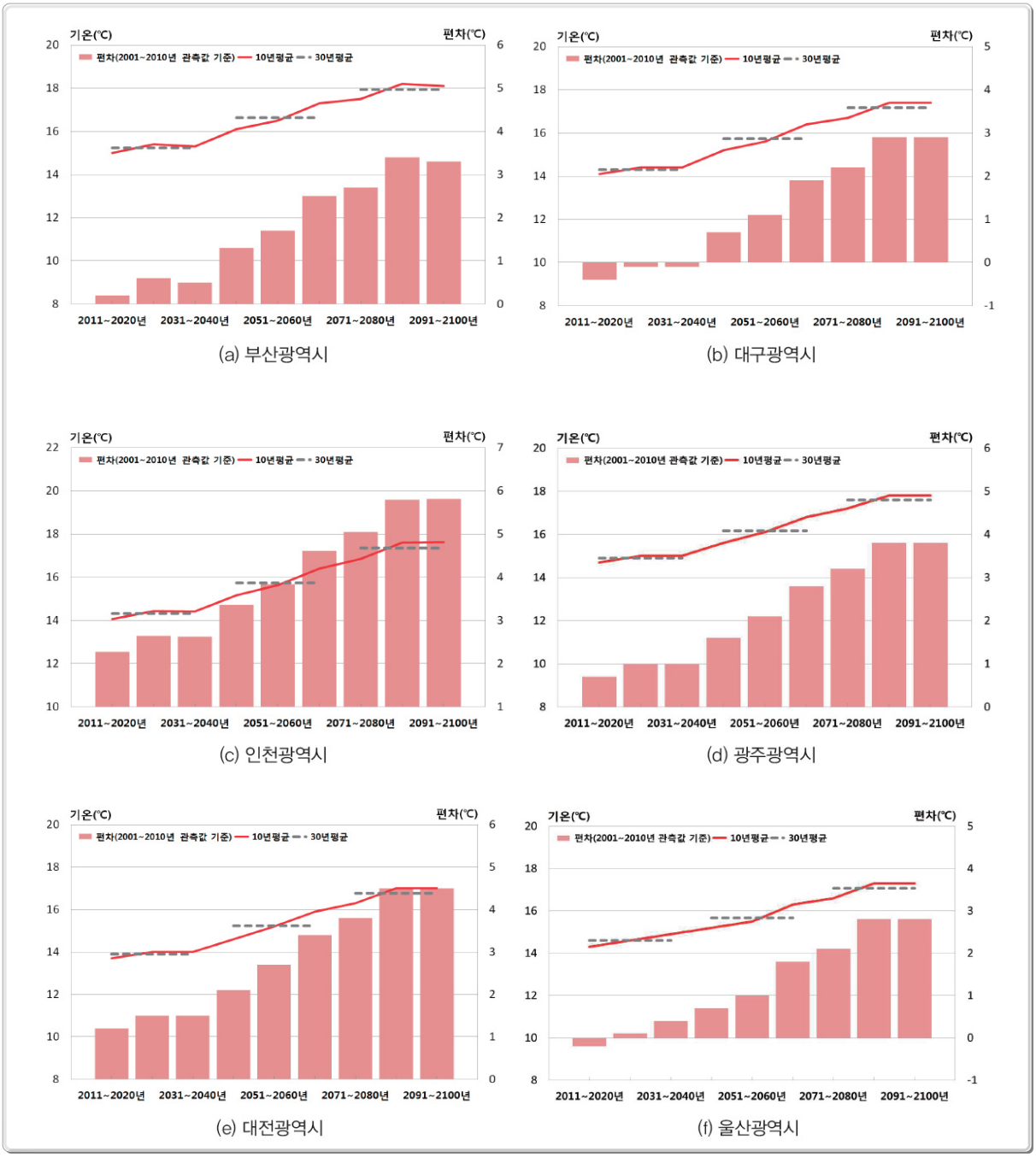
기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
부산광역시	14.8	15.0	15.4	15.3	16.1	16.5	17.3	17.5	18.2	18.1
		15.3			16.6			17.9		
대구광역시	14.5	14.1	14.4	14.4	15.2	15.6	16.4	16.7	17.4	17.4
		14.3			15.7			17.1		
인천광역시	11.8	14.1	14.4	14.4	15.2	15.6	16.4	16.9	17.6	17.6
		14.3			15.7			17.4		
광주광역시	14.0	14.7	15.0	15.0	15.6	16.1	16.8	17.2	17.8	17.8
		14.9			16.2			17.6		
대전광역시	12.5	13.7	14.0	14.0	14.6	15.2	15.9	16.3	17.0	17.0
		13.9			15.2			16.8		
울산광역시	14.5	14.3	14.6	14.9	15.2	15.5	16.3	16.6	17.3	17.3
		14.6			15.7			17.1		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

인천광역시의 연평균기온은 2081~2090년, 2091~2100년에 17.6℃로 현재(2001~2010년) 11.8℃에 비해 무려 5.8℃ 상승하여 광역시 중 가장 큰 상승을 보인다. 또한 기후변화 시나리오의 처음 10년(2011~2020년)과 마지막 10년(2091~2100년)의 연평균기온을 비교한 결과, 광역시별 연평균기온 상승은 3.1~3.5℃ 범위 내에서 전망되며 그 중 인천광역시는 3.5℃로 전망되어 광역시 중에서 가장 크게 상승할 것으로 전망된다.

대전광역시도 2091~2100년에 17.0℃로, 현재(2001~2010년) 대비 기온상승이 4.0℃이상으로 전국평균 기온상승정도보다 클 것으로 전망된다. 울산광역시는 2081~2090년, 2091~2100년에 17.3℃로, 현재(2001~2010년)에 비해 2.8℃ 상승할 것으로 전망되어 광역시 중에서는 가장 작게 상승한다.

그림 1-53 광역시별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



(a) 부산광역시 (b) 대구광역시

(c) 인천광역시 (d) 광주광역시

(e) 대전광역시 (f) 울산광역시

도별 연평균기온 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 도에서 지속적으로 상승할 것으로 전망된다(그림 1-54). 연평균기온은 광역시에 비해 도별 기온이 낮은 편이므로, 앞장의 공간분포(그림 1-47)에서 확인했듯이 서쪽 지역의 기온상승이 동쪽 지역보다 크다.

표 1-13 도별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년, 단위 : ℃)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
경기도	11.5	12.3	12.6	12.6	13.3	13.7	14.5	15.0	15.7	15.7
		12.5			13.8			15.5		
강원도	9.7	10.1	10.4	10.4	11.1	11.5	12.3	12.7	13.4	13.4
		10.3			11.6			13.2		
충청북도	11.5	11.7	12.1	12.0	12.7	13.2	14.0	14.4	15.1	15.1
		11.9			13.3			14.9		
충청남도	12.3	13.4	13.7	13.7	14.4	14.9	15.6	16.0	16.8	16.8
		13.6			15.0			16.5		
전라북도	11.8	12.9	13.2	13.2	13.9	14.4	15.1	15.4	16.1	16.1
		13.1			14.4			15.9		
전라남도	13.5	14.8	15.1	15.1	15.8	16.3	16.9	17.3	17.8	17.9
		15.0			16.3			17.7		
경상북도	12.6	12.7	13.0	13.0	13.8	14.2	15.0	15.3	16.0	16.0
		12.9			14.3			15.8		
경상남도	13.6	13.9	14.3	14.2	14.9	15.4	16.1	16.4	17.0	17.0
		14.1			15.5			16.8		
제주특별자치도	14.1	16.0	16.3	16.3	17.0	17.5	18.1	18.4	18.9	19.0
		16.2			17.5			18.8		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

경기도는 2081~2090년, 2091~2100년에 15.7℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 15.5℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 강원도는 2081~2090년, 2091~2100년에 13.4℃로 전국 도 중에서 기온이 가장 낮으며 2000년대에 비해 기온 상승정도도 3.7℃로 크지 않을 것으로 전망된다.

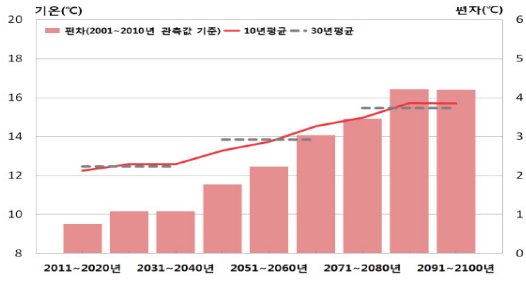
충청북도는 2081~2090년, 2091~2100년에 15.1℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 14.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 충청남도는 2081~2090년, 2091~2100년에 16.8℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 16.5℃로 가장 높을 것으로 전망된다.

전라북도는 2081~2090년, 2091~2100년에 16.1℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 15.9℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 전라남도는 2091~2100년에 17.9℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 17.7℃로 가장 높을 것으로 전망된다.

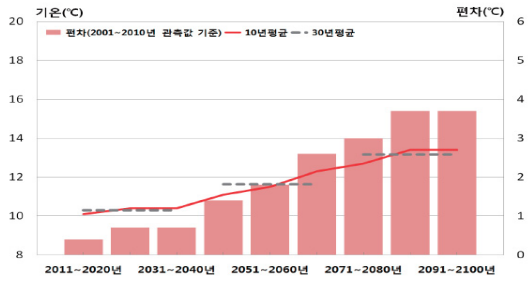
경상북도는 2081~2090년, 2091~2100년에 16.0℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 15.8℃로 가장 높을 것으로 전망된다. 경상남도는 2081~2090년, 2091~2100년에 17.0℃로 가장 높고, 30년 평균값도 2071~2100년에 16.8℃로 가장 높을 것으로 전망된다.

제주특별자치도는 2091~2100년에 19.0℃로 가장 높으며, 2000년대에 비해 4.9℃ 상승하여 전국 도 중에서 가장 기온이 높은 동시에 기온 상승정도도 가장 클 것으로 전망된다.

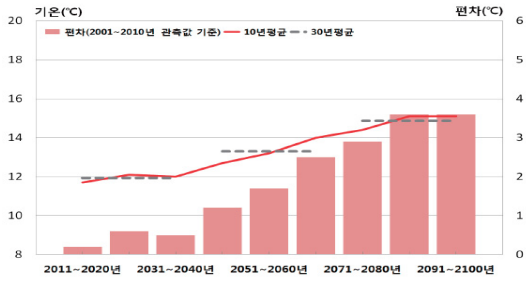
그림 1-54 도별 연평균기온 미래 전망(2011~2100년)



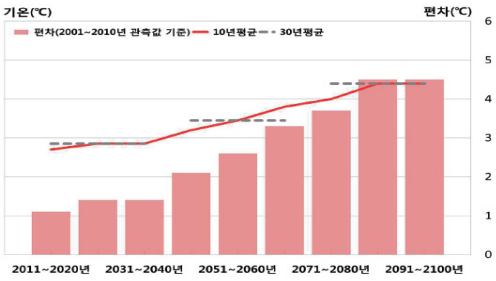
(a) 경기도



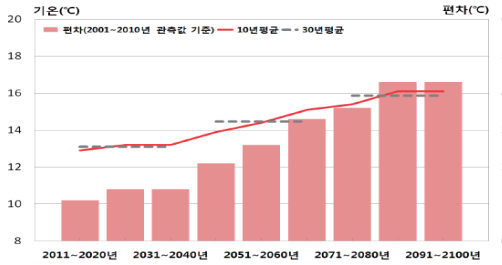
(b) 강원도



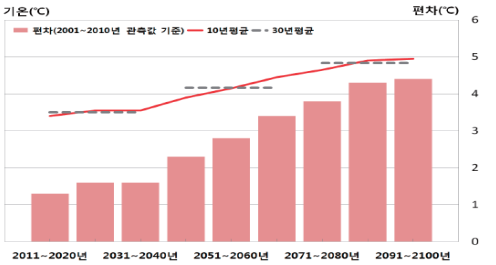
(c) 충청북도



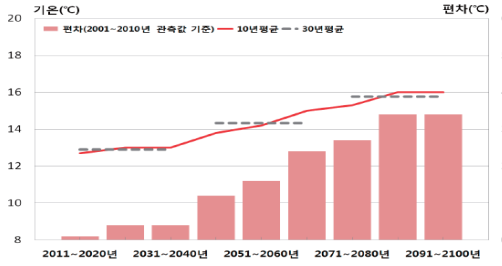
(d) 충청남도



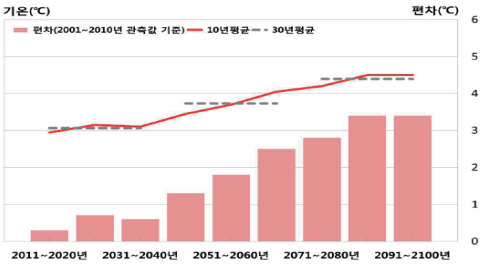
(e) 전라북도



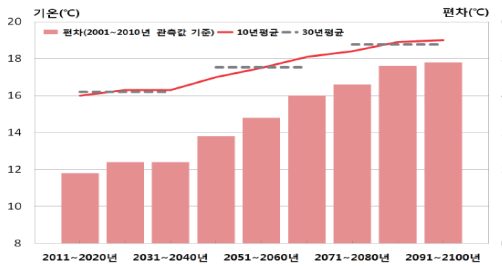
(f) 전라남도



(g) 경상북도



(h) 경상남도

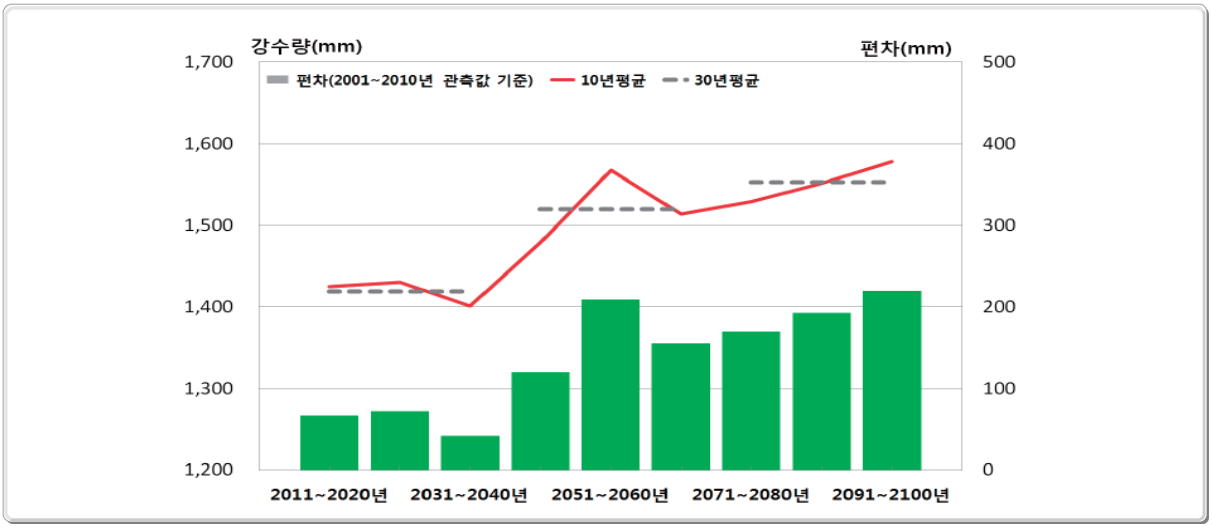


(i) 제주특별자치도

2) 연강수량

우리나라의 연강수량 미래 전망을 살펴보면, 현재(2001~2010년)와의 편차와 10년, 30년 평균값은 기온보다 변동성이 커서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 1-55).

그림 1-55 우리나라의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



연강수량의 10년 평균값은 2091~2100년에 1,584mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,560mm로 현재(2001~2010년) 대비 15% 정도 증가할 것으로 전망된다(표 1-14).

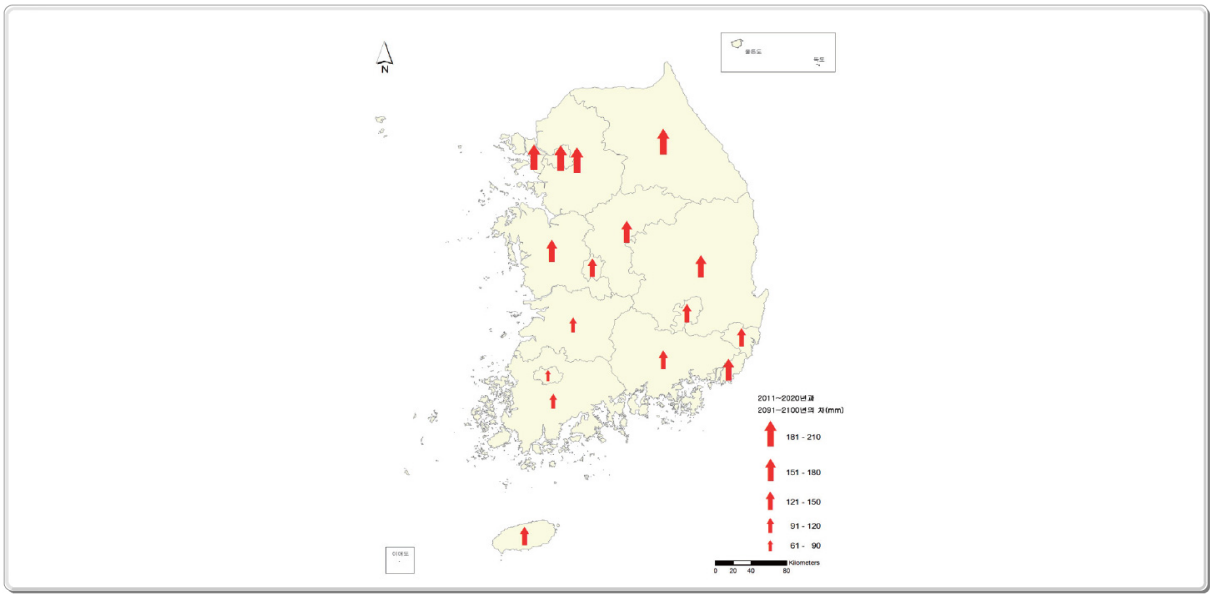
표 1-14 우리나라의 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위 : mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
강수량	1,359	1,439	1,446	1,412	1,481	1,581	1,508	1,533	1,562	1,584
		1,432			1,524			1,560		

* 2001~2010년 45개 지점(전국) 관측값 평균

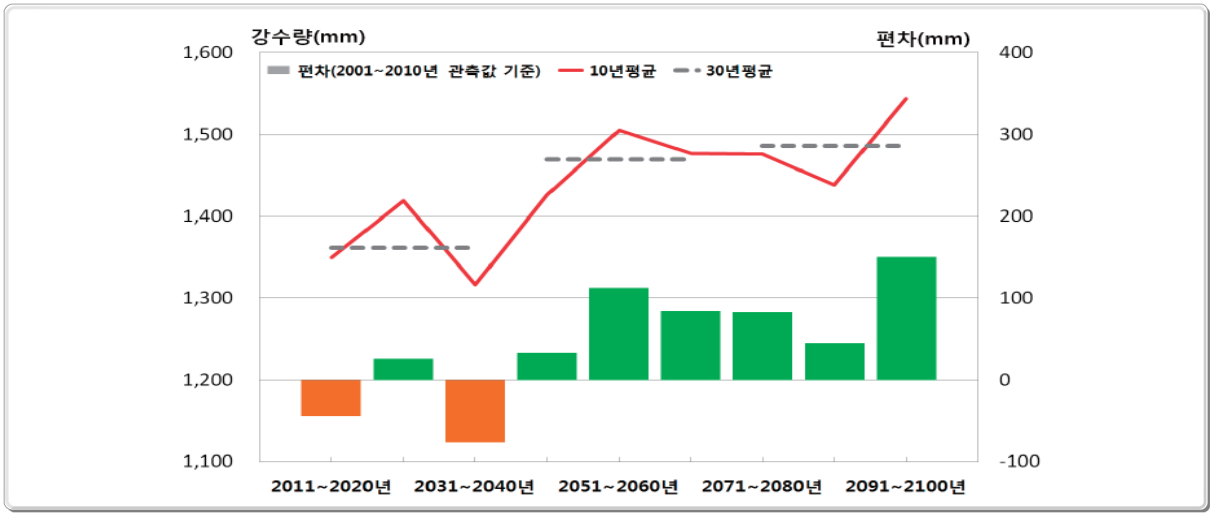
2011~2020년과 2091~2100년을 비교한 광역시·도별 연강수량 차(그림 1-56)를 살펴보면, 78~195mm의 범위로 증가한다. 서울특별시가 195mm로 가장 크게 증가하고 강원도(193mm), 경기도(189mm), 인천광역시(184mm) 순으로 나타난다. 반면에 광주광역시는 78mm로 가장 작게 증가한다.

그림 1-56 광역시·도별 2011~2020년과 2091~2100년의 연강수량 차



서울특별시의 연강수량 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 1-57).

그림 1-57 서울특별시의 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



연강수량의 10년 평균값은 2091~2100년에 1,544mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,486mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 7% 정도 증가할 것으로 전망된다(표 1-15).

표 1-15 서울특별시의 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위 : mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
서울특별시	1,394	1,349	1,419	1,317	1,426	1,506	1,477	1,476	1,438	1,544
		1,362			1,470			1,486		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

광역시별 연강수량 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 광역시에서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 1-58, 표 1-16). 대전광역시의 편차는 2031~2040년까지 음의 편차가 나타나지만 이후로 양의 편차가 나타나고 10년, 30년 평균값과 함께 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다.

연강수량이 부산광역시에서는 2081~2090년에 1,886mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,834mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 대구광역시는 2091~2100년에 1,402mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,371mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

인천광역시는 2091~2100년에 1,346mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,292mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 인천광역시는 기후변화 시나리오의 2011~2020년과 2091~2100년의 차가 184mm로 광역시 중에서 가장 크다. 광주광역시는 2051~2060년에 1,568mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,500mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

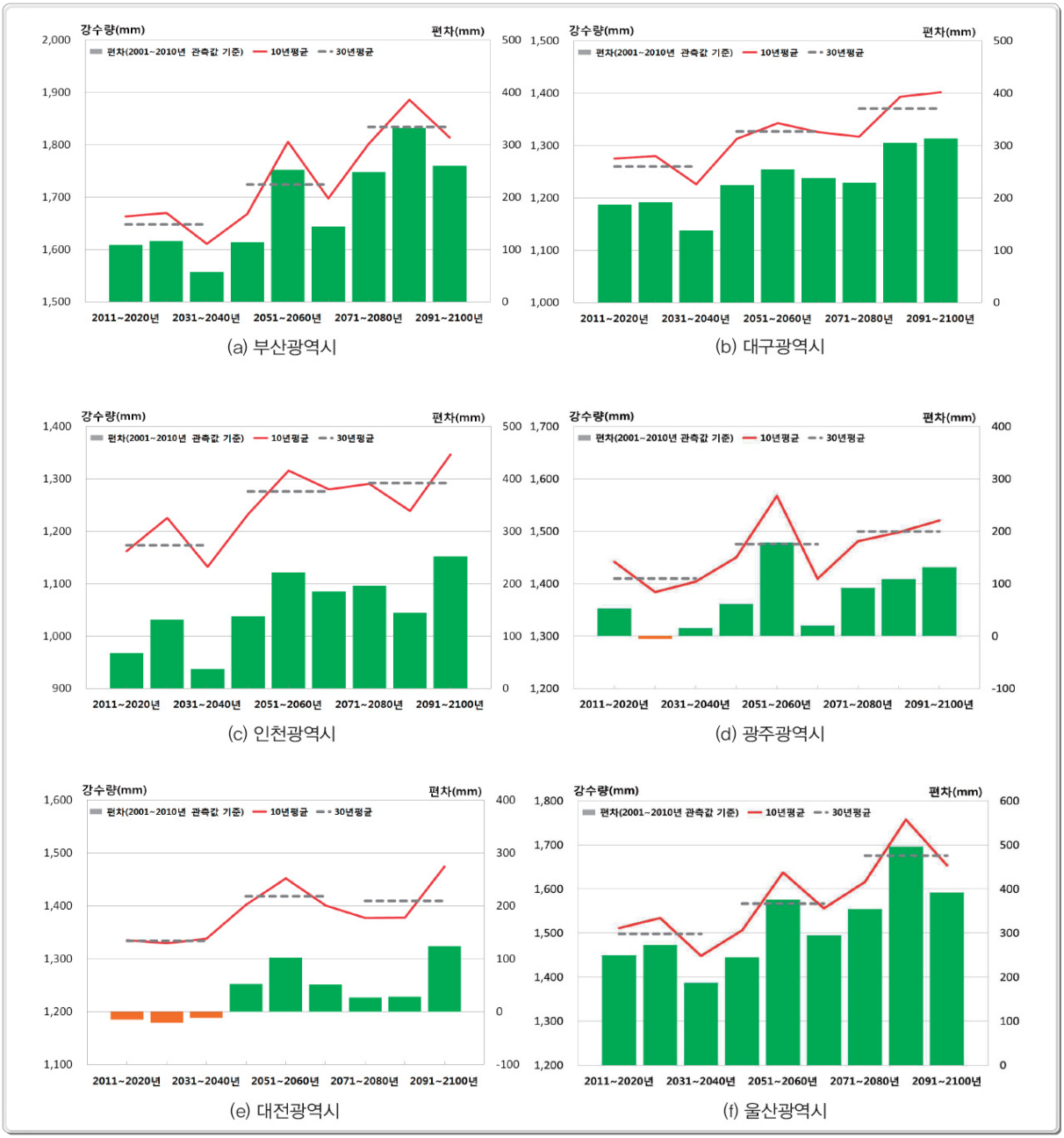
대전광역시는 2091~2100년에 1,474mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2041~2070년에 1,418mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 4%정도 증가하여 광역시 중에서 가장 작다. 울산광역시는 2081~2090년에 1,758mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,676mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 33%정도 증가하여 광역시 중에서 가장 클 것으로 전망된다.

표 1-16 광역시별 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위 : mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
부산광역시	1,554	1,663	1,670	1,611	1,668	1,806	1,698	1,802	1,886	1,814
		1,648			1,724			1,834		
대구광역시	1,088	1,275	1,280	1,226	1,313	1,343	1,326	1,317	1,393	1,402
		1,260			1,328			1,371		
인천광역시	1,094	1,162	1,226	1,132	1,233	1,316	1,280	1,291	1,239	1,346
		1,173			1,276			1,292		
광주광역시	1,389	1,442	1,384	1,404	1,450	1,568	1,409	1,481	1,498	1,520
		1,410			1,476			1,500		
대전광역시	1,350	1,335	1,329	1,338	1,402	1,452	1,401	1,377	1,378	1,474
		1,334			1,418			1,410		
울산광역시	1,262	1,511	1,534	1,448	1,506	1,637	1,556	1,616	1,758	1,654
		1,498			1,567			1,676		

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

그림 1-58 광역시별 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



도별 연강수량 미래 전망을 현재(2001~2010년)와의 편차, 10년, 30년 평균값을 이용하여 살펴보면, 모든 도에서 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다(그림 1-59, 표 1-17).

제주특별자치도는 현재(2001~2010년) 연강수량에 대한 모든 기간 음의 편차를 보이고 연강수량은 년, 30년 평균값 모두 증가와 감소를 반복할 것으로 전망된다.

연강수량은 경기도는 2091~2100년에 1,600mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100

년에 1,544mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 강원도는 2061~2070년에 1,669mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,633mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 강원도와 경기도는 기후변화 시나리오의 2011~2020년과 2091~2100년의 차가 각각 193mm, 189mm로 도 중에서 가장 크다.

충청북도는 2091~2100년에 1,523mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2041~2070년에 1,485mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 충청남도는 2091~2100년에 1,455mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2041~2070년에 1,406mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

전라북도는 2051~2060년에 1,545mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,493mm로 가장 많을 것으로 전망된다. 전라남도는 2051~2060년에 1,654mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,591mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

경상북도는 2091~2100년에 1,472mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,448mm로 현재(2001~2010년) 대비 약 20% 증가하는 것으로 전망되어 가장 크게 증가한다. 경상남도는 2081~2090년에 1,791mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 1,763mm로 가장 많을 것으로 전망된다.

제주특별자치도는 2051~2060년에 2,141mm로 가장 많고, 30년 평균값은 2071~2100년에 2,026mm로 전국에서 강수량이 가장 많지만, 현재(2001~2010년) 대비 약 7% 감소하는 것으로 전망되었다.

표 1-17 도별 연강수량 미래 전망(2011~2100년, 단위 : mm)

기간 / 행정구역	2001~2010년*	2011~2020년	2021~2030년	2031~2040년	2041~2050년	2051~2060년	2061~2070년	2071~2080년	2081~2090년	2091~2100년
경기도	1,405	1,411	1,472	1,386	1,489	1,569	1,564	1,525	1,507	1,600
			1,423			1,541			1,544	
강원도	1,367	1,469	1,502	1,439	1,553	1,610	1,669	1,620	1,618	1,662
			1,470			1,611			1,633	
충청북도	1,275	1,355	1,368	1,362	1,439	1,519	1,497	1,449	1,464	1,523
			1,362			1,485			1,479	
충청남도	1,269	1,299	1,318	1,300	1,381	1,447	1,390	1,369	1,389	1,455
			1,306			1,406			1,404	
전라북도	1,374	1,418	1,405	1,396	1,460	1,545	1,431	1,466	1,483	1,530
			1,406			1,479			1,493	
전라남도	1,467	1,488	1,443	1,472	1,488	1,654	1,473	1,580	1,600	1,593
			1,468			1,538			1,591	
경상북도	1,209	1,316	1,314	1,275	1,386	1,426	1,409	1,408	1,464	1,472
			1,302			1,407			1,448	
경상남도	1,537	1,620	1,609	1,586	1,635	1,749	1,656	1,745	1,791	1,752
			1,605			1,680			1,763	
제주특별자치도	2,174	1,886	1,842	1,879	1,872	2,141	1,878	1,996	2,074	2,007
			1,869			1,964			2,026	

* 2001~2010년 ASOS, AWS 관측값 평균

그림 1-59 도별 연강수량 미래 전망(2011~2100년)



(a) 경기도 (b) 강원도

(c) 충청북도 (d) 충청남도

(e) 전라북도 (f) 전라남도

(g) 경상북도 (h) 경상남도

(i) 제주특별자치도

Ⅶ 기후변화의 부문별 영향

1 건강

기후변화에 따른 건강 문제는 폭염이나 한파 등에 의한 직접적인 영향과 기온 상승에 따른 매개곤충과 기생충의 확대 및 증가, 대기오염 증가, 알레르기 확산으로 인한 알레르기 비염, 천식, 아토피피부염 증가 등과 같은 간접적인 영향이 있다. 이에 대비할 수 있는 건강영향평가 및 취약성평가 시스템 구축이 미비하다(그림 1-60, 표 1-18).

그림 1-60 기후변화에 따른 영향 사례(건강분야)



자료: 환경부, 2011

표 1-18 기후변화에 따른 주요 피해 사례(건강분야)

주요 피해 사례
■ 가을철 열성 전염병인 쓰쓰가무시와 신증후군출혈열(유행성출혈열) 환자가 잇달아 발생하고, 영동, 옥천, 청원 등지서 모두 16명의 환자가 발생(동아일보, 2009년 10월)
■ 지난 2006년 도내에서 1·2군 전염병에 감염된 환자는 1,148명으로 집계됨. 이는 도민 1만명당 7.8명에 해당하는 것으로 전국 평균 2배 수준(강원도민일보, 2009년 7월)
■ 대전에서 낮 기온이 30도를 넘는 무더위가 지속되면서 폭염으로 인해 추정되는 사망사고가 발생(YTN뉴스, 2010년 8월)

2 재난/재해

최근 기후변화는 매년 관측사상 신기록을 갱신하고 있으며, 이상기상 현상으로 인해 호우, 가뭄, 산불로 인한 피해가 급증하는 추세이다. 국토 전반의 기후변화 적응역량을 강화시키지 못할 경우 심각한 피해 발생이 우려된다(그림 1-61, 표 1-19).

그림 1-61 기후변화에 따른 영향 사례(재해/재난분야)



집중호우로 인한 한계령 도로 유실('06. 7.15)



집중호우 10명 인명피해, 이재민 1만명 발생('09.7)



집중호우(1시간)로 서울 은평구 2명 사망('10.8)

자료: 환경부, 2011

표 1-19 기후변화에 따른 주요 피해 사례(재해/재난분야)

주요 피해 사례
■ 태풍 곤파스의 초속 27m 강풍으로 가로수가 넘어지면서 전선을 덮쳐 도심 곳곳에서 정전사고가 잇따랐고, 춘천 도심과 강촌 등 외곽 지역 선로 13군데에서 정전 사고가 발생해 5000여 세대의 주민들이 불편을 겪음(뉴시스, 2010년 9월)
■ 충북 북부지역에 폭우가 쏟아지면서 침수피해가 잇따르고, 산사태가 발생하며 주택의 축대가 붕괴되면서 인근 주민들이 대피하는 소동이 벌어짐(아시아경제, 2010년 9월)

3 농업

기후변화에 따른 온도상승으로 인해 작물의 재배지가 북상하고 있고, 원예작물의 생산과 품질에 부정적인 영향을 미치고 있다. 또한 월동해충 및 새로운 고온성 병해충의 확산이 우려되지만 이를 체계적으로 감시하고 조기에 방재할 수 있는 시스템 구축이 미비하다. 고온 스트레스에 노출된 가축은 생산성 및 축산물의 품질이 저하된다(그림 1-62, 표 1-20).

그림 1-62 기후변화에 따른 영향 사례(농업분야)



자료: 환경부, 2011

표 1-20 기후변화에 따른 주요 피해 사례(농업분야)

주요 피해 사례
■ 충북 영동지역 과수원에 수만 마리의 여치떼가 발생해 복숭아와 사과, 포도 등의 잎과 줄기, 열매 등을 갉아 먹는 등 피해가 발생(Newsis, 2007년 5월)
■ 최근 지구온난화에 따른 기후변화의 영향 등으로 농 · 수산물의 산지 지도가 바뀌고 있는 것을 비롯 쌀 품질 저하 및 수량 감소, 과실 착색불량 · 당도 저하, 새로운 병해충 · 잡초 증가 등의 피해가 늘어나고 있음(무등일보, 2009년 1월).

4 산림

기후변화로 인한 기온 및 CO_2 농도의 상승, 강수량의 변화는 수종별 생장과 목재 품질에 크게 영향을 미칠 것으로 전망된다. 최근 여름철 집중강우 증가로 산사태 및 산지토사재해에 의한 피해가 급증하고 있고, 산불의 위험성 증가와 대형화가 우려된다. 또한 고온, 가뭄 등으로 인하여 수목의 스트레스와 병해충 취약정도가 증가하고 있다(그림 1-63, 표 1-21).

그림 1-63 기후변화에 따른 영향 사례(산림분야)



자료: 환경부, 2011

표 1-21 기후변화에 따른 주요 피해 사례(산림분야)

주요 피해 사례
■ 부산지역 산림토양 산성화 심각. 부산지역 산림토양의 산성화가 상당 수준 진행된 것으로 조사되어 대책마련이 시급한 것으로 나타남. 부산시가 지난해 10월부터 연말까지 3개월간 전국 자치단체 가운데 처음으로 산림토양 산성화에 대한 표본조사를 실시한 결과 산림토양의 평균 수소이온농도가 pH5.0이하인 극산성 상태인 것으로 나타남(BBS 사회, 2011년 1월).
■ 1964년 제주도 한라산에 있는 시원한 구상나무 마을은 935.4ha에 이르렀지만, 따뜻해지는 마을을 견디지 못한 나무들이 떠나면서 매년 8.84ha씩 좁아져 2008년에는 795.3ha까지 줄어듦(아시아경제, 2011년 8월)

5 해양/수산업

기후변화로 인한 해수면 상승으로 인해 많은 적응비용이 소요될 것으로 예상된다. 또한 주요 어업자원의 남북 분포 한계선이 북상하고 있고, 아열대 수산생물이 빈번하게 출현하고 있다(그림 1-64, 표 1-22).

그림 1-64 기후변화에 따른 영향 사례(산림분야)



자료: 환경부, 2011

표 1-22 기후변화에 따른 주요 피해 사례(산림분야)

주요 피해 사례
■ 대표적인 한류성 어종인 명태가 30년만에 식탁에서 자취를 감춤(새전북신문, 2011년 5월). ■ 아열대 생물들이 연안어장에 터를 잡고 번식해 해조류 번식을 감소시켜 제주도 연안어장의 전복, 소라, 오분자기 등 주요 패류의 생산력을 감소시키는 원인으로 작용(연합뉴스, 2010년 9월) ■ 매년 수온이 상승하면서 전남 연근해 해역의 바다 속 생태계도 크게 변화함. 어군형성 변화가 일고 있는가 하면 제주도는 물론 아열대 해역에서 서식하는 어류들까지 거슬러 올라오고 있음(무등일보, 2009년 1월).

6 물관리

기후변화로 인한 수온 상승과 함께 증발량, 유량 및 강우 유출량의 변화로 수질 및 수생태계에 직·간접적인 영향을 미치고 있다. 또한 강수량 편차의 심화로 인한 심각한 물부족과 이상기후로 인한 집중호우로 하천제방 및 시설물 피해가 증가하고 있다(그림 1-65, 표 1-23).

그림 1-65 기후변화에 따른 영향 사례(물분야)



조류 및 병원균 성장으로 인한 수질 악화



태풍 루사로 인한 강원도 남대천 홍수피해('02.8)



10년간 40만명 제한 급수 등 겨울가뭄 발생

자료: 환경부, 2011

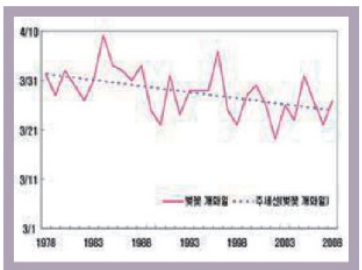
표 1-23 기후변화에 따른 주요 피해 사례(물분야)

주요 피해 사례
■ 영동 지방은 비나 눈이 오지 않은 무강수일이 34일이나 되면서 40년 만에 건조일수 최대를 기록, 산불화재에 비상이 걸림(뉴시스, 2011년 2월).
■ 부산 · 울산 · 경남은 지금 '가뭄과의 전쟁'. 경남지역의 경우 지난해 강우량이 844㎜로 2007년(1,384㎜)의 60.9%, 최근 30년 평균(1,427㎜)의 59.1%에 그침. 상수원인 남강 · 밀양 · 합천댐 저수율도 31.4%로 전년 같은 기간(63%)의 절반 수준으로, 평년(40%) 대비 8.6%가 떨어짐. 도내 23개 용수용 저수지의 저수율도 55.8%로 지난해(77.7%)와 평년(81.6%)에 비해 크게 낮아지기 때문에 남해군 10개 읍 · 면 전역이 지난해 8월부터 제한급수에 들어가는 등 섬 전체가 타 들어감(한국일보, 2009년 2월).
■ 충북지역에 가뭄으로 인해 1주일째 빨래도 하지 못하고 먹을 물도 부족한 상황으로 가뭄피해가 매우 심각한 실정(연합뉴스, 2009년 1월).

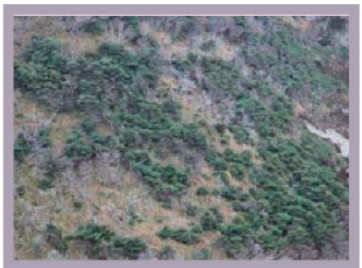
7 생태계

기후변화로 인해 난대성 상록활엽수의 북방한계선이 북상하고 있으며, 봄꽃의 개화일이 변화하고 있다. 동시에 생태계의 먹이사슬과 그 순위가 변경되고 있다. 또한 남방계 외래종의 침투가 가속화되어 우리 고유생태계 질서에 혼란을 가져오고 있다 (그림 1-66, 표 1-24).

그림 1-66 기후변화에 따른 영향 사례(생태계분야)



봄꽃(벚꽃, 개나리, 진달래)의 개화일 변화('09)



우리나라 고산종인 구상나무림 쇠퇴 가속화



검은슴새 등 열대기후 서식종 출현('10.6)

자료: 환경부, 2011

표 1-24 기후변화에 따른 주요 피해 사례(생태계분야)

주요 피해 사례
■ 충청북도가 2006년 중국에서 유입된 이후 급속히 확산돼 포도 등 과수에 큰 피해를 입히고 있는 '꽃매미'에 시달리고 있음 (Newsis, 2010년, 4월).
■ 꽃매미의 피해를 입은 산림은 춘천 · 원주지역 약 7㎢에 달함. 인도, 베트남 등 동남아시아와 중국 남부 등에 주로 서식하는 꽃매미는 경기지역과 충북 · 남, 경북 일부 지역에서 주로 피해가 발생했지만 올해 도내에서도 첫 피해가 나타난 것(강원일보, 2009년 10월)
■ 생태계 파괴범 뉴트리아가 대구 · 경북지역에도 출현하여 수생 식물의 뿌리나 줄기를 잘라 먹기 때문에 토종식물에 영향을 줄 수 있고, 또 수생곤충을 주먹이로 함으로 해서 생태계 교란이 예상(SBS, 2008년 12월)

2부

국가 기후변화 대응 · 적응 정책

Ⅰ 기후변화 대응을 위한 국제동향

출처_ '기업의 기후변화 대응 경쟁력 강화를 위한 에너지·탄소 경영 평가 지표 및 시스템 개발에 관한 연구', 고려대학교 생명환경과학대학원 기후환경학과, 허준혁, 2012

환경을 보호하기 위한 국제사회의 움직임 속에서 기후변화 대응을 위한 국제적인 움직임은 1970년대부터 시작되었다. 1988년 국제연합(UN)총회의 결의를 통해 세계 기상 기구(WMO)와 국제 연합 환경 계획(UNEP)이 기후변화에 관한 정부 간 패널(Intergovernmental Panelon Climate Change, IPCC)로 조직되어 인간의 활동의 영향으로 기후변화의 위험을 평가하고 있다. 이후 기후변화에 대한 심각성을 인지하고 온실 기체의 방출을 제한하고 지구 온난화를 막는 데 주요 목적으로 하며 지구온난화에 대한 해결방안을 강구하기 위하여 기후변화협약(UNFCCC)이 채택되었다. 기후변화협약은 온실가스를 감축하고 지구온난화를 막기 위한 국제협약이라는 상징성을 갖지만 강제력과 구속력을 갖지 않는 한계를 갖고 있다. 따라서 1997년 교토에서 열린 제 3차 당사국 총회에서는 강제력과 구속력을 갖는 기후 변화에 관한 국제 연합 협약인 교토의정서(Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, KYOTO PROTOCOL)도 채택되었다. 교토의정서는 지구온난화 방지를 위한 국제 협약인 기후변화협약의 수정안으로 이산화탄소를 포함한 여섯 종류의 온실 가스(CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs, SF_6)배출량을 감축하며 감축목표를 달성하지 못하는 국가에 대해서는 비관세 장벽을 적용하여 해당 국가에 강제력을 행사하고 있다. 현재는 기후변화협약과 교토의정서에 대한 논의가 약해지고 있으나 교토의정서에 명시된 1차 공약기간 이후 즉, 포스트 교토의정서에 대한 논의도 활발히 이루어지고 있다.

1 기후변화협약(UNFCCC)

지구온난화가 본격적으로 논의된 것은 1972년 로마클럽의 보고서 성장의 한계에서 지구온난화의 문제가 언급된 이후이다. 1980년대 세계 각지에서 이상기후현상으로 인한 자연재해 발생이 빈발하면서 지구온난화에 대한 논쟁이 활발해졌다. 이후 지구온난화에 관

한 과학적 근거가 필요하다는 인식이 확산되면서 1988년 국제 과학자 그룹인 IPCC가 활동을 시작하였다. 1989년 UNEP 각료이사회에서 조약교섭, 1990년 세계기후회의 각료선언이 이루어졌다. 대기중 온실가스의 농도를 관리하고 대기 조성의 안정화와 기후변화로 인해 유발되는 지구온난화를 예방하기 위해 1992년 브라질 리우에서 개최된 유엔환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, UNCED)에서 채택된 기후변화협약은 1994년 3월 50개국 이상이 기후변화협약을 비준함으로 정식으로 발효되었다.

2008년 기준, 기후변화협약은 192개국이 가입된 상태로 채택될 시점에는 경제협력개발기구(OECD) 24개국, 유럽연합(EU)과 동유럽 국가 등 41개국으로 구성되었는데 이 국가들은 온실가스 배출량을 90년 기준으로 감축하는 것을 목적으로 하고 있다. 그리고 또한 Annex II국가는 개발도상국에 재정적 지원과 기술 이전 의무를 이행해야 한다. 대한민국은 92년 6월 13일에 서명하고, 93년 12월 14일에 비준하였다.

기후변화협약은 '공동의 차별화된 책임과 국가의 능력과 상황에 입각한 의무 이행'과 '모든 국가의 지속 가능한 성장을 보장'을 원칙으로 한다. 협약에서는 기후변화에 역사적 책임이 있는 선진국의 의무이행을 강조하고 있으며 기후변화와 지구온난화 예방에 노력할 것을 촉구하고 있다.

기후변화협약에 가입한 당사국은 모든 당사국이 지켜야하는 공통의무사항과 일부 가입국만이 부담하는 특정의무사항을 이행해야 한다. 이는 과거 EU를 중심으로 한 선진국의 산업화에 따른 온실가스 배출량 증가로 인한 기후변화에 대한 역사적 책임을 고려하여 의무사항이 명시되었다. 공통의무사항은 온실가스 감축을 위해 배출량 감축을 위한 국가계획을 자발적으로 수립하고 온실가스 감축활동을 하여 이에 대한 검증된 정보를 공개해야 한다. 또한, 온실가스 배출량과 흡수량에 대한 국가 수준의 인벤토리와 정책이행에 관한 국가보고서(National Communication)를 당사국 총회(Conference Of Parties, COP)에 제출해야 한다. 특정 의무사항은 공동의 차별화된 책임 원칙에 따라 기후변화 협약 당사국을 Annex I, Annex II, Non-Annex I 으로 분류하여 각 그룹별로 다른 감축 의무를 이행하는 것이다. Annex I 국가는 온실가스 배출량을 1990년 수준으로 감축하기 위하여 노력하도록 규정하였으며, Annex II 국가는 개발도상국에 대한 재정 및 기술이전의 의무를 갖는다. 우리나라는 현재 Non-Annex I 국가로 분류되어 있으며 공통의무사항인 온실가스 국가인벤토리를 구축하고 국가 보고서를 제출하여야 한다. 우리나라는 온실가스 배출량 및 배출증가율이 급격히 증가하고 있고 최근 G20 의장국으로 국제사회에서 위상이 향상되고 경제협력개발기구(OECD)에 가입을 한 이후 국격이 상승함에 따라 Annex I 국가와 같이

온실가스 감축의무를 부담할 것을 선진국으로부터 요구 받고 있다. 이에 우리나라는 코펜하겐에서 열린 제15차 당사국 총회에서 BAU대비 온실가스 30% 감축을 선언하였다.

표 2-1 기후변화협약 주요내용

조항	구분	주요 내용
2조	목적	• 지구온난화를 예방 가능한 수준으로 대기 중 온실가스의 농도를 안정화
3조	원칙	• 형평성 : 공동의 차별화된 책임, 개도국의 특수한 상황을 배려 • 효율성 : 예방원칙, 정책 및 조치 대상온실가스의 포괄성, 공동이행 • 경제발전 : 지속가능한 발전과 개발 및 개방적 국제 경제체제 구축
4조	의무사항	• 모든 당사국의 의무 – 온실가스배출 인벤토리 구축 및 통계현황 보고 – 온실가스 저감을 위한 정책 개발 및 조치 시행 – 온실가스 흡수원에 대한 목록작성, 흡수원 보호 및 확대 – 연구 및 관측, 공공인식 제고 – 국가 보고서 작성 및 제출
		• Annex I 국가 의무 – 2000년까지 '90년 수준으로 온실가스 배출량을 안정화하도록 노력
		• Annex II 국가의무 – 개도국을 대상으로 온실가스 감축을 위한 재정·기술지원 제공
5조	연구 및 관측	– 개도국의 연구 및 관측 능력 배양·지원
6조	교육, 훈련, 공공인식제고	– 개별 국가, 지역차원에서 프로그램 개발 및 정보교환 확대
7조	당사국 총회	– 최고의사결정기구 – 당사국총회의 주요 역할, 개최방식 규정
8조	사무국	– 회의 운영관련 서비스 제공
9조	과학기술 자문기구	– 기후변화 및 그 영향에 대한 과학적 지식을 평가하고 기술 이전 – 효율적인 기술개발 방안을 수립 – 기후변화와 관련된 과학, 기술, 방법론적 질의에 응답
10조	이행 자문기구	– 국가 보고서 내용의 검토 및 협약 이행 지원
12조	국가 보고서	– 개도국 : 온실가스배출현황, 정책 및 조치 현황 보고 협약 발효 후 3년 내 또는 재정 지원이 충분히 이루어진 후 1차 보고서 제출 – Annex I 국가 : 정책 및 조치의 상세한 내용 및 효과분석 보고 협약 발효 후 6개월 이내 1차 보고서 제출
15~16조	협약 및 부속서 제·개정	– 개정안은 6개월 전 사무국을 통해 당사국들에게 통보 – 합의를 통해 결정이 도출되도록 노력, 실패시 3/4다수결
23조	발효	– 50개국 비준서 기탁 후 90일 후 발효

2 교토 의정서(KYOTO PROTOCOL)

1) 교토 의정서의 의의

강제력과 구속력이 없는 기후변화협약은 온실가스 감축에 한계가 있고 1995년 독일에서 개최된 1차 당사국 총회에서는 기후변화협약에 명시한 감축 의무만으로 지구온난화를 막는 것이 불충분하다는 것이 인정되었다. 1997년 3차 당사국 총회에서는 2000년 이후의 선진국의 온실가스 감축 목표를 주요 내용으로 하고 기후변화협약을 실천할 수 있는 구속력이 있고 구체적인 목표와 이행방안을 명시한 교토의정서를 채택하였다. 교토의정서가 채택되기 전 선진국의 온실가스 배출량을 줄이기 위해서는 경제적 비용 부담이 커서 구속력 있는 감축목표 설정에 실패하였으나 선진국은 온실가스 증가에 관한 역사적 책임에 대한 요구를 회피할 수 없어 감축 목표에 합의하게 되었다. 교토의정서는 온실가스감축에 대한 법적 구속력을 갖는 국제 환경협약으로 지구의 기후변화를 방지하고 온실가스를 감축하기 위한 전 세계 국가가의 의무를 명시하고 있다.

교토의정서는 제1차 공약 기간인 2008년에서 2012년까지 기후변화협약 Annex I국가 38개국(기존 40개국에서 2개국은 제외됨)의 온실가스 배출량을 1990년 대비 평균 5. 2%를 의무적으로 감축하도록 규정하고 있다. 또한 온실가스 감축으로 인한 Annex I 국가들의 비용 최소화적으로 감축할 수 있도록 하기 위하여 공동이행제도(Joint Implementation, JI), 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM), 배출권 거래제(Emission Trading, ET)를 이행 수단으로 채택하였다(홍금우 외, 2008). 감축의무를 갖는 선진국은 공동이행제도와 배출권 거래제를 2008년부터 시행하고 있으며 청정개발체제는 우리나라 및 개도국이 참여하여 2000년부터 시행되었다.

배출권거래제는 교토의정서에 명시된 온실가스 감축의무가 있는 국가에 온실가스 배출 총량을 할당하고 감축의무를 초과달성한 국가의 잉여 배출권을 감축의무를 달성하지 못한 국가 즉, 배출 할당 총량 대비 초과 배출한 국가가 구입함으로써 배출 총량 쿼터를 준수하여 감축의무를 이행하는 제도이다.

공동이행제도는 기후변화협약에 명시된 Annex I 국가만 참여하여 선진국간 온실가스 감축 프로젝트를 수행하고 배출량 감축량의 일부를 투자한 국가의 감축량으로 인정하는 제도이다. 청정개발체제는 선진국이 개발도상국에 온실가스 감축 투자를 통해 감축한 감축량의 일부를 선진국의 감축실적으로 인정하는 제도이다.

교토의정서가 발효되기 위해서는 55개국이 비준하고 비준국의 1990년도 Annex I 국가의 이산화탄소 배출총량이 Annex I 국가 전체 배출량의 55% 이상이 되어야 한다. 교토의정서가 채택된 후 미국, 러시아, Australia가 비준하지 않았고 2001년 3월에 온실가스 최대 배출국인 미국이 의정서가 자국의 경제에 심각한 피해를 줄 수 있고 중국, 인도 등 온실가스 다 배출 개발도상국들이 의무 감축대상에 제외되었다는 이유로 반대를 하였다. 하지만 2004년 11월 러시아가 교토의정서를 비준함으로 교토의정서가 발효되었고 32개국이 비준한 Annex I의 국가 배출총량은 61.6%를 차지한다(박영우, 2005).

표 2-2 교토의정서 주요 내용

조항	구분	주요 내용
3조	목표년도	• 2008년 ~ 2012년
3조 부속서 A	감축대상 가스 및 기준년도	• CO_2, CH_4, N_2O : 1990년 기준 • HFCs, PFCs, SF_6 : 1990년 및 1995년 (각국 사정에 따라 HFCs, PFCs, SF_6가스의 기준년도는 1995년도 배출량 이용 가능)
부속서 B	온실가스 감축목표율	• 국가별 온실가스 감축목표 제시
3조	흡수원	• 개도국의 연구 및 관측 능력 배양 지원
4조	공동 달성	• 복수의 국가가 감축 목표를 공동으로 달성하는 것을 승인함
6조	공동이행	• 선진국이 공동으로 온실가스 저감을 위한 프로젝트를 실시하여, 감축된 배출 감축분 일부를 이전 또는 획득할 수 있게 함
12조	청정개발체제	• 선진국과 개도국 간에 공동으로 온실가스 감축 프로젝트를 개도국에서 감축한 온실가스의 일부를 선진국의 감축분으로 인정함
17조	배출권거래제	• 국가 간의 감축 할당량을 거래할 수 있게 함
25조	발효조건	• 55개국 이상 비준 • 비준국들이 1990년도 Annex I 국가의 이산화탄소 배출총량의 55% 이상을 차지 • 비준이 끝난 시점에서 90일 이후 발효

표 2-3 기후변화협약과 교토의정서 비교

구분	발효시기	비준국	우리나라의 비준시기
기후변화협약	1994.3.21	192	1993.12
교토의정서	2005.2.16	187	2002.1

2) 교토메카니즘

교토의정서는 효과적이고 경제적으로 온실가스를 감축하기 위해 공동이행제도(JI), 청정개발체제(CDM), 배출권거래제도(ET)와 같은 유연성 체제를 도입하였는데 이것을 교토메카니즘(Kyoto Mechanism)이라고 한다. 유연성 체제는 선진국이 온실가스 감축의무 이행할 때 감축목표를 자국 내에서 모두 이행하는 것에는 한계가 있다는 것을 인정하고 배출권의 거래나 공동사업을 통한 감축분의 이전을 통해 의무 이행에 유연성을 부여하는 것을 의미한다.

① 공동이행제도(Joint Implementation, JI)

Annex I 국가들 간에 온실가스 감축 사업을 공동으로 수행하는 것을 인정하는 제도로 한 국가가 다른 국가에 투자하여 온실가스를 감축하고 그 감축량의 일부를 투자국의 감축실정으로 인정해주는 체제이다.

② 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM)

선진국(Annex I)이 개발도상국(Non-Annex I)에서 온실가스 감축사업을 수행하여 달성한 감축 실적의 일부를 선진국 감축량으로 인정하는 제도이다.

CDM을 통해 선진국은 온실가스 감축량을 확보하고, 개발도상국은 선진국으로부터 기술이전과 재정 지원을 통해 온실가스를 감축하여 서로 협력하는 체제이다.

표 2-4 공동이행제도(JI)와 청정개발체제(CDM)비교

구 분	공동이행제체(JI)	청정개발체제(CDM)
사업 참여자	• 의무부담국(AnnexI 국가)만 참여(JI 사업크레딧(ERUs) 거래시 유치국 내에서 동일한 양 만큼 삭감)	• 의무부담국(AnnexI 국가) ↔ 비의무부담국(non-Annex I국가)
총괄기관	• JI Supervisory Committee(JISC)	• CDM Executive Board(EB)
인증기관	• Independent Entity(IE)	• CDM Operational Entity(OE)
감축량 크레딧	• Emission Reduction Units(ERUs)	• Certified Emission Reductions(CERs)
추진절차	• Track1 : JI 사업 유치국에서 자국 추진사업에 대한 감축량 검증(국가 온실가스 인벤토리 가이드라인에 따름) • Track2 : JI 인증기관(IE)에서 감축량 검증(JISC 승인 절차에 따름, CDM사업과 달리 베이스라인 방법론승인 및 등록 절차 생략)	• 사업계획서작성 → 타당성확인 → 등록 → 모니터링 → 검증 및 인증 → CERs 발행
베이스라인 방법론	• CDM 승인 방법론 적용 또는 개별사업에 맞게 수정 가능 • 개별사업 또는 여러 사업에 공통적으로 적용되는 베이스 라인 설정 가능 • 베이스라인 방법론의 적용성은 JI 인증기관에서 결정	• CDM EB 승인방법론사용 • 개별사업에 적합한 방법론 사용
소규모 사업	• 소규모 Bundling 사업에 대한 규모 제한 없음	• 소규모 Bundling 사업은 소규모사업 규모 기준을 초과할 수 없음

(http://ji.unfccc.int/Workshop/February_2007/index.html)

표 2-5 청정개발체제의 편익(에너지관리공단)

구분	내용
전 세계적 편익	• 온실가스 배출 감축 비용의 절감 • 민간부분의 참여 확대 • 세계적인 온실가스 감축 대책 이행의 가속화
개발도상국의 편익	• 외자유치를 위한 경제 활성화 • 온실가스 기술 이전 • 고용 창출 • 사회간접 자본 확충 • 에너지 수입 대체 및 에너지 효율 향상
선진국의 편익	• 온실가스 배출감축 비용의 절감 • 배출감축의무 달성에 유연성 확보 • 신기술 및 첨단기술에 대한 시장 확보 • 새로운 투자기회의 확대

③ 배출권 거래제(Emission Trading, ET)

Annex B에 소속된 온실가스 의무 감축 대상 국가가 의무 감축량을 초과달성하였을 경우 초과 달성한 감축량을 Annex B 소속의 다른 국가와 거래할 수 있도록 하는 것을 허용하는 제도이다. 감축의무를 달성하지 못한 국가는 미달성분을 다른 Annex B 국가로부터 구입하여 의무감축량을 달성할 수 있다. 즉, 온실가스 감축량을 시장의 상품처럼 매매를 허용한 것인데 배출권 거래제도가 시행될 경우, 각국은 배출량을 줄이고 초과달성한 감축량을 판매하여 수익을 획득할 수 있고 상대적으로 배출량을 감축하는데 비용이 많이 소요되는 국가는 배출권을 구입하여 배출목표를 달성하는데 시장 전체적으로 감축비용을 최소화하게 되어 결국 비용 효과적으로 온실가스를 감축하게 된다.

표 2-6 배출권 거래제의 장단점(에너지관리공단)

배출권 거래제의 장점	배출권 거래제의 단점
• 환경 목표를 최소비용으로 달성 가능 • 오염총량을 직접 관리 가능 • 배출권의 판매 및 구업업체에 기술 개발유인이 높음 • 효율적인 자원 배분을 촉진하는 가격 기구 역할	• 감시 행정 및 거래 비용이 큼 • 시장의 불확실성에 따른 위험 비용이 발생 • 적정 환경 목표 설정이 선행되어야 함

3) 포스트 교토 의정서(POST KYOTO PROTOCOL)

포스트 교토 의정서는 교토의정서 대상 기간 2008~2012년 이후의 온실가스감축 체제를 의미한다. 교토의정서의 채택 이후 10년 동안 이산화탄소 배출량이 20% 이상 증가하였고 온실가스 배출량 1위였던 미국이 자국의 경제와 산업 보호를 위해 교토의정서 비준을 거부하고 있는 상황이고 또한 온실가스 배출량이 급격히 증가한 중국과 인도 등 개발도상국은 감축의무국가에 포함되어 있지 않아 감축의무를 갖는 선진국이 반발하고 있으며 교토의정서는 1차 공약기간이 끝나는 2012년 이후는 효력을 상실하게 되므로 온실가스 감축을 위한 구속력 있는 다른 제제수단이 필요하게 되었다.

표 2-7 포스트 교토의정서의 주요 내용

주요 사항	내용
장기 협력 행동반 설치	• 협상 분야 : 감축, 적응, 기술, 재원 • 협상 종료 시점 : 2009년(15차 당사국 총회 보고, 포스트 교토 체제 논의)
구체적 감축 목표치 미정	〈선진국 감축〉 • 측정, 보고, 검증 가능(MRV)하며 적정한 국내적 감축 공약/행동실행(정량적 감축 목표 설정 포함) • 선진국 간 상응하는 노력이 필요(미국은 교토의정서 의무감축국의 노력에 상응하는 감축활동을 이행해야 함)
	〈개도국 감축〉 • 기술, 재정 및 능력 형성 지원에 의한 지속가능 발전의 맥락에서 측정, 보고, 검증 가능한 방법으로 국내적으로 정한 감축행동
적용 기금	• 의사결정 기구 구성, 사무국은 지구환경 금융, 기금 수탁처는 세계은행으로 결정
추가 재원 조성	• 개도국의 적응 지원을 위해 현행 청정개발체제(CDM)사업 CER을 부과하는 2% 적용 기금을 상향조정 및 공동이행체제(JI), 배출권거래제도에 부과금 징수하는 방안을 논의하기로 함
기술이전 메카니즘	• 기술이전 전문가 그룹을 향후 5년간 연장 합의
	• 협약의 이행 및 재정과 관련된 기술 개발 및 이전 문제를 다루기 위해 과학기술 자문 부속기구와 별도 이행 부속기구에서 신규 의제로 채택
산림전용방지	• 산림전용방지 뿐만 아니라 산림악화방지, 오존까지 인센티브 제공 대상범위로 확대키로 하고 관련 시범사업 추진 등을 통해 방법론 개발 추진
	• 인센티브 부여 방식에 대해서는 미합의
	• 소규모 조림/재조림 CDM 크레딧 상한선을 현행 대비 2배로 상향 조정(8천 →1만 6천 T)

※ 환경부, 발리 기후변화 총회 결과 및 대응 방안, 2007

포스트 교토의정서는 2005년 제11차 기후변화협약 당사국 총회에서 채택되었고 온실가스 배출량이 많은 중국, 인도, 브라질 등 의무 감축 비대상국의 참여를 위한 상호 협의가 진행되고 있다. 하지만 포스트 교토 의정서는 미국과 EU, 선진국과 개도국의 입장 차로 인하여 합의안(案)도출이 쉽지 않은 상황이다. 교토의정서 체제를 적극적으로 추진하는

EU는 교토의정서의 이행을 주도하며 온실가스 감축 및 에너지 사용 관리, 에너지 효율 관리를 위한 다양한 제도적 장치를 마련하고 강화하겠다는 입장을 피력하고 있으며 미국은 온실가스 감축 규제는 거부하지만 자발적인 에너지 절감·온실가스 감축 등 기술개발을 통해 온실가스 배출량을 줄이겠다는 입장을 고수하고 있다. 하지만 포스트 교토 체제의 합의를 위한 협상의 기초를 마련하였고 개발도상국의 기후변화 대응 지원을 위해 적응 기금의 운영 체제 마련, 기술 이전에 대한 재정지원 검토, 산림보전 및 전용 방지에 대한 지원체계를 마련하였다는 것이 중요하다.

II 기후변화 협약과 온실가스 감축

출처_'경상남도의 기후변화 대응방안에 관한 연구', 창원대학교 일반대학원, 김민정, 2011.6

1 기후변화 협약 배경

1972년 로마클럽의 「성장의 한계(the limits to Growth)」 발간에서 제기되기 시작한 지구온난화문제에 대한 논의는 1980년대 들어 이상기후로 인한 자연재해가 세계 각지에서 반발하면서 지구온난화에 대한 논의가 치열해졌다. 전 세계적으로 지구온난화에 대한 과학적인 근거가 필요하다는 인식이 확산되면서 1988년 유엔환경계획(UNEP, United Nations Environment Program)과 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)가 공동주관 하에 국제 과학자 그룹인 '기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)'를 설립해 활동을 시작했다. 이는 1989년 UNEP 각료이사회에서 조약 교섭, 1990년 세계기후회의각료선언으로 이어졌다.

1991년 지구 온난화 방지에 대한 국제적인 협약 내용에 대한 협상을 시작하여, 1992년 브라질 리우데자네이루에서 열린 환경 회의에서 UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change)가 채택되어 1994년 3월 21일에 발효되었다. 우리나라는 1993년 12월에 47번째로 가입하였고, 2009년 현재 200여개 나라가 가입하였다.

2 기후변화 협약의 주요내용

1) 목적

기후변화협약의 궁극적인 목적은 제2조에서 명시하고 있으며 인류의 활동에 의해 발생되는 위험하고 인위적인 영향이 기후시스템에 미치지 않도록 대기 중 온실가스의 농도를 안정화 시키는 것이다.

2) 기후변화협약 기본원칙

기후변화협약에서 협약서 제3조를 통해 기후변화협약 기본원칙은 다음과 같이 4가지로 규정하고 있다. 첫째, 공동 차별화된 책임 및 능력에 입각한 의무부담의 원칙, 둘째, 개발도상국의 특수사정 배려의 원칙, 셋째, 기후변화의 예측, 방지를 위한 예방적 조치 시행의 원칙, 넷째, 모든 국가의 지속가능한 성장의 보장원칙이 그것이다.

3) 의무부담체계

선진국은 과거로부터 발전을 이루어오면서 대기 중으로 온실가스를 배출한 역사적 책임이 있으므로 선도적인 역할을 수행하도록 하고, 개발도상국에는 현재의 개발사항에 대한 특수사정을 배려하되 공동의 차별화된 책임과 능력에 입각한 의무부담이 부여되어 있다. 따라서 모든 당사국이 부담하는 공통의무사항과 일부 회원국만이 부담하는 특정의무사항으로 구분하고 있다. 공통의무사항은 선진국과 개발도상국에 공통으로 적용되는 사항으로 각국은 모든 온실가스의 배출량 통계 및 국가이행사항을 당사국총회에 제출(선진국은 협약 발효 후 6개월, 개발도상국은 3년 이내 해야 하며, 기후변화방지에 기여하는 국가정책을 수립·시행해야 하고 이를 당사국총회에 보고해야 한다.

특정의무사항은 차별화원칙에 따라 협약 당사국을 부속서 Ⅰ(Annex Ⅰ), 부속서 Ⅱ(Annex Ⅱ) 국가 및 비부속서 Ⅰ(non-Annex Ⅰ) 국가로 구분하여 각기 다른 의무를 부담하도록 규정하고 있다. 부속서 Ⅰ 국가는 동구권을 포함한 40여개 국가로 역사적인 책임을

이유로 온실가스 배출량을 1990년 수준으로 감축하기 위하여 노력하도록 규정하였다. 부속서 Ⅱ 국가는 부속서 I 국가 중 OECD 가입국으로 감축 노력과 함께 개도국에 온실가스 저감에 대한 재정 및 기술이전의 의무를 가진다. 비부속서 국가는 부속서 I에 포함되지 않는 국가로 공통의무사항만 수행하면 된다.

표 2-8 부속서 Ⅰ · Ⅱ 국가

부속서 Ⅰ 국가(41)	
부속서 Ⅱ 국가(25)	그리스, 노르웨이, 뉴질랜드, 네덜란드, 독일, 덴마크, 룩셈부르크, 미국, 벨기에, 스페인, 스웨덴, 스위스, 오스트리아, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 영국, 유럽경제공동체, 아이슬란드, 캐나다, 터키, 포르투갈, 프랑스, 핀란드, 호주
라트비아, 러시아연방, 루마니아, 리투아니아, 리히텐슈타인, 모나코, 벨라루스, 불가리아, 슬로베니아, 슬로바키아, 우크라이나, 에스토니아, 폴란드, 크로아티아, 체코슬로바키아, 헝가리	

4) 이행사항

기후변화협약 체결 이후 협약에 가입한 국가를 당사국이라고 하며, 이들 국가들이 매년 한 번씩 모여 협약의 이행방법 등 주요사안들에 대하여 결정하는 자리를 기후변화협약당사국 총회라고 한다. 따라서 당사국 총회는 협약에 대한 최고의 의사결정기구라고 할 수 있다. 2009년까지 총 15회의 당사국총회가 이루어졌으며, 제15차 당사국 총회는 덴마크 코펜하겐에서 2009년 개최되어 전 세계 온실가스 감축 방안을 담은 '코펜하겐 합의문(Copenhagen Accord)'에 합의하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

표 2-9 기후변화협약의 논의과정

구 분	장 소	주요 논의 내용	주요 결과
COP1 (1995)	독일 (베를린)	• 선진국의 의무사항 강화 • 2000년 이후 온실가스 감축안정화 논의	• COP3까지 2000년 이후 온실가스 감축 및 안정화에 대한 대책수립, 베를린결의 (Berlin Mandate)
COP2 (1996)	스위스 (제네바)	• 베를린결의에 따른 기후변화협약 강화노력 계속화	• 개발도상국의 국가보고서 작성 합의 • 각료선언
COP3 (1997)	일본 (교토)	• 선진국, 개도국의 감축의무 • 감축의무 이행 보조수단 도입	• 선진국의 감축의무 합의 및 설정 • 개도국 감축의무 논의 연기, 교토의정서
COP4 (1998)	아르헨티나 (부에노스 아이레스)	• 교토의정서 이행에 관한 선진국과 개도국간 쟁점사항논의	• 6개 쟁점사항에 대한 시행방안을 COP6까지 타결 • 부에노스아이레스 행동계획 (BAPA)
COP5 (1999)	독일 (본)	• 아르헨티나 자국의 자발적인 감축목표 발표	• 아르헨티나는 자국의 경제성장에 연동된 온실가스 배출목표 제시
COP6 (2000)	네덜란드 (헤이그)	• 교토의정서 이행방안 협상	• 교토의정서 이행방안 협상실패
COP6 속개회의 (2001)	독일 (본)	• 교토의정서 이행방안 협상	• 교토의정서 이행골격 합의 • 본 협정 (Bonn Agreement)
COP7 (2001)	모로코 (마라케쉬)	• 교토의정서 이행방안 협상	• 교토의정서 이행방안 최종합의 • 마라케쉬선언 (Marrakesh Accords)
COP8 (2002)	인도 (뉴델리)	• 교토의정서 발효 이후 대응 방안	• 기후변화와 개도국의 지속가능한 발전 촉진 선언 • 델리선언문(Delhi Declaration)
COP9 (2003)	이탈리아 (밀라노)	• 협약 이행결과 검토 • 개도국 지원, 기후변화 대응 조치평가	• 개도국 기술 및 재정지원 방안 • 선진국의 개도국내 조림활동에 대한 청정개발체제 적용방안
COP10 (2004)	아르헨티나 (부에노스 아이레스)	• 기후변화의 완화 및 적응 • 교토의정서체제('08~'12) 이후의 의무부담 • 협약 10주년 실적평가 및 향후전망	• 적응 및 대응조치에 관한 부에노스아이레스 활동 채택 • 완화관련 미해결 쟁점사항 합의 • 1차 공약기간 이후 의무부담에 관한 비공식 논의 착수
COP11 (2005)	캐나다 (몬트리올)	• 2012년 교토의정서 1차 공약기간 만료 후 후속대책 협상시작 • 기후변화를 완화시키기 위한 개발도상국의 참여방안에 대한 문제 제기	• 교토의정서 이행절차보고 방안을 담은 19개의 마라케쉬 결정문을 승인 • 2012년 이후 기후변화체제 협의회 구성(two track approach)에 합의
COP12 (2006)	케냐 (나이로비)	• 새로운 온실가스 감축수단 창출 방안 논의 • 인센티브 지급방식에 의한 개도국의 지속가능한 발전 추진 방안	• 선진국의 추가 의무부담 결정을 위한 온실가스 감축 잠재량 및 감축 수단 조사 등의 작업계획 확정
COP13 (2007)	인도네시아 (발리)	• 포스트 교토 감축목표 수립	• 온실가스 장기 대응 논의체제 합의
COP14 (2008)	폴란드 (포즈난)	• COP15까지의 명확한 작업계획 설정	• 2009년 협상일정 합의 • 적응기금 운용 근거 마련 • 개도국 세분화 및 기술이전, 재원지원 문제 논의
COP15 (2009)	덴마크 (코펜하겐)	• 기후변화 대응을 위한 정치적 합의 도출	• 코펜하겐 합의문
COP15 (2010)	멕시코 (칸쿤)	-	• 칸쿤패키지

※ 자료 : 박진호(2010a) 참고하여 재작성[10)]

10) 박진호.「경상남도기후변화대응종합계획」. 경남발전연구원. 2010a

즉, Annex I 국가들은 2020년까지 수량적 감축목표를 달성키로 약속(commit to implement the quantified emissions targets)함에 따라 2010년 1월 31일까지 협약 사무국에 감축목표를 제출해야 한다. 감축목표는 지구온도 상승을 2℃ 이내 유지하는 수준 및 IPCC 제4차 보고서 등 과학에 기반한 연구결과가 권고하는 수준을 고려하여 정해야 한다.

감축 이행은 Annex I 국가의 경우 국제적 검증(MRV)을 거치며, Non-Annex I 국가의 경우 감축행동을 이행(will implement mitigation actions)하고 2010년 1월 31일까지 협약 사무국에 감축행동을 제출해야 한다.

Non-Annex I 국가들의 감축 이행은 국내적 검증을 거치되 매 2년 마다 보고하고 개도국 감축행동(NAMA) 등록부(Registry) 제도를 도입해야 한다. 다만 등록대상은 선진국의 지원을 희망하는 개도국의 감축행동(supported NAMA)만을 규정하고 있다. 한편, 재원체제에 대해 방향을 제시하고 있는데 2010~2012년간 300억불 규모의 Fast Start Fund에 합의하고 2020년까지 매년 1,000억불의 재원을 마련해야 한다.

Ⅲ 국가 녹색성장 추진 정책

출처_'UNEP 발간 한국녹색성장 정책보고서(번역본)', 2009

1 녹색성장 5개년 계획

정부는 2009년 7월, 녹색성장전략 추진을 위한 중기 계획의 일환으로 녹색성장5개년 계획(5YGGP)을 발표하였다. 이 5개년 계획은 2009~2013년 기간 동안에 녹색성장을 달성하기 위한 실질적 실행방안이다.

5개년 계획은 기존의 Green New Deal정책에 포함되었던 정책들 중 일부를 포함하고 있다. 5개년 계획은, 4대강 살리기 사업이라든지, 2009년 1월 13일에 발표되었던 '신성장동력 추진전략'에 포함되었던 프로젝트들 그리고 새로이 추가된 프로젝트 등으로 구성되어 있다. 한국정부는 2009년부터 2013년까지 약 107.4조원을 투입할 계획이다. 5개년

계획에는 기존의 Green New Deal 정책에 포함되었던 사업들이 확장된 것들도 있으며, 또 기존 사업들 중 일부는 중요성 측면을 감안하여 축소 조정된 경우도 있다.

녹색성장국가비전은 3대 전략, 10대 정책방향, 그리고 50개 핵심프로젝트로 구성되어 있다.

3대 전략은 다음과 같다.

1) 기후변화 적응 및 에너지자립
2) 신성장 동력 창출
3) 삶의 질 개선과 국가위상 강화

[녹색성장국가비전 3대 전략 및 10대 정책방향]

3대 전략	Policy directions
기후변화 적응 및 에너지 자립	효율적 온실가스 감축
	탈석유・에너지자립 강화
	기후변화 적응역량 강화
신성장 동력 창출	녹색기술 개발 및 성장동력화
	산업의 녹색화 및 녹색산업육성
	산업구조의 고도화
	녹색경제 기반 조성
삶의 질 개선과 국가위상 강화	녹색국토・교통의 조성
	생활의 녹색혁명
	세계적인 녹색성장 모범국가 구현

5개년 계획은 현재 법 제정 단계에 있는 저탄소녹색성장기본법에 그 근거를 두고 있다. 5개년 계획은 저탄소 녹색성장비전 실현을 위한 국가정책의 기본방향을 제시한다. 5개년 계획은 연도별 달성목표, 투자계획 수행주체 등 실행방안을 구체적으로 포함하고 있다.

녹색성장추진을 위하여 한국정부는 2009~2013년까지 107.4조원(US$836억)을 투입할 계획이다. 이 같은 규모는 GDP 대비 2% 수준으로서, 향후 5년간 182~206조원(US$1,417억 ~ US$160.3십억)의 생산유발효과, 그리고 118~147만명의 고용유발효과를 창출할 것으로 한국 정부는 예상하고 있다.

2 10대 정책방향

녹색성장국가전략에 포함되어 있는 10대 정책방향은 다음과 같다.

1) 효율적 온실가스 감축
2) 탈석유 · 에너지자립 강화
3) 기후변화 적응역량 강화
4) 녹색기술 개발 및 성장동력화
5) 산업의 녹색화 및 녹색산업육성
6) 산업구조의 고도화
7) 녹색경제 기반 조성
8) 녹색국토 · 교통의 조성
9) 생활의 녹색혁명
10) 세계적인 녹색성장 모범국가 구현

아래에서는 이들 10대 정책방향에 대하여 간략히 언급한다.

1) 효율적 온실가스 감축

한국의 온실가스 배출량은 OECD 6위 수준이다. 녹색성장전략에는 탄소배출 저감을 위하여 법적 제도적 정비, 배출권 거래제, 국가온실가스배출 인벤토리 작성에 관한 내용 등을 포함하고 있다. 한국은 온실가스배출과 관련하여 자발적 감축 목표를 2009년에 발표하였다.

한국은 배출권거래제, 새로운 자동차 배출 기준, 폐기물 에너지화 프로그램, 저탄소 교통수단으로의 전환, 발광다이오드(LED) 도입, 그리고 건물부문에서의 단열 기준 강화 등을 추진할 계획이다. 한국의 온실가스 배출량은 OECD 6위 수준이다. 녹색성장전략에는 탄소배출 저감을 위하여 법적 제도적 정비, 배출권 거래제, 국가온실가스배출 인벤토리 작성에 관한 내용 등을 포함하고 있다. 한국은 온실가스배출과 관련하여 자발적 감축 목표를 2009년에 발표하였다.

탄소배출 저감을 위한 또 다른 노력으로 한국정부는 탄소저장 및 포집(Carbon Capture and Storage, CCS)을 강화할 계획이다. 이를 위해 한국정부는 2010년까지 온실가스 종합관리 시스템을 마련할 계획이다.

한국은 산림지역이 전국토의 약 2/3를 차지한다. 이 같은 산림자원은 CCS에 상당부분 기여할 것으로 예상된다. 한국정부는 산림의 탄소저장량을 2013년까지 1,613백만톤CO_2까지 확대할 계획이다. 아울러, 5개년 계획에는 북한지역의 산림 복구 지원을 통해 그린 한반도를 구현하는 계획이 포함되어 있다.

탄소포인트 시스템도 탄소배출 저감에 기여할 전망이다. 2008년 10월, 한국 환경부는 민간이 참여하는 그린스타트 운동을 출범시킨 바 있다. 그린스타트 운동은 정부 관련 기관 및 지방정부 그리고 시민그룹들이 주축이 되어 출범되었으며, 일반 시민들의 참여 확대를 위해 지속적으로 노력하고 있다.

[한국의 중기 온실가스 감축 목표]

한국 정부는 2009년 8월, 국가 온실가스 중기(2020년) 감축목표 설정을 위한 의견 수렴 작업에 들어갔다고 밝혔다. 이 같은 의견수렴 작업은 다수의 관련 기관들이 참여한 감축잠재력 연구에 기초하고 있는데, 이들 기관들은 2020년 기준 한국의 온실가스 감축목표와 관련하여 세가지 시나리오를 제시하였다.

* 시나리오 1 : BAU 대비 21% 저감 (2005년 수준 대비 8% 증가)
  - 단기적으로는 비용이 발생하나 장기간에 걸쳐 이익이 큰 감축 수단을 주로 적용
* 시나리오 2 : BAU 대비 27% 저감 (2005년 수준 동결)
  - 시나리오1과 함께 CO_2 톤당 5만원 이하의 감축수단을 추가적으로 적용
* 시나리오 3 : BAU 대비 30% 저감 (2005년 수준 대비 4% 감소)
  - 감축비용이 높은 수단을 공격적으로 도입할 경우

한국의 온실가스 배출량이 1990~2005년 기간동안에 두배 이상 증가한 것을 고려할 때, 향후 15년 이내에 현재의 추세를 전환시키고 추가 배출량 증가를 억제하고자 하는 한국정부의 감축목표안은 야심찬(ambitious and robust) 수준으로 평가된다.

한국 정부는 세가지 시나리오를 제시하였으며, 향후 산업계, 시민단체와의 간담회, 공청회 등을 통하여 3가지 시나리오에 대해 심도있게 토의할 예정이다. 최종 중기 감축 목표는 2009년내에 결정될 예정이며, 그 시기는 의견 수렴 과정의 진척여부 등을 고려하여 결정될 예정이다.

5개년 계획은 기후변화영향평가 및 사회기반시설, 건강, 수자원관리, 농업, 생물다양성, 주거 등에 미칠 기후변화의 영향 등에 대비하기 위한 실행계획(action plan) 및 대응방안과 관련된 정책수단들을 포함하고 있다. 또 한국은 기후변화감시 및 예측 능력 향상을 통한 정보신뢰성 향상을 위해 노력할 계획이다.

수자원확보는 기후변화적응 목표에 있어서 중요한 부분을 차지한다. 이러한 차원에서 한국정부는 4대강 살리기 사업 등을 통하여 2013년까지 총 200억㎥의 수자원을 확보할 계획이다. 한국 정부는 산림보호 및 산림생태시스템 관리 프로그램 등을 통한 생물 보전

기반시스템을 구축할 계획이다. 한국 정부는 국가산림자원 총량을 2009년 862백만㎥에서 2013년 953백만㎥로 증가시킬 목표라고 밝히고 있다.

2) 에너지효율 향상 및 신재생에너지 개발

녹색성장 5개년 계획은 화석연료의 의존성을 줄이고 에너지 자체공급율을 증가시키고자 한다. 또한 온실가스를 많이 배출하는 산업을 대상으로 하는 도구를 포함하고 있으며 정부와 에너지다소비회사에 에너지소비를 줄이기 위한 "협상조약"을 계획하고 있다. 운송 분야에서 한국은 자동차에너지효율기준을 인상하고 에너지다소비운송회사들이 보고해야하는 기관을 증가시키고자 한다. 2013년에는 백열등 사용금지를 도입하며 전기세구조를 가격기반구조로 전환할 예정이다.

에너지효율은 2009년 현재 0.317(1톤의 기름eq./1000USD)에서 2013년에는 0.290, 2020년에는 0.233으로 향상시킬 예정이다. 이런 계획을 실행하기 위해서 녹색성장 5개년 계획은 하이브리드 전기자동차, 엄격한 에너지효율기준 도입, 에너지보전과 그린빌딩, 에너지보전 시설에 대한 투자 홍보 등의 도구들을 시행하고자 한다.

2030년에는 스마트그리드가 도입되어 모든 전자기기들이 연결되어 전력생산을 효율적으로 관리, 배분 할 수 있는 디지털기술이 설립될 것이다. 정보 기술을 기반으로 한 네트워크는 합리적인 에너지소비를 하게 해준다. 게다가 생산변화폭이 큰 태양에너지 또는 풍력에너지와 같은 신재생에너지를 전력네트워크에 연결하고 소비자들에게 안정적으로 전력을 공급하게 할 것이다. 이 시스템은 이산화탄소배출을 줄이고 에너지안보를 향상시키는데 큰 기여를 할 것으로 기대되고 있다.

재생에너지를 개발하는 것은 녹색성장 5개년 계획의 중요한 파트이다. 2009년 현재 2.7%인 신·재생에너지비율을 2013년에는 3.78%로 2020년에는 6.08%로 증가시키고자 한다. RPS(renewable energy portfolio standard)가 2012년에 적용되며 공공기관의 경우 향후 10년 동안 전력의 3%를 재생에너지로 사용해야만 하며 2020년에는 10%로 증가시켜야만 한다. RPS와 함께 재생에너지인증(REC)시스템을 설립하여 RPS의무자들에게 공급과 인증의 거래를 가능하게 한다.

재생가능한 연료 형태는 재생에너지의 또 다른 노력의 결과이다. 한국은 수송용 바이오연료 혼합사용 의무제를 도입하고자 하며 운송용 연료공급자들에게 바이오디젤, 바이오에탄올, 바이오가스사용을 의무화시킬 것이다. 연료공급자들은 2012년에는 바이오디젤을 운송용연료 중 3%로 공급하여야만 하며 2020년에는 7%까지 증가시켜야만 한다.

경제적 인센티브제도를 통하여 집과 소규모 건물에서의 재생에너지, 예를 들어 태양에너지사용을 증가시키고자 한다. 한국은 신·재생에너지를 사용하는 그린홈을 2백만 호 건설하고자 하며 2010년에 백만그린홈 건설을 시작하여 그와 함께 현존하는 백만 가구를 그린홈으로 바꿀 것이다. 2020년에는 전국 8개 지역에 14개 "환경에너지타운"을 건설하여 폐자원의 효율적인 사용, 그린전력, 바이오매스사용을 지원할 예정이다. 소규모지역사회에는 800개의 저탄소녹색마을이 건설될 예정이다.

폐기물을 에너지로 전환하는 사업 또한 녹색성장 5개년 계획의 일원이다. 한국의 단위지역 당 배출되는 폐기물은 미국의 9배이며 프랑스의 3.5배이다. 2006년 한국에서 배출된 폐기물은 320,000톤 이었으며 2000년 이래로 계속 증가하였다. 한국의 재생에너지 중 폐기물에서 나오는 에너지가 76%를 차지하고 있다. 정부는 이런 잠재력을 개발시키기 위해 폐기물-에너지, 농업과 수산업 의존 바이오매스, 저탄소 녹색마을 건설, 산림바이오매스를 활용하여 "폐기물과 바이오매스 에너지발전프로젝트"를 실행하고자 한다. 2013년에는 3.86백만 톤의 폐기물에서 에너지를 얻어내기 위해 48개의 환경설비들이 설치될 예정이다. 게다가, 17개의 설비가 쓰레기소각로의 열을 재회수하기 위해 설치될 예정이다. 현존하는 화학산업의 기술도 재생에너지발전을 촉진시키기 위해 사용될 것이다.

핵발전기술의 핵심기술 개발과 핵발전의 역할 증대 또한 녹색성장 5개년 계획에 포함되어 있다. 정부는 2012년에 핵발전을 완전히 지역화하기를 꾀하고 있으며 2013년부터 핵발전시설을 수출하고자 한다. 또한 한국은 핵발전이 차지하는 비율을 2009년 24%에서 2013년에는 27%, 2020년에는 32%로 증가시키고자 한다.

3) 녹색기술 개발 및 성장동력화

기술은 녹색성장을 추진하는데 있어서 결정적인 부분이다. 녹색성장 전략에서, 녹색기술 개발은 뉴딜의 한 부분으로써 이루어지는 대규모 기반시설에 대한 투자의 초기 단계 이후로 국가의 중장기 경제적 구조전환(transformation)의 기둥으로 여겨지고 있다. 위에 논의된 바와 같이 녹색뉴딜은 단기적으로 일자리를 창출하고 주로 4대강 복원과 같은 대규모 사업을 통해 경제를 회생시킨다는 의미이다(아래 다시 논의될 것이다). 그러한 사업은 환경 관련 건설, 제조분야에 약 920,000의 일자리를 창출할 것으로 예상되는데 그중 68.8%는 육체노동자가 될 것으로 전망된다.

녹색기술발전을 위하여 한편으로는 전문직, 기술직 노동자의 일자리 창출이 시도되고 있다. 5개년 개획의 기술부문은 2009년 1월 13일 한국 정부에 의해 발표된 "신성장동력

전략"으로 요약되고 있다. "신성장동력 전략"은 녹색성장 5개년 계획(이하 5개년 계획)의 부분으로써 정부가 경제성장을 위한 새로운 성장동력을 제공할 잠재력을 가지고 있는 것으로 평가하는 27개 핵심기술로 재분류 될 수 있다(표 4 참조). 27개 핵심기술은 다양한 정부부처의 전문가, 민간부분, 학계, 시민사회의 전문가 자문을 거쳐서 선정된 것이다.

이러한 27개 기술은 한국의 시장잠재력과 기술 성숙도 수준에 따라 (i)단기집중투자기술 (ii)중기집중투자기술 (iii)장기집중투자기술 (iv)장기점진투자기술 등 4가지 분류체계로 나뉜다.

이러한 기술적 전환을 성취하기 위하여 상당한 투자계획이 연구개발, 기술상용화부문에 배치되고 있다. 전체투자에서 2조 8천억원(2.2백만 달러)이 넘는 부분이 2013년까지 녹색기술 프로젝트의 기금으로 확보되었다.

녹색기술의 개발은 2012년까지 481,000개, 2020년까지 118만개의 일자리를 창출할 것으로 기대되고 있다. 또한 그것은 2020년까지 1억 3천만 CO_2톤을 감축할 수 있을 것으로 전망된다.

[27대 중점 육성 녹색기술 현황(27대 핵심기술)]

기후변화대응 예측기술	1. 기후변화예측 및 모델링 개발 기술	(4)
	2. 기후변화 영향 평가 및 적응기술	(4)
에너지원 기술	3. 실리콘계 태양전지의 고효율 저가화 기술	(1)
	4. 비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심원천기술	(4)
	5. 바이오에너지 생산요소 기술 및 시스템 기술	(4)
	6. 개량형 경수로 설계 및 건설 기술	(1)
	7. 친환경 핵비확산성고속로 및 순환핵 주기 시스템 기술	(3)
	8. 핵융합로 설계 및 건설기술	(3)
	9. 고효율 수소제조 및 수소저장 기술	(3)
	10. 차세대 고효율 연료전지 시스템 기술	(3)
고효율화 기술	11. 친환경 식물성장 촉진 기술	(3)
	12. 석탄가스화 복합발전 기술	(3)
	13. 고효율 저공해 차량 기술	(2)
	14. 지능형 교통·물류 기술	(4)
	15. 생태공간 조성 및 도시재생 기술	(3)
	16. 친환경 저에너지 건축 기술	(3)
	17. Green process 기술	(2)
	18. 조명용 LED 및 그린 IT 기술	(1)
	19. 전략 IT 및 전기기기 효율성 향상 기술	(3)
	20. 고효율 2차전지 기술	(2)
사후 처리 기술	21. 이산화탄소 포집, 저장 및 처리기술	(3)
	22. Non-CO_2 처리 기술	(2)
	23. 수계 수질 평가 및 관리 기술	(2)
	24. 대체 수자원 확보 기술	(2)
	25. 폐기물 저감, 재활용, 에너지화 기술	(2)
	26. 유해성 물질 노출 모니터링 및 처리기술	(3)
무공해 산업 기술	27. 가상현실 기술	(2)

(1) 단기집중형 투자, (2) 중기집중형 투자, (3) 장기집중형 투자, (4) 장기점증형 투자

IT 분야의 사업은 경제와 사회를 통해 IT의 사용을 증진시키는데 공헌할 것이다. 이러한 사업의 투자는 2013년까지 4.2조원(미 달러 330만 달러)에 달할 것으로 예상된다. 녹색성장위원회는 이 사업이 2009년에서 2013년까지 7.5조원(미 달러 580만 달러)의 생산을 유발하고 52,000개의 일자리를 창출하고 2013년까지 탄소배출을 180만 톤 감축할 것으로 추정하고 있다.

한국 경제에서 주요 산업의 "녹색화"는 예상되는 기술적 전환의 또다른 중요한 측면이다. 이것은 철강, 섬유, 직물, 석유화학, 조선 산업의 생산과정에서 자원효율성과 에너지 효율성을 높일 수 있을 것이다. 한국 정부는 연구개발과 시설 개선에 관한 투자에 노력을 집중하고 있다.

2013년, 한국은 폐기물자원과 녹색전력, 바이오메스, 다른 신재생에너지를 주로 사용하는 녹색산업단지를 구축할 예정이다. 마지막으로, 한국정부는 대기업, 중소기업사이에 녹색협력을 장려할 것이다. 대기업과 중소기업 간의 녹색협력은 연료효율성과 배출량 감축을 위한 선진기술의 발전의 가속화를 도울 것으로 전망된다.

5개년 계획은 서비스산업의 성장을 촉진하고 환경과 자연자원에 대한 영향을 최소화하는 잠재력을 가진 첨단기술을 개발하는데 초점을 맞춘 정책들을 포함하고 있다. 이것은 로봇공학, 나노신소재(ANP), IT융합 첨단제품, 생물의학, 원거리통신, 정보기술, 방송서비스를 포함한다. 다음 5년에 걸쳐, 10.9조원(미 달러 848억 달러)이 이러한 산업 발전을 육성하기 위하여 투자된다. 한국정부는 원거리통신과 방송서비스 분야에서 수출이 현재의 520억 달러에서 1237억 달러로 두 배 이상 증가할 것으로 내다보고 있다.

4) 녹색경제기반조성

녹색성장 전략의 정책구조를 형성 할 법적, 규제적, 재정적, 경제적 수단이 녹색성장 5개년 계획에 포함되어 있다. 지역탄소시장의 세부적인 사항(탄소가격 책정, 적용 될 산업군 등)이 아직 명확히 정의되지 않았지만, 2010년에 설립 될 지역 탄소시장도 이 정책구조의 한 부분을 담당하고 있다.

개별사업자에게는 특정 관련 인센티브가 지원된다. 이러한 인센티브에는 세금혜택, 장기-저리 녹색채권발행, 녹색펀드 등과 같은 안정자금 지원책과 녹색관련 수입의 감세혜택도 포함하고 있다. 녹색 프로젝트를 위한 신용보증은 2009년 2.5조원(US$1.9 billion)에서 2013년 7조원(US$5.4 billion)으로 증가할 전망이며 정부는 그린 사모펀드를 발행할 예정이다.

이러한 전략에는 총 수입의 10%정도를 차지하고 있는 에너지관련 지출을 보이는 저소득 계층에게 2009년 7.3%에서 2013년 5%로 에너지소비를 낮춤으로 에너지 복지를 향상시킬 계획도 포함하고 있다.

5) 녹색도시와 녹색 수송

수송분야에서의 전략은 2013년까지 총 수송의 55%까지 대중교통의 역할을 증가시키는 것이다. 이러한 점에 있어서, 철도의 이용은 2009년 19%에서 2013년 30%까지 증가 할 것이다. 2009년부터 2018년까지 국토 전역에 4대강 수변구역을 따라 약 1,700km의 자전거 도로가 설치됨에 따라 자전거의 이용도 장려 될 것이다. 따라서 2009년 1.5%의 자전거 이용은 2013년 5%까지 증가할 전망이다.

6) 생활의 녹색혁명 - 교육 및 라이프스타일

교육과 정보 제공을 통한 행동약식의 변화를 유도하기 위한 정책수단이 구상되고 있다. "녹색 생활양식"에 관한 교육 프로그램은 녹색성장을 지지하기 위해 필요한 태도의 변화를 장려하는데 초점을 맞추고 있다. 이 분야의 수단은 2009년 1월에 시작된 탄소 라벨링 제도의 확대와 새로운 "녹색 생활양식 지수"를 포함하고 있다.

[한국의 탄소 라벨링 제도]

2008년 7월 이후, 한국의 환경부는 저탄소 소비를 유도하기 위해 10개의 상품에 탄소 라벨링이라는 시범 사업을 수행해왔다. 탄소 라벨링 제도는 2009년 7월에 전면 시행되었고, 이 제도의 목적은 생산, 유통, 사용, 그리고 폐기까지 이르는 상품 전 생애에서 배출되는 이산화탄소와 다른 온실가스의 총량을 표기하는 것이다. 한국의 환경부산하 한국환경산업기술원은 저탄소 상품의 인증에 관한 업무를 수행하고 있으며, 생산자들은 인증을 얻기 위해 자발적으로 지원하고 있다.

한국은 환경친화적인 상품의 소비 증대를 위해 중앙정부 및 지방정부 기관은 녹색구매법(녹색소비 헌장)을 도입하였다. 친환경상품의 개별소비는 탄소포인트 제도에 의해 유도 및 촉진되며, 이 제도는 저탄소 상품을 구매하는 소비자들에게 탄소포인트를 부여하는 제도이다. 탄소포인트는 공공시설을 사용할 때 사용될 수 있다.

7) 세계적인 녹색성장 모범국가 구현

한국정부는 녹색성장에 있어서 리더십과 국제적 협력을 보증하는데 목표를 설정하고 있다. 그렇게 함으로써 한국은 기후변화에 대응하고자 하는 전지구적 노력에 능동적으로 동참하고자 하며 환경성과지수(EPI)의 순위를 올리고 공적개발원조(ODA)에 있어서 환경 관련원조의 할당을 늘리려고 계획하고 있다.

Ⅳ 국가 기후변화 적응 대책

출처_'기후변화 영향에 따른 산업별 취약성 분석과 적응방안', 건국대학교 대학원 산업공학과, 전현직, 2011. 5

1 국제적 동향

1) 기후변화 협약과 취약성 및 적응 관계

기후변화와 관련된 UN의 기후변화협약 총회가 2010년 12월 멕시코 칸쿤(Cancun)에서 열려 당사국(COP 16) 총회가 지금까지 총 16차례 이루어졌다. 유엔기후변화협약 당사국 총회에서 193개국이 온실가스 감축을 위해 구속력은 없지만 지속적인 노력을 하기로 합의했다. 그러나 Post-2012에서는 의무감축 대상 참여국의 수를 증가시키고 전 세계적으로 노력하고 있고, 우리나라도 2012년 후에는 기후변화에 의무적으로 동참해야할 국가로 분류될 가능성이 높은 만큼 기후변화의 세계적 흐름에 동참하도록 노력해야 한다. 다음 표는 기후변화 협약에서 정의하는 적응 관련 규정사항들이다.

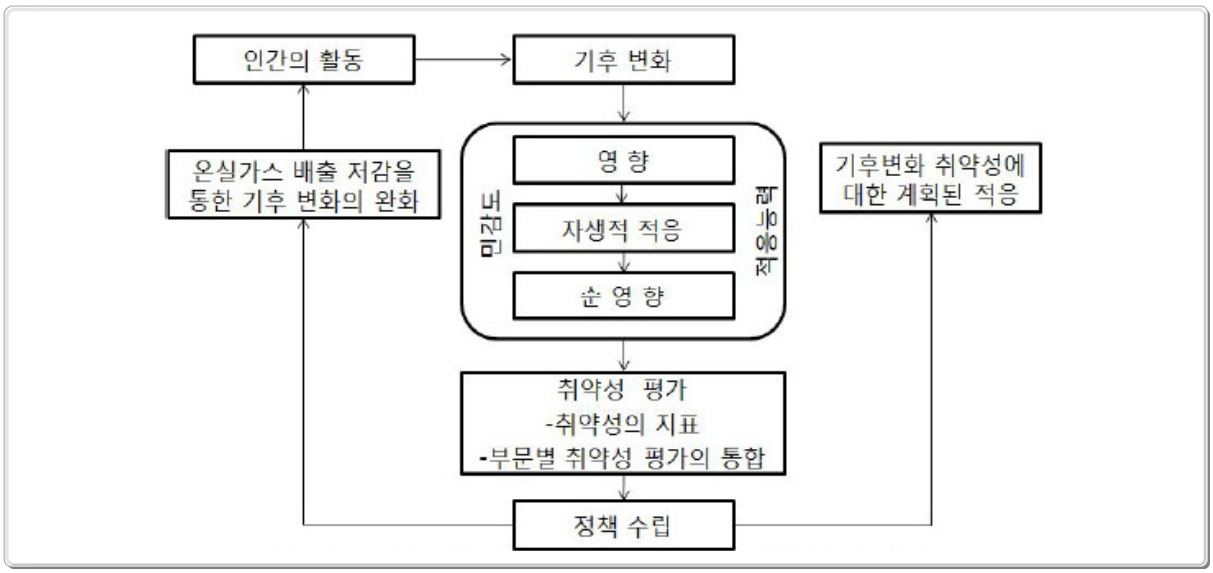
표 2-10 기후변화 협약에서의 적응관련 규정

조 항	내 용
제2조 목적	안정화 수준에 대해 생태계까지 기후변화에 자연스럽게 「적응」 할 수 있는 기간 내 달성
제4조 약속	모든 협약 국가 참여
1항(b)	기후변화에 대한 적응을 용이하게 하기 위한 조치
1항(e)	적응을 위한 준비에 대한 협력(연안지역, 수자원, 농업에 대한 간벌, 사막화, 홍수에 의한 영향을 받는 지역의 보호」 회복을 위한 계획 작성)
1항(f)	적응을 위한 사업·조치에 의한 악영향을 최소화하기 위한 적절한 방법(예를 들어 영향평가)을 사용할 것 등
4항	부속서 Ⅱ 협약국은 악영향을 받기 쉬운 개도국이 적응하기 위한 비용을 지원
8항	자금공여, 보험, 기술이전을 포함한 조치에 대한 고려(「A.도서국」 등, a~h까지 구체적으로 취약한 국가에 대한 리스크 수록)
9항	자금공여, 기술이전에 대해서는 최빈국에 대해 특히 고려(COP7에서 국가별 적응행동계획(NAPA)의 개념으로 발전)

※ 자료 : 에너지관리공단, 에너지부문 기후변화 영향평가 및 적응기반 구축방안 연구, 2010.1

2001년 IPCC는 기후변화 영향과 적응 사이의 관계를 취약성이라는 개념과 함께 그림 2-1과 같이 설명했다. 인간의 활동으로 기후변화가 일어나고, 이러한 기후변화로 인해 한 시스템은 변화하게 되는데, 이것을 바로 영향이라고 한다.

그림 2-1 기후변화의 영향, 취약성, 적응간의 관계



이러한 기후변화의 영향에 의한 피해를 최소화하기 위해, 동식물과 생태계 등은 새로운 지역으로 이동할 수 있으며, 인간은 식량을 교체하는 등 행동 양식을 변화시키거나 타 지역으로 이주함으로써 새로운 기후에 대처해나갈 수 있도록 자생적 적응을 한다. 또한 기후변화에 따른 영향에서 이러한 시스템의 자생적인 적응을 하지 못한 것을 빼면 순영향이 남는다. 시스템의 취약성은 그러나 이 순영향만으로 결정되는 것은 아니다. 2005년 UNDP는 시스템에 가해지는 순영향과 그 시스템이 가지고 있는 적응능력을 함께 관련지어 취약성을 정의했는데, 취약성이란 노출, 교란이나 스트레스로 인해 시스템이 얼마나 쉽게 영향을 받는가에 대한 정도이다. 이러한 취약성을 기반으로 하여 기후변화를 완화하는 정책이나 기후변화에 적응하는 정책을 수립하게 된다. 즉, 적응을 검토하기 위해서는 기후변화의 영향과 취약성 평가가 선행되어야 함을 의미한다. 좀 더 세부적으로 취약성을 정의하면 '기후변동성이나 극단적인 기상현상을 포함하는 기후변화의 악영향에 대하여 어떤 시스템이 받아들일 수 없을 정도, 혹은 대처할 수 없을 정도'로 정의할 수 있으며 이는 시스템이 노출된 기후변동의 크기와 속도, 시스템의 민감도, 시스템의 적응능력의 함수이다.[11] 따라서 UNDP는 취약성을 어떤 시스템의 기후변화에 대한 민감도와 적응 능력의 함수로 보고 다음과 같이 정의했다.

취약성(Vulnerability) = f [민감도(Sensibility), 적응능력(Adaptive Capacity)]

이는 기후변화의 영향이 높을 경우, 한 시스템의 적응 능력이 낮으면 그 시스템은 취약성이 높다고 말할 수 있음을 의미한다. 반면 기후변화의 영향이 높을지라도 적응능력 또한 높으면 그 시스템은 적절한 적응을 해 나가면서 개발의 기회를 가질 수 있게 된다. 취약성은 지역에 따라 다르게 나타나는데, 사하라 사막에서의 취약성은 비교적 모래태풍과 건조기후에 따른 자연적 현상에 한정될 수 있으나, 한반도는 4계절마다 다양한 취약성이 나타날 수 있다. 즉, 봄에는 황사, 여름에는 집중호우, 가을의 태풍, 겨울에는 폭설 등 한반도는 이보다 면적이 훨씬 큰 사하라 사막보다 오히려 다양한 취약성을 내포하고 있다. 이처럼 기후변화 취약성은 기후변화의 생물·물리적인 영향을 기후변화 적응과 연계하는 중요한 역할을 한다.

원래 취약성의 개념은 자연재해나 기근, 전염병 등의 분야에서 먼저 사용되기 시작되었다. 자연재해 분야의 취약성은 태풍, 지진 등의 자연 재해라는 외부요인에 따른 시스템의 결과(사망자 수나 재산 피해 등)를 의미하게 된다. 그러나 기후변화에서의 취약성 개념은

11) 한국환경정책평가연구원, 기후변화 영향 평가 및 적응시스템 구축 I, IPCC(2001) 재인용

사회적 구조와 관련하여 노약자나 어린이 계층의 비율, 응급 시설이나 구호시설의 체계화 정도를 취약성으로 보는 차이가 있다. <표 2-11>은 자연재해에서와 기후변화에서의 취약성의 개념 차이에 대해 설명하고 있다.

표 2-11 재난관리와 기후변화에서의 취약성 차이점

구 분	재난위험 관리	기후 변화
재해의 특성	자연적 변이	인간에 의한 영향 자연적 변이
Risk 저감의 목표	내부의 취약성 감소	외부의 취약성(Hazard potential) 및 내부의 취약성 감소
관심 시스템	사회 시스템 사회간접자본	모든 시스템 (기후, 사회, 생물·물리적 시스템 등)
기후자극 • 시간적 특성 • 공간적 범위 • 불확실성 정도	불연속적 재해 지역적 상대적으로 낮음	기후의 점진적 변화와 변이 지역과 전 지구 대체적으로 큼
재해의 익숙한 정도	알려진 재해	새로운 재해 및 알려진 재해
시스템 관점	정적(Static)	동적 그리고 적응적 (Dynamic and adaptive)
적응의 관점	응급모드	일상 및 응급모두

※ 자료 : 한국환경정책평가원, 기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안, 2008

2) 해외 대응 사례

(1) 미국의 전략

① 청정에너지법

미국은 2020년까지 2005년 대비 17%(1990년 대비 4%) 감축목표와 2050년까지 2005년 대비 83%를 감축하는 장기목표로 '왁스만-마키(Waxman-Marke) 법안'을 만들었다. 이 법안의 실제 명칭은 청정에너지법(American Clean Energy and Security Act)으로 청정에너지인 재생가능에너지, 탄소포집 및 저장(CCS), 저탄소 연료, 전기자동차, 스마트그리드(Smart Grid)등에 대한 지원에 대해 언급하고 있다. 또한 건물, 가전제품, 교통 산업 부문의 에너지 효율을 높이기 위한 방안과 온실가스 배출을 제한하기 위한 방안도 포함하고 있다.

② Energy Star

에너지 스타(Energy Star)는 에너지 절약 제품의 사용을 권장, 장려하는 미국 정부의 국제적인 프로그램으로, 에너지 소비와 발전소에서 뿜어 나오는 온실기체를 줄이려는 시도에서 1992년 미국 환경 보호청에 의해 만들어졌다. 에너지 절약제품의 사용을 장려하고 이를 증명한 에너지 스타라는 마크가 붙게 된 컴퓨터 제품을 처음 채용하게 되었고, 그 후 사무용 기기, 조명, 가전 기기 등의 다른 기기들로 확대되었다. 최근 에너지스타 특징적인 개정사항은 이전 대기전력을 위주로 기준해오던 방향을 탈피해 컴퓨터의 Idle 상태까지 포함, 전체적인 시스템 소비전력을 줄이고자 한다는 점이다.

③ 수자원·하수도 설비

매사추세츠주 수자원청(MWRA, Massachusetts Water Resources Authority)은 1990년 체계적인 물관리 시스템을 구축해 물관리에 있어 선도적인 역할을 하고 있다.[12] 1991~1995년에 MWRA는 6,000마일에 해당하는 상수도 배관에 대한 누출감지 설문조사를 수행해 2,374건의 누출을 탐지했다. 또한 주거에서의 절수를 장려하기 위해 각 가정에 절수형 장치를 무료로 보급해 물이 절약된 것으로 평가되고 있다.

뉴욕시의 식수 및 폐수처리를 담당하는 환경보호국(DEP, Department of Environmental Protection)은 콜롬비아대학교와 공동으로 기후변화 예측, 영향, 지표, 완화·적응 전략들을 평가하고 도시 계획자들은 확률적 기후시나리오를 이용해 위험요인을 규명하고 기반시설 및 정책을 통합한 잠재적인 적응대책을 수립중이다.

④ 에너지부문

에너지부문과 관련된 미국의 적응전략으로는 분산형 발전에 대한 정부의 인센티브제를 도입하는 것이다. 이런 분산형 시스템으로는 화석에너지 사용 분산형 전원, 지붕설치용 태양광, 가정용 지열 등이 포함되는데 이러한 시스템의 사용의 확대는 기후변화 영향에 대한 리스크를 광범위한 지역으로 분산시킴으로써 특정지역의 기상이변 영향의 집중화를 예방할 수 있다. 주 정부차원에서 정유시설, 발전소, 기타 시설을 위한 방재 계획도 확대할 예정이며, 폭풍우로 인한 손실을 최소화한 후, 정상운영을 빨리 재개할 수 있도록 발전시설들을 중점적으로 지원하고 있다.[13]

12) MWRA, Summary Report of MWRA Demand Management Program 2000, 2001
13) RFF, Adapting to Climate Change : The public Policy Response, 2009

(2) 캐나다의 전략

① 기후변화 적응전략

2007년 캐나다 연방정부는 8,600만＄를 투자해 기후변화 적응정책 지원을 하기로 하고, 이에 대한 적응 능력을 키워나가기로 했다. 적응관련 캐나다 정부의 현 정책 중 3가지 평가 모범사례가 있다. 첫 번째는 뉴브런즈윅 주의 연안지역 보호대책이고, 두, 세 번째는 브리티시컬럼비아 주의 Trepanier Landscape Unit 물관리 계획과, 미래 산림 생태계 이니셔티브가 있다.

이 중 첫 번째 뉴브런즈윅 주의 연안지역 보호정책은 지속가능한 개발을 통한 육상 연안의 자원관리를 위한 정책이다. 이 정책의 5대 목표는 (1) 폭풍해일에 의한 인명피해 방지, (2) 유해물질(하수처리 정화탱크, 난방연료 등)로 인한 수역·습지대 오염 최소화, (3) 폭풍해일로부터의 내륙지역 보호를 위한 연안지역 완충구역 설정, (4) 어업, 에코투어, 연안생태계 유지 등에 필수적인 현지 동식물 보호, (5) 폭풍해일로 인한 공공자산(도로, 다리, 공공빌딩 등) 피해복구 비용 최소화이다.[14]

두 번째 브리티시컬럼비아 주의 'Trepanier Landscape Unit(TLU) 물관리 계획은 주요 5개강(Lambly, McDaugall, Powers, Trepanier, Peachland, Creeks) 유역의 물관리 관련 부처에 수문학적 기술 분석과 실행도구, 전략적 방향 등을 제시한다.[15] 이를 위해 (1) 물 공급자 Leadership Group을 구성한 물관리 계획을 이행 (2) 물소비 절약을 위한 절수 습관 교육프로그램 도입, (3) 물사용 모니터링 개선을 위한 물계량기 설치, (4) 수자원 공급원의 추가 확보 및 저장능력 제고, (5) 건식 조경의 사용 등 절수 가능한 기술 확산을 하고 있다.

마지막으로 미래 산림생태계 이니셔티브는 기후변화가 산림에 미치는 영향에 대비해 산림과 방목장 생태계가 환경변화에 유연하게 대처하고, 임업관련 기본 서비스 및 제품을 지속가능하게 제공하기 위한 프로그램이다.[16] 이것은 4단계로 이루어지는데, 1단계는 생물·생태학적 측면에서의 영향 평가 단계로 기후변화영향 모델링과 기후변화영향지표 모니터링, 탄력성 연구가 이루어진다. 2단계는 사회·경제학적 측면에서 취약성지표를 통한 모니터링과 그에 관한 정책 연구를 하는 단계이다. 3단계는 적응단계로 종자 전이(Seed transfer) 규율, 종(種) 선택도구 설계, 종(種) 보고서, 산림전환에 의한 토지상실에

14) Tim Williams, Industry, Infrastructure and Resources Division of Parliamentary Information and Research Service of the Library of Parliament, Climate Change : Adaptation, 2009
15) Government of British Columbia, Trepanier Land Unit Water Management Plan, Integrated Land management Bureau
16) Tim Williams, Industry, Infrastructure and Resources Division of Parliamentary Information and Research Service of the Library of Parliament, Climate Change : Adaptation, 2009

관해 연구하는 단계이다. 마지막으로 4단계는 통합 단계로 세미나, 뉴스레터, 웹사이트 등의 수단을 이용해 모니터링하고 조정, 관리하는 단계이다.

② 에너지부문의 적응전략

캐나다의 에너지 부문의 적응전략은 송전, 수송 등 에너지 인프라의 설계·계획 기준을 마련하는 것이다. 이것은 노후화된 에너지 인프라의 개선 및 신축 인프라 설계와 기후변화에 따른 에너지 수요 및 물리적 변화를 고려한 장기적이고 통합적인 것이다. No Regret 정책은 에너지 부문의 적응 노력 중 중요한 대표적인 예로서 풍력·태양열·바이오매스 에너지 자원 모델링 등으로 에너지 절약과 신뢰성 향상을 시키려는 노력을 하고 있다.[17)]

기후변화 적응과 관련한 과학적인 연구도 수행하고 있는데, 기상이변이 파워 그리드 운영에 미치는 영향분석 및 다양한 기후 시나리오를 연구 중에 있으며, 지역별 모델링 수립으로 기후변화가 지역별 에너지수요 및 공급에 미치는 영향에 연구조사 할 계획이다. 북아메리카 내의 국가별로 상이한 규제로 인한 산업계의 부담을 완화하기 위해, 에너지 관련 규제체제의 조화 방안을 모색 중이며, 연방정부와 주정부의 적응관련 정책, 규제, 기술표준의 일관화 및 조화 등 에너지관련 규제 및 정책을 위한 노력도 하고 있다. 이와 관련된 대표적인 사례로 수력발전 부문 적응사례가 표와 같이 있다.

표 2-12 캐나다 수력발전의 적응전략

운영규칙 관련 적응조치(비구조적)	물리적 요인 관련 적응조치(구조적)
• 운영규칙의 변경 • 수력학적 예측수단 개발 • 사업수행 평가도구 개선 및 기후변화로 인한 새로운 운영방식의 규명 • 엔지니어링 설계기법 변경	• 상류 지류의 수로 변경 • 상류 저수지 신설 • 저수지 방수로 역량 제고 • 방수로 or 기타 물리적 구성요소가 상황에 따라 추가될 수 있도록 댐 설계 • 터빈의 수량 및 유형 변경 • 방출역량 제고를 위한 인공수조로 용적변경

※ 자료 : 에너지관리공단, 에너지부문 기후변화 영향평가 및 적응기반 구축방안 연구, 2012.1

(3) EU

① EuP 지침

EU는 기후변화 대응을 위해, 제품의 환경성과 에너지 효율성을 높이고자 EuP 지침을

17) Smit and Pilifosova, From Adaptation to Adaptive Capacity and Vulnerability Reduction, Climate Change, Adaptative Capacity and Development, 2003

제정했다. EuP는 에너지 사용제품의 친환경설계 지침(Directive on a framework for the setting of eco-design requirements for Energy-using Products, 이하 EuP 지침)으로써 에코디자인 지침, 친환경설계 지침 등으로 표시된다. EuP 지침은 제품의 설계단계에서 환경성을 고려해, 제품의 전 과정에서 발생하는 환경영향을 감소시키고 제품의 에너지 효율을 증가시키는 목적이 있다.

또한 EU회원국들의 상이한 친환경설계 기준을 통일하기 위한 목적으로 제정되었다. EuP 지침에서는 제품의 작동을 위해 전기, 화석연료, 재생연료 등의 에너지원이 사용되는 제품 또는 에너지를 만들거나 변환 또는 측정하는 제품을 에너지를 사용하는 제품으로 정의하였는데, 에너지를 사용하는 모든 제품에 적용되는 것은 아니고 연간 20만 대 이상의 판매 및 무역규모 및 환경영향 등의 기준을 고려해, 우선 적용 대상 제품을 선정한 후, 단계별로 대상제품의 범주를 확대하고 있다. TV를 포함한 19개의 가전 제품군이 우선 적용 대상 제품군으로 선정되었다.

EuP 법안 중 대기전력 규제 법안인 Eco-design requirements for stanby and off mode of electric power consumption of electrical and electronic household and office equipment(EC No1275/2008)가 2010년부터 강제 시행되어 이 법안에 제시된 기준을 만족하지 못하는 제품은 유럽시장에 판매되지 못하도록 하였다(표 2-13, 2-14 참조).

표 2-13 Eup 대기전력 규제 개요

시행시점	• 시행시점 : '10.1.7(1단계), '13.1.7(2단계) ※ 통관기준 주) 2단계 규제만족 조건에는 Power Management 기능 추이
단속기관	• EU 각 회원국 정부기관
규제대상	• 규제대상 : 가전제품 및 사무기기 – 가전제품과 사무기기는 아래조건의 에너지사용제품을 말함 (비가정용 또는 비사무용 포함) (a) 단일제품으로서 상용화되었고 최종소비자 판매용인 것 (b) 부속서 I 내 에너지 사용제품 목록에 포함된 것 (c) 의도한 작업을 수행하기 위해 주전원의 입력에너지에 의존하는 것 (d) 정격전압이 250V 또는 그 이하에서 사용하도록 설계된 것
측정기준	• 측정표준 : 신뢰성/재현성/정확성이 고려된 방법 활용 – 0.5W 이상은 95% 신뢰도 수준에서 오차 2% 이하여야 함 – 0.5W 미만은 95% 신뢰도 수준에서 오차 0.01W 이하여야 함 ※ 법규상에 언급은 없으나, 관련 규격으로 EN 62301이 있음
사후관리기준	• 1차(1개 샘플)/불합격시 2차(3개 샘플) 시험 – 1W초과 제품은 10%, 1W이하 제품은 0.1W이상 초과하면 안됨 ☞ 불만족시 시장출시 금지(국가별 별도 벌금규정 적용예정)

※ 자료 : 최익원, 노트북 컴퓨터의 소비전력 개선, 아주대 대학원, 2010. 1

표 2-14 EuP 대기전력 규제 기준

구분		오프모드	대기모드		전원관리
			재구동조건	상태표시조건	
1단계 ('10.1)	법적기준	≤1.0W	≤1.0W	≤2.0W	–
	당사기준	≤0.9W	≤0.9W	≤1.8W	
2단계 ('13.1)	법적기준	≤0.5W	≤0.5W	≤1.0W	필요
	당사기준	≤0.45W	≤0.45W	≤0.9W	

※ 자료 : 최익원, 노트북 컴퓨터의 소비전력 개선, 아주대 대학원, 2010. 1

② 기후변화법

2008년 11월에 영국에서는 '기후변화법'발효를 통해 중·장기적인 기후변화 대응대책 목표를 제시했는데. 이는 2020년까지 1990년 배출량 대비 26%, 2050년까지 80%를 감축하는 것을 포함하고 있다. 또한 영국은 2009년 7월에 정부의 에너지·기후변화부가 2020년까지 1990년 대비 34%를 감축한다는 '저탄소전환계획(The UK Low Carbon Transition Plan)'을 의회에 제출하여 발전부문에서 40%이상의 저탄소연료와 재생에너지, 원자력 등에서 생산하고 가스 수입량을 절반으로 줄이는 한편 신규 자동차는 지금보다 이산화탄소를 40% 이상 적게 배출하도록 규제하는 내용을 담고 있다.

(4) 일본

① 에너지 수급 측면

에너지 공급측면에서 일본은 에너지효율의 향상과 저탄소 에너지기술을 확대해서 기존 천연가스나 석탄 화력발전의 고효율화, 초전도 송전 시스템 등을 통해 고효율 에너지공급을 달성한다는 목표를 가지고 계획 중에 있다. 또한 이산화탄소 분리 및 저장과 태양광발전의 혁신, 원자력발전의 선진화 등을 제시하고 있다. 에너지 소비측면에서는 수송, 산업, 민생분야로 나누어 도로교통 시스템 첨단화와 전기차 등 친환경 차량 및 바이오연료도입을 위한 확대노력을 하고 있으며, 혁신재료를 개발하고 에너지절약형 주택과 빌딩보급, 차세대 조명전력저장의 첨단화 등을 위해 노력한다.

② 취약성 평가와 적응

일본 환경성에서는 '05년부터 '09년까지 이바라끼대학을 포함한 14개의 연구기관을 주축으로 일본 내의 산림, 수자원, 농업, 연안, 보건 및 건강의 5개 부문에 걸친 기후변화

영향평가를 실시하고 있다.[18] 이러한 평가분석을 위해 시나리오법을 이용하여 홍수로 인한 영향과 경사지 유실시의 영향, 해수면상승으로 인한 영향, 인간보건과 관련된 영향을 예측하여 피해비용을 예상하고 계산하고 있다.

2 국내 동향

1) 국내 대응 사례

지구온난화 방지를 위해 국제적인 노력에 동참하고자 1993년 12월 기후변화협약에 가입하였다. 우리나라는 교토의정서 상에서 개도국(Non-Annex I) 지위를 확보해 1차 공약기간에는 온실가스 감축의무는 없다. 그러나 우리나라의 경제의 장기적인 발전 방향과 부합한다는 인식하에 정부 주도하에 종합대책이 수립되었다.

(1) 종합대책

1998년에 정부는 기후변화 협약 관련 장관회의 등 범정부대책 기구를 구성하여 1999년부터 기후변화협약 대응을 위한 제1차 종합대책(1999~2001년)을 수립, 추진하고, 2002~2004년 제2차 종합대책을 추진하였다. 그러나 1, 2차 종합대책은 에너지절약과 온실가스 감축이라는 분야에 중점을 두고 추진하였다. 3차 종합대책(2005~2007)에서는 기후변화 적응에 관한 기반구축 연구가 시작되었고, 4차 종합대책(2008~현재)에서 기후변화 예측, 영향 및 적응부문에 관한 대책으로 확대되었다.

(2) 기후변화 적응 Master Plan

2008년 12월 24일 환경부에서는 '국가 기후변화 적응 마스터플랜 연구(KEI, 2008)를 바탕으로 적응 마스터플랜을 수립했다. 마스터플랜에서는 총 16개 부문(기후, 해양예측,

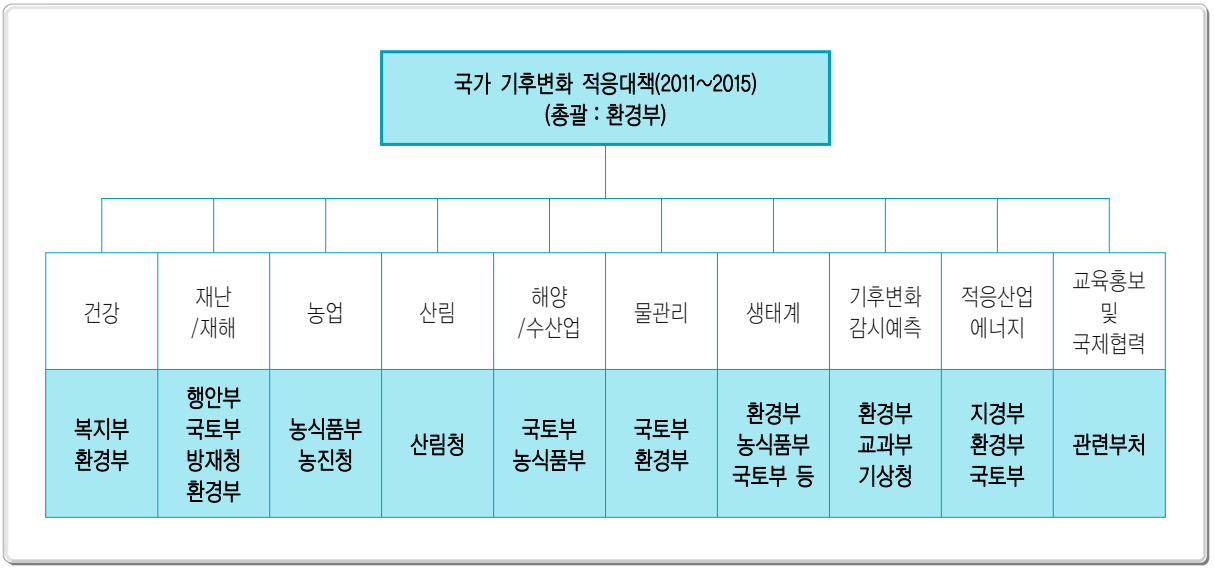
18) Ministry of the Environmental, Japan Global Environment Research Fund Strategic R&D Area Project, Climate Change Impacts on Japan : Long-term Climate Stabilization Levels and Impact Risk Assessment - Comprehensive Assessment of Climate Change Impacts to Determine the Dangerous Level of Global Warning and Appropriate Stabilization Target of Atmosphere GHG Concentration, 2009

대기환경, 생태계, 농업, 산림 및 임업, 해양변동 모니터링 및 수산자원, 수자원·수질, 연안·해양 환경, 국토도시계획, 방재, 보건, 질병, 에너지·산업, 금융·보험, 레저·관광)을 포함하고 있어 제4차 종합계획보다는 더 포괄적이고 종합적인 계획으로 평가된다.[19)]

(3) 국가 기후변화 적응대책

2010년 환경부에서는 저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따라 2011년부터 2015년까지 시행할 국가 기후변화 적응대책을 발표하였다. 환경부 단독으로 이루어지는 적응대책이 아니고 관계부처들(기획재정부, 교육과학기술부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림수산식품부, 지식경제부, 보건복지부, 환경부, 국토해양부, 소방방재청, 농촌진흥청, 산림청, 기상청)의 합동적응 대책이다(그림 2-2). 이 정책은 각 부문별로 적응대책을 마련하고 이에 따른 적응기반 대책을 마려하며, 향후 추진계획을 위해 지원체계와 주체의 역할, 적응대책 평가방법을 설명했다.

그림 2-2 대응대책 분야 및 소관부처



※ 자료 : 환경부, 국가 기후변화 적응대책(2011~2015), 2010.10

이러한 소관부처의 분야별 적응대책 내용을 요약하면 다음 표와 같다.

19) 에너지관리공단, 에너지부문 기후변화 영향평가 및 적응기반 구축방안 연구, 2010. 1

표 2-15 분야별 적응대책

구 분	목 표	내 용
건강	폭염, 전염병, 대기오염, 알레르기로부터 국민 생명보호	• 폭염건강 영향평가 · 감시체제 구축 및 취약계층 집중보호대책 마련 • 매개체 전파질환, 수인성 · 식품매개 질환 관리체계 강화 • 취약계층의 대기오염 및 화학물질 피해저감대책 추진 • 알레르기질환 예방기반 구축, 악화방지 및 체계적 관리
재난/재해	적응을 고려한 방재기반 강화 및 사회기반시설 구축	• 재해 유형별 기후변화 취약성 지도작성('14) 및 방재기준 강화 • 풍수해보험 활성화, 재해대응 매뉴얼 개발 및 홍보 · 교육 강화 • 안전한 국토조성을 위한 재해예방사업 추진 및 위험전달체계 구축 • 기후변화 적응 친화적인 국토관리체제 구축 및 도시의 기후변화능력 제고
농업	기후적응 농업생산체제로 전환하여 피해저감 및 기회창출	• 기후변화 영향평가 · 예측, 적응품종 및 신작물 개발 · 보급 • 기후변화에 따른 작물 생육기간 변동분석 및 적응 재배기술 개발 · 보급 • 기후변화 적응 가축관리기술 개발 및 안정적 조사료(짚류, 건초류등) 수급 체계 구축 • 농업용수 수요관리 및 안정적 물 공급체계 구축, 저수지 수질관리 강화 • 기후변화 농축산업 취약성 평가, 기상재해 경감 기술개발 및 시설보완 • 병해충 발생 예찰 · 조기대응체계 구축 및 외래 병해충 발생예측
산림	산림건강성 · 생산성증진 및 산림재해 저감	• 기후변화 취약 산림식물종 현지내 보전 및 산림생물자원 현지화 보전강화 • 댐 유역, 상류 황폐 산림보전 · 관리 • 지역 · 수종별 임업생산성 예측 · 취약성평가 및 향상방안 마련 • 산림재해 취약성 평가 및 사전예방 · 저감시스템 고도화를 통한 피해저감 • 산림 병해충 발생 예찰시스템 강화 및 조기방제체계 구축
해양/수산업	해수면 상승 대응 및 안정적 수산식량자원 확보	• 한반도 연안취약성 평가 및 연안 외력변화 관리체계 구축 • 기후변화에 따른 해양 지형변화 예측 및 적응방안 수립 • 어황 · 수산자원 변화 감시 · 예측 및 관리방안 마련 • 미래 수산자원 확보방안 마련 • 수산생물 감염성 질병대책 및 해양산성화 대응 피해저감대책 추진 • 연근해 수산업 재해경감대책 수립 · 추진
물관리	홍수 · 가뭄 등 기후변화로부터 안전한 물관리 체계 구축	• 물관리 분야 기후변화 영향평가 및 취약성 분석 • 홍수에 강한 국토기반조성 및 안정적 수자원 확보 • 4대강 살리기사업을 통한 하천의 기후변화 적응능력 극대화 • 기후변화에 따른 하천 · 호소 물환경(수질 및 수생태) 관리강화
생태계	생태계 보호 · 복원을 통한 한반도 생물다양성 확보	• 생태계 · 지표종 모니터링 강화 및 기후변화 취약성평가 실시 • 생물종 · 유전자원 다양성 보전 · 복원 및 생태계 연계성 확보 • 외래종 및 돌발 생물 대발생 방지 및 관리대책 추진 • 생태계관리를 위한 거버넌스 구축 및 홍보강화

※ 자료 : 환경부, 국가 기후변화 적응대책(2011~2015), 2010.10

또한 이를 위한 적응기반 대책이 명시되어 있는데, 내용을 요약하면 다음 표와 같다.

표 2-16 적응기반 대책

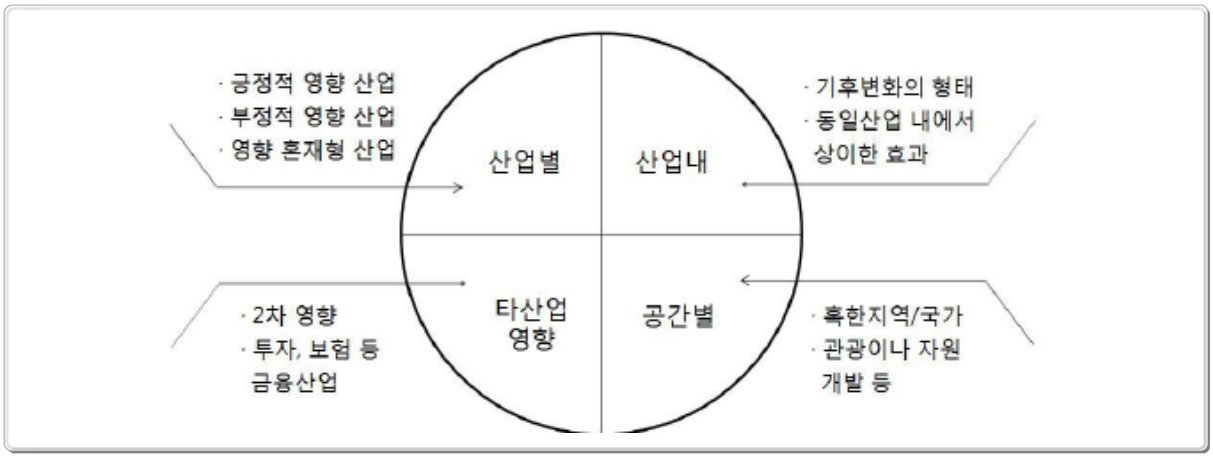
구 분	목 표	내 용
기후변화 감시·예측 분야	기후변화 적응 기초자료 제공 및 불확실성 저감	• 기후변화 현상 감시체계 강화 • 국가표준 기후변화 시나리오 생산 및 지역·극한 기후정보 생산 • 선진국 수준의 지구시스템 모델 및 한반도 지역기후 자료 생산 • 기후변화 감시·예측정보 고도화 및 활용체계 구축
적응산업/에너지 분야	산업 기후변화 적응 유도 및 적응 신사업 발굴	• 산업/에너지 분야 기후변화 영향·취약성 평가 • 산업분야 적응대책 수립 유도 및 홍보 강화 • 기후변화 적응 신사업·유망사업 발굴 및 지원 • 에너지공급 안정성 확보
교육·홍보 및 국제협력 분야	국내·외 적응 정책 추진기반 확립	• 기후변화 교육체험관 설치·운영 • 기후변화 적응교육·홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발·보급 • 기후변화 적응 실천캠페인 및 언론활용 기획홍보 전개 • 선진국 및 개도국과 적응분야 협력확대 • 적응 분야별 국제협력 사업추진

※ 자료 : 환경부, 국가 기후변화 적응대책(2011~2015), 2010.10

2) 기후변화 영향분석 유형

기후변화가 산업에 미치는 영향을 분석하는 방법에는 각 산업별, 동일 산업의 내부, 타 산업의 영향으로 인한 2차 영향을 받는 산업, 국가나 특정지역과 같이 공간별 영향 등 다양한 접근방식이 있다. 다음 그림은 '에너지관리공단 에너지부문 기후변화 영향평가 및 적응기반 구축방안 연구'에 소개된 분석방법이다.

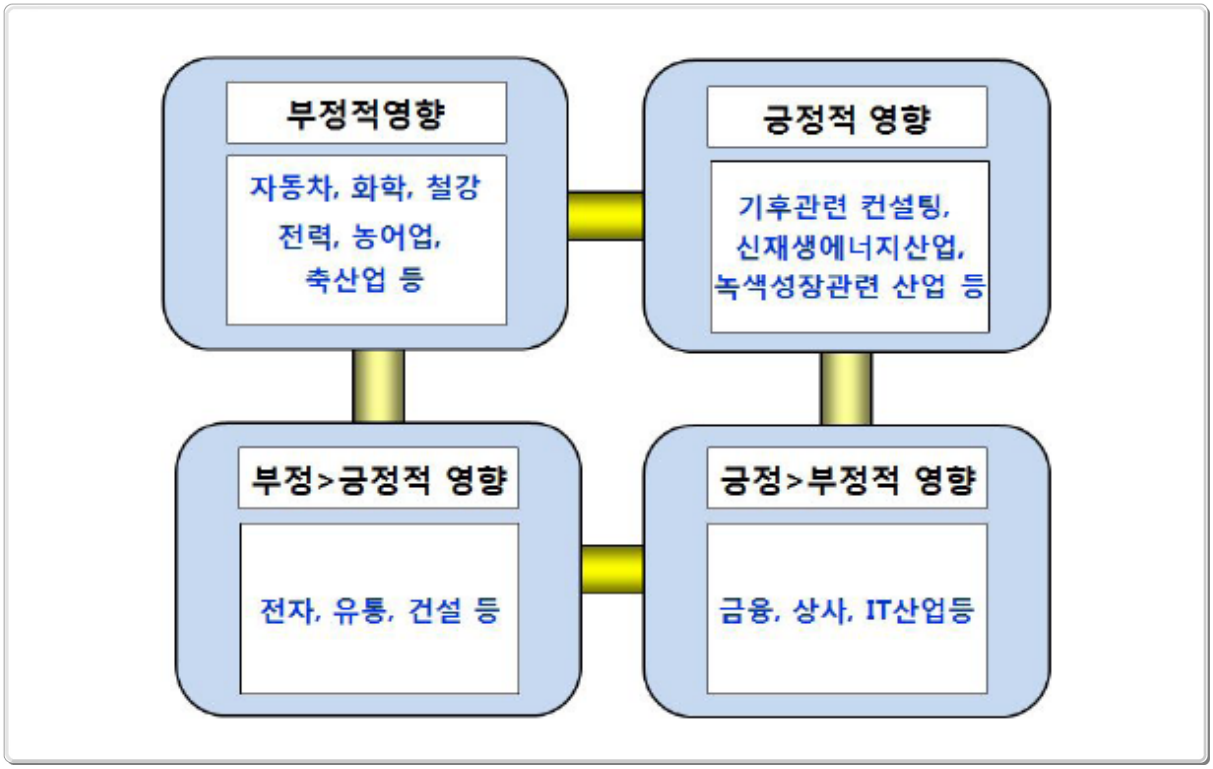
그림 2-4 기후변화의 영향분석 유형



※ 자료 : 에너지관리공단, 에너지부문 기후변화 영향평가 및 적응기반 구축방안 연구, 2010. 1

그러나 여기서 각 산업별로 받은 영향을 살펴보면 일반적으로 기후변화로 인해 부정적 영향을 받은 산업이 많지만, 기후변화가 그렇다고 부정적 영향만을 가져오는 것만은 아니다. 이것은 산업에 따라서 기후변화가 기회요인으로 작용하는 산업도 있고, 긍정적 영향과 부정적 영향이 혼재한 양면성을 갖는 경우도 있는 것으로 그림에서와 같이 정리하여 볼 수 있다.

그림 2-5 산업별 기후변화 영향



※ 자료 : 에너지관리공단, 에너지부문 기후변화 영향평가 및 적응기반 구축방안 연구, 2010. 1

일반적으로 자동차, 전력 산업 등의 산업은 기후변화로 인한 원재료 수입과 관련한 부문에서 상당한 손실을 발생하기 때문에 부정적 영향이 클 것으로 보이며, 농업, 수산업 등 대부분의 1차 산업과 축산업 등도 또한 기후변화가 동식물의 성장 및 생장 등에 영향을 미치는 요인이 클 것으로 전망되어 부정적인 영향이 큰 산업들로 분류되고 있다. 기온이 상승함에 따라 동절기 스포츠 산업 등도 부정적인 영향을 받는다. 반면, 하절기의 기온상승은 냉방기기의 매출증가와 음료산업에 매출증가로 이어지기도 하며, 녹색성장과 관련하여 생겨나는 산업들은 기후변화로 인해 긍정적인 영향을 받는 산업으로 분류된다.

V 국가 기후변화 정책 및 조치

출처_'기후변화 협약에 따른 제 3차 대한민국 국가보고서', 온실가스종합정보센터, 2011.12

한국은 기후변화협약 당사국으로서 전 지구적 문제인 기후변화 문제 해결을 위해 국제적 공동 노력에 적극 참여하고 있다. 또 여러 부문에 걸쳐 자발적이고 선도적인 정책과 조치들을 개발해 추진하고 있다. 그 일환으로 한국정부는 지난 1998년부터 기후변화대책위원회를 구성해 운영했으며, 동 위원회를 중심으로 3차례에 걸쳐 '기후변화협약대응 종합대책'을 수립해 추진했다.

최근 한국은 기후변화협약 중심의 대응 체계에서 한발 더 나아가 환경, 산업, 국제협력 등을 포괄하는 종합 대책 성격을 가진 '기후변화대응 종합기본계획(2008~2012년)'을 발표했다. 이 계획은 범지구적 기후변화에 대한 대응 노력에 자발적으로 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소사회를 구현하는 것을 목표로 하고 있다.

한국정부는 발전 및 산업 부문의 온실가스 감축을 위해 에너지의 수요와 공급, 효율 향상 등을 중심으로 정책을 추진하고 있다. 특히 에너지 수요와 관련해 산업 부문의 수요관리를 강화하기 위한 정책을 추진하고 있다. 또 에너지 공급 부문의 경우 신재생에너지와 청정에너지 보급 비중을 확대하기 위해 노력하고 있다. 이와 함께 에너지 고효율 기자재의 보급을 확대해 에너지 효율 향상이 이루어질 수 있도록 관련 정책을 추진하고 있다.

한국정부는 특히 건물 부문과 관련해 건축물 에너지 설계 기준을 지속적으로 강화하고 있다. 이를 위해 건물 에너지 효율등급 인증제도의 시행을 확대하고 있으며 친환경 건축물 인증제도 촉진 방안을 구축해 온실가스 감축을 유도하고 있다.

교통 부문에 있어 한국정부는 교통 수요 관리 강화, 교통 운영 효율화, 저공해 자동차 보급 활성화, 저탄소 물류 체계 구축, 자동차 온실가스 및 에너지 기준 마련 등을 위한 정책들을 추진하고 있다. 이와 더불어 한국정부는 농축산 부문의 영농 및 축산방식 개선을 위한 정책들을 추진하고 있다. 임업 부문에서는 온실가스 흡수원의 보전과 확대, 산림탄소 상쇄 사업을 위한 정책 등도 시행하고 있다. 이와 함께 폐기물 부문과 관련해 폐기물 감량화, 재활용 확대, 폐자원 에너지화를 위한 정책들 역시 추진하고 있다.

위와 같은 부문별 추진 전략, 세부 정책, 조치들은 <표 2-17>을 통해 살펴볼 수 있다.

표 2-17 온실가스 감축을 위한 부문별 정책 및 조치요약

부문		추진전략	세부 정책 및 조치
전부문		화석연료 기인 온실가스 배출 감축	온실가스 에너지 목표관리제
발전 및 산업 부문	수요	수요 산업 부문 에너지 수요 관리 강화	자발적 협약
			에너지진단 의무화제도
			에너지사용계획 협의제도
			에너지 절약 시설 투자지원
			에너지 절약 전문기업 사업 확대
			공공기관 에너지소비 총량제
	공급	신재생에너지 및 청정에너지 공급 비중 확대	신재생에너지 보급 확대 및 산업 육성
			집단에너지 공급 확대
			천연가스의 안정적 공급
			원자력 적정 비중 유지
			바이오디젤 보급 확대
	효율	고효율 기자재 보급 확대	에너지소비효율등급 표시제도의 강화
			대기전력경고표시제 세계 최초 시행
			고효율에너지기자재 인증대상 품목 확대
	감축 기반	온실가스 조기감축 촉진	자발적 온실가스 배출 감축 실적 등록사업
			산업계 기후변화 대책 기구 구성 및 운영
건물 부문		건축물 설계 기준 강화 및 친환경 인증제도 확대	건축물 에너지절약 설계 기준의 지속적 강화
			건물 에너지 효율등급 인증제도 확대
			친환경 건축물 인증제도 촉진 방안 구축
			녹색건축물 활성화 계획
교통 부문		교통수요 관리 강화 및 교통운영 효율화	저탄소형 스마트교통시스템 구축
			녹색교통 수단 활성화
		저공해 자동차 보급 활성화	전기차 보급을 위한 기반 구축
		자동차 온실가스 에너지 기준 정책	고효율 자동차 생산 및 보급 촉진 정책 시행
		저탄소 물류체계 구축 저비용	고효율 녹색물류체계 구축
농축산 부문		영농축산방식 개선	논의 CH_4 배출량 감축
			논과 밭의 N_2O 배출량 감축
			반추가축의 장내발효 개선
			가축분뇨 자원화 촉진
임업 부문		온실가스 흡수원의 보전 및 확대	탄소 흡수 저장 능력의 유지 및 증진
			산지 전용 억제
			산림 탄소 흡수원의 확대
		산림 탄소상쇄 사업 추진	산림 탄소 상쇄 제도 도입
		목질 바이오에너지 이용 확대	목질 바이오에너지 이용 확대
폐기물 부문		폐기물 감량화, 재활용 및 폐자원 에너지화	폐기물 감량화
			폐기물 재이용과 재활용 확대
			폐자원 에너지화

또 각 추진전략에 해당하는 세부 정책과 조치들의 주요 내용, 대상 온실가스, 정책 유형 및 도입 현황 등은 <표 2-18>로 요약했다.

표 2-18 온실가스 감축을 위한 부문별 세부 정책 및 조치 내용

정책 및 조치	주요내용	정책유형	도입현황
온실가스·에너지 목표 관리제	• 연간 온실가스 배출량 125,000톤 CO_2 eq. 이상인 업체 또는 25,000톤 CO_2 eq. 이상인 사업장에 배출목표량 부여(2012년 기준) • 목표 미달성 시 과태료 부과	의무화 제도화	기도입
[발전 및 산업 부문]			
〈에너지 수요〉			
자발적 협약	• 연간 5,000TOE 이상 에너지 사용 업체에서 2,000TOE 이상 사용 업체로 대상 확대 • 산업체는 자발적으로 에너지 절약 및 온실가스 감축 목표를 설정하고 실천	제도화 재정 지원	기도입
에너지 진단 의무화	• 연간 에너지사용량 2,000TOE 이상 다소비 사업장에 5년 주기 에너지 진단 의무화 • 연간 에너지 사용량 200,000TOE 이상 기업체는 구역별로 나누어 3년마다 부분 진단 실시 가능	의무화 재정 지원	기도입
에너지 사용 계획 협의제도	• 대규모 에너지 사용이 예상되는 일정 규모 이상의 사업은 정부와 협의토록 의무화 • 도시, 산업단지, 항만, 공항, 철도 건설 등과 공장, 건물 신축 등이 대상	의무화	기도입
에너지 절약시설 투자 지원	• 산업체의 노후 저효율 시설 교체 및 고효율 기기 보급 확대 • 에너지 절약 시설 투자에 대해 장기 저리 융자와 투자금에 대한 세제 지원	제도화 재정 지원	기도입
에너지 절약 전문 기업 지원제도	• 초기의 조명기기 등 단순 설비에서 최근에는 공정 개선, 폐열 회수, 냉난방설비 및 열병합발전 등 복합 설비로 전환 추이	제도화 재정 지원	기도입
공공기관 에너지 소비 총량제	• 공공기관이 연도별 에너지절약 목표를 설정하고 이를 달성토록 노력	의무화	기도입/ 목표 관리제로 전환
〈에너지 공급〉			
신재생에너지 보급 확대 및 산업 육성	• 2020년까지 생활공간에 공급하는 에너지를 태양광, 태양열, 지열 등의 신재생에너지로 대체하는 '그린홈 100만 호' 프로젝트 추진 • 신재생에너지 핵심 원천 기술을 선정해 투자 지원 및 관련 기술 육성	제도화 재정 지원	기도입
집단 에너지 공급 확대	• 대규모 주거지역, 상업지역, 산업단지에 집단 에너지 공급 설비 도입 • 쓰레기소각장의 폐열을 지역난방용 열원으로 활용	제도화 재정 지원	기도입

정책 및 조치	주요내용	정책유형	도입현황
천연가스의 안정적 공급	• 중동과 동남아에 집중되어 있는 도입선 다변화 추진 • 저장 시설 확충으로 중장기 공급 안정성 향상	권장	기도입
원자력 적정 비중 유지	• 장기 전력 수급상 총발전량에서 원자력 발전의 비중을 적정수준으로 유지	권장	기도입
바이오디젤 보급 확대	• 유채시범재배사업 실시, 해양식물, 동물성 바이오디젤 등 차세대 바이오연료의 개발 추진 • 2011년 바이오디젤 유류세 면제, 2012년 바이오디젤 의무혼합제도 도입	제도화 (의무화 예정) 재정 지원	기도입
〈고효율 기자재 보급 확대를 통한 에너지 효율 향상〉			
에너지 소비효율등급 표시제도	• 냉장고, 에어컨 등 24개 품목을 대상으로 1~5의 효율등급을 표시하고 향후 대상 품목을 확대할 계획 • 5등급 미만의 제품은 생산, 판매를 금지하는 최저 소비효율 기준 적용	의무화	기도입
대기전력 경고 표시제 시행	• 2010년 모든 전자제품은 대기전력 1W 이하 기준을 만족 • 대기전력 저감 기준 미달 제품은 대기전력 경고 표지를 의무적으로 표시	의무화	기도입
고효율 에너지 기자재 인증제도	• 한국정부가 고효율 제품의 성능을 보장해 시장 신뢰성을 제고 • 고효율 에너지 기자재로 인증된 제품은 'e 마크' 부여, 자금과 세제 지원	의무화	기도입
〈온실가스 조기 감축 촉진을 위한 기반 조성〉			
온실가스 감축 실적 등록 사업	• 산업체의 조기 감축을 유도하기 위해 감축 실적을 보상 • 에너지 합리화, 신재생에너지 개발 등 100톤 CO_2 eq. 이상 감축 사업에 대해 보상	제도화 인센티브	기도입
산업계 기후변화 대책 기구 구성 및 운영	• 온실가스 감축에 대비한 발전, 철강, 정유 등 업종별 기후변화협약 대책반 구성·운영 • 국내 외 온실가스 감축 기술 정보 수집 및 분석, 업종별 온실가스 산정 지침 및 인벤토리 구축 가이드라인 개발, 사내 배출권 거래제 활성화 추진	제도화 권장	기도입
[건물 부문]			
건축물 에너지 절약 설계 기준의 지속적 강화	• 2010년 창호의 요구 단열 수준을 20% 이상 강화하고 조명, 보일러, 냉동기 등 고효율 에너지 제품의 사용 품목 확대 • 2017년 저에너지주택 의무화, 2025년 제로에너지주택 의무 적용을 목표로 제반 정책 및 기술 기준 강화	제도화	기도입
건물 에너지 효율등급 인증제도의 확대 시행	• 공동주택의 설계 단계부터 에너지 절약 시설 및 장치 설치 유도 • 일정 기준 이상의 건물에 대해 건물 에너지 이용 효율 인증 발급	제도화 재정지원	기도입
친환경 건축물 인증제도	• 건축 전 과정에 걸친 자원 절약, 오염물질 감소 등 온실가스 감축을 유도 • 친환경 인증제도 확대를 위해 인증 받은 건축물에 대한 취등록세 경감, 용적률, 조경 면적, 건축물 높이 등 건축 기준 완화 허용	제도화 재정지원	기도입

정책 및 조치	주요내용	정책유형	도입현황
녹색건축물 활성화 계획	• 공동주택을 대상으로 2009년 시행된 에너지 절약형 친환경 주택 건설기준 및 성능을 에너지 절감률 상향에 따라 개정 • 건축물 용도별 그린 리모델링 가이드라인 및 적용 기술을 개발 보급하고 금융 지원 방안 마련	제도화	계획
[교통 부문]			
저탄소형 스마트 교통 시스템 구축	• 2020년까지 전국 포장도로의 25% 수준으로 지능형교통체계(ITS) 구축확대 • 첨단 도로기술, ITS, 차세대 자동차 기술을 상호 융·복합해 스마트 하이웨이 연구개발	제도화	기도입
대중 녹색 교통 수단 활성화	• 수도권 교통난 완화 및 대중교통 활성화를 위해 광역급행버스 운행 확대 • 안전하고 편리한 보행 환경 조성을 위해 보행우선지역 지정을 확대하고, 대중교통 전용지구를 증대하며, 자전거 이용 활성화를 위해 공공자전거 제도 운영	제도화 인센티브	기도입
저공해 자동차 보급 활성화	• 2011년까지 전기차 본격 보급을 위한 기반 구축 • 2013년 이후에는 민간구매에 대한 지원 및 충전 인프라 확충할 계획	제도화 인센티브	기도입
저탄소 물류 체계 구축	• 물류 시설의 공동화, 집단화를 위한 전국 5대 권역의 내륙 물류 거점 개발 • 물류비 절감을 위한 제3자 물류 활성화	제도화 인센티브	기도입
자동차 온실가스 에너지 기준 정책	• 고효율 승용차의 보급을 촉진시키기 위해 연간 판매량 1,000대 이상 자동차 제작사의 평균 연비를 제시하고 이를 달성하도록 유도 • 소규모 자동차 제작사 및 수입사에는 별도 기준의 평균 연비를 적용	제도화	기도입
[농축산 부문]			
논의 CH_4 배출량 감축	• 물 관리, 볏짚 관리, 배수 관리, 토양개량제, 경운 관리 등을 통해 CH_4 감축 • 논의 온실가스 배출 감축 기술을 영농 현장에 보급하기 위해 '온실가스 저감을 위한 벼 재배 기술 매뉴얼'을 발간해 보급	제도화	기도입
논과 밭의 N2O 배출량 감축	• 2001년부터 5년마다 '친환경농업육성 5개년 계획'을 수립해 농경지의 N_2O 배출감축 • 화학비료 사용량 감축을 위해 맞춤형 비료 지원 사업과 친환경농업 직접지불제도 추진	제도화	기도입
반추가축의 장내 발효 개선	• 가축 개량 사업, 양질 조사료 급여 확대, 반추위 발효 조정제 첨가를 통해 CH_4 배출 감축 • CH_4 저감형 사료 배합, 사료 첨가제와 미생물 제제 투여 등 CH_4 발생 저감 효과에 대한 연구 시행	제도화	기도입
가축 분뇨 자원화 추진	• 가축 분뇨를 이용한 퇴비화 액비화 에너지화 등 자원화 추진 • 가축 분뇨 자원화 촉진을 위해 2007년 가축 분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제정, 양축농가를 대상으로 가축 분뇨 처리 지원 사업 추진	제도화 재정지원	기도입

정책 및 조치	주요내용	정책유형	도입현황
	[임업 부문]		
탄소 흡수능력의 유지 및 증진	• 탄소 흡수 능력 유지 증진 및 지속가능한 산림 경영을 위해 '1단계 숲가꾸기 5개년 계획(2004~2008년)'을 수립해 숲가꾸기 실행 • 산림의 가치 증진 및 탄소 흡수원 확충을 통한 기후변화 대응을 위해 '2단계 숲가꾸기 5개년 계획(2009~2013년)'을 수립해 숲가꾸기 추진 중	제도화 재정지원	기도입
산지 전용 억제	• 무분별한 산지 전용을 막기 위해 '전용허가협의제도' 및 '대체산림자원조성비제도' 도입 • '산지관리법' 제정을 통해 산지 전용 허가 기준 정립 및 사전심의제도 도입	제도화	기도입
산림 탄소 흡수원의 확대	• 산림 탄소 흡수원 확대를 목적으로 '유휴토지 조림 5개년 계획(2007~2011년)' 수립 • 1995년 이후 도시 지역의 확대에 따라 중앙 정부뿐 아니라 지자체 및 시민단체에서 도시림 조성 사업 진행	제도화	기도입
산림 탄소 상쇄 사업 추진	• '온실가스 에너지 목표관리제'와 탄소배출권 거래제도에 상쇄 사업으로 참여하는 산림 탄소상쇄 제도 도입 • '산림 탄소상쇄 제도' 시범운용 규정을 제정해 법적 기반 마련, 운영체계 구축	제도화 재정지원	기도입
목질 바이오에너지 이용 확대	• 국가의 신재생에너지 보급 목표의 달성에 기여하기 위해 목질 바이오에너지 이용 확대 정책 추진 • 목재 펠릿 제조 시설 설치에 재정 지원	제도화	기도입
	[폐기물 부문]		
폐기물 감량화	• 생산 단계인 사업장의 '사업장 폐기물 감량 지침' 제도화 • 유통 단계에서 포장재의 포장 공간 비율, 포장 횟수 등 포장 방법과 재질 규제 • 소비 단계에서 쓰레기 종량제, 1회용품 사용 규제, 음식물 쓰레기 종량제 시범 사업 시행	제도화	기도입
폐기물의 재이용과 재활용 확대	• '전기 전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률' 제정 시행 • 음식물류 폐기물 공공 자원화 시설 설치 자금 및 차량 구입 지원 • 1일 하수처리용량 5,000톤 이상인 공공 하수처리시설에 대해서 하수처리수의 재이용 의무화	제도화	기도입
폐자원 에너지화	• 가연성 폐기물을 이용한 고형 연료 생산 • 저탄소 녹색마을 조성, 폐자원 에너지화 R&D 프로그램을 통한 기술개발 및 전문인력 양성	제도화 재정지원	기도입

1 제도적 기반

1) 기후변화 대응 체계

한국은 기후변화 문제에 대응하기 위해 범정부차원의 대응이 필요하다는 판단 아래, 지난 1998년부터 기후변화대책위원회를 구성해 운영하고 있다. 이 위원회는 범정부 기후변화 대책기구라 할 수 있으며 1999년부터 3차례에 걸쳐 '기후변화협약 대응 종합대책'을 수립해 추진했다.

기후변화대책위원회가 수립한 '기후변화협약 대응 제1차 종합대책(1999~2001년)'은 자발적 협약, 대체 에너지 개발, 하수처리율 제고 등 17개 과제를 선정했다. 또 에너지절약 전문기업사업(ESCO) 지원, 흡수원 확대 등 111개 세부 실천 대책을 세워 추진했다. 이와 함께 '기후변화협약 대응 제2차 종합대책(2002~2004년)'을 수립해 온실가스 감축기술 및 친환경 에너지 개발 촉진, 온실가스 감축대책을 강화, 국민 참여 및 협력 유도 등 3대 부문에 걸쳐 추진 목표를 마련했으며 이와 관련한 각종 정책과 조치들을 추진했다.

한국정부는 '기후변화협약 대응 제3차 종합대책(2005~2007년)'에 따라 지구온난화 문제에 대응하기 위한 국제적 노력에 적극 동참했다. 이 대책은 온실가스 저배출형 경제 구조로 전환하기 위한 기반 구축 및 기후변화가 국민 생활에 미치는 부정적 영향의 최소화를 목표로 하고 있다. 특히 협약이행을 위한 기반 구축 사업, 부문별 온실가스 감축사업, 기후변화 적응 기반 구축 사업 등 3대 사업부문에 대한 정책과 조치들을 마련해 추진했다.

3차에 걸친 기후변화협약 종합 대책은 소기의 성과를 거두었으나, 상당수의 감축 정책이 정량적인 감축 목표를 명확히 설정하지 못해 정책 시행에 따른 실질적인 온실가스 감축 효과를 종합적으로 평가하지 못했다는 아쉬움을 남겼다.

이를 보완하기 위해 수립된 것이 바로 '기후변화대응 종합기본계획(2008~2012년)'이다. 이 계획은 기후변화협약 중심의 대응체계에서 한발 더 나아가 녹색성장을 통한 저탄소 사회 구현을 목표로 환경, 산업, 국제협력 등을 포괄하는 종합대책의 성격을 띠고 있다.

2009년 2월 발족한 녹색성장위원회는 '녹색성장국가전략 5개년 계획'(2009년 7월)을 수립했으며 '국가 온실가스 중기 감축목표'(2009년 11월)를 설정했다. 또 '저탄소 녹색성장 기본법'(2010년 1월)과 시행령(2010년 4월)을 제정하는 등 녹색성장추진을 위한 법적, 제도적 기반을 구축했다.

'저탄소 녹색성장 기본법'은 기후변화와 에너지대책, 지속가능 발전의 실현 등에 대한 내용을 포괄하고 있다. 이 법은 총 7장 64개 조문으로 구성되어 있다(표 2-19).

표 2-19 저탄소 녹색성장 기본법의 구성

구분	법(총 64개 조문)	시행령(총 44개 조문)
제1장 총칙	목적, 용어 정의, 추진원칙	목적, 온실가스 명시
제2장 저탄소 녹색성장 국가 전략	녹색성장 국가전략 및 추진계획수립 시행평가	녹색성장 국가전략 5개년 계획 수립, 중앙 지방 추진계획의 수립 변경 및 점검 평가 절차
제3장 녹색성장위원회 등	녹색성장위원회 구성과 운영, 기능 등	녹색성장위원회 분과위원회 녹색성장기획단 지방 녹색성장위원회 구성 운영, 회의 절차, 녹색기술 재원배분 방향 등
제4장 저탄소 녹색성장의 추진	녹색경제, 산업육성, 자원순환, 녹색기술, 녹색금융, 친환경 세제개편, 녹색일자리 창출 등	녹색산업투자 회사 설립 운영지원, 녹색기술 산업 표준화 및 인증절차, 집적지 조성 기관 등
제5장 저탄소 사회의 구현	기후변화 에너지 기본계획 수립, 목표관리, 온실가스 배출량 에너지 사용량 보고, 총량제한 배출권거래제 등	온실가스 관리의 원칙과 역할, 공공기관 온실가스 에너지 목표관리, 관리업체 지정 기준, 관리업체 온실가스 에너지 목표관리, 명세서 및 등록부의 관리, 국가온실가스 정보체제 관리, 온실가스 정보관리센터 설치, 기후변화 적응대책 등
제6장 녹색생활 및 지속가능 발전의 실현	국토 · 물 · 녹색교통 · 건축 · 농업, 녹색소비 생활 등	녹색 국토 관련계획, 교통부문 온실가스 감축체계, 녹색건축물의 기준 및 확대 등
제7장 보칙	국제협력 증진, 국가보고서 작성, 과태료 등	과태료의 부과 등

또 '녹색성장 5개년계획'은 온실가스 감축, 신재생에너지 개발과 보급 확대, 기후변화 적응, 녹색 건축, 녹색 도시, 녹색 교통, 녹색 생활, 국제 협력 등 다양한 분야를 포괄하는 종합적인 계획이라고 할 수 있다. 이 계획은 각 전략별로 녹색성장을 위한 핵심 성공요소를 도출해 이에 따라 실천해야 할 10대 과제를 선정했다.

녹색성장위원회는 지난 2009년 11월 국무회의를 통해 확정된 한국의 중기(2020년) 온실가스 감축 목표 설정 과정에 있어 주도적인 역할을 했다.

당시 국무회의에서는 단기적인 부담을 감수하면서도 '저탄소 녹색성장'을 위한 패러다임 전환과 더 큰 국가적 이익을 위해 온실가스 감축 목표를 결정했다. 이명박 대통령은 이를 '선진국형 발상의 전환을 가져온 역사적인 국무회의'라고 평가했다.

특히 정부가 최종 확정한 배출 전망 대비 30% 목표는 국제사회에서 제안한 비부속서 I 국가들이 분담해야 하는 '상당한 수준'의 감축에 해당하는 것이다. 이는 대내적으로는 녹색성장 정책을 강력하게 추진하고 대외적으로는 범지구적인 기후변화 대응 노력에 적극 동참하려는 한국정부의 의지를 반영한 것이라고 할 수 있다.

'저탄소 녹색성장' 3년 성과 및 향후 추진방향

한국은 2008년 8월 15일 '저탄소 녹색성장'을 新 국가 비전으로 선포한 이후 종합적 녹색성장 정책을 기업과 시민, 정부가 협력 추진해 효과적 온실가스 감축 체계를 구축하고 녹색산업을 새로운 성장 동력으로 육성하는 등 저탄소 녹색경제 사회로의 전환을 본격화하고 있다.

녹색성장 3년 추진 성과

[전 사회가 함께 추진한 녹색성장] 한국정부는 녹색성장위원회를 중심으로 시민 산업계 지방자치단체 등을 아우르는 폭넓은 네트워크를 구축했으며 이를 통해 녹색성장을 성공적으로 함께 추진할 수 있는 기반을 마련했다. 한국은 2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 3대 녹색강국 진입이라는 장기 비전을 제시하고 환경·경제·생활 정책을 아우르는 '녹색성장 국가전략 및 5개년 계획'을 수립했다. 특히 한국은 이러한 빠른 정책화와 실천을 통해 국제적으로 녹색성장 추진의 훌륭한 모델이라는 평가를 받고 있다.

[효율적 온실가스 감축 체제 구축] 한국정부는 2020년 배출 전망치 대비 30%의 온실가스를 감축하는 것을 목표로 하는 중기국가 온실가스 감축목표(2009.11월)와 부문별 업종별 감축목표(2011.7월)를 발표했다. 또 '온실가스 에너지 목표관리제'를 통해 기준치 이상의 온실가스를 배출하는 사업장을 대상으로 구체적인 감축 목표를 부여해 본격적인 온실가스 감축을 추진하고 있다. 이와 함께 국가 온실가스 관리 체계의 질적 향상과 온실가스 감축 목표의 설정 및 감축 성과의 관리를 위해 온실가스 종합정보센터를 설립해 운영하고 있다.

[녹색 기술 산업 분야 가시적 성과 구현] 한국정부는 녹색기술 개발과 산업 발전을 위해 녹색 R&D의 투자 규모를 대폭 확대하고 있다. 또 27대 중점 녹색기술 개발을 통해 녹색기술 산업 분야의 실질적인 성과 도출을 유도하고 있다.

- 녹색 R&D 투자 규모는 1.5조 원(2008년) 에서 2.2조 원(2010년)으로 47% 증가
- 2010년 신재생에너지 부문 업체 수 2.1배, 고용인원 3.7배, 매출액 6.5배, 수출액 7.3배 증가(2007년 대비)
- 리튬이차전지 시장점유율 세계 2위, LED소자 생산 세계 2위, 국내 최초 양산형 전기차 '블루온' 출시

[생활의 녹색화 확산] 도로 자동차 중심의 기존 교통 체계가 철도 연안해운 대중교통 등 녹색교통 중심으로 전환되고 있으며, 건축물 신축 시 에너지 성능 설계 기준 강화, 그린홈 보급 등을 통해 건축물의 에너지 효율이 획기적으로 개선되고 있다. 아울러, '그린스타트', 'We Green' 등 범국민 실천운동 및 녹색생활 확산을 위한 다양한 캠페인이 전개되고 있다.

[기후변화 재난 대응] 강화 한국정부는 국가 차원의 7개 부문(건강, 재난 재해, 농업, 산림, 해양 수산업, 물 관리, 생태계)별 기후변화 적응대책을 수립했으며, 4대강 살리기 사업을 추진하여 안정적인 수자원 확보 및 홍수 피해 예방을 위해 노력하고 있다.

[녹색성장 글로벌 리더십 강화] 한국정부는 그동안 녹색성장 패러다임의 국제적 확산에 주도적인 역할을 해왔으며, '글로벌녹색성장연구소(GGGI)' 설립과 '동아시아기후파트너십(EACP)' 사업 추진 등을 통해 개도국의 녹색성장을 위한 지원을 본격적으로 확대하고 있다.

- 2009년부터 '동아시아기후파트너십(EACP)' 사업을 통해 녹색 ODA* 무상원조 대폭 확대
- 2010년 6월 '글로벌녹색성장연구소(GGGI)' 출범

* 녹색 ODA는 개도국의 기후변화대응과 '저탄소 녹색성장'을 지원하는 공적개발원조(ODA)를 포괄하는 개념임

향후 추진 방향

한국정부는 지난 3년간 법 조직 중장기 계획 등 녹색성장을 위한 기본적인 인프라를 성공적으로 조성했다. 반면, 온실가스 감축과 에너지 절약을 자발적으로 유도할 수 있는 제도적 기반에 있어 여전히 미흡한 부분이 많은 것으로 판단되고 있다.

앞으로 한국은 녹색성장 정책을 지속적으로 추진해 기후변화와 에너지 위기에 강한 녹색경제로의 전환을 가속화할 예정이며 이를 통해 '저탄소 녹색성장'이 국민생활과 산업 현장에 더욱 가깝게 다가갈 수 있도록 노력을 기울일 계획이다.

2) 온실가스 에너지 목표관리

(1) 온실가스 에너지 목표관리제

한국은 저탄소 녹색성장 기본법 및 시행령에 기후변화 완화의 수단으로 명령 통제(Commend and Control) 방식인 온실가스 에너지 목표관리제(이하 '목표관리제')를 규정하고 있다. 목표관리제는 온실가스 배출이 많고 다량의 에너지를 소비하는 대규모 사업장에 대해 온실가스 감축과 에너지절약 목표를 부과해 관리하는 제도이다. 이 제도를 통해 한국정부는 앞으로 산업계 온실가스 배출량의 90%, 국가 전체 온실가스 배출량의 70% 이상을 관리하며 국가 온실가스 감축 목표 달성과 녹색성장 동력 창출을 위해 노력할 것이다. 또한 한국은 목표관리제의 도입을 통해 국제적인 온실가스 배출량 및 에너지 사용량의 산정, 보고, 검증체계를 구축하였다. 구축된 산정, 보고, 검증 체계는 향후 배출권거래제의 기초 인프라로 활용될 예정이다.

목표관리대상은 저탄소 녹색성장 기본법 시행령에서 명시한 온실가스 배출량 기준과 에너지 사용량 기준을 초과할 경우 관리업체로 지정되며, 미관리업체의 사업장이 사업장 단위 기준치를 초과할 경우 목표관리대상으로 해당 사업장을 지정한다. 업체단위 선정기준은 연간 온실가스 배출량 125,000톤 CO_2 eq.과 에너지사용량 500 TJ 이상이며, 사업장 단위 선정기준은 온실가스 배출량 25,000톤 CO_2 eq.과 에너지사용량 100 TJ 이상이다.

2010년 9월 470여개의 관리업체가 선정되었으며, 목표관리업체는 2011년에 온실가스 배출량 정보 등을 수록한 명세서를 관장기관에 보고하였다. 2011년에 지정된 관리업체는 490개 업체로 전년에 비해 약 20여개의 업체가 증가하였다(사업장 단위 4,231개). 부문별로는 농업 축산 28개, 산업 발전 384개, 건물 교통 51개 , 폐기물 27개 업체가 대상으로 선정되었다. 관리 업체 지정 기준은 2014년까지 연간 온실가스 50,000톤 CO_2 eq. 이상인 업체, 15,000톤 CO_2 eq.이상인 사업장, 에너지 사용량 200 TJ 이상인 업체나 80 TJ 이상인 사업장 등으로 단계적으로 확대될 예정이다.

목표관리제의 운영기관은 총괄기관과 부문별 관장기관으로 구분된다. 총괄감독기관인 환경부는 종합적인 지침과 기준을 설정하고 타 부처 업무에 대한 관리감독을 시행하며 검증 기관의 지정과 관리를 담당한다. 관장기관은 부문에 따라서 농림수산식품부(농업, 축산), 지식경제부(산업, 발전), 국토해양부(건물, 교통), 환경부(폐기물)로 구분된다. 관장기관은 관리업체의 지정, 업체목표설정, 이행계획 및 실적의 평가 등 해당 부문에서 지정된 업체의 관리를 담당한다.

목표관리제는 한 해 단위로 추진되며, 그 순서는 관리업체 지정(7월), 부문 업종 업체별 목표 설정(9월), 이행계획 제출(12월), 명세서 및 이행실적 보고서 제출(3월)로 진행된다.

부문별 관장기관(소관부처)은 매년 9월말까지 해당 분야 관리 업체의 다음 연도 온실가스 감축, 에너지 절약, 에너지 이용 효율 목표 등을 설정해 각 관리 업체에 통보한다. 관리 업체들의 연간 온실가스 배출 허용량 상한치는 2011년 7월 확정된 부문별 업종별 감축 목표를 기반으로 업체의 가동률 전망, 신증설 계획 등이 반영되어 최종 확정된다. 관리업체는 관장기관으로부터 받은 목표를 달성하기 위한 이행계획을 작성하여 매년 12월말까지 제출하여야하며, 이행연도 다음해 3월말까지 이행실적 및 명세서를 제출하여야 한다.

한국정부는 2011년 3월 '온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침'을 고시하여 온실가스배출량 산정 보고 검증의 구체적인 지침을 규정하였다. 지침은 세부적인 온실가스 산정 방법론과 배출계수 활동자료 등 배출량 산정 핵심 자료에 대한 합리적 관리 기준을 제시하고 있다. 이 지침은 특히 온실가스 배출량 산정 절차에 따라 조직경계 설정 방법, 사업장 내 연료사용량·원료사용량 등 활동자료에 대한 모니터링 체계 구축 방법, 33개 배출 활동에 대한 구체적인 산정 방법론과 배출계수의 활용 방법 등을 포괄적으로 규정하고 있으며 온실가스 에너지 명세서 작성 서식을 담고 있다. 관리 업체는 작성한 명세서에 대해 검증기관의 검증을 받은 뒤 해당 부문의 관장기관에 제출해야 한다.

*** 온실가스 배출량의 산정 보고 검증 절차**

① 조직 경계 설정 → ② 배출 활동 확인 구분 → ③ 모니터링 유형 및 방법 설정 → ④ 산정 보고 체계 구축 → ⑤ 산정 방법론 선택 → ⑥ 배출량 산정 → ⑦ 명세서 작성 → ⑧ 제3자 검증 → ⑨ 명세서 및 검증보고서 제출

검증기관이란 관리 업체가 작성한 명세서를 검증하는 제3자적 전문기관을 말한다. 검증기관으로 지정되기 위해서는 검증 업무에 대한 전문성을 확보해야 할 뿐 아니라 조직의 독립성과 객관성을 확보해야 한다. 이를 위해 검증기관은 검증을 담당하는 조직과 행정을 담당하는 조직으로 구분해 운영되어야 한다. 검증기관 및 검증심사원의 지정등록 관리는 국립환경과학원이 담당하고 있으며, 2011년 9월 현재 21개 검증기관이 지정되어 있다. 검증기관 지정 절차는 신청 서류 검토, 현장조사, 지정 심사자문단 검토, 지정 요청, 관장부처 의견수렴, 검증기관 지정 등의 순서로 진행된다.

검증기관은 특히 엄격한 사후관리를 위해 2년마다 정기조사를 받아야 한다. 검증 업무를 담당하는 검증심사원 양성 교육은 2011년 1월부터 실시하고 있으며 엄격한 평가를 통해 검증심사원 자격을 부여하고 있다. 검증심사원은 광물산업, 화학, 철강금속, 전기전자, 폐기물, 농축산임업, 공통분야 등 7개 전문 분야로 나뉜다. 2011년 9월 현재까지 엄격한 시험과 교육을 거친 211명이 검증심사원 자격을 취득했다.

(2) 국가온실가스종합관리시스템

한국정부는 국가 온실가스 종합정보관리체계의 구축 및 관리를 위해서 2011년 온실가스 종합정보센터(이하 '센터')를 환경부 소속기관으로 설립하였다. 센터는 온실가스 에너지 목표관리제의 보고수단인 국가온실가스종합관리시스템 (이하 '시스템')을 구축하였다. 시스템의 주요 기능을 그림 2-6에 도식화 하였다. 시스템은 중앙행정기관, 관리업체 등 대상기관들이 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 등의 관련 자료를 시스템을 통하여 보고하면 총괄 관장기관은 제출된 자료를 열람하고 관리할 수 있도록 구성되어있다. 예를 들어 관리업체는 이행계획, 이행실적, 명세서 등의 제출 서류를 시스템을 통해서 관장기관으로 제출해야 한다. 총괄 관장기관은 시스템에 접속하여 제출 자료에 대해 열람하고, 제출서류의 개선 보완 요구 등 행정업무를 수행한다. 제3자 검증 및 관장기관 확인이 완료된 명세서, 이행계획, 이행실적 등의 자료는 전자등록부로 확정되어 관리된다(그림 2-6).

그림 2-6 국가온실가스종합관리시스템 개념도



시스템은 온실가스 에너지 목표관리의 지원 기능 외에도 대국민 정보제공, 국가통계 관리, 감축목표 설정 등을 지원하는 기능을 한다. 일반 국민들은 시스템에 구축된 홈페이지를 통해서 다양한 온실가스 정보를 제공받을 수 있다. 센터는 시스템을 통해서 취합된 자료를 DB화하여 통합 관리할 예정이다.

(3) 온실가스 배출권 거래제

한국정부는 온실가스·에너지 목표관리제 운영경험을 바탕으로, 시장기능에 기반하여 효율적으로 온실가스를 감축할 수 있는 온실가스 배출권 거래제 도입을 추진하고 있다. 한국정부는 2011년 4월 '온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률안'을 국회에 제출하였으며, 법률이 제정될 경우, 2015년 1월 1일부터 온실가스 배출권 거래제가 도입되어 시행될 예정이다.

2 제도적 조치

1) 발전 및 산업 부문

한국정부는 지난 2009년 발표한 '녹색성장 5개년 계획'을 바탕으로 '국가에너지기본계획', '에너지이용합리화 기본계획', '전력수급기본계획' 등 분야별 중장기 계획을 수립해 시행하고 있다. 이를 통해 온실가스 감축과 에너지 효율 개선을 위해 노력하고 있다.

(1) 산업 부문 에너지 수요 관리 강화

한국의 에너지 수요 관리 정책은 지난 1979년 12월에 제정된 '에너지이용 합리화법'에 근간을 두고 있다. 또 한국정부는 관련 정책을 추진하기 위해 5년마다 '에너지이용합리화 기본계획'을 수립하고 있다. 특히 에너지 수요 부문의 경우, 부문별 수요 관리를 혁신하고 에너지 절약 산업을 전략적으로 육성하는 등 다양한 정책들을 추진하고 있다.

① 자발적 협약

'에너지이용 합리화법'에 따라 지난 1998년 설치된 국가에너지절약추진위원회는 에너지 절약 촉진과 온실가스 감축을 위해 자발적 협약 제도를 도입했다. 이에 따라 산업체는 자발적으로 에너지절약과 온실가스 감축 목표를 설정해 실천하고 있다. 한국정부는 이를 뒷받침하기 위해 자금 및 세제 지원을 시행하고 있다. 지원 대상의 경우 초기에는 연간 5,000TOE 이상의 에너지를 사용하는 기업이었으며 2004년부터는 연간 에너지 사용량이 2,000TOE 이상인 기업까지 범위가 확대되었다.

지난 1998년 15개 시범협약을 시작으로 2009년까지 총 1,300개 사업장이 협약에 참여했다(표 2-20).

표 2-20 연도별 자발적 협약 참여 산업체수

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
협약	15	67	211	372	532	686	1,021	1,288	1,353	1,383	1,355	1,300

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

또 2007년부터 2010년까지 산업체 1,497건, 건물 410건 등 총 1,907건의 에너지 진단을 실시해 2,169천 TOE의 에너지 절감 잠재량을 도출했다. 이렇게 발굴된 잠재량은 에너지 절약 시설 투자, ESCO(Energy Service Company) 사업 등을 통해 실질적인 에너지 절약으로 이어지고 있다(표 2-21, 2-22).

표 2-21 의무적 에너지 진단주기

구 분	진단 범위	진단 주기
연간 에너지 사용량이 20만 TOE 미만인 업체	전체 진단	5년
연간 에너지 사용량이 20만 TOE 이상인 업체	전체 진단	5년
	부분 진단[20]	3년

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

표 2-22 에너지 진단 추진 성과

구분 \ 연도	2007	2008	2009	2010	계
사업장 수	383	420	559	545	1,907
진단 대상 에너지 사용량(TOE/년)	9,373,271	6,878,185	11,090,762	8,087,743	35,429,961
에너지 절감 잠재량(TOE/년)	429,013	549,333	710,412	479,840	2,168,598
절감률(%)	4.6	8.0	6.4	5.9	6.1
절감 예상 금액 (백만 원/년)	169,824	302,934	390,420	266,730	1,129,908
에너지절약시설투자비 (백만 원)	326,788	431,631	727,777	589,175	2,075,371
투자비 회수 기간(년)	1.9	1.4	1.9	2.2	1.8
온실가스 감축 잠재량 (톤 CO_2 eq./년)	1,086,377	1,463,397	1,754,496	1,184,438	5,488,708

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

20) 부분진단의 경우, 10만 TOE이상의 사용량을 기준으로 구역별로 나누어 실시하며, 다음 진단주기가 도래한 경우, 진단을 실시하지 않은 구역 중에서 진단을 실시

② 에너지진단 의무화제도

한국정부는 '에너지이용 합리화법'에 따라 2007년부터 연간 에너지 사용량 2,000TOE 이상인 다소비 사업장에 대해 주기적으로 에너지진단을 받도록 하는 '에너지진단 의무화 제도'를 실시해 산업과 건물 부문 등에서 에너지 절약과 온실가스 감축을 촉진하고 있다.

아울러 인적 물적 네트워크가 부족한 중소기업의 에너지 절약을 지원하기 위해 연간 에너지 사용량이 10,000TOE 미만인 중소기업에 대해 에너지 진단 비용의 90%를 지원하는 제도를 추진했다. 이에 따라 2007년부터 2010년까지 총 536개 중소사업장이 85억원의 지원을 받았다. 이는 총 148천 TOE의 에너지 절감 잠재량(업체당 276TOE) 발굴이라는 효과로 이어졌다.

③ 에너지사용계획 협의제도

한국정부는 일정한 규모 이상의 사업을 실시하거나 에너지 사용 시설을 설치하고자 할 경우, 에너지 수급 및 에너지 이용 효율 향상 계획 등을 정부와 미리 협의하는 에너지사용계획 협의제도를 시행하고 있다.

원천적인 에너지 절약 체계를 수립하기 위해 지난 1993년부터 추진된 이 제도는 초기에는 공공기관만을 대상으로 추진되었다가 2002년부터 민간부문까지 확대되었다. 현재 도시개발, 산업단지개발, 항만건설 등의 8개 분야가 이 대상에 포함된다. 공공사업의 경우 연료 사용 2,500TOE/년, 전력 사용 10,000MWh/년 이상, 민간사업의 경우 연료 사용 5,000TOE/년, 전력 사용 20,000MWh/년 이상인 시설이 대상에 포함된다.

이에 따라 2010년까지 총 882건의 에너지사용 계획에 대한 사전 협의가 이루어졌다. 또 15,634천 TOE/년의 에너지 절감 잠재량이 발굴되었다(표 2-23).

표 2-23 에너지사용계획 협의제도 연도별 추진 성과

구분 \ 연도	1993~2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	계
협의 건수(건)	226	19	25	41	42	71	61	94	83	100	120	882
에너지 사용 계획량 (천 TOE/년)	33,165	1,055	2,143	6,531	8,914	7,743	10,362	11,952	8,583	11,495	19,326	121,269
절감 잠재량 (천 TOE/년)	2,355	191	247	635	1,362	1,283	1,212	1,866	1,172	1,900	3,411	15,634
예상 절감률(%)	7.1	18.1	11.5	9.7	15.3	16.6	11.7	15.6	13.7	16.5	15.8	12.9

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

④ 에너지 절약 시설 투자 지원

산업체의 노후 저효율 시설 교체 및 고효율 기기의 보급 확대를 위해 기업체에게 장기적으로 교체 비용을 빌려 주는 에너지 절약 시설 투자 자금지원 사업도 실시되고 있다. 지난 1980년 2천억원의 특별 자금을 조성해 지원을 시작한 이래 자금 규모와 대상 사업을 확대해 온 이 사업은 지원조건과 절차 역시 꾸준히 개선해 왔다. 그 결과 1980년부터 2010년까지 총 5조 8,633억원의 에너지 절약 시설 자금이 지원되었다(표 2-24).

표 2-24 에너지 절약 시설 자금 지원 실적

구분 \ 연도	2006	2007	2008	2009	2010
지원금(백만 원)	429,610	454,213	539,995	518,650	511,785

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

한국정부는 2011년에도 6,018억원을 지원했다. 또 제도의 정비 확충 등을 통해 에너지 절약 시설투자를 지속적으로 확대해 나갈 계획이다.

⑤ 에너지 절약 전문 기업 사업 확대

에너지 절약 전문 기업 제도는 지난 1992년 4개 기업의 등록을 시작으로 2010년 182개까지 그 대상이 확대되었다. 초기의 사업 영역은 단순 설비교체, 고효율 조명 기기 교체 등에 머물렀지만 최근 기술력 향상으로 사업영역이 공정 개선, 폐열회수, 냉난방 설비, 열병합발전 등으로 전환되거나 확대되고 있다.

한국정부는 기술력과 자본력이 부족한 중소기업을 지원하기 위해 정책 자금 가운데 약 70%를 중소기업에 우선 배정해 자금을 지원하고 있다. 특히 에너지 절약 전문 기업의 부채 부담을 완화하기 위해 신용대출 및 팩토링 프로그램 등의 편의도 제공하고 있다(표 2-25, 2-26).

표 2-25 에너지 절약 전문 기업 등록 현황

구분 \ 연도	2006	2007	2008	2009	2010
등록업체 수	158	156	143	128	182

※ 자료 : 에너지관리공단(2010)

표 2-26 에너지 절약 전문 기업 자금 지원 현황

구분 \ 연도	1993~2007	2008	2009	2010	계
건수	2,958	100	100	122	3,280
융자액	10,487	1,115	1,318	1,307	14,227

※ 자료 : 에너지관리공단(2010)

2010년 한국정부는 에너지 절약 전문 기업과 관련한 산업을 더욱 확대하기 위해 에너지절약전문기업 산업 활성화 방안을 발표했다. 이에 따라 앞으로 민간자금 활용, 신사업 모델 발굴, 에너지절약 전문 기업 공제조합 설립 등을 통해 에너지절약 전문기업 산업, 진단 산업, 제품 설비와 금융 등의 연관 산업이 활성화될 것으로 기대하고 있다.

⑥ 공공기관 에너지 소비 총량제

한국정부는 공공기관이 솔선수범해 에너지절약의식을 확산하고 기후변화 대응에 기여하기 위해 공공기관 에너지 소비 총량제를 추진하였다. 현재 이 제도는 '온실가스 에너지 목표관리제'로 통합되어 시행되고 있다. 공공기관은 매년 에너지 절약 목표를 설정해 에너지 소비를 줄이기 위한 노력을 기울여야 하며 또 이행실적을 점검받아야 한다.

한국정부는 2003년을 기준으로 2004~2006년 공공기관의 에너지 소비를 평균 3% 낮추었다. 또 2007~2009년까지 당해년도 에너지 소비 총량을 최근 2년간 평균 에너지 소비 총량 이하로 유지하도록 했다.

(2) 신재생에너지 및 청정에너지의 에너지공급 비중 확대

한국정부는 신재생에너지 분야를 에너지 저소비형 녹색국가 실현을 위한 신성장동력으로 삼고 있다. 이를 위해 오는 2030년까지 신재생에너지 보급률 11%를 달성한다는 계획을 세워 다양한 정책을 추진하고 있으며 집단에너지, 원자력발전, 천연가스 보급 확대 등 화석에너지 의존도를 낮추기 위한 노력도 병행하고 있다.

① 신재생에너지 보급 확대 및 산업 육성

앞서 언급한 것처럼 한국정부는 신재생에너지 보급 확대를 통해 신재생에너지 산업을 육성하고 화석에너지 의존도를 낮추기 위해 노력하고 있다. 특히 지난 1987년에 제정되

고 2004년에 개정된 '신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법' 등을 통해 다양한 정책들을 추진하고 있다.

한국정부는 오는 2020년까지 생활공간의 에너지공급을 태양광, 태양열, 지열 등의 신재생에너지로 대체하는 '그린홈 100만 호' 프로젝트를 추진한다. 이를 위해 단독 공동주택에 신재생에너지 설비를 설치할 경우 설치비의 50% 범위에서 보조금을 지원(연료전지의 경우 80% 이내)하고 있다. 특히 10가구 이상이 참여하는 마을 단위 신청을 적극적으로 유도해 에너지 사용량이 적은 그린 빌리지 조성에도 힘쓰고 있다. 또 지난 2004년 '태양광 10만 호 보급사업'을 시작해 2010년까지 3,720억원을 지원했으며 이를 통해 총 73,721호의 태양광 주택을 보급했다(표 2-27).

표 2-27 그린홈 100만호 보급사업 지원 내역

구분 \ 연도		~2005	2006	2007	2008	2009	2010	계
단독주택	수용가구 수	1,217	2,452	3,033	4,143	7,066	8,831	26,742
	지원액(백만 원)	22,064	43,163	43,249	53,644	83,462	85,941	331,523
민간 공동주택	수용가구 수	–	550	127	251	1,216	5,427	7,571
	지원액(백만 원)	–	649	128	377	1,740	2,104	4,998
국민 임대주택	수용가구 수	–	2,962	4,307	5,627	10,911	15,601	39,408
	지원액(백만 원)	–	5,108	7,079	6,551	8,788	8,000	35,526
계	수용가구 수	1, 217	5,964	7,467	10,021	19,193	29,859	73,721
	지원액(백만 원)	22,064	48,920	50,456	60,572	93,990	96,045	372,047

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

또 한국정부는 신재생에너지 보급 확대를 위해 지난 2002년부터 신재생에너지 발전 사업자에게 신재생에너지 발전원별 기준 가격과 전력시장 가격(원/kWh)의 차액을 보전 지원하는 '신재생에너지 발전차액제도'를 실시했다. 이를 통해 2010년까지 총 1,694개소의 신재생에너지 발전소에 7,720억원을 지원해 신재생에너지 발전원의 보급 확대를 위한 기반을 구축했다. 최근에는 신재생에너지사업이 어느 정도 자리를 잡아감에 따라 50만kW 이상의 발전 설비를 보유한 발전 사업자를 대상으로 총발전량의 일정량 이상을 의무적으로 신재생에너지를 이용해 공급하도록 하는 '신재생에너지공급의무제(Renewable Portfolio Standards, RPS)'도 추진하고 있다(표 2-28).

표 2-28 연도별 신재생에너지 공급 의무량 계획

분류	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
의무비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4. 0	5.0	6. 0	7.0	8.0	9.0	10

이와 함께 한국정부는 신재생에너지의 핵심 원천 기술을 선정해 2015년까지 1조 5,000억원을 투자할 계획을 가지고 있다. 이로써 관련 기술을 육성하고 학교와 산업단지 등 10대 중점 대상을 지정해 신재생에너지 설비를 집중적으로 설치한다는 것이다. 또 '해상풍력 Top-3 로드맵'을 수립해 추진할 계획이며 실증 단지를 중심으로 오는 2019년까지 9조 원을 투자하는 등 기술 개발과 보급확대를 위해 다양한 정책을 추진하고 있다.

② 집단에너지 공급 확대

한국정부는 집중된 에너지 생산시설(열병합발전소, 열전용보일러, 자원회수시설)에서 생산된 에너지를 주거지역, 상업지역, 산업단지 내의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급해 판매하는 정책을 추진하고 있다. 집단에너지를 통해 에너지 절약과 온실가스 저감을 유도하고 있으며 집단에너지 공급 대상의 지역 지정과 세제 행정 지원 및 융자지원 등을 통해 그 공급 범위를 확대하고 있다. 또 집단에너지 공급을 더욱 확대하기 위해 쓰레기 소각장의 폐열을 지역난방용 열원으로 활용하고 있으며 매립가스 등 신재생에너지를 활용한 사업도 추진하고 있다.

지난 1985년 지역난방이 처음 도입된 이래 한국정부는 2010년까지 총 2,006천 세대에 지역난방을 공급하고 있다. 이는 14,877천 세대에 이르는 전체 주택 대비 13.5%의 보급률을 나타내는 것이다.

또 산업단지의 경우 총 17개 산업단지, 25개 사업장에 산업단지 집단에너지를 공급하고 있다. 이에 따라 2010년 집단에너지 시설에 의한 에너지 공급량은 국내 발전량(433,604GWh)의 5.1%를 차지하는 22,229GWh로 나타났다(표 2-29).

표 2-29 집단에너지 보급 현황(실적 기준)

구분 \ 연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
지역난방(천 세대)	1,083	1,177	1,251	1,337	1,390	1,484	1,590	1,736	1,888	2,006
산업단지수(사업장수)	20	20	21	21	21	21	20	24	25	25

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

③ 천연가스의 안정적 공급

한국정부는 천연가스의 안정적인 수급 능력 확보를 위해 노력하고 있다. 이와 동시에 전국적인 공급 인프라를 확충하고 합리적 이용을 위한 수요를 관리하기 위한 종합적인 연계 정책을 추진하고 있다. 2010년 발표된 '제10차 장기 천연가스 수급계획'에 따르면 한국정부는 중동과 동남아에 집중되어 있는 천연가스의 도입선을 다양하게 확대하고 장기 물량과 단기 물량을 적절하게 배분해 공급의 안정성과 효율성을 확보한다는 계획을 가지고 있다. 아울러 2013년 삼척기지 준공, 2017년 동해가스전 저장 시설 전환 등을 통해 오는 2024년까지 총 1,536만 kℓ의 저장 용량을 확보할 계획도 가지고 있다. 이는 천연가스 도입가를 안정화하고 중장기 공급 안정성을 향상시킬 수 있는 방안으로 평가받고 있다.

한국의 천연가스 소비 증가율은 지난 1987년 천연가스의 공급이 시작된 이래 급격히 상승(1987~2002년 기간 중 연평균 17.3% 증가)하다가 2002년 전국 주요 도시에 보급이 완료되면서 그 증가세가 점차 둔화되고 있다(2002~2009년 기간 중 연평균 5.6% 증가). 한국정부는 2010년 2,853km인 공급 주배관을 오는 2016년까지 4,200km로 연장해 공급 지역을 2010년 158개의 시 군에서 2016년까지 212개 시 군으로 확대할 예정이다. 또 생산기지와 공급 배관에 2010년부터 2017년까지 총 7조 9,618억원을 투입할 계획을 가지고 있다.

④ 원자력 적정 비중 유지

한국의 총 전력소비량은 2010년 4,238억 kWh이며 앞으로 연평균 1.9%씩 증가할 것으로 전망되어 오는 2024년에는 5,516억 kWh에 이를 것으로 예상된다. 이렇게 지속적으로 증가하는 전력소비수요를 충족하는 동시에 CO_2 배출을 억제하기 위해 한국정부는 장기 전력수급상 총발전량에서 원자력발전의 비중을 적정 수준으로 유지할 예정이다.

2010년 한국의 원자력 설비 용량은 18,716MW로 발전원별 설비 가운데 25%를 차지하고 있다. 이 수치는 2024년까지 32%에 이를 것으로 전망되고 있다. 또 발전량의 비중은 2010년 31%에서 2024년 48.5%까지 늘어날 것으로 보이며 이와 반대로 석탄, 석유 등 고탄소 배출원의 발전량 비중은 점차 축소될 전망이다.

⑤ 바이오디젤의 보급 확대

한국정부는 IPCC에서 인정하는 탄소 중립원인 바이오디젤 보급을 위해 2007년부터 '바이오디젤 중장기 보급계획'을 수립했으며 이와 관련한 다양한 정책들을 추진하고 있다. 이에 따라 경유의 바이오디젤 혼합 비율을 매년 0.5%씩 상향조정해 2007년 0.5%이던 것을 2010년 2%까지 확대했다. 한국정부는 바이오디젤 확보를 위해 패스트푸드점 등의 사업장에서

발생하는 폐식용유의 60% 이상을 회수하고 있다. 특히 2011년까지 바이오디젤의 유류세를 면제했으며 2012년부터는 '바이오디젤의무혼합제도'를 도입할 계획을 가지고 있다.

한국정부는 또 관련 연구에도 노력을 기울이고 있다. 2007년부터 2010년까지 1,500ha 규모의 유채 시범 재배사업을 실시했으며 634억원을 투입해 해양식물, 동물성 바이오디젤 등 차세대 바이오 연료 개발을 추진하고 있다. 이런 과정을 통해 한국정부는 2007년부터 2009년까지 총 593천 kℓ의 바이오디젤을 보급했다(표 2-30).

표 2-30 바이오디젤 보급량

구분 \ 연도	2007	2008	2009	합계
보급량 (천 kl)	109	196	288	593

※ 자료 : 제2차 바이오디젤 중장기 보급계획(2010)

(3) 고효율 기자재 보급 확대를 통한 에너지율 향상

한국 가전제품의 에너지 소비 효율은 세계적인 수준이다. 이는 고효율 기기의 보급과 확산을 위해 정부가 추진한 효율관리 프로그램 때문이라고 할 수 있다.

① 에너지 소비효율등급 표시제도의 강화

한국정부는 에너지 절약형 제품의 보급 확대로 에너지를 절약하고 온실가스를 감축하고자 에너지소비 효율에 따라 에너지 소비 효율등급(1~5등급) 라벨을 의무적으로 표시하게 했다. 또 5등급 미만의 제품은 생산과 판매를 금지하는 '에너지 소비효율등급 표시제도'를 운영해 최저 소비 효율 기준을 적용하고 있다. 이에 따라 2010년 현재 냉장고, 에어컨, 세탁기, 조명기기, 삼상유도전동기 등 24개 품목 19,000개 모델이 신고 접수되었으며, 매년 1억 5천만 대의 제품이 에너지 소비효율등급 기준이나 최저소비효율 기준에 따라 판매되고 있다(표 2-31).

표 2-31 바이오디젤 보급량

구분 / 연도	단위	1996	2009	비고
냉장고 (1L당 연간 소비전력량)	연간 kWh/L	1.750	0.702	60% 감축
에어컨 (냉방 효율 : EER)	W/W	2.974	3.597	21% 상승

2011년에는 TV, 창 세트, 변압기가 에너지 소비효율등급 표시제도의 대상에 포함되었으며 2012년부터 제도의 적용을 받을 예정이다. 또 냉장고, 냉동고, 상업용 냉장고 등에 대해서는 측정 방법을 변경하거나 개선하고 있다.

② 대기전력 경고 표시제 시행

한국정부는 가전제품의 대기 시간에 대해 절전모드를 채택하고 대기전력의 최소화를 유도하고자 '대기전력 1W 국가로드맵'을 수립했다. 이에 따라 대기전력 저감 기준 만족 제품에는 에너지 절약 마크를 임의로 표시하고 대기전력 저감 기준 미달제품에 대해서는 대기전력 경고 표지를 의무적으로 표시하는 대기전력저감 프로그램을 22개 제품 대상으로 운영하고 있다. 특히 '대기전력 경고 표시제'는 한국이 세계 최초로 시행하는 제도이다. 이 제도에 따라 대기전력 경고 표지 대상 제품으로 지정되면 제조업자나 수입업자는 대기전력 신고 의무화, 대기전력 저감 기준 미달제품에 대한 경고표지 의무화 등 2가지 의무사항을 지켜야 한다.

2010년 현재 이 프로그램을 통해 한국 내에서 판매되는 대부분의 전자제품은 대기전력 1W 이하의 기준을 만족하고 있다.

③ 고효율 에너지 기자재 인증 대상 품목 확대

고기밀성 단열창호 등 에너지 절약 효과가 큰 제품의 초기 시장 형성 및 보급 활성화를 위해 일정 기준 이상의 제품을 대상으로 자발적 신청을 인증하는 고효율 에너지 기자재 인증제도 역시 1996년부터 시행되고 있다.

이에 따라 한국정부는 지난 1996년부터 2010년까지 총 37개 품목을 인증 대상으로 지정했으며 총 803개 업체 4,943개 모델을 고효율 에너지 기자재로 인증했다. 또 고효율에너지 기자재로 인증된 제품에 대해 'e 마크'를 부여하고 있으며 자금과 세제 지원 및 공공시장에서 우선 구매를 진행하는 등 혜택을 주고 있다.

또 국내외 LED 조명의 급속한 상용화 추세를 감안해 오는 2015년까지 LED 조명의 비중을 30%까지 확대할 계획도 가지고 있다. 이를 위해 LED 관련 품목을 인증 대상에 추가하는 등 2013년까지 대상 품목을 42개로 확대할 예정이며 조달구매 시 우선 구매와 시험수수료 지원 등 제도적인 지원도 병행할 계획이다.

(4) 온실가스 조기 감축 촉진

한국정부는 산업 부문을 중심으로 온실가스 조기 감축을 유도하고자 노력하고 있다. 특히 자발적인 온실가스 배출 감축 실적 등록 사업과 산업계 기후변화 대책기구 운영 등 다양한 정책을 추진하고 있다.

① 자발적 온실가스 배출 감축 실적 등록사업

한국정부는 기업의 자발적인 온실가스 감축활동을 촉진하기 위해 기업의 온실가스 감축실적을 등록하고 정부가 일정 비용으로 이를 구매하는 온실가스 배출 감축 실적 등록 사업을 지난 2006년부터 실시하고 있다.

사업에 참여하려는 기업은 정부가 인정한 방법론에 따라 온실가스 배출 감축 예상량이 연간 500톤 CO_2 eq.이상인 사업을 등록해야 한다. 또 감축 사업 실시 및 감축 실적 검증 과정을 거쳐야 한다. 이를 통해 지난 2005년부터 2010년까지 총 299개의 사업이 심사 및 등록을 완료했으며 491건이 검증을 거쳐 878만 톤 CO_2 eq.의 감축 실적이 인증되었다. 이와 함께 2011년부터는 등록 기준을 100톤 CO_2 eq.이상인 사업으로 낮춰 소규모 감축사업의 활성화를 도모할 계획이다.

② 산업계 기후변화 대책기구 구성 및 운영

한국정부는 발전, 철강, 정유 등 업종별 기후변화협약 대책반을 구성 운영해 산업계의 온실가스 감축 및 기후변화 대응을 지원하고 있다. 지난 2004년 8개 업종을 시작으로 2010년 현재 13개 업종으로 그 대상이 확대되었다. 업종별 대책반은 온실가스 감축 기술 정보수집 및 분석, 업종별 온실가스 산정 지침 및 인벤토리 구축 가이드라인 개발, 사내 배출권 거래제 활성화 등을 통해 산업계의 자발적인 온실가스 감축 노력을 유도하고 있다.

2) 건물 부문

건물 부문에 대해 한국정부는 주택 및 상업용 건물의 에너지 효율화를 통해 2020년까

지 감축 목표를 달성한다는 계획을 세워 심도 있는 정책을 추진하고 있다. 중장기적으로 신축 건축물의 경우 제로 에너지건축물을 실현할 수 있도록 유도하고 있으며 동시에 기존 건축물에 대한 대대적인 효율화 개보수 지원 등의 대책도 수립하고 있다.

(1) 건축물 에너지 절약 설계 기준의 지속적 강화

지난 1976년 처음으로 '건축법'에 건축물의 열손실 방지 규정을 도입한 뒤 한국정부는 1979년에 단열 기준을 제정했다. 또 1985년부터 사무소 건물을 시작으로 8개 유형의 에너지 다소비형 건축물을 대상으로 하는 '건축물의 에너지 절약 설계기준'을 제정해 시행하고 있다. 약 3년 주기로 '건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙'을 개정해 신축건축물의 외벽, 지붕, 바닥 등에 대한 단열 기준을 지속적으로 강화하고 있다. 그 일환으로 2010년에는 신축 건축물의 창문 단열 효과를 20% 이상으로 대폭 높였다. 또 강화된 단열 기준 외에도 조명, 보일러, 냉동기 등 고효율 에너지 제품의 사용품목을 확대하기 위한 노력이 있어야만 건축 허가를 받을 수 있도록 하고 있다. 2011년부터는 건축물의 총 에너지 사용량을 규제하는 성능 중심의 건축물의 에너지 절약 설계 기준을 도입할 계획도 세우고 있다.

지난 2009년 '저탄소 녹색성장'을 선언한 이후 한국정부는 건축물 분야의 온실가스 저감 목표 달성을 꾸준히 구체화했다. 특히 오는 2017년 저에너지주택의 의무화, 2025년 제로에너지주택 의무적용 등을 목표로 제반 정책과 기술 기준 강화를 위한 준비에 많은 노력을 기울이고 있다.

(2) 건물에너지 효율등급 인증제도의 확대 시행

한국정부는 건물 부문의 에너지 이용 효율을 높이기 위해 끊임없이 노력하고 있다. 이와 관련해 지난 2001년 8월부터 18세대 이상 신축 및 개보수 작업이 이루어지는 공동주택에 대해 설계 단계부터 에너지 절약 시설과 장치가 마련된 건축물(1~3등급)의 건축을 유도하기 위해 일정한 기준 이상의 건물에 대해서는 건물 에너지 이용 효율 인증을 발급하고 있다. 또 건축비의 일정분에 대한 저리융자와 건축 기준 완화 등의 인센티브를 부여하고 있다.

특히 한국정부는 2010년부터 업무용 건축물까지 건물 에너지 효율등급 인증을 확대해 시행하고 있으며 공공 건축물의 경우 2등급 이상의 취득을 의무화했다. 향후 인증 대상을 점차 확대하기 위한 준비도 진행하고 있으며 최종적으로 기존 건축물을 적용 대상에 포함하기 위한 노력도 병행하고 있다. 이 제도의 확대시행은 국가 에너지의 약 23%를

차지하는 건물 부문에 대한 원천적인 에너지 절감을 자발적으로 유도하기 위한 것이라고 할 수 있다.

(3) 친환경 건축물 인증제도 촉진 방안 구축

한국정부는 친환경 건축물 인증제도를 시행하고 있다. 이는 건축물의 자재 생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 건축 전 과정에 걸친 자원 절약, 오염물질 감소 등 환경에 영향을 미치는 요소를 평가하기 위한 것이라 할 수 있다. 한국정부는 건축물의 환경 성능 개선을 통해 에너지 소비 및 온실가스 배출 감축을 유도하고 있다.

평가 항목은 토지 이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 환경오염, 수자원, 유지관리, 생태환경, 실내환경 등 9개 분야 40여 개 항목으로 구성되어 있다. 지난 2002년부터 시행된 친환경 건축물 인증제도는 현재 준공된 건축물을 대상으로 심사를 진행한다. 건축주가 희망하는 경우 설계 단계에서 심사를 진행하며 이에 따라 예비인증을 수여한다. 인증 유효기간은 5년이고 이후에는 재인증 신청을 할 수 있도록 규정하고 있다.

최초의 인증 대상은 공동주택에 한정되었으나 최근에는 공동주택, 업무용, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 복합건축물, 기타 건축물 등으로 그 대상이 확대됐다. 또 인증을 받은 건축물에 대해 취득세 경감, 용적률, 조경 면적, 건축물의 높이 등 건축 기준 완화를 허용하고 있다(표 2-32).

표 2-32 친환경 건축물 인증실적

구분 \ 연도	2005	2006	2007	2008	2009	2010
인증실적	33	163	300	414	570	2,235

(4) 저에너지 및 저탄소 녹색건축물 활성화 계획

한국정부는 저에너지·저탄소 녹색건축물의 활성화를 위해 건축물의 전 생애 단계별로 종합적이고 체계적인 계획을 수립해 추진하고 있다.

또 건축물 에너지 절약 설계 기준의 지속적인 강화를 추진할 계획이며 '에너지 절약형 친환경 주택 건설 기준 및 성능'을 에너지 절감률 상향에 따라 개정할 계획이다. 저에너지 및 저탄소 녹색건축물 모델을 제시하기 위해 기존 대비 60% 이상의 에너지 절감을

목표로 하는 그린홈 실증 단지를 조성할 계획도 가지고 있다. 그린홈 실증 단지는 공동주택과 단독주택을 그 대상으로 하고 있다.

한국정부는 친환경 인증 및 에너지 효율등급 인증의 적용 대상을 기존 건축물까지 확대할 계획을 가지고 있다. 이와 함께 중장기적으로 모든 건축물에 대한 의무화를 추진해 기존 건축물의 에너지효율 유지 및 관리를 강화할 예정이다. 특히 건축물 에너지통합관리 시스템 구축으로 건축물의 에너지종합정보를 공유하고 부동산 거래 시 건축물의 에너지 정보를 첨부하는 '건축물 에너지 소비 증명제도'를 단계적으로 도입할 계획도 가지고 있다.

건축물의 용도별로 그린 리모델링 가이드라인과 적용 기술을 개발해 보급하며 금융 지원을 통해 기존 건축물의 녹색화도 유도할 예정이다.

한국정부는 오는 2020년까지 '그린홈 100만 호 조성사업'을 완수하기 위해 가정용 신재생에너지 시스템을 보급하고 있다. 또 공공기관 건축물의 신재생에너지 시스템 설치 의무화 확대와 민간건축물의 신축 및 리모델링 시 신재생에너지 사용을 제도적으로 지원하고 있다.

3) 교통 부문

한국정부는 교통 부문에 있어 교통 수요의 관리 강화와 교통 운영의 효율화를 추진하고 있다. 또 저공해 자동차 보급을 활성화하고 저탄소물류 체계를 구축한다는 목표도 세우고 있다. 이와같은 추진 전략을 실현하기 위해 관련 정책과 조치를 마련하는 중이다.

(1) 교통 수요 관리 강화 및 교통 운영 효율화

① 저탄소형 스마트 교통시스템 구축

한국정부는 기존 교통수단 시설에 첨단 IT기술과 교통 정보를 융합해 교통 운영 및 관리를 과학화·자동화하고 있다. 또 효율성과 안전성 향상을 위한 노력도 기울이고 있다. 이를 위해 2010년 현재 전국 포장도로의 11.6%에 구축된 지능형 교통체계를 2020년까지 25% 수준으로 확대할 예정이며 이에 앞서 국도, 도시부 등 전국 주요 간선도로에 지능형 교통 체계의 구축을 확대 시행하고 있다. 또 전국 주요 광역생활권 교통축을 중심으로 2010년 현재 33개축으로 연계된 광역버스 정보 시스템을 오는 2020년까지 전국 71개로 확대할 예정이다.

특히 지난 2007년부터 첨단 도로기술, 지능형 교통 체계, 차세대 자동차 기술을 융·복

합해 기존의 도로보다 안전성, 정시성, 편리성 등이 우수하고 더욱 원활한 교통 흐름을 유지할 수 있는 '스마트 하이웨이'에 대한 연구도 진행하고 있다. 이 연구는 스마트 하이웨이 도로기반시설 핵심기술개발, 스마트 도로-IT 기반 교통운영기술 개발, 스마트 도로-자동차 연계기술 개발 등을 포함하고 있으며 오는 2016년까지 진행될 예정이다.

또 자동차가 교차로 중앙에 설치된 원형교통섬을 저속으로 우회하는 방식의 회전교차로를 설치해 교통사고를 예방하는 동시에 지·정체를 줄이고 있다. 회전교차로 설치는 신호 대기시간 절감(약 1분), 연료 절감, 원활한 교통 흐름, 교통사고 예방 등의 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 한국정부는 2011년 서울, 부산 등 15개 시도의 103개소를 대상으로 회전교차로 시범사업을 확대해 추진하고 있다.

② 녹색 교통수단 활성화

한국정부는 수도권 교통난 완화 및 대중교통 활성화를 위해 수도권 주요 거점을 직선으로 연결하는 광역급행버스의 운행을 확대하고 있다. 이 버스는 기점 및 종점으로부터 각각 5km 이내에 위치한 8개의 정류소에만 정차한다. 광역급행버스는 2009년 8월부터 용인~서울역 등 12개 노선이 시범운행되고 있다. 한국정부는 광역급행버스와 같은 저비용 고효율의 간선 급행버스 체계 사업을 전국 대도시권으로 확대할 계획이다. 서울의 간선급행버스 체계 구축 결과 해당 구간 버스 속도가 기존 대비 2.0~9.0km/h 증가했으며 통행시간 편차는 ±1~2분으로 정시성이 향상된 것으로 나타났다.

철도의 경우 경부고속철도 2단계(대구~부산) 조기 개통(2011년 1월→2010년 10월)에 이어 호남고속철 오송~광주송정 구간의 조기 완공(2015년→2014년)을 추진하고 있다. 또 3개 항을 대상으로 항만 해상풍력발전단지 도입을 위한 풍력자원 조사를 실시했고 김포공항 지열 태양광 발전시설 설치를 완료했으며 제주공항(지열), 인천공항(태양광) 등에서 신재생에너지 시설의 설치를 추진하는 등 해운과 항공 부문에서도 많은 노력을 기울이고 있다.

한국정부는 지난 2007년부터 보행 교통 및 자전거 시스템 개선을 위해 매년 보행우선구역 시범사업을 실시했다. 이에 따라 교통사고 위험이 크거나 보행 여건이 열악한 주거 상업지의 도로를 정비하고 안전하고 편리한 보행 환경을 조성하고 있다. 특히 '공공자전거제도'를 서울, 창원, 고양시 등에서 운영해 자전거 이용을 활성화하고 있다.

이와 더불어 한국정부는 대중교통 자전거 보행중심의 도시 공간 구조를 창출해 녹색교통수단을 활성화하고 교통 혼잡을 완화하기 위해 대중교통 전용지구도 확대하고 있다. 그 결과 대구시 대중교통 전용지구에서는 대중교통 이용자가 10% 증가했으며, 보행자는

약 15~18% 증가한 것으로 나타났다. 또 대구 시민의 약 77%가 시범사업에 대해 긍정적인 평가를 내렸다. 향후 체계적인 사업추진을 위해 '대중교통 기본계획(2012~2016년)'에 대중교통 전용지구 신규 사업 계획을 반영할 계획이며, 계획 수립, 주요 시설 구축 및 운영에 대한 가이드라인도 작성할 계획이다.

'에코 드라이브'는 급가감속, 급출발 급제동 등을 하지 않는 친환경 경제적 운전 방식을 말한다. 한국정부는 이를 확산시켜 에너지를 절약하고 자동차 온실가스 배출량을 감축하고 있다. 2010년부터 사업용 운전자, 자동차운전학원 강사, 공공기관기업체 관계자 등을 중심으로 에코 드라이브 체험 교육을 실시하고 있으며 공공기관 기업체의 교통안전 교육이나 직장 교육을 활용해 에코 드라이브를 확산하고 있다. 2011년부터는 에코 드라이브 시뮬레이터를 각종 전시회, 다중 집합 장소에 설치해 가상체험 기회를 제공하고 있다. 또 에코 드라이브에 관한 각종 정보 제공과 교육을 위한 인터넷 사이트를 개설해 운영하고 있다.

(2) 저공해 자동차 보급 활성화

한국정부는 2010년부터 2011년까지 개발된 전기차 및 충전기를 대상으로 실제 운행 능력 등을 평가하고 있다. 이를 토대로 전기차를 본격적으로 보급하기 위한 기반을 구축할 예정이다. 이에 따라 2011년부터 2012년까지 공공 부문의 전기차 구입과 충전기 설치를 지원할 계획이며 이를 통해 전기차의 판로를 안정적으로 구축할 계획이다. 또 오는 2013년 이후에는 소비수요의 안정적 성장을 유도하기 위해 민간 구매에 대한 지원과 충전인프라를 확충할 계획이다. 이를 통해 한국정부는 2015년 국내 소형차 시장의 10%(연간 판매대수 기준), 2020년 국내 승용차 시장의 20%를 전기차로 대체한다는 목표를 가지고 있으며, 오는 2020년까지 총 100만 대의 전기차와 총 220만 대의 충전기를 보급·지원할 예정이다. 특히 공공기관이 의무적으로 구매해야 하는 친환경차에 전기차를 포함하고 친환경차 구매 비율을 단계적(2010년 20%, 2011년 30%, 2013년 50%)으로 높일 예정이다. 이와 함께 자동차 제작사가 판매해야 하는 친환경차의 비율(2010년 6.6%, 2011년 7.5%) 역시 상향조정할 계획이다.

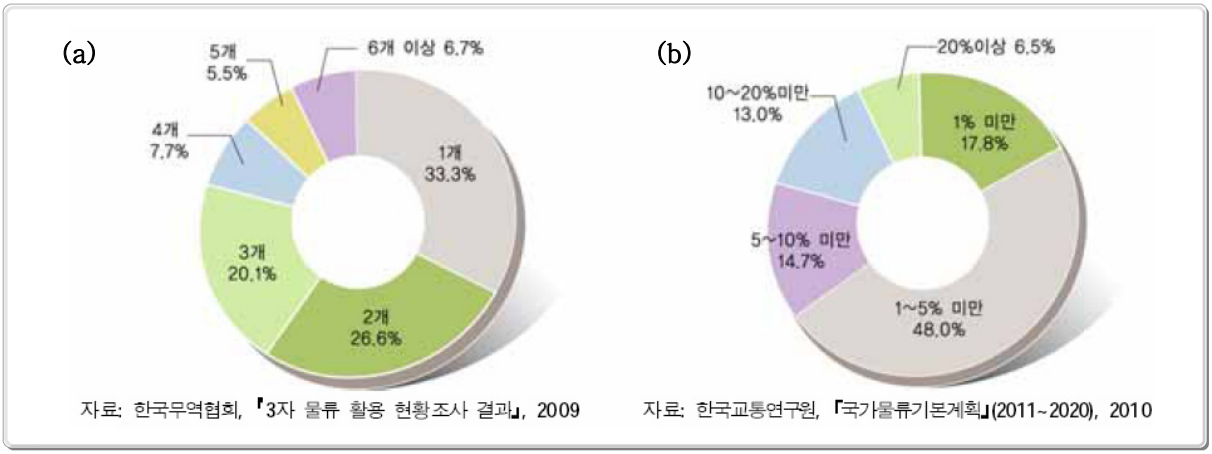
(3) 저탄소 물류 체계 구축

한국정부는 저비용 고효율 녹색 물류 체계 구축을 통한 물류 시설의 공동화, 집단화를 위해 전국 5대 권역별로 내륙물류기지를 건설하고 물류단지를 개발할 계획이다. 또 '물

류시설개발종합계획(2008~2012년)'에 따라 2012년까지 총 41개소(1,671만 ㎡)의 물류단지를 개발할 예정이다.

한국정부는 또 운영 효율 향상과 물류비 절감을 위해 자가 2자 물류를 3자 물류18)로 전환하고 종합물류기업 인증 기준 가운데 3자 물류의 비중을 점차 확대하고 있다. 지난 2009년 국내 3자 물류시장의 규모는 연간 약 8조원이었으며 이는 전체 물류시장의 7.9%를 차지하는 수치이다. 특히 한국정부는 3자 물류 활용 기업의 법인세 감면 실적과 실효성 등을 종합 검토해 3자 물류 세제 지원을 위한 개선 방안을 마련했다(그림 2-7).

그림 2-7 〈a〉 3자 물류 이용 업체 수와 〈b〉 매출액 대비 3자 물류 지출비용



자료: 한국무역협회, 「3자 물류 활용 현황조사 결과」, 2009

자료: 한국교통연구원, 「국가물류기본계획」(2011~2020), 2010

이와 함께 도로에서 철도 연안해운으로 전환하는 화물에 대해 화주 운송 사업자와 협약을 체결해 실적에 따라 보조금을 지급하는 제도도 실시하고 있다. 이와 관련해 한국정부는 앞으로 대상 노선과 협약 대상 등을 지속적으로 확대할 예정이다. 장기적으로는 전환교통 활성화를 위한 시설 투자비용 지원(컨테이너 2단 적재 열차 도입, 연안화물선 항만시설 사용료 감면 등)도 검토하고 있다.

(4) 자동차 온실가스 에너지 기준 정책

한국정부는 고효율 자동차의 생산과 보급을 촉진하기 위해 승용차(LPG 및 경차 제외)에 대한 '평균에너지소비효율제도'를 시행하고 있다. 이 제도는 연간 판매량이 1,000대 이상인 자동차 제작사를 대상으로 제작사별 판매 자동차의 평균 연비를 산출해 기준 평균 연비 달성 여부를 확인하는 것이다. 기준을 충족하지 못한 자동차 제작사에 대해서는 개선 명령 등을 내릴 수 있으며 이를 통해 연비 향상을 유도할 수 있다.

지난 2006년부터 시작된 이 제도는 2011년까지 배기량 1,600cc 이하의 승용차의 경우 12.4km/ℓ, 1,600cc를 초과한 승용차의 경우 9.6km/ℓ 의 기준 평균 연비를 적용했다. 2012년부터는 17.0km/ℓ 의 기준 평균 연비 적용 대상을 2012년 전체 차량의 30%에서 2015년 100%까지 단계 적으로 확대할 예정이다. 또 10인승 이하 및 총중량 3.5톤 미만인 승용차와 승합차로 그 대상을 확대할 예정이며, 소규모 자동차 제작사 및 수입사에 대해서는 별도의 기준 평균 연비를 마련해 적용할 계획이다.

'평균에너지소비효율제도'를 통해 평균 연비는 매년 3.2%씩 지속적으로 향상되고 있다. 특히 지난 2009년에는 노후 차량 교체 지원 및 소형차 등의 판매증가에 힘입어 전년 대비 7.8%의 높은 상승률을 달성하기도 했다(표 2-33).

표 2-33 평균 에너지 소비 효율 향상 추이 (단위 : km/ℓ)

구분 \ 연도	2005	2006	2007	2008	2009
1,600cc 이하	12.86	13.39	13.69	13.87	14.75
1,600cc 초과	10.41	10.50	10.62	10.69	11.48
전 체	10.97	11.19	11.36	11.53	12.43

※ 자료 : 에너지관리공단(2011)

4) 농축산 부문

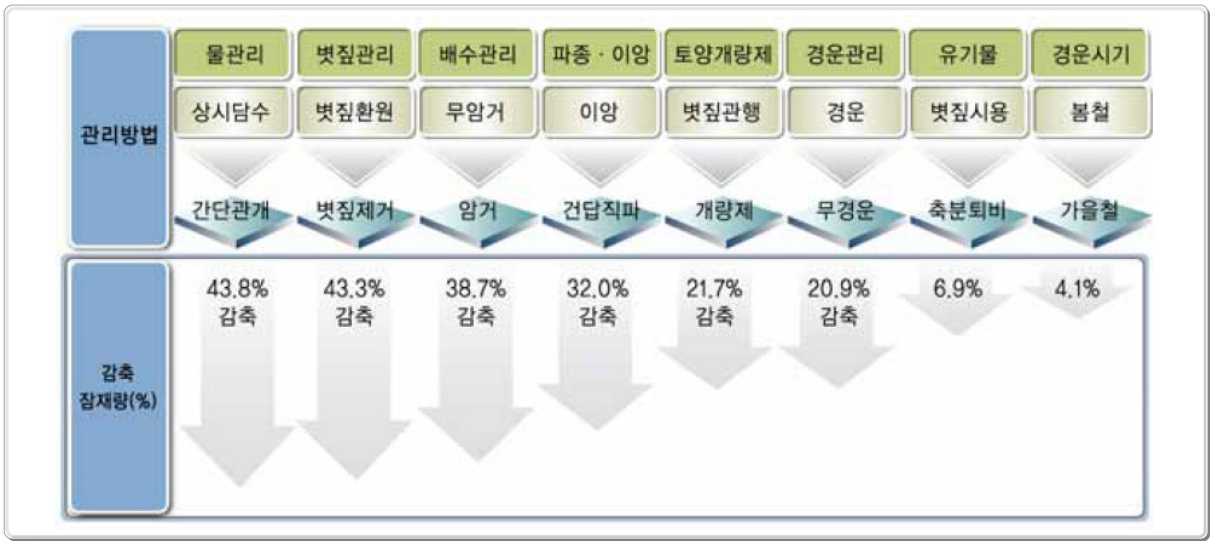
농축산 부문에서 주로 발생하는 CH_4와 N_2O 등의 온실가스 배출량 감축은 저탄소 농업정책과 농축산 기술 개선을 통해 이루어지고 있다. 농업부문의 온실가스 저감 정책은 경종 부문의 경우 벼논에서 배출되는 CH_4 와 밭에서 배출되는 N_2O를 감축하는 정책으로 구분된다. 축산 부문의 경우에는 크게 반추가축의 장내 발효 개선, 분뇨처리시설 개선 등과 온실가스 감축을 위한 연구개발 등으로 나뉜다.

(1) 논의 CH_4 배출량 감축

담수 상태의 논에서 주로 발생하는 CH_4의 배출량 감축은 벼 재배 기술 개선을 통해 이루어지고 있다. 논벼 재배의 경우 CH_4 감축을 위한 기술 개발은 지난 1990년대 중반부터 본격적으로 진행되었다. 특히 농촌 현장에서 실용화될 수 있도록 물관리, 볏짚 관리, 배수 관리, 파종 이앙, 토양개량제, 경운 관리 등의 영농 관리 방법이 체계화되었다.

한국정부는 벼 재배와 관련된 온실가스 연구결과를 바탕으로 논에서 발생하는 온실가스 배출 특성과 온실가스 배출 감축을 위한 영농기술을 영농 현장에 보급하기 위해 '온실가스 저감을 위한 벼 재배기술 매뉴얼'을 발간했다. 이에 따라 이앙재배보다 CH_4 배출이 32% 저감되는 것으로 알려진 건답직파와 상시담수에 비해 CH_4 배출이 43.8% 저감되는 간단관개 등 벼의 생력 재배법을 장려하고 있다. 따라서 벼 재배 면적이 일정하게 유지된다고 하더라도 CH_4 배출량은 직파재배 및 간단관개 면적의 증가에 따라 감소할 전망이다. 또 생육기간이 짧은 조생종의 경우 생육 기간이 긴 중·만생종보다 CH_4 배출량이 약 25~40% 적은 것으로 나타났으며 CH_4 배출량 저감형 벼 품종 장려를 통해 상당량의 배출량이 감소될 가능성도 제시되고 있다(그림 2-8).

그림 2-8 벼농사의 온실가스 저감수단별 효과 비교



※ 자료 : 국립농업과학원(2009)

(2) 논과 밭의 N_2O 배출량 감축

농경지의 질소질 비료 사용으로 인해 발생하는 N_2O 배출은 화학비료 사용량 감축을 위한 친환경농업 육성을 통해 배출량 저감 효과를 거두고 있다. 한국정부는 친환경농업을 적극적으로 육성하기 위해 지난 2001년부터 5년마다 '친환경농업육성 5개년 계획'을 수립해 추진해 왔으며 현재는 '제3차 친환경농업육성 5개년 계획(2011~2015년)'이 추진되고 있다.

친환경농업육성의 대표적인 사업이라고 할 수 있는 지속가능한 저탄소 자원순환형

농업시스템을 구축하기 위해 한국정부는 시 군 수계단위로 600ha 이상 규모의 경종과 축산을 연계한 자원순환형 광역친환경농업단지 조성을 추진하고 있다. 또 읍면 등의 마을 단위에 10ha 이상의 친환경농업지구조성도 추진하고 있다. 특히 화학비료 사용량 감축을 위해 토양검정 결과를 기초로 화학비료를 투입하는 '맞춤형비료지원사업'과 친환경농업 실천농가 육성을 위해 친환경농산물 인증 농가를 대상으로 면적당 보조금을 지급하는 '친환경농업직접지불제도' 등도 추진하고 있다.

친환경농업육성사업은 2000년 이후 매년 약 60%이상의 친환경농업 인증 면적의 증가를 이끌어 내고 있다. 이와같이 친환경농업 실천 면적의 확대에 따라 질소질 비료 소비량(ha당 기준)은 2000년 423천 톤에서 2005년에는 354천 톤, 2010년에는 242천 톤 등으로 2000년 대비 42.8% 감소해 N_2O 배출량 감축에 크게 기여했다(표 2-34).

표 2-34 친환경농업 실천 면적 및 질소질 비료 소비량 변화 추이

구분 \ 연도	2000	2005	2007	2008	2009	2010
친환경농업 인증 면적(ha)	2,039	49,807	122,882	174,107	201,688	194,006
질소질 성분 비료 소비량(천 톤)	423	354	335	302	262	242

※ 자료 : 농림수산식품부(2011)

한국정부는 또 지난 2000년부터 N_2O 배출량 산출을 위한 전국 단위 포장 실측을 시행했으며 이를 통해 기본적인 측정 시스템을 성공적으로 구축했다. 또 질소질 비료 사용을 억제함으로써 N_2O 배출 저감을 유도하는 영농 관리를 확산시키고 있다. 친환경농업을 위한 양분종합관리 방안으로서 토양검정 시비 시행과 농민에게 올바른 비료 사용정보도 제공하고 있다. 밭의 N_2O 발생 양상 구명 및 저감기술 개발 역시 지속적으로 추진하고 있으며 2002~2010년까지 고추, 콩, 배추 등 밭작물 재배와 관련한 온실가스 연구 결과를 바탕으로 '온실가스 저감을 위한 밭작물 재배기술 매뉴얼'을 작성해 유기물 시용, 경운 관리, 물 관리, 질산화제 억제제 사용, 작부 체계 개선 등에 따른 저탄소 농업기술을 보급하고 있다.

(3) 반추가축의 장내 발효 개선

반추가축 장내 발효에 의해 배출되는 CH_4를 감축하기 위해 한국정부는 가축 개량, 양질 조사료급여 확대, 반추위 발효조정제 사료 첨가 등의 다양한 방안을 추진하고 있다.

① 가축 개량 사업 확대

한국정부는 한우와 젖소 등 반추가축을 대상으로 가축의 생산성을 높이면서 적정 사육두수 유지를 통해 온실가스를 줄일 수 있는 가축 개량 사업을 추진하고 있다. 유전적 개량 과정을 통해 생산성을 제고하기 위해 한국정부는 한우고능력암소지원사업과 젖소능력검정사업을 추진하고 있다. 또 고능력 수정란을 도입하고 청정 육종 농가 이식을 통해 우수 유전자원을 확보하기 위해 젖소육종농가사업도 추진하고 있다. 이밖에도 선도 농가를 중심으로 가축 개량에 관한 기술 교육을 실시하고 있으며 이를 통해 축산농가의 생산성 향상과 온실가스 감축을 유도하고 있다.

② 양질 조사료 급여 확대

한국정부는 양질 조사료의 자급 생산기반을 확보하고 국내 부존자원의 활용과 생산기반 확대를 도모하기 위해 조사료 생산기반시설 확충 사업을 추진하고 있다. 이 사업은 조사료용 기계와 장비 지원, 볏짚 등 부존자원 활용 지원, 초지 조성 및 기반시설 지원, 조사료용 종자비 지원, 조사료 가공시설 지원, 사료 작물을 이용한 사일리지 제조와 운송비 지원 등으로 이루어지고 있다. 양질의 조사료원 확보를 위해 한국정부는 2012년까지 조사료 대 농후사료의 비율을 현재 4:6에서 6:4로 전환할 계획이다.

③ 반추위 발효조정제 사료 첨가

한국정부는 원료 사료의 종류 및 가공 방법 개선을 통한 CH_4 저감형 사료 배합과 반추위의 발효조건을 개선시킬 수 있는 사료 첨가제 그리고 미생물 제제 투여에 의한 CH_4 발생 저감 효과에 대한 연구를 진행하고 있으며 실용화를 위한 연구투자를 강화하고 있다.

(4) 가축 분뇨의 자원화 촉진

전문화 규모화 된 양축농가의 가축(소, 돼지, 닭 등) 생산 과정은 대량의 가축 분뇨를 발생시킨다. 가축 분뇨는 비료 성분과 높은 생물학적 산소요구량을 보유하고 있는 유기물질이다. 이 물질들의 분해 과정에서 상당한 양의 CH_4가 발생하게 된다.

따라서 한국정부는 가축 분뇨를 이용한 퇴비화・액비화・에너지화 등 분뇨의 자원화를 추진해 축산부문의 온실가스를 줄이고 있다.

가축 분뇨 자원화를 촉진하기 위해 한국정부는 지난 2007년 9월 '가축 분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률'을 제정했다. 또 양축농가를 대상으로 가축 분뇨 처리 시설 장비 등의 설치에 필요한 자금을 지원하는 '가축 분뇨 처리 지원사업'을 추진하고 있다. 이 사업은

작물을 생산하는 경종 부문과 가축을 생산하는 축산 부문이 연계된 자원순환농업을 적극적으로 추진하기 위해 시행되고 있다. 이 사업에 따라 양축농가와 영농조합법인 등은 퇴비화시설, 공동자원화시설, 액비저장시설, 에너지화 시설 등을 설치할 경우 융자 방식으로 자금을 지원받을 수 있다. 또 한국정부는 가축 분뇨 자원화 사업의 효과적인 운영을 위해 가축 분뇨 공동자원화센터와 액비유통센터 등 민간 조직체를 운영하고 있다. 이들 조직체는 경종 및 축산농가간자원순환농업협약을 체결해 운영하고 있다. 한국정부는 특히 가축 분뇨 자원화 확대와 효율적인 관리를 위해 관련 분야 전문가가 참여하는 컨설팅과 양축농가를 대상으로 한 자원화 교육 및 홍보를 강화하고 있다. 이밖에도 가축 분뇨 자원화의 수요자인 경종농가의 요구에 부응할 수 있도록 가축 분뇨 자원화의 비용절감 기술과 악취 탈취제 개발, 악취제어 미생물 배양 등의 실용화 기술 개발을 위한 연구비 지원도 확대 시행하고 있다.

5) 임업 부문

1950년대 한국의 산림은 한국전쟁에 의한 산림파괴, 과도한 연료재의 벌채 등으로 심각하게 황폐해졌다. 이후 한국은 가정용 목질 연료를 다양한 에너지원으로 전환하고 산림 복구 사업을 추진하는 등 다각적인 노력을 통해 산림녹화에 성공했다. 1960년에는 무림목지20)가 280만 ha로 전체 산림 면적의 42%에 달했지만 지난 2005년에는 그 비율이 2%로 감소했다. 이처럼 짧은 기간에 한국이 이룩한 산림녹화는 국제연합식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)에서도 대표적인 조림 성공 사례로 평가하고 있다.

녹화된 산림을 바탕으로 지속가능한 산림경영을 이행하고 온실가스 흡수 능력을 유지하고 증진시키기 위해 한국정부는 2008년 수립된 '기후변화대응 산림종합대책(2008~2012년)'에 따라 산림탄소흡수원의 보전 및 확대 정책, 목질 바이오에너지의 이용 확대 정책 등을 추진하고 있다. 또 국가, 지자체, 민간 단위의체계적인 탄소 흡수원관리를 지원할 수 있도록 할 계획이다.

(1) 온실가스 흡수원의 보전 및 확대

① 탄소 흡수 저장 능력의 유지 및 증진

한국정부는 병해충에 의한 피해를 입었거나 벌채 시기가 지나 탄소 흡수 능력이 현저히

떨어지는 산림에 대해 수종 갱신 조림사업을 추진하고 있다. 2006년부터 2009년까지 21천 ha에 달하는 리기다소나무림에 수종 갱신 조림을 실시했으며 단계적으로 다른 임지에 대해서도 수종 갱신 조림을 실시할 계획이다.

이와 함께 한국정부는 CO_2 흡수 능력을 유지증진시킬 뿐 아니라 수원 함양, 야생동물 서식 환경 개선 등 환경 기능을 동시에 개선하는 숲가꾸기사업도 지속적으로 추진하고 있다. 지난 2004년부터 시작된 '숲가꾸기 5개년 계획(2004~2008년)' 기간에는 934천 ha의 산림을 대상으로 숲가꾸기사업을 실시했다. 2009년부터는 산림의 경제 환경적 가치를 제고하고 탄소 흡수원 확충으로 기후변화에 선제적으로 대응하기 위해 '제2단계 숲가꾸기 5개년 계획(2009~2013년)'을 수립해 총 125만 ha의 숲가꾸기를 추진하고 있다(표 2-35).

표 2-35 숲가꾸기 사업 실적

구분 \ 연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
숲가꾸기	104	89	118	172	179	184	179	176	216	304	251

※ 자료 : 산림청(각 년도)

2009년을 기준으로 전체 산림의 약 3.5%인 225천 ha가 각종 산림 병해충의 피해를 입고 있다. 소나무재선충병, 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레 등 소나무류 병해충에 의한 피해 면적이 산림 전체 피해 면적의 62%를 차지하고 있다. 따라서 한국정부는 2001~2010년 동안 산림 탄소 흡수원을 보호하기 위한 산림재해관리 사업을 추진했다. 이를 통해 평균적으로 병해충 발생 면적의 67%에 대해 방제를 시행했다. 앞으로도 예방관찰 활동을 더욱 강화해 병해충을 조기에 발견할 뿐 아니라 적기에 방제해 병해충에 의해 피해를 받는 산림 면적을 줄일 계획이다. 특히 소나무류 병해충에 대한 집중 방제로 산림을 보호할 계획이다.

지난 10년 동안(2001~2010년) 한국에서는 연평균 478건의 산불이 발생했다. 또 산불로 인해 연평균 1.2천 ha의 산림이 피해를 입었다. 이에 따라 한국정부는 '산불방지 중기 기본계획(2006~2010년)'을 수립해 진화 전문 인력 및 진화 장비의 확충 등 산불피해 방지를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 그 결과 건당 피해 면적이 감소하고 있는 것으로 나타났다. 앞으로도 한국정부는 철저한 산불 예방활동을 전개함과 동시에 진화 전문 인력 및 장비를 지속적으로 확충해 효율적으로 운영함으로써 산불발생과 산불 피해를 최소화할 계획이다(표 2-36).

표 2-36 산불 발생 및 피해 현황

연도 \ 구분	건수	면적(ha)	재적(m^3)
2001	785	963	33,753
2002	599	4,467	324,120
2003	271	133	2,444
2004	544	1,588	52,787
2005	516	2,067	113,830
2006	405	254	7,808
2007	418	230	6,467
2008	389	227	4,580
2009	570	1,381	91,626
2010	282	297	11,168

※ 자료 : 산림청(각 년도)

② 산지 전용 억제

연평균 약 10천 ha의 산림이 최근 10년(2001~2010년) 동안 다른 용도로 전용되었다. 과거에는 산지가 주로 농업용지로 전용되었으나 최근에는 주로 택지, 공장부지, 도로용지나 골프장, 스키장 등 레저용지로 전용되고 있다. 한국은 국토 면적이 작은 데다 산지가 약 64.5%를 점유하고 있기 때문에 토지에 대한 수요의 일정 부분을 산지에서 공급하는 것이 불가피한 실정이다. 이에 한국정부는 무분별한 산지전용을 막기 위해 전용허가협의제도, 산지전용타당성조사 및 대체산림자원조성비제도를 도입해 시행하고 있다. 또 지난 2002년 '산지관리법'을 제정했으며 이에 따라 산지 전용 허가 기준을 정립하고 산지관리위원회의 사전심의제도를 도입하는 등 산림 전용 기준을 강화하고 있다(표 2-37).

표 2-37 산지 전용 허가 면적

연도 \ 구분	농업용 (ha)	비농업용(ha)						계 (ha)
		택지	공장	도로	골프장	기타	소계	
2001	925	952	944	1,755	452	2,358	6,461	7,386
2002	582	1,216	1,196	1,879	321	2,351	6,963	7,545
2003	516	1,416	1,166	1,763	455	2,210	7,010	7,526
2004	357	1,751	1,158	1,539	330	2,817	7,595	7,952
2005	472	1,804	1,211	1,238	1,006	3,282	8,541	9,013
2006	431	1,281	1,147	964	1,485	3,593	8,470	8,901
2007	647	1,753	1,370	1,117	1,460	4,197	9,897	10,544
2008	571	1,707	2,253	1,181	2,130	5,897	13,168	13,739
2009	535	1,207	3,308	1,497	2,181	7,149	15,342	15,877
2010	450	1,355	2,240	1,115	1,223	5,468	11,401	11,851

※ 자료 : 산림청(각 년도)

③ 산림 탄소 흡수원의 확대

한국정부는 산림 탄소 흡수원의 확대를 목적으로 '유휴토지 조림 5개년 계획(2007~2011년)'을 수립해 유휴토지에 신규조림을 추진하고 있다. 유휴토지에 조림하고자 하는 자에게는 보조금 지원과 같은 경제적인 인센티브를 주고 있다. 계획 첫해인 2007년에 1,051ha의 유휴토지에 조림을 실시했으며 2008년부터는 매년 2,000ha의 산림 조성을 목적으로 진행해 2010년까지 6,084ha를 조성했다. 한국정부는 앞으로도 매년 1,000ha의 유휴토지에 조림을 실시할 계획이다.

지난 1995년도 농 통합 이후 도시 지역이 대폭 확대됨에 따라 도시 지역에 포함된 산림 역시 증가했다. 도시의 재조림 및 식생 복구는 곧 탄소흡수원의 확대를 의미한다. 따라서 도시화의 진전에 따른 도시민 생활의 질 향상과 탄소 흡수원 확대를 위해 지자체 및 시민단체는 도시림 조성사업을 활발히 진행하고 있다. 중앙정부는 지난 2003년부터 도심 자투리땅, 공공기관 이전 부지뿐 아니라 사유지 등을 매수해 도시림 조성을 시작했으며 그 결과 2008년까지 589ha의 도시림을 조성했다. 또 지방정부도 도시숲 조성사업을 활발히 추진해 2010년까지 1,617ha의 도시림을 조성했다. 한국정부는 앞으로 '기업 참여 도시숲 조성 관리 기본계획'을 수립해 기업과 정부의 파트너십에 의한 도시림 조성을 추진할 예정이다.

(2) 산림 탄소 상쇄 사업 추진

한국정부는 '온실가스 에너지 목표관리제' 등과 산림분야 탄소흡수를 연계한 상쇄 방안을 검토하고 있다. 2010년에는 '산림 탄소 상쇄 제도'의 시범운영 계획을 수립해 향후 '탄소배출권 거래제'가 시행될 경우를 대비하여 이와의 연계 방안을 검토하고 있다. 또 '산림탄소상쇄제도 시범운용규정'을 제정해 법적 기반을 마련했으며 시범사업을 위한 운영체계도 구축했으며 같은 해 국내 3개 기업과 시범사업 참여를 위한 업무 협약을 체결하기도 했다. 2011년 현재 2개 기업이 16.8ha의 면적에 조림 사업을 완료했으며 1개 기업은 사업 계획서를 작성하고 있다.

(3) 목질 바이오에너지 이용 확대

한국정부는 신재생에너지 보급 목표(2030년 11%)를 달성하기 위해 각종 지원 정책을 통해 목질 바이오에너지의 공급 및 수요 확대를 추진하고 있다. 이를 위해 목재펠릿 제조시설의 설치에 재정지원을 하고 있다. 2010년 현재 목재 펠릿 생산능력은 정부가 지원한

13개소와 민간투자로 설치된 5개소 등 18개소에서 연간 약 200천 톤을 생산할 수 있는 수준이지만 실제 생산량은 2009년에 9천 톤, 2010년에 13천 톤에 그치고 있다. 한국정부는 목재 펠릿의 수요를 확대하기 위해 2009년부터 농산촌 지역에 소형 펠릿 보일러를 보급하고 있으며 2010년부터는 시설원예 난방기를 목재 펠릿 난방기로 교체하고 있다.

숲가꾸기 산물의 수집을 극대화하고 바이오순환림을 조성하는 등 목재 펠릿 원료의 안정적인 공급을 위한 정책도 추진하고 있다. 한국정부는 숲가꾸기사업을 집단화하고 기계에 의한 산물수집을 확대하며 기계 작업에 필요한 작업로를 증설해 산물의 수집 비율(발생량에 대한 수집량의 비율)을 2008년 11%에서 2012년에 20%로 높일 계획이다. 또 2020년까지 100천 ha의 바이오순환림을 조성할 목적으로 지난 2009년에 '바이오순환림 조성 계획'을 수립했다. 이를 통해 백합나무, 포플라류 등 생장이 빠른 수종을 위주로 2009년까지 6,116ha의 바이오순환림을 조성했다.

6) 폐기물 부문

일상생활에서 불가피하게 발생되는 폐기물은 자연환경을 훼손시킬 뿐 아니라 처리 과정에서 CH_4 및 N_2O와 같은 온실가스를 배출시킨다. 따라서 한국정부는 폐기물의 발생 및 분해 과정에서 발생되는 온실가스 배출을 사전에 예방하기 위해 폐기물 감량화 및 재활용 정책을 추진하고 있다. 또 불가피하게 발생된 폐기물을 에너지원으로 활용하는 폐기물 에너지화 정책을 추진하고 있다.

한국정부는 물 절약과 재이용을 촉진하고 물 수요관리 정책을 수립해 수돗물 생산에 소요되는 에너지를 절약하고 있다. 이와 동시에 하·폐수의 처리로 인한 온실가스 배출을 감량하기 위한 노력도 병행하고 있다. 이를 위해 하·폐수 처리수를 공업용수, 농업용수, 하천유지수 등으로 재이용하는 비율을 점차 확대하고 있다. 또 2012년 이후 하수슬러지의 해양 투기 금지에 대비해 육상처리시설 확충, 하수슬러지 에너지화, 음폐수 바이오가스화 등을 확대할 계획이다.

(1) 폐기물 감량화

한국정부는 CO_2, CH_4 배출의 주요 근원 가운데 하나인 폐기물의 발생을 원천적으로 예방하기 위해 폐기물의 생산, 유통 및 소비 단계별 발생 폐기물 최소화 정책을 추진하고 있다. 이를 위해 생산단계인 사업장에서 폐기물을 최소화하기 위해 사업장 폐기물 배출자의 의무사항을 규정한 '사업장폐기물 감량지침'을 제도화해 1996년부터 시행하고 있

다. 사업장폐기물 감량화 제도의 근본 목적은 제품생산 공정 등 발생원에서 폐기물을 감축하고 재활용 등의 방법으로 단위 생산량당 폐기물을 줄이는 것이다. 단위 생산량당 폐기물 발생량은 2005년까지 증가하다가 이후부터 감소하기 시작했으며 2009년에는 2005년에 비해 4.7kg/톤 감소한 것으로 나타났다(표 2-38).

표 2-38 사업장 폐기물 감량 현황

연도 \ 구분	대상 업체수	제품생산량 (천 톤)	매출액 (십억 원)	폐기물 발생량* (천 톤)
2001	681	351,585	–	17,921
2003	703	363,258	–	18,308
2005	1,229	540,834	442,222	29,954
2007	1,350	644,918	597,512	34,954
2008	1,297	593,890	676,619	31,832
2009	1,334	604,135	731,360	30,622

* 원단위 발생량 : 제품 1톤 생산 시 발생하는 폐기물량(kg/톤)
※ 자료 : 환경백서, 2010, 환경부

유통 단계에서는 주요 관리대상인 포장재의 폐기 물량을 줄이기 위해 포장공간 비율, 포장 횟수 등 포장 방법과 친환경적 재질 대체를 위한 포장재질을 규제하고 있다(표 2-39). 이를 위해 한국정부는 지난 2008년부터 64개 제조 유통업체와 판촉용포장재 줄이기 협약을 체결해 불필요한 포장재 사용을 줄이도록 유도했다. 이로써 2009년까지 판촉용 포장재 780톤을 절감하고 절감 비용을 그린마일리지로 돌려 소비자에게 환원(약 10억원) 했다.

표 2-39 주요 포장 재질 및 포장 방법에 관한 기준

구분	주요 규제기준
포장 재질	– 포장 재질에 폴리비닐클로라이드(PVC)를 사용해 접합(라미네이션) 수축포장 또는 도포(코팅)한 포장재 사용금지 – 합성수지 재질로 된 포장재는 사용을 금지하거나 연차별로 축소
포장 방법	– 가공식품 등 23개 제품 제조수입판매자를 대상으로 포장 공간비율(10~35%), 포장횟수(2차 이내)제한

※ 자료 : 환경백서, 2010, 환경부

최종 단계인 소비 단계에서는 쓰레기 배출자에 게 처리비용을 부담하도록 하는 쓰레기 종량제를 지난 1995년부터 실시했다. 2008년 쓰레기 종량제실시지역은 전체 행정구역의 99.7%에 달한다. 가구수로 보면 전체 19,005천 가구 가운데 18,938천 가구가 쓰레기 종량제에 동참하고 있다. 또 1회용컵, 봉투 쇼핑백 등 1회용품 사용을 억제하기 위해 2009년 휴게음식점 17개 브랜드, 2010년 22개 대형 유통업체와 자발적 협약을 체결했다. 이와 함께 한국정부는 2003년을 기점으로 점차 증가 추세를 보이는 음식물류 쓰레기를 줄이기 위해 2010년 '음식물 쓰레기 줄이기 종합대책'을 발표했으며 7개 지자체를 대상으로 음식물 쓰레기 종량제 시범사업을 시행하고 있다.

지난 1993년에 도입된 폐기물 부담금제도는 대기 수질 유해물질 및 유독물을 함유하고 있거나 재활용이 어렵고 폐기물 관리상의 문제를 초래할 가능성이 있는 제품 재료 용기의 제조업자 또는 수입업자로 하여금 환경오염 원인자 부담원칙에 따라 그 폐기물의 처리에 드는 비용을 부담하게 하는 제도이다. 2009년 현재 살충제 유독물제품용기, 부동액, 껌, 1회용 기저귀, 담배, 플라스틱 제품 및 그 포장재 등 6개 품목에 대해 폐기물 부담금을 부과하고 있다.

수자원과 관련하여, 한국정부는 2000년 3월 '물절약 종합대책'을 수립해 추진했으며 2007년 9월에는 문제점을 보완해 '국가 물 수요 관리 종합대책'을 수립했다. 절수기기 및 중수도 설치 확 대, 절수형 수도요금체계 도입, 노후수도관 교체 등 물절약 종합대책의 정책과제를 내용으로 하는 '물 절약 종합대책'을 추진해 2009년까지 모두 8억 6천8백만 톤의 수돗물을 절약하는 성과를 거두었다(표 2-40).

표 2-40 절수량 산정 결과 (단위 : 백만 톤)

구분	연도별 추진실적										
	계	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
계	867.9	92.4	61.8	151.4	104.5	124.9	64.8	61.8	91.6	60.3	54.4
절수기	434.4	54.6	33.4	116.0	67.5	88.2	38.4	33.9	–	1.8	0.6
중수도 설치	87.3	12.1	1.7	5.5	7.9	8.1	1.6	7.2	6.8	33.5	2.9
노후관 교체	346.2	25.7	26.7	29.9	29.1	28.6	24.8	20.7	84.8	25	50.9

※ 자료 : 환경백서, 2010, 환경부

이에 따른 경제적 효과는 수돗물 생산 비용 5,596억원(2009년 수돗물 평균생산원가 톤당 760원), 하수처리 비용 6,171억원(2009년 하수 평균처리원가 톤당 711원 적용)을 합해 총 1조 2,767억원에 달한다. 이후 2007년 9월에 수립된 '국가물 수요 관리 종합대책'에 따라 수요자중심의 절수기기 보급, 유수율 제고(누수율 저감), 하폐수처리수 재이용 등을 중점 추진해 2007~2009년에 추가적으로 약 2억 6백만 톤의 수돗물을 절감했다.

(2) 폐기물 재이용과 재활용 확대

제품의 생산과 소비, 폐기로 인해 발생되는 온실가스는 사용한 제품을 재활용함으로써 감축할 수 있다. 이를 위해 한국정부는 생산자로 하여금 제품의 재질과 구조를 재활용이 용이하게 개선하도록 유도하며 사용 뒤 폐기된 제품과 포장재는 회수해 최대한 재활용하도록 하는 '생산자책임 재활용제도'를 시행하고 있다. 이외에도 지역 여건에 적합한 재활용 기반시설 확충, 관련 기술개발 및 재활용품 소비 촉진 등을 추진하고 있다.

또 한국정부는 재활용산업 육성을 위해 재활용업체의 시설 설치 및 기술개발자금 등으로 1994년부터 2009년까지 7,960억원을 장기 저리로 융자 지원했다. 2009년에는 재활용산업 육성자금으로 650억원의 예산을 지원했다. 특히 쓰레기종량제 실시와 재활용 대상 품목의 확대 및 국민 인식 향상으로 재활용 가능 자원의 회수량이 크게 증가했다. 이에 따라 재활용 집하 선별장 등 지자체의 공공 재활용 기반 시설을 현대적으로 개선하는 공공재 활용 기반시설 확충 사업을 추진했으며, 2000년부터 2009년까지 총 1,025억원의 예산을 투입해 300개의 선별장을 설치하고 개선했다.

전기 전자제품 및 자동차에 대해서는 지난 2008년부터 제품의 설계 단계에서부터 재활용의 용이성을 제고하고 있다. 또 유해물질의 사용을 제한하고 있으며 사용 뒤 폐기 단계까지 제품의 전 과정을 적정하게 관리함으로써 환경을 보호하기 위해 노력하고 있다. 그 일환으로 '전기 전자제품 및 자동차의 자원 순환에 관한 법률'을 제정시행했으며 2009년부터 제품의 제조자·수입자 등 이 스스로 제품의 자원 순환성을 평가 관리하도록 하는 제도를 새로 도입했다. 이 제도는 폐기물의 순환 이용 촉진을 돕고 있다.

한국정부는 음식물류 폐기물에 대해 폐기물 감량하는 동시에 유기성 자원으로 재활용하는 것을 관리 정책의 기본 방향으로 삼고 적극 추진하고 있다. 지난 2004년 '음식물류 폐기물 종합대책' 등 중장기 대책을 수립해 추진한 결과 2007년 현재 음식물류 폐기물 발생량(14,452톤/일)의 92.2%를 사료 퇴비 등으로 재활용하고 있다(표 2-41).

표 2-41 음식물쓰레기 발생 및 처리 현황 (단위 : 톤/일)

구분 \ 연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
발생량	11,797	11,577	11,434	11,237	11,397	11,398	11,464	12,977	13,372	14,452
1인당 1일 발생량(kg)	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.27	0.28	0.29
재활용	2,566	3,928	5,161	6,378	7,130	7,718	9,316	12,105	12,603	13,327
	21.8%	33.9%	45.1%	56.8%	62.6%	67.7%	81.3%	93.2%	94.2%	92.2%

※ 자료 : 환경백서, 2010, 환경부

또 2009년 말까지 음식물류 폐기물의 자원화를 촉진하기 위해 총 268개소에 음식물류 폐기물공공자원화시설 설치 및 차량 구입을 지원했다. 민간의 자원화 기술개발 및 시설 설치를 위해 '재활용산업육성자금'에서 총 2,125개소 7,960억원을 융자해 지원했으며 자원화시설 설치 및 운영 관리도 강화하고 있다.

주거환경 개선, 재건축 재개발 등의 활성화로 인한 건설 폐기물 발생량은 지난 2002년 약 4천3백만 톤에서 2008년에는 약 6천4백만 톤으로 지속적으로 증가하고 있다. 이는 전체 사업장 폐기물발생량의 절반 이상을 차지하는 수치이다. 건설폐기물 재활용 정책에 따라 재활용률은 2008년 97.5% 수준까지 재활용률이 지속적으로 증가했다(표 2-42).

표 2-42 건설폐기물 처리 실태 (단위 : 톤/일)

연도 \ 구분	계	매립비율	소각비율	재활용비율
2002	120,141	14.5	2.1	83.4
2003	145,420	9.4	1.5	89.0
2004	148,489	7.3	2.0	90.7
2005	134,906	2.6	0.6	96.7
2006	168,985	2.3	0.7	97.0
2007	172,005	1.8	0.7	97.5
2008	176,447	1.7	0.8	97.5

※ 자료 : 환경백서, 2010, 환경부

그러나 건설 폐기물의 재활용 용도는 대부분 성토 복토 등 단순 용도로 활용되고 있는 실정이고 도로 기층용이나 콘크리트용 골재 등과 같이 부가가치가 높은 부문의 실질 재

활용률은 약 27%에 그치고 있다.

한국정부는 이를 보완하기 위해 '건설 폐기물의 재활용촉진에 관한 법률' 및 하위 법령을 제정해 2005년 1월부터 시행했다. 이로써 건설 폐기물을 친환경적으로 처리하고 폐자원을 고부가가치 용도로 재활용할 수 있는 제도적 기반을 마련했다고 볼 수 있다. 또 순환골재를 천연골재 대체용으로 재활용할 수 있는 도로건설공사, 산업단지 및 택지부지 조성공사, 하수관 설치공사, 환경기초시설 설치공사, 물류단지 개발공사, 주차장 설치공사 등에 대해 순환골재를 의무적으로 사용하도록 규정했다.

이외에도 재활용 제품에 대한 수요를 촉진하기위해 한국정부는 2009년도 기준 838개 공공기관을 대상으로 친환경상품 구매촉진 제도를 운영하고 있다. '친환경 상품 구매촉진에 관한 법률'의 시행이전인 2004년에 공공기관의 재활용제품 구매실적은 총 12억원에 불과했다. 하지만 2008년에는 264억원으로 늘어나 재활용 제품 구매가 대폭 증가했다는 것을 알 수 있다.

하수처리장의 지속적인 확충으로 연간 발생하는 하수처리수는 2009년 기준 약 67억 톤에 이르고 있다. 이에 대해 한국정부는 2006년 9월 '하수도법'을 개정해 1일 하수처리 용량이 5,000톤 이상인 공공하수처리시설에 대해 하수처리수의 재이용을 의무화했다. 하수도법 개정에 앞서 2005년에 '하수처리수 재이용 촉진 시범사업계획'을 수립했고 2006년부터, 하수처리수 재이용 사업을 추진하고자 하는 자치단체에 사업비의 일부를 지원했다. 이와 병행해 하수처리수를 안전하게 재이용할 수 있도록 조경용수, 청소용수, 농업용수, 공업용수 등의 용도별 하수처리수 재이용 수질 권고 기준도 마련했다.

지난 2007년 2월 한국정부는 '물 순환이용 기본계획'을 수립해 향후 하수처리수 재이용 사업은 사용자가 원하는 양질의 용수를 안정적으로 값싸게 공급하는 데 목표를 두었다. 이에 따라 한국정부는 하수처리수 재이용을 상수 하수에 이은 제3의 물 산업으로 집중 육성하기 위해 오는 2016년까지 연간 12.4억 톤의 하수처리수를 재이용할 계획이다. 또 재이용 시장 확대를 위해 기존 지방자치단체 재정사업과 별도로 공업용수 재이용 사업에 민간의 자본과 기술을 끌어들여 오는 2016년까지 1조 4천억원을 투자해 연간 4.4억 톤의 공업용수를 공급하겠다는 '하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획'도 수립(2009년 1월)했다.

최근에는 '물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률'이 제정되어 시행(2010년 6월)되었다. 이를 통해 빗물, 오수 및 하 폐수처리수를 공업 생활 농업용수 등으로 재이용해 물 부족에 선제적으로 대응할 수 있는 제도적 기반이 마련되었다. 향후에는 물 재이용 시장 확대 및 물 재이용 설계·시공업 신설 등으로 새로운 일자리가 창출될 것으로 기대되고 있다.

(3) 폐자원 에너지화

지난 2009년 기준 국내 총 1차 에너지(243.3백만 TOE) 대비 신재생에너지의 비율은 2.50%(6.1백만 TOE)인 것으로 나타났다. 이 가운데 폐기물 에너지가 4.6백만 TOE이며, 이는 폐가스를 제외하면 2.5백만 TOE로 신재생에너지 총 생산량의 42%에 해당한다(표 2-43).

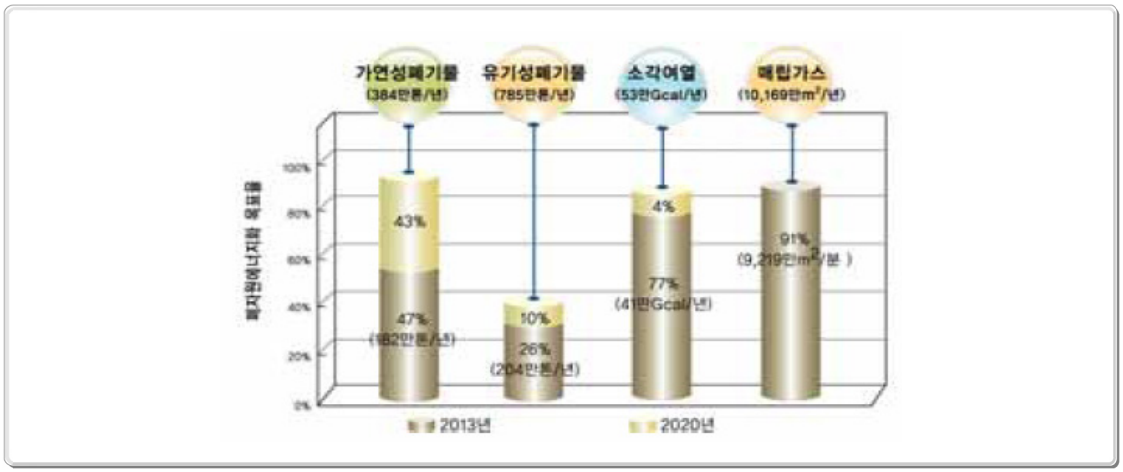
표 2-43 연도별 폐기물 에너지 보급 현황 (단위 : 천 TOE)

구분 \ 연도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
신재생에너지	1,897	2,127	2,453	2,917	4,437	4,582	4,879	5,225	5,609	5,858	6,086
폐기물에너지	1,761	1,978	2,308	2,733	3,039	3,313	3,706	3,975	4,319	4,569	4,558
	93%	93%	94%	94%	68%	72%	76%	76%	77%	78%	75%

※ 자료 : 2009, 신재생에너지 보급 통계, 에너지관리공단

한국정부는 더욱 적극적인 폐자원 에너지화를 위해 노력하고 있다. 특히 가연성 폐기물을 이용한 고형연료(Refuse Derived Fuel, RDF) 생산 및 전용발전, 음식물 쓰레기 하수슬러지 가축 분뇨 등 유기성 폐기물의 바이오가스화와 같은 폐자원 에너지화 시설 확충에 힘쓰고 있다. 또 저탄소 녹색마을 조성, 폐자원 에너지화 R&D 프로그램을 통한 기술개발 및 전문 인력 양성을 추진하고 있다. 한국정부는 지난 2008년 10월 '폐자원 및 바이오매스 에너지 대책'을 발표하고 2009년 관련 실행 계획을 마련하여 폐자원 에너지화를 위한 각종대책 추진에 박차를 가하고 있다. 오는 2013년 까지 가용 가연성 폐기물의 47%, 유기성 폐기물의 26%를 에너지화할 계획이다. 또 중 대형 소각시설에서 발생하는 미회수 여열의 77%, 쓰레기 매립장에서 회수 및 이용이 가능한 매립가스량의 91%를 회수해 활용할 계획도 가지고 있다(그림 2-9).

그림 2-9 폐자원 에너지화 추진 목표



한국정부는 2007년 이후 단계적으로 폐자원 에너지화 시설 설치에 필요한 국비 지원을 확대해왔다. 2010년에는 약 732억원 규모의 국비를 지자체의 폐자원 에너지화 시설 설치를 위해 지원하기도 했다. 특히 폐자원 에너지화 시설의 광역화 집중화 유도를 통해 지역형 개별 시설 난립에 따른 부작용을 해소하고자 했다. 이와 관련해 한국정부는 규모의 경제성을 확보하기 위해 폐자원 에너지화 시설을 집적한 권역별 환경 에너지 타운을 조성할 계획이다. 전국을 8대 권역으로 구분해 전국 광역쓰레기 매립장 부지 및 신도시 건설 예정지를 중심으로 13개의 환경 에너지 종합타운을 조성하는 것이다. 2010년 현재 전국 9개 타운 내 15개의 폐자원 에너지화 시설이 조성 중이다.

한국정부는 2012년부터 유기성 폐기물의 해양투기가 금지되어 하수슬러지 에너지화 대책이 본격 추진됨에 따라 수요처 확보를 위해 석탄화력발전소에서 하수슬러지를 연료로 사용 가능하도록 '폐기물관리법 시행규칙'을 개정했다. 또 가연성 폐기물 고형연료 제품의 제조와 사용 등을 촉진하기 위해 '비성형 고형연료 제품의 품질 등급기준 및 관리방안'을 마련(2009년 7월)하기도 했다. 아울러 고형연료 제품 제조 및 사용 촉진과 제조 및 사용자 간 정보 교류를 원활히 할 수 있도록 고형연료 제품 정보관리 시스템을 구축해 운영하고 있다.

농어촌 및 소도시의 가연성 유기성 폐자원, 산림자원 및 농업부산물 등 에너지 가용자원의 잠재량은 상당하다. 하지만 지역별로 분산되어 있거나 소량으로 발생해 실제 에너지 활용률은 매우 저조한 것이 현실이다. 이에 한국정부는 2010년부터 저탄소 녹색마을 조성 시범사업을 추진하고 있다. 이 사업을 추진하기에 앞서 폐자원 및 바이오매스발생 통계, 처리 현황 등을 고려해 도시형, 농촌형, 도·농복합형, 산촌형, 어촌형 등의 유형에 따른 시범마을을 부처별로 조성할 예정이다.

Ⅵ 기후변화협약에 대한 국외 정부 대응 사례

출처_'기후변화협약에 따른 지자체의 대응방안', 호남대학교 대학원 행정학과, 박현식, 2010.6

기후변화협약은 1992년 리우환경개발회의에서 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약(UNFCC)」으로 채택되었으며, 궁극적인 목적은 '인간의 간섭에 기후변화가 식량생산이나 지속가능한 발전을 위협하지 않을 수준으로 온실가스 농도를 안정화'하는 것으로 모든 참가국은 온실가스 배출량 감축을 위한 국가전략을 수립하고 온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 국가보고서 작성 및 제출을 의무화하고 있다.

구체적인 온실가스 감축 의무와 일정을 담은 교토의정서는 1997년 채택되어 2005년 2월 발효되었다. 교토의정서는 Annex-I 국가로 분류되는 선진 38개 국가에 대해 제1차 의무이행기간(2008~2012)동안 1990년 대비 평균 5.2% 감축을 의무하고 있다. 하지만 미국은 자국 경제에 지나친 부담을 준다는 이유로 2001년 교토의정서를 탈퇴하고 2006년 미국, 한국, 일본, 호주, 인도를 회원국으로 하는 「아태 기후변화 파트너십(Asia-Pacific Climate Change Partnership)」을 제안했다.

2007년 2월 개최된 다보스 포럼에서는 20개 의제 중 17개가 기후변화 관련의제였으며 반기문 총장은 취임 후 UN 차원의 기후변화 대응 노력을 본격화하기 위해 안보리에서 '기후변화와 안보'를 주제로 공개 토의를 하고 기후변화 고위급 회의를 개최하였다. 2007년 6월에는 G8 정상회의에서도 기후변화 대응에 대한 시급성 및 통합적 기후변화 대응 접근을 강조하면서 2050년까지 온실가스 배출량을 최소 50% 감축 목표에 대해 모든 G8 국가들이 진지하게 검토하기로 하였다.[21] 이에 대해 미국은 배출량 목표에는 합의하지 않았지만 향후 진행될 협상과정에는 참여하는 것에 동의하였을 뿐 아니라 G8 외에 인도, 중국 등 17개 대량 배출국이 참여하는 회의를 개최하여 2008년까지 장기목표를 설정할 것을 제안하였다.

2007년 9월에 개최된 APEC 정상들은 2030년까지 에너지집적도를 2005년보다 20%로 낮추기로 합의했다. 에너지 집적도를 낮춘다는 것은 같은 가치의 상품을 생산하는데 들어가는 에너지를 그 만큼 줄이겠다는 뜻으로 세계 최대 온실가스 발생국인 미국과 중국을 포함한 선진국과 개도국이 함께 공동의 목표에 합의하고 협력하기로 했다는 점에서 의의가 있다.[22]

21) 에너지관리공단.「최근 기후변화 관련 국제동향 보고」. 2007.

1 EU의 기후변화 대응 정책

EU의 교토의정서의 온실가스 배출감축 의무 할당량은 1990년 대비 평균 8%로 공동부담 협정에 따라 회원국별 목표치를 할당하여 온실가스 감축 공동 정책을 추진하고 있다. 온실가스 감축 공동정책에 따라 유럽기후변화 프로그램이 가동 중이며 유럽 탄소배출권 거래제가 운용중이다. 또한 재생에너지와 열병합발전 확대에 노력을 경주하고 있으며 재생가능 에너지 비중을 2010년까지 최소 12.5% 올리는 목표를 가지고 있다.[23)]

2007년 3월 EU 정상들은 기후변화 정상회의를 갖고 '2012년 이후의 국제기후체제 발전을 위한 EU의 목표(the EU objectives for the further development of the international climate regime beyond 2012)'에 합의했다. EU 목표의 핵심은 지구 평균온도 상승을 산업화 이전 대비 섭씨 2도 이내로 업제하기 위하여 온실가스 배출량을 1990년 대비 2020년까지 20%, 2050년까지 50%로 감축한다는 것이다. 그리고 EU의 전략은 기후와 에너지의 상호지지성을 강조하면서 에너지 안보와 온실가스 배출감소를 동시에 추구하고 있다. 즉, EU는 자신들이 강점을 갖고 있는 에너지 효율성과 신재생에너지의 이용확대에 기반을 둔 정책 확산에 우선순위를 부여하고 있다.

EU는 금년 상반기에 개최된 ASEM 외무장관회의, G-8 정상회의에 기후변화를 주요 의제로 상정하여 상당한 성과를 이루어냈다. 그 예로, Post-2012 체제에 대한 협상을 2007년 말에 시작하여 2009년까지 종료한다는 시한에 대한 국제적 합의를 도출할 것을 들 수 있다. 또한, EU는 Post-2012 체제가 교토의정서에 기반을 두고 국제사회의 광범위한 참여(the widest possible participation)를 보장하는 공정하고 유연한 것이어야 함을 주장하고 있으며, 나아가 미국, 호주, 중국, 인도 등 온실가스의 주요 배출국들이 Post-2012 체제에 참여할 경우 EU는 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 30%까지 감축할 수 있다는 자신감까지 보여주고 있다.

EU의 이러한 자신감은 세계 최고 수준의 에너지 효율성과 신재생 에너지 기술의 확산, EU 27개 회원국들 간의 공동이행(JI)과 배출권 거래제의 활성화, 원자력 발전확대 등에 배경을 두고 있다. 이러한 배경 때문에 기후변화문제에 대한 EU의 리더십에 의혹의 시선을 보내는 이들은 EU의 전략이 기후변화문제에 대응하기 위한 것이라기보다는 EU 산업의 경쟁력과 에너지 안보를 우선시하는 정책의 산물이라고 평가절하 하기도 한다. 그

22) 국회예산정책처.「기후변화 협약 종합 대책」. 2007. p.1
23) 과학기술정책연구원.「기후변화협약대응의 이슈와 의제」. 2006. p.13.

렇지만 EU의 기후변화 대응전략은 미국의 기후변화 정책과 더불어 Post-2012 체제의 발전방향을 가늠해 볼 수 있는 주요 선행지표라고 할 수 있겠다.

2 미국의 기후변화 대응정책

미국은 교토의정서의 비준을 거부했고 부시대통령의 교토의정서 반대입장 발표 등으로 기후변화협약에 있어서는 표면적으로 유럽연합과 대치하고 있는 것으로 보인다. 교토의정서에서 합위된 미국의 감축의무는 1990년 대비 5%이나 에너지 소비증가율이 안정세에 들어선 유럽연합과 달리 지속적으로 증가하고 있는 미국의 입장에서 1990년 대비 5%는 EU 대비 30% 감축과 동일하기 때문이다. 미국은 자국 경제에 심각한 피해가 발생할 우려가 있으며 중국, 인도, 한국 등 주요 배출국이 감축의무를 받지 않는다는 이유로 교토의정서 참여를 거부하고 있다.

부시 행정부는 지난 2001년 3월 교토의정서의 수용이 불가하다는 입장을 밝히며 6가지 원칙을 제시하였다. 첫째, 대기 중 온실가스 농도를 안정화하는 단기적인 목적과 일치할 것, 둘째, 과학적인 근거에 의해 작성될 것, 셋째, 새로운 정보나 새로운 기술에 적응할 수 있도록 유연성을 유지할 것, 넷째, 경제성장과 번영을 보장할 것, 다섯째, 시장 체제의 인센티브를 추구하고 기술혁신에 박차를 기여할 것, 여섯째, 개도국을 포함한 지구적인 참여를 토대로 할 것 등의 기본원칙을 제시하였다. 하지만 미국의 교토의정서 수용불가 의사는 국제적 비난의 대상이 되어 왔다.

미국은 이러한 비난을 잠재우기 위하여 2002년 2월 향후 10년(2012년)까지 GDP 대비 온실가스 집약도를 18% 개선하겠다는 정책목표를 발표하였다. 미국의 기후변화대책 추진체계는 행정부에 따라 다르며 클린턴 행정부 시기에는 국가 전체적인 체계는 존재하지 않고 다만 백악관 내의 task force가 존재하였으나 부시 행정부가 들어서면서 기후변화협약에 대한 국제적인 이행 압력이 가중됨에 따라 행정부를 중심으로 적극적으로 대처하고 있다. 부시 행정부는 각료급 기후변화 working group을 중심으로 하는 기후변화 대응체계를 구성하였다.

미국은 여러 가지 다양한 프로그램을 통해 기후변화방지를 위해 노력하고 있다. 대기 중의 온실가스 농도를 안정화시킨다는 목표 하에 새로운 연구개발을 촉진하고 이를 바탕으로 과학기술을 발전시키며 자국 내 지속가능발전을 보장하도록 시장경제에 바탕을 둔 정책들을 추진하고 있다.

또한 미국은 2005년 7월 아태지역 6개국이 참가하는 기후변화 아·태 파트너십 출범을 주도하여 2006년 공식출범하는데 주도적 역할을 담당하였다. 또한 2007년 1월에는 향후 10년간 석유소비를 20% 줄이고 재생에너지 비중을 현재 3%에서 15%까지 확대하겠다는 대책을 발표했다. 그러나 미국의 이러한 시도는 국제적 지지를 얻기보다는 기존의 기후변화협약 및 교토의정서체제를 약화내지 무력화시키기 위한 것으로 해석되었다. 기후변화문제가 G-8 정상회의, 유엔총회 등 주요 국제행사에 최우선 의제로 부상됨에 따라 위기감을 느낀 부시대통령은 G-8 정상회의를 주요 에너지 소비국 및 온실가스 배출국들이 모여 2008년까지 Post-2012 체제에 대해 합의를 이루자는 제의를 발표했다. 그러나 미국의 이러한 제의에 대해 국제사회의 반응을 엇갈린다. 일부 미국의 제의를 현실적이며 현행 유엔중심의 협상을 보완할 수 있을 것으로 평가하면서 지지의사를 밝힌 반면, 다른 일부는 현행 유엔 중심의 교토의정서 체제를 무력화, 대체화하기 위한 시도에 불과하다며 반대의사를 표명하고 있다.[24]

3 호주의 기후변화 대응 정책

호주는 기후변화 대응을 위해서는 다양한 정책이 필요함을 강조하고 있다. 다양한 정책들을 통해 온실가스 감축뿐만 아니라 장기적으로 저탄소경제 구축을 통한 경제적 번영도 동시에 추구하고 있다. 세 가지의 정책기조 하에 다양한 정책들을 추진하고 있다.[25]

첫째, 온실가스 배출 감축이다. 호주정부는 기후변화에 대한 적극적인 대응의 일환으로서, 호주의 온실가스 배출량을 2050년까지 2000년 수준에서 60%를 가축할 것을 천명하고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위한 여러 정책들이 시행되고 있는데, 이러한 대응정책들은 Carbon Pollution Reduction Scheme(이하 CPRS)에 기초하고 있다. CPRS는 온실가스 배출량을 감축함과 동시에 산업계와 일반국민에 대한 피해를 최소화시키기 위한 대응책을 마련하는데 목적을 두고 있다. 호주정부는 CPRS를 통해 먼저 산업계의 온실가스 배출량을 총량적으로 관리하는데 초점을 맞추고 있다. 즉, 온실가스 배출권거래제를 통해 산업계의 적극적인 온실가스 감축노력을 유도하겠다는 전략이다.

24) 삼성경제연구소. 「그린삼성(여름호 : 통권 제83호)」. 2007.
25) 임재규. "기후변화협약의 경제적 파급효과 및 시사점". 한국경제학회.「경제학연구」제52집, 제3호. 2004.

둘째, 기후변화에 대한 적응이다. 기후변화 관련 다각적인 분석의 결과, 일정 수준의 기후변화는 지구상의 인간들이 피할 수 없는 현상이다. 향후 전세계적인 온실가스 감축 노력이 성공적으로 이루어진다 하더라도, 심각한 기후변화 현상은 일정기간 지속될 수밖에 없을 것으로 보이며, 이에 지구상의 국가들은 적절한 적응대책을 강구하여야 할 것이다. 이에 호주도 이미 발생하고 있는 기후변화에 적절히 대응하기 위한 정책을 강구하고 있다.

셋째, 기후변화 대응 국제적 해결책 마련 지원이다. 호주정부는 기후변화문제 해결책이 필요하다는 것을 인식하고, 2007년 12월 그 동안 전 자유당이 정부가 거부해왔던 교토의정서를 전격적으로 비준함으로써, 기후변화대응을 위한 국제적 노력의 필요성을 강조한 바 있다. 또한 호주는 전 세계적인 Post-2012 기후변화 대응체제 구축에 있어서 나름대로의 역할을 할 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 구축될 Post-2012 대응체제에서는 모든 주요국들이 각국의 여건과 형편에 맞게 온실가스 감축활동에 참여해야한다는 입장을 견지하고 있다.

4 일본의 기후변화 대응정책[26)]

일본은 2008년 6월 10일 온실가스 배출권 거래제를 연내에 시험적으로 도입하는 것을 골자로 하는 '후쿠다 비전'을 발표했다. 이에 따르면 2050년까지 온실가스 배출량을 현재보다 60~80% 삭감하고 중기목표로서 2020년까지 2005년 대비 14%를 삭감한다는 계획이다.

일본도 아직 강제 배출 감축제도(cap and trade)를 도입하지 않고 있다. 배출량 감축을 기업 등 탄소 배출 주체들의 자발적인 의지에 맡겨놓고 있다. 민간의 배출량 감축 활동은 비교적 활발한 편이다. 미쓰비시상사의 경우 CDM프로젝트를 활발히 전개해 연간 1,200만 톤의 이산화탄소 배출을 줄여 연간 발전 능력 10만kW의 풍력발전소를 건설해 운영할 계호기이다. 생산 전력량은 현재 호주 풍력발전 능력의 10%가 넘을 것으로 예상되고 있다. 이밖에 일본 도요타, 혼다, 닛산 등 자동차사들이 나서서 전기차, 고효율 디젤차 등 탄소감축 제품 개발에 나서고 있다. 이 같은 행보는 탄소배출권 거래제가 도입되면 곧바로 탄소배출 감축으로 연결돼 배출권 보유로 이어질 것으로 보인다.

일본은 특히 2008년 7월 일본 도쿄에서 열린 G8 정상회의의 의장국으로서 국제 환경

26) 이규화. 기후변화에 대응한 경제적유인정책에 관한 연구. 서강대학교 석사학위논문. 2007. p. 43.

문제에 리더십을 확보하기 위해 배출권거래제 도입을 서두르고 있다. 환경성은 2008년 5월 '지구온난화 영향 예측 프로젝트'의 발표를 통해 앞으로 닥칠 기후변화에 대한 경각심을 높이고 있다. 이는 의무 배출권 할당과 거래제 도입을 위한 사전 정지작업으로 해석된다.

5 중국의 기후변화 대응 정책

중국은 2004년 기준 CO_2 배출량이 세계 2위로 61억 CO_2 환산톤을 배출했다. 이것은 94년 대비 약 50%가 증가한 수치로 세계에너지기구(IEA)에 따르면 미국을 제치고 세계 최대의 온실가스 배출국가로 등극할 것으로 예상하였다. 온실가스 배출량의 급격한 증가는 연 10%대의 경제성장에 따른 것으로 2010년에 세계최대 온실가스 배출국이 될 것이라는 기존의 예측을 앞당긴 것이다. IEA 수석 경제관 파티흐비롤(Biror)은 "중국의 석탄 소비가 현재의 추세를 유지한다며, 2008년 안으로 세계 최대의 온실가스 배출 국가로 등극할 것"이라고 지적했다.[27)]

이에 중국은 G8+5회담을 앞두고 2007년 6월 '기후변화 국가행동계획'을 발표했다. 이 계획은 2010년까지 GDP당 에너지 소비를 20% 감축하고 신재생에너지 비중을 10%로 확대, 관리면적을 국토의 20%로 확대한다는 계획을 포함한다.

이러한 중국의 발표는 경제개발을 우선 강조하면서 에너지원의 다양화 및 에너지 효율 개선 등을 통한 온실가스 감축추진이라는 기존 입장을 재천명한 것이지만 최근 온실가스 배출통계와 함께 2010년까지의 감축 잠재량까지 포함시킴으로써 긍정적으로 평가할 수 있다. 다만 현재의 지구온난화는 선진국의 책임이라는 기존의 입장을 고수하여 Post-2012의 협상에서도 자국의 낮은 1인당 배출량 등을 강조하고 수량적 감축목표 설정은 수용할 수 없다는 입장을 유지하고 있어 중국의 온실가스 배출량이 급격히 줄어드는 것으로 기대하기는 어렵다.

27) Financial Times. 'Rampant Growth Spurs Emissions'. Apr. 20, 2007.

3부

지자체 기후변화 대응 · 적응 정책

Ⅰ 기후변화 대응을 위한 지역의 노력

출처_'지방자치단체 기후변화 대응 활성화 방안', 환경운동연합 · 에너지대안센터, 환경부, 2005

1 기후변화가 지역에 미치는 영향

지구기후모델은 기후변화의 피해가 발생하는 지역의 변화를 구체적으로 예측하기에는 적합하지 않다. 분명한 것은 지구적 차원의 기후변화에 따른 생태계 변화와 해수면 상승, 이상기상 등은 지역사회에서 구체적인 영향이 나타난다는 것이다. 먼저 육상과 해양의 생태계 변화는 농업, 산림, 어업 등 전통적인 산업의 조건을 크게 변화시켜 1차 산업에 의존하는 지역사회나 개발도상국에 상당한 위협이 될 수 있다. 기후변화는 농업생산의 제한요인인 기온과 강수량, 강수 형태를 변화시켜 기후변화에 적응하지 못한 지역의 곡물 수확량이 크게 줄어들 수 있다.

특히 오랫동안 상업용 단일작물 재배를 해 온 지역은 심각한 수확량 감소현상이 발생할 수 있다. 해양은 단백질의 18%를 공급하는 또 다른 식량기지인데 해양의 생산량도 줄어들 가능성이 높다. 기후변화에 따라 해양의 수온과 영양 상태가 변화면서 어류와 해조류의 분포가 달라지고 그에 따라 어업 환경도 급변할 것이다.

또한 해수면 상승은 습지, 갯벌, 석호 등에서 발달해 온 연안어업을 위협하고 있다. 해안에 접한 지역은 폭풍과 해일이 잦아지면서 인명피해와 재산 손실도 늘어나는 추세이다.

지구온난화는 지역에 따라 물공급에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 세계적인 강수량 증가 추세에서도 일부 지역은 건기가 길어지고 가뭄이 잦아지면서 대수층의 물 보충이 감소하고 저수용량과 하천 유량도 감소한다. 연안의 경우 바닷물이 강이나 지하수층을 침범하여 담수를 오염시키는 경우도 발생한다.

산업국가의 인구 대부분이 거주하는 도시도 기후변화의 안전지대가 아니다. 도시는 농어촌 같은 배후지로부터 물과 식량, 에너지 등을 의존하기 때문에 기후변화에 따라 식량생산이나 물공급에 차질이 빚어진다면 더욱 심각한 상황이 될 수 있다. 특히 도시의 위생은 상하수도시스템에 의존하기 때문에 물이 부족하거나 오염되면 도시의 보건

상태는 크게 나빠질 것이다. 기후변화가 초래하는 무더위와 열파(heat wave)는 도시의 열섬효과와 상승작용을 일으켜 도시인들의 생명을 위협할 수 있다. 고온에 익숙하지 않은 사람들은 일사병이나 열사병에 걸릴 수 있고 특히 가난한 사람들이나 나이든 사람들은 사망에 이를 수 있다. 1995년 시카고 열파 피해(5백명 사망)나 2003년 프랑스 열파 피해(1만4천명 사망)도 도시 저소득층과 노년층에 집중적으로 발생했다. 그리고 기온이 올라가면 도시에선 2차 대기오염인 오존 농도가 높아지면서 어린이와 폐질환이 있는 시민들이 피해를 입을 수 있다. 특히 위생이 취약하고 조밀하며 오염된 환경에 놓인 개발도상국들의 큰 도시에선 온도상승에 따라 말라리아나 뎅기열, 콜레라 등이 쉽게 확산될 위험에 놓여 있다.

2 기후변화 대응을 위한 지자체의 역할

지구 차원의 보편적 공익보다는 자국의 이익을 우선시하는 국제 협상의 분위기에서 기후변화 완화와 기후변화 적응을 위한 국제사회의 대응이 실효를 거두기가 쉽지 않다. 기후변화에 대응하기 위한 첫걸음에 불과한 교토의정서가 채택된 지 8년이 지나서야 발효되고 그 과정에서 여러 가지 유연한 조치에다 산림흡수까지 허용된 점도 국제사회의 냉정한 면모를 잘 보여주고 있다. 이에 비해 국가(중앙정부)에 비해 책임과 의무가 따르는 외교적인 부담이 없는 도시는 보다 능동적이고 적극적으로 기후변화에 잠재력이 있다. 환경 문제를 인식하고 대응하는 행동 철학인 “지구적으로 사고하고 지역적으로 실천하라”는 구호가 기후변화 대응에서도 유효하다. 미국 연방정부가 2001년 교토의정서 서명을 철회했지만 미국의 수 많은 도시들은 기후행동계획을 수립하고 온실가스 저감에 노력하고 있다. 이런 활동의 결과 미국 인구의 65%가 거주하는 29개주에서 각각 온실가스 저감 목표가 수립되어 정책과 조치가 시행 중이다. 지난 2004년 12월 아르헨티나 부에노스아이레스에서 열린 기후변화협약 10차 당사국총회에선 매사츠세츠주, 뉴욕주 등 미국 동부의 9개 주 정부 대표단들이 미국 연방정부와는 별개로 각각 하나의 국가처럼 당사국 인정을 요청하는 황당한 일이 벌어지기도 하였다.

지자체가 가진 기후변화에 대응하는 잠재력을 이끌어 낼 목적으로 추진된 프로그램 중 하나가 ICLEI(International Council for Local Environmental Initiatives)가 추진 중인 ‘기

후보호 도시(CCP, Cities for Climate Protection)' 캠페인이다. 1992년 리우회의에서 기후변화협약이 채택되면서 도시 차원에서 기후변화를 억제하기 위한 계획 수립과 실행을 목적으로 마련된 기후보호도시 캠페인에 세계에서 600여개 도시가 참여하고 있으며 이 지자체들에서 배출되는 온실가스가 전 세계 배출량의 10%를 넘게 차지한다.

세계 각국의 지자체들은 에너지·환경 분야에서 다양한 정책을 시행 중인데 이를 살펴보면 기후변화 대응을 위한 지자체의 역할과 기능을 네 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 에너지소비자, 온실가스 배출원으로서 지자체의 역할이 존재한다. 지자체가 보유한 건물과 설비, 차량의 에너지 소비를 모범적으로 절감하여 온실가스 저감에 기여할 수 있고 비용 절감에 따른 혜택도 주민들에게 제공할 수 있다.

그리고 지자체는 메탄의 주요한 발생지인 하수처리장이나 폐기물 매립지 같은 시설들을 소유 운영하고 있다. 이런 메탄을 포집해서 온실가스 배출을 줄이고 비용효과적인 열병합발전에 활용할 수 있다. 둘째, 지자체는 에너지의 생산과 배분의 주체이다. 지방분권의 역사가 깊은 유럽과 미국에선 시 정부가 전기, 가스, 수도 등의 자원을 공급하는 역할을 맡기도 한다. 시민들의 지지가 있고 지자체가 철학과 의지가 있을 경우 에너지 효율 향상과 재생가능에너지에 초점을 둔 에너지 전환 정책이 시행될 여지는 높아진다. 셋째, 지자체는 규제자와 개발주체로 역할을 한다. 토지이용계획과 수송체계의 조직은 지자체의 주요한 업무이다. 지자체는 인공환경의 형태를 결정하고 에너지 소비에 막대한 영향을 미치는 교통기반-거리, 도로, 대중교통 시설-의 공공투자에 지대한 영향을 미친다. 도시계획 의사결정과정에서 에너지 요소를 고려하는 것은 매우 중요하다. 그리고 지자체는 건물규정이나 자동차 주차, 교통관리 등과 같은 에너지사용의 다양한 분야들에 영향을 미치는 규제를 관할한다. 넷째, 지자체는 촉진자의 역할도 한다. 시민, 기업, 공공기관 등은 에너지의 최종 소비자들이다. 에너지 소비자들의 소비 양식은 해당 지역전체의 에너지 효율의 조건을 결정짓게 된다. 지자체는 정보 제공, 동기 부여 등을 통해 최종 소비자들의 에너지 소비양식에 영향을 줄 수 있다.

한편 지자체가 기후변화 대응을 위한 정책과 조치를 시행할 경우 지역사회에는 그에 따른 편익이 발생한다. 지자체가 에너지 효율 향상과 재생가능에너지 확대를 추구한다면 지역사회의 다른 환경문제, 경제문제 또한 완화되거나 해결될 수 있을 것이다. 지역사회에서 온실가스 저감을 위한 기후행동계획으로부터 발생하는 편익과 장점들은 다음과 같다. 첫째 지역의 대기질이 개선된다. 에너지 효율 향상을 통해 화석연료의 소비를 줄이는

것은 지자체가 대기오염을 개선하는 가장 비용효과적인 정책이다. 대기 오염이 줄면 환경과 건강 피해도 비례적으로 감소한다. 둘째, 에너지 이용 효율화를 통해 재정을 절감할 수 있다. 세계적으로 지자체가 예산 부족에 직면했을 때 에너지 이용 효율화는 문제 해결의 유용한 수단중 하나이다. 지자체는 마치 기업처럼 에너지비용 절감을 추진하는 대규모 소비자가 되며 지자체 공무원들은 경비를 절감해야 하는 압력에 직면하게 된다. 셋째, 효율적인 에너지시스템은 새로운 일자리를 창출하고 지역의 경제발전에 기여할 수 있다. 에너지 효율 향상을 통해 연료비와 전력요금을 줄이는 대신 일자리를 많이 만드는 서비스 부문에 예산을 더 쓸 수 있다. 그리고 온실가스 저감과 관련된 에너지관리산업이나 재생가능에너지 산업은 그 자체로 성장산업이다. 국내외의 일부 지자체들은 유연하고 부드러운 에너지산업의 촉진을 지역의 주요한 경제발전 전략으로 추진하고 있다.

3 지자체 기후변화 적응의 중요성

출처_ '기후변화 적응 개요 및 지자체 활용방안 3차시', 한국환경정책·평가연구원)

기후변화에 적응하는데 있어 지자체의 역할은 매우 크다.

첫째, 지자체는 적응대책을 시행하는 실질적인 주체이다. 기후변화에 대한 적응은 몇몇 부서, 몇몇 개인만 노력해서 되는 것이 아니라 총체적인 변화를 요구한다. 따라서 종합적인 대책은 중앙정부에서 세우더라도 직접적으로 현장의 실무를 담당하는 지자체의 역할이 성공적인 정책이행에 있어 중요하다.

둘째, 지역별 기후변화 영향 및 적응단계 파악이 필요하다. 기후변화의 영향은 지역적으로 다른 양상을 보이기 때문에 이를 파악하는 것이 대책 마련의 기초이다. 지자체는 이와같은 기후변화 영향을 모니터링하고 취약성을 평가함으로써 피해를 최소화하고 기회를 창출하는 바탕이 될 수 있다.

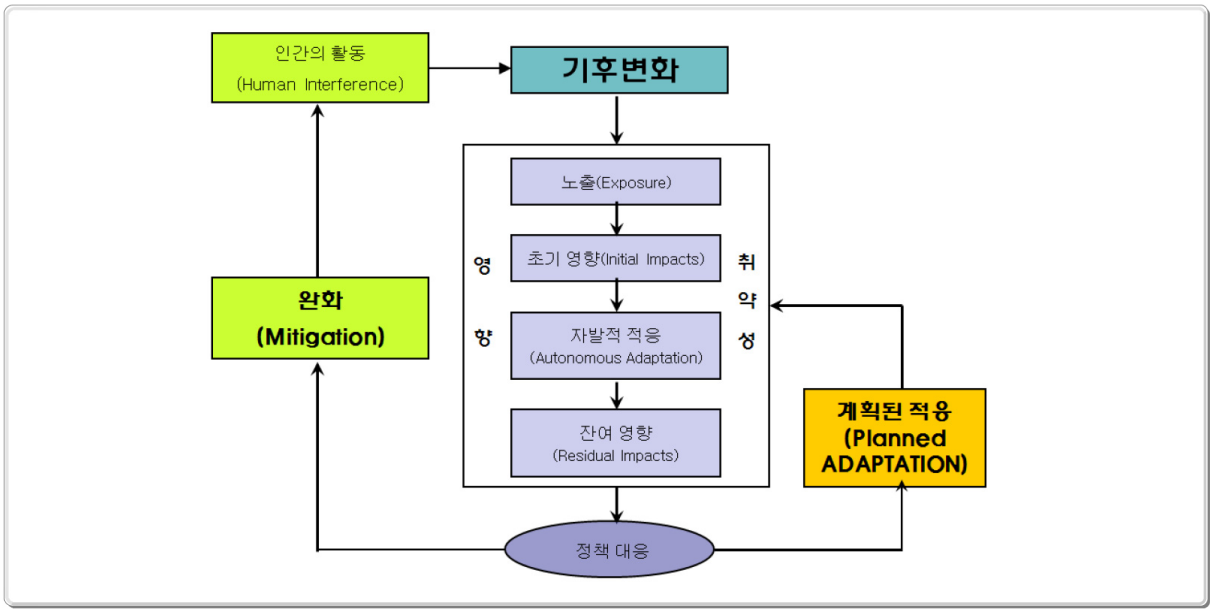
II 지자체 기후변화 적응정책 수립절차 및 방법

출처_'경기도 기후변화 취약성 평가 연구', 고재경, 경기개발연구원, 2009

1 주요 기후변화 적응전략 수립 절차

IPCC는 적응을 '현재 나타나고 있거나 미래에 나타날 것으로 보이는 기후변화의 파급효과와 영향에 대해 자연, 인위적 시스템이 조절을 통해 피해를 완화시키거나, 더 나아가 유익한 기회로 촉진시키는 활동'으로 정의하고 있다. 홍수에 대비하여 토지이용을 제한하거나 제방을 설치하는 것은 피해를 줄이는 활동이며, 기온이 상승함에 따라 이전에는 재배가 어려웠던 작물을 새롭게 재배하는 것은 기후변화의 긍정적인 기회를 활용하는 적응 행동이다(IPCC, 2007a : 720).

그림 3-1 기후변화와 적응정책의 영역



※ 자료 : Smit et al.(1999) : IPCC(2007a). Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p.900에서 재인용.

시스템은 자체적으로 기후변화에 적응할 수 있는 능력이 있다. 하지만 자발적인 적응만으로 기후변화 문제에 대응하기 어려우며, 기후변화의 부정적 영향을 최소화하기 위해서는 계획된 적응이 이루어져야 한다. 이렇게 기후변화에 대한 적응은 의도성(purposefulness)에 따라 자발적 적응과 계획된 적응으로 나눌 수 있으며, <그림 3-1>에서 보듯이 기후영향에 대한 자발적 적응이 이루어지고 난후 잔여 영향에 대한 계획된 적응이 바로 적응전략의 영역이라고 할 수 있다.

1) UNDP의 기후변화 적응정책 프레임워크

지리적 여건, 기후 특성, 사회경제적 특성 등에 따라 적응전략의 우선순위와 내용은 다양하게 나타난다. 하지만 적응전략 수립을 위해서는 공통적으로 몇 가지 요소와 절차가 필요하다. UNDP는 개도국을 대상으로 자국의 특성에 맞게 기후변화 취약성 및 영향을 평가하고 이를 토대로 정책 및 전략을 마련하는데 도움을 주기 위해 '기후변화 적응정책 프레임워크'(Adaptation Policy Framework for Climate Change)를 제시하였다(UNDP, 2005). <그림 3-2>는 적응정책 수립절차를 단계별로 나타낸 것이다.

단계별로 보면 첫째, 계획의 범위 설정 및 설계 단계로 지자체의 적응 전략은 국가 정책 및 개발 계획과 연계가 되어야 하며, 적응전략, 정책, 방법이 효과적으로 수행되도록 적응전략을 수립하여야 한다. 이를 위해서는 목표설정과 적응전략 설계, 이해관계자 참여 절차, 취약성 및 적응 관련자료 검토, 적응전략 프레임워크 설정이 필요하다.

둘째, 현재의 취약성 평가 단계로 기후변화의 위험에 대한 취약성과 관련한 현재 시스템의 수준을 진단하는 것이다. 기후 위험에 대해 어떤 취약성을 가지고 있으며 현재의 취약성을 결정하는 요인은 무엇인지 기후변화 위험에 적응하려는 노력이 성공적인지를 분석하는 것이다. 이를 위해서는 현재의 기후 리스크 및 영향 평가, 관련 시스템의 현재 취약성 평가, 현재의 적응력 및 적응 평가, 기후 리스크 및 영향과 관련한 현재 정책과 필요한 정책조사 등이 요구된다.

셋째, 미래 기후위험 평가단계이다. 미래 기후 위험의 특징을 예측하고 파악하여 미래의 기후, 자연자원, 사회경제적 상황에 대한 적응을 가능케 하는 대응방안을 개발하는데 초점을 둔다. 이를 위해서는 사회경제적 상황, 자연자원과 환경관리변화 경향, 미래 기후 특징을 토대로 취약성, 기후위험 적응 및 적응 관련 기회에 대한 장애요인을 분석하여 미래 시나리오를 작성한다.

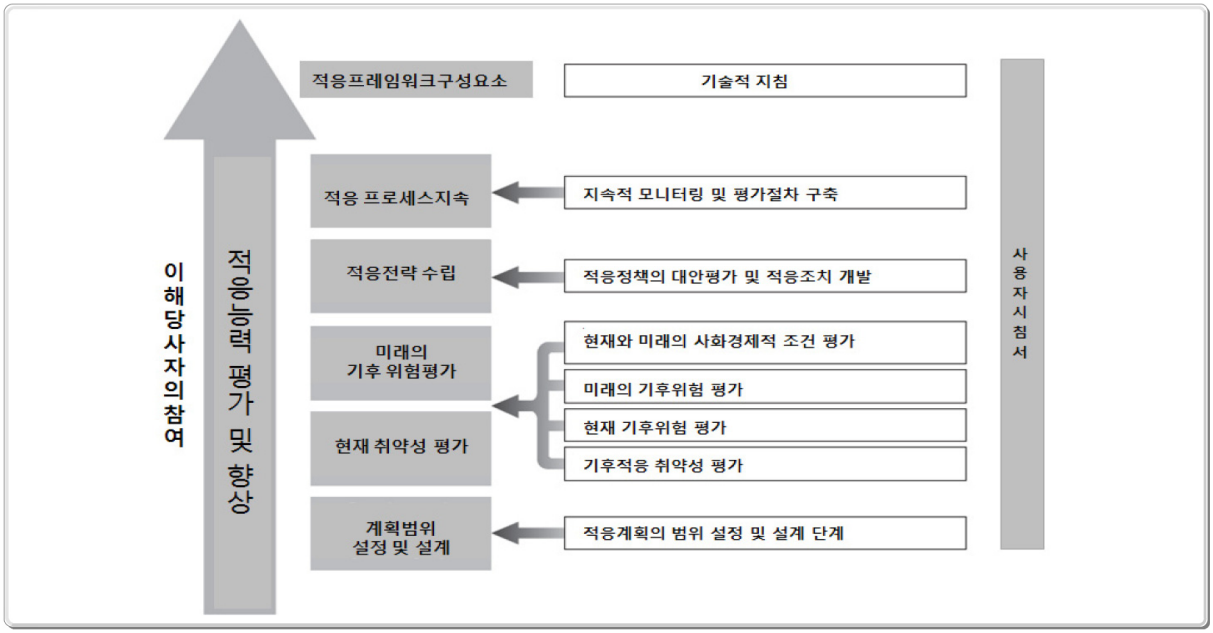
넷째, 적응전략 수립 단계로 현재의 취약성과 미래 기후와 관련된 위험에 대응하기 위한 적응정책의 대안을 평가하고 적응 조치를 개발한다. 적응전략을 효과적으로 시행하기

위해서는 이해당사자의 참여방안도 마련되어야 한다.

다섯째, 적응 절차가 지속될 수 있도록 모니터링 및 평가 절차를 구축하고 유지하는 단계이다. 적응 전략과 수단을 개발 계획에 내재화하고 적응전략을 실행하며, 후속조치를 제도화하고 정책 및 수단의 효과성 점검, 모니터링, 평가를 지속적으로 실시하는 것이다.

UNDP는 이러한 과정의 모든 단계마다 이해당사자의 참여와 적응능력의 측정 및 강화가 수반되어야 함을 강조하고 있어 적응전략 수립의 상향식 접근을 보여주는 대표적인 예이다.

그림 3-2 UNDP의 적응정책 프레임워크 과정



※ 자료 : UNDP(2005). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change, p.11.

2) ICLEI의 적응전략 수립을 위한 다섯 가지 마일스톤

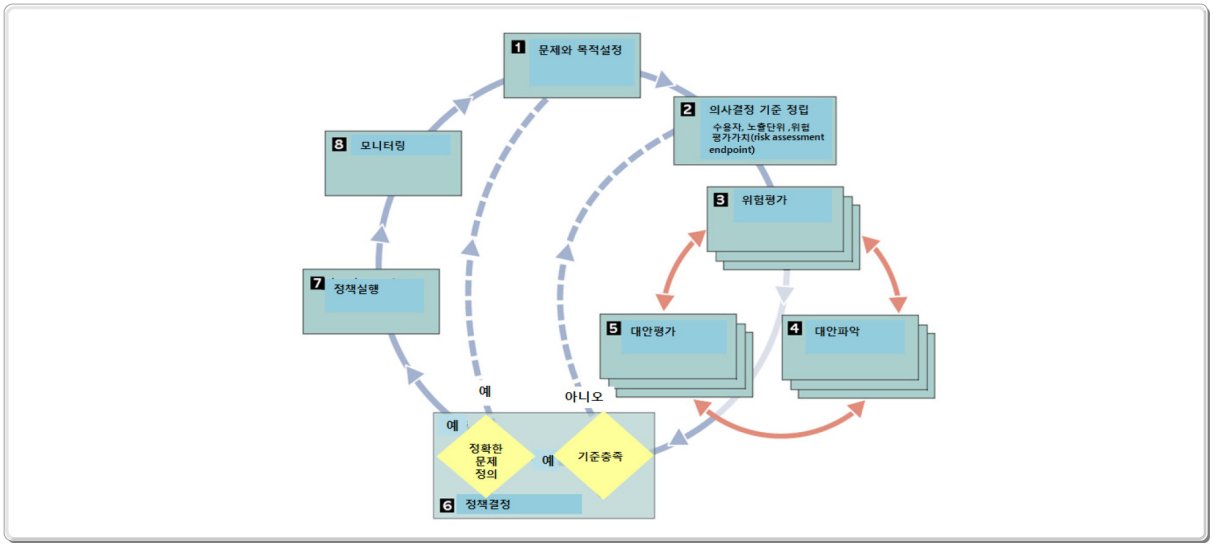
미국 ICLEI는 2005년 미국 해양대기청(NOAA)의 지원을 받아 지자체가 기후변화 영향으로부터 지역사회를 보호하고 관련된 비용을 줄이기 위한 정책수단을 개발하는데 도움을 주기 위해 '기후에 안전한 커뮤니티 프로그램'(Climate Resilient Communities Program)을 시작하였다. 프로그램 참여자는 규제, 계획, 도시설계, 투자와 관련된 위험을 줄이고 관리하는 전략을 수립하며 정책수단을 활용하는 방법을 배우게 된다. 이미 뉴햄프셔 주의 킨(Keene), 콜로라도 주의 포트콜린스(Fort Collins), 알라스카 주의 앵커리지, 플로리다 주의 마이애미 데이드 카운티(Miami-Dade County), 알라스카 주의 호머(Homer) 등이 참여한 바 있다.

'기후에 안전한 커뮤니티 프로그램'은 기후보호도시 캠페인(Cities for Climate Change Campaign)과 마찬가지로 프로그램의 이행과정을 측정할 수 있는 다섯 가지 마일스톤을 제시하고 있다(ICLEI et al., 2007).[28] 첫째, 기후 회복 노력 시작 단계로 주요 부문에 대한 기후변화 영향 범위 파악, 기후변화 영향 대응노력에 대한 지지 형성과 유지, 준비팀의 조직, 기후변화와 관련된 계획 영역의 파악 등이 포함된다. 둘째, 기후변화 적응을 위한 연구 단계로서 기후변화 영향에 대한 정보 수집과 검토, 민감도 분석, 적응능력 평가 등 취약성을 평가하고 기후위험을 평가하여 우선 대상이 되는 계획 리스트를 작성한다. 셋째, 적응 목표를 설정하고 계획을 수립하는 단계이다. 기후변화에 안전한 지자체를 위한 비전과 지침, 적응 목표를 설정하고 우선순위에 따라 구체적인 행동계획을 수립하는 것이다. 넷째, 계획의 실행단계로 계획의 실현을 위한 적정한 정책수단을 확보하는 것이 중요하다. 다섯째, 적응정책의 이행을 평가하고 피드백을 통해 계획을 수정하는 단계이다.

3) UKCIP의 기후변화 적응을 위한 위험관리 프레임워크

영국 기후영향프로그램(UKCIP)도 기후변화 위험관리를 위한 정책결정 과정을 <그림 3-3>과 같이 문제와 목적의 설정, 의사결정 기준 정립, 위험 평가, 대안의 파악 및 평가, 정책결정, 정책의 실행 및 모니터링 등 8단계로 제시하고 있다.

그림 3-3 기후변화 위험에 대응하기 위한 바람직한 의사결정을 돕는 프레임워크



※ 자료 : UKCIP(2003), Climate Adaptation : Risk, Uncertainty and Decision-making, p.7.

28) 2007년 기후영향그룹(Climate Impact Group), 워싱턴주 킹 카운티(King County), 미국 ICLEI는 지방자치단체의 기후변화 적응을 위한 상세하고 이해하기 쉬운 절차를 담은 지침서를 발간하였다.

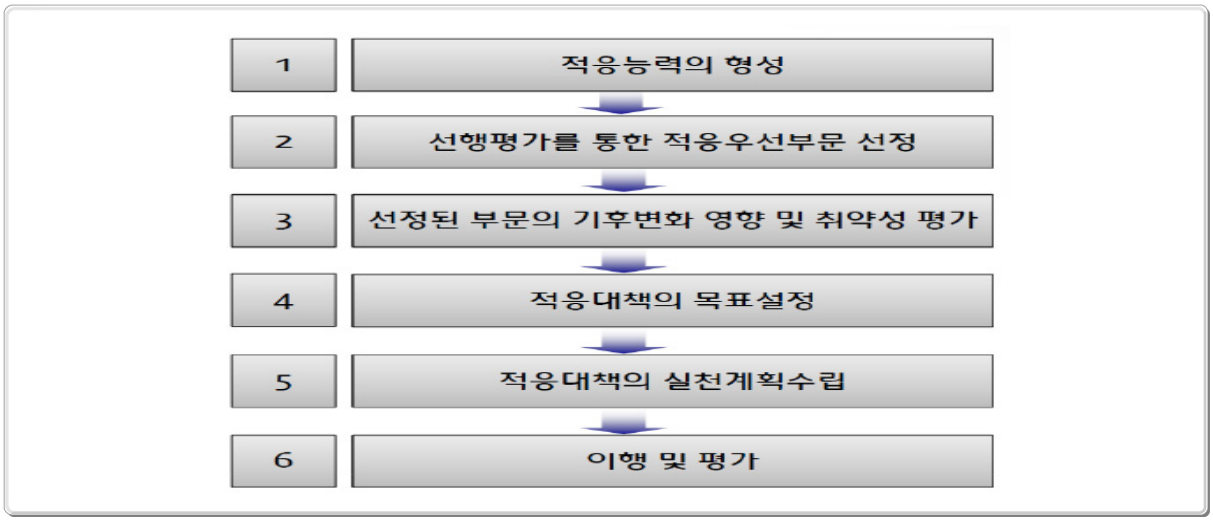
이와같이 기후변화 대응을 위한 적응전략 수립과정은 일반적인 정책 수립 절차와 유사하지만 적응 대안의 검토와 우선순위를 결정하기 위한 전단계로 현재 및 미래의 기후변화 위험, 기후변화 취약성 평가가 필수적임을 알 수 있다.

2 지자체 기후변화 적응대책 수립절차

출처_ '기후변화 적응 개용 및 지자체 활용방안 3차시', 한국환경정책·평가연구원

지자체 기후변화 적응대책 수립을 위해서 6단계의 절차로 구분된다. 제 1단계는 적응능력을 형성하는 단계로서 지자체 실무자와 지역주민의 기후변화 적응에 대한 인식을 확대하고 지자체 적응대책 이행 조직 및 예산을 확보하여야 한다. 제 2단계에서는 선행평가를 통한 적응우선부문을 선정하는 단계이다. 이때 지역별로 기후변화에 영향을 받는 주요부문을 선정하여야 한다. 제 3단계는 선정한 부분에 대한 체계적 영향 및 취약성 평가를 실시하는 단계로서 정성적·정량적 평가를 병행하여 실시하도록 한다. 제 4단계는 적응대책의 목표를 설정하는 단계로서 취약성 평가결과를 이용하여 주요 부분에 대한 지자체 적응대책의 목표를 제시하여야 한다. 제 5단계는 적응대책의 실천계획을 수립하는 단계로서 기후변화 적응과 연계된 기존 및 신규 적응정책을 검토하고 제안된 적응대책간의 우선순위 분석이 필요하다. 마지막 제 6단계는 적응대책 이행 및 평가단계로서 수립한 기후변화 적응대책의 이행·평가·보완하는 단계이다.

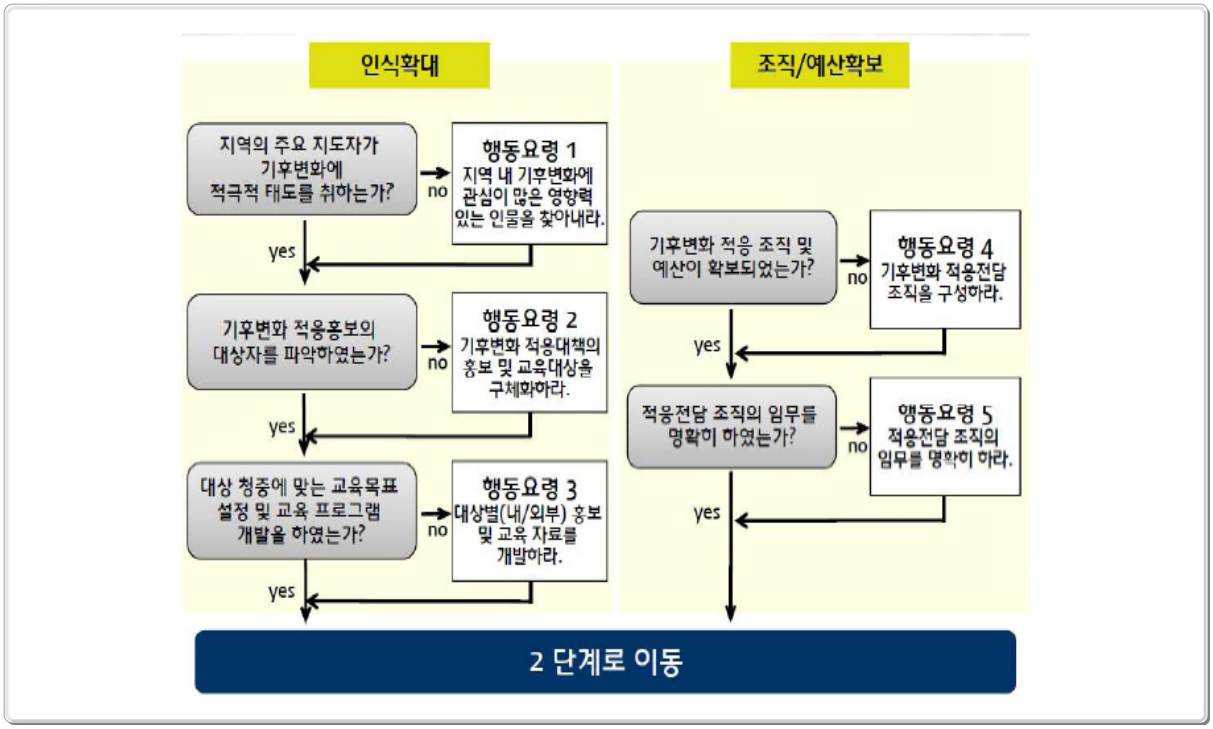
그림 3-4 지자체 적응대책 수립 절차



3 지자체 기후변화 적응대책 수립 방법

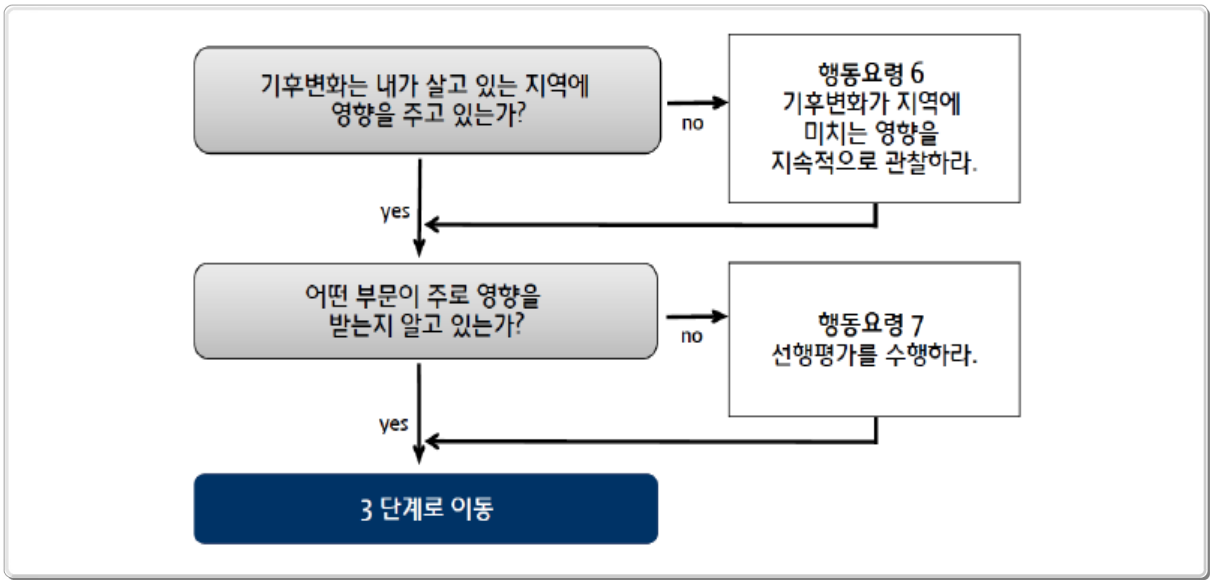
지자체 기후변화 적응대책 수립을 위해서는 앞서 제시한 6단계와 함께 단계별 고려사항 및 행동요령이 있다. 제 1단계는 인식확대와 조직·예산 확보로 구분되며 인식확대를 위해서는 지역의 지도자가 기후변화에 적극적인 태도를 취하는지 여부를 판단하고 없을 경우 기후변화에 관심이 많은 영향력 있는 인물을 찾을 필요가 있다. 그 다음 기후변화 적응에 대해 홍보할 대상자를 파악하여 대상에 적합한 교육목표를 설정하고 교육 프로그램을 개발하여야 한다. 조직 및 예산 확보를 위해서는 기존의 적응조직과 예산이 확보되었는지 여부를 판단하고 적응 전담조직의 임무를 명확히 하여야 한다.

그림 3-5 제 1단계 행동요령 및 수립방법



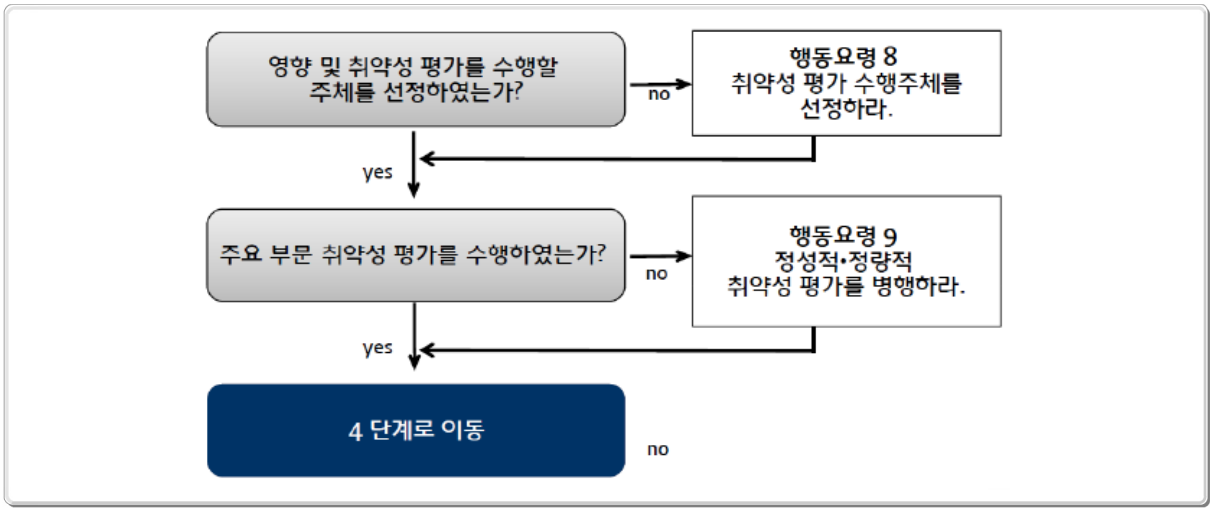
제 2단계에서는 해당 지자체에 기후변화에 따른 영향 사례가 있는지 지속적으로 관찰할 필요가 있다. 또한 그러한 영향이 어떤 부문에서 주로 나타나는지를 선행연구를 바탕으로 판단할 필요가 있다.

그림 3-6 제 2단계 행동요령 및 수립방법



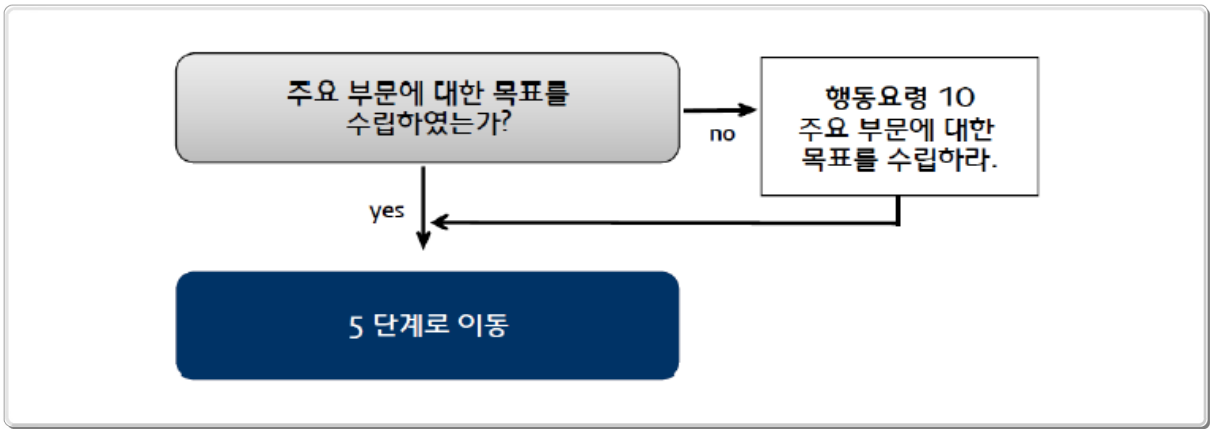
제 3단계에서는 기후변화에 취약한 분야를 대상으로 취약성 평가의 수행주체를 선정하고 정성적·정량적인 방법을 이용하여 기후변화 영향 및 취약성 평가를 실시하여야 한다.

그림 3-7 제 3단계 활동요령 및 수립방법



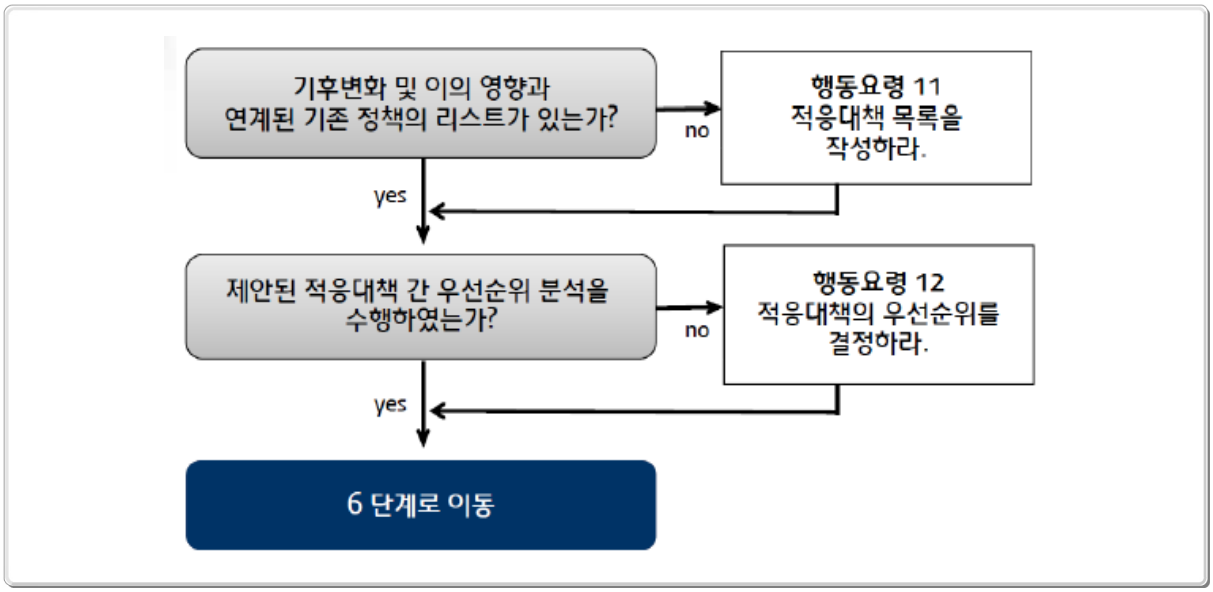
제 4단계에서는 각 분야에서의 기후변화 적응대책에 대한 목표를 수립할 필요가 있다. 기후변화 영향은 장기적으로 나타나는 영향이므로 분야별 목표를 설정하고 5년 계획수립 시 세부적인 내용을 수정하는 것이 바람직하다.

그림 3-8 제 4단계 활동요령 및 수립방법



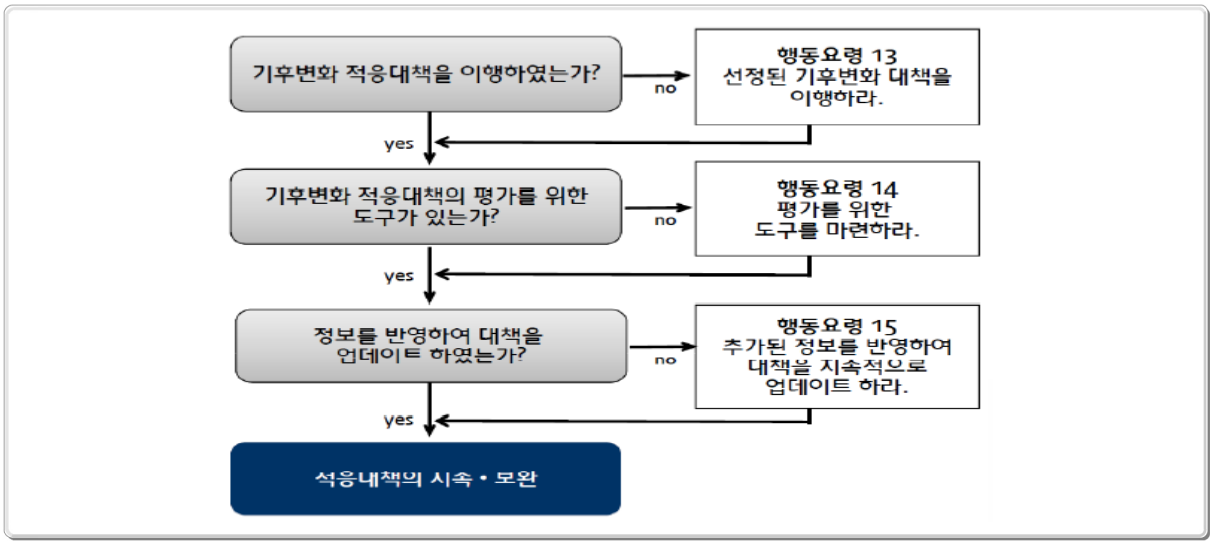
제 5단계에서는 기후변화 적응과 연계된 기존 및 신규 적응정책을 검토할 필요가 있으며 제안된 적응대책간의 우선순위를 결정하여야 한다.

그림 3-9 제 5단계 활동요령 및 수립방법



제 6단계에서는 제안된 기후변화 적응대책이 이행되었는지 여부를 판단하고 이행된 적응대책에 대해서 평가할 수 있는 도구를 마련하여야 한다. 또한 추가된 정보를 반영하여 지속적인 업데이트가 수행되는지 여부를 판단할 필요가 있다.

그림 3-10 제 6단계 행동요령 및 수립방법



지자체에서 기후변화 적응대책을 수립하기 위해서는 6단계의 절차와 단계별 행동요령이 제시되고 있다. 이러한 단계와 행동요령을 바탕으로 지자체에서 적응대책을 수립한다면 기후변화 적응대책 수립이 가능할 것이다.

표 3-1 지방자치단체의 자체 평가 우수 기후변화대응 정책

구 분	지 역	주 요 내 용
에너지	대구광역시	· 솔라 시티 사업(신재생에너지 보급)
	전라남도	· 태양광, 조력, 바이오매스 에너지 보급
	경상남도	· 패열 활용한 전력생산, 신재생에너지 사업투자, 기업과 자발적 감축협약
	경상북도	· 원전세의 신재생에너지 사업 투자
	강원도	· 에너지 소외계층, 경로당 등에 재생에너지 설비 설치 지원
	충청남도	· 태안 종합에너지 특구 조성, 보령 태양광발전소 건립 사업
교통	대전광역시	· 자전거타기 운동
	인천광역시	· 교통 분야 친환경계획서 수립
	경상남도	· 천연가스 버스 확대 보급
	강원도	· 자전거 이용률 제고, NGV 차량 보급, 차 없는 도청 만들기
민·관 협력	광주광역시	· 광주광역시은행과 탄소은행제도 협력
	경기도	· 기후변화 자문단 구성·운영
	충청남도	· 기후변화 이동교실, 여성 지도자 양성 교육, 숨은 자원 찾기 경진대회
예산	서울특별시	· 기후변화기금 확보, 기후변화대응에 대한 조례 제정 중
산림	대구광역시	· 솔라 시티 사업(도시 녹화)
	대전광역시	· 3천만 그루 나무심기 운동
	경상남도	· 녹지네트워크 10개년 계획 추진
	강원도	· 산림재해 예방 및 산지전용 억제로 온실가스 배출 방지
CDM	울산광역시	· CDM 1400만 톤 UN에 등록 추진 중
	인천광역시	· 송도자원센터 등록
적응	제주특별자치도	· 태풍연구소, 생태계 변화 연구 등

Ⅲ 기후변화협약에 대한 국내·외 지방자치단체의 대응 사례

출처_'기후변화협약에 따른 지자체의 대응방안', 호남대학교 대학원 행정학과, 박현식, 2010.6

1 외국 지방자치단체의 기후변화 대응 사례

선진국의 지방자치단체들은 기후변화에 능동적으로 대처하기 위하여 자체 온실가스 감축목표를 설정하고 구체적인 정책과 조치를 시행하고 있다. 온실가스 감축의무가 있는 국가들의 경우 정부의 기후변화대응 정책을 실행에 옮기거나 ICLEI와 같은 국제단체가 주도하는 기후보호도시 캠페인에 참여하고 있다. 특히 온실가스 감축 의무가 없는 미국과 호주의 지자체들도 ICLEI에 가입하여 기후변화 대응에 적극적인 노력을 기울이고 있다.

1) ICLEI의 기후보호 도시 캠페인

세계 지방자치단체 연합인 ICLEI의 도시기후보호 운동(CCP, Cities for Climate Protection Campaign)은 지방자치단체로 하여금 온실가스 배출 감축 노력을 정량화하고 대기질을 개선하며 도시 삶의 질과 지속가능성 확보를 위한 정책을 수립하고 수단을 집행하도록 하는데 목적이 있다. 전 세계적으로 675개 지방정부가 참여하여 활발한 운동을 벌이고 있으며, 이들이 전 세계 온실가스 배출의 약 15%를 차지하고 있다. 도시기후보호 운동은 지방정부가 지켜야 할 5가지 지침(milestone)과 컴퓨터 프로그램을 개발하여 이 운동에 참여하는 지방정부가 온실가스 배출 감축목표를 달성할 수 있도록 지원하고 있다. 특히 기후보호를 위한 방법론적 도구는 온실가스 감축을 위한 행동과 모니터링, 측정, 성과 보고에 대한 표준화된 간편한 방법을 제공해 준다. CCP 참여 지자체가 되기 위해서는 의회나 합당한 행정기관이 지방정부 결의서를 채택해야 하는데 이 결의서는 해당부서에서 작성하여 행정부나 의회의 승인을 받으면 된다. CCP 참여 단체가 되면 에너지소비량과 온실가스 배출량 총량의 조사 및 추정, 온실가스 배출감축 목표 설정 등 5단계 지침을 실천하여 완료하여야 한다.

아시아 지역에서는 일본(12개), 인도(17개), 인도네시아(10개), 필리핀(13개), 태국(8개)의 지자체가 가입되어 있으며 교토의정서에서 탈퇴를 선언한 미국도 152개 지자체가 가입해 있다. 호주에서는 209개 지자체가 약 5백만 톤에 달하는 온실가스를 감축하였으며, 2004-2005년에 호주 달러로 약 510만 불을 절약하였다. 한편 캐나다는 온실가스 배출량의 절반 정도가 지방자치단체의 직간접적인 관할 하에 있는데, 현재 133개 도시가 온실가스 감축 노력에 참여하고 있으며, 멕시코는 9개의 지방정부가 PEPS프로그램을 통해 에너지효율적인 제품을 구매하여 2005년 가을 이후 연간 72만 6천불을 절약하면서 에너지사용량을 약 5천 MWh 줄인 것으로 나타났다. 필리핀의 일로일로(Iloilo)시도 가로등 교체, 교통정책에 의한 연료 및 금전적인 절약을 합해 1,400만 불을 절약하였다.

이러한 지방자치단체의 노력은 2005년 기후변화 제11차 당사국 총회 및 교토의 정서 제1차 당사국 회의에 즈음하여 열린 제4차 기후변화도시정상회의(Municipal Leaders Summit on Climate Change)에서 “기후변화에 관한 세계 지방정부 지도자선언(World Mayors and Municipal Leaders Declaration on Climate Change)”을 통해서 다시 한 번 강조되었다.

선언문에서는 온실가스의 효과적인 감축을 위한 지방정부 역할의 중요성을 강조하면서 이미 많은 지역에서 홍수, 가뭄, 수자원, 혹서, 대기오염 등 기후변화의 영향을 경험하고 있으며 국가와 지방정부가 정한 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 실제적인 조치를 취할 것을 약속하였다. 그리고 온실가스 감축정책의 이행, 목표의 이행성과를 2012년까지 매년 당사국총회와 회의에 보고하여 실행에 대한 책임성 체계 구축, 비교분석과 검증을 위해 온실가스 감축량 측정을 위한 단일한 메커니즘 사용, 지속가능한 토지이용으로의 전환을 통한 화석연료 의존도 감소, 국가 및 지방 정부, 시민단체, 기업과의 파트너십 및 협력 강화를 적극적으로 실행하기로 약속하였다. 동시에 향후 당사국총회가 지방정부의 온실가스 감축을 위한 실천행동을 인정하고 COP/MOP 회의 전에 매년 지방정부를 포함한 주요 단체가 의견을 반영할 수 있는 절차를 강화해 줄 것을 요구하였다. 또한 기후변화 완화 및 적응에 있어 지방정부의 역할을 인식하고 협력을 통해 기술적, 인적, 재정적 능력, 입법 권한을 강화하며 지방정부가 기후변화 정책은 물론 앞으로 배출권거래시장에 참여할 수 있는 권리를 요구하였다. 그리고 2006년 5월 에너지를 주제로 열린 UNCSD(UN Commission for Sustainable Development)-14회의에서는 폐막식 성명서에서 CSD가 지방정부의 파트너로서 지방정부가 직면하고 있는 장애물을 극복하도록 협력해줄 것을 요청하였다.

2) 미국 새크라멘토시[29)]

미국의 경우 온실가스 감축 전략을 실행하고 있는 165개 도시의 인구가 미국 전체 인구의 약 20%를 차지하며 2005년에 이들 도시가 감축한 2,300만 톤의 온실가스는 연간 5억 3,500만 불의 가치에 해당한다. 미국 캘리포니아 주도인 새크라멘토시와 덴버시의 기후변화 대응 사례를 살펴본다.

새크라멘토시는 기후변화에 대응하기 위하여 연성에너지 정책을 펴고 있다. 여기에는 재생 에너지원을 확대하는 정책과 열섬 효과를 완화시키는 서늘한 공동체 프로그램이 있다. 1985년 원자력발전소의 냉각수가 누출되면서 새크라멘토시는 원자력 발전소를 폐쇄하고 발전소 바로 앞에 3.9MW의 태양광발전단지를 조성하였다. 이를 계기로 태양에너지의 상업화를 목표로 1993년 태양에너지의 지속적이고 체계적인 보급을 위한 장기 전략이 수립되었으며 재생가능에너지 확대 재원 마련을 위해 “녹색요금제”가 시행되었다. 하지만 새크라멘토 전력회사의 재생가능에너지 확대 제도는 얼마가지 않아 수정이 불가피한 것으로 보인다. 주정부의 지원을 받거나 자발적이고 능동적인 시민들만 참여하는 녹색요금제를 통해 재생가능에너지 투자재원을 마련하는 방식은 한계가 있다. 이에 따라 녹색요금제 부담을 두 배로 인상하는 안을 논의 중이다. 이는 새크라멘토 전력공사가 재생가능에너지 공급을 확대하기 위해 2kW 가정용 태양전지를 개발하고 1만5천 달러의 설치비용은 새크라멘토 전력공사가 부담하는 대신 설비를 설치한 시민은 매달 전기요금에서 ‘녹색요금’으로 4달러를 내는 것이다. 2002년에는 10MWh의 태양광발전이 보급되어, 주정부청사에 설치되었고 빌딩, 개인주택에 보급된 태양광설비는 최대 규모이다. 태양광발전이 널리 보급된 또 다른 요인 중 하나는 새크라멘토 전력공사가 시영회사로서 시민들이 선출한 전력 및 경영 분야 전문가들로 구성된 이사회가 독립적으로 주요한 의사결정을 하기 때문에 시민들의 의사가 전력회사 경영에 반영될 수 있었기 때문이다.

도시 열섬현상에 대응하기 위한 “서늘한 공동체 프로그램(Cool Community Program)”은 나무심기와 지붕 및 도로포장을 밝은 색으로 바꾸어 도시 온도를 낮추는 것이다. 특히 새크라멘토 전력공사는 나사가 실시한 지역 적외선 촬영과 온도측정 결과를 바탕으로 “나무그늘프로그램(Shade Tree Program)”을 실시하여 적절한 곳에 나무를 심어 주거지역의 냉방전력 수요를 낮추고 있다. 재생가능에너지 확대와 열섬효과 감축 프로그램을 통해 새크라멘토시는 첨두부하를 372MWh, 연간 전력소비를 563GWh(소비자의 전력요금 5,516억원)절감하였다. 이에 따라 지역 총 생산액은 14조 8,800억원이 증대되었고, 이산

29) 환경부. 「해외지자체 기후행동사례」. 2005. p. 41.

화탄소 배출량은 265,000톤이 감소되는 효과를 거두었다.

미국 덴버시의 기후변화 대응 노력은 주로 수송부문에서 이루어졌다. ICLEI 이산화탄소 감축 프로젝트에 참여하면서 배출량의 약 25%가 수송부문에서 나온다는 것을 파악하고 지방정부 차량을 대상으로 2005년까지 이산화탄소 배출량을 1988년의 20%까지 줄인다는 목표를 설정하였다. 이를 위해 고효율 차량 조달, 보유 차량수 줄이기, 카풀제도·근거리 걷기·재택근무제도 등을 통한 차량 운행 제한 정책, 전기자동차나 수소자동차로 교체하는 "제로배출 정책"을 실시하였다. 정책 시행 3년 후 이산화탄소 배출량이 매년 약 50만 톤씩 줄어 총 148.5만 톤이 감축되었다.

한편 에너지 비용 및 대기 중 배출물질을 줄이는 모범사례를 통해 민간부문도 이러한 활동에 동참하도록 하기 위하여 "덴버 행동계획 2000-2010"을 수립하였다. 1980년 당시의 덴버시장은 행정명령 제120호를 발효하여 시가 관리하고 있는 시설의 에너지 소비를 줄이게 하였으며, 1991년에는 시의회가 결의안 28조를 통과시켜 시가 이산화탄소 배출 감축을 위한 행동계획을 추진하게 되었다. 초기에는 녹색차량(green fleet)과 녹색 조명, 나무심기 계획에 집중하였고, 1997년 연간 1,655톤에 달하는 이산화탄소 배출을 줄일 수 있었다. 이러한 초기 프로그램의 성공에 힘입어 이후 교차로 신호등 교체, 건물 조명 개선, 나무 심기, 자동차 이용을 줄이기 위한 버스 이용 보조금 지급, 가정 에너지 평가제도 도입, 풍력 에너지구매 등이 실시되었다. 1998년에 1993년 지방행동계획을 재작성하여 1995년을 기준으로 이산화탄소 배출 목록을 작성함으로써 과거와 현재, 미래의 이산화탄소 배출량을 비교할 수 있게 하였다. 각각의 행동계획들은 건물의 에너지효율과 절약, 재생가능에너지(태양, 풍력, 바이오매스 등)이용 확대, 교통과 토지이용 개선, 환경 보전과 교육, 이산화탄소 흡수 및 저장이라는 5개 과제로 분류되어 있다. 덴버시는 1인당 이산화탄소 배출량을 2010년까지 1995년 대비 10% 줄이는 것을 목표로 하고 있으며, 2000년까지 이산화탄소 배출량이 연간 25,500톤 정도 감소하였다.

3) 일본 오사카

오사카시는 기준년도인 1990년도에 일본의 총 배출량 약 12억 3천만 톤CO_2 의 1.9%를 배출하고 있으며 시민 1인당 배출량은 8.7톤CO_2/인으로 미대책시 민생과 운송부문 배출량이 크게 증가할 것으로 예측되어 있다. 오사카시는 정부 등의 온난화 대책과 연계하여, 시민, 사업자, 행정이 각자 온실가스 배출억제 대책을 시행하기 위하여 「오사카시 지구온난화 대책지역 추진 계획」을 책정하여, 「지구온난화 대책 추진에 관한 법률」에서 규

정한 6종 온실가스를 대상으로 2010년까지 1990년도의 7% 삭감을 목표로 하고 있다.[30]

이 추진계획에서 행동주체인 시민, 사업자, 행정은 각자 '에너지이용', '폐기물의 감량화, 재자원화', '자동차이용', '그린구매', '녹화'의 5개 항목을 주요행동 지침으로 추진토록 하고 있으며, 이를 실천할 경우 2010년도의 배출량이 2,125만 톤CO_2로 1990년도 대비 7% 삭감이 가능하다고 예측하고 있다.

계획의 추진을 위해 각 국의 보건센터에서 「생활환경 학습회」를 개최하는 등 시의 시설을 활용해 환경정보를 제공하고, 「환경가계부」를 이용하여 가정에서의 에너지 절약 노력을 추진하고, 결과를 평가하며, 사업자 등의 에너지 절약화 실천사례 등의 정보교환 및 시민, NPO, 사업자, 행정 등이 일체가 된 실천행동 등을 추진하고 있다.

4) 독일 베를린(Berlin)[31]

석탄난로 교체, 온수난방 시스템의 효율화, 단열성능 향상 등과 같은 건물 리노베이션을 통해 에너지 절약 실천한다. 정부가 솔선해서 재생가능에너지를 이용한다. 독일정부는 재생에너지 확대를 위한 지원제도를 마련하고 모든 재생가능 전기를 매입하는 법을 제정하여 풍력발전과 태양광 발전의 확대를 진작한다.

베박(Bewag : 베를린에너지)회사는 환경보호를 위한 다양한 노력을 기울인다. 1998년 초 세계자연기금(WWF : World Fund For Nature)과 협력하여 베를린 시에 '녹색 전기요금제(Green Tariff)'[32]를 제안하여 실행하고 있다.

미테 열병합 발전소는 가스-증기 복합 터빈을 갖추어 열에너지와 전기에너지를 동시에 생산하고 있으며, 에너지 효율은 90%에 육박한다. 따라서 열효율이 최고 40%밖에 미치지 못하는 화석연료발전소에서 발전하는 것보다 훨씬 높아 값이 월등히 저렴하다.

또한 독일은 '2050에너지 시나리오'를 수립하고, 이에 따라 2050년까지 재생가능 에너지 체제로의 전환을 추구하여 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 80% 줄이는 목표를 설정하여 2050년까지 현 소비 에너지의 약 60%를 절약하고 나머지는 재생가능 에너지로 충당하는 것을 목표로 하고 있다. 이에 따른 온실가스 감축목표는 2005년까지 이산화탄소 배출을 1990년 수준의 25%를 감축하고 2012년까지 21% 감축을 목표로 하고 있으며 2004년 현재 이산화탄소를 1990년 대비 19%를 감축하였다.

---

30) 환경부. 「해외지자체 기후행동사례」. 2005. p. 155.
31) 환경부. 「해외지자체 기후행동사례」. 2005. p. 37.
32) 자신이 내야할 전기요금에 추가로 낼 수 있는 사람의 신청을 받아 태양으로부터 전기를 생산하는 데드는 비용으로 충당. 모아진 금액만큼 베박이 기금을 추가하여 대규모 태양광전지 발전소를 조성한다.

독일 중앙정부의 온실가스 감축정책 추진에 따라 독일의 수도 베를린은 2010년까지 1992년 대비 이산화탄소를 25%까지 감축하는 것을 목표로 추진하고 있다. 이를 위해 건물의 에너지 효율성 개선을 위해 석탄난로의 교체, 지역난방이나 태양열집열기 이용, 관공서의 태양광 발전시설 도입 등을 통한 에너지 절약으로 10년간 100만 톤의 이산화탄소를 감축하고 있다. 또한 무엇보다도 시민들의 인식전환을 위한 캠페인을 하고, 에너지 절감에 필요한 정보를 제공하고 있다.

5) 영국 레스터(Leicester)

1994년 이후 열병합 발전,에너지 효율성 개선, 재생가능에너지, 공공부문 에너지 관리, 교육훈련, 교통 등 기후보호를 위한 정책과 시책, 사업을 실시하였으며, 자매결연을 맺고 있는 중국, 독일, 프랑스 등 여러 도시들의 기후변화 영향도 예측한다.[33)]

2003년에 발표한 기후보호전략 목표는 첫째, 과거 및 미래 시나리오를 통해 기후변화 원인에 기여하는 정도 평가, 둘째, 래스터시 기후의 변화정도를 확인하고 향후 80년에 걸친 기후변화 예측, 셋째, 1994년의 레스터 에너지전략에 포함된 목표치의 성과 검토 및 재평가하고, 넷째, 래스터시의 온실가스 배출량 감축대책 및 기후변화 대처방안 확인, 다섯째, 온실가스 배출량 감축목표를 달성하고 기후변화영향에 적응하기 위한 행동계획 틀을 제공, 여섯째, 목표치를 향한 성과를 평가할 수 있는 모니터링 체계를 수립한다.

레스터시 기후보호사업으로는 대규모 열병합발전 계획을 가지고 있으며, 지난 십여년간 소규모 열병합 발전을 지속적으로 추진하였다. 시청건물에 태양열 온수공급기 설치, 5개 학교에 태양광 전지판을 설치하는 등 지속적인 설비를 확충하고 있다.

교육훈련 분야에서는 1994년 이후 재생가능에너지 및 에너지 효율성 분야의 전문가 교육을 하고 있으며, 에너지관리를 위하여 각 가정의 정확한 전기사용료를 확인하기 위하여 30분 간격으로 전기, 가스, 물 사용량을 점검할 수 있는 계량기를 설치하였다. 자전거 도로조성, 16km의 버스전용차로 조성, 실시간 교통정보시스템 도입, 자전거주차장 정비 등 교통 분야 대책을 수립·실천하고 있다. 기후보호 대책 수립 및 집행에 필요한 재원을 유럽연합, 중앙정부, 민간기업으로부터 소규모로 조달해 왔지만 여전히 재생가능 에너지 보급 확대에 필요한 대규모 투자가 필요한 실정이다. 지역 주민들은 도시텃밭 가꾸기, 식물판매 등 다양한 환경보전활동을 펼쳐왔으며, 주민협회는 현재 단체 사무실을 개조하면서 태양열 온수공급장치와 태양광발전설비를 설치하는 등 온실가스 배출량을 줄이기

33) 환경부. 「해외지자체 기후행동사례」. 2005. p. 52.

위해 노력하고 있다.

에너지 효율자문센터는 현재 에너지효율설치(Energy Efficiency Installer), 에너지비전(Energy Vision), 지구나눔(Globeshare), 녹색에너지연결(Plug Into Green Energy), 난방개선 등 다양한 프로젝트 추진하고 있다.

6) 호주 브리스번

호주 지방정부의 경우에는 온실가스 배출감축 노력에 적극적이다. ICLEI 기후보호 캠페인에 200개가 넘는 지방정부가 참여하는 등 호주 인구의 80%가 참여하고 있으며 온실가스 감축을 위한 '마일스톤'계획에 따라 2004~2005년간 약 80만 달러를 지원하여 2004년 한 해 동안 이산화탄소 배출을 100만 톤 감축하였다. 호주 브리스번은 온실가스 감축을 위해 '지속 가능한 주택 규약'을 제정하여 새로운 주택을 지을 때 건물의 에너지 효율, 물 보존 등의 세부 규약을 제정하여 새로운 주택에서는 온실가스가 연간 3톤이 절감되며 물은 연간 30,000리터 절감을 예상하고 있다.

2 국내 지방자치단체의 기후변화 대응

1) 서울시의 온실가스 감축 대응체계

서울시는 온실가스 감축을 위한 목표를 설정하여 1990년 배출량 수준을 2010년까지 달성하고, 2020년까지 1990년 배출량 수준 대비 10%감축 및 5년 단위의 수정계획을 마련하고 있으며, 장기적으로 현 배출량 대비 50% 수준으로 감축하겠다는 계획을 수립하여 온실가스 배출량의 표준통계의 작성 및 향후 배출량을 예측하고, 부문별, 배출요인별 감축과정을 파악하여 온실가스 감축 목표량을 설정하는 등의 노력을 기울이고 있다.

서울시는 "서울시 기상특성을 고려한 도시계획기법 연구"(2000), "기후변화협약 이행에 따른 서울시 대응방안"(2001)등 관련 연구를 수행하고 2005년 9월 광역지자체로는 처음으로 온실가스 감축추진을 위해 환경국 대기과에 지구환경팀을 설치하였다. 2006년에는 환경부의 지자체 기후변화 대응활동 지원사업으로 "서울시 기후지도 작성 및 대응방안 수립"을 추진하였다. 현재 4명(팀장1, 전문직1, 일반직2)으로 구성된 지구환경팀에서는 온

실가스 배출원 및 배출량 산정과 관련된 기초 자료를 조사하고 학교에 설치된 기후측정소의 관리 및 기후자료를 구축하고 있으며, 신재생에너지와 관련된 사업을 추진할 계획으로 있다. 또한 기상전문직을 선발하여 기상청에 배치하였다. 지구환경팀의 주요 업무를 보면 <표 3-2>와 같다.

표 3-2 서울시 지구환경팀 주요 업무 내용

부서명	주요 업무
지구환경팀	• 도시기후관측시스템 자료수집, 분석에 관한 사항 • 온실가스 배출원 및 배출량 산정에 관한 사항 • 서울시 기후변화 대책 수립에 관한 사항 • 먼지 예·경보시스템 운영효율화에 관한 사항 • 온실가스 감축 시범사업(소형열병합 발전시설 설치, 태양광 발전시설 설치 등) • 친환경도시개발, 에너지 절약 • 도시기후 관측망 및 기상측정망 관리 • 에너지 관련 시민참여, 교육 및 홍보 • 공공기관 에너지 절약 및 부서별 실적

서울시의 2000년 기준 온실가스 배출량은 31백만 톤이며(99.4%가 이산화탄소), 부문별로는 난방 50.4%, 수송 38.3%, 산업 8.0%, 발전 2.3%, 폐기물 1.0%를 차지하고 있다. 서울시는 시의 특성을 고려하여 서울시내 주요지점의 온도, 습도 및 도시열섬 현상을 파악하기 위하여 도시기후 관측시스템을 운영하고 있으며(서울시내 90개 지점 온도·습도 관측, 청계천변 4개 지점 온도·습도·풍속·일사량 관측, 도시기후 장기모니터링, 도시열섬현상 파악), 온실가스 감축목표 및 감축계획을 수립하고 소형열병합발전, 태양광발전시설 등 에너지 보급 확대를 위한 온실가스 감축 시범사업을 실시하였다. 2006년에는 기후변화 대응체계 구축을 위해 환경친화적인 소형열병합 발전시설 설치, 온실가스 배출량 조사 및 배출량 예측, 도시기후지도 작성, 친환경 절약형 에너지시설 보급사업 확대를 추진하고 있다.

에너지 대책을 공급부문, 산업부문, 가정·산업부문 등 부문 별로 수립하였다. 공급부문에서 도시가스 공급 및 지역난방 보급 확대 방안으로 청정연료 보급 및 공급시스템을 도입하였다. 산업부문에서는 에너지관리 지정업체의 지정관리, 기업의 청정연료 사용유도 및 에너지 소비효율등급 표시 제도가 추진되고 있다. 가정·산업부문에서는 주택단열성 등에 관한 유도기준 책정 및 보급, 주택·건물 에너지절약마크제도 도입, 대형건물 에너지진단

및 사후관리, 기존주택에 대한 단열구조 진단, 가전제품 에너지비용표시제 도입, 에너지 절약기기 보급촉진 여건마련 등의 주택 및 건물에 대한 에너지 절약을 강화하고 있다.

자원 및 폐기물 대책으로 쓰레기 종량제 추진을 통한 생활쓰레기 발생최소화, 음식물쓰레기 감량·재활용, 포장폐기물의 최소화 및 1회용품 사용억제를 통하여 쓰레기 발생을 억제하고, 재활용품의 분리수거 강화로 재활용 촉진, 폐기물 자원화체계 강화, 재활용산업의 육성, 폐기물 적정처리 대책을 모색하고 있다.

자동차오염 개선 대책으로 제작차 배출허용기준을 강화, 운행차 배출가스 정기 검사제도 개선, 노후차량의 조기폐차 유도, 저공해차 보급, 경유차 중심 배출가스 집중단속을 통하여 자동차 오염을 개선하고 있다.

자연환경보전대책으로 자연형 하천관리기반을 구축하고 야생동물과 자연경관 보호, 생태적인 보전체계 구축, 공원·녹지의 확충, 삼림의 종합적·체계적 보전, 시민녹화운동 전개를 통하여 수변녹화 및 생태계를 보전·복원하고, 도시녹화 대책을 추진하고 있다.

2) 광역지방자치단체의 신재생에너지 확대

(1) 대구광역시

대구광역시는 OECD 산하 국제에너지기구(IEA)에 의해 2000년 솔라시티로 선정되었다. 솔라시티는 환경친화적 에너지 사용 및 환경도시 건설을 지향하는 프로그램으로 IEA는 환경친화도시 건설 가능성이 있거나 다른 도시에 파급효과가 있는 12개 시범 실천도시를 선정하여 사업추진실적 및 효과를 점검하여 모범사례를 다른 도시로 전파할 계획이다. 다양한 신재생에너지 사업의 보급 및 확산을 적극적으로 추진하고 있다. 대구시의 솔라시티 사업은 2002-2006년(5년)까지 사업비 1,091억원(국비 428억, 시비 171억, 민자 492억)을 투자하여 태양광발전시설, 태양열급탕시설, 소수력발전시설, 솔라스쿨, 그린빌리지, 솔라캠퍼스 등의 사업을 지원하는 것으로 경제산업국 내 산업지원 기계금속과에서 담당하고 있다. 특히 지속가능한 신재생에너지 및 에너지효율성제고를 위한 중장기적인 솔라시티대구 50년 계획을 수립하였는데, 2050년 '유비쿼터스 솔라시티'를 달성하기 위해 '에너지혁신도시', '신산업도시, '생태문화도시'를 목표로 제시하였다. 여기에는 그린빌딩 프로젝트, 태양주택 1만호 프로젝트, 솔라시티 파트너십 프로그램, 에너지혁신센터 설립, 대구솔라 생태관광벨트 조성, 생태산업단지 조성 등의 사업이 포함되어 있으며, 특히 2050년에 에너지·환경산업을 시의 주력산업으로 정착시킬 계획이다. 2001년부터 2005년까지

태양광발전 855kW, 태양열급탕 3708㎡, 소수력발전 289kW, 태양전지가로등 16기, LED 교통신호등 56조를 보급하였다. 특히 2004년 '제1회 세계솔라시티총회' 및 신재생에너지 전문전시회인 '그린에너지엑스포'를 개최하여 솔라시티로서 대구광역시의 대내외 이미지를 높이기도 하였다.

(2) 대전광역시

대전광역시는 온실가스 감축을 위한 대응체제로서 수송교통부문, 에너지, 환경폐기물 부문과 흡수원 대책으로 나누어 각 부문별 감축방안을 모색하고 있다. 대전시가 펼치고 있는 사업과 향후 과제를 모아 부문별로 대전시의 온실가스감축을 위한 주요사업 내용을 살펴보면 다음과 같다. 온실가스 가운데 이산화탄소 배출량이 가장 많은 산업부문의 대책을 위해, 산업단지의 에너지사용합리화를 도모하고, 에너지 절약형 설비와 기기도입 등의 에너지 대책을 추진한다. 에너지 소비 증가율이 빠르게 진행되고 있는 민생부문의 대책을 위해 가정과 사업소의 에너지 절약형 가전제품과 OA기기 등의 도입을 촉진하고, 에너지 절약형 주택과 건설을 도모하고 있다. 그리고, 에너지절약형 도시조성추진을 위하여 에너지소비, 이산화탄소배출이 적은 도시구조를 지향하기 위해, 직주접근형 도시설계 및 녹화사업과 수변환경의 보전과 창출을 추진하고 있다.

(3) 강원도

강원도는 '신재생에너지 개발보급 혁신계획'(2006~2015년)을 수립하여 2015년까지 10년간 총 7,000억원을 투자하여 현재 총 에너지소비량의 2.86%에 머물고 있는 신재생에너지 비중을 10.19%까지 확대할 계획이다. 이를 위해 권역별 지역특성에 맞게 신재생에너지 밸리를 조성하게 된다. 특히 국가기관, 지자체, 정부투자·출자·출연기관 등에 한정되어 있는 신재생에너지 의무사용 대상을 보건소, 소방서, 읍면동사무소 등 지방 공공청사로 확대하고 '1청사 1신재생에너지 갖기 사업'을 추진하고 있다. 또 강원도 에너지기본조례를 개정하여 신축 지방공공청사에 신재생에너지설비 중 한 가지 이상을 선택적으로 의무적으로 설치하도록 하고 시·군 지자체 에너지기본조례 제정 및 건축 관련 조례 개정 때 민간 신축건물에 대한 신재생에너지 설치를 권장할 계획으로 있다.

(4) 전라남·북도

전라남도는 신재생에너지 생산량이 전체의 30%를 차지하고 있을 정도로 신안군, 보성

군 등 풍력, 태양광, 조류발전시설, 바이오에너지 등에 대한 민간회사의 투자가 활발하게 추진되고 있다. 나주 공공혁신 도시, 무안 기업도시, 남·영암군 관광레저도시 등 4개의 신도시를 태양광과 수소·연료전지를 중심으로 한 에너지 계획도시로 건설하여 신재생에너지의 메카로 만들 계획을 가지고 있다. 전국 최초로 신재생에너지팀을 만들었다.

전라북도는 신재생에너지를 4대 전략사업 중 하나로 지정하여 도 전역에서 육성하고, 총 1,000억원을 투자하여 2009년까지 부안군에 수소에너지를 중심으로 하는 신재생에너지 테마파크를 조성하였다.

(5) 경상남·북도

경상남도는 에너지산업 로드맵을 작성할 예정이며 경상북도는 경북 동해안 에너지 클러스터 조성기본계획을 수립 중에 있다.

(6) 제주도특별자치도

제주도 역시 도의 자연조건을 활용하여 풍력발전을 통한 신재생에너지 보급을 확대해 왔으며 제주를 세계 최고의 청정에너지 도시로 육성하여 관광사업으로 발전시킬 계획이다. 대표적인 행원풍력발전단지의 경우 지난 6년간 총 203억원(국비 156억)이 투자되어 매년 2만 1,900MWh의 전력을 생산하면서 연간 14억원의 매출을 얻고 있다. 한국남부발전(주)이 150억원을 투자한 1.5MW급 풍력발전기 4기도 상업 운전 중에 있다. 제주도는 청정에너지 공급시설을 지속적으로 확충하여 2005~2015년에 풍력발전을 16MW에서 150MW 규모로 확대하여 도내 전력소비량의 10%를 풍력으로 대체할 계획으로 있다.

3) 기초지자체의 기후변화 대응

서울시 영등포구가 2009년 환경부 지원 사업으로 “관내 온실가스 배출요인 및 배출량 조사”를 추진하였다. 특히 제천시는 2005년부터 ICLEI기후보호도시 가입을 위해 노력해 왔다. 2005년 2월 제천시, 시의회, 청정제천21, 제천환경운동연합, 관련 공무원, 에너지대안센터, 환경운동연합이 모여 제천시를 국내 최초의 기후보호도시로 추진하기로 합의하고 3월에 기후보호도시 설명회를 가졌다. 제천시는 기후보호도시 추진위원회 구성, 기후보호도시 기본계획 수립 및 기후보호조례 제정 등의 추진 일정을 계획하였으나 일차적으

로 기초지자체 수준에서 온실가스 발생량을 파악하기 어렵고 기후보호도시 추진에 필요한 인식 및 제반 기반이 미흡하여 계획이 답보상태에 머물러 있다. 이것은 우리나라 현실에서 기초지자체의 노력만으로 기후변화 대응 체계를 갖추는 것이 얼마나 어려운지를 반증하는 것이다. 아직까지 우리나라 대부분의 기초지자체에서는 에너지절약 및 신재생에너지 시설 보급 등의 단편적인 사업 수준에 머물러 있다.

경기도 내 기초자치단체 중에서 수원시는 '기후보호도시(CCP, Cities for Climate Protection) 캠페인'을 추진하고 있는 국제자치단체환경협의회(ICLEI)의 집행위원이다. 수원시가 기후변화 대응에 적극적인데 지자체의 기후변화에 대한 대응 노력을 유도하기 위해 지자체간 온실가스 배출감축을 위한 아시아 환경포럼을 개최하였으며, 수원시 온실가스 감축을 위해 온실가스 배출원 관리, 이동오염원 관리, 친환경적인 에너지체제 구축, 환경친화적 녹지축 구축, 자발적 시민 실천운동 전개 등 5개 분야의 실천계획을 수립한 바 있다. 그러나 수원시 역시 온실가스 배출 현황 파악이 어려워 구체적인 목표 설정과 체계적인 대응이 이루어지지 못하고 있다. 이에 따라 2007년에 「온실가스 대응 전략 방안」 연구를 위한 예산을 편성한 바 있다.[34)]

4) 지방의제21의 기후변화 대응

지역 차원에서 지역의 특성에 맞는 다양한 기후변화 프로그램을 개발하고 실천하기 위해서는 민관 파트너십이 중요하다. 이런 점에서 지방의제21은 행정, 기업, 시민의 참여와 협력을 통해 지역의 온실가스 감축 목표 설정에서 실천 사업에 이르기까지 공론의 장을 제공한다는 점에서 역할이 기대된다.

<표 3-3>에서 보듯이 우리나라 지방의제21사업을 분석한 결과에 의하면 107개 지방자치 단체 2,174개 의제 중 기후변화 대응과 관련된 의제는 1,116개로 51.3%를 차지하고 있어 지방 의제21활동을 통한 기후변화 대응 관련 사업이 활발하게 진행되고 있는 것으로 나타났다.

2005년에는 지방의제21전국협의회 차원에서 기후변화 지역실천운동을 전개하고 기후보호도시 캠페인을 추진하였다. 그러나 이러한 활동이 대부분 폐기물, 물, 대중교통, 대기오염, 도심녹화 등 개별 사업영역으로 분리되어 추진되고 있고 기후변화활동과 연계시키려는 노력이 없어 기후변화대응에 직결된 지방의제21의제와 사업은 없다고 할 수 있다.

34) 경기개발연구원.「기후변화협약에 대한 경기도의 대응방안」. 2006. p.34.

표 3-23 우리나라 지방의제21의 기후변화 대응 관련 의제 현황

구 분	광역시	광역도	기초시	기초군	자치구	계
총의제수	193	153	1,019	447	362	2,174
에너지공급	–	–	–	–	–	–
에너지절약	26	7	106	32	44	215
건물에너지	–	–	–	–	–	–
수송·교통에너지	14	7	42	27	25	115
재활용, 폐기물	20	10	93	52	38	213
물관리사업	24	30	111	58	40	263
친환경상품	7	6	24	21	8	66
농축임업	6	10	51	28	20	115
도시녹화	–	1	7	1	2	11
농업	8	9	51	37	13	18
계	105 (54%)	80 (52%)	485 (48%)	256 (57%)	190 (52%)	1,116 (51%)

아직까지 우리나라 지방의제21의 기후변화 관련 의제는 정책적인 접근보다는 주민참여형 실천사업 중심으로 추진되고 있으며, 전체적으로 물관리사업과 재활용·폐기물, 에너지절약 부문의 사업 비중이 높은 것으로 나타나고 있다. 광역도의 경우 물관리사업이 37%로 매우 높게 나타났고 에너지절약(9%)은 상대적으로 낮은 반면 농·축산·임업분야(13%)와 재활용 분야(12%)의 사업이 더 많은 것으로 분석되었다. 물관리사업은 자연형 하천조성 등 하천살리기 사업에서 물절약 프로그램에 이르기까지 다양한 의제들을 포함하고 있어 이들 사업이 전부 기후변화와 직접적으로 관련된 것은 아니라고 할 수 있다. 그러나 상수생산과 공급, 소비과정 전반에 걸쳐 발생하는 에너지 사용량과 절약분을 고려할 때 그 성과를 이산화탄소 배출 감축 등의 지표로 전환하여 관심과 참여를 이끌어내는 것이 바람직하다. 또한 농·축산·임업분야는 도시지역은 쌈지공원 조성, 녹지 공간 확대, 옥상·벽면녹화 등 도심녹화사업이 주류를 이루고 있고, 농촌지역은 산림의 보존과 유지 사업이 대다수이다.

이와같은 특징은 향후 경기도 시·군 지자체의 지역별 특성을 고려한 기후변화 중 점과제를 개발할 때 유용할 것이다.

5) 우리나라 지방자치단체의 기후변화 대응 평가[35)]

우리나라 지방자치단체의 기후변화 대응은 선진국과 비교할 때 매우 미흡하다. 지방자치단체의 문제는 아니라고 할 수 있다. 제3차 정부종합대책에서 기후변화 대응을 위한 지방자치단체에 대한 지원으로 교육·홍보 활동만이 언급되어 있는 것을 볼 때 중앙정부에서도 지방자치단체의 역할에 대한 인식이 매우 낮다는 것을 알 수 있다. 특히 지방자치단체에서 구체적인 실천 프로그램이 활성화되기 위해서는 온실가스 배출량 등 기초통계를 바탕으로 추진되고 있는 사업들이 온실가스를 얼마나 감축시킬 수 있는지의 효과에 대한 평가가 이루어져야 한다. 주민들의 적극적인 참여를 유도하기 위한 교육과 홍보 역시 실천 활동이 주는 온실가스 감축 효과에 대한 정보가 제공되지 않으면 설득력과 정당성을 얻기 힘들다. 그러나 현재 이러한 기반이 전혀 마련되어 있지 않아 제천시의 사례에서 보듯이 지자체의 의지가 있다 하더라도 효과적인 대응이 매우 어려우며, 지방자치단체의 노력에만 의존하기에는 현실적인 장벽이 너무 크다고 할 수 있다.

지방자치단체 중 서울시가 전담부서를 설치한 것을 제외하면 나머지 15개 시·도는 에너지 관련 부서 및 환경부서에서 에너지이용 합리화 정책 및 대기관리 정책에 의해서 추진하고 있을 뿐 기후변화를 위한 전담조직이나 인력이 갖추어져 있지 않은 상태이다. 따라서 에너지, 대기, 교통, 녹지 공간 조성, 재활용 등 기후변화 대응 관련 사업들이 개별적으로 추진되고 있으며 기후변화 활동과 체계적으로 연계시키려는 노력이 미흡하다. 특히 대부분의 시·도에서 신재생에너지 확대 보급을 통해 지자체의 전략사업으로 육성하려는 계획이 적극적으로 추진되고 있으나, 광주광역시를 제외하고는 온실가스 감축 목표가 설정되어 있지 않으며 기후변화 대응을 위한 종합적인 실천계획이 작성되어 있지 않다. 그러나 지방의제21을 중심으로 실천 프로그램이 활발하게 추진되고 있고 지방자치단체의 인식과 관심이 높아지고 있으며, 최근 광역시뿐 아니라 도에 대해서도 지자체 업무평가 지침에 기후변화 대응노력을 지표로 포함하고 있어서 향후 지방자치단체의 노력이 보다 가시화될 전망이다.

35) 경기개발연구원.「기후변화협약에 대한 경기도의 대응방안」. 2006. p.36~37

4부

분야별 기후변화 대응·적응 정책

제 1 장

녹색생활실천

Ⅰ 녹색생활과 녹색생활 지표

출처_'녹색생활 지표 개발 및 활용방안', 한국환경정책평가연구원 정책보고서, 명수정·강민수, 2010.03

1 녹색생활

1) 녹색생활의 정의

녹색생활 지표 개발을 위해서는 먼저 녹색생활에 대한 정의가 필요하다. 그리고 녹색생활에 대한 정의를 내리기 위해서는 먼저 생활양식이 무엇인지 살펴볼 필요가 있다. 따라서 여기서는 먼저 생활양식에 대한 정의를 살펴보고, 녹색생활에 대한 정의를 내리고자 한다.

일반적으로 생활양식이라 함은 사람이 사는 방식을 말하며 사회나 집단이 공통적으로 갖고 있는 생활에 대한 인식이나 생활하는 방식을 말한다. 생활양식이란 사람이 사는 방식으로 주어진 시간과 장소에서 다른 사람 뿐 아니라 스스로에게도 이치에 맞는 행위의 특징이라고 할 수 있다. 예를 들면, 사회관계와 소비, 엔터테인먼트, 옷 입기 등을 들 수 있다. 그러므로 생활양식은 자아를 세우고 개인의 정체성과 조화가 되는 문화적 상징을 만들어 내는 행동을 뜻한다고 할 수 있다. 이에 반해 녹색생활은 사람이 사는 방식이 환경에 미치는 영향을 고려하는 특징을 가지고 있다. 일반적으로 녹색생활은 일상생활 속에서 자원과 에너지를 현명하고 친환경적으로 이용하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하는 생활을 의미한다. 또, 청정에너지 사용과 에너지 절약과 같은 친환경적 에너지 사용으로 온실가스 배출을 최소화하여 기후변화에 적극적으로 대응하는 문화를 의미하기도 한다. 그리고 넓은 의미에서는 생활 속에서 자원과 에너지를 절약하고 환경보호를 실천하는 것뿐 아니라 자연친화적이면서도 여유로운 삶을 추구한다는 점에서 삶의 질을 추구하는 생활방식이라고 할 수 있다. Roth Schild 등(2008)[36]에 의하면 녹색생활이란 의식주의 변화부터 상품 구매까지 일상생활을 친환경적으로 변화시켜 환경보전을 실천하는 생활습관이라고 하며, Jeffery(2008)[37]에 의하면 녹색생활은 고갈되어 가는 지구의 자원과 환경을 보존하고, 동·식물과 인간의 건강, 지역 혹은 지구촌 사회를 보존하는 생활방식이나 생활양식이라고 한다. <표 4-1-1>은 녹색생활과 관련된 용어를 정리한 것이다.

36) RothSchild. D. '뜨거운 지구에서 살아남는 유쾌한 생활습관 77', P64
37) Jeffery. Y, 'Green living for dummied', 2008.

표 4-1-1 녹색생활 관련 용어

용어	정 의	출처(연도)
녹색생활	일상생활 자원과 에너지를 현명하고 친환경적으로 이용하여 온실가스 배출량을 줄이고 저탄소 녹색사회를 구현하고자 하는 생활습관	그린스타트 네트워크[38] (2009)
Green Lifestyle	에너지 절약, 청정에너지 이용 확대를 통해 에너지 사용에 따른 온실가스 배출을 최소화하여 기후변화에 적극 대응하는 문화	에너지관리공단 (2010)
녹색생활	생활 속에서 자원·에너지 절약과 환경 보호를 실천하는 것뿐 아니라 친화적이면서 여유로운 삶을 추구한다는 점에서 삶의 질을 높일 수 있다는 생활방식	삼성경제연구소 (2009)
녹색생활	기후변화의 심각성을 인식하고 일상생활에서 에너지를 절약하고 온실가스와 오염물질을 최소화하는 생활	저탄소 녹색성장 기본법[39] (2010)
Green Lifestyle	일상생활 속에서 사용하는 물과 에너지 및 쓰레기 배출을 줄여 환경에 영향을 줄이는 생활방식	Green peace (2010)
뜨거운 지구에서 살아남는 유쾌한 생활습관	의식주의 변화부터 상품 구매까지 모두 친환경적으로 변화시켜 일상생활에서 환경보전을 실천하는 생활습관	Rothschild, D, (2008)
Sustainable Green Lifestyle	우리의 생활양식을 친환경적으로 만들어 다양한 환경문제 해결에 기여하는 생활양식	Rifkin, J.[40] (1990)
Green Living	고갈되어 가는 지구의 자원과 환경을 보존하고, 동식물과 인간의 건강, 지역 그리고 지구촌 사회를 보존하는 생활방식	Jeffery, Y. (2008)
Eco-Friendly Greener Lifestyle	자기 자신과 후손을 위하여 자발적으로 생활양식을 변화시켜 친환경적인 삶을 사는 생활양식	Lovatt, S. (2007)
Sustainable Living	개인 혹은 사회에서 천연자원의 고갈 및 개인의 소비를 최소화하는 생활방식	Winter, M.[41] (2007)

여기서 녹색생활을 “오늘날 세계가 직면한 환경문제를 해결하기 위해서는 환경에 부하를 줄이는 바람직한 생활양식을 추구해야 한다는 인식을 바탕으로 일상생활 속에서 자원과 에너지를 현명하고 친환경적으로 이용하여 온실가스 배출을 줄이고, 환경을 보전하여 녹색사회를 구현하기 위해 노력하는 생활양식”으로 정의한다. 즉, 개개인의 일상생활 태도가 지구 전체에 영향을 미칠 수 있다는 것을 인식하고 가정뿐 아니라 지역사회 및 일터 등에서 자원을 절약하고 환경을 보전하는 삶을 추구하는 생활이라고 할 수 있다.

이 정의는 상당히 포괄적인데, 이 속에는 기후변화 및 자원 고갈과 같은 지구적 차원의 환경문제에 대한 인식을 증대시키고 타인과 다른 생명을 배려해야 한다는 것이 내포되어

38) 그린스타트 네트워크, ‘녹색생활의 지혜’, 환경부, 2009
39) 제1장 2조 6항. 2010.1.13 제정
40) Rifkin, J. ‘Green lifestyle handbook’, 1990
41) Winter. M, ‘Sustainable living’, 2007

있다. 또, 이러한 생활을 추구하기 위해서는 개인의 의식적인 노력뿐 아니라 사회시스템상에서 녹색생활을 유도할 수 있는 물리적·제도적 인프라가 구축되어야 한다는 것 또한 의미하고 있으며, 개인의 녹색생활 실천은 사회와 국가적 차원에서의 성과, 예를 들면, 자원과 에너지의 절약과 폐기물이나 온실가스의 감축으로 이어질 수 있음을 의미한다.

2) 녹색생활과 녹색성장

현재 우리나라에서 추진하고 있는 녹색생활과 관련된 대표적인 정책을 든다면 저탄소 녹색성장 정책이라고 할 수 있다. 이외에도 녹색생활을 구성하는 각 부문별로 여러 국가정책이 있으나, 여기서는 저탄소 녹색성장을 중심으로 살펴보고자 한다.

우리나라는 2009년 저탄소녹색성장기본법을 수립 한 후 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표와 추진전략, 중점추진과제 등을 포함하는 국가전략을 수립하여 시행해오고 있다. 이러한 저탄소 녹색성장정책은 국가의 신성장 동력으로 작용할 것으로 기대된다.

이는

- 녹색기술·녹색산업 및 녹색경제체제 구현에 관한 사항
- 기후변화 대응, 에너지 및 지속가능발전 정책에 관한 사항
- 녹색생활, 녹색국토, 저탄소 교통체계 등에 관한 사항
- 저탄소 녹색성장 관련 국제협상 및 국제협력에 관한 사항
- 재원 조달, 조세·금융, 인력 양성, 교육·홍보 등에 관한 사항

등을 그 주요 내용으로 한다.

녹색생활의 실천은 개인이 자신의 생활공간에서 에너지를 덜 쓰고 자원을 아껴 쓰고 폐기물을 적게 배출하는 행동을 포함할 뿐만 아니라 물품 구매 시 친환경상품을 선택하는 행동도 포함한다. 따라서 녹색생활의 실천은 단순히 개인의 소비차원에서 끝나는 것이 아니라 친환경상품 개발을 위한 기술투자 등으로 이어져 간접적으로 산업 부문에도 영향을 미칠 수 있어 궁극적으로 국가차원의 녹색성장 역량 강화에 기여할 수 있다. 즉, 넓은 의미에서 녹색생활은 국가의 저탄소 녹색성장의 한 부분이라고 할 수 있다. <표 4-1-2>는 저탄소 녹색성장의 10대 분야별 주요 내용이다. 저탄소 녹색성장 국가전략 10대 부문 중 아홉 번째 항목인 '생활의 녹색혁명'이 특히 녹색생활과 관련성이 높다.

표 4-1-2 저탄소 녹색성장 국가전략 10대 정책방향

분 류	내 용
1. 효율적 온실가스 감축	• 중장기 온실가스 감축목표 설정 및 부문별 감축전략 추진 등을 통해 탄소를 줄여가는 사회 구현 • 탄소 정보 공개 확대 등을 통해 탄소가 보이는 사회 구현 • 탄소 순환 운동과 탄소 흡수원 확대를 통해 탄소를 순환, 흡수하는 사회 구현 • 북한 산림 복구 지원 등을 통한 그린 한반도 구현
2. 탈석유 에너지자립 강화	• 에너지 효율화 기술혁신과 부문별 에너지 수요 관리 혁신을 통해 에너지·저소비 고효율 사회 구축 • 신재생에너지 산업화 촉진 및 청정에너지 보급 확대 • 원자력 강화 및 원전 수출 강국으로의 도약 • 해외자원개발 역량 확충
3. 기후변화 적응역량 강화	• 기후감시, 기후변화 예측기법 및 시나리오 확보 등 조기 대응체계 구축 • 기후변화 대응 국민건강관리 강화 • 안정적 식량수급체계 구축 • 4대강 살리기 사업 등을 통한 깨끗한 물의 안정적 공급 • 통합 연안관리 등을 통해 기후친화적인 해양 이용 및 관리 • 재해의 사전예방을 위한 기준 및 시스템 구축 • 산림생태계 건전성 제고 등 지속가능한 산림경영 추진
4. 녹색기술개발 및 성장동력화	• 기술·시장 변화를 반영한 능동적 전략 수립을 통해 녹색기술개발 투자의 전략적 확대 • 녹색기술 R&D 종합조정체계 구축, 거점 조성(Green Core) 등 녹색기술개발체계 강화 • 녹색신기술 실용화를 통한 녹색기술 이전 및 사업화 촉진 • 녹색기술 시험·인증·시스템 등 녹색기술·산업 인프라 구축 • 전략적 파트너쉽을 기초로 녹색기술개발 국제협력 활성화 • 신재생에너지 등 6대 중점 녹색기술산업의 성장 동력화
5. 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성	• 주력산업 녹색전환 촉진 및 녹색경영체제 확산 • 자원순환형 경제·산업 구조 구축 • 녹색 중소·벤처기업 육성을 통한 중소기업 녹색 역량 강화 • 지식주도형 녹색 클러스터 구축
6. 산업구조의 고도화	• 첨단융합산업 육성 • 고부가 서비스산업 육성
7. 녹색경제 기반 조성	• 배출권 거래제도 도입 및 탄소시장 활성화 추진 • 녹색기술·사업에 대한 정책자금 지원 확대 • 녹색경영·산업 주가지수를 개발, 녹색기업 투자 촉진 • 기업 녹색경영 정보를 공개, 금융기관 정보활동 유도 • One-Stop 종합 녹색은행 설립 검토 • 친환경적 세제 개편 • 온실가스 감축 지원 및 규제 개선, 녹색등급·인증 등 녹색상품 생산, 구매 촉진제도 마련 • 저소득층 주택 에너지효율 개선, 고효율 조명기기 도입 등 기초에너지의 안정적 사용 지원 • 녹색기술·산업 육성을 통한 적극적 녹색일자리 창출 및 녹색기술자격제 도입, 종합정보 DB 등 고용 인프라 창출 • 핵심녹색기술 연구센터 운영, 기후변화대응 특성화대학원 육성지원 등을 통한 핵심 녹색인재 양성
8. 녹색국토 교통의 조성	• 저탄소 녹색성장 지향형 신 그랜드 녹색 국토공간 구축 • 보호지역 관리기반 마련, 도시 내 다기능 생태공간 확충 등 생태공간의 양적·질적 향상 도모 • 인증·등급체계 개선 및 건물용도별 활성화 방안 마련 등을 통한 녹색건축물 확대 • 철도, 해운 등 녹색교통수단으로의 전환 및 대중교통 이용 활성화로 녹색교통체계 구축 • 생활 속 녹색교통수단인 자전거 이용 활성화
9. 생활의 녹색혁명	• 녹색성장 교육 및 녹색시민 양성 기반 구축 • 녹색생활의 실천 확산 • 녹색소비 활성화 • 녹색마을 조성 및 운동 전개 • 생태관광 활성화
10. 세계적인 녹색성장 모범 국가 구현	• 글로벌 녹색성장 실천에 협력하는 국가 • 녹색성장 모범으로 인정받는 국가 • 개도국의 녹색성장을 도와주는 국가 • 녹색성장 모델을 보여주는 국가 : Green Hub Korea

녹색생활은 특별한 기술개발이나 투자 없이 녹색생활 실천의 중요성에 대한 인식과 태도가 개선된다면, 개인의 실천만으로도 에너지와 자원의 절약, 더 나아가 온실가스 감축이라는 성과를 낼 수 있으며, 또 국가의 저탄소 녹색성장 정책 추진에 대한 국민들의 정책 협조 및 지지로 연결되기 때문에 그 중요성과 상징적인 의미가 높다고 할 수 있다.

2 지표 관련 선행 연구

지표는 특정 현상이나 공간에 대한 시간적 변화의 요약된 정보로, 단순한 정보 이상으로 확대 해석이 가능하며, 복잡한 시스템을 계량화하여 쉽게 이해하도록 돕는 기능을 가지고 있다. OECD(2003)는 지표를 현상이나 상태에 대한 정보를 제공하는 변수나 변수값으로 그 변수가 가지고 있는 가치 이상의 의미가 있다고 하였다. 지표와 유사한 개념으로는 자료와 통계, 그리고 지수가 있다. 자료와 통계는 조사의 기본 바탕이 되는 재료라고 할 수 있으며, 지수는 지표가 통합된 형태로서 지표가 가지고 있는 복잡한 정보를 단순화시켜 표현한 것이다. 정보의 통합과 요약 정도는 자료나 통계 수준에서 지표, 그리고 지수로 갈수록 점차 높아진다.

여기서 말하는 글로벌 및 국가 차원의 지표 및 지수란 개인적 수준이 아닌 국가나 사회적 수준에서의 지표나 지수를 말하며, 국가간 비교나 지역간 비교가 가능한 형태가 일반적이다. 여기서는 지표 및 지수를 글로벌 및 국가 차원과 지역 및 사회적 차원, 개인적 차원, 그리고 지수 및 지표로 나누어 살펴본다.

1) 글로벌 및 국가 차원의 지표 및 지수

(1) 환경성과지수 : EPI(Environmental Performance Index)

환경성과지수는 미국 예일대 환경법·정책센터 및 콜롬비아대 국제지구과학센터가 공동으로 각 국의 환경개선 정도를 계량화한 것으로 국가별 환경개선 노력을 평가하기위해 2001년 처음 개발되었으며, 2년마다 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)을 통해 발표된다. 2010년에 발표된 환경성과지수는 전 세계 163개국을 대상으로 2000년에서 2006년 환경 관련 주요 데이터를 계량화하여 국가별 비교가 가능한 형태로 산출하였다. 지수 산정 방식은 10개 범주 25개 평가항목으로 구성되었으며, 각 항목별 가중치를 부여

하고, 항목별 목표 달성수준을 100점 만점으로 환산, 종합하여 국가별 순위를 측정하였다.

2010년 환경성과지수의 평가 결과 아이슬란드와 스위스가 1위 및 2위를 랭크 하였는데, 주로 유럽 국가들이 상위를 차지하고 있다. 반면, 토고는 159위, 시에라리온은 163위, 그리고 북한은 149위로 낮게 평가되었다. 우리나라의 경우 2008년에 비해 43단계 하락한 94위로 평가되었다. EPI 지수의 구성내용은 <표 4-1-3>과 같다.

표 4-1-3 EPI 지수의 구성

구분	범주	지표	내용
환경보건	환경성 질병부담	환경성 질병부담	위생여건 등에 따라 유발되는 장애보전 손실연수
	대기보건	실내공기오염	고체연료를 사용하는 인구비율
		실외공기오염	도시지역 인구 가중 PM10농도
	물보곤	식수 접근성	개선된 식수에 접근하는 인구비율
		물 위생	개선된 위생 조건에 접근하는 인구비율
생태계 건전성	대기오염	SO_2	인구과밀지역 SO_2배출
		NO_X	인구과밀지역 NO_X배출
		NMVOC	인구과밀지역 VOC배출
		오존	40ppb 축적 노출정도
	수질 및 수량	수질지수	용존산소, 전기전도도, pH, 총인, 총질소
		수자원압력지수	수자원의 초과사용으로 영향을 받는 나라의 영토 비율
		수자원화소성지수	배타적 경세주역(EEZ : Exclusive Economic Zone)
	생물다양성	생물군 보호	보호지역의 생물보호 지역 비율
		해양보호	배타적 경제수역(EEZ) 비율
		주요서식처 보호	AZE(Alliance for Zero Extinction) 지정비율
	산림	임목 축적 변화	입목량 증가 여부
		산림지역	2000-2005년간 산림지역 변화량
	해양/산업	해양생태계	해양영향 지표 경향선의 기울기, 먹이사슬 단계별 동식물 존재 여부
		어업강도	저인망 어업 배타적 경제수역(EEZ) 비율
	농업	농업용수 집약도	관개와 가축사육을 위해 연간 사용되는 물의 양
		농업보조금	비친환경적인 보조금
		농약규제	로테르담, 스톡홀롬 협약 준수
	기후변화	일인당 온실가스배출량	온실가스 배출량을 전체 인구로 나눈 값
		발전부문 온실가스 집약도	발전에 사용된 화석연료 연소과정에서의 발생량
		산업부문 온실가스 집약도	산업부문 온실가스 배출량을 GDP로 나눈 수치

※ 자료 : Yale Center for Environmental Law & Policy(2010).[42]

42) Yale University, '2010 Environmental performance index', 2010

(2) 환경지속성지수(ESI, Environmental Sustainability Index)

환경지속성지수는 환경 및 사회·경제 등 광범위한 분야에 대한 상황과 환경에 가해지는 압력 및 미래의 도전에 대한 대처역량 등을 종합적으로 평가하기 위하여 미국 예일 대학과 콜롬비아대학 연구진에 의해 개발된 지표로 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)에서 2001년부터 발표하는 환경지수이다. 환경지속성지수는 전 세계 국가 중 인구 10만명, 면적 5,000㎢ 이상의 국가를 대상으로 환경·생태와 환경부하 등으로 구성된 72개 변수 중 40개 이상의 통계자료가 획득 가능한 국가를 대상으로 산정한다.

본 지수는 총 72개의 변수를 사용해 20여개의 항목으로 평가가 이루어지며, 항목구성은 수질, 대기, 종 다양성 등 환경적 요인 외에도 국민소득, 과학기술능력, 환경규제, 국제사회 기여도 등도 포함되며 환경뿐만 아니라 삶의 질까지도 포함하여 종합적으로 평가한다. ESI 지수의 구성내용은 <표 4-1-4>와 같다.

표 4-1-4 ESI 지수의 구성

분 야	지 표	내 용
환경 시스템	대기질(농도)	도시지역 SO_2, NO_2, TSP
	수량	수자원량, 역외 유입량
	수질(농도)	용존산소량, 인 농도, 부유물질, 전기 전도도
	생물종	멸종위기 포유류 비율, 멸종위기 조류 비율
	토지이용	형질 보전, 훼손율
환경부하 경감	대기오염	NO_X, SO_2, VOCS, 석탄소비량, 자동차 대수
	수질부하	비료 소비량, 농약 사용량, 산업체 BOD 배출량, 물 부족지역
	생태계 부하	90~95년간 산림 변동, 산성화된 국토비율
	폐기물 소비	탄소발자국, 방사능폐기물
	인구부하	출생률, 2000~2050년 예측인구 변화율
인간취약성 저감	기본적 생활조건	총 인구 중 영양부족인구 비율, 상수도 보급률
	환경보전	아동 호흡기질환 사망률, 장 전염병 사망률, 5세 이하 유아 사망률
사회적·관계적 대응역량	과학·기술	혁신지수, 환경성과, 평균 교육연수
	토론능력	인구백만당 IUCN 회원수, 시민·정치적 자유, 민주적 제도, ESI 변수 자료 접근 정도
	환경거버넌스	환경규제 개혁, 보호지역 비율, 환경영향평가 지침 수, FSC 인증 산림면적, 부패대책, 휘발유 가격 비율, 에너지 보조금, 어업 보조금
	민간부문 대응실태	GDP 대비 ISO 14001 인증 회사 수, 다우존스 환경친화기업 수, Eco value 평점, WBCSD 회원, 기업환경관리
	생태효율성	에너지 효율성, 재생에너지 비율
	국제협력 동참노력	국제 환경조직 회원 수, CITES 보고기준 충족률, 비엔나협약/몬트리올의정서 참여수준, 기후변화협약 참여수준, 몬트리올의정서 다자기금 참여, GEF 참여, 국제협약 준비
	온실가스 감축	1인당 CO_2 배출량, GDP당 CO_2 배출량
	월경성 환경오염	CFC 소비량, SO_2배출량, 총 어획량, 1인당 해산물 소비량

※ 자료 : Yale Center for Environmental Law & Policy(2005).[43]

우리나라의 경우 2005년 발표된 환경지속성지수 평가에서 146개국 중 122위를 기록하였으며, 대기 및 수질, 생태계, 토지이용 측면의 평가인 환경부하 부문이 낮게 평가된 것으로 나타났다.

(3) OECD Key Environmental Indicators

OECD Key Environmental Indicator는 전 세계적으로 환경의 변화 추이를 파악하고, 정책평가와 더불어 환경의 중요성을 알리기 위해 OECD가 개발한 지표이다. 본 지표는 OECD 환경 각료회의의 검토 및 승인과정을 거쳐 OECD 국가의 환경성과 평가 및 환경정책 수립의 기초 자료제공을 목적으로 하고 있다.

이 지표는 기후변화, 오존층, 대기질, 폐기물 발생, 수질, 수자원, 산림자원, 어족자원, 에너지자원, 생물다양성의 10개 분야에서 20여개 세부 지표로 구성되어 있으며, 세부항목으로 구성되어 있는 지표는 OECD 국가간의 순위를 나타내는 것 외에 항목별로 OECD 평균치와 각 국가별 수치를 제공하여 선진국과 우리나라의 환경상태 및 환경의 변화를 직·간접적으로 비교할 수 있으며, 향후 국가 환경정책 계획 및 국제화 시대에 능동적으로 대처하는 데 유용한 자료로 활용할 수 있다. OECD Key Environmental Indicator의지표 내용은 <표 4-1-5>와 같다.

표 4-1-5 OECD Set of Key Environmental Indicators

대분류	중분류	세부 지표
Pollution issue	Climate change	CO_2 emission intensities, Index of greenhouse gas emissions
	Ozone layer	Indices of apparent consumption of ozone depleting substances(ODS)
	Air quality	SOX and NOX emission intensities
	Waste generation	Municipal waste generation intensities
	Freshwater quality	Waste water treatment connection rates
Natural resources & assets	Freshwater resources	Intensity of use of water resources
	Forest resources	Intensity of use of forest resources
	Fish resources	Intensity of use of fish resources
	Energy resources	Intensity of energy use
	Biodiversity	Threatened species

※ 자료 : OECD(2004)[44].

43) Yale University, '2005 Environmental performance index', 2005
44) OECD, 'OECD Key Environmental Indicators', 2004

(4) Happy Planet Index

Happy Planet Index란 2006년 영국의 NEF(the New Economics Foundation) 재단에서 기대 수명, 삶의 만족도, 생태발자국[45]을 바탕으로 빈곤 개념을 확장한 지수로 인간이 얼마나 생태 효율적으로 잘살기(웰빙)를 추구하는지를 보여주는 것이다.

GDP(Gross Domestic Product) 혹은 인간개발지수(Human Development Index) 등의 대안인 HPI는 2009년 기준 143개국을 대상으로 GDP 산출에 얼마나 자원이 사용 되었는지를 나타내어 일반적인 행복지수와는 달리 국가 구성원이 자원을 얼마나 효율적으로 사용하고 있는가를 보여주며 구성원이 어느 정도의 삶의 질을 가지고 얼마만큼 오래 살 수 있는가를 나타냄으로써 경제적인 부가 반드시 행복을 보장하는 것은 아니라는 점을 시사한다. <표 4-1-6>은 주요 나라의 HPI 순위와 부문별 점수이다.

표 4-1-6 주요국의 HPI 순위 및 부문별 점수

순위	국가	기대수명	삶의 만족도	생태발자국	HPI
1	코스타리카	78.5	8.5	2.3	76.1
2	도미니카 공화국	71.5	7.6	1.5	71.8
3	자메이카	72.2	6.7	1.1	70.1
4	과테말라	69.7	7.4	1.5	68.4
5	베트남	73.7	6.5	1.3	66.5
6	콜롬비아	72.3	7.3	1.8	66.1
7	쿠바	77.7	6.7	1.8	65.7
8	엘살바도르	71.3	6.7	1.6	61.5
9	브라질	71.7	7.6	2.4	61.0
10	온두라스	69.4	7.0	1.8	61.0
20	중국	72.5	6.7	2.1	57.1
68	한국	77.9	6.3	3.7	44.4
75	일본	82.3	6.8	4.9	43.3
114	미국	77.9	7.9	9.4	30.7
143	짐바브웨	40.9	2.8	1.1	16.6

※ 자료 : NEF(2009)[46].

45) 개인 또는 사회가 생활 속에서 직·간접적으로 발생시키는 온실가스의 총량을 의미하며, 에너지 및 폐기물, 토지이용 및 산림 등이 모두 포함되는 개념.

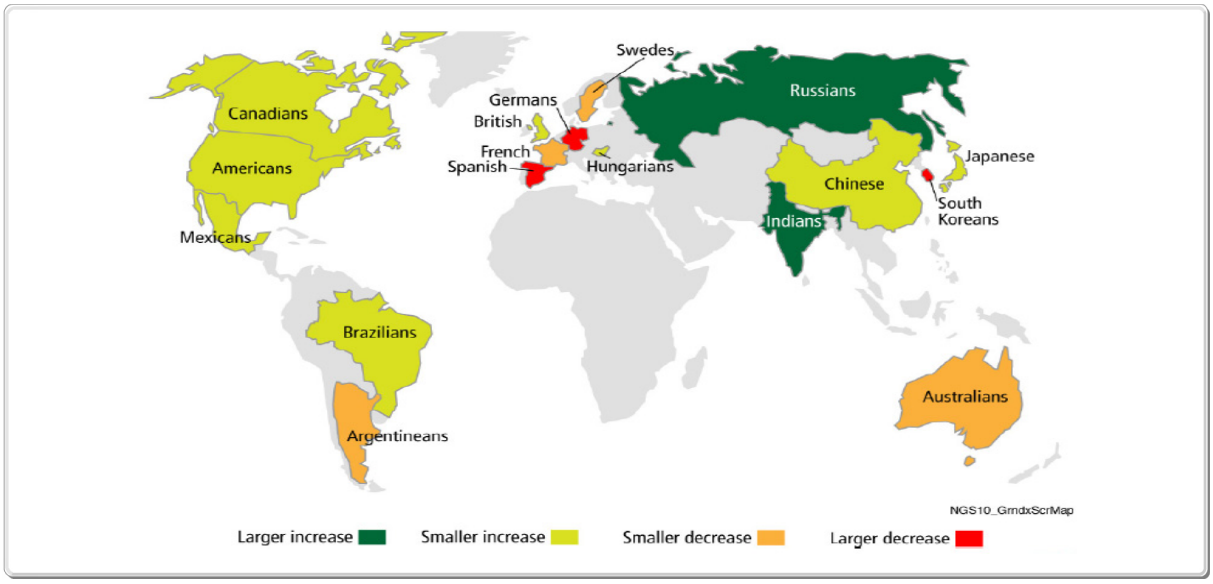
46) NEF(New Economics Foundation), 'The Happy Planet Index', 2009

2009년 발표된 국가별 행복지수 순위를 보면 우리나라의 경우 143개국 중 68위를 차지했는데, 평균 수명은 77.9세로 상위그룹에 속했으나 삶의 만족도는 6.3점, 생태발자국은 3.7점이었다. HPI에 의하면 코스타리카가 세계에서 가장 행복한 나라로 평가되었으며, 도미니카 공화국이 2위, 자메이카가 3위, 그리고 과테말라가 4위 등으로 중남미 국가들이 상위 10위권 중 9개국 포함되어 있다.

(5) Greendex

Greendex란 내셔널지오그래픽 협회(National Geographic Society)와 국제 설문조사 기업인 GlobalScan이 개인의 소비활동이 환경에 미치는 영향을 보여주는 녹색소비에 대한 지수로서, 인터넷을 통해 선정한 17개국의 1만 7,000명 이상의 패널을 대상으로 설문조사를 실시하여 2008년부터 발표되고 있다. 이 지수는 주택, 교통, 식품, 소비재 등 4개 분야와 관련된 에너지 사용과 보존, 교통 선택, 친환경제품의 사용량 등 65개 항목을 바탕으로 산정되며, 국가별 순위가 제공된다. 전 세계의 Greendex는 <그림 4-1-1>과 같다.

그림 4-1-1 2009~2010년 Greendex 지수



※ 자료 : National Geographic and GlobalScan(2010)[47].

Greendex에 따르면 우리나라의 경우 대중교통의 발달과 기후변화의 중요성에 대한 높은 인식으로 종합평가에서는 8위를 차지했지만 친환경제품의 구매 및 재활용 빈도수 등이 낮은 것으로 나타났는데, 특히 녹색소비 부문의 실천이 낮은 것으로 나타났다.

47) National Geographic, GlobalScan, 'Greendex 2010', 2010

(6) 녹색생활역량지수

녹색생활역량지수는 개인 차원의 녹색생활 노력을 유도할 수 있는 사회적 역량과 녹색생활 확산의 잠재력을 평가하기 위해 삼성경제연구소(강희찬 외, 2010)[48]에서 개발한 지표이다. 본 지표는 녹색생활역량을 '중앙의 역량'과 '지역사회의 역량'으로 구분하여 OECD 국가 29개국을 대상으로 부문별 녹색생활 역량 순위를 산출하였다. 각 부문별 구성요소는 '중앙의 역량'은 녹색규제, 녹색기술 및 녹색인프라 구축 능력으로 총 10개 변수로 구성되며, '지역사회의 역량'은 녹색 거버넌스 및 녹색규범을 효과적으로 형성 및 유지하는 역량으로 12개 변수로 구성되어 있다. 각 부문별 세부적인 구성요소는 <표 4-1-7>과 같다.

표 4-1-7 녹색생활역량지수의 구성

구분	변수	설명(자료)
녹색규제	대중교통 이용	총 도로교통 이용 대비 버스, 기차 이용 비중
	재생에너지 비중	전체 에너지 소비량 대비 수력 및 재생에너지 비중
	휘발유 가격	세계 평균 대비 국내 주요소 가격
	화석에너지 소비	총 에너지 소비량 대비 화석 에너지 소비 비중
	녹화면적 확대	삼림축적량 변화
	규제의 질	시장의 왜곡을 최소화하면서 효율적으로 목적을 달성하는 정도
녹색기술	전력생산당 CO_2 배출량	CO_2/kWh
	에너지효율 능력	GDP 대비 에너지 사용량
	과학기술 역량	R&D, 특허권 등 환경부문 과학기술역량
	환경기술 혁신 역량	신기술을 개발하고 육성하는 정도(설문조사)
녹색거버넌스	환경개선 지원	환경 프로젝트, 개발원조에 대한 공적 지원
	지역의제21 채택 건수	인구 100만명당 '지역의제21' 채택 건수
	환경 거버넌스	정부 및 민간의 환경 규제, 자치도, 지역단위 리더십 등
	시민의 정치적 자유도	자유로운 정치, 정책결정 참여
	정부의 효율성	정부의 정책수행 능력
	법의 지배	법과 규칙의 준수 수준
녹색규범	다우존스 지속가능그룹 지수	환경관련 기업의 재무성과
	기업의 환경경영능력	ISO 14001 참여기업 수(GDP 10억달러당)
	1인당 생태 footprint	인구, 소비에 대응할 수 있는 생태계의 재생능력
	가정 폐기물량	1인당 kg
	자연재해 피해	자연재해로 인한 100만명당 평균 사망자 수
	유해환경노출지수	환경 유해물질에 노출된 정도

※ 자료 : 삼성경제연구소(2010a)[49].

48) 강희찬 외 5인, '녹색생활혁명 : 기후변화 대응의 신 해법', 2010 / 삼성경제연구소, GEI information, 제768호
49) 산성경제연구소, '녹색생활 역량지수, 2010

한국의 녹색생활역량 순위는 OECD 29개국 중 24위로 하위 수준인 것으로 나타났다. 또한 녹색생활역량지수도 0.41로 평균인 0.52보다 낮은 것으로 나타나 녹색생활역량 중 '중앙의 역량' 보다 '지역사회의 역량'이 특히 취약한 것으로 평가되었다. 녹색생활역량의 종합 순위는 핀란드, 스웨덴, 스위스가 1위, 2위 및 3위를 차지하여 유럽 국가들이 상위를 차지하였다. 반면, 터키는 27위, 그리스는 28위, 멕시코는 29위로 낮게 평가되었다.

2) 지역 및 사회적 차원의 지표 및 지수

지역 및 사회적 관점의 지표 및 지수는 국가나 사회 수준의 지표가 아니라 개인적 수준에서의 행위나 의식 및 실천 등을 중심으로 구성한 지표를 의미한다.

(1) 통계청 사회지표

통계청 사회지표는 국민 삶의 질과 관련된 사회적 관심사와 주관적 의식에 대한 사항을 조사하여 삶의 수준과 사회 변동을 파악하고 이를 사회개발을 위한 정책수립의 기초자료로 제공하는 지표이다. 이 지표는 1977년에 최초로 조사한 것을 시작으로 「한국의 사회지표」 체계로 구축되었으며, 조사부문은 총 10개 부문으로 가족, 노동, 보건, 환경, 교육, 소득과 소비, 복지, 문화와 여가, 안전, 사회참여로 구성되어 2008년부터는 연 2회 부문별 2년 주기로 조사하고 있다. 이 지표는 전국 약 17,000 표본가구 내에 상주하는 만 15세 이상 가구원 약 40,000명을 대상으로 조사 집계한다. 사회지표 중 환경부문의 구성내용은 <표 4-1-8>과 같다.

표 4-1-8 통계청 사회지표 환경 부문의 구성

부 문	구성 내용
체험환경	대기오염, 수질오염, 토양오염(쓰레기, 폐기물로 인한 오염), 소음공해, 녹지 등 주위환경훼손
환경문제로 인한 불안	기후변화, 유전자변형식품, 황사현상, 원자력관리시설
대기오염의 주된 원인	공장매연, 자동차, 배출가스, 주택 및 건물의 난방, 공사장/생활
농약오염에 대한 불안	우리농산물, 수입농산물
환경오염 방지 노력	쓰레기 분리배출, 합성세제 사용 줄임, 일회용품 사용 자제, 환경 및 자연보호 운동 참여, 음식물 낭비 줄임 등
환경문제 해결을 위한 과제	각종 법률 제정, 규제, 단속 강화, 환경투자 늘림, 시민 홍보 강화, 환경교육 강화, 환경보호단체 지원 육성 등
환경보호 부담 의향	부담금 찬성 여부
향후 환경상황 개선 전망	향후 환경상황의 개선 정도

※ 자료 : 통계청(2008)[50].

50) 통계청, '2008 사회조사보고서', 2008

(2) 지방단위 지속가능발전 지표

지방단위 지속가능발전 지표는 각 지방자치단체의 지속가능 여부를 자가진단하고 지역사회의 발전 여부를 판단할 수 있는 지표이다. 이 지표는 지역마다 생태 및 경제 구조를 고려하여 광역시, 도, 시, 군 등 몇 개의 집단으로 나누어 그 특성을 반영하는 체계로 구성되었다. 입력 자료는 통계청이 주관하는 통계자료와 중앙부처의 통계자료, 광역 및 기초자치단체에서 제공하는 자료를 주로 사용하며, 지역간 비교 및 평가하는 방식으로 우리나라 지방단위 지속가능발전 지표에 대한 지표체계의 원형을 제시하고 있다. 지속가능발전 여부를 판단하기 위한 핵심지표군의 구성은 경제, 사회, 제도, 환경 부문으로 4개 부문이고 각 영역은 영역 고유의 지표 이외에도 영역간의 연계성을 나타내는 지표를 동시에 포함하고 있으며, 부문별 세부 항목은 <표 4-1-9>와 같다.

표 4-1-9 지방단위 지속가능발전 지표의 구성

부 문		주요 지표 및 변수
환경 지표	대기·온난화	CO/CO_2, NOx, SOx(배출량 및 농도) 대기오존, 먼지, VOCs(농도) 등
	수질·폐기물	사용량 등
	토지·자연생태	개발면적, 산림면적, 녹지 및 습지(공원조성), (보호보존복원면적) 등
경제 지표	자원·에너지	수자원 사용량, 에너지 사용량, 재생가능 에너지비율, 교통용량(도로/자동차 등
	소득지출	GRDP, 산업생산, 경제활동률, 투자, 소비, 공공지출(해외순투자)
	산업활동	산업생산구조, 화학물질 사용량, 환경농업, 실업률, 비정규직 고용인구 비중
사회 지표	인구도시화	인구(밀도), (교통서비스 수준), (소음 및 기타주거환경여건), 노령인구 비중
	건강·안전	사망률(평균사망연령), 의료 시설 수, 비질병 사망률(재해/사고/범죄)
	정의·평등	소득분포(혹은 지니계수), 여성・노령자・장애인 취업률 및 복지시설 용량
	교육·문화·여가	교육시설, 문화 및 여가활동, 문화/관광용량과 인프라
제도 제표	제도형태·대응역량	정부조직과 예산규모, 환경규제, 친환경상품/기업지정, 국제협력 건수 등
	제도용량·참여협력	환경교육, 민간 및 NGO 참여도

(3) 소비자물가지수

소비자물가지수는 1936년 경성상공회의소에 의해 처음으로 실시되었으며, 가계의 주요한 소비지출 대상이 되는 품목들의 가격 변동을 측정하기 위해 작성된다. 소비자물가지수는 5년마다 서울, 부산, 대구, 광주 등 38개 도시를 중심으로 소비재의 수량을 구입하는 데 재화가 얼마나 증가했는지를 나타내는 지수이다.

이 지수는 상품과 서비스의 가격을 조사하여 소비자물가지수를 작성하고 결과를 정부재정 금융정책의 기초 자료로 이용하여 가계수지 국민소득계정 등 다른 경제지표의 디플레이터(deflator)로 사용된다. 또, 우리나라의 주요 경제지표인 가계조사의 가계수지, 국민계정과 지역계정에서 가계의 최종소비지출, 소매판매액통계, 서비스업생산지수 등에서 현재의 금액을 과거 일정시점의 금액으로 환산하기 위한 디플레이터로도 활용된다.

이외에도 정부에서 공공요금을 조정하거나 재정정책 및 통화정책, 무역 및 환율정책을 수립 및 평가하는 데 사용되기도 한다. 소비자물가지수의 분류 내역은 <표 4-1-10>과 같다.

표 4-1-10 소비자물가지수 분류 내역

대분류	중분류(개)	소분류(개)	품목 수(개)
계	38	67	489
식료품·비주류음료	2	11	131
주류·담배	2	2	9
의복·신발	2	6	42
주거 및 수도·광열	4	7	19
가구집기·가사용품	5	7	52
보건의료	3	4	28
교통	3	8	31
통신	3	3	13
교양·오락	5	9	64
교육	4	4	23
외식·숙박	2	2	43
기타잡비	3	4	34

※ 자료 : 통계청(2009)[51].

소비자물가지수는 기본 분류지수와 특수 분류지수로 구별되며, 기본 분류지수는 소비지출 목적에 따라 분류하며 특수 분류지수는 일반 소비자들이 자주 구입하는 품목과 생필

51) 통계청, '소비자물가지수연보', 2009

품으로 구성된 생활물가지수, 조사대상 품목을 상품과 서비스로 구분한 상품성질별지수, 기상조건이나 계절에 따라 가격 변동이 큰 품목을 집계하여 작성한 신선식품지수가 있다. 소비자물가지수는 2005년을 100으로 하여 가계소비지출에서 차지하는 비중이 1/10,000인 489개 품목을 대상으로 매월 지수가 발표되고 있으며, 상품가격과 서비스요금의 변동률을 측정하여 물가 상승에 따른 소비자의 부담 및 구매력 등을 파악하는데 활용되고 있다.

3) 개인적 차원의 지표 및 지수

(1) 소비자태도지수

소비자태도지수는 삼성경제연구소에서 개발하여 조사하고 있는데, 가계 소비자의 생활 형편의 변화와 국내 경기 및 물가 그리고 주택 구입시기 등에 관한 소비자의 의견을 조사하여, 이를 통해 국내 소비자의 생활 형편, 국내 경기, 내구재 및 주택구입 등의 개별항목에 관한 태도지수 및 예상지수이다. 소비자태도지수는 미국과 일본 등 20여개 선진국에서 실증 분석을 통해 경기의 흐름과 전환점을 파악하는 데 유용한 것으로 입증된 소비자태도지수를 한국 실정에 맞게 수정·보완해 1991년 4/4분기 이래 매분기마다 발간하고 있다. 소비자태도지수 산정 방법은 국내 전화가입자 중 지역별 경제력, 인구 분포 등을 감안하여 RDD(Random Digit Dialing) 방식으로 유효 표본을 추출하여 전화인터뷰를 통해 현재 및 미래의 경기, 생활 형편 및 물가 불안, 향후의 소비지출, 그리고 내구재 및 주택구입태도를 조사한다. 소비자태도지수의 구성체계와 최근 추이는 <표 4-1-11>과 같다.

표 4-1-11 소비자태도지수의 구성체계 및 최근 추이

구분	2008	2009				2010	
	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4
소비자태도지수	38.5	41.5	48.9	52.6	53.2	51.9	52.7
현재생활형편지수	39.2	38.9	43.3	45.5	48.0	46.6	47.8
미래생활형편지수	48.0	51.4	55.7	57.6	56.7	56.3	57.0
현재경기판단지수	17.3	15.5	33.3	43.2	47.6	46.0	47.4
미래경기판단지수	43.8	50.8	59.2	60.8	61.5	59.4	60.2
내구재구입태도지수	44.1	51.0	53.1	56.2	53.2	51.1	51.1

※ 자료 : 삼성경제연구소(2010b)[52].

52) 삼성경제연구소, '20120 1/4분기 소비자태도 조사', 2010

(2) 기후변화인식지수

기후변화인식지수란 2008년 지속가능경영원에서 우리나라 국민들의 기후변화에 대한 인식수준을 파악하기 위해 개발한 지수로서 기후변화에 대한 국민의 인지도를 조사, 분석하여 기후변화에 대응하기 위한 효과적인 정책 방향을 제시에 필요한 정보를 제공하는 것이 그 목적이다.

기후변화인식지수는 일반 국민과 산업계의 기후변화와 관련된 인지, 이해, 확신, 행동 등 4단계로 기후변화에 대한 인식정도를 측정하는데, 15세 이상 성인남녀 1,000명과 2,000TOE 이상 규모의 에너지 사용 기업체 관계자를 대상으로 설문조사를 실시하여 그 결과를 바탕으로 산정한다. 인지, 이해, 확신, 행동의 4단계 인식 기본 모형을 바탕으로 설계된 설문조사를 통해 총괄 지수 및 단계별 지수를 도출하고, 그 결과를 바탕으로 기후변화에 대응하기 위한 시사점을 도출한다. 기후변화인식지수의 조사 항목은 <표 4-1-12>와 같다.

표 4-1-12 기후변화인식지수의 부문별 조사 항목

평가차원		항목
인지지수	인지도	지구온난화현상 인지도, 기후변화현상 인지도
	이해도	우리나라 겨울 감소일, 우리나라 평균기온 상승
이해지수	원인지수	에너지과다 사용, 환경보호 규제 미흡, 열대우림 파괴, 도시화와 산업화
	결과지수	해안지역 침수, 수자원 고갈, 전염병 발생 증가, 자연 생태계 파괴
	대응지수	기후변화협약, 천연가스보급사업, 국가 에너지 종합정보 DB 구축, 에너지절약 마크제도, 신재생에너지 개발보급사업
확신지수	실생활 필요성	친환경적 교통수단 이용, 적정 실내온도 지키기, 고효율 전자제품 구입 및 교체
	정치·사회적 참여 필요성	환경단체 활동 관심 및 참여, 환경공약 후보지지, 기후정책 적극 인정
	대응체제 필요성	글로벌 감축방안 논의 필요성, 지구온난화현상 대응 위한 타 경제 부문과의 책임 공유, 전사적 지속가능경영체계 필요성, 자사온실가스 감축목표 수립 및 배출권 거래제 활용 필요성
	심각성	기후변화가 미치는 영향의 심각성
행동지수	실생활 활동여부	자가용 사용 자제, 적정 실내온도 유지, 고효율 전자제품 우선 구입
	정치·사회적 참여 여부	환경단체 참여, 환경공약과 기후변화 적극 대처 후보지지, 기후정책 적극적 지지
	대응체제 마련여부	지구온난화 대응 위한 자체적 정보 수집 및 서비스 이용, 온실가스 인벤토리 마련, 미래사업 개발이나 R&D 분야에 대한 투자, 온실가스 감축목표수립 및 배출권 거래제 등의 적극적 활용 계획
	지속가능 경영체제 정착여부	전사적인 지속가능경영체계 정착
정책마련을 위한 기후관련 인식	정보흐름	기후변화 관련 정보 관심도, 기후변화현상 정보 획득 경로
	대응행동 인식	실제 행동하기 불편한 활동, 실천 시 본인에게 경제적으로 도움되는 활동, 실천 책임의식을 느끼는 활동
	대응주체	기후변화 대응을 위한 최대 노력 주체, 정부의 기후변화 대응 평가, 기업의 기후변화 대응 평가
	정책 추진방향	바람직한 환경/기후정책의 방법, 기후변화 대응을 위해 최우선 해결사항, 산업 부문의 기후변화 인식 부족 원인, 정부의 기후변화 대응 평가, 기업의 기후변화 대응평가

※ 자료 : 지속가능경영원(2008)[53].

53) 지속가능경영원, '기후변화 인식지수 개발을 위한 연구', 2008

기후변화 인식지수의 조사결과, 일반국민은 종합지수가 53.13이었으며, 산업계는 54.26으로 약간 더 높았다. 4단계 지수의 일반국민과 산업계 모두 개별 값은 인지지수가 가장 높았으며, 다음으로 이해지수, 확신지수, 그리고 행동지수의 순이었으며 인지에 비해 행동지수가 낮은 것으로 드러났다.

4) 기타 지표 및 지수

(1) 저탄소 녹색성장 종합평가지수

저탄소 녹색성장 종합평가지수는 기후변화가 중요한 이슈로 대두되고 있는 현재 상황에 부응하여 한국과학기술정책연구원이 국가 및 지역의 저탄소 사회 실현을 위한 노력과 성과를 추적하며 저탄소 사회 패러다임의 이정표 역할을 할 수 있고 저탄소 녹색성장을 시스템적으로 측정·평가할 수 있는 종합평가지수로 개발한 것이다. 이 지수는 저탄소녹색성장의 핵심 방향은 녹색요소 및 일반요소의 녹색화(Greening) 또는 녹색 연계라는 점을 고려하여 녹색지표와 일반지표의 관계를 유지하며, 탄소 고배출 분야의 고려 및 저탄소 사회 실현을 위한 기후변화 대응 경로인 에너지 효율, 탄소 대체, 탄소 흡수 등을 고려하여 설계되었다. <표 4-1-13>은 저탄소 녹색성장 종합평가지수의 구성 지표군 및 세부 지표이다.

표 4-1-13 저탄소 녹색성장 종합평가지수 구성

대지표군	증지표군	소지표군	지표
투입	사회·경제적 투입	사회적 투입	GDP 대비 공교육 투자 및 공공사회 지출, 노인부양비
		과학기술 역량	인구 천명당 연구종사자 비중, 전체 R&D 예산 대비, 환경 R&D 예산, GDP 대비 재생가능에너지 RD&D 투자 등
		녹색투자	GDP 대비 공공환경오염방지 지출(PAC)
		농업 및 수송부문 녹색 투입	유기농 경작지 비율, 대중교통 수송밀도-철도 및 버스
	물리·생태적 투입	에너지 투입	에너지원단위, 1인당 연간 에너지 소비량, 수송에너지 효율 등
		물질 투입	1인당 생태발자국, 1인당 물 소비량, 경지면적 대비 화학비료 사용량, 1인당 GDP 대비 연간 물 소비량
		생태계	생물권보호비율, 습지비율, 산림비율, 주요보호지역비율

대지표군	중지표군	소지표군	지표
프로세스	촉진 메커니즘	녹색법·제도	교토의정서 비준 및 감축 의무, 국가 지속가능발전전략 등
		환경 세제	GDP 대비 환경세 비중
		배출권 거래제	온실가스 배출권 거래
	이해당사자 참여 및 지식흐름	녹색기업활성화	인구 천명당 ISO 14001 인증 기업 수, 인구 백만명당 GRI 지속가능성 보고서
		녹색시민 자각	환경오염 시민인지도, 지속가능발전 교육
		지식흐름	인구 천명당 브로드밴드 가입자 수
산출	사회·경제적 산출	국민총생산	1인당 GDP
		교육수준	고등학교 졸업률
		소득분배	GINI 계수
		과학기술 산출	인구 천명당 특허 건수
		지식 집약 서비스	지식 집약 서비스 비중
	물리·생태적 산출	폐기물	GDP당 산업폐기물, 1인당 생활 폐기물
		온실가스	총 온실가스 배출량 순위, 1인당 온실가스 배출량, GDP 대비 온실가스 배출량
		대기질	GDP 대비 SOx 및 NOx 배출량, 1인당 SOx 및 NOx 배출량
		수질	대표 하천 BOD
		생물다양성(조류수)	국가별 최빈 조류 개체 수, 인구 천명당 멸종위기 조류종 수

※ 자료 : 과학기술정책연구원(2009)[54].

본 지수는 투입(25가지)-프로세스(11가지)-산출(17가지) 지표들이 서로 연결되도록 구성된 지표 틀을 바탕으로 가중산술평균을 이용하여 각 지표군에 가중치를 부여하는 방식으로 산출된다.

(2) 통합대기환경지수

통합대기환경지수란 대기오염도 현황을 알기 쉽게 하여 대기오염으로부터의 피해 예방 행동지침을 대기오염도에 따른 인체 위해성과 대기환경기준을 고려하여 개발된 지수이다. 통합대기지수의 구성은 각 오염물질별로 통합대기환경지수(CAI, Comprehensive Air-quality Index)의 점수를 산정, 0부터 500까지의 지수를 6단계로 나누어 표현하며, 점수가 커질수록 대기상태가 좋지 않음을 나타낸다. 지수의 산정방법은 아황산가스, 이산화질소, 일산화탄소, 오존, 미세먼지의 5가지 대기오염물질 지수점수 중 가장 높은 점수를 통합지수값으로 사용한다. 통합대기 환경지수는 <그림 4-1-2>와 같이 그림으로 표현된다.

54) 과학기술정책연구원, '저탄소 녹색성장 종합평가지수 개발', 2009

그림 4-1-2 통합대기 환경지수 표현 방법 및 범례

	좋음	보통	민감군영향	나쁨	매우나쁨	위험
점수	0-50	51-100	101-150	151-250	251-351	351-500
상징색						
픽토그램						

※ 자료 : 실시간대기정보시스템(http://air.gb.go.Kr/at_environment/)

통합대기환경지수의 지수 구간별 의미는 <표 4-1-14>와 같다.

표 4-1-14 통합대기환경지수 지수 구간별 의미

지수 구간	지수 구분	구간 의미
0-50	좋음	대기오염 관련 질환자군에서도 영향이 유발되지 않을 수준
51-100	보통	환자군에서 만성 노출 시 경미한 영향이 유발될 수 있는 수준
101-150	민감군 영향	환자군 및 민감군에서 유해한 영향이 유발될 수 있는 수준
151-250	나쁨	환자군 및 민감군(어린이, 노약자 등)에게 유해한 영향 유발하며 보통 사람들에게도 건강상 불쾌감을 경험할 수 있는 수준
251-351	매우 나쁨	환자군 및 민감군에게 급성 노출 시 심각한 영향 유발, 일반인도 약한 영향이 유발될 수 있는 수준
351-500	위험	환자군 및 민감군에게 응급 조치가 발생되거나, 일반인에게 유해한 영향이 유발될 수 있는 수준

※ 자료 : 실시간대기정보시스템(http://air.gb.go.Kr/at_environment/).

(3) 산업계 기후변화 경쟁력지수

산업계 기후변화 경쟁력지수는 대한상공회의소 지속가능경영원과 에너지관리공단이 2008년에 공동개발한 지수로 국내기업의 기후변화 대응수준을 나타내는 척도이다. 이 지수는 기후위험, 기후성과, 시장기회, 정책협력 등 총 4개 부문, 33개의 평가항목으로 구성되어 있는데, 각 항목은 5점 척도로 되어 있으며, 총 점수를 100점 만점으로 각 분야별로 환산하여 전체의 평균점수를 발표하는 방식을 취한다. 문항별 점수는 목표치에 얼

마나 근접하였는지를 0에서 100까지 점수로 환산한 것으로 100에 가까울수록 경쟁력이 높다는 것을 의미한다(대한상공회의소, 2008)[55].

2008년 말 1,738개 에너지 다소비업체를 대상으로 실시한 조사 결과에 따르면 국내 기업들의 기후변화 경쟁력은 100점 만점에 평균 36.3점이었다. 부문별로 살펴보면 기후변화를 새로운 기회로 활용하는 '시장기회'가 19.3점, 온실가스 감축정책에 협력을 하고 있는지를 나타내는 '정책협력'은 25.2점, 기후위험을 줄이기 위한 실제적인 투자를 나타내는 '기후성과'는 27.4점이었으며 '기후위험'은 72.6점이었다. 산업계 기후변화 경쟁력 지수는 <표 4-1-15>와 같이 구성되었다.

표 4-1-15 산업계 기후변화 경쟁력지수 구성

대주제	소주제	세부 항목
기후위험	요소위험	총 생산비 중 화석 및 전력 에너지 비용의 비중, 총 에너지 비용 중 석유와 석탄 구입의 비중
	기술위험	2007년도 기준 GHG 배출량
	제품/시장위험	기업의 경영활동과 기후변화의 연관성, 유럽/북미/일본/호주/뉴질랜드 수출비중
기후성과	기후경영	기후경영 방침 및 정책의 수립·운영, 기업경영활동의 기후변화 영향평가 수행 여부, 최근 5년간 에너지절약/온실가스 저감기술 및 시설 투자 비용
	GHG 저감	GHG 감축 실적, 에너지 절약 실적, 배출권 확보량, KCER 확보량
	제도조직	GHG 인벤토리 구축 여부, 기후변화 교육참여 시간, 기후전담 조직 구성 유무
시장기회	제품시장	자사대표제품/서비스의 국내시장점유율, 제품/서비스 연구개발비
	탄소시장	탄소펀드 투자규모, CDM 사업 참여 경험, KCDM 사업 참여 경험
정보공개 및 정책협력	정보공개	온실가스 배출량 및 에너지 소비량 주기적 공개, 온실가스 가축목표 공개 여부
	정책협력	에너지 절약 자발적 협약 체결 여부, 탄소중립프로그램 참여 여부, 전체 기업차량 중 친환경차량 보유 비중

※ 자료 : 대한상공회의소·에너지관리공단(2008).

55) 대한상공회의소, '산업계 기후변화 경쟁력지수', 2008

3 세부 지표 선정

일반적으로 전체 지표를 구성하는 지표의 선정은 원칙이나 방향은 있으나 정해진 규칙이나 방법론이 있는 것은 아니다. 앞에서 다룬 ESI(환경지속성지수)와 같은 기존의 지표 또한 구체적 이론이나 설명에 기초하여 지표를 선정하였다기보다는 자료 획득의 용이성과 전문가 판단에 의한 내용적 타당성 등에 기초하여 지표를 선정한 경우가 많다. 특히, 환경과 관련된 지표 구성에는 사회제도적 역량이나 국제협력과 환경오염 상태 등 내용적 타당성과 중요도에 따라 지표를 포함시킨 경우가 많다. 여기서는 앞서 구축한 전체 지표 체계와 지표 개발의 원칙을 바탕으로 각 부문을 대표하는 세부 지표를 선정하였다. 다음은 중지표군별 세부 지표이다.[56]

1) 녹색생활 소양

녹색생활 실천의 안정적인 정착과 지속적인 확산을 위해서는 특정한 행동양식의 실천 단계 이전에 기본적인 소양 형성이 필요하다. 여기서 소양이라 함은 실천 이전에 내면에서 일어나는 인지, 지식, 관심, 태도와 같은 내적 역량을 의미한다. 녹색생활 소양이란 녹색생활에 대한 인지 여부, 녹색생활 실천에 필요한 관심과 지식, 그리고 생활 습관전반을 에너지절약, 환경보존, 친환경 소비와 같은 녹색생활을 지향하는 방향으로 전환할 수 있는 인식과 태도와 같은 것을 의미하는 것이다. 이것은 환경에 대한 올바른 가치관과 자신의 생활 습관이 지구전체에 영향을 미칠 수 있다는 인식을 바탕으로 책임감 있는 지구 시민으로서 행동하는 것이다.

전 세계 환경교육의 기본틀이라고 알려져 있는 Belgrade 헌장(UNESCO & UNEP, 1975)에 의하면 환경교육의 목표를 인지, 지식, 태도, 기능, 평가능력, 참여의 여섯 가지 목표로 나누고 있다. 이것은 환경교육은 먼저 환경의 중요성에 대한 인지와 관련 지식을 습득해야 하며 궁극적으로 참여라는 실천적 측면의 중요성을 강조하고 있는데, 이는 개인의 내적 역량이 먼저 성숙되고 난 후 외적인 실천이 이루어진다는 것이다. 이처럼 녹색생활이 개인의 일상생활 속에서 실천으로 이루어지게 하기 위해서는 기본적인 단계를 거쳐야 한다. 즉, 개인적 입장에서 볼 때 녹색생활 실천의 중요성에 대한 공감이 있어야

56) 개인적 부문의 지표들은 환경교육에서 인지적, 정의적, 행동적 영역에 해당한다.

하며, 녹색생활을 실제로 실행하기 위해 필요한 지식, 즉 정보나 방법 혹은 자료가 제공되어야 한다는 것이다.

일반적으로 특수한 운동이나 새로운 움직임이 일어나기 위해서는 그러한 새로운 것의 존재 여부에 대한 인지, 즉 알기가 가장 먼저 일어나야 한다. 다음으로는 그러한 운동이나 움직임의 내용과 방법에 대한 이해를 돕는 정보의 수집 단계가 필요한데, 이것은 지식의 획득과 이해 단계라고 할 수 있다. 이렇게 지식이 획득되고 이해의 수준으로 가게 되면 새로운 운동에 실질적으로 참여할 수 있는 긍정적인 태도가 형성되어야 하다. 이는 새로운 운동을 실행하는 의향이나 의지가 형성되는 단계라고 할 수 있으며, 이런 태도가 형성되면 자연스럽게 실천으로 이어질 수 있는 것이다.

환경교육 선진화에 대한 선행 연구(윤영순 등, 2008)[57]에 의하면 환경교육은 환경문제의 예방과 해결에 필요한 인식과 지식을 갖도록 하면서 나아가 환경문제의 해결 과정에 적극적으로 참여할 수 있는 기회를 제공함으로써 건전한 가치관에 기반을 둔 기능과 태도를 길러주는 교육이 되어야 한다고 강조하고 있다. 녹색생활 지표가 궁극적으로 기후변화와 같은 지구적 차원의 환경문제 대응을 목표로 한다면 먼저 개인의 내면에서 인지와 지식 및 관심 그리고 올바른 가치관을 형성하는 것이 필요하다. 따라서 이 모든 것에 대한 정보가 다 중요하나 여기서는 지표의 대표성과 경제성을 고려하여 인지와 태도를 중심으로 소양에 대한 세부 지표를 선정하였다.

녹색생활 소양에서의 개인별 녹색생활에 대한 인지 및 태도의 수준은 설문을 통해 파악한다.

(1) 녹색생활 인지

녹색생활 인지의 경우 녹색생활에 대해 들어 본 경우와 그렇지 않은 경우의 비율을 조사하여 전체적인 인지 수준을 파악한다.

(2) 녹색생활 태도

녹색생활 태도의 경우 녹색생활에 긍정적일수록 높은 점수를 갖게 되는데 전체 응답자의 평균을 통해 우리나라 국민들의 녹색생활에 대한 개인의 태도를 평가한다. 조사는 전국을 대상으로 지역별, 연령별로 안배하여 주기적으로 설문조사를 실시하여 녹색생활 소양의 현황을 파악하도록 한다.

57) 윤영순 외 2인, '중학교 환경교육 선진화 연구', 한국교육과정평가원, 2009

2) 녹색생활 실천

녹색생활 실천 부문의 세부 지표는 소지표군에 따라 부문을 대표할 수 있는 실천 양식으로 구성하였다. 의식주 부문에서는 의, 식, 주의 각 부문에 해당하는 대표 실천양식으로 의부문에서는 '쿨맵시·온맵시 실천', 식부문에서는 '식사 후 잔반 줄이기', 그리고 주부문에서는 '적정 실내온도 유지', '가전제품 플러그 뽑기 및 멀티탭 사용하기'로 최종 선정하였다.

세부 지표 선정 시에는 지표로서의 대표성과 더불어 에너지 절약 및 온실가스 감축 측면을 고려하여 선정하였다. 국립환경과학원(2009a)[58] 실험결과에 따르면 쿨맵시·온맵시를 실천할 경우 냉·난방 온도를 2℃ 정도 높이거나 낮추는 효과가 있어 에너지 사용저감과 함께 온실가스를 감축할 수 있는 효과가 있다고 한다. 또, 가정에서의 온실가스배출량의 대부분을 차지하는 에너지 사용과 관련하여 적정 실내온도 유지 및 가전제품 플러그 뽑기 및 멀티탭 사용 여부도 에너지 절약 측면에서 의미있는 항목이라 할 수 있으므로 세부 지표로 선정하였다. 다음에서는 선정된 각 세부 지표에 대해 상세히 살펴보고자 한다.

(1) 식사 후 잔반 줄이기

해마다 증가하고 있는 음식물 쓰레기의 처리는 그 처리과정에서 막대한 비용이 소요되고 온실가스가 발생할 수 있을 뿐 아니라, 2013년 음식물류 폐기물 해양 투기는 전면적으로 금지되어 이를 해결하기 위한 대책 마련이 시급한 상황이다.[59] 이를 해결하기 위해서는 정부를 비롯한 공공기관과 기업 등의 음식물 쓰레기 자원 순환 및 에너지화 기술과 같은 정책이 마련되어야 하지만, 무엇보다 우선되어야 할 것은 범국민적인 실천으로 음식물 쓰레기 배출 자체를 줄이는 것이다. 이러한 중요성을 바탕으로 '식사 후 잔반줄이기'가 선정되었다.

(2) 쿨맵시·온맵시 실천

의생활 부문에서 쿨맵시 및 온맵시의 선정은 이 실천 항목이 에너지 소비와 밀접한 관련이 있기 때문이다. 쿨맵시와 온맵시 복장을 실천하는 정도를 5점 척도로 조사하여 국민들의 쿨맵시 및 온맵시 실천에 대한 현황을 파악한다.

58) 국립환경과학원, '제품 생활 패턴별 온실가스 배출량 산정 및 감축잠재량 평가', 2009

59) 농림수산식품부(2010)에 따르면 최근 소득 증대에 따른 과다한 영양 공급과 잘못된 식습관으로 연간 약 18조원의 자원이 음식물 쓰레기로 폐기되며 처리비용도 약 6,000억원에 이르고 있다고 한다. 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2008b)에 따르면 하루 동안 배출되는 음식물 쓰레기의 양은 13,256톤으로 전년도에 비해 4.9%나 증가하였다.

① 쿨맵시

쿨맵시란 '시원하다' 혹은 '멋지다'라는 뜻의 쿨(cool)과 아름답고 보기 좋은 모양새란 뜻의 우리말인 맵시가 결합된 신조어로 넥타이를 매지 않는 캐주얼한 비즈니스 정장입기 운동을 의미한다.[60] 쿨맵시가 공공·상업 부문에서 정착될 경우 39만 TOE의 에너지 저감과 함께 197만 톤의 온실가스 배출을 줄일 수 있다고 한다(국립환경과학원, 2009a). 쿨맵시 실천의 에너질 절약과 온실가스 감축효과를 고려하여 '쿨맵시 실천'을 의부문의 지표로 선정하였다.

② 온맵시

온맵시는 겨울철 난방 온도를 높이는 대신 내복이나 머플러, 가디건 등 여러 개의 옷을 겹쳐 입음으로써 에너지 절약을 실천하는 것이다. 온맵시 복장은 피부온도를 높여 주어 겨울철 난방 온도를 2.4℃ 정도 낮출 수 있다고 하며, 내복을 입는 것과 같은 온맵시 복장으로 공공·상업 부문에서만 연간 115만 TOE의 에너지를 절약할 수 있을 뿐아니라 동시에 2,344만톤의 온실가스 배출량을 줄일 수 있다고 한다(국립환경과학원, 2009a). 따라서 온맵시의 실천은 온실가스도 감축할 수 있어 그 사회적 성과도 의미가 크다. 온맵시는 쿨맵시와 더불어 에너지 소비 저감과 동시에 새로운 친환경 제품이나 기술의 발전으로 이어져 산업 등에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

(3) 양치 시 양치컵 사용하기

양치할 때 양치컵을 사용할 경우 양치물의 70%의 물을 절약할 수 있으며, 칫솔질 30초간 흘려보내는 물의 양은 6ℓ 정도라고 알려져 있다.[61] 따라서 물 절약이 필요한데 생활 속에서 늘 하는 양치 시 양치컵을 사용하지 않고 대신 그냥 물을 흘려보내는 경우가 많다.

60) 영국과 일본에서 처음 시작된 이 캠페인은 여름철 에어컨 사용 감소를 통해 냉방비를 줄이기 위한 가벼운 차림의 의복과 넥타이 미착용을 권장하는 쿨워크(Cool Work) 또는 쿨비즈(Cool Biz) 캠페인이라 불리기도 한다. 일본의 경우 유엔 세계환경의 날로 선포된 2005년 6월 5일 'Cool Biz Collection'을 개최한 것을 시작으로 지속적으로 계속되는 캠페인으로 자리 잡고 있다. 일본 환경청의 자료에 따르면 캠페인 시행 이후 '캐주얼 여름 의복'을 알고 있는 사람의 비율은 94.9%, '캐주얼 여름 의복'을 도입한 회사의 비율은 59.6% 라고 보도하고 있다. 또한 2005년 6월에서 8월 동안에 쿨비즈 복장 실천으로 약 210백만 kWh의 전기 공급이 감소되었고 이를 온실가스를 기준으로 환산하면 약 79,000톤의 온실가스가 감축되었다고 하여 우리나라에 주는 시사점도 크다. 이것은 경제적 가치로 환산하면 약 6,000억엔의 감소효과가 있어 전기 사용 감소로 온실가스 배출을 줄이는 효과뿐만 아니라 의류 산업에 활력을 불어넣는 일석이조의 효과를 가져오고 있다고 한다. 우리나라는 환경부의 주도 하에 쿨맵시라는 이름으로 확산되고 있으며, 새마을운동중앙회와 공동으로 가두캠페인 등을 펼치고 있다.

61) 물사랑 홈페이지 www.ilovewater.or.kr, 우리나라는 강수량 자체를 고려했을 때 수자원이 적은 국가라고 하기는 어렵지만 여름철에 강우가 집중적으로 내리고 지형의 특성상 경사가 심하여 강우가 직접 바다로 유출되는 양이 많아 물 절약과 같은 지혜로운 물 사용이 필요하다. 환경부 e-나라지표 상수도 보급률에 따르면 2007년 한 해 동안 국내에서 1인당 1일간 사용한 수돗물의 양은 337ℓ인데, 이는 일본과 미국에 비해서는 적은 양이지만 영국 등 유럽 국가에 비해서는 많은 편으로 조사되었다. 전 세계적으로 물 부족 문제가 심각해져 감에 따라 UN은 이를 해결하기 위해 '세계 물의 날'을 정해 대중매체를 통하여 교육 프로그램, 물 절약 캠페인, 하천 정화운동, 학생을 대상으로 한 홍보 프로그램 등을 마련하여 수자원 보존과 먹는 물 공급의 중요성을 알리고 있다.

4인 가족이 아침, 저녁으로 양치 시 양치컵을 사용할 경우 하루에 절약할 수 있는 물의 양이 절수율 70% 임을 감안한다면 이는 40ℓ 에 달한다. 양치 시 양치컵 사용은 국민들이 일상에서 쉽게 실천할 수 있으면서도 작은 행동으로도 많은 양의 물을 절약할 수 있는 상징성 및 대표성이 큰 실천 항목으로 인정되어 녹색생활 세부 지표로 채택하게 되었다.

(4) 적정 실내온도 유지

환경부 통계(2009)에 따르면 우리나라의 경우 에너지의 26%가 가정 부문에서 소비된다. 가정의 에너지 소비의 상당량이 냉난방에 사용되는데 여름철과 겨울철 냉·난방기기 사용의 증가로 에너지 소비는 매년 증가하고 있는 추세이다.[62] 에너지 절약과 온실가스 감축 측면에서 본다면, 적정 실내온도 유지의 중요성은 가장 중요한 실천 항목 중의 하나라고 할 수 있을 것이다. 이에 적정 '실내온도 유지하기'를 녹색생활 지표에 포함시켜 국민들의 적정 실내온도 유지 현황을 파악하고, 앞으로 적정 실내온도 유지 실천 확산을 위해 어떠한 방향으로 정책을 추진할 수 있을지 기본 정보를 얻고자 한다.

(5) 미사용 가전제품 전원끄기 및 멀티탭 사용하기

일반적으로 대기 전력은 에너지 사용기기 전체 이용 전력의 약 10%를 차지하는 것으로 알려져 있는데, 에너지관리공단에 따르면 일반 가정에서 사용하지 않는 가전제품의 플러그를 뽑는 것만으로도 전기요금을 11% 줄일 수 있다고 한다.[63] 미사용 가전제품 전원끄기와 멀티탭 사용은 앞서 설명된 세부 지표와 마찬가지로 특별한 기술이나 값비싼 장치를 사용하지 않고서도 에너지 사용과 온실가스 배출을 상당량 줄일 수 있는 효과가 있으며 녹색생활 지표로서의 상징성과 대표성이 높아 지표로 선정하게 되었다.

(6) 물품 구매 시 친환경상품 구매하기

친환경상품이란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제2조 제5호에 따른 녹색제품으로서 환경표

62) 냉난방으로 인한 에너지 소비를 줄이고자 정부는 2010년 여름부터 대형마트나 백화점 등 에너지다소비건물에서 정부가 권장하는 실내 냉방온도 26℃를 지키도록 권고한 결과 대상 건물 443곳 중 98.6%가 적정 냉방온도를 지키고 있는 것으로 집계되었다고 밝힌 바 있다. 지식경제부는 2010.7.26~8.27 5주간 두 차례에 걸쳐 에너지 다소비건물 443곳에 대해 전수 점검한 결과, 대부분의 건물이 적정 냉방온도를 준수했다고 하였다. 이번 조사에서 1차 전수 점검(7.26~8.6)시 냉방온도 준수율은 98.6%(6개 건물 미준수)이었던 데 비해, 2차 점검(8. 16~8.27)시에는 모든 대상건물이 적정 실내 냉방온도 26℃(판매시설, 공항은 25℃)를 지키고 있었다.

63) 한국전력통계(2008)에 따르면 가정에서 가전제품 플러그 뽑기 및 멀티탭을 사용한다면 130.74kWh의 전력량을 감소시킬 수 있으며 동시에 55.43㎏ CO2의 양을 감축할 수 있다고 한다. 미사용 가전제품 플러그 뽑기의 중요성은 지식경제부의 공공기관 에너지 10% 절약을 위한 실행 지침에도 제시되어 있으며, 공공기관에서의 대기전력 자동 차단 멀티탭 사용으로 2012년까지 에너지 사용량의 10% 이상을 저감하는 것을 계획하고 있다(지식경제부, 2010).

지의 인증을 위한 대상품목으로서 인증을 받은 상품 또는 지식경제부장관이 정하여 고시하는 재활용제품의 품질인증 대상품목으로서 인증 및 인증기준에 적합한 상품을 말한다.[64] 최근에는 환경표지, 우수재활용제품 외에도 녹색제품 범위에 포함되는 관련 제품이 공공기관 의무구매 대상으로 확대되었다.[65] <그림 4-1-3>은 환경인증마크 및 우수 재활용제품 인증표시이다.

그림 4-1-3 환경인증마크 및 우수 재활용제품 인증표시



이 법률은 판매의 개념보다 더 확장되어 생산 단계에서부터 최종 소비단계까지 고려한 것으로 자원의 낭비와 환경오염을 방지하고 국민경제의 지속가능한 발전에 이바지함을 목적으로 하고 있다. 친환경상품의 구매는 소비과정에서 환경에 부정적인 영향을 줄이며, 산업계로 하여금 보다 친환경적이고 에너지 사용 등을 줄이는 기술개발 동기를 부여함으로써 자원과 에너지 사용 절약과 온실가스 감축의 잠재적인 영향력이 큰 지표라고 할 수 있다.

(7) 이동 시 대중교통 이용 및 자전거타기 혹은 걷기

에너지통계연보(2008)에 따르면 2007년 기준으로 전체 에너지 소비 중 수송 부문의 에너지 소비량은 꾸준히 증가하고 있으며, 수송 부문은 우리나라 총 에너지 소비량의 21%를 차지하고 있다. 2006년의 경우 우리나라 수송 부문 중 도로 부문의 온실가스 배출량은 56,932천톤CO_2이며, 승용차가 차지하는 배출 비중은 차종별 전체 배출의 57%를 차지하는 것으로 나타났다. 이에 최근 수송 부문에서 온실가스 배출 감소를 목적으로 경차 보급 확대 및 승용차 요일제 시행 등 다양한 정책이 추진되고 있다. 그린스타트 네트워크에서는 걷기, 자전거타기, 대중교통 이용의 순으로 온실가스가 적게 배출되며, 승용차

64) 이외에도 동 법률에서는 친환경상품의 구매 촉진 지원, 친환경상품 판매 장소 설치 및 운영 등을 규정하고 시행하고 있다.
65) 공공기관 녹색제품 의무구매제도를 일관되고 체계적으로 운영·관리하기 위해「친환경상품 구매 촉진에 관한 법률」을 녹색제품의 공공기관 의무구매제도에 적용하도록「녹색제품 구매 촉진에 관한 법률」로 제명을 개정하고 있다. 발의 연월일 : 2010. 2. 24

이용을 일주일에 하루만 줄여도 연간 445kg의 CO_2를 줄일 수 있다고 한다.[66]

이처럼 친환경적 교통수단의 선택은 온실가스 배출을 감소하는 방안으로 그 효과가 높아 기후변화 대응에서도 그 중요성이 높다. 그러므로 개인 실천부문의 중지표군 중 교통 부문에서는 자가용 사용을 줄이고 대중교통을 이용하거나 자전거 혹은 걷기를 실천하는 것이 세부지표로 선정되었다. 본 지표는 온실가스 배출 감축 측면에서 중요하다고 할 수 있다.

(8) 승용차 요일제 참여

개인 승용차의 이용은 온실가스 배출량의 많은 부분을 차지하고 있고 대기오염뿐 아니라 심각한 교통 혼잡을 일으켜 환경 및 사회경제에 부정적인 영향을 초래한다. 따라서 교통량의 감소는 온실가스 감축뿐 아니라 환경 개선과 삶의 질 향상에도 필요한 항목이며, 자가용 이용을 줄이기 위해 많은 노력이 이루어지고 있다.[67] 이처럼 개인의 승용차 이용의 자제가 요구되나, 대도시 지역 직장인의 46.3%는 자가용을 이용하여 출퇴근하는 것으로 나타나 교통 부문의 녹색생활 실천이 시급한 것으로 사료된다(국립환경과학원, 2010). 교통부문에서는 자가운전보다 대중교통을 이용하는 것이 바람직하지만 자가운전자가 많은 만큼 가능한 승용차의 이용 정도를 줄이는 것도 중요하며 '승용차 요일제 참여'가 녹색생활 지표로 선정되었다.

3) 녹색생활 인프라

녹색생활 실천을 유도하기 위해서는 개인의 자발적인 실천도 중요하지만, 많은 노력을 들이지 않더라도 녹색생활 실천이 좀 더 자연스럽게 일어나도록 돕는 사회적 차원에서 녹색생활 인프라 구축이 함께 되어야 한다. 예를 들면, 대중교통의 일종인 지하철이나 자전거 도로와 같은 시설을 확대하는 것이다. 이러한 물리적 인프라 이외에 제도적 인프라로 녹색생활을 유도할 수 있는 정책이나 법제 등도 녹색생활에 대한 사회적 인프라가 된다.

본 녹색생활 지표에서의 사회적 인프라는 국민들로 하여금 실천을 유도할 수 있도록

66) Rothschild(2008)는 미국인 100만명이 일주일에 한 번 자동차 운전 대신 8㎞ 자전거로 이동할 경우 10만톤CO_2를 줄일 수 있다고 한다.

67) 서울특별시에 따르면 100만대가 승용차 요일제에 참여할 경우 자동차 가스 총 배출량의 9.3%를 감소하게 되어 환경오염 비용 322억원의 절감효과가 있다고 한다. 이에 서울특별시는 개인의 요일제 참여를 장려하고자 자동차세 5% 감면 및 거주자 우선주차 신청 시 가점 부여 등 다양한 혜택을 제공하고 있고, 최근 자동차 보험업계에서도 요일제에 참여하는 운전자에 대해 혜택을 주기 시작하였다(서울특별시승용차요일제 홈페이지. http://no-driving.seoul.go.kr.). 2010. 6. 1일부터 개인용 자동차보험 승용차 요일제 특별약관에 따라 승용차 요일제 참여 자동차 보험료 할인제도를 시행하였다. 담당기관은 금융감독원이며, 본 제도에 참여하는 차량의 경우 연 보험료의 8.7%를 할인받을 수 있다. 가입대상은 보험기간이 3개월 이상인 비영업용 10인승 이하 승용차를 기준으로 하며, 총 13개의 손해보험사가 참여하고 있다.

구축된 물리적·제도적 인프라로 구성하였다. 사회적 인프라의 중지표군은 가능한 녹색생활 실천 부문의 소지표인 의식주, 구매, 교통의 범주와 동일하게 유지하여 서로 연결되도록 하였다. 그러나 의생활 부문의 경우 지표화할만한 실천지표를 선정하기 어려워 포함시키지 않았다. 의식주 부문을 대표하여 '음식물 쓰레기 종량제 실시율', '녹색 건축물 인증 주택 개소'가 선정되었으며, 구매와 교통 부문은 '친환경상품 보급 수'와 '교통 SOC 중 철도의 비율'과 '녹색교통 대책지역 지정개소'로 선정하여 녹색생활의 사회적 인프라 지표에 대한 세부 지표를 구성하였다.

(1) 음식물 쓰레기 종량제 실시율

'음식물 쓰레기 종량제 실시율'은 전체 지자체에서 음식물 쓰레기 종량제가 실시되는 비율을 말한다. 음식물 쓰레기 종량제란 음식물 폐기물에 처리비용을 부과함으로써 그 배출량을 줄이고 분리 배출을 유도하는 제도로서, '음식물 쓰레기 종량제 실시율'은 전체 지자체 중 공동주택과 단독주택, 감량화 의무 사업장 식당 등 음식물 쓰레기를 배출하는 곳 모두를 대상으로 종량제를 실시하는 시군구의 비율로 계산한다.

음식물 쓰레기 종량제 실시율은 개인의 실천 지표 중 '식사 후 잔반 줄이기'와 연계되어 있으며 이것은 음식물 쓰레기 발생량 줄이기를 확산 및 정착시키기 위한 중요한 사회적 인프라라고 할 수 있으므로 녹색생활 지표로 선정되었다.[68]

(2) 녹색건축물 인증주택 개소

'녹색 건축물 인증주택 개소'는 녹색건축물 제도에 따라 녹색건축물로 인증 받은 주택 개소를 의미한다. 녹색건축물 인증제도란 지식경제부 및 환경부, 행정안전부를 중심으로 친환경 건축물 인증 및 에너지 효율등급 인증 대상을 확대 하고자 추진되었던 정책으로 녹색건축물 인증주택은 이를 통해 인증 받은 주택을 말한다. 관련 부처는 환경부와 지식경제부 및 행정안전부이며 지표의 단위는 인증 받은 주택의 개소이다.

---

68) 일반 쓰레기 종량제는 폐기물 처리비용을 부과함으로써 배출량을 줄이고 재활용품을 분리 배출하도록 유도하는 제도로서 1995년 처음 전국적으로 시행되었다. 쓰레기 종량제는 시행 10년만인 2005년 기준으로 쓰레기를 23% 줄이고 재활용을 175% 늘리는 등 자원 절약 및 환경 보호에 크게 기여했다. 또 음식물쓰레기를 일반 쓰레기와 분리하여 배출한 이후 국민환경 개선에도 기여했지만, 음식물류 폐기물 직매립 금지, 생활패턴의 변화 등으로 음식물 쓰레기 발생량은 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 이를 방지하고음식물 쓰레기로 인한 환경비용을 절약하기 위해 현재 일부 지역에서만 시행되고 있는 음식물 쓰레기 종량제를 2012년까지 전국적으로 확대한다는 게 정부 방침이다.
음식물 쓰레기 종량제는 음식물류 폐기물 처에 대해 배출자 부담원칙을 명확히 하고, 배출량에 따라 수수료를 부과하는 종량제를 실시하여 음식물류 폐기물 발생량을 원칙적으로 저감하는 것을 목적으로 하고 있다. 종량제 방식의 적용방법으로는 무선정보인식장치(RFID)를 사용하여 음식물 쓰레기를 버릴 때마다 수거업체에 쿠폰을 내거나 플라스틱 수거용기에 부착된 전자태그로 배출량을 측정해 요금을 부과하는 방식이 고려되고 있다.

건축물은 산업, 교통과 함께 3대 온실가스 배출 부문이며, 국가 전체 온실가스 배출량의 약 25%를 차지하는 분야로 저탄소 녹색성장을 위해서 반드시 개선되어야 하는 분야이다. 또한 향후 건축물 수의 증가와 생활수준의 향상 등으로 국가 전체 온실가스 배출량의 증가가 예상되어 이에 대한 효과적인 대응이 절실한 실정이다.[69] 녹색건축물 인증주택개소의 파악으로도 녹색생활 인프라의 현황을 살펴볼 수 있으므로 여기서는 주생활에서의 온실가스 배출과 직접적으로 관련성이 있는 녹색건축물 인증주택 개소를 세부지표로 선정하였다.

(3) 친환경상품 보급 수

'친환경상품 보급 수'는 친환경상품의 보급 정도로 「친환경상품 구매 촉진에 관한 법률」에 정의된 상품의 보급 수로 측정한다. 친환경상품은 「저탄소 녹색성장 기본법」 제2조 제5호에 따라 환경표지의 인증을 위한 대상품목으로서 인증을 받은 상품 또는 같은 조 제3항에 따라 환경부장관이 정하여 고시하는 대상품목별 인증기준에 적합한 상품이다. 관련 부처 및 기관은 환경부와 한국환경산업기술원이다.

환경마크 인증을 받은 일상 생활용품, 가정용 전기기기 등의 상품은 환경마크 및 탄소·환경성적표지[70]를 표시하여 판매함으로써 구매자는 친환경상품을 선택하여 구매할 수 있다. 친환경상품의 보급은 소비자로 하여금 물품 구매 시 일반상품에 비해 친환경상품을 보다 많이 소비하게 도움으로써 녹색생활 실천을 돕게 되므로 이의 보급 확대는 친환경상품의 수요와 공급을 장려하고 환경보호와 녹색 소비문화 인식을 확산하는데 기여하므로 그 중요성이 높다. 친환경상품 소비를 통해 개인은 환경 보전에 참여하고 기업은 환경친화적 제품 개발에 투자하게 하여 결과적으로는 온실가스 배출 감축에 기여할 수 있어 녹색생활 구매 부문에서의 중요한 사회적 인프라가 되므로 지표로 선정하게 되었다.

---

69) 해외의 경우 (영국 2016년, EU 2019년, 미국 2020년, 캐나다 2030년) 제로에너지주택 의무화 선언 및 건축물의 에너지 관리 강화, 에너지 효율 개선을 위한 세제 감면 등 건축물의 에너지성능 관리 강화와 함께 녹색건축물 확대를 위한 지원정책을 적극적으로 펼치고 있다. 우리나라도 녹색건축물 보급을 확대하여 2020년까지 건축물 부문의 온실가스 배출을 31% 감축하고 2025년부터 신축되는 건축물은 제로에너지 건축물이 가능하도록 주택 및 비주택의 허가 기준을 강화하여 건축물 사용자의 에너지절약을 유도하고 녹색건축 기술개발 및 인프라 구축을 계획하고 있다. 이를 위해 추진 중인 대표적인 정책으로는 친환경건축물 인증 활성화, 공공건축물 에너지 효율 1등급 및 친환경 인증 취득 의무화, 신규 공공주택그린홈(20세대 이상 아파트의 에너지 성능 20% 강화), 공공기관 에너지 절약 목표 관리제, 온실가스·에너지 목표관리제가 있다.

70) 탄소성적표지 제도 : 일상 생활용품, 가정용 전기기기, 서비스 등 모든 제품의 온실가스 발생량을 CO_2발생량으로 환산하여 라벨 형태로 제품에 부착하는 것을 말한다. 또한 탄소성적표지 인증을 통해 기후변화 대응을 위한 저탄소 녹색생산·소비를 지원하는 제도이다.

(4) 교통 SOC 중 철도 비율

'교통 SOC 중 철도 비율'은 육상에서의 주요 교통 SOC인 철도와 도로에 대한 철도의 비율을 의미한다. 관계 부처는 국토해양부이다.

일반적으로 교통 SOC란 도로, 철도, 공항, 항만 등 교통 인프라를 일컫는다. 그러나 사람들이 주로 이용하는 교통 SOC가 도로와 철도이기 때문에 본 지표는 항공이나 항만은 제외하고 도로와 철도만 포함하기로 한다.

교통 부문은 2008년 기준 국가 전체 온실가스 배출량의 17%를 차지하고 있고,[71] 도로 교통 위주의 교통 구조가 현재와 같이 지속될 경우 온실가스 배출은 지속적으로 증가할 것으로 보여 국가 온실가스 감축목표 달성을 위해서도 개선이 필요하다. 지금까지의 국내 교통체계는 에너지 효율이 낮은 도로·자동차 중심 체계로 대중교통 수송 분담률은 감소하고, 특히 철도의 경우 광복 이후 고속철도를 제외하고는 철도 연장이 정체되어 있는 실정이었다. 자가운전을 위한 도로 중심의 교통체계보다 철도와 같은 대중교통 위주의 교통 체계 구축에 대한 정부의 의지는 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획에서도볼 수 있는데, 녹색성장 국가전략에서는 2020년까지 철도 수송 분담률(%)을 26%로 정한바 있다(녹색성장위원회, 2009a).[72] 이에 여기서는 주요 대중교통 인프라의 하나인 철도의 비율을 녹색생활 인프라의 세부 지표로 선정하게 되었다.

(5) 녹색교통 대책지역 지정개소

'녹색교통 대책지역 지정개소'는 녹색교통 대책지역으로 지정된 지역의 개소이다. 관련 부처는 국토해양부다. 녹색교통 대책지역은 공해차량 제한지역(LEZ, Low Emission Zone)의 확장된 개념으로 대기오염물질을 많이 배출하는 노후 경유차의 통행을 제한하는 제도에서 확산되어 탄소배출 과다지역을 녹색교통 대책지역으로 지정하여 특별 관리하는 지역이다. 녹색교통 대책지역 지정개소는 자동차 사용 억제를 위한 교통수요 관리정책의 일환으로 녹색교통 권역 조성을 목적으로 한다. 녹색교통 대책지역으로 지정된 지역에서는 전기자동차 등 녹색교통수단에 통행 우선권을 주고, 대중교통 이용 시에는 에코포인트를 제공하여 포인트만큼 대중교통 승차권이나 박물관 등 지자체 시설 이용권 등으로 사용할 수 있는 등의 다양한 혜택을 제공한다. 녹색교통 대책지역 지정개소의 증가는 국민들로

71) 에너지 소비량의 21%.

72) 녹색성장위원회, '2010년 녹색성장 추진계획', 2009. 국가 차원에서도 철도·해운·그린카·사람중심 녹색교통체계 및 교통수단 간 연계 강화 및 운영 효율화를 목적으로 철도 투자를 현재 29%에서 2020년까지 50%로 확대할 것을 전략으로 제시하여 기반시설 중 철도의 비율 확대는 녹색생활의 활성화에도 크게 기여할 수 있을 것이다

하여금 자동차 사용을 자제하고 대신 대중교통 이용을 자발적으로 참여하도록 유도할 수 있어 녹색생활확산에 기여할 수 있으므로 녹색생활 인프라의 세부 지표로 선정하였다.

4) 녹색생활 성과

녹색생활 성과 부문은 녹색생활 실천 및 인프라의 소지표군으로 구성하여 다른 중지표군과의 연계성을 고려하여 자원의 소비와 폐기물 발생 및 온실가스 배출량과 직·간접적으로 연관이 있는 항목으로 선정하였다. 의식주 부문의 세부 지표로는 '1인당 폐기물 발생량', '1인당 물 소비량', '1인당 전력 소비량'으로 구성하였으며, 구매 부문은 '친환경 상품판매량', 그리고 교통 부문에서는 '승용차 에너지 소비량'으로 지표를 구성하였다.

(1) 1인당 가정생활 폐기물 배출량

'폐기물 발생량'은 1인이 배출하는 연간 생활계 폐기물 배출량을 의미하며, 음식물쓰레기와 고형 폐기물을 나누어 산출한다. 관계 부처는 환경부이고, 관련 자료는 전국폐기물 발생 및 처리 현황이다.

음식물 쓰레기를 포함한 1인당 폐기물 배출량이 녹색생활에 중요한 이유는 폐기물의 과다 발생은 자원 소비가 친환경적이지 못했다는 것을 간접적으로 말해주는 것이며, 음식물 쓰레기의 처리 및 분해과정에서 대기를 오염시키고 소각시키는 과정에서 많은 에너지를 소모하기 때문이다. 또한 음식물 쓰레기를 매립할 경우 토양 및 수질을 오염시키는 등 다양한 환경오염을 유발하는 중요한 원인이 된다. 이에 환경부에서도 음식물쓰레기 관리정책의 기본방향으로 음식물 쓰레기 발생량을 줄이는 데 우선순위를 두고 있다. 음식물 및 고형 폐기물 발생량은 사회적 인프라 부문의 세부 지표인 '음식물 쓰레기종량제 실시율'과 연관성도 높고 폐기물 관리제도의 효과 진단과 폐기물 관리정책을 수립하는 데 유용한 지표가 된다. 또, 국민들의 녹색생활 실천 중 음식물 폐기물과 고형폐기물 발생 감소를 위한 실천 노력의 결과를 직접적으로 보여주는 것이므로 녹색생활지표로 선정하게 되었다.

(2) 1인당 물 소비량

1인당 물 소비량은 한 사람이 연간 사용하는 수돗물의 양을 의미한다. 관계 부처는 환경부이다.

정수장에서 생산하여 공급한 연간 수돗물의 양을 인구수로 나눈 값이다. 따라서 급수량이 높을수록 해당지역의 물사용량이 많고 작을수록 물 사용량이 작다고 해석할 수 있다[73]. 1인당 물 소비량은 국가와 지역의 물 공급과 소비의 특성 및 생활양식에 따라 다르며, 물 절약운동과 물 공급정책 등을 수립하는데 반드시 필요한 자료가 된다. 물 소비량은 도시화와 인구증가 및 생활수준의 향상으로 늘어가는 경향이 있다. 또 물 소비량은 기후나 상수도의 보급률, 그리고 절수기의 보급률 등과 같은 기술적 요인에 따라서도 크게 영향을 받으며 계절적, 시간적으로도 크게 변동한다. 수돗물 소비량의 녹색생활지표로서의 중요성은 수자원 절약의 중요성 때문이며, 또 수돗물을 운송하고 처리하며 배출하는 과정에서 에너지가 소요되기 때문이다. 특히, 수돗물 소비량은 무엇보다도 개인의 생활 습관과 직접적으로 연관이 있어 녹색생활 실천의 결과를 보여주는 항목이라고 할 수 있으므로 녹색생활 지표로 선정하게 되었다.

(3) 1인당 전력 소비량

1인당 전력 소비량이란 가정에서 소비된 전력량으로 한 해 동안 가정부문에 판매된 전력량으로 구할 수 있다. 관계 부처는 한국전력공사이며, 관련 자료는 한국전력통계이다.

전력 소비는 가정 뿐 아니라 공공 서비스업과 같은 업무용 및 농림업, 광업 등 상업용이 있지만 녹색생활과 가장 관련이 높은 것은 가정에서의 전력 소비이므로 여기서는 가정에서의 전력 판매량을 지표로 정하였다. 전력 소비는 개인의 에너지 사용 생활 습관 및 건축물의 단열성 등과 직접적으로 관련이 있으며, 온실가스 배출에 있어 큰 비중을 차지하고 있으므로 중요성이 높다.[74] 1인당 전력 소비량은 에너지 절약에 대한 녹색생활 실천의 성과를 보여주므로 국민들로 하여금 전력 소비 감소를 유도할 수 있는 정책 방안 수립과 에너지 사용과 관련된 녹색생활의 실천 교육에 대한 기초 자료가 될 것이다.

(4) 친환경상품 판매량

친환경상품 판매량 지표는 친환경상품의 연간 총 판매액을 의미한다. 관계부처와 기관은 환경부와 한국환경산업기술원이다.

---

73) 그러나 수돗물의 공급과정에서 상당부분이 누수되는 현실을 고려하면 주의해서 해석할 필요가 있다.

74) 가정 부문의 전력 소비량 예측은 전력의 경우 저장이 불가능하고 매순간 수요와 공급이 일치되어야하므로 항상 최대 전력 수요보다 어느 정도 여유를 가진 공급능력 즉, 발전설비용량을 갖추어야 한다. 따라서 에너지의 공급을 계속 늘리는 것보다 개인의 에너지 절약을 통해 수요를 줄이는 것이 더 빨리 효과를 볼 수 있는 효과적인 접근법이라고 할 수 있다.
에너지관리공단에 따르면 2005년 한 해 가정에서 소비한 에너지 22,057천 TOE 중 전력 사용에 따른 에너지 소비는 전체 사용량의 19.1%인 4,212천 TOE를 사용한 것으로 나타났으며 에너지 소비에 따른 온실가스 배출량도 전체 온실가스 배출량의 33.1%인 20,767천 톤 CO2를 배출하는 것으로 나타났다.

국내 친환경상품의 경우 총 53개 기업에서 사무용품, 전자기기, 위생용품 등 234개 제품이 인증과정을 거쳐 시중에서 판매되고 있으며, 친환경 인증제품 수 증가와 더불어 구매실적도 매년 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.[75] 친환경상품 판매량 지표는 공공기관 및 일반 소비자의 친환경상품 구매 활성화에 있어 유용한 정보를 제공할 수 있다. 또한 녹색생활 성과 부문에서 '친환경상품 판매량'은 개인의 실천 행동인 '물품 구매 시 친환경 상품 구매하기'와 사회적 인프라 부문의 '친환경 상품 보급률' 과도 연관되어 있으며 결과적인 성격의 녹색생활 지표이다.

(5) 자가용 에너지 소비량

'자가용 에너지 소비량'은 에너지 소비 중에서도 승용차, 이륜차, 승합차, 개인화물차에 해당하는 자가용에 의해서 소비된 에너지의 양을 의미한다. 관련 부처와 기관은 국토해양부와 에너지관리공단이며, 관련 자료는 국가온실가스배출량 종합정보 DB이다.

승용차 에너지 소비량은 자가용 부문의 해당 연도 최종에너지 소비량 중 승용차에 의한 에너지 소비량으로, 이 지표는 개인적 실천 부문의 '이동 시 대중교통 이용 및 자전거 혹은 걷기'의 실천과 '교통 SOC 중 철도의 비율'과 같은 사회적 인프라와 연관이 높다. 또한 승용차 에너지 소비량은 교통 부문에서 국민들이 어떤 교통수단을 주로 이용하는지를 간접적으로 엿볼 수 있는 자료로 녹색생활 실천 유도를 위한 캠페인 추진 등에 활용될 수 있는 중요한 정보가 된다.[76] 그리고 녹색교통 인프라와 관련해서도 대중교통 이용 활성화를 위한 철도의 확충이나 버스 보급률 등을 늘리는 데 활용할 수 있으므로 지표로 선정하게 되었다.

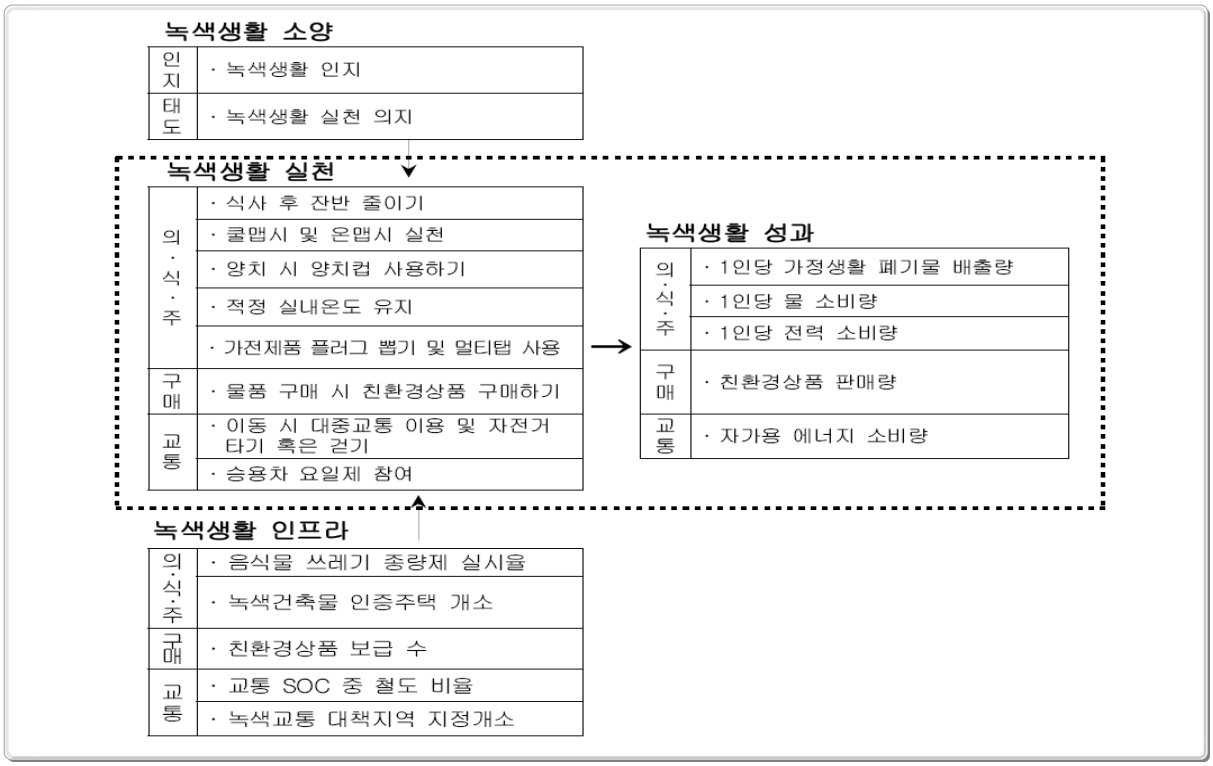
5) 녹색생활 지표 최종안

개발된 녹색생활 지표는 적용 영역에 따라 여러 방식으로 선택적으로 활용될 수 있다. 개인의 녹색생활 실천에 대한 내적 역량을 살펴보고자 한다면, '녹색생활 소양'을 중심으로 활용할 수 있고 녹색생활의 실천과 성과에 초점을 둔다면 녹색생활 지표 중 '녹색생활실천'과 '녹색생활 성과'의 두 중지표군을 활용할 수 있으며, 녹색생활 인프라가 녹색생활성과에 미치는 영향을 중심으로 녹색생활을 살펴보고자 한다면 '사회적 인프라'와 '녹색생활 성과'를 중심으로 활용할 수 있다(그림 4-1-4).

75) 한국환경산업기술원에 따르면 2005년 대비 2010년의 경우 330%나 증가한 11,946억원의 친환경상품을 구매하는 것으로 나타났다. 2010년 8월 기준 (한국환경산업기술원 내부자료)

76) 에너지관리공단에 따르면 2006년 한 해 동안 자가용 부문에서 사용한 에너지 양은 25,166,622㎘이며, 이 중 승용차 부문의 에너지소비량은 전체 에너지소비량의 59.8%인 15,067,854㎘를 사용하는 것으로 나타났다.

그림 4-1-4 녹색생활 지표체계 및 각 부문별 연결도



II 녹색생활 지표의 적용 및 활용방안

1 녹색생활 지표의 시범 적용

여기서는 앞에서 개발한 녹색생활 지표의 사회적 부문의 일부 세부 지표를 시범적으로 적용하여 각 세부 지표의 현황과 추이를 살펴보았다.[77]

77) 개인적 부문에 대한 적용 결과는 한국환경정책·평가연구원에서 현재 수행중인 '녹색 생활양식의 확산을 통한 온실가스 감축방안 연구'를 참고하기 바란다.
사회적 인프라 중 '녹색건축물 인증주택 개소'와 '녹색교통 대책지역 지정개소'의 지표는 아직까지는 데이터가 존재하지 않아 다루지 않았으나 전반적인 내용은 3장을 참고하기 바란다.

1) 사회적 인프라

(1) 음식물 쓰레기 종량제 실시율

녹색생활 지표의 음식물 종량제[78] 실시율에 대한 적용은 환경부의 음식물류 폐기물 수거 수수료 현황 데이터를 활용하였으며, 음식물 쓰레기 종량제 시행 자치구 기준은 공동주택 및 단독주택, 그리고 식당 등에서 전부 종량제만을 통해 음식물 쓰레기를 배출한 경우만을 고려하였다. 공동주택을 대상으로 음식물 쓰레기 종량제를 시행하고 있는 자치구는 30개, 단독주택 대상은 96개, 일반 식당 대상은 113개이다. 2009년의 경우 공동주택 및 단독주택, 식당 등에서 전부 종량제를 시행중인 지역은 총 35개의 자치구로 전체 자치구[79]의 24%를 차지하는 것으로 나타났다(표 4-1-16).[80]

표 4-1-16 음식물 쓰레기 종량제 시행 자치구

구분	2007년	2008년	2009년	최근 추세
음식물 쓰레기 종량제 시행 자치구 수(%)	21 (14.9)	20 (13.9)	35 (24.0)	▲

※ 자료 : 환경부(2009a).

(2) 친환경상품 보급 수

우리나라에서 친환경상품으로 인증받은 제품은 1,881개 업체에서 사무기기, 사무용품, 가전제품, 생활 용품 등 143개 제품군 중 총 7,436개이며, 우수재활용 제품인 폐지, 폐유리 등 14개 분야의 경우는 총 165개 업체 205개 품목을 인증하였다(표 4-1-17).

표 4-1-17 친환경상품 인증제품 수 및 인증업체 수

구분	2000년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년*	최근 추세
인증제품 수(개)	169	4,639	5,105	6,005	6,531	7,436	▲
인증업체 수(개)	130	1,061	1,158	1,281	1,739	1,881	▲

※ 자료 : 환경산업기술원(2010).
* 2010년 자료는 2010년 5월 31일 기준임

78) 음식물 쓰레기 종량제에 관한 자세한 내용은 3장의 사회적 인프라 부분을 참고하기 바란다.
79) 음식물 쓰레기 분리배출이 이루어지는 시·군 기준
80) 2009년 음식물 쓰레기 종량제 시행 자치구의 수는 2008년 대비 72.6% 증가한 수치로 울산광역시와 대구광역시, 부산광역시에서 등에서 15개의 자치구가 증가하였기 때문이다. 울산 북구청에 따르면 음식물 쓰레기 종량제 실시 이후 시행 첫달인 2008년 2월 음식물 쓰레기가 1,183,64톤에서 1,016,07톤으로 14.2% 줄었다고 한다.

2005년 친환경상품 구매촉진법 시행으로 녹색구매 촉진에 힘입어 녹색제품의 생산업체와 인증제품은 빠르게 증가하고 있다.[81]

(3) 교통 SOC 중 철도 비율

교통 SOC 중 철도 비율은 국토해양부의 도시계획시설의 교통시설 자료를 활용하였다. 국내 철도 연장은 1945년 2,558㎞에서 2008년 3,382㎞로 증가하였고, 2009년은 3,057㎞로 나타났다. 이는 국내 철도 연장이 정체되어 있는 현실을 반영하는 수치로 2009년을 기준으로 도로연장은 70,082km, 철도연장은 3,057km로 교통 SOC(도로+철도) 연장 중 도로는 95.8%, 철도는 4.2%의 비율을 차지하는 것으로 나타났다.[82]

2) 녹색생활 성과

(1) 1인당 폐기물 발생량

폐기물 발생량은 환경부의 폐기물 현황 자료를 바탕으로 적용하였다.[83] 2009년의 경우 우리나라 국민의 1인당 1일 고형 폐기물 발생량은 1.02㎏이고, 음식 쓰레기 발생량은 0.28㎏이다.[84] 국내 생활폐기물의 경우 소득 및 소비 수준의 증가와 더불어 1998년부터 2004년까지 점진적으로 증가하는 추세를 보이지만 이후 2005년 쓰레기 종량제 시행 및 제도의 정착 등에 따라 점차 감소하는 경향을 보인다. 음식물 쓰레기의 경우 국민 삶의 질 향상과 소득의 향상으로 2005년 이후 다시 증가하는 추세로 '식사 후 잔반 줄이기'와 같은 녹색생활 실천이 필요하다(표 4-1-18).[85]

---

81) 2010년 8월 기준 친환경상품 인증제품은 7,436개로 전년 대비 13.9% 증가하였고, 인증업체도 8.2%나 증가한 1,881개로 나타났으며, 하반기에는 더 높은 증가율을 보여줄 것으로 예상된다. 환경마크제품매출액 또한 급성장하고 있으며, 2009년 기준 매출액은 18조 9천억원으로 전년도의 2배 규모로 크게 성장한 것으로 나타났다. 친환경상품 활성화에 따라 부품소재 등 연관 산업의 녹색화가 촉진되고 있으며, 산업 부문에서는 다양한 기술개발제도를 도입하고 녹색구매 협약기업을 확대하는 등의 전략이 추진되고 있다. 또한 가계의 구매를 촉진하기 위해서 권역별 녹색구매지원센터를 설치하거나 녹색매장(Green store)을 지정하는 등의 전략 추진으로 친환경상품의 보급이 늘어나 '물품 구매 시 친환경제품 구매하기' 의 실천이 더 용이해질 것으로 전망된다.

82) 녹색성장 5개년 계획에서는 녹색교통네트워크 확대의 일환으로 철도 중심의 녹색기간교통망 확충 및 기존 건설 중인(장항선, 전라선, 경춘선, 중앙선 등) 철도노선을 고속화 할 수 있도록 차량 및 시설 등 보완 추진을 계획하고 있다. 이러한 국가 차원의 녹색교통 패러다임 전환으로 철도 중심의 녹색교통체계를 실현할 것으로 보여 철도망 확장사업은 지속적으로 추진될 것으로 전망된다. 녹색성장위원회(2009b)에 따르면 교통 SOC 중 철도에 투입되는 비용을 2009년 5.3조원에서 2020년에는 8.48조원까지 확대할 것을 계획하고 있으며, 2010년에는 수도권 전철의 175㎞를 우선 개통할 예정이다. 이와같은 철도망의 확충은 기존 도로망의 교통체증을 개선시킴으로써 에너지 다소비형 도로·자동차 중심체계에서 철도 중심 녹색교통체계로 전환될 것으로 보인다.

83) 생활 폐기물은 폐기물 중에서도 생활계 폐기물을 말한다.

84) 이 수치는 OECD 국가의 폐기물 발생량 미국 2.00㎏, 영국 1.59㎏, 일본 1.12㎏ 및 OECD 30개국 평균인 1.56㎏과 비교하여 낮은 수준이다(e나라지표. http://www.index.go.kr).

85) 최근 추세는 해당 연도의 자료에 대해 선형의 추세에 대한 기울기의 부호로 증감을 결정하였다.

표 4-1-18 1인당 가정생활 폐기물 배출량

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	최근 추세
1인당 연간 생활폐기물 배출량(kg/인 · yr)	361.36	372.30	379.60	372.30	▲
1인당 연간 음식물폐기물 배출량(kg/인 · yr)[86]	84.66	100.88	101.80	99.78	▲

※ 자료 : 환경부(2009c)[87]

(2) 1인당 물 소비량

물 소비량은 환경부의 상수도 통계 데이터를 활용하여 적용하였다. 2009년 기준 우리나라의 1인당 1일 수돗물 사용량[88]은 332ℓ 이다. 우리나라 1인당 수돗물 사용량은 1999년까지 지속적으로 증가하여 최고치에 이른 후 매년 감소 추세를 보이다가 2000년 3월 물 절약 종합대책 수립 후 절수기기 및 중수도 설치 확대, 절수형 수도요금체계 도입, 노후 수도관 교체, 물 절약 교육사업 등 수요관리 정책의 영향으로 수돗물 사용량은 점차 감소, 안정되어가고 있는 것으로 사료된다(표 4-1-19).

표 4-1-19 1인당 물 소비량

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	최근 추세
1인당 물 소비량 (톤/인 · yr)	98.55	99.28	98.92	98.19	96.73	97.09	▼

※ 자료 : 환경부(2009b)[89].

우리나라의 수돗물 사용량은 지속적으로 줄고 있어 물 소비의 경우 녹색생활이 바람직한 방향으로 가고 있다고 할 수 있다.[90]

(3) 1인당 전력 소비량

1인당 전력 소비량은 한국전력공사의 한국전력 판매 데이터 중 용도별 판매전력량을

86) 음식물 쓰레기는 2005년까지 생활폐기물의 일부로 집계되다가 2006년부터 남은 음식물류로 분리 집계되었다.
87) 환경부, '전국 폐기물 발생 및 처리현황', 2009
88) 상수도통계의 급수량을 의미한다.
89) 환경부, '상수도통계연보', 2009
90) 그러나 독일 132ℓ, 프랑스 281ℓ, 영국 323ℓ, 일본 357ℓ 등 선진국의 1인당 하루 물사용량과 비교했을 때 다소 높은 경향이 있으므로 물 사용량을 줄이기 위한 교육 및 캠페인의 실시와 더불어 절수기 보급과 같은 인프라의 보급도 필요하다.

사용하여 구하였다. 2009년 기준 우리나라 가정 부문의 전력 소비량은 57,595GWh로 이는 국가 전체 전력 소비량의 약 14%에 해당한다. 2001년 이후 연 4~5% 대의 경제성장 등의 영향으로 전력 수요는 최근까지 꾸준히 증가하고 있다. 가정 부문의 1인당 전력 소비량은 <표 4-1-20>와 같다.

표 4-1-20 가정부문의 1인당 전력 소비량

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	최근 추세
1인당 연간 전력소비량 (kWh/인・yr)	992	1,034	1,063	1,089	1,118	1,149	▲

※ 자료 : 한국전력거래소 전력통계정보시스템, http://epsis.kpx.or.kr

우리나라의 1인당 전력 소비량의 경우 경제성장뿐만 아니라 기온과도 밀접한 상관관계를 가지고 있어 최근의 기후변화 현상 심화에 따라 전력 수요 또한 증가한 것으로 보인다.[91]

(4) 친환경상품 판매량

친환경상품의 경우 아직까지는 국가 전체의 친환경 판매량에 대한 체계화된 데이터가 없어 일반 소비자의 구매를 제외하고 공공기관의 친환경 상품 구매량 자료를 활용하여 적용하였다.[92] <표 4-1-21>은 공공기관의 친환경 상품 구매실적이다.

표 4-1-21 공공기관 친환경상품 구매실적

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	최근 추세
친환경상품 구매실적(억원)	904	4,348	5,601	8,279	9,394	11,169	▲

※ 자료 : e나라지표, http://www.index.go.kr

91) 2007년 국가별 1인당 소비전력량은 우리나라 7,607kWh, 일본 7,206kWh, 캐나다 16,338kWh, 독일 6,576kWh, 영국 5,748kWh, 이탈리아 5,371kWh이다.

92) 사무기기 및 인쇄용지, 화장지, 세제 비누 등 청소 용역업체에서 구매하는 물품 등을 의무구매 품목으로 정하고 있으며, 공공기관의 구매실적은 구축되어 있다. 국내 친환경상품 의무기관의 수는 2009년 기준 709개소로 구매 가능한 상품의 범위가 PC, 프린트, 복사기 등으로 확대되면서 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 이렇게 친환경상품 구매량이 증가한 것은 무엇보다 친환경상품에 대한 관심과 수요가 증가하였으며 구매 가능 품목의 확대와 더불어 구매 지침 교육 및 정보 제공이 그 요인이라고 할 수 있다. 또 정부의 저탄소 녹색성장 정책 추진도 친환경상품의 구매가 증가한 중요한 이유로 사료된다.

이처럼 공공 부문에서의 친환경상품 구매실적이 꾸준히 증가해온 것처럼 민간 부문에서도 친환경상품에 대한 구매실적이 늘어날 수 있도록 친환경상품에 대한 홍보 및 교육의 확대와 관련 정보 제공이 강화되어야 할 것이다. 앞으로 국가 전체의 친환경상품 소비 추이의 파악을 위해 공공기관이 아닌 민간 부문에 대한 구매실적 데이터도 체계적으로 구축 되어야 하며, 이를 위해 유통기관을 중심으로 정보 관리 시스템을 마련되어야 할 것이다.

(5) 자가용 에너지 소비량

교통 부문의 녹색생활 지표인 자가용 에너지 소비량은 국가통계포털의 2006년 차종별 에너지 소비량을 활용하였다. 2006년의 경우, 승용차 사용에 따른 에너지 소비량 15,067,854kℓ /yr로 차종별 전체 에너지소비량의 약 58%를 차지하였다.[93] 승용차 에너지 소비량은 중형차 구매를 선호하는 성향과 더불어 출퇴근 시 자가운전자의 증가와 주 5일제에 따른 여가 시간의 증가로 점차 증가하는 추세로 추정된다. <표 4-1-22>는 2006년 차종별 에너지 소비량을 나타내는 것으로 무엇보다 승용차 부문의 에너지 소비 비중이 높아 온실가스 배출 감축을 위해서는 승용차에 의한 에너지 소비량을 줄이는 효과적인 정책이 필요한 것으로 사료된다.[94]

표 4-1-22 자가용 부문의 차종별 에너지 소비량

구분	승용차	이륜차	승합차	개인화물차	전체
차종별 에너지 소비량(KL)	15,067,854	505,923	2,858,785	6,734,060	25,166,622

※ 자료 : 국가통계포털, http://kosis.kr

녹색생활 성과 부문의 지표는 앞서 다루었던 녹색생활 실천의 '대중교통 이용 및 자전거 타기 혹은 걷기', '요일제 참여', 녹색생활에 대한 사회적 인프라의 '교통SOC 중 철도비율' 및 '녹색교통 대책지역 지정개소'와 같은 세부 지표의 결과로 해석할 수 있어 국가 전체의 온실가스 배출 감축을 유도하는 정책 수립의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

93) 최근의 승용차 에너지 소비량은 아직 자료가 제공되지 않아 최근 추세 분석은 할 수 없었다.
94) 휘발유, 경유, LPG 소비량을 모두 합한 값이다. 승용차의 경우 휘발유는 9,381,493kℓ, 경유는 3,180,924kℓ, LPG는 2,505,436kℓ을 소비하였으며, 이륜차는 휘발유 505,923kℓ, 승합차는 휘발유 247,031kℓ, 경유 2,045,971kℓ, LPG 1,054,291kℓ, 그리고 개인화물차는 휘발유 29,127kℓ, 경유 6,492,635kℓ, LPG 212,298kℓ을 소비하였다.

2 녹색생활 지표의 활용방안

다음으로 녹색생활 지표의 활용방안을 제시하고자 한다.

1) 녹색생활의 주기적 모니터링

여기서 녹색생활 지표는 무엇보다도 국민들의 녹색생활 실천 현황을 파악하는 것이 가장 중요한 활용 방안이 될 것이다. 녹색생활 지표를 통한 주기적인 모니터링 결과는 그린스타트 운동과 그린에너지 패밀리 운동 등 관련 캠페인의 세부 실천과제별 프로그램과 연계하여 녹색생활 확산의 방안 수립의 기초 자료로 활용해야 할 것이다. 특히, 각 부처별 캠페인에 대한 세부적인 목표 설정과 국민 녹색생활 실천 수준 평가 지표에 근거하여 모니터링 한다면 본 지표가 더 효과적으로 활용될 수 있을 것이다. 또, 녹색생활을 국가 전체 차원에서 전반적인 현황을 파악하는 것도 중요하지만 지역 차원에서 각 지역의 특성에 맞는 정책 개발과 캠페인 전개를 위한 자료를 구축하는 것이 필요하다. 따라서 지자체별로 주기적으로 모니터링을 실시하여 구체적으로 녹색생활이 잘 실천되고 있는 부문과 그렇지 못한 부문을 찾아내어 홍보와 교육 프로그램 개발에 활용하는 것이 필요하다.

녹색생활 지표의 목표는 국민 개개인으로 하여금 녹색생활을 실천하도록 유도하여 궁극적으로 기후변화와 같은 지구적 차원의 환경문제에 대응하는 것이다. 따라서 주기적으로 녹색생활 모니터링하고 이를 바탕으로 중장기적으로 지속가능한 캠페인 기반을 구축해야 할 것이다. 우리나라 국민들의 녹색생활에 대한 설문 조사 결과 녹색생활의 실천정도는 녹색생활에 대한 관심도에 비해 떨어지고 있음을 알 수 있었다. 한편 앞으로의 실천 의향에 대한 답변은 관심도보다 더 높아 녹색생활 실천에 대한 의향을 엿 볼 수 있었다.[95] 따라서 녹색생활의 대표적인 항목들을 중심으로 녹색생활 실천현황 조사 자료를 바탕으로 녹색생활에 대한 교육과 홍보를 강화시켜 나가야 할 것이다.

2) 녹색생활 성과에 이르는 과정의 이해

여기서의 녹색생활 지표는 녹색생활에 있어서의 과정과 그 결과를 모두 고려한 종합적인 지표라는 특징이 있다. 개인의 녹색생활 소양과 실천 현황을 살펴 볼 수 있는 개인부문은

95) 본 결과는 전국을 대상으로 한 조사 결과가 아니라 편의집단에 의한 예비조사 결과이므로 데이터를 일반적으로 확대하여 분석하는 데는 한계가 있음을 밝혀둔다.

녹색생활을 통한 에너지와 자원의 절약 및 온실가스 감축과 같은 성과에 이르게 하는 구체적인 과정을 살펴 볼 수 있도록 구성되어 있어, 녹색생활에 대한 개인의 인지나 태도의 변화와 개인의 참여를 독려할 때 어떠한 부분을 중심으로 홍보나 캠페인을 추진해야 하는지 기초 정보를 제공할 수 있다. 녹색생활 실천 이전 단계에서 소양 부문의 점수가 너무 낮으면 녹색생활에 대한 인지와 태도 개선을 위한 정책을 펴나가야 할 것이며, 또 녹색생활 인프라가 미비한 것으로 나타나면 인프라를 강화시키는 정책을 펴나가야 할 것이다. 예를 들면, 음식물 쓰레기 배출량이 높은 경우, 그와 관련된 음식물 쓰레기종량제 실시 현황과 같은 사회적 인프라와 개인의 실천 부문을 살펴보고 미비한 부분을 중점적으로 향상시킬 수 있도록 정책을 추진하는 것이다. 특히, 지역별 데이터가 제공될 경우 각 지역이 어느 부문에 녹색생활 실천과 성과가 더 높고 낮은지 파악할 수 있으므로 이를 바탕으로 지역별로 특화된 홍보와 교육 및 캠페인을 추진할 수 있을 것이다.

3) 지표의 선택적 적용

여기서 개발한 녹색생활 지표는 녹색생활의 거시적인 측면과 미시적인 측면을 포괄한 하이브리드 형태의 종합적인 지표이다. 본 지표의 모든 부문을 다 활용할 수도 있지만, 녹색생활 지표의 활용도에 따라 전체 지표를 다 활용한다기보다 활용 목적에 따라 중지표군이나 소지표군의 일부만 사용할 수도 있다. 물론 전체 지표를 다 활용하여 적용하면 녹색생활에 대한 잠재, 과정 및 결과적인 성격을 가진 모든 측면을 다 살펴볼 수 있으므로 총괄적인 이해를 돕는 데 큰 도움이 될 것이다. 그러나 활용목적에 따라 일부 중지표군만 사용할 필요가 있을 수도 있다. 특히, 정책개발에 있어 개인의 녹색생활 실천과 사회적 성과의 경우 이 두 중분류상의 지표를 선택적으로 사용하거나 혹은 이 두 중지표군를 통합하여 지수화하는 것도 지표로 활용하는 한 방법이 된다.

환경교육 측면에서 본 지수를 활용한다면 녹색생활 소양과 개인의 실천 부문의 중지표군을 중심으로 활용할 수 있으며, 국가나 지자체 차원에서 녹색생활의 결과를 중심으로 보고자 한다면 녹색생활 성과 부문을 중심으로 활용할 수 있을 것이다.

4) 녹색생활 지표의 지수화

여기서 개발한 녹색생활 지표는 크게 두 범주로 나뉘어져 있는데, 각각의 범주는 다시 두 분야로 구분되며 각 분야별로 세부 지표로 구성되어 있다. 그러나 이러한 세부지표에

대한 구체적인 정보보다는 녹색생활 전체에 대한 단일 정보가 유용한 경우가 있다. 다양한 항목이 종합적으로 모여 있는 지표들을 단일한 값의 형식으로 표현하면 지수가 된다. 여기서 개발한 지표 또한 지수화하는 것도 활용 편의도를 높이는 한 방법이 될 수 있다.

일반인들에게도 익숙한 대기오염지수나 소비자물가지수의 경우 각종 경제지표가 통합된 지수의 형태로 널리 보급되어 일반 대중이 익숙하게 된 것처럼, 녹색생활 지표도 통합지수의 형태로 전환하여 제공한다면 정책관련자뿐 아니라 국민들의 이해를 돕는데 기여할 수 있을 것이다. 특히 최종 사용자들에게 보다 간단하고 함축적인 의미를 전달하고자 한다면 지수 형태가 더 바람직 할 수 있다. 그러나 성격이 다른 지표들을 단순 산술적 합계로 지수를 만드는 것은 문제를 야기할 수 있으므로 지수화 과정과 해석에는 주의가 필요하다.

5) 바람직한 녹색생활 방향의 제시

구축된 녹색생활 지표는 한번의 측정으로 특정 시점에서의 현황을 살펴 볼 수 있지만, 녹색생활 지표는 그 특성상 한 시점의 현황보다는 변화의 방향이 더 중요한 의미를 가진다. 따라서 지속적인 추이의 변화에 대한 모니터링이 필요하며 또, 지표의 항목별 바람직한 추이의 방향을 제시할 수 있다. 이러한 방향의 제시는 녹색생활에 대한 대국민 홍보와 캠페인 및 정책의 입안과 추진 전략으로 활용하는 데 편의를 제공할 수 있을 것이다.

여기서는 녹색생활 지표의 바람직한 방향을 제시하고자 하며, 해외의 녹색생활 현황과의 용이한 비교를 위해 국내·외 관련 데이터의 현황도 함께 제공하고자 한다(표 4-1-23). 다음은 (표 4-1-23)의 해석 방법이다.

- 표의 긍정적 방향란에서 화살표가 위로 향한 지표는 증가하는 방향이 긍정적이며, 화살표가 아래를 향하고 있으면 감소하는 방향이 긍정적임을 의미한다.
- 비고란에는 우리나라의 녹색생활 지표 결과와 비교 가능한 OECD 및 통계청 등의 관련 자료를 제시하였다.
- 이외 공란일 경우에는 관련 데이터가 존재하지 않거나 획득하지 못한 경우이다.

표 4-1-23 녹색생활 지표의 최근 현황

대지표군	중지표군	소지표군	지표	긍정적 방향	최근 추세	최근 현황	자료 출처	비고
개인	녹색생활 소양	인지	• 녹색생활 인지	▲	–	–	–	–
	개인의 실천	태도	• 녹색생활 실천의지	▲	–	–	–	–
		의·식·주	• 식사 후 잔반 줄이기	▲	–	–	–	–
			• 쿨맵시·온맵시 실천	▲	–	–	–	–
			• 양치시 양치컵 사용하기	▲	–	–	–	–
			• 적정 실내온도 유지	▲	–	–	–	–
			• 가전제품 플러기 뽑기 및 멀티탭 사용	▲	–	–	–	–
		구매	• 물품 구매 시 친환경상품 구매하기	▲	–	–	–	–
		교통	• 이동 시 대중교통 이용 및 자전거 타기 혹은 걷기	▲	–	–	–	–
			• 승요차 요일제 참여	▲	–	–	–	–
사회	사회적 인프라	의·식·주	• 음식물 쓰레기 종량제 실시율	▲	▲	24%(2009)	환경부	
			• 녹색건축물 인증주택 개소	▲	–	–	–	–
		구매	• 친환경상품 보급수	▲	▲	6,531개(2009)	환경부 환경산업기술원	–
		교통	• 교통 SOC 중 철도 비율	▲	–	4.2%(2009)	–	–
			• 녹색교통 대책지역 지정개소	▲	–	–	–	–
	녹색생활 성과	의·식·주	• 1인당 가정생활 폐기물 발생량	▼	▲	0.372톤/인·yr('09)	환경부 폐기물 처리 통계	–
			• 1인당 물 소비량	▼	▼	97.09톤/인·yr ('09)	환경부 상수도 통계	–
			• 1인당 전력 소비량	▼	▲	1,149Wh/인·yr ('09)	전력거래소 전력통계정보시스템	–
		구매	• 친환경상품 판매량	▲	▲	11,169억원/yr ('09)	e-나라지표	공공기관에 대해서만
		교통	• 승용차 에너지 소비량	▼	–	15,067,854kl/yr ('09)	통계청 국가통계포럼	–

III 녹색생활을 위한 각 주체의 노력

출처_녹색성장과 생활환경, 한국보건사회연구원 변용찬, 보건복지포럼 2010. 5

정부뿐만 아니라 시민들과 기업체들은 저탄소 사회의 구축을 위한 활동에 선도적으로 참여하여야 할 것이다. 정부는 녹색생활을 원활히 할 수 있도록 하는 시스템의 구축을

위한 역할을 담당하여야 할 것이며, 국민들과 기업체들의 활동이 원활히 이루어지고 지속적으로 수행될 수 있는 방식으로 작동될 수 있는 전략개발의 의무를 가진다.

1 일반 시민

일반 시민들은 “친환경적 참여(eco-participation)”, “친환경적 사고(eco-thinking)”, “친환경 공유(eco-sharing)”라는 가치를 공유하고 있어야 할 것이다. 시민들은 인간은 자연 생태계의 일부분이라는 의식과 사회 공존을 창조하는 주된 행위자라는 의식을 기초로 한 저탄소 사회의 창조에 활발히 참여하는 것뿐만 아니라 탄소 배출량을 줄이기 위한 다양한 아이디어의 제공과 이러한 아이디어의 공유와 이에 관한 의사소통의 참여를 통해 녹색생활에 적극 참여하여야 할 것이다. 이와 함께 “친환경 학습(eco-learning)”, “친환경 소비(eco-buying)”, “친환경적 이용(eco-use)”, “친환경 쓰레기 처리(eco-disposal)”의 실천도 강조되어야 한다. 시민들은 지구온난화 이슈에 대해 정확한 지식을 가지고 이에 기반하여 자연 친화적인 삶을 살 수 있도록 노력하여야 한다.

녹색생활 관련 시민 인식조사[96]를 한 결과 국민들의 상당수가 녹색생활을 실천하고 있는 것으로 보인다. 특히 가정에서 손쉽게 실천할 수 있는 전기절약이나 친환경제품 구매, 분리수거, 음식물쓰레기 줄이기 등의 실천이 높은 것으로 나타났다. 하지만 지방자치단체를 중심으로 운영되고 있는 탄소마일리지제도 등에 대한 참여는 약 96.8%의 국민들이 참여하고 있지 않으며, 이를 인지하고 있지 못한 실정이어서 홍보의 강화가 필요하다고 하겠다.

녹색생활 참여자를 성별로 보면 여성이 남성보다 유의하게 대중교통이용(86.3%), 친환경제품구매(65%) 등을 실천하고 있는 것으로 나타났고, 남성이 여성보다 유의하게 교통수단으로 자전거 이용을 많이 실천하고 있는 것으로 나타났다. 이는 여성이 가정에서 주로 소비를 하는 그룹에 속하기 때문에 상품의 구매에 관해서 더욱 많이 실천할 수 있는 기회를 가져 여성의 경우가 남성의 경우에 비해 친환경 제품의 구매에 있어 보다 활발한 실천을 할 수 있었을 것으로 생각된다. 또한 남성의 경우 여성에 비해 자가용 운전자가 많기 때문에 대중교통 이용에 있어 실천이 다소 적게 나타난 것으로 생각할 수 있다.

96) 본 조사는 녹색생활에 대한 인식과 실천여부의 파악을 위하여 일반 국민 1,014명을 대상으로 한국보건사회연구원이 2009년 11월 24일부터 12월 4일까지 실시한 전화조사 결과로서 설문지 및 조사 결과에 대한 자세한 내용은 변용찬 외, 녹색성장과 생활환경, 한국보건사회연구원, 2009에 수록되어 있음.

표 4-1-24 녹색생활 관련 참여자 비율(성별) (단위 : %)

구분	남	여	전체
에너지 절약	89.3	91.5	90.4
친환경 제품 구매	59.4	65.0	62.2
음식물 쓰레기 줄이기	96.6	96.5	96.5
분리수거를 통한 재활용 증진	97.4	98.6	98.0
대중교통 이용***	67.8	86.3	77.2
나무 심고 가꾸기	33.2	28.4	30.8
교통수단으로 자전거 이용***	36.4	20.3	28.2
탄소마일리지운동	3.6	2.7	3.2

주 : N=1014, 카이검정 값 * p 〈.05 ; *** p 〈.0001
※ 자료 : 변용찬 외, 녹색성장과 생활환경, 한국보건사회연구원, 2009.

국민은 기후변화의 심각성에 대한 인식을 공유하고 지속적인 관심을 가져야 하며, 불필요한 에너지 사용을 줄이고 친환경 제품을 우선 사용하는 등 능동적인 저탄소 · 친환경 생활양식(life style)을 실천하는 것이 필요하다. 또한 나무심기, 자연보호 등 자연과 공생하기 위한 행동의 생활화 역시 필요하다.

2 기업체

기업체들은 저탄소 지향적 제품의 개발에 매진하여야 하며, 저탄소 사회의 창조에 기여할 수 있는 기술들을 개발해야만 한다. 또한 기업들은 저탄소 사회의 창조에 기여하기 위해서는 온실가스 배출 감축을 달성할 수 있는 저탄소건축물과 같은 저탄소사업을 추진할 수 있도록 혁신이 필요하다. 그리고 기업 활동이나 생산된 제품에 대한 환경 정보의 표시의무 등을 통해 소비자의 환경문제 인식에 도움이 될 수 있도록 하여야 할 것이다.

3 정부

정부는 녹색생활을 위해 국민을 대상으로 녹색생활 지침 및 기준, 실천방안 등을 마련하고 있다. 2009년 8월 저탄소 녹색성장의 성공을 위해 녹색성장위원회와 각 정부부처가 「저탄소 녹색성장 실천 확산방안」을 마련한 바 있다. 주요 내용을 보면, 범국민 녹색생활운동의 본격화, 녹색생활 인센티브제 강화, 실천지원 시스템의 구축을 기본으로 하여 생활에 있어 실천지침 등을 주요 내용으로 하고 있다.

정부는 이러한 노력과 함께 여러 가지 실천운동을 지속적으로 전개 중에 있다. 환경부를 중심으로 하는 그린스타트 운동, 에너지관리공단을 중심으로 하는 그린에너지 패밀리 운동, 여성부를 중심으로 하는 위그린네트워크 운동 등을 추진 중에 있다. 이와 더불어 녹색생활을 실천할 수 있는 녹색인프라 마련을 위해서도 노력중에 있다. 중앙정부의 이러한 노력들과 더불어 지방자치단체를 중심으로 탄소마일리지제도, 자전거도로의 확충 등을 시행중에 있다.

그러나 정부의 여러 가지 실천운동에 대해서 제대로 인지하지 못하는 국민들이 많은 것으로 나타났다. 녹색생활 시민인식조사 결과 그린스타트 운동에 대해서는 78.5%의 국민이, 그린에너지패밀리운동에 대해서는 82.4%의 국민이, 위그린 네트워크 운동에 대해서는 92.1%의 국민들이 인지하고 있지 못한 것으로 나타났다.

따라서 현재 민간을 중심으로 개인적인 실천 활동은 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타나고 있지만, 정부와 민간이 함께 추진 중인, 즉 녹색생활을 위한 거버넌스의 구축은 이루어지지 못 하고 있는 것으로 판단된다.

한편 정부는 저탄소 녹색성장을 위한 법적 제도적 기반을 구축하고, 범사회적 기후변화 대응하는 역량을 강화하여야 하며, 온실가스 배출 감축을 위한 설비투자에 대한 금융 · 세제 지원과 신 · 재생에너지 · 청정연료 보급 및 핵심기술에 대한 투자 확대 등 다양한 노력이 요구된다.

Ⅳ 녹색생활을 위한 제언

국민의 대다수가 환경문제에 대한 심각성을 느끼고 있고, 녹색성장의 필요성에 대해서도 공감하고 있는 것이 현실이며, 또한 성공적인 녹색성장을 위해서는 녹색생활 실천의 확산은 필요충분조건이라고 할 수 있다. 그러나 현재 민관이 협력하는 녹색 거버넌스의 구축은 미흡한 실정에 있으며, 정부 주도의 녹색생활을 위한 여러 노력에도 불구하고 개인적 수준, 미시적 수준의 녹색생활에만 그치고 있기 때문에 전체적이고 종합적인 녹색생활의 실현에 어려움이 나타나고 있다.

또한 정부 부처들 간의 연계 부족으로 일관성있는 녹색생활의 실현이 어려운 점이 나타나고 있다. 좋은 식단제의 시행에서도 볼 수 있듯 각 부처는 나름의 접근을 하고 있고, 녹색성장을 위한 녹색생활실천운동 역시 각 기관의 독자적인 움직임만 가지고 있기 때문에 전체적인 관점에서 추진되지 못한, 즉 비슷한 운동이 각기 운영되고 있는 까닭에 행정비용의 낭비가 초래될 수 있고, 국민들에게 혼란을 초래할 수도 있다고 하겠다.

이와 더불어 정부의 노력에 대한 홍보가 미흡한 실정이다. 탄소마일리지 제도 등 지방자치단체를 중심으로 운영되고 있는 제도들에 대해 많은 국민들의 인식이 부족한 실정이고, 정부의 녹색생활실천운동 역시 대부분의 국민이 인지하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 전 국민의 녹색생활의 실천을 위해서는 첫째, 정부 부처들의 협력을 통한 체계적인 방안 마련 및 접근이 필요하다고 하겠다. 녹색생활은 다양한 측면의 접근을 필요로 하고, 이러한 접근이 동시에 이루어졌을 때 녹색생활의 성공적인 실현이 가능하기 때문이다. 따라서 각 부처들의 통합적인 접근을 통해 국민들에게 일관성 있는 방향을 제시하는 것이 필요하다고 하겠다.

둘째, 정부가 주도하는 녹색생활이지만, 주민의 참여를 확보할 수 있는 수단의 마련이 필요하다. 녹색생활을 실천하는 장은 지역사회이기 때문에 지역사회를 중심으로 하는 녹색생활의 접근이 필요한데, 이를 위해서 지역사회를 중심으로 녹색생활을 위한 민간단체의 역할이 중요하다. 과거 새마을운동 등의 경험들처럼 현재 시점에서도 이처럼 주민이 주도하는 자치조직의 구성을 통해 주민 스스로가 참여하는 “ME-FIRST”녹색생활운동을 활성화 하여 녹색시민을 양성할 필요가 있다.

또한 친환경상품 보급 및 제품의 온실가스 배출량 · 감축량을 표시하는 온실가스 라벨링 제도 도입 등을 통해 녹색 소비문화를 확산하고, 체계적으로 저탄소 녹색성장을 위한

범국민 실천운동을 전개할 필요가 있다. 이러한 범국민실천운동은 민간주도로 하되, 정부의 재정적 · 제도적 지원이 필요하며, 모든 연령층이 이 운동에 동참할 수 있도록 생애주기에 맞는 인센티브의 제공이 필요하다. 특히 학생이나 청년층의 참여를 활성화할 수 있어야 할 것이다.

셋째, 정부의 다양한 노력들에 대한 홍보 역시 필요한 상황이다. 녹색생활을 장려하기 위한 인센티브의 제공 등이 지방자치단체를 중심으로 이루어지고 있으나 아직 홍보의 부족으로 인해 많은 주민들이 이를 알지 못하고 있고, 그런 까닭에 인센티브의 제공을 통해 정부가 원하는 방향으로 주민들의 행동을 변화시키는 효과적인 정책수단이 제 기능을 다하지 못하고 있다. 따라서 중앙정부 및 지방정부는 새로운 제도의 마련과 더불어 현행 제도의 정착 및 이들이 효과를 나타내기 위한 홍보방안의 마련에 대한 노력도 필요하다.

그리고 어려서부터 저탄소 녹색성장 개념을 이해하고 실천할 수 있도록 초 · 중등 교과과정에 반영하고, 초 · 중등 교육 및 대국민 홍보를 통해 국민의 생활양식 변화 유도하는 등 교육과정에 반영하여야 할 것이다. 청소년을 대상으로 사이버 공간에서의 실천 전략을 제시하는 방안과 함께 지속적인 캠페인, 리플렛 및 동영상 제작 등 다양한 수단을 통하여 실천지침을 보급하여야 할 것이다.

넷째, 새로운 정책수단이 필요하다. 녹색생활을 실천하고 있는 주민들은 실제 자신의 행위에 대한 정보를 제공받기 어려운 것이 사실이고, 실제 국민들은 스스로 에너지 절약, 쓰레기 절감, 대중교통의 이용 등을 실천하고 있다고 하지만, 얼마나 실천하고 있는지에 대한 정보를 제공받기 어려운 실정에 있다.

예를 들어 전기 절약은 현행 제도에 있어 전기요금 고지서에 전월 대비, 전년도 동월 대비 전력사용량 등이 표시되고 있지만 “세제곱미터(㎥)”단위로 표현되어 이것이 얼마만큼인지 와닿기 어려운 실정이다. 따라서 이처럼 어려운 표현이 아닌 전력 사용 절감으로 인해 감소된 이산화탄소의 영향을 표시하는 등 보다 현실적이고 공감할 수 있는 표현방법으로 이를 나타냄으로써 국민들에게 녹색생활의 실천에 대한 정보를 제공하여 녹색생활 실천을 유도하는 것이 필요하다.

또한 식품 등에는 푸드 마일리지나 기타 제품에는 탄소발자국 등 탄소라벨링제도의 전면적인 확산이 필요한 것이다. 또한 이를 활용하여 녹색생활 실천에 대한 인센티브를 강화하는 방안(탄소마일리지와 더불어 다양한 분야에 대한 인센티브 제공 등)을 마련하는 것이 필요하다고 하겠다. 아울러 기업환경정보공시제도 등 제품뿐 아니라 기업의 환경정보 공개를 강화하여야 할 것이며 저탄소 녹색경영을 할 수 있도록 유도할 필요가 있다.

다섯째, 녹색 GDP의 활용을 통해 녹색성장의 정책적 효과성을 측정을 통해 이를 보다

현실적이고 현 시점에서 꼭 필요한 정책의 도출에 활용할 수 있을 것이다. 녹색 GDP는 한 개인이 자연에 미치는 영향을 화폐가치로 환가하여 표현하기 때문에 이를 통해 인간 환경의 변화 수준을 볼 수 있게 한다는 장점을 가지고 있어 녹색 GDP를 활용한다면 현재 정부에서 수행하고 있는 다양한 정책 활동들의 결과가 자연환경에 미치는 영향이 어느 정도인지를 가시적으로 드러나게 하는 기능을 할 것으로 기대된다. 따라서 이러한 녹색 GDP를 매년 추계한다면 현 정부의 녹색성장 및 녹색생활 관련 정책집행에 관한 효과성을 나타내는 중요한 척도로 활용 가능할 것이고, 지표개발 과정에서 제기되는 다양한 이슈들을 살펴봄으로써 현재 지속가능한 발전을 저해하고 있는 요인에 관한 문제점을 찾아보고, 지속가능한 발전을 위한 추진 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대되어 이의 적극적인 활용이 필요하다.

마지막으로 녹색인프라의 구축이 필요하다. 여기서 녹색생활의 실천에 대해 질문한 결과 상당수의 시민들이 녹색생활을 하고 싶지만 할 수 없다는 응답을 보이고 있었다. 특히 대중교통의 이용 등은 도시 거주자가 아닌 농어촌 지역에서는 하고 싶지만 할 수 없다는 응답을 보이고 있었다. 따라서 녹색생활의 실천의 강조와 더불어 녹색마을의 보급, 자전거 도로 확충, 보도 확충을 통한 걷고 싶은 도로 등 녹색생활을 할 수 있는 인프라를 구축하는 것 역시 필요하다고 하겠다.

결론적으로 녹색생활은 이론적인 접근보다는 실생활에서 실제로 활용해야 하는 실천적인 성격이 강하기 때문에 앞으로 이러한 저탄소 녹색성장을 위한 노력에 정부, 기업, 국민이 동참하는 범국민 생활운동으로 승화될 수 있도록 모든 주체의 적극적인 노력이 요구된다.

제2장

에너지·재생에너지

I 우리나라의 지역별 에너지 소비현황

출처_'폐자원 및 바이오매스를 이용한 에너지자립 마을 구축', 카톨릭대학교 대학원 생명공학과, 이택관, 2011

1 1차 에너지 소비

국내 1차 에너지 소비는 지역에너지에서 지역 내 총에너지소비 개념으로 지역에 입지한 전환부문 에너지시설(발전, 가스제조, 지역난방 등)에 소비된 총량 개념의 1차 에너지 소비이다. 국내의 1차 에너지 소비는 전남(44,146천 TOE), 충남(30,721천 TOE), 경북(30,498천 TOE) 순으로 3개 지역이 46.1%를 차지하고 있으며, 이들 지역은 대규모 에너지 생산시설(원자력 및 화력발전소, 석유화학 단지)이 밀집되어 있으며, 또한 에너지소비량이 많은 국가 산업단지들이 입주하고 있다. 경기(21,563천 TOE), 울산(21,043천 TOE), 경남(17,679천 TOE), 인천(15,654천 TOE), 부산(13,551천 TOE), 서울(11,915천 TOE), 강원(5,738천 TOE), 충북(4,495천 TOE), 전북(3,759천 TOE), 대구(3,260천 TOE)순으로 에너지 소비량이 높으며, 서비스 산업 비중이 높고 인구가 적은 제주(1,176천 TOE), 광주(1,570천 TOE), 대전(1,853천 TOE) 지역은 에너지소비가 낮은 수준을 나타내고 있다. 16개 시도별 에너지 수급을 6개 광역권으로 통합할 경우 시도별 소비특성과 상이한 형태의 공급구조를 보이고 있다. 경남권이 22.9%, 전라권 22.2%, 수도권 21.5% 순으로 이들 3개 지역의 1차 에너지 공급량이 평균 20%를 넘어서고 있다. 우리가 대부분의 에너지를 수입하여 소비하고 있다는 점을 감안하면 이들 3개 지역에 정유사 및 LNG기지, 발전시설들이 집중적으로 입지해 있다는 점을 알 수 있다. 다음으로 충청권 16.2%, 경북권 14.8% 순이며, 강원권은 2.5%로 매우 낮은 수준을 보이고 있다.

이들 권역을 시도별로 세분 해보면, 수도권(21.5%)의 경우 경기도가 수도권 전체의 43.9%, 인천 31.9%, 서울 24.3% 순이며, 충청권(16.2%)은 충남이 충청권 전체의 82.9%, 충북 12.1%, 전북7.4%, 광주 3.1%, 제주 2.3%이며, 경북권(14.8%)은 경북 90.3%, 대구 9.7%이며, 경남권(22.9%)은 울산이 40.3%, 경남 33.8%, 부산 25.9% 순이다. 이들 권역별 특성을 보면 충남, 전남, 경북 등 발전 및 산업공단이 입지한 지역 중심으로 에너지 소비가 편중되어 있음을 보여주고 있다.

표 4-2-1 지역별(시 · 도) 1차 에너지 소비량

지역	총에너지	구성비	권역내 구성비
전국	228,622	100	
수도권	49,131	21.5	100
– 서울	11,915	5.2	24.3
– 인천	15,654	6.8	31.9
– 경기	21,563	9.4	43.9
충청권	37,069	16.2	100
– 대전	1,853	0.8	5.0
– 충북	4,495	2.0	12.1
– 충남	30,721	13.4	82.9
전라권	50,651	22.2	100
– 광주	1,570	0.7	3.1
– 전북	3,759	1.6	7.4
– 전남	44,146	19.3	87.2
– 제주	1,176	0.5	2.3
경북권	33,758	14.8	100
– 대구	3,260	1.4	9.7
– 경북	30,498	13.3	90.3
경남권	52,274	22.9	100
– 부산	13,551	5.9	25.9
– 울산	21,043	9.2	40.3
– 경남	17,679	7.7	33.8
강원권	5,738	2.5	100

※ 자료 : 에너지관리공단, 2010[97]

97) 에너지관리공단, '에너지 절약 통계 핸드북', 2010

2 최종 에너지 소비

최종에너지 소비의 경우 수도권이 가장 높은 28.6%를 나타내고, 전라권과 경남권이 각각 22.8%와 20.3%를 나타내고 있어 이들 3개 지역의 비중인 20% 선을 넘어 서고 있다. 충청권과 경북권의 비중은 13.3%, 11.5%이며, 강원권 3.4%로 권역간의 격차는 매우 크다. 수도권의 비중이 높은 요인은 가정 상업 부문(51.9%)과 공공부문(39.9%)이 주된 요인으로 이는 전력소비와 수송부분의 에너지 소비 비중이 높기 때문이다. 전라권과 경남권의 최종에너지소비 비중이 높은 이유는 산업부문의 비중이 각각 32.8%, 22.8%로 높기 때문이다. 산업부문의 경우에는 전라권(32.8%)이 가장 높고, 다음으로는 경남권(22.8%), 충청권(15.4%), 경북권(13.1%), 수도권(12.6%)순이며, 강원권의 비중은 매우 낮은 수준이다. 이는 에너지를 많이 소비하는 산업시설이 전라권과 경남권에 집중되어 있기 때문이다.

수송부문, 가정상업부문, 그리고 공공부문의 경우에는 수도권이 비중이 45.6%, 51.9%, 39.9%를 차지하고 있어 에너지 소비가 수도권에 집중되어 있다는 점을 알 수 있다. 수송부분의 경우에는 석유류 소비가 대부분을 차지하고 있기 때문에 대부분의 수송용 석유류 소비가 수도권에서 이루어지고 있다고 할 수 있다. 가정 상업부문의 경우에는 전력소비와 가스소비가 주요 에너지원이기 때문에 수도권에서의 소비가 51.9%를 차지하고 있다는 것은 전력과 가스소비의 대부분이 수도권에서 이루어지고 있다는 것이다. 공공부분의 에너지는 대부분 전력이 차지하기 때문에 수도권은 공공부문 에너지 소비의 39.9%를 차지하고 있어 전력소비 역시 수도권에서 대부분 소비되고 있다고 할 수 있다. 이와같은 점들을 고려하면 전라권과 경남권은 주로 에너지 다소비 산업시설의 입지에 의한 산업부문 에너지소비가 주를 이루고 있는 반면 수도권은 가정 상업부문과 수송부분을 위주로 주로 수송용 석유 및 전력과 가스 소비가 주를 이루고 있다는 것을 나타낸다.

표 4-2-2 지역별 최종에너지 소비 현황[98] (단위 : 천 TOE)

구분	전국	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권
1차에너지	228,622	49,131	5,738	37,069	50,651	33,758	52,274
(에너지 전환)	57,768	277	-100	14,273	11,735	14,055	17,528
최종에너지	170,854	48,855	5,838	22,797	38,916	19,703	34,746
- 산업	94,366	11,896	3,111	14,575	30,909	12,326	21,548
- 수송	35,559	16,219	1,176	3,777	3,964	3,231	7,191
- 가정상업	36,861	19,117	1,347	4,046	3,637	3,730	4,985
- 공공기타	4,068	1,622	204	399	406	416	1021
지역별 비중							
1차에너지	1.00	0.21	0.03	0.16	0.22	0.15	0.23
(에너지 전환)	1.00	0	-0.00	0.25	0.20	0.24	0.30
최종에너지	1.00	0.29	0.03	0.13	0.23	0.12	0.20
- 산업	1.00	0.13	0.03	0.15	0.33	0.13	0.23
- 수송	1.00	0.46	0.03	0.11	0.11	0.09	0.20
- 가정상업	1.00	0.52	0.04	0.11	0.10	0.10	0.14
- 공공기타	1.00	0.40	0.05	0.10	0.10	0.10	0.25

1인당 최종에너지 소비량(TOE/인)은 울산(19.5), 전남(16.8), 충남(7.8)순으로 높고, 광주(1.5), 서울(1.5), 대전(1.6)등은 낮게 나타나고 있다. 부문별로는 1인당 에너지소비량(TOE/인)을 살펴보면, 1인당 산업부문 에너지 소비량은 울산(16.1), 전남(15.2), 충남(6.0) 순으로 높고, 서울(0.2), 대전(0.2), 광주(0.3)등은 낮게 나타났다. 그리고 1인당 가정 상업부문 에너지소비량은 강원(0.9), 충북(0.9), 서울(0.9)순으로 높고, 제주(0.6), 부산(0.6), 전남(0.6), 경남(0.6) 등은 낮게 나타났다.

광역권별 1인당 최종에너지 소비량(TOE/인)은 전라권(6.88), 충청권(4.68), 경남권(4.48), 순으로 높고, 강원권(3.92), 경북권(3.82), 제주권(1.84), 수도권(2.11)등은 낮게 나타났다. 부문별로는 1인당 산업부문 에너지소비량(TOE/인)은 전라권(5.47), 충청권(2.99), 경남권(2.78), 경북권(2.39) 순으로 높고, 강원권(2.09), 수도권(0.51)은 낮게 나타났다. 또한 1인

98) 에너지경제연구원, '중소도시, 농어촌 난방용 에너지 합리적 공급방안', 2009

당 수송부문 에너지소비량(TOE/인)은 경남권(0.93), 충청권(0.78), 강원권(0.79), 전라권(0.70), 수도권(0.70), 경북권(0.63) 순으로 나타났다. 그리고 1인당 가정 상업부문 에너지 소비량(TOE/인)은 강원권(0.90), 충청권(0.83), 수도권(0.82), 경북권(0.72) 순으로 높고, 경남권(0.64), 전라권(0.64) 등은 낮게 나타났다.

표 4-2-3 지역별 1인당 에너지 소비 (단위 : TOE/인)

지역	1차에너지 소비	최종에너지 소비	산업	수송	가정상업	공공기타
전국	4.75	3.55	1.96	0.74	0.77	0.08
수도권	2.12	2.11	0.51	0.70	0.82	0.07
– 서울	1.19	1.52	0.15	0.43	0.88	0.06
– 인천	6.07	4.00	1.44	1.80	0.71	0.06
– 경기	2.03	2.20	0.63	0.69	0.80	0.08
충청권	7.61	4.68	2.99	0.78	0.83	0.08
– 대전	1.26	1.63	0.24	0.51	0.79	0.08
– 충북	3.03	3.68	1.86	0.85	0.90	0.07
– 충남	16.01	7.79	5.97	0.92	0.81	0.09
전라권	8.96	6.88	5.47	0.70	0.64	0.07
– 광주	1.09	1.45	0.26	0.48	0.64	0.06
– 전북	2.07	2.59	1.14	0.70	0.68	0.08
– 전남	23.84	16.80	15.23	0.87	0.63	0.07
– 제주	2.17	1.84	0.47	0.71	0.57	0.09
경북권	6.54	3.82	2.39	0.63	0.72	0.08
– 대구	1.30	1.74	0.49	0.48	0.71	0.06
– 경북	11.50	5.78	4.19	0.76	0.74	0.10
경남권	6.73	4.48	2.78	0.93	0.64	0.13
– 부산	3.78	1.89	0.43	0.79	0.62	0.05
– 울산	19.67	19.47	16.07	2.07	0.76	0.57
– 경남	5.69	2.29	0.90	0.69	0.63	0.07
강원권	3.86	3.92	2.09	0.79	0.90	0.14

※ 자료 : 에너지경제연구원, 2010

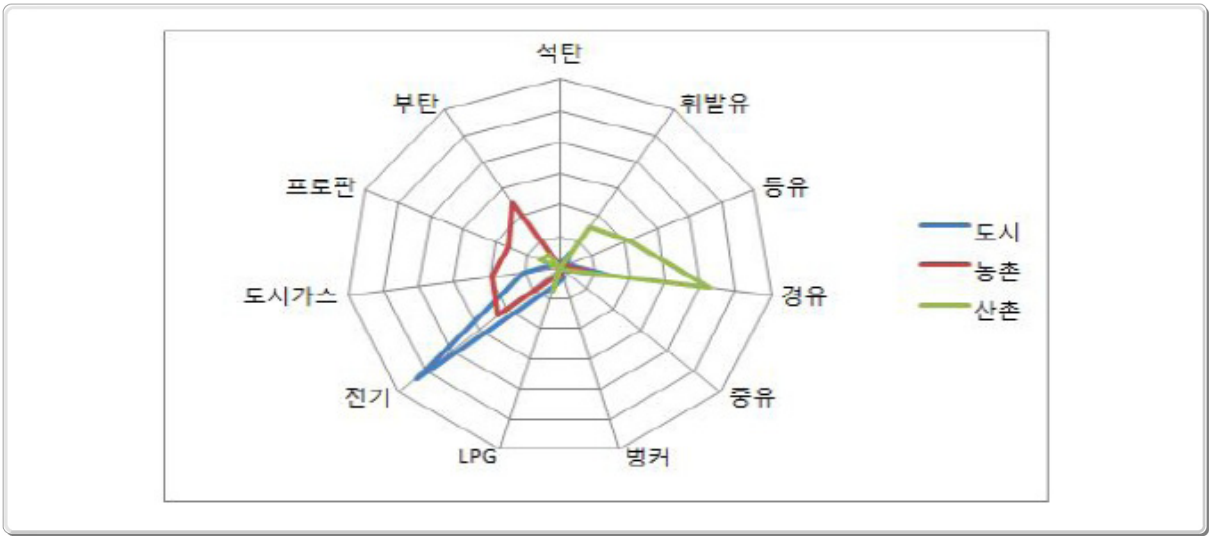
3 도시유형별 에너지 소비형태

각 시 유형별로 에너지 사용의 양상에 차이점을 나타냈다. 도시 유형으로 분류된 시의 경우 에너지 종류별 총 사용량은 전기(53.5%), 경유(13.0%) 그리고 도시가스(10.4%) 순으로 나타났다. 그리고 농촌에서는 부탄・전기・도시가스, 산촌에서는 경유・등유・휘발유 등으로 1차 연료의 사용도가 높은 것으로 조사되었다.

표 4-2-4 도시 유형 시 그룹의 에너지 사용량 및 잠재량 (통계청, 2005)[99] (단위 : 천 TOE)

구분	종류별 에너지 총사용량										
	석탄	휘발유	등유	경유	중유	벙커C유	LPG	전기	도시가스	프로판	부탄
도시	929.9 (13)	3791.6 (5.4)	1633.6 (2.3)	9098.9 (13.0)	257.6 (0.4)	2315.9 (3.3)	3966.0 (5.7)	37462.6 (53.5)	7260.2 (10.4)	1440.7 (2.1)	1906.1 (2.7)
농촌	111.1 (0.4)	636.2 (2.2)	560.3 (1.9)	2280.7 (7.8)	123.2 (0.4)	585.5 (2.0)	670 (2.3)	6814.2 (23.2)	5643.9 (19.2)	4650.8 (15.8)	7284.2 (24.8)
산촌	128.3 (0.12)	16476.8 (15.4)	22916.3 (21.4)	45546.7 (42.6)	593.0 (0.6)	235.2 (0.2)	8026.3 (7.5)	788.7 (0.7)	107.8 (0.1)	6539.4 (6.1)	5605.3 (5.2)

그림 4-2-1 각 시 그룹의 에너지 종류별 사용현황



99) 통계청, '농업 총조사, 어업 총조사, 임업 총조사, 인구 총조사', 2000

4 행정단위별 난방에너지 소비형태

에너지 자립마을은 마을단위의 에너지 소비 형태를 검토할 필요가 있다. 따라서 여기서는 마을 단위에서 소비하고 있는 에너지 소비의 대부분을 차지하고 있는 난방에 이용되는 에너지에 대한 검토를 수행하였다.

현재 국내에서 소비되는 다양한 에너지원 중 가정부문에서 난방용으로 소비되는 주요 에너지원으로는 석유(등유, 중유), 도시가스, LPG(프로판), 연탄, 열에너지, 전력(심야)등을 들 수 있다. 일반적으로 난방형태를 분류할 때 크게 개별난방, 중앙난방, 그리고 지역난방으로 구분한다. 개별난방은 다시 석유, 도시가스 등 에너지원별로 분류되는 반면 중앙난방은 에너지원별로 분류하지 않는데 대부분의 중앙난방은 석유와 도시가스를 난방용 에너지원으로 사용하고 있다. 지역난방은 열에너지로 구성된다.

에너지경제연구원의 "중소도시, 농어촌 난방용 에너지 합리적 공급방안" 연구 보고서에 따르면, 일반가구의 에너지원별 난방형태 분포는 석유사용이 전체가구의 40.3%(576만 가구)를 차지하고 도시가스 난방가구로 37%를 점유한다고 보고하고 있다. 중앙난방 가구의 경우 난방용으로 사용하는 연료가 대부분 석유와 도시가스이므로 실제 석유와 도시가스 난방 가구의 비중은 <표 4-2-5> 보다 클 것으로 판단하였다. 행정단위별로 보면 상당한 차이가 발생하고 있으며, 주로 시에 속하는 동의 경우 도시가스 난방가구가 45.2%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음이 석유 난방가구로 31.7%를 점유하는 것으로 나타났으며, 중앙난방과 지역난방의 경우도 각각 10.2%와 7.9%로 비교적 높은 비중을 차지하였다. 그러나 프로판을 난방용 에너지로 사용하는 가구는 2.4%에 불과하였고, 전기나 연탄 등은 1% 내외의 수준에 그쳤다.

표 4-2-5 행정단위별 난방형태 분포 (단위 : 전 가구, %)

구분	전국		읍부		면부		동부	
	가구수	비율	가구수	비율	가구수	비율	가구수	비율
중앙난방	1,194	8.3	34	2.9	11	0.6	1,149	10.2
지역난방	919	6.4	25	2.2	3	0.1	891	7.9
도시가스	5,298	37	139	12.0	86	4.5	5,073	45.2
석유	5,764	40.3	734	63.3	1,468	76.4	3,562	31.7
프로판	483	3.4	133	11.5	79	4.1	270	2.4
전기	228	1.6	31	2.7	91	4.7	106	0.9
연탄	260	1.8	43	3.7	87	4.6	130	1.2
재래식	108	0.8	15	1.3	84	4.4	9	0.1
기타	56	0.4	6	0.5	12	0.6	38	0.3
계	14,310	100	1,160	100	1,922	100	11,229	100

※ 자료 : 통계청, 2000

반면, 면부와 읍부의 경우 다소간의 차이는 있으나 석유 난방가구의 비중이 각각 76.4%와 63.3%로 크게 높았으며, 도시가스 난방가구의 비중은 읍부가 12.0%, 면부는 4.5%에 그쳤다. 프로판을 난방용 에너지로 사용하는 가구는 동부의 경우 도시가스를 사용하는 가구에 비하여 비중이 크게 낮았으나, 읍부와 면부의 경우는 비슷한 수준이었다. 특히 읍부의 경우 프로판 난방가구의 비중이 11.5%로 높게 나타났다. 전기나 연탄 난방가구도 동부에 비하여 읍부와 면부의 비중이 높았지만 프로판에 비해서는 차이가 상대적으로 적었으며, 가구 비중도 크지 않은 것으로 나타났다. 중앙난방과 지역난방의 경우 읍부에서는 각각 2%대의 점유율을 보였으나 면부에서는 모두 1% 미만이었다.

5 농림 어업 가구별 난방에너지 소비형태

중소도시 및 말단 행정구역은 농림 어업종사 가구가 많아 농림어업 종사 가구의 난방형태를 분석. 통계청이 실시한 농업총조사, 어업총조사, 그리고 임업총조사에 따르면, 2005년 농림어업에 종사하는 가구는 총 145만 가구로 나타났다. 그 가운데 농가는 127만 가구로 농림어업 총 가구의 87.6%를 차지하였고, 어가는 8.4만가구로 5.7%, 그리고 임가는 9.7만가구로 농림어업 총 인구의 6.7%를 점유하여 대부분이 농업에 종사하는 것으로 나타났다.

동에 거주하는 농림어업 전체가구의 난방형태를 살펴보면, 농림어업 전체가구에서 석유를 난방용 에너지로 사용하는 가구는 104만 가구로 71.5%를 점유하는 것으로 나타났다. 인구 총조사 결과와 비교해 보면 농림어업 가구의 석유 난방 비중이 크게 높으며, 전국 석유 난방가구 비중은 25.7%이다. 면부도 66.4%로 농림어업 가구에 비해 석유 난방가구의 비중이 크게 낮았다. 농림어업 가구의 난방형태에서 나타난 두드러진 특징의 하나는 전기 난방가구의 비중이 비교적 높다는 것이다. 농림어업 가구의 전기 난방비중은 석유 난방가구에 비하여 크게 낮은 수준인 13.2%로 나타나고 있지만 전국의 3.3%나 읍부의 5.9%에 비하여 크게 높고 면부에 비해서도 높은 것으로 나타난다.

표 4-2-6 농림어업가구 난방형태(읍면동 기준)[100] (단위 : 천 가구, %)

구분	농가		어가		임가		계	
	가구수	비율	가구수	비율	가구수	비율	가구수	비율
중앙난방	7.3	0.6	0.3	0.4	0.7	0.7	8.3	0.6
지역난방	4.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.3	4.5	0.3
도시가스	48.4	3.8	2.4	2.8	3.2	3.3	54.0	3.7
석유	904.2	71.0	67.5	80.6	68.3	70.3	1,040.0	71.5
프로판	17.4	1.4	1.5	1.8	1.4	1.4	20.3	1.4
전기	170.7	13.4	8.6	10.3	12.4	12.7	191.7	13.2
연탄	65.2	5.1	1.5	1.8	4.2	4.4	70.9	4.9
기타	55.5	4.4	1.8	2.2	6.7	6.9	64.0	4.4
계	1,272.9	100	83.7	100	97.1	100	1,453.7	100

※ 출처 : 통계청, '농업총조사, 어업총조사, 임업 총조사', 2005

행정단위별로는 가장 높은 비중을 보였던 도시가스 난방가구의 비중은 3.7%에 불과하여 연탄 난방가구에 이어 네 번째에 그쳤다. 중앙난방과 지역난방의 경우는 각각 0.6%와 0.3%에 불과한데 이는 아파트 비중이 낮은 주거 형태와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

<표 4-2-7>은 농림어업 가구 중 동지역에 거주하는 가구를 제외한 읍면거주 가구만을 대상으로 난방형태별 가구 분포를 정리한 것이다. 이 경우에도 석유 난방 가구의 비중이 74.6%로 가장 높게 나타났으며, 동에 거주하는 가구를 포함한 경우 보다 비중이 다소 높았다.

표 4-2-7 농림어업 가구 난방형태(읍면 기준)[101] (단위 : 천 가구, %)

구분	농가		어가		임가		계	
	가구수	비율	가구수	비율	가구수	비율	가구수	비율
중앙난방	0.8	0.1	0.0	0	0	0.1	0.9	0.1
지역난방	0.3	0	0.0	0.1	0	0.0	0.3	0.0
도시가스	9.0	0.8	0.2	0.3	0.4	0.5	9.5	0.8
석유	786.0	74.1	57.0	83.6	61.3	73.4	904.2	74.6
프로판	10.0	0.9	0.8	1.1	0.7	0.9	11.5	1.0
전기	148.1	14.0	7.4	10.8	11.1	13.3	166.5	13.7
연탄	55.5	5.2	1.2	1.8	3.6	4.3	60.3	5.0
기타	51.2	4.8	1.6	2.3	6.4	7.6	59.2	4.9
계	1,060.9	100	68.1	100	83.5	100	1,212.5	100

※ 출처 : 통계청, 2005

100) 주 : 동에 거주하는 가구 포함
101) 동에 거주하는 가구 포함

전기난방 가구의 비중은 업종에 관계없이 비슷한 수준을 보였는데 농가에서 14.0%로 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 난방용 으로 연탄을 사용하는 가구의 비중은 5.0%로 전기 다음으로 높았다. 중앙난방을 하는 가구는 900 가구 그리고 지역난방을 하는 가구는 300 가구에 그쳐 동지역을 제외할 경우 이러한 난방형태를 이용하는 가구의 비중은 1%에도 못 미쳤다. 도시가스를 난방용 에너지로 사용하는 가구도 비중이 0.8%에 불과하여 동 지역을 포함하였을 때보다 비중이 크게 낮은 것으로 나타났다.

II 신 · 재생에너지의 이해

출처_'지자체의 신재생에너지 정책 활성화 방안', 경북대학교 대학원, 정일영, 2009

1 신 · 재생에너지의 개념

신 · 재생에너지(New Renewable Energy)의 사전적 의미를 「경제용어사전」에서 찾아보면 "기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지. 지속 가능한 에너지 공급체계를 위한 미래 에너지원을 그 특성으로 한다."고 설명하고 있으며 관련 법 조항을 찾아보면 「신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법」[102] 제2조(정의)에서 "신에너지 및 재생에너지"(이하 "신 · 재생에너지"라 한다)라 함은 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛 · 물 · 지열 · 강수 · 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지라고 정의 하고 8개 분야의 재생에너지(태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물에너지)와 3개 분야의 신에너지(연료전지, 석탄액화가스화, 수소에너지), 총 11개 분야를 신재생에너지로 지정하고 있다.

즉, 신 · 재생에너지란 기존의 석탄, 석유, 원자력, 천연가스가 아닌 에너지로서 기존의

102) 신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법(개정 2008.2.29, 법률 제8899호) 제2조 제1호

화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지이다. 그리고 제도적으로 태양열, 태양광, 바이오매스, 풍력, 지열, 해양, 폐기물의 재생 분야와 연료전지, 수소의 신 분야 등에서 대체 및 혼용하여 사용하고 있으며, 이산화탄소 발생이 없는 친환경성, 재생이 가능하며 고갈되지 않으며 기술 개발에 의해 경제성 확보가 가능한 기술 주도형으로 장기적인 선행 투자나 정부지원이 필요한 공공성의 특성을 가지고 있다.

한편, 양억만(2004)[103]에 의하면 한국의 신·재생의 보급총량 중 대부분은 폐기물을 이용한 에너지인데 이 중에는 국제에너지기구(IEA)가 규정한 신·재생에너지에 속하지 않는 부분이 상당하여 신·재생에너지 개념에 혼란을 가져올 수 있고 . 산자부와 에너지관리공단의 폐기물 에너지 이용현황을 보면 폐가스 등의 소각열 이용 보일러를 통한 에너지가 높은 비중을 차지하는데 이는 거의 대부분 전남 여천의 석유화학단지 및 광양제철소의 폐가스와 울산 정유공장의 부생가스 소각 시 발생하는 폐열회수이다. 하지만 이것은 신·재생에너지라기보다는 기업 입장에서 당연히 해야 하는 에너지 효율적 이용으로 보아야 한다. 국제에너지 기구나 통계자료가 수록된 OECD 국가 중 석유화학공정에서 발생하는 폐가스나 정유공장의 부생가스를 신·재생에너지로 규정한 예는 없다.

제2차 기본계획에서도 2006년 신·재생에너지 보급목표 700만 TOE중 72%인 505만 TOE를, 2011년 보급목표 1,334만 TOE 중 57%인 754만 TOE를 폐기물에 의한 것으로 되어 있다. 목표연도인 2011년 폐기물과 석탄 이용이 신·재생에너지의 거의 60%의 비중을 차지하는데 여전히 폐기물에는 재생가능하지 않은 폐기물(화학공단 등의 폐 부산가스 연소)이 상당히 포함되어 있다(양억만, 2004 : 73~74).

1) 신·재생에너지의 종류 및 현황

신·재생에너지는 각각의 특징과 활용에 따라 다양한 장단점을 갖고 있고 일부 지역적인 제약이 있는 기술의 경우 화석연료를 완전히 대체할 수는 없겠지만, 저마다의 장점을 바탕으로 대체에너지로서 한 축을 담당하게 될 것이며, 수소에너지 같은 경우는 다양한 활용성과 높은 효율, 저장의 용이성 등으로 인해 현재의 석유를 대체할 가장 완벽한 에너지로까지 주목받고 있는 것이 사실이다.

103) 양억만. '신·재생 시장 활성화와 정부정책에 대한 연구', 한국산업기술대학교 대학원, 2004

(1) 태양에너지

태양에너지가 지구의 대기권에 반사되는 에너지양은 2.4*1015kal/min, 또는 1.7*1014kW으로 이중 약 35%는 대기권에서 반사되고, 18%는 대기권에서 흡수되고 바람을 일으키며, 47% 정도가 지구에 도달한다. 일 년간 지구에서 받는 이 에너지양은 연간 세계에너지 소비량의 약 20,000배이며, 지구가 태양으로부터 1~2주 동안 받는 에너지가 지구상에 매장된 전체 화석연료에 상당하다(오석범, 2008 : 130)[104].

태양광발전은 무한정, 무공해의 햇빛을 직접 전기로 바꿀 수 있는 첨단 기술로 다른 발전방식과는 달리 대기오염, 소음, 발열, 진동 등의 공해가 전혀 없는 깨끗한 에너지원으로 연료의 수송과 발전설비의 유지관리가 거의 불필요하며, 수명이 길고, 설비규모의 선택과 설치공사가 쉬운 장점이 있으나, 태양에너지의 밀도와 태양광발전시스템의 변환효율이 낮아 넓은 설치면적이 필요하고 발전단가가 상대적으로 높은 단점이 있기 때문에 실용화를 위해서는 기존발전방식과 경쟁 가능한 가격수준의 저가·고효율 기술개발 및 대량보급이 선행되어야 한다(정재학, 2006 : 1)[105].

표 4-2-8 태양에너지의 장·단점

장점	단점
• 에너지원이 청정·무제한	• 전력생산량이 지역별 일사량에 의존
• 필요한 장소에서 필요량 발전가능	• 에너지밀도가 낮아 큰 설치면적 필요
• 유지보수가 용이, 무인화 가능	• 설치장소가 한정적, 시스템 비용이 고가
• 긴 수명(20년 이상)	• 초기투자비와 발전단가 높음

※ 자료 : 에너지관리공단, 산·재생에너지 센터 자료에서 재구성

(2) 바이오에너지

바이오 에너지란 "생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령이 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지"[106]로서 태양에너지를 받은 식물과 미생물의 광합성에 의하여 생성되는 식물체, 균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물유기체를 일컫는다. 그러므로 바이오매스 자원은 곡물, 감저류를 포함하는 전분질계의 자원과 초본, 임목과 볏짚, 왕겨와 같은 농부산물을 포함하는 셀룰로스계의 자원, 사탕수수, 사탕무

104) 오석범, '우리나라의 신재생에너지 현황', 신재생에너지 백서, 2008
105) 정재학. '신재생에너지 산업 I - 태양광 발전 산업', 화학공학연구정보센터, 2006
106) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(개정 2008,2,29, 법률 제8899호) 제2조

와 같은 당질계의 자원은 물론이고 가축의 분뇨, 사체와 미생물의 균체를 포함하는 동물 단백질계의 자원까지를 포함하는 다양한 성상을 가지고 있다. 그리고 이들 자원에서 파생하는 종이, 음식찌꺼기 등의 유기성 폐기물도 바이오에너지 자원에 포함된다(오석범, 2008 : 145).

<표 4-2-9>에서보는 바와 같이, 세계 바이오연료 수요전망은 다음과 같다.

표 4-2-9 세계 바이오연료 수요 전망

구분	2004	2010		2015		2030	
		RS	APS	RS	APS	RS	APS
미국	6.8	14.9	16.4	19.8	27.5	22.8	42.9
EU	2.0	14.8	16.4	18.0	21.5	26.6	35.6
중국	0.0	0.7	1.2	1.5	2.7	7.9	13.0
기타	6.7	11.1	14.8	15.1	21.3	35.9	55.2
세계	15.5	41.5	48.8	54.4	73.0	92.4	146.7

표 4-2-10 바이오에너지의 장 · 단점[107]

장점	단점
• 풍부한 자원과 큰 파급효과 • 환경 친화적 생산시스템 • 환경오염의 저감 (온실가스 등) • 생성에너지의 형태가 다양 (연료, 전력, 천연화학물 등)	• 자원의 산재 (수집, 수송 불편) • 다양한 자원에 따른 이용 기술의 다양성과 개발의 어려움 • 과도 이용 시 환경파괴 가능성 • 단위 공정의 대규모 설비투자

(3) 풍력

풍력발전은 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생되는 유도전기를 전력계통이나 수요자에게 공급하는 기술로서, 현재의 상업용 풍력발전시스템을 출발시킨 덴마크의 신 · 재생에너지 보급은 1차 에너지 소비량의 15.1%에 달하는 비율로 나타났다(「머니투데이」, 2008)[108]. 1891년 덴마크의 'Poul la Cour'에 의해 처음으로 시작된 풍차를 통한 풍력에

107) 자료 : 에너지관리공단, 신 · 재생에너지 센터
108) 머니투데이, '신재생에너지 확대 전경련이 나선다'. 2008.3.28

너지는 환경친화적인 신·재생에너지의 선두주자다. 현재 가장 널리 보급된 600kW급 풍력발전기는 매년 석탄화력발전소에서 나오는 1,200톤의 이산화탄소를 줄일 수 있기에 일부 시민단체에선 온실가스를 줄일 수 있는 유일한 대안이라고 주장하고 있다(양억만, 2004 : 15~16).

풍력발전은 건설 및 설치기간 등 초기투자비용이 작아 대체에너지로서 높은 경제성을 띄고 있으며 우리나라의 경우 삼면이 바다이고 바람이 많이 부는 편이기 때문에 풍력에너지를 이용하기에 좋은 환경을 갖고 있지만 소음의 발생이 심한편이고, 지리적으로 적합한 환경이 필요한 제약이 따르며, 에너지의 발생이 불규칙하다는 단점이 있다.

(4) 수력

수력발전은 물의 유동에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 것을 말하는데 수력자원은 기존의 대수력을 포함한 일반하천, 하수처리장, 정수장, 농업용저수지, 농업용보, 다목적댐의 용수로, 양식장의 순환수, 양수발전소 하부댐, 기력발전소의 냉각수 이용 등을 이용하는 소수력 자원을 포함한다.

대수력을 제외한 국내 하천의 소수력 보급 잠재량은 1,412MW에 이르고, 기존 설비를 이용한 자원까지 포함하면 약 1,500MW이상의 자원을 보유하고 있으며, 이를 발전량으로 환산하면 5,256GWh(가동률 40% 가정)에 달한다(오석범, 2008 : 149). 현재 우리나라의 소수력발전은 토건비 부담 등의 이유로 경제성 있는 저 낙차, 터널식 및 댐식을 주로 이용하고 있는 실정이다.

(5) 연료전지

연료의 산화(酸化)에 의해서 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 전지로 일종의 발전장치라고 할 수 있으며 산화·환원반응을 이용한 점 등 기본적으로는 보통의 화학전지와 같지만, 닫힌 계내(系內)에서 전지반응을 하는 화학전지와 달라서 반응물이 외부에서 연속적으로 공급되어, 반응생성물이 연속적으로 계외(系外)로 제거되며 가장 전형적인 것에 수소-산소 연료전지가 있다.

에너지관리공단(2008)[109]의 소개에 따르면 수소 외에 메탄과 천연가스 등의 화석연료를 사용하는 기체연료와, 메탄올(메틸알코올) 및 히드라진과 같은 액체연료를 사용하는 것

109) 에너지관리공단,「 신재생에너지 지방보급 2차 착수회의 발표자료, 2008

등 여러 가지의 연료전지가 나왔으며 이 중에서, 작동온도가 300 ℃ 정도 이하의 것을 저온형, 그 이상의 것을 고온형 이라고 한다. 또, 발전효율의 향상을 꾀한 것이나, 귀금속 촉매를 사용하지 않는 고온형의 용융탄산염(溶融炭酸鹽) 연료전지를 제2세대, 보다 높은 효율로 발전을 하는 고체전해질 연료전지를 제3세대의 연료전지라고 하며, 현재는 4세대 연료전지로 고분자전해질형 연료전지에 대한 실용화 및 상용화가 빠르게 진행되어 국내 보일러시장에서 1·2위를 다퉈온 귀뚜라미와 경동나비엔은 사업 다각화 차원에서 연료전지생산 업체와 제휴관계를 맺고 연료전지시장에 진출, 난방 및 온수설비 분야의 녹색산업인 연료전지산업에 신시장 선점효과를 노리고 2009년 현재 양사는 지방자치단체 관공서를 중심으로 115곳에 연료전지 시스템을 설치.

(6) 석탄가스화 · 액화에너지

"석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령이 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지"[110]로 가스화 복합발전기술(IGCC : Integrated Gasification Combined Cycle)은 석탄, 중질잔사유 등의 저급원료를 고온·고압의 가스화기에서 수증기와 함께 한정된 산소로 불완전연소 및 가스화 시켜 일산화탄소와 수소가 주성분인 합성가스를 만들어 정제공정을 거친 후 가스터빈 및 증기터빈 등을 구동하여 발전하는 신기술이며 고효율 발전과 환경친화기술, 다양한 저급연료(석탄, 중질잔사유, 폐기물 등)를 고부가가치의 에너지화 할 수 있는 장점이 있는 반면 설비구성과 제어가 복잡하여 설비최적화, 고효율화 및 저비용화가 요구되고 소요면적이 넓고 시스템 비용이 고가이므로 투자비가 높은 대형 장치산업으로 일부 대기업 중심의 기술개발로 한정된다는 단점이 있다.[111]

(7) 해양에너지

해양에너지란 해양의 조수, 파도, 해류, 온도차 등을 이용한 발전 설비로(최선정, 2007 : 7)[112] 조력과 파력, 온도차를 이용하여 에너지를 얻는 기술을 말한다. 해양에너지의 공통된 특징으로는 깨끗함과 양의 제한이 없다는 점이 있으나 그중 조력발전의 경우 수몰지역이 발생할 수 있고 해안생태계에 영향을 미치며 시설 규모가 크다는 등의 단점을

110) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(개정 2008.2.29, 법률 제8899호) 제2조
111) 에너지관리공단, 신·재생에너지 센터 참조
112) 최선정, '신·재생에너지의 보급 현황과 경제성에 관한 연구', 영남대학교 환경보건대학원, 2007

갖고 있으며, 파력발전과 해양온도차발전의 경우 소비자와의 거리가 멀고 에너지밀도가 작아 발전량에 비해 시설비가 비싼 편이라는 단점을 갖고 있다(김근기, 2008 : 26)[113]. 해양에너지 이용기술은 현재 254kW용량의 시화호 조직발전이 2009년 완공을 목표(553만 Gwn 발전량 규모)로 건설계획 되고 있다(환경부, 2009 : 112)[114].

(8) 폐기물에너지

대통령령이 정하는 기준 및 범위에 해당하는 폐기물에너지는 사업장 또는 가정에서 발생되는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해에 의한 오일화 기술, 성형고체연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수 기술 등의 가공·처리 방법을 통해 고체연료, 액체연료, 가스연료, 폐열 등을 생산하고, 이를 산업생산 활동에 필요한 에너지로 이용될 수 있도록 한 재생에너지이며 특징은 비교적 단시간 내에 상용화가 가능하고 폐기물자원의 적극적인 에너지자원으로의 활용으로 인류 생존권을 위협하는 폐기물 환경문제의 해소가 가능하다(양억만, 2004 : 29~30). 2000년 이후부터 본격적인 연구가 시작된 가스화 분야는 현재 가사화응용로, 합성가스 정체 및 이용기술에 대한 pllot규모의 연구가 주로 진행되고 있다.

(9) 지열에너지

지열에너지자원이란 지하를 구성하는 토양, 암반 및 지하수가 가지고 있는 열에너지자원을 말하며, 특성은 지각, 맨틀을 구성하고 있는 물질 내부의 방사성원소 붕괴(약 83%) 및 지구 생성 시부터 가지고 있는 내부 열의 방출(약 17%)에 의해 지하로 내려갈수록 온도가 증가하며, 지하 20m 심도 하부는 대기온도변화에 영향 받지 않아 일정한 온도를 유지한다는 것이다. 지열 냉난방시스템은 정부의 보급정책지원으로 인하여 2008년도까지 약 15,081RT가 보급되었으며, 2012년에 약 14백억원 정도의 시장에 형성될 것으로 추산하고 있다(환경부, 2009 : 109).

지질자원연구원과 에너지기술연구원(2008)이 산출한 우리나라 심부지열자원 잠재량은 심도 5Km 기준 235,225백만 TOE이며, 이중 가용잠재량은 개발 가능한 발전시설 입지조건을 고려한 결과 부존 잠재량의 6.81%에 해당하는 160.13백만 TOE의 잠재량이 산출되었다(오석범, 2008 : 157~159).

113) 김근기, '화석연료의 고갈과 지구온난화의 해결을 위한 대체에너지의 개발과 전망', 한국외국어대 경영대학원, 2008
114) 환경부, '저탄소 녹색성장을 위한 대응전략 세미나', 2009

(10) 수소에너지

수소에너지는 미래의 청정에너지원 가운데 하나로 수소가 미래의 궁극적인 대체에너지원 또는 에너지매체로 꼽히고 있는 것은 현재의 화석연료나 원자력이 따를 수 없는 장점을 갖고 있기 때문인데 수소는 연소 시 극소량의 질소가 생성되는 것을 제외하고는 공해물질이 배출되지 않으며, 직접 연소를 위한 연료 또는 연료전지 등의 연료로 사용이 간편하고 무한정인 물을 원료로 해 제조할 수 있으며 가스나 액체로 쉽게 저장 수송할 수 있기에 거의 모든 분야에 응용돼 미래의 에너지시스템에 가장 적합한 에너지원으로 평가되고 있는 것이다(정석환, 2007 : 25)[115].

수소저장시스템의 경우, 35Dbar고압수소 탱크에 대해서는 현재 선진국 수준에 근접했지만 70Dbar의 경우 현재 라이너 설계단계로서 기술격차가 다소 있는 편이다(환경부, 2009 : 109).

(11) 기타 에너지

그 밖에 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(개정 2008. 2. 29,법률 제8899호) 제2조 항목에 의거하여 '석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령이 정하는 에너지' 등이 포함된다.

2) 신·재생에너지의 종류와 장·단점

신·재생에너지의 장·단점은 <표 4-2-11>에서 보는 바와 같다.

표 4-2-11 신·재생에너지의 종류와 장·단점

분류	장점	단점
태양열	무공해, 무한량, 무비용	밀도가 낮고, 간헐적, 비경제적 양과 질의 관계가 정비례하지 못함
태양광	햇빛이 있는 곳은 간단히 설치 유지비용 거의 없음 소음과 진동 없음 20년 이상의 비교적 수명이 김	에너지 밀도가 낮아 많은 태양전지 필요로 함 초기 설치비용이 비쌈

115) 정석환, '세계 주요 국가의 에너지 및 원자력 정책에 관한 비교 연구', 한밭대학교 산업대학원, 2007

분류	장점	단점
바이오매스	지구온난화 진행억제에 기여 잠재적 에너지의 가치가 높다	산림고갈의 우려 생물학적 공정이 복잡
풍력	무한정의 청정에너지 설치비용이 적고, 설치 기간 짧음 농사, 목축 등 토지이용의 효율성이 높아짐	바람이 항상 부는 것이 아니므로 이용에 제한
지열	발전 비용이 저렴함 깨끗함	수몰 보상 지역적 편재
해양에너지	깨끗하고 양이 무한함	해안 생태계에 영향 에너지 밀도가 작음 시설비가 비싸고 소비자와 거리가 멈
폐기물에너지	에너지회수 경제성이 비교적 높다 쓰레기양을 줄일 수 있다 환경오염의 방지 효과 기대	고도의 기술과 연구개발이 요구 폐기물 처리과정에서 또 다른 환경오염 우려
수소에너지	공해물질 거의 배출하지 않음 사용이 간편하다 가스나 액체로서 쉽게 수송 가능 다양한 형태로 저장용이 사용 후에 물로 재순환 된다 다양한 분야로 활용 가능	

※ 자료 : 에너지관리공단(2008), 신·재생에너지센터 자료에서 재구성

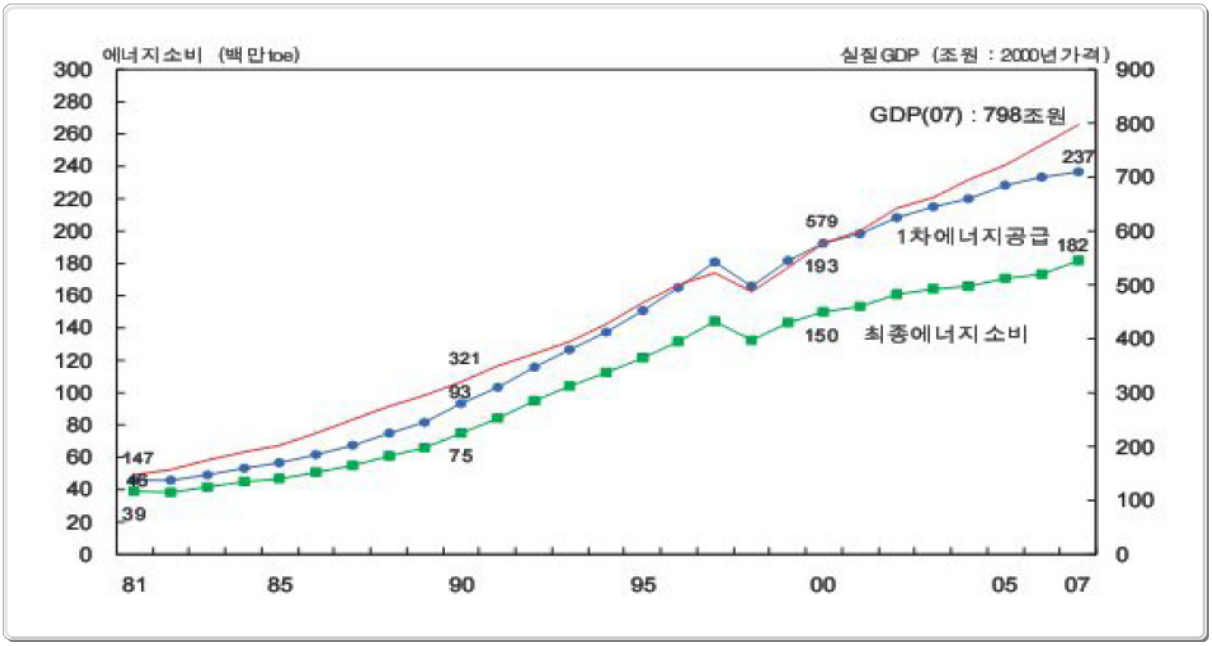
2 신 · 재생에너지의 필요성

우리나라는 1998년 IMF의 영향으로 경제가 마이너스 성장을 하기 전까지의 1985~1997년 12년간 에너지 소비 증가율이 매년 10%이상을 기록하는 매우 높은 증가율을 보였으며 2000년 6.4%의 증가율에 이어 최근 고유가의 영향과 경제 침체로 인한 상황 속에서도 4.1%의 증가율을 기록하고 있다.

국내에너지 소비 및 경제성장 추이를 <그림 4-2-2>에서 보는 바와 같이, 에너지 수입 증가율이 2005년에서 2006년 28.3%, 2006년에서 2007년 11.0%의 높은 증가율을 나타내

고 있는데 2007년 기준 에너지수입액은 약 949억8천 달러로 이는 수출 1, 2위 품목인 반도체와 자동차 수출액의 합계보다도 크기에 비용 문제에 있어서도 심각한 문제가 되고 있는데 신·재생에너지는 에너지의 해외 의존도를 낮추고 에너지 수급 불안정에 대비하여 에너지를 확보할 수 있는 에너지원이다.

그림 4-2-2 국내 에너지소비 및 경제성장 추이(1981~2007년)[116]



또한 환경적으로도 우리나라는 세계적으로 매우 많은 양의 온실가스를 배출하고 있다는 좋지 못한 이미지를 갖고 있기에 신·재생에너지개발의 필요성은 날로 더해만 가고 있다. 현재 신·재생에너지개발에 앞장서고 있는 일부 선진국에서는 이미 태양열이나 풍력에 의한 에너지 사용이 실용화 단계에 접어들고 있다. 미국, 유럽, 일본 등은 대체로 장기적인 계획아래 신·재생에너지 사용 비율을 높이기 위해 여러 가지 정책적 지원과 연구를 아끼지 않고 있는 실정이지만, 이에 비해 우리나라는 여전히 원자력 위주의 에너지정책을 벗어나고 있지 못하고 있으며, 오히려 2015년까지 전체 에너지 사용 비율 중에 원자력 에너지 비중을 34.2% 까지 확대하기 위한 방침을 세워놓고 있다. 반면 신·재생에너지 개발은 걸음마 단계를 벗어나지 못하고 있어, 20년 후의 에너지 수급 불균형, 50년 후의 에너지 고갈상태에 대한 대비가 절실한 상태이다.

116) 자료 : 에너지관리공단, 신·재생에너지 백서, 2008

1) 재원 측면

인류는 증기기관을 발명하고 석탄을 비롯한 화석연료를 에너지로 활용하게 되면서 종전에는 생각지도 못할 정도의 발전을 이룩해왔다. 그만큼 에너지는 우리에게 지대한 영향력을 미치고 있다. 에너지가 이처럼 중요하고, 우리는 많은 에너지를 소비하며 살고 있지만, 유감스럽게도 현재 우리의 주 에너지원이라고 할 수 있는 석유, 석탄 등의 화석연료는 곧 고갈될 것이라는 전망이다.

2005년 8월 기준의 세계 석유추정매장량 통계를 보면 1,265,811,583천 배럴, 천연가스 추정매장량은 6,076,494십만ft^3로 조사되었는데(김근기, 2008 : 15)[117] 앞으로 석유는 40년, 천연가스는 60년 정도의 쓸 수 있는 양 정도로 볼 수 있다. 그나마 석탄은 100년 정도의 양이 남아있다고는 하지만, 사용하기 불편하고 많은 오염물질을 배출하는 석탄은 전 세계적으로 이미 사용량이 줄어들고 있는 실정 속에 인류는 계속해서 증가하고 있고, 개개인은 점점 더 많은 에너지를 필요로 하고 있는 관계로 그나마 남아있는 자원도 더욱 빠르게 고갈될 전망이다.

2) 환경 측면

김근기(2008)는 화석 연료의 사용은 비단 에너지의 고갈 문제만이 아니며 우리가 당장 사용가능한 에너지원의 고갈 외에도 또 하나의 큰 문제가 바로 환경오염으로 화석 연료가 그동안 산업 발전의 원동력이 되면서 인류는 많은 혜택을 누린 것이 사실이지만, 그만큼 무절제한 개발과 남용으로 인해 심각한 환경오염을 초래한 것도 사실이기에 화석연료의 사용으로 대기오염과 산성비, 사막화, 지구온난화, 생태계 파괴, 오존층 파괴 및 이루 헤아릴 수 없는 많은 오염이 지구상에 생겨나거나 심화되기 시작했다고 했다.

그 중에서도 가장 우려스러운 부분은 화석 연료의 연소로 인한 이산화탄소의 발생인데 화석연료가 에너지화 되는 과정에는 필연적으로 온실가스가 배출된다. 이산화탄소는 어떻게 보면 생명체가 살아가는 데에 필수불가결한 요소로 작용할 수도 있지만, 온실효과를 일으키는 대표적인 온실가스 중의 하나로 밝혀지면서 문제의 심각성이 대두되고 있다.

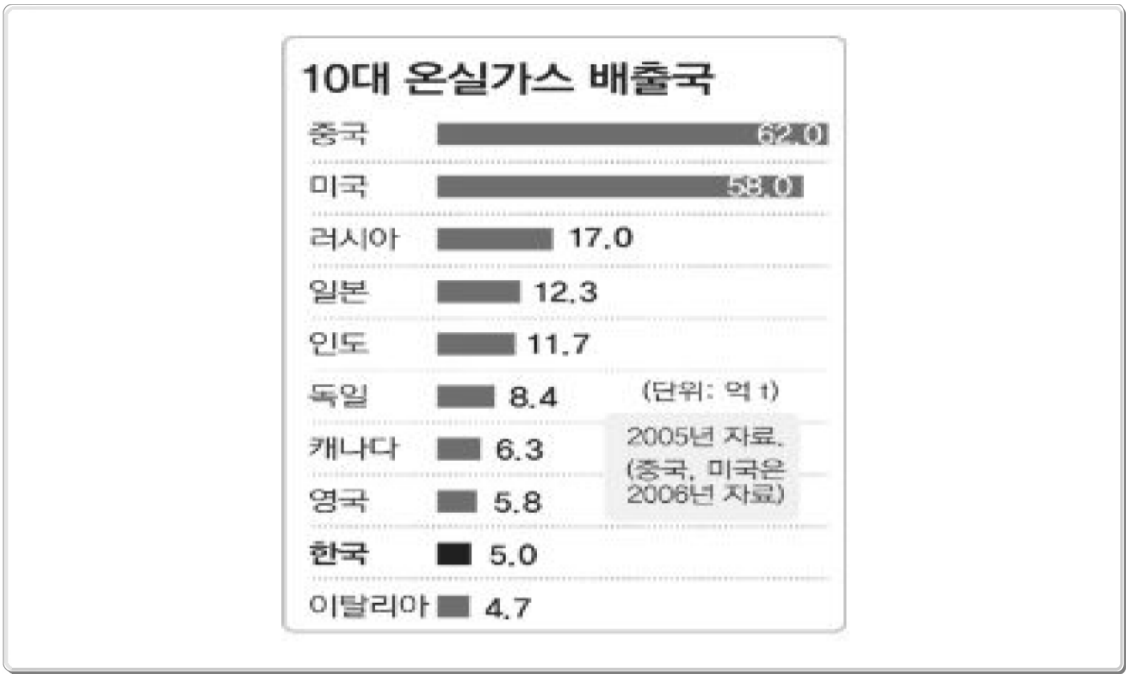
상대적으로 이산화탄소의 온실효과는 다른 온실기체보다 미미하지만 대기 중에 절대적으로 많은 이산화탄소의 농도가 증가되었고 자연스럽게 태양열의 반사과정에서 열이 과

117) 김근기, '화석연료의 고갈과 지구온난화의 해결을 위한 대체에너지의 개발과 전망', 2008

다하게 흡수되어 지구의 열균형에 변화가 발생하게 된 것이며 이런 과정으로 지구가 지나치게 더워지는 '지구온난화(global warming)'현상으로 발전하게 되었다.

기후변화 협약에 의거, 우리나라는 2차 공약 기간 중(2013~2017년) 온실가스 감축의무 부담이 가시화될 전망으로 산업자원부가 발표한 온실가스 배출량은 2005년 기준 세계 9위에 해당하며 우리나라가 감축의무 부담 시 산업 경제활동에 미치는 영향은 커지게 된다.

그림 4-2-3 10대 온실가스 배출국[118)]



곧 고갈될 전망과 함께 인류의 생존을 위협하는 기후변화를 초래하는 화석연료의 사용을 계속하는 것은 위험하다 못해 무책임한 행위라고 볼 수 있기에 무언가 화석연료를 대신할 수 있는 대책을 마련해야 한다. 대체에너지, 혹은 신·재생에너지는 에너지 발생 시 화석연료를 사용하지 않기 때문에 황화물(SOx), 질산화물(NOx), 미세먼지 등 환경오염물질의 배출이 없으므로 환경 친화적이다.

3) 기술 측면

신·재생에너지는 그 등장이 화석연료의 문제점들을 보완하고 대체하기 위해 등장하였다고 봐도 무방할 것이며 신·재생에너지가 갖는 특징들은 자연스럽게 기존의 화석연료

118) 자료 : 동아일보 그래픽뉴스(2009년 3월 19일)

가 갖고 있는 문제점들의 보완점으로 말할 수 있을 것이다.

따라서 기존 화석 에너지의 단점이었던 환경 파괴적이고 한정된 양을 개선하고 보다 수준 높은 기술력을 바탕으로 한 안정적 자원 확보와 높은 효율성을 들 수 있을 것이다.

기존 에너지원의 단점을 극복할 수 있는 이러한 특성 때문에 신·재생에너지는 자연스레 중요성을 갖는다. 즉, 기존의 석유 중심 경제체계와 건축물을 비롯한 모든 환경을 개선하고, 대체해야하는 등의 막대한 초기투자와 장애요인에도 불구하고 두 가지 치명적인 문제점들(화석연료의 고갈과 환경문제)을 해결하기 위해 선진국들을 중심으로 연구개발에 과감한 투자를 아끼지 않고 있는 실정이다.

지금은 어느 정도 다시 유가가 안정되고 가격이 다소 낮아졌지만, 2008년 한때만 하더라도 거침없이 뛰어오르는 유가로 인해 나라 경제 자체가 휘청거린 적이 있었다. 이렇듯 최근 유가의 불안정과, 지구온난화 등의 환경 문제로 인한 기후변화협약의 규제, 그리고 앞선 기술력을 바탕으로 기존에너지원 대비 가격경쟁력을 확보 했을 시에는 엄청난 에너지산업으로서 경제적인 특수까지도 노려볼 수 있으며 특히 태양광, 풍력 등의 신·재생에너지 개발 산업은 세계적으로 연평균 20~30%의 높은 성장률로 IT, BT, NT[119] 산업과 더불어 차세대 산업으로 급부상하고 있다.

Ⅲ 우리나라 에너지 자원의 현황

1 우리나라 에너지 자원의 실태

1) 빈약한 에너지 부존량

우리나라는 에너지 부존자원이 빈약하여 총 에너지의 90% 이상을 수입에 의존하고 있다. 더구나 국내 에너지 소비의 60%이상을 차지하는 석유는 전량 수입하고 있으며 에너

119) IT(information technology), BT(biotechnology), NT(nano-technology)

지 자립도는 20%에도 미치지 못하고 있고 에너지원별 수급에 있어서도 1960년대는 주로 무연탄과 신탄이 주종을 이루었으나 근래에 경제 규모가 확대되어 산업구조의 고도화로 수입에너지인 석유, 유연탄, 천연가스, 원자력이 위주로 수급체계가 바뀌고 있어 96%~97%에 달하는 에너지원의 수입의존도와 석유의존도는 심화되고 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 계속될 전망이다.

표 4-2-12 에너지 소비량과 수입의존도 (단위 : TOE(석유환산톤))

연도	1차 에너지 소비량				
	수입 에너지		국내생산 에너지	수입 의존도(%)	에너지 자립도(%)
	합계	석유			
2000	187,485	100,280	32,645	97.2	16.9
2001	193,105	100,385	33,339	97.3	16.8
2002	202,671	102,415	35,741	97.1	17.1
2003	208,339	102,380	39,143	96.9	18.2
2004	213,054	100,639	39,863	96.7	18.1
2005	221,408	101,527	43,909	96.8	19.2
2006	225,179	101,831	45,380	96.5	19.4
2007	228,394	105,495	38,791	96.6	16.4

2) 장기 전원개발 계획

계속 늘어나는 전력수요에 맞추어 전력을 공급하는 일은 매우 중요하다 이를 위해 화력, 수력, 원자력 등 여러 가지 에너지원의 기술적, 경제적 특성을 살린 최적운용으로 안정적인 전력 공급량을 확보하는 것이 에너지 정책의 주요한 과제가 되고 있다.

우리나라의 전원개발계획을 보면 1995년부터 2010년까지 유연탄 발전소 29기, 원자력 19기를 비롯하여 천연가스, 석유발전소 등 총 122기 5천7백만Kw의 발전설비를 새로 건설하고, 36기 650만Kw의 노후 발전소를 폐지 2010년의 총 발전설비는 7천955만Kw로서

1995년 설비용량의 2.5배가 되는 것으로 계획되었다. 이에 따라 원자력 발전소는 2010년 말의 총 설비 중 원자력설비 구성비는 33.3%에 이를 전망이다.

3) 늘어나는 전력수요

전력수요는 산업이 고도화되고 생활이 넉넉해질수록 더욱 늘어나게 된다. 전기는 사용하기 편리해지고 깨끗하며 조작하기 쉬운 에너지이기 때문이다. 우리들의 풍요로운 문화생활도 경제활동을 통하여 이룩되는 것이며 전기는 이러한 경제활동을 뒷받침하는 동력원이다. 뿐만 아니라 21세기 첨단 정보화 사회 역시 전기를 빼놓고는 상상조차 할 수 없다.

우리나라의 전력소비 증가율은 꾸준히 증가해 왔으며 앞으로도 제조업설비 투자증가, 지하철 추가 개통, 및 철도의 전철화, 여름철 에어컨 사용의 증가 등으로 매년 약 400-500만Kw의 발전설비 증설이 필요할 것으로 전망되고 있다.

표 4-2-13 전력소비 증가추이 (단위 : GWH)

연도	산업부문			수송부문		가정·상업			공공·기타		총 전력 소비
	합계	제조업	비 제조업	합계	철도	합계	가정	상업	합계	공공	
2000	132,260	125,952	6,308	2,037	2,037	91,753	37,102	54,651	13,486	13,486	239,535
2001	135,791	128,732	7,059	2,257	2,257	104,707	39,211	65,496	14,976	14,976	257,731
2002	144,454	137,143	7,311	2,271	2,271	114,639	42,278	72,360	17,088	17,088	278,452
2003	150,387	143,238	7,149	2,331	2,331	123,083	44,572	78,511	17,798	17,798	293,599
2004	158,337	150,557	7,780	2,475	2,475	132,005	48,615	83,389	19,279	19,279	312,096
2005	166,813	158,489	8,324	2,601	2,601	142,248	50,873	91,375	20,751	20,751	332,413
2006	174,661	165,973	8,689	2,534	2,534	149,799	52,522	97,277	21,725	21,725	348,720
2007	186,252	176,973	9,279	2,433	2,433	157,131	54,174	102,957	22,790	22,790	368,605

※ 자료 : 에너지관리공단, 에너지통계(2009년 4월 6일)

4) 대체에너지 개발

최근 환경문제가 전 세계적인 문제로 떠오르면서 태양력이나 풍력 같은 자연에너지 개발에 관심이 모아지고 있다. 그러나 이러한 자연에너지는 잠재적 활용가능성은 있지만

에너지 밀도가 낮고 간헐적으로 밖에 이용할 수 없는 등의 단점을 지니고 있어 실용화하는데 많은 제약이 따른다.

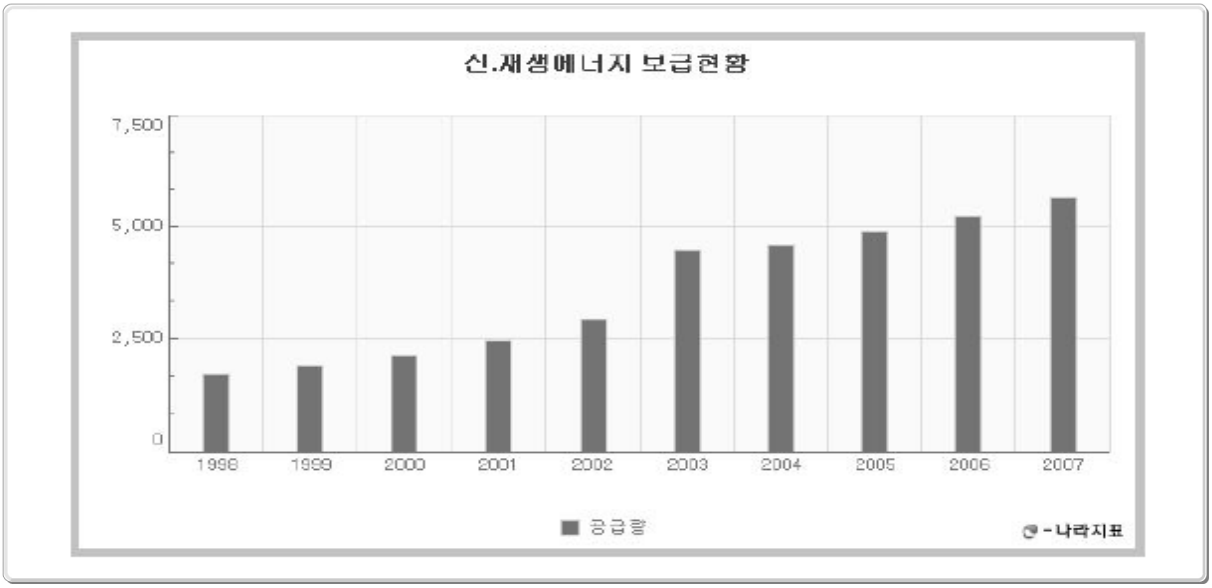
태양열이나 풍력은 햇빛이 비치거나 바람이 부는 시간이 아니면 발전이 되지 않으므로 반드시 보조설비를 갖추어야 한다. 또 집열판이나 풍차를 설치하면서 넓은 공간이 필요한데, 국토가 좁고 산이 많은 우리나라에서는 그만한 땅을 확보할 여건이 쉽지 않다.

조수간만의 차를 이용하는 조력은 서해안에 일부 개발 가능한 지역이 있으나 현재로서는 경제성이 없는 것으로 나타났다. 끊임없는 연구개발로 실용화를 추진할 경우 국내 에너지 수요의 약 3%정도를 자연에너지가 충당 할 것으로 예상하고 있다.

2 신 · 재생에너지 공급 현황

<그림 4-2-4>와 <표 4-2-14>에서 보는 바와 같이, 2003년에 큰 폭으로 증가하여 꾸준히 신 · 재생에너지의 보급이 늘어나기 시작해 현재 503만 8천 TOE정도에 해당하는 에너지가 공급되고 있으나 우리나라의 신 · 재생에너지 보급률은 폐기물이 그 대부분을 차지하고 있고, 폐기물과 함께 수력과 바이오에너지 정도가 공급되고 있다고 볼 수 있으며, 아직 태양열, 태양광, 풍력, 지열 등의 신 · 재생의 보급은 미미한 실정이다.

그림 4-2-4 10대 온실가스 배출국[120)]



120) 자료 : 통계청, e-나라지표(2009년 4월 6일)

표 4-2-14 신·재생에너지 원별 공급량[121] (단위 : 천 TOE)

구분	폐기물	수력	바이오	태양열	풍력	태양광	지열	계
공급량	3,769	1,082	135	361	118	25	14	5,038
비율(%)	74.8	21.5	2.7	0.7	0.2	0.1	0.0	100

3 주요 국가의 신·재생에너지 동향

2008년 세계에너지기구(IEA)는 각국 정부가 실행하거나 채택한 에너지 정책들의 효과를 반영한 세계에너지 전망을 발표하였는데 1차 에너지 수요는 세계적으로 연평균 1.6%씩 증가하여 2030년에는 2006년 대비 45%가 증가한 170억 TOE에 도달될 것으로 전망하였다.

표 4-2-15 주요국가의 신·재생에너지 정책

영국	2005년 4.9%인 신·재생에너지 비율을 2010년 10.4% 계획
호주	태양광 발전용량 4달러/1W 예산 지원
독일	2050년까지 신·재생에너지 사용비율 50% 계획
일본	바이오에탄올 세금 감면 등 담은 '신연료기본법' 추진
덴마크	신·재생에너지 비중 2025년까지 30% 달성
미국	향후 10년간 석유소비의 15% 바이오 에탄올로 대체

표 4-2-16 국가별 신·재생에너지 보급 현황

구분	스웨덴	덴마크	영국	프랑스	미국	독일	일본	한국
보급현황	30.5%	16.8%	2.3%	6.9%	5.0%	7.2%	3.1%	2.3%

※ 자료 : OECD 신재생에너지 통계(2007년 기준)

121) 자료 : 에너지관리공단, 에너지통계(2009년 4월 6일)

에너지관리공단의 자료에 따르면 유럽 쪽에서 보다 높은 신·재생에너지의 보급과 사용이 이루어지고 있으며 미국, 일본등도 그 비율을 높이고 있으나 우리나라의 경우 국제적으로 낮은 신·재생에너지 보급률을 보인다는 것을 알 수 있다. 이러한 보급률의 차이는 신·재생에너지에 대한 국가적 차원의 노력에 해당하는 개발투자현황에 나타나 있는데 국제에너지기구에서 발표한 국가별 개발투자 현황에 보면 한국의 투자금액은 2004년까지 기준으로 미국의 1/25, 일본의 1/15 수준에 그치고 있었다.

국제에너지기구는 에너지수요의 증가세에 대응하는 에너지 공급능력 확충을 위해 2007년 불변가격기준으로 2007~2030년간 총 26조 달러 규모의 투자가 필요할 것으로 예측하고 있으며 투자 소요액은 전력생산능력 확충과 석유와 천연가스 탐사 개발에 필요할 것으로 전망하고 있다.

신·재생에너지원별 투자전략을 보면, 미국(68.9%), 일본(89.3%), 독일(80.8%) 등 세계선진국들이 3대 중점분야(수소 ·연료전지, 태양광, 풍력)에 집중투자하고 있음을 알 수 있다. 이는 한정된 투자액으로 기술개발 및 보급의 효율성을 향상시키기 위한 것으로, 기술개발의 파급효과가 크고 실용화 및 보급가능성이 높은 3대 중점분야를 육성하여 다가올 수소경제(Hydrogen Economy)시대에 대비하기 위한 것이다(유경석, 2007 : 17).

에너지 고갈과 지구온난화를 극복하기 위해서는 에너지를 효율적으로 사용하면서 다른 한편으로는 온실기체를 방출하지 않거나 적게 방출하는 에너지자원을 개발하여 사용하는 것이 필요하다.

1) 유럽 연합(EU)

유럽연합(EU)에서는2020년 재생에너지 공급 목표는 최종에너지의 20%(발전량의 34%, 수송용 연료의 10% 목표)의 목표로 하고 있다(환경부, 2009 : 106).

또한 덴마크와 독일, 네덜란드를 중심으로 풍력발전이 급속히 증가하고 있다. 태양에너지, 바이오매스, 지열에 대한 관심과 이용도 크게 늘어나고 있다. 덴마크에서는 70년대 초 오일쇼크 이래 풍력자원 개발에 힘을 쏟은 결과 풍력발전 기술과 풍력터빈 수출에서 세계 최고의 자리를 차지하게 되었고, 1999년에는 전체 전력수요 중 8% 가량을 풍력으로 공급했다. 그리고 2030년에는 전체 전력의 50%를 풍력으로 충당할 계획을 세우고 풍력발전 확대를 대단히 야심적으로 추진하고 있다.

2) 독일

독일에서는 200년에 1차 에너지 중 재생가능에너지의 비율이 2.6%였다. 여기에 유기고형폐기물과과 수력도 포함되었는데, 수력은 2.6% 중 20%이하를 차지했다. 2003년에는 재생기능에너지 비율이 1차 에너지 중 3.1%, 전체 전력 중 7.9%로 증가했는데, 2020년 재생에너지 공급목표는 최종 에너지의 80%(1차 에너지 10%, 발전량의 20%, 수송용 연료의 6.7% 목표)로 잡고 있다(환경부, 2009 : 106).

세계에서 가장 많은 풍력발전 용량을 가지고 있는 독일에서는 풍력으로 전체 전력수요의 2% 가량을 공급하고 있는데, 이 비율은 앞으로 급격히 늘어나서 2010년에는 10%까지 증가할 것으로 예상된다. 태양광 발전도 독일 정부에서는 10만 지붕 프로그램이라는 제도를 도입해서 지원하고 있고, 또한 최근에는 여기서 발전된 전기를 1kWh당 약 550원으로 매입하도록 재생가능전기법이란 법을 제정해서 시행하기 때문에 급속한 증가를 보일 것이다.

이러한 제도에 힘입어서 앞으로 최적의 조건에서 태양광 발전이 확대될 경우 2010년에는 태양전기가 독일 전체전력의 약 1%를 담당할 수 있을 것으로 예측된다. 또한 독일 정부는 2050년까지 재생가능 에너지의 비율을 50%로 늘리기 위해 매 10년마다 재생가능 에너지의 비율을 거의 두 배씩 증가시키는 것을 목표로 잡고 있다(한국신·재생에너지협회, 2007 : 60).

3) 미국

미국에서는 1980년대에 캘리포니아 지역에서 대단위 풍력 발전단지가 들어서서 세계 풍력발전을 선도하다가 90년대에 들어 독일과 덴마크에 주도권을 내주었지만, 1999년 6월에는 이들 나라에 빼앗긴 선두 자리를 되찾기 위해 2005년까지 풍력발전 용량을 1999년의 2배, 2010년에는 4배로 늘리고, 2020년까지 전체 전력의 5%를 공급할 수 있도록 하겠다는 계획을 발표했다.

또한 주(州)별로 RPS와 기준가격의 무구매제(FIT), 요금상계제도(Net Metering)등의 보급정책을 시행하고 있다(환경부, 2009 : 106).

4) 일본

2010년 신에너지 공급목표는 1차에너지 3%로 목표를 가지고 있다. 또한 2007년 RPS법 개정을 통해 2014년까지 신에너지 발전 비중을 1.63%(16TWh)까지 확대 (2002년 기존 계획 : 2014년까지 발전비중 1.25%), 2008년 Cool Earth 프로그램(중점분야 기술개발 및 산업화 지원)도입을 하였다.

5) 중국

중국은 2020년 재생에너지 공급목표는 1차 에너지의 15%를, 수력 300GW, 풍력 30GW, 바이오매스 30GW, 태양광 1.8GW를 목표하고 있다. 또한 재생에너지개발 주요계획은 2006~2011년 11차 5개년 계획)에 풍력, 태양광, 수력 등의 기술개발 및 보급에 관한 구체적 계획 수립을 진행 중에 있다(환경부, 2009 : 106).

4 신·재생에너지 정책에 관한 분석

1) 중앙정부 주도의 신 · 재생에너지 정책 분석

(1) 정책 개요

기존 화석연료의 고갈은 예정된 수순이며 그로 인한 환경오염문제 또한 심각해지고 있는 현실에서 이를 극복하기 위한 에너지 정책이 필요시점으로, 자원고갈에 대한 우려와 기후변화를 극복할 수 있는 에너지 시스템의 전환은 세계적으로 관심이 집중되어 있기에, 현재 우리 정부는 신·재생에너지 공공의무화 사업을 통해 국가기관이나 지방자치단체, 정부투자 출자기관 등 공공기관의 신·재생에너지 설비 설치를 의무적으로 투자하도록 하고 있다. 또한 산업자원부의 「제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급기본계획」에 따르면 발전차액지원제도를 향후 우리나라 신·재생에너지 보급 확대정책의 핵심으로 삼아 일정기간 동안 신·재생에너지구매를 보장한다. 태양광주택보급사업 및 신·재생

에너지 설비에 대해 설치비의 일정부분을 정부에서 무상보조하기도 하고 신·재생에너지 기업의 설립이나 동 산업에 투자할 경우 융자지원 및 세액공제를 지원하고 있다. 여기에 지방자치단체를 주관으로 기반구축사업과 시범사업을 진행하여 다양한 지역에너지 사업을 추진하고 있지만 신·재생에너지 개발 및 보급 지원의 문제점은 낮은 경제성으로 인해 자생적 시장창출이 어려워 정부 재정에만 의존하고 있다. 또한 정부의 투자규모도 작기 때문에 연구개발 기반이 취약하여 기술개발이나 생산이 어렵다. 따라서 정부의 확고한 정책이 실현되지 않는 이상 우리나라의 신·재생에너지 부분은 둔화된 상태로 지속될 것이다.

산업자원부와 에너지자원개발본부의 2007년 제1차 자원개발전문위원회 회의자료(안건번호 제2006-2호)에 따르면 현재 자원개발은 단순한 지분참여 형태의 유전개발이 아닌 탐사권 및 운영권 확보와 같은 자주개발 사업을 확대하고 있다.

정부는 기술개발 및 인력양성, 기반구축을 위해 2006년 기준으로 총 1조 7,150억원을 전력분야, 에너지자원분야, 신·재생에너지분야에 투자하고 하였으며, 현재 한국의 에너지 기술은 선진국 대비 60.2%로 2030년경에는 선진국 수준에 도달할 것으로 전망되어진다. 산업자원부에 따르면 향후 10년 동안은 선진국의 기술을 모방 연구하여 2015년까지 연평균 2.2% 가량 증가할 것으로 보이나, 2015년 이후에는 선진국의 핵심기술을 쉽게 얻지 못할 것으로 전망된다. 자국의 에너지안보에 대한 우려와 함께 에너지기술 수출은 국가경제의 핵심으로 나타날 것이기 때문이다.

우리나라의 신·재생에너지 제1차 기본계획(1997~2006)은 기술개발 중심으로 수입되었으나 보급에 대한 중요성을 인식하면서 제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2003~2012)이 2003년에 수립되면서 기술개발을 포함한 보급 활성화를 위한 다양한 제도가 포함되었다(민여경, 2006 : 12)[122].

초기 에너지 정책은 에너지의 안정적인 확보였다면, 현재는 에너지의 자주개발과 정상자원외교를 통한 보다 적극적인 형태로 접근하고 있다. 참여정부에 들어와 석유와 가스 확보매장량이 140억 배럴로 증가하였고, 2006년에 정상자원 외교를 통하여 5대 대형광구를 확보함에 따라 자주개발이 증대 되고 2002년 141개에서 2006년 218개로 대폭 증가하는 추세를 보이는 등 양적인 성장도 있었으나 경쟁국들과 비교하여 볼 때 매우 취약한 상황이다.

122) 민여경, '재생가능 에너지 교육 현황 분석', 이화여대 교육대학원, 2006

더욱이 정부가 주력해온 풍력, 태양광, 연료전지 등의 활용이 1% 미만이며, 바이오 부분만 2.7%를 차지하고 있다. 세계 10위권의 에너지소비대국이며 자원 빈국인 우리나라가 에너지정책 기본방향에 있어 얼마나 단기적인 정책만 고집해 왔는지 알 수 있는 사례이다.

에너지 자주개발율이 낮은 우리의 경우 신재생에너지의 비중을 증가시키기 위해 노력하고 있지만 신재생에너지의 비중은 아직 미비한 실정이기에 「에너지비전 2030」에 따라 정부는 에너지 효율을 높이기 위한 전략으로 중장기적인 에너지이용합리화 정책을 수립하여 추진하고 있다. 에너지효율을 위한 정책으로 에너지이용합리화법을 통한 자금지원, 에너지원단위개선 3개년 계획 전문기관을 통한 에너지진단, 에너지 다소비사업장 관리, 에너지절약을 위한 자발적 협약체결, 에너지절약전문기업지원, 에너지사용계획협의, 집단에너지 도입 등을 통해 에너지의 효율적인 이용과 절약방안을 제시하고 있다.

(2) 정책 방향

정부는 에너지 수요 전망에 따라 2030년까지 에너지수요 목표를 설정하고 있다. 안정적인 에너지수요 기반을 구축하기 위해 국가에너지원단위 향상, 신·재생에너지보급 확대, 석유의존도의 축소를 기본전제로 하며 2005년 기준 국가 에너지원단위를 2030년까지 40%이상 향상시키고, 신·재생에너지 보급을 9%까지 확대하며, 석유의존도를 30%이하로 낮추려하고 있다.

또한 총에너지소비를 기준안 대비 14.1%를 개선시켜 연평균 1.4% 증가를 목표로 하고 있으며 이에 따라 석유의 수요는 17.4% 감소할 것이며, 신·재생에너지 수요가 35.8% 증가한다. 여기에 최종에너지 수요는 기준안 대비 13.8%가 감소하여 도시가스와 전력이 모두 14.1%씩 감소할 것으로 보인다.

'제2차 신·재생에너지 기본계획'의 공급목표 달성을 위해 기술개발, 태양광 주택 등 보급사업, 보급융자 등에 대해 2007년 7,729억의 소요예산을 제시했으나 정부지원은 4,350억에 그쳤다. 기술개발의 경우 선진국에 비해 두 배 가까이 뒤쳐져 있는 상황이며 신·재생에너지의 보급에 대한 적극적인 의지 없이는 2011년 신재생에너지 5% 달성 계획이 수치로만 기록될 것으로 보인다. 정부는 신·재생에너지보급을 확대하겠다고 주장과 함께 「에너지비전 2030」에서 2030년까지 9%를 목표로 하고 있지만 현재 실질적인 대책안이 수립되지 않은 상황이여서 기후변화와 에너지공급에 있어 큰 차질을 가져올 것

으로 전망하고 있다(정창현, 2008 : 83~84)[123]. 그러나 2030년까지 2.4%에서 11%까지 신·재생에너지 비중을 확대할 것으로 보고 있다(아젠다21, 2009 : 4).

정부의 목표 안은 현재 정부가 추구하고자 하는 정책방향의 성공여부에 따라 증감률이 결정될 것이다. 세계 각 국가들이 에너지와 자원 확보를 최우선정책으로 하고 있는 현 시점에서 국제적인 에너지 위기에 대한 대응책이 마련되지 않는다면 현 목표안 설정은 큰 의미가 없다. 정부의 이러한 목표설정과 함께 확고히 정책들을 실행하고 개선해 나간다면 현 목표지표는 적절한 에너지 분배의 방향을 제시할 중요한 자료가 될 것이다.

에너지기술 개발 지원과 함께 전문인력 양성에 대한 지원도 2006년을 기준으로 821억원이 투자되었는데 분야별로는 전력분야에 555억원, 에너지자원분야에 206억원, 신·재생에너지분야에 60억이 투자되었으며, 에너지 자원 분야 중 인력양성센터사업에 114억이 투자되어 향후 지속되어질 에너지문제에 대한 전문인력 양성에 심혈을 기울이고 있으나 다른 분야에 비해 신·재생에너지 분야의 비중이 아직 낮은 것을 알 수 있다.

2) 지방자치단체 주도의 신·재생에너지정책 분석

(1) 정책개요

중앙정부 주도의 신·재생에너지 정책은 보급과 공급 위주의 시장의 확대에 중점을 두었으며 각 지역의 특색에 따른 세세한 부분들은 지방자치단체의 몫으로 중앙정부의 지원을 이용하여 신·재생에너지를 통한 환경문제의 해결과 함께 지역특색에 맞는 에너지 정책으로 지역경제발전을 이끌 수 있는 계기가 될 수 있다.

특히 에너지 자립도가 낮았던 제주지역의 풍력발전 시설은 좋은 예가 될 수 있으며, 지역 에너지 자립도 및 지역의 부존자원에 맞는 지역 기반 구축사업과 지역 시범사업, 지역 에너지 사업 등이 그 지역에 대한 실무자에 의해 이루어졌을 때 효과를 볼 수 있으며, 자생적 시장창출의 어려움으로 인한 경제적인 문제에 대해 중앙 정부가 설비지원, 융자지원, 세액공제 등의 재정적 지원을 하게 된다.

신·재생에너지 사업이 정부 주도로 이루어질 경우 지역사회와는 무관하게 추진되어 지역주민과 지역사회에 돌아가는 혜택이 거의 없어 지역주민의 관심과 협조를 끌어내기 어려우며, 이로 인한 부정적 효과에 대한 불만의 상승을 막을 수 없다.

123) 정창현, '한국의 에너지안보정책에 관한 연구', 원광대 대학원, 2008

지방자치 단체 주도의 에너지 정책을 통해 지역주민의 적극적인 협조를 받아 지역 주민의 고용효과, 지역 세수 확대, 관광객 유치 등으로 인한 지역경제 발전에 도움이 될 수 있으며, 지방자치단체 산하의 신·재생에너지 전문 지원기관을 통해 지역에 따른 전문성을 높이고 지역주민이 주도적으로 참여하게 하면 신·재생에너지 설비로 인한 부정적인 효과에 대한 불만을 방지할 수 있는 효과를 거두게 된다.

특히 사후관리에 있어서는 설비가 실제로 설치된 지역에서의 관리가 더욱 중요하기에 관련업체에만 맡김으로 발생할 수 있는 관리 소홀문제 등을 지방자치단체에서 적극적인 관리·감독을 통해 신·재생에너지 설비 초기단계의 신뢰성 확보에도 도움이 될 수 있다.

(2) 정책 방향

지자제실시 후 지방자치단체의 역할이 크게 제고되고 있는 바 에너지절약을 위한 중앙정부와 지방자치단체간의 역할을 분담하고, 지역에너지 계획의 수립 및 효과적 추진을 위해 지방자치단체, 에너지공급자, 그리고 에너지절약전담기관의 에너지절약 추진노력 강화를 지원하는 지방자치단체의 전담조직이 설치될 필요가 있다. 에너지 수요관리투자계획 수립을 의무화하여 수요관리사업을 시행중에 있으나, 독점기업인 에너지공급사에 의해 수동적이고 제한적으로 계획 집행되고 있어 보다 강력한 추진이 필요하며, 수요관리투자계획을 통합자원계획(IRP)의 일환으로 수립토록 하고 투자재원을 에너지 판매액의 1% 수준으로 제고하여 수요관리사업을 대폭 확대하는 것이 필요하다. 또한 에너지의 직접적인 사용자인 소비자에 대한 에너지 절약과 효율적 사용에 대한 교육 및 홍보를 강화하여 에너지공급자별로 에너지절약교육 프로그램 설치를 의무화해야 한다.

현재 지방자치단체에서 추진하고 있는 신·재생에너지 지방보급사업은 지역 특성에 맞는 환경 친화적인 신·재생에너지 공급체계를 구축하고 에너지이용합리화를 통한 지역경제의 발전을 위한 제반 사업으로 에너지관리공단의 신·재생에너지 통계 2006에 의하면 2006년 기준 기반구축사업과 시설보조사업으로 16개 지방자치단체에 배정된 예산은 1,875억6천만원에 달하며 공공기관에서 발주하는 신축건물을 중심으로 신·재생에너지 설비에 대한 설치의무화제도 발전차액제도 등으로 신·재생에너지 사업을 지원하고 있다. 각 지방자치단체에서는 개별적인 에너지 정책이 이루어지고 있으나 아직 초기단계로 실질적인 신·재생에너지 시설의 확충과 신·재생에너지의 공급은 원활하게 이루어지지 않고 있으며 일부 시설의 난방 지원정도에 그치고 있다.

지역에너지사업의 지원 실적을 <표 4-2-17>에서 보는 바와 같이, 총 654개 사업에 2,191억원이 지원되고 있으며 신·재생에너지원별로는 태양광 27%, 풍력 21%, 태양열 7% 순으로, 그리고 지역별로는 강원 14.3%, 광주 12.9%, 제주 11.7% 등의 순으로 지원되고 있다.

표 4-2-17 지자체별 지원 실적 및 점유율

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
보조금	37	35	165	34	283	53	83	142	312	76	64	197	188	131	134	257	2,191
비율	1.7	1.6	7.5	1.6	12.9	2.4	3.8	6.5	14.3	3.4	2.9	9.0	8.6	6.0	6.1	11.7	100

우리나라는 신·재생에너지 공급목표로서 2011년 5%까지 공급한다는 계획을 가지고 있다. 이중에서 가장 큰 변화의 폭을 예상하고 있는 것이 지열, 태양광과 풍력이다.

태양광 에너지의 경우에는 그 공급목표가 2005년 실적대비 2011년 목표량이 약 36.6배에 이르며 풍력은 3만2천5백TOE(전체비율의 0.67%)에서 131만1천4백TOE(전체비율의 9.8%)를 공급 목표로 설정해 놓고 있다.

(3) 각 지방자치단체별 신·재생에너지 정책

① 서울특별시

서울특별시 환경국 환경과의 「서울의 환경 : 환경백서 2007」에 의하면 전국 대비 서울의 신·재생에너지 보급 현황은 1996년부터 2006년까지 11년간 전국적으로 4.5배의 신·재생에너지 소비량증가가 있었으나 서울의 경우는 3배 증가하는데 그쳐 전국의 발전 속도에 따라가지 못하고 있다. 다만 2005년에 신·재생에너지 소비가 상승세로 바뀌어 2006년 그 수치가 급등했음을 알 수 있다.

1996년부터 2006년까지 서울의 1차 에너지 소비량 대비 신재생에너지 소비량을 살펴보면, 1차 에너지 소비량이 약 26% 감소한 반면, 신·재생에너지 이용량은 50,740TOE에서 153,150TOE로 약 202% 증가했다. 이에 따라 1차 에너지 대비 신재생에너지 비율도 1996년 0.31%에서 2005년 1.27%로 증가하였으나 서울시의 신재생에너지 비율은 전국

2.3%의 절반밖에 안 되는 낮은 수치이다. 서울시 신재생에너지 원별 비중을 보면 폐기물 에너지가 55% 바이오에너지가 42%로 두 에너지원이 전체 에너지의 97%를 차지하고 있고, 이밖에 태양광, 태양열, 지열, 풍력 연료전지 등의 사용은 미미한 실정이다.

서울시는 2007년 4월 「서울 친환경 에너지 선언」을 발표하고 에너지 이용량을 2000년 대비 2020년까지 15%를 절감하는 것을 포함하여, 온실가스 배출량 1990년 대비 2020년 25% 저감을 목표하고, 신·재생에너지 보급률(1차 에너지대비)을 2004년 0.6%에서 2010년 2%, 2020년까지 10%로 확대하는 것을 천명하고 서울시 신청사에 신재생에너지 시설을 적용하여 에너지 자립도를 최대화하기로 하였으며, 민간부문의 신재생에너지 투자를 촉진하기 위해 물 재생센터, 정수장, 지하철차량기지 등 여유 부지를 활용하여 태양광 발전소를 민간자본을 유치하여 설치하고 민간 건축물에 신재생에너지 시설 투자 시 용적률 인센티브를 제공하기로 하였다.

서울시는 2006년 청계천 유지용수용 태양광 발전시설(300kW) 설치를 위해 20억을 지원받았으며, 2007년 서울특별시 인재개발원 태양광 발전시설(50kW) 설치비용의 70%인 3억4천3백만원을 지원받았으며, 2008년 지원액은 영등포정수장 태양광 발전시설(300kW), 마포문화센터 태양열 시설(㎡) 설치비용 등 총 18억8천3백만원이다.

이 외에도 서울시 자체 예산을 이용한 신·재생에너지 시설 설치사업으로는 2007년 아동복지센터(태양광 50kW, 지열 69RT), 여성보호센터(태양광 50kW, 지열 139RT), 고척근린공원(태양광 100kW) 등 시설을 설치하였으며 예산규모는 35억6천7백만원이다. 2008년 자체 보급 사업은 중랑물재생센터 태양광 발전시설 등 약 103억원으로 최초로 100억을 넘기게 되었다.

그 외에도 기술개발 지원을 위해 2008년 수소·연료전지 모니터링 사업에 약 10억원의 예산을 지원할 계획이며, 탄천물재생센터 내에 소화가스를 활용한 발전용 연료전지(250kW급)를 설치하여 운영 중에 있으며, 신·재생에너지 관련 세미나 개최와 소식지를 작성하여 게재하고 있다.

② 대구광역시

신·재생에너지협회에서 2007년 조사된 대구의 신·재생에너지 정책을 보면, 대구광역시는 분지형 지형으로 대기질 관리를 위해 각별한 노력이 요구되며 환경문제를 해결 할 수 있는 신·재생에너지 사용의 필요성이 더욱 높다고 할 수 있다.

이에 따라 버스와 청소차 등을 LNG차량으로 교체하고 매립지가스(LFG) 자원화 시설 준공을 통해 화석연료 2만9천t에 해당하는 대체효과를 거두는 등 폐가스를 활용하였다.

또한 2007년 5월 도시전력관리의 일환으로 열병합발전 회사를 통해 서대구산업단지 내 8개 업체에 열과 전기를 공급하기 위한 친환경 발전소를 준공하였으며 9월에는 태양전지와 솔라셀 제조업체를 통해 앞으로 3년 동안 100MW용량의 태양전지를 생산하는 시설을 갖추었다.

<표 4-2-18>에서 신·재생에너지 보급실적을 보면 다음과 같다. 또한 태양광 발전 보급을 보면, EXCO 대구 210kW, 흥사단 5kW, 두류정수장, 두류정수장 분수대 80kW, 신천하수사업소 47kW, 수성도서관 3kW, 수성소방서 12.24kW, 봉무공원 12kW의 보급실적을 볼 수 있다(아젠다 21, 2009 : 3).

표 4-2-18 발전시설 등 다수의 에너지시설 보급실적(3,272kW 규모)

원별	실적		
	구분	규모	금액(백만원)
태양광 발전시설	27개소	2,173kW	23,035
태양열 발전시설	0	0	
태양열 급탕시설	43개소	5,355.4㎡	4,153
지열이용 냉·난방	2개소	400RT	1,533
소수력	2개소	259kW	1,275
태양광 가로등	3개소	16기	
열병합발전	1개소	840kW	2,900
태양광 주택	405가구	1,215kW	316
태양열 주택	100가구	3,000㎡	300
가정용 연료전지	6개소	1kW8기	1,027
기타	전시회	5회	

※ 자료 : 아젠다21. 2009. 6. 11일(대구, 경북 산업발전을 위한자료)

대구의 지역적 환경이 태양열과 태양광이 많은 지역이라는 점을 들어 2001년부터 장기 비전인 「솔라시티 대구 50년 계획」에 태양열과 태양광을 중심으로 한 신·재생에너지 사업을 전개하고 있다.

솔라시티를 국내·외에 표방하고 솔라시티센터를 설립하는 등 일련의 프로그램과 시책

추진에 따라 기존의 화석에너지를 대체할 수 있는 신재생에너지보급에 총력을 기울임으로서 깨끗한 환경조성에 기반을 마련해가고 있으며, 지속가능한 도시발전을 지향하는 것으로 목표를 정하고 구체적인 단기 5개년 계획을 세워 5년 동안 약 1,300억원의 사업비로 태양광 보급 사업을 비롯한 20개 사업을 추진할 계획이다.

③ 경상북도

경상북도의 지역에너지 현황을 보면 원자력 발전의 비중이 높은 편이며 전국적으로 에너지 사용량이 많은 지역이다. '2002 경상북도 지역에너지 계획'에 따르면 2000년 기준 신·재생에너지 부분의 점유율이 0.57%로 전국 평균 1.42%에 비해 월등히 낮으며 태양광은 0.3%, 태양열은 2.7%, 소수력 8.7%, 바이오매스 3.3%로 신·재생에너지의 대부분은 폐기물에너지가 84% 차지하고 있었다.

이에 따라 신·재생에너지 보급 확대를 위한 연구소 설립과 기술개발 인프라 구축, 인력 네트워크 강화, 보급센터 설치 등을 통한 시장기반 조성의 필요성이 제기되었다. 경상북도는 1996년 '경북환경 개선 중기종합계획'을 수립하고 '경북 Agenda21'을 통해 일찍부터 환경에 관심을 갖고 '그린경북'을 추진해 왔으나, 그 내용은 현재의 환경을 보존하고 폐수, 쓰레기, 하수 등 오염원을 줄이는 환경유지 정책에 가까웠으며 근본적인 오염원을 대체하고 지속가능한 신·재생에너지 정책은 이루어지지 못했었다. 이에 경상북도는 신·재생에너지 사업으로 '녹색경북, 그린에너지 경북'을 위해 2009~2013년까지 지역에너지 소비절약 시책 및 효율화 방안 마련을 위한 '경상북도 지역에너지 계획'을 발표하여 동해안권을 중심으로 한 '동해안에너지클러스터' 조성사업을 전개하고 있다. 국가에너지 기본계획과 연계해 2008년부터 6년간 경북 동해안에 총사업비 500억원(국비 350억원, 지방비 150억원)을 투입해 부지 3만3000㎡에 신기술 및 기자재 상설전시 및 홍보관, 교육훈련관, 공동시험분석실, 그린에너지 시범화 공원 등을 건립하는 계획이며 태양 일사량, 바람의 밀도, 수력 자원량, 바이오, 지열 등 신·재생에너지 자원 및 환경을 분석하여 보급을 확대할 계획이다(프라이드i뉴스, 2009 : 5월).

신·재생에너지 벨트, 국가기간·주력산업 및 에너지 공급 거점기능을 강화하기위한 전략으로 환동해권 에너지 산업벨트 구축, 개방형 인프라 및 협력기반 조성, 기간산업의 고도화 및 녹색화, 국제 자연·문화관광 거점화, 청정 해양자원의 산업기지화 하는 방안을 세웠으며, 지역별 특색을 살리기 위해 영덕은 풍력발전을 통한 풍력에너지 산업의 메카로 조성하고, 울진은 태양광발전, 바이오에너지클러스터를 조성하며, 포항은 연료전지 산업클러스터를 집중 육성할 계획을 세웠다.

④ 경상남도

경상남도의 '신·재생에너지 개발 타당성 검토' 보고서를 보면 경남의 총에너지 소비수준은 16개 시·도 가운데 6위에 해당하나 신재생에너지의 공급 비중은 세계 평균(7.8%)은 물론 우리나라의 총에너지 중 신·재생에너지 생산비중 2.3%에도 못 미치는 수준인 1.2%로 나타났으며, 경남에서 생산되는 신·재생에너지가 전국의 신·재생에너지 생산에서 차지하는 비중은 4.3%에 불과했으며 신·재생에너지원별 비중을 보면 폐기물 69.4%, 수력 26.1%, 등 전국과 마찬가지로 폐기물자원에 주로 의존하는 것을 볼 수 있으며 경남은 전국 총에너지 중 7.7%를 소비하는 반면 전국 신·재생에너지 중 4.3% 만을 공급하고 있어 신·재생에너지원의 개발이 필요한 실정이다.

'제3차 경상남도 지역에너지 계획(2005~2009)'에 의하면 신·재생에너지 이용확대를 위한 정책으로 첫째, 수소·연료전지, 태양광, 풍력 등 3대 중점분야의 집중지원, 둘째, 산·학·연 전문가로 구성된 사업단을 중심으로 기술개발, 기반조성, 보급사업 추진, 셋째, 미래 핵심 신·재생에너지 기술개발 추진, 넷째, 지역 내 도서지역의 풍력, 태양력, 해양에너지 등을 통한 발전시설의 지원 및 설비확충, 다섯째, 신·재생에너지 제품의 신뢰성 확보를 위한 성능검사 강화 및 인증대상제품 확대를 내세웠다.

이에 따라 1998~2006년 기간 중 경남의 지방보급 사업은 32건이 시행되었으며 시설보조사업의 사업비는 153억원, 보조금은 101억원 수준이며, 주요 사업안으로는 민자 자본을 이용한 밀양풍력단지와 사천대방수도 조류발전소 등이 추진중에 있다.

⑤ 전라북도

전라북도 환경정책과의 '전라북도 환경보전 중장기계획'에 따르면 전라북도의 지역 발전량과 지역 신·재생에너지 공급량은 모두 4%정도의 수준으로 전국 평균인 2.3%를 웃도는 공급량을 보여주었다. 이는 지역 신·재생에너지 발전 차액 지원 대상발전소의 영향으로 부안의 태양열발전을 제외하면 대부분이 수력발전에 의존하는 경향이 매우 큰 것으로 나타났다.

신·재생에너지 분야의 접근 방식은 지자체의 재정을 보장해주거나, 지역발전을 견인할 주요 사업으로 홍보되는 경우가 있기에 기후보호, 신재생에너지 관련 사업의 경제성을 정확하게 제시할 필요가 있으나 관련된 정확한 기초통계자료가 부족함이 나타났고, 에너지 자립을 위해 신·재생에너지의 보급량과 비율 등을 정책적으로 책정하고 전주, 군산, 익산지역의 시 단위 도심지역의 기후보호, 에너지 관련 정책과 군 단위 지역의 에너지, 기후보호 분야는 다른 방향성을 가지고 제시되어 지역별 현황에 따른 특화된 정책을 반

영한 에너지 정책을 수립하고자 하였으며, 그 주요 목표로는 에너지 자립의 주요부분을 친환경적인 에너지 이용과 관리 및 신·재생에너지 보급의 확대로 달성하려는 원칙을 수립하였으며, 친환경적인 에너지의 보급 확대와 에너지와 대기질의 통합적 접근, 에너지-환경 관련 부분 중 일자리 창출 사업의 구체적 제안을 내세웠다.

이에 대한 '전라북도 환경보전 중장기계획'의 단계적 전략으로 2008년 전력 생산량 정밀조사를 거쳐, 2010년 기반시설확충 자립율 결정, 2020년 에너지 자립율 점진 확대로 방향을 정해 계획을 실행중이다.

⑥ 인천광역시

1998년부터 2005년까지 추진한 신·재생에너지 사업은 총 18억1,200만원이다. 그동안 추진된 신·재생에너지 보급사업으로 태양광가로등과 태양광 발전시설을 들 수 있다.

태양광가로등 사업은 1998년부터 시작해 인천대공원내 17본을 시작으로 1999년 관교동 중앙공원 등에 태양가로등 18본을 설치했다.

또한 <에너지백서 2006>[124]에 따르면 인천광역시의 신·재생에너지의 보급률은 전국평균 2.3%에 약간 못 미치는 2.1%로 나타났으며 지역특성에 맞는 신·재생에너지 사업계획으로 소수력발전, 태양광 발전, 태양열 발전, 지열 냉난방을 정해 2007년~2010년 4년간 남동정수장, 수산정수장, 가좌사업소 등의 소수력발전에 약 35억5천만원, 인천대공원, 소래생태공원의 태양광 발전에 약 14억원, 공공기관의 태양열 급탕에 약 3억7천만원, 굴현차량기지의 지열냉난방에 약 22억원의 투자액을 배정하였고 아파트 단지의 소형열병합발전설비 등을 추진하고 있다.

인천시는 우선지원 대상 사업으로 에너지에 관한 전문성 제고를 위한 교육훈련, 지역 내 부존 에너지자원의 개발·활용 및 사업화를 위한 사업타당성·자원조사사업, 지역특성을 반영하여 지역주민의 에너지이용 편익제고에 미치는 효과가 크고 지자체의 자금 부담률이 높은 사업, 에너지기술개발 결과의 보급을 촉진하기 위한 시범설치 사업과 대체에너지 설비 인증제품을 사용·설치하는 사업으로 잡고 지역에너지 정책을 실행하고 있다.

인천앞바다가 조력, 풍력, 조류 등을 이용하는 신재생에너지 발전시설의 메카로 부상하고 있다. 인천시에 따르면 시는 민간 기업들과 제3섹터[125] 방식으로 추진하는 조력과 풍력, 조류 등을 활용하는 발전소를 건립할 계획이다.

---

124) 인천광역시, '에너지백서 2006', 인천광역시 경제통상국 경제정책과, 2006
125) 자치단체의 출자비율이 50% 미만인 상법상 주식회사

이들 사업이 본 궤도에 오를 경우 안정적인 에너지원과 탄소 배출권을 확보하고 관광자원으로도 활용할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

우선 인천 강화도 일대에 오는 2015년 상업운전 시작을 목표로 세계최대 규모의 조력발전소가 건립된다. 이 조력발전소는 강화도, 교동도, 석모도, 서검도 등 4개 섬을 총 연장 7,795m의 조력댐 방조제로 연결해 25.4MW 수차발전기 32기를 설치하게 된다.

중구 무의도 앞바다에는 해상 풍력 발전단지가 조성된다. 시와 한국남동발전(주), 한화건설 컨소시엄은 지난해 말 풍력발전단지 조성사업을 추진하기 위해 최근 양해각서(MOU)를 체결했다. 이 단지는 2013년 가동을 목표로 무의도에서 서쪽으로 5km 가량 떨어진 바다에 건립된다. 이곳에 2.5MW급 풍력발전기 39기를 설치해 연간 267GWh의 전력을 생산할 계획이다.

발전량은 인천지역 연간 전력사용량 1만8,165GWh의 1.5%로, 인천시내 93만가구 중 6만 9,500가구(7.5%)가 1년 동안 사용할 수 있는 양이다.

옹진군 덕적도 일대 해역에 2015년 까지 바닷물의 흐름을 이용한 대규모 조류발전단지를 구축하는 사업이 추진된다. 시는 지난 29일 포스코건설, 한국남동발전, 인하대, 옹진군과 이 사업 추진을 위한 MOU를 체결했다. 이 조류 발전단지는 덕적도와 대이작·소이작도 일대 바닷속 4곳에 1MW급 조류발전기 200기를 설치해 인천지역 연간 전력 사용량의 3.2%인 61만3,200MWh를 생산할 것으로 추산된다.

인천지역의 유리한 여건을 활용한 신재생에너지 발전시설이 계획대로 가동되면 현재 발전연료로 쓰이는 화석연료의 사용을 크게 줄여 국가경쟁력 제고와 저탄소 녹색성장에 기여할 것으로 기대된다(서울경제, 2009 : 5월 4일자 27면).

⑦ 제주특별자치도

제주도는 2003년 기준 전국 대비 총 에너지 소비 비율은 0.64%로 에너지 소비비율은 비교적 낮은 편이나 신재생에너지 보급비율은 3.5%로 다른 지역에 비해 높은 편이다.

이는 제주도가 한반도 남단의 도서지역이라는 특성상 에너지의 100%를 외부에 의존하는 형태이기에 에너지 반입이 전량 해상 수송에 의존하므로 기상악화로 공급중단 가능성이 상존하는 특수성을 띄고 있으며, 이로 인해 자체적인 지역에너지 사업의 중요성이 높은 곳이기 때문이다.

특히 제주도는 바람이 많다는 지역의 특색을 살려 국내 최초로 풍력발전의 상용화에 성공하고 풍력발전 위주의 신·재생에너지 사업이 진행되고 있으며, 국내 풍력발전시설 최대 규모를 자랑하는 제주 행원의 경우 2008년 기준 15기의 풍력발전기가 총 9,795kW의

전력을 생산하고 있으며, 한경, 월령, 중문 등 제주지역의 풍력발전 시설 용량을 합치면 16,195kW에 달한다.

제주특별자치도 신·재생에너지 보급 기본계획(2009)에 따르면 2011년까지 도내 에너지사용의 10%, 2030년까지 30%의 신·재생에너지 도입을 목표로 하고 있는데 이는 국가에너지 기본계획에서 설정한 2011년 5%, 2030년 11%의 두배가 넘는 높은 수치이며 이 배경에는 효율이 높은 풍력발전을 해상에 대규모로 설치할 수 있는 여건을 갖추고 있고, 도내에는 에너지 대체가 어려운 제철소 등 에너지 다소비 산업이 없기 때문이다.

에너지관리공단의 '신재생에너지 지방보급 2차 착수회의 발표자료'에 따르면 행원풍력발전단지의 경우 연간 평균 풍속이 7.1m/s에 달하는 좋은 풍력자원을 이용해 지역전력공급의 일부를 담당하고 있으며, 신·재생에너지 사업인 풍력발전소 등을 중심으로 전력공급 뿐 아니라 관광객, 탐방객 유치 등에도 좋은 효과를 보고 있다.

무엇보다 에너지시범마을을 지정하면서 지역주민들의 적극적인 참여를 끌어들여 주민중심으로 마을단위의 추진위원회를 구성하고 전기요금 지원과 전력장비 교체 지원 및 전문요원을 양성하고 체계적인 유지관리운영을 강화하는 성공적인 모습을 보여주어 2007년 한해 에너지 4,630TOE에 달하는 에너지 절감효과와 투자기업 유치, 관광객과 탐방객 유치 등으로 지역경제에 기여하고 있다.

현재는 이러한 성공을 토대로 제주지역에 신재생에너지 종합테마파크에 대한 조성계획이 진행되고 있다.

5 지방자치단체의 신·재생에너지 활성화 방안

신·재생에너지의 보급을 위해서는 우선 국가에너지 기본계획과 신·재생에너지 계획을 연계하여 중앙정부와 지방자치단체가 합리적으로 역할을 분담하는 것이 필요하다.

신·재생에너지 개발·보급 정책 방향에 있어서 '제2차 신·재생에너지 기술개발'은 태양광, 풍력, 수소·연료전지의 3대 분야를 중심으로 원별의 선택과 집중을 실시하여 중점 육성을 목표로 하였고 그 결과 태양광 분야의 Value-Chain을 완성하고 풍력분야는 부품산업을 중심으로 해외수출이 급증하는 결과를 얻었으나 장기적으로 전략적인 기술개발을 위해서 각 신·재생에너지 분야별로 기술의 시급성, 파급성, 상업성, 예산투입 필요성 등을 감안하여 핵심분야, 단기일반분야, 장기미래분야로 기술의 단계를 분류하여 분야

개척과 장기 미래기술개발도 동시에 추진하는 것이 필요하며, 신·재생에너지는 상업성이 아직 떨어지기 때문에 시장형성이 중요하므로 정부와 지방자치단체의 주도로 보급사업 등을 통해 초기시장을 창출할 필요가 있으며, 각 지방자치단체에서 신·재생에너지의 활성화를 위해서는 다음과 같다.

1) 재원 조달 지원 및 활성화

태양력, 풍력, 조력 등 신·재생에너지 자원은 지역의 부존자원으로 신·재생에너지 개발사업에 지역주민들을 참여하게 함으로써, 거대 사업자 위주의 사업진행에 따른 지역주민들과의 갈등을 예방하고 지역주민의 소득을 증가시켜 지역경제가 활성화 될 수 있도록 하여야 한다.

지역 부존자원인 신재생에너지에 대한 지역주민 및 지역사회의 우선권 규정과 일정규모 이상의 청정에너지 시설 설치 시, 지역주민 또는 지방자치단체의 사업 참여를 제도적으로 보장해야 한다.

지역 내 에너지 수급대책과 지역 내 신·재생에너지 관련 에너지 계획 작성, 안정적 신·재생에너지 수급대책 확보, 신·재생에너지 정책수립 및 시행에 필요한 기초자료 지원·자문을 통한 신·재생에너지원의 개발 등 지방자치단체의 신·재생에너지자원의 개발을 적극적으로 추진해야 한다.

또한 지자체별 “신·재생에너지 원스톱서비스”기구 설치를 통해 전문지식이 없는 지역주민의 사업추진 대행 및 융자·보증알선 등 재원조달을 지원한다.

지역주민의 “신·재생에너지 생산조합”설립 지원을 위해 현재 신재생에너지 시설 설치자금 융자를 지역주민 대상으로 전환, 초기자금 부담을 경감해 주어야한다.

특히 신·재생에너지 정책을 추진할 때는 지역특성을 고려하여 지역특화 및 지역분권화의 진전에 따라 신재생지역 에너지계획을 수립하여 지역특성에 맞는 신·재생에너지 정책을 추진하고 개발사업을 활성화해야 한다. 단기적으로는 신·재생에너지계획 수립 및 지원제도 구축, 통계체제 구축 등을 조기에 추진하고 중장기적으로는 지방자치단체와 협력 사업을 도모하면서 단계적으로 신·재생에너지 정책 사업으로 확대해 나가야 할 것이다. 지역단위로 특화된 신·재생에너지, 산업 및 발전 폐열 등 미활용 에너지의 이용을 극대화함으로써, 지역단위의 에너지 자립도를 제고시키고 에너지 수급의 효율성을 제고해야 한다.

2) 행정적 지원 및 제도 강화

산업자원부의 신·재생에너지정책 및 지원기능을 강화하여 사업을 체계적으로 지원하며, 환경피해에 따라 조세를 부과하는 등 환경 친화적 조세개혁을 통해 신·재생에너지의 이용을 촉진하는 인센티브 효과와 세입을 지원예산으로 사용하는 재원조달의 효과를 가질 수 있다. 지방자치단체에서는 신·재생에너지계획 수립 및 사업 추진을 담당할 신·재생에너지 행정조직을 보강할 수 있도록 행정적 지원을 강화하고, 계획수립에 필요한 정책 및 기술지원을 위해 에너지관련 연구기관을 활용해야 한다. 신·재생에너지 개발사업의 추진 단계별로 필요한 전문적인 정책 대안 및 기술을 체계적으로 지원·제공해야 할 것이다.

특히 수송용 연료에 대한 '교통에너지환경세'의 만료시점(2009)에 맞추어 환경오염비용에 기초한 '에너지환경세'를 도입해야 한다. 또한 발전용 연료 등 비수송용 연료에 대해서도 과세하고, 장기 로드맵을 통한 단계적이고 점진적인 세율 인상을 추진해야한다.

신·재생에너지분야 세계선도국인 독일의 성공에는 발전차액지원제도와 같은 직접지원제도 뿐만 아니라 환경친화적 조세개혁을 통한 간접적 경쟁력강화정책도 기여해야한다.

무엇보다도 kWh당 평균허용 오염물질배출량을 규정하여 일정규모이상의 발전회사에 대해 기준 준수를 의무화하고, 발전사가 소수이고, 대부분 TMS(원격측정시스템)가 설치되어 있어 오염물질배출량 측정이 용이하므로, 시행 초기부터 이산화탄소와 일반대기오염물질에 대해 동시 실시해야한다.

수송연료의 판매사(정유사)에 대해 판매연료의 에너지단위당 오염물질 평균허용배출량을 규정하고, 시행초기에는 대상오염물질을 이산화탄소로 국한하되, 측정방법의 지속적인 개선을 통해 미세먼지, 질소산화물 등 대기오염물질로 단계적 확대해야한다.

참고로 EU는 정유회사에게 연료의 정제, 수송, 이용에 있어(에너지단위당) 이산화탄소 배출량을 2011년부터 2020년까지 매년 1% 감축을 의무화할 예정이다.

3) 인프라 구축 및 관리 강화

지역개발계획과 연계한 친환경적 신·재생에너지 정책의 효율적 수행을 위한 교육프로그램을 지속적으로 개발함으로써 신·재생에너지 계획의 인프라 구축을 강구해야 한다.

에너지 환경변화에 신속하게 대응할 수 있는 커리큘럼 개발을 통해 지역 공무원과 주민 그리고 산업체들에게 교육훈련을 실시함으로써 지역행정의 전문성을 제고하고 지역에너지 정책의 자발적인 분위기를 조성해야 할 것이다.

이러한 노력을 토대로 신·재생에너지 정책의 발전을 위해선 몇 가지 전략이 필요하다. 먼저 지역 특성을 고려한 에너지 기본조례의 개정과 확대 그리고 지방자치단체 산하의 지역에너지 전담조직을 설립하는 등 기초 인프라의 구축이 이루어져야 할 것이며, 과제위주의 지원에서 벗어나 지역별 자원 잠재량을 고려한 차별화된 육성 전략을 통한 보급 프로그램의 확대가 필요하며, 이러한 사업에 대한 시행과 설치, 감리 등의 절차 점검 등 합리적 운영을 위한 감시감독체제를 강화하는 등 모니터링 기능의 강화가 필요하다.

현재 지방자치단체의 에너지 조직이라 할 수 있는 것은 에너지위원회의 설치를 들 수 있는데, 에너지위원회가 설치되어 운영되는 곳은 서울, 대구, 대전, 광주, 인천의 대도시 중심으로 운영되고 있으며 자문을 넘어 보다 실질적인 조치권한이 있는 조직이 각 지방자치단체에 설립될 필요성이 있다.

에너지기술 개발 및 안정적 에너지공급체계 구축을 위해 기술개발 국제협력 사업 강화도 필요하며 특히 IEA 공동연구프로그램에 참여하여 확대 및 내실화를 다지는 것도 필요하다.

지방자치단체의 참여하에 지역난방 등의 집단에너지 사업이 적극 추진되며 건물 설계 시 에너지절약형 건물 설계를 유도하고 도시계획 과정에서부터 에너지정책이 포함되어야 한다.

또한 이러한 과정을 거쳐 설계된 신·재생에너지 시스템이 정상적으로 운영되기 위해서는 시스템의 신뢰도상승과 사용자의 인식개선을 위한 교육과 함께 철저한 지방자치단체의 전담지원기관을 통한 관리·감독에 의해 사후관리가 이루어져야 하며, 사후관리제도를 보다 체계화 시켜 기술력이 보다 안정될 때까지 형식적인 점검에 머무르는 것이 아닌 정책적 강제성을 띄고 지방자치단체에서 사후관리를 지원하는 것이 필요하다.

Ⅳ 에너지자립 마을 사례

출처_'폐자원 및 바이오매스를 이용한 에너지자립 마을 구축', 카톨릭대학교 대학원 생명공학과, 이택관, 2010.3

1 에너지자립 마을의 개요

세계는 지금 급격한 석유사용량의 증가로 인해 고유가로 대표되는 자원위기와 기후변화로 상징되는 환경위기에 동시에 직면하였다. 향후 석유자원의 고갈 가능성을 고려할 때 과도한 화석연료의존에서 시급히 탈피할 필요성이 있으며 화석연료 사용증가로 지구의 평균 기온 및 해수면 상승과 각종 이상기후로 인한 인명·재산 피해가 커지고 있다. 2007년 스턴보고서에 의하면 현재와 같은 에너지 다소비체제가 지속될 경우 기후변화로 인한 경제적 손실만도 매년 세계 GDP의 5~20%에 달할 것으로 전망하였다(Cambridge, 2007)[126]. 특히 우리나라는 세계 10대의 에너지소비국으로서 총에너지의 97%를 해외 수입에 의존하고 있으며 에너지수입액은 2007년 기준 950억불로 전체 수입에서 차지하는 수입액의 26.2%를 차지하고 있는 에너지영향이 큰 국가이다. 이러한 국내의 에너지 구조적 특성으로 국제 유가의 급변은 국내경제를 뒤흔들고 있다.

이와같은 자원·환경위기의 시대를 맞아 '저탄소 녹색성장'이 미래 국가경쟁력의 핵심으로 본격 대두되고 있으며, 경쟁 선진국들은 녹색산업을 새로운 성장엔진으로 활용하려는 전략을 채택하는 등 발 빠르게 대응하고 있다.

정부는 녹색성장의 일환으로 2008년 8월 『제1차 국가에너지기본계획(2008~2030)』을 발표하였으며, 이와같은 목표를 달성하기 위해 정부에서는 2030년까지 예산지원 효과가 큰 바이오 연료, 폐기물 연료 등에 대한 지원을 강화할 계획이다. 이렇게 정부에서 신·재생에너지에 대한 지원을 강화하는 것은 예산지원효과가 크기 때문이다 (지식경제부, 2008)[127].

신·재생에너지가 중요한 이유는 과다한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너

126) Cambridge, The Economics of Climate Change - The Stern Review, 2007
127) 지식경제부, '30년국가에너지기본계획, 2008

지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안으로 지속가능한 에너지 공급 체계를 위한 미래 에너지원이라는 점에서 중요성을 찾을 수 있기 때문이다. 이에 선진 각 국에서는 신·재생에너지에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진하고 있다. 더욱이 최근 유가의 불안정과 기후변화협약 규제 대응 등 신·재생에너지의 중요성이 재인식되면서 에너지 공급방식의 다양성이 요구 되었으며, IT, BT, NT산업과 더불어 미래산업, 차세대산업으로 급성장 할 것으로 예상된다.

신재생에너지는 환경친화형 청정에너지로 화석연료 사용에 의한 CO_2발생이 거의 없으며 시장창출 및 경제성 확보를 위한 장기적인 개발보급 정책이 필요하다. 또한 태양광, 풍력 등 재생가능한 에너지원으로 구성되었으며, 연구개발에 의해 에너지자원 확보가 가능하다. 이러한 신·재생에너지산업을 육성할 경우 지속가능한 경제발전에너지 시스템을 구축 할 수 있다.

정부는 이러한 신재생에너지 중 단기적으로 조기에 가시적인 성과창출이 가능하고 비용효과적인 폐자원에너지화 사업을 우선 추진하기로 하며 중장기적으로는 에너지순환림 조성·활용 및 해양 바이오매스 활용을 통한 신·재생에너지 보급 목표를 달성한다는 방침이다.

앞서 언급한 세계적 자원·환경위기를 극복하기 위한 대응전략인 녹색성장을 이룩하기 위하여 정부에서는 2008년 10월 “녹색성장과 기후변화대응을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책”을 발표하였다. 이 대책의 7대 중점 추진과제 중 “저탄소 에너지 자립마을 600개 조성”과제에서는 각 지역별 국지적으로 발생되는 폐자원 및 바이오매스를 마을단위로 이용하여 마을의 에너지자립도를 2020년까지 40%까지 제고함을 목표로 하고 있다(환경부, 2008)[128].

국외의 경우를 살펴보면, 대표적인 에너지 자립마을로 독일의 윤데마을이 있다. 윤데마을은 독일의 첫 번째 바이오에너지 마을로, 윤데공동체는 마을의 에너지수요 전체를 재생에너지에 의해 충족한다는 목표 및 개념을 갖고 있다. 독일 남부의 프라이암트 마을은 태양광, 풍력, 소규모 수력발전 등의 자연력과 가축분뇨바이오매스를 통한 바이오가스 등의 신·재생에너지를 이용하여 열 및 전기를 생산·이용하고 있다. 오스트리아의 머렉시는 폐식용유, 목재칩, 가축분뇨 등의 바이오매스를 이용하여 100% 에너지 자립을 하고 있다.

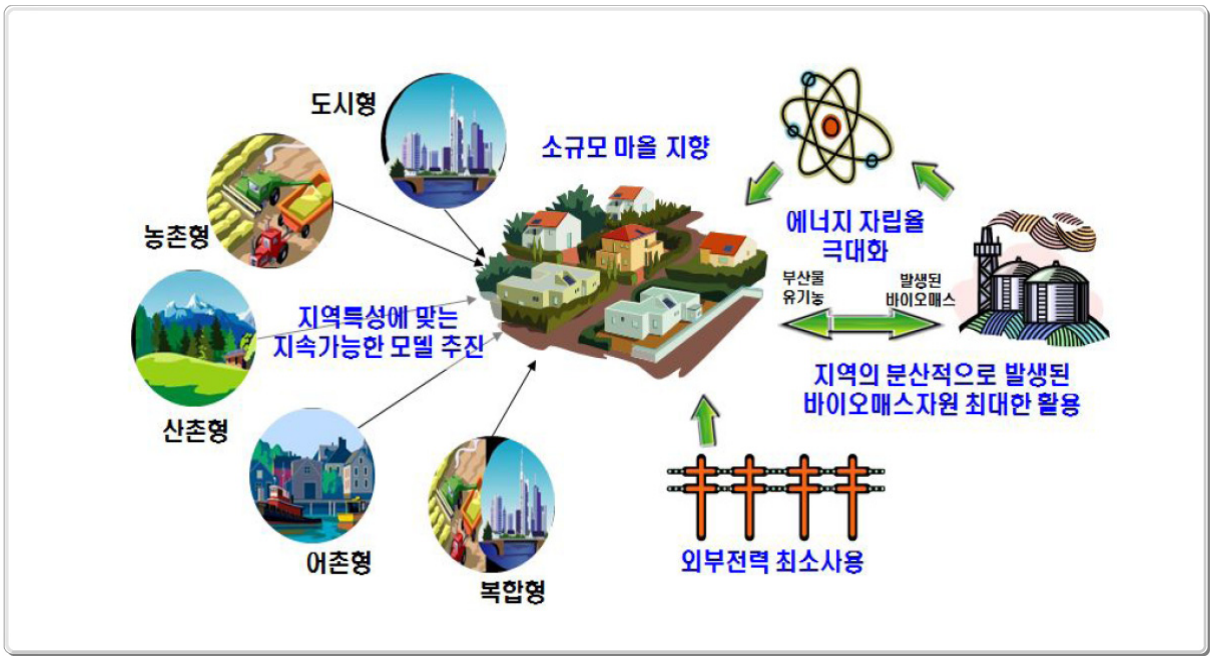
128) 환경부, ‘녹색성장과 기후변화대응을 위한 폐자원 및 바이오매스에너지 대책’, 2008

일본에서는 바이오매스 타운이라는 용어를 사용하고 있다. 바이오매스타운이란 “시정촌 안에서 지역의 관계자 간에 제휴된 추진 체계 하에서 지역의 다양한 바이오매스의 발생부터 이용까지의 효율적인 수집·수송·변화·이용의 시스템을 구축하여 안정적이고 적정한 바이오매스 이용계획을 실현시키는 바이오매스 활용제도의 하나”로 보고 있으며, 이것은 바이오매스 일본 종합전략에서 매우 중시하는 바이오매스사업의 결정체로 작용하고 있다. 또한 일본의 관동지역 바이오매스 활용사례집을 보면, 바이오매스 타운이란, “지역에서 관계자의 제휴아래, 바이오매스의 발생부터이용까지 효율적인 프로세스로 연결된 종합적인 활용 시스템이 구축되어 안정적이고 적절하게 바이오매스를 이용 및 활용하고 있거나, 혹은 향후 계획이 있는 지역”으로 보고 있다.

이상의 현황을 종합해 보면 바이오에너지 마을, 혹은 바이오매스 타운 등으로 불리고 있는 각 나라의 에너지 자립형 마을은 모두 그 지역에서 발생되는 바이오매스와 자연력을 종합적인 시스템을 통하여 효율적으로 마을의 에너지원으로 이용하고 있고, 이를 통하여 마을의 에너지 자립도를 높이는 공통점을 가지고 있다.

에너지 자립마을은 바이오매스와 자연력의 종합적인 시스템을 통하여 마을의 에너지 자립도를 높임과 동시에 온실가스의 배출을 줄여 미래세대를 위한 환경의 지속가능성을 제고시키는 역할 및 기능을 할 것이다.

그림 4-2-5 에너지 자립마을의 개념



2 국내·외 에너지자립 마을 사례 분석

1) 국내 사례

(1) 부안 등용 마을

등용마을의 에너지자립은 부안 핵폐기장 반대운동으로부터 시작되었으며, 부안의 주민들은 1년 5개월에 걸친 촛불집회, 등교거부, 상경집회 등을 거쳐 주민투표를 통해 핵폐기물 처리장 건설계획을 무산시켰다. 이러한 핵폐기장의 반대는 원자력에너지에 대한 반대를 넘어 재생가능한 에너지에 대한 관심으로 이어졌고, 2005년 부안주민이 주주가 되어 재생가능에너지 발전소를 운영하고 수익을 나누어 갖는 주민출자형 시민발전소 창립을 시작으로 에너지자립을 진행하고 있다. 등용마을은 '에너지 절약'과 '효율 향상', '재생가능에너지로의 전환'에 중점을 두고 2015년까지 마을의 에너지 사용량을 30%이상 줄이고, 총 사용 에너지의 50%를 태양광, 풍력, 바이오매스 등으로 대체하는 목표를 세웠다. 집집마다 백열등을 고효율 전구로 바꾸어 조명효율을 높이고, 멀티탭을 설치하여 대기전력을 줄이는 절전운동을 시작하였으며, 마을주민을 대상으로 전기에너지 소비행태 및 인식도 조사를 실시하여 주민계몽에 힘쓰고 있다.

재생에너지시설이 설치되어 있는 생명평화마중물을 중심으로 숲과 바람과 태양의 학교, 교육워크숍, 에너지체험 캠프 등의 다양한 교육프로그램을 통해 에너지교육 뿐만 아니라 지역주민의 에너지자립마을에 대한 인식을 넓히고, 소통하기 위한 노력을 하고 있으며, 또한 2005년부터 친환경농사에 관심을 가지기 시작하여, 제초제 대신 우렁이를 방사하고, 비료와 농약을 주지 않는 유기농업을 시작하였고, 마을에는 사라지는 우리 종자를 보관 · 재배하는 '우리농촌살리기 공동 네트워크'와 '초록마을 곳간'이 있다(녹색마을 홈페이지, 2011)[129].

① 개요

- 위치 : 전라북도 부안군 하서면 장신리
- 인구수 : 약 60명(30가구)

129) 저탄소 녹색마을홈페이지(http://www.greenvill.or.kr)

② 설치 시설

- 태양광발전
  - 총 36kW규모의 태양광발전 설비 설치(부안시민발전소 3kW, 생명평화마중물 사무실 3kW, 생명평화마중물 교육관 30kW)
  - 2008년 태양광발전 생산 전기는 총 22,000kWh임
- 태양열발전
  - 생명평화마중물 교육관에 14장의 태양열 집열판과 축열조 설치
  - 생산한 전기는 약 100㎡(30평) 정도를 난방할 수 있는 용량
- 지열난방
  - 2006년 12월 정부의 일반보급 지원을 받아 생명평화마중물을 중심으로 지하 150m깊이에 3개의 히트펌프 설치
  - 등유대비 1/3가격으로 겨울철 난방 가능
- 풍력발전
  - 생명평화마중물 마당에 직접 제작한 날개지름 2.4m의 소형 풍력발전기 설치

(2) 광주 신효천 마을

신효천마을은 원래 지역이 광주시의 위생매립장 부지로 지정되면서 마을 전체가 이전하여 2004년 새롭게 조성된 마을로, 마을이 이전 한 뒤에 광주시를 통해 태양광발전 시설에 대하여 알게 되었고, 마을 집행부 임원들을 중심으로 마을전체에 태양광시설을 설치하는 일을 추진하였다. 당시 에너지 관리공단이 시행하는 '태양광발전 주택 10만호 보급사업'으로 설치지원금이 70%를 보조받을 수 있었는데, 처음에는 나머지 30%의 자부담비용에 대한 부담으로 마을 주민들이 반대도 있었으나 마을 지도자들의 꾸준한 노력과 설득 끝에 마을 대부분의 가정이 태양광발전시설을 설치하는데 동의하고, 자부담금을 감당했으며, 마을 집행부들은 64가구가 한꺼번에 정부지원금을 받기 위해 에너지관리공단을 찾아가 마을의 상황을 설명하고, 재생가능에너지를 사용하기에 적합하다는 설득을 하였다.

① 개요

- 위치 : 광주시 남구 행암동 513-2 일원
- 인구수 : 약 64가구

② 설치 시설

- 태양광발전
  - 각 2.1kW, 총 135.4kW의 태양광발전 시설 설치
  - 각 태양광주택은 기존의 한전에서 설치한 전력계통에 연결되어 낮에 생산되는 전기는 일단 각 가정에서 사용되고, 잉여전력이 발생하면 전력계량기가 거꾸로 돌아감.
  - 여름철 전기요금은 대부분의 가정이 1,000원 미만
  - 마을이전 보상금으로 마을회관 지붕에 20kW태양광발전시설 설치계획(녹색마을 홈페이지, 2011)

(3) 제주 화순리 마을

화순리 주민들이 태양광발전소를 설립한 것은 2008년 3월로, 인근의 화력발전소가 확장되면서 주민피해지원금으로 약 17억원을 받으면서부터다. 이를 바탕으로 주민들 사이에서 마을 공동소득사업을 추진해보자는 논의가 본격화 되었고, 유람선사업 등 여러 가지 제안이 나왔지만, 태양광사업이 안정성과 무한한 자원인 태양을 활용할 수 있어 수익성이 높을 것으로 판단하여 최종 결정되었다. 사업추진을 위해 (사)화순리마을회를 설립하고, 마을회가 대주주로 참여하는 번내 태양광발전주식회사를 출범시켰고, 이장이 대표이며 주민들이 이사 등 임원을 맡고 있다.

한달에 두 번 정도 태양전지판을 청소하는 등의 발전소관리는 마을청년회가 담당을 하고 있으며, 수익금은 마을 복지사업에 이용하고 있다. 차후에 풍력발전소를 설립할 계획을 갖고 있다.

① 개요

- 위치 : 제주 서귀포시 안덕면
- 인구수 : 2,748명(1,025가구)

② 설치 시설

- 태양광발전
  - 부지 9,900㎡규모에 1·2호기로 구성된 태양광발전소 운영

- 생산된 전력을 한전에 판매하는 금액과 에너지관리공단의 발전차액 등을 합하면 1kWh당 수입은 대략 677원
- 2008년 5월부터 가동을 시작하여 2009년 말까지 약 33만kWh생산, 2억 2400만원의 수익을 얻음(녹색마을홈페이지, 2011)

2) 국외 사례

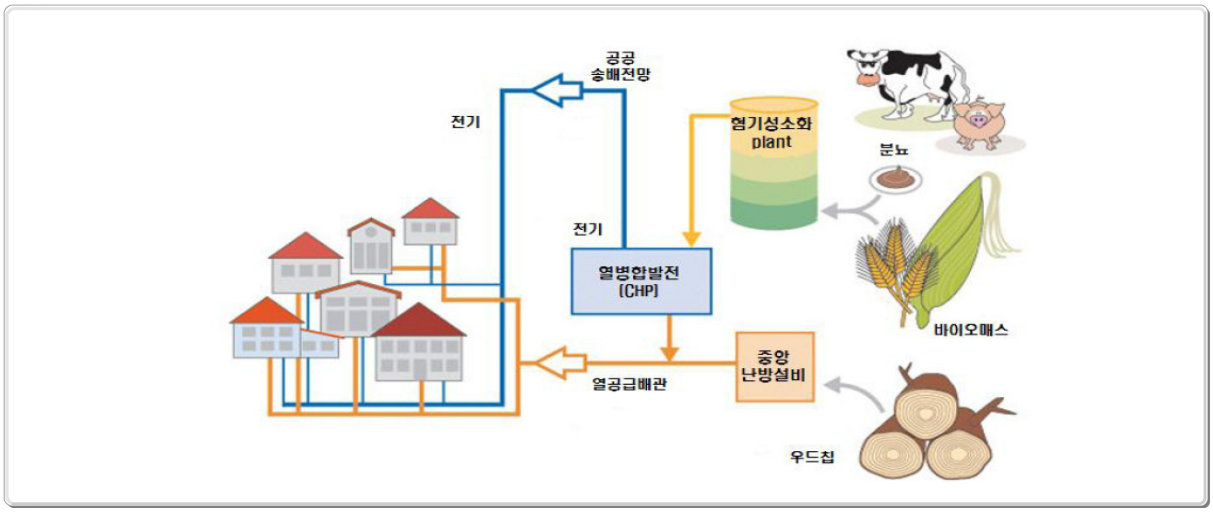
(1) 독일

독일은 지역단위의 구체적인 온난화방지 대책으로 '바이오에너지 마을'을 구상하고 있다. 바이오에너지마을이란, 지역 자원이 풍부한 교외지역에서 농업과 임업활동에서 발생하는 바이오매스를 이용하여 에너지를 발생시키고, 취락 내의 에너지 수요를 모두 바이오매스 에너지로 조달하려는 마을로, 바이오에너지마을의 목적은 바이오매스로 에너지의 자급, 농촌에서의 고용 촉진, 농업자의 부수입원 확보, 친환경적인 자원의 생산, 지역이미지 향상이다.

바이오에너지마을의 주요 에너지 생산시스템은 바이오가스 시설에 의한 전력 및 열 공급과 목질계 바이오매스를 이용한 지역난방 공급이다.

열병합발전 시설을 이용하여 폐열을 효율적으로 이용함으로써 에너지 효율을 높이고, 통상적으로 바이오가스 시설로 대부분의 에너지를 생산하지만, 동절기에는 난방으로 인해 많은 열이 필요하므로 우드칩을 연료로 한대형 지역난방시설을 가동한다(한국정책학회, 2007)[130].

그림 4-2-5 바이오에너지마을의 개요



130) 한국정책학회보제 16권 4호, '사회생태자본에 기반한 대안적 지역발전 모델', 2007

① 윤데 (Jühnde)[131]

- 운영자 : 바이오에너지마을 윤데 운영회사(Bioenergiedorf Jühnde eG)
- 프로젝트 파트너 : 괴팅엔대학-지속가능발전을 위한 학제연구센터(IZNE)
- 주민수/가구수 : 750명/200가구
- 연결율/공급 : 70%와 공공건물
- 목표 : 바이오매스에 기반한 독립된 전력생산과 열공급
- 설비
  - 바이오가스 설비(열병합발전기 716kWh el.)
  - 우드칩난방설비(550kWh th.)
  - 동절기 에너지 수요대비 보일러(1,700kW)
- 이용바이오매스 : 에너지작물, 분뇨, 우드칩
- 운전시작 : 2005년
- 에너지 이용
  - 재생에너지법(EGG)에 의한 전력망공급과 판매
  - 125가구에 열공급
  - 목재건조시설에 열공급

② 마우엔하임 (Mauenheim)[132]

- 운영자 : KCH Biogas GmbH
- 프로젝트 파트너 : KCH, Solarcomplex, Clean Energy
- 주민수/가구수 : 430명/100가구
- 연결율/공급 : 65%와 공공건물
- 목표 : 마을을 대상으로 열 및 에너지의 전체공급
- 설비 - 바이오가스 설비(열병합발전 4백만kWh/y, 열생산 3.5백만kWh/y)
  - 우드칩보일러(1MW)
  - 태양광발전설비(250,000kWh/y)

131) 자료출처 : 윤데마을 홈페이지(www.bioenergiedorf.de)
132) 자료출처 : 마우엔하임마을 홈페이지(www.bioenergiedorf-mauenheim.de)

- 이용바이오매스 : 옥수수, 초목사일리지, 토끼풀, 잡초, 분뇨 등
- 운전시작 : 2006년
- 에너지 이용 : 전력

(2) 오스트리아

① 무레크(Mureck)

무레크마을은 슬로베니아 국경에 위치한 관계로 에너지 및 식량자급의 필요성이 컸다. 1980년대 중반 곡물가격이 하락하면서, 정부보조금을 받아 잉여농산물을 수출하는 것보다는 에너지 농업을 하는 것이 유리하다고 판단한 농민들은 유채농사를 시작하고 바이오디젤을 생산하여 트랙터용으로 이용하기 시작하였다. 인근 그라츠대학 교수의 도움을 받아 상업화와 수익성을 개선하는데 성공할 수 있었으며, 정부보조금 30%와 농부들의 투자금으로 바이오디젤회사를 설립하였고, 이후에도 농민들이 참여하여 지역난방회사, 바이오가스 회사를 설립하였다. 현재 무레크에는 3개의 에너지 관련 기업이 있다.

- 바이오디젤회사(SEEG)
  - 570명의 주민들이 120만 유로(약22억원) 공동 투자
  - 원료 : 농가에서 재배한 유채와 인근 그라츠시의 가정과 식당에서 수거한 폐식용유
  - 연간생산량 : 바이오디젤 1천만 ℓ
  - 이용 : 마을 자동차연료로 공급 및 인근 그라츠시에 재판매, 유박은 돼지사료로 활용
- 지역난방회사(나베르메, Nahwarme)
  - SEEG와 2명의 농부 투자
  - 난방망 13km(국가 50% + 주민 50%)
  - 원료 : 인근 숲에서 간벌한 잡목, 포장회사에서 쓰고 남은 목재 등을 이용
  - 연간생산량 : 열병합발전 8,500MWh
  - 이용 : 지역난방 85% 공급(약 300가구의 가정과 관공서 난방), 난방비 지출 30%감소
- 외코스트롬(Okostrom)[133]

133) 자료출처 : SEEG社홈페이지(www.seeg.at)

- 나베르메(Nahwarme)와 7명의 농부 투자
- 원료 : 인근 농장의 돼지분뇨와 농작부산물(옥수수대, 밀짚, 유채대) 등을 혼합 이용
- 연간생산량 : 메탄 열병합발전 8,400MWh
- 이용 : 지역전기 100% 공급, 오스트리아 전력공사에 전기 판매

② 귀싱(Guessing)

귀싱이 위치한 부르겐란트 주는 공산국가인 헝가리와의 국경지역에 위치하여 50년 이상 '철의 장막'의 영향 아래 높은 실업율과 인구 감소 등의 문제로 오스트리아에서 가장 낙후된 지방이었다. 특히 귀싱은 교통, 통신 등의 인프라가 부족할 뿐만 아니라, 인구의 70%가 인근 도시인 빈 등으로 출퇴근을 하고, 투자할 산업이 없는 상황이었으며, 외부에서의 에너지 구입으로 인한 자본 유출은 산업시설이 전무한 지자체의 경제를 더욱 열악하게 만들었다. 이런 상황에서 지역정부는 화석연료로부터의 완전독립을 선언하고, 지역에서 이용할 수 있는 바이오매스를 이용하여 지역에너지 자립을 하기 위한 계획을 세웠고, 이렇게 시작한 에너지자립으로 귀싱은 열 98%, 전기 140%를 충당하고 있다.

- 바이오가스시설
  - 원료 : 잡초, 옥수수대 등 농업부산물
  - 연간생산량 : 전기 4,350MWh, 열 5,220MWh
- 소각발전
  - 지역난방망 24km
  - 원료 : 지역 내에서 발생하는 폐목재
  - 연간공급량 : 26,000 MWh
- 유럽재생에너지센터(Europaisches Zentrum fur Erneuerbare Energie, EEE)
  - 귀싱은 에너지 생산 설비뿐만 아니라 EEE를 설립하여 지방정부와 연구소, 기업체를 연결하는 효율적인 산학연계시스템을 갖추었음
  - EEE는 신재생에너지의 이용과 관련하여 기술, 정보를 제공하기 위한 세미나를 개최하거나 교육프로그램을 제공하고, Green energy tourism을 통하여 귀싱의 에너지자립 사례를 소개하고 있음

제3장

수송·교통

Ⅰ 친환경 녹색교통의 개요

출처_'친환경 녹색교통정책집행에 미치는 영향요인에 관한 연구 : 수도권 BRT 시범사업을 중심으로', 인천대학교 대학원 행정학과, 나금환, 2011.12

1 친환경 녹색교통의 배경

최근 우리나라를 비롯하여 전 세계인들이 지구온난화의 심각성을 완화하기 위하여 온실가스 저감 문제에 깊은 관심을 보이고 있다. 온실가스를 줄이기 위한 국제협약으로 1992년 브라질 리우데자네이루에서 열린 유엔환경개발회의(United Nation Conference on Environment and Development)에서 채택된 유엔 기후변화협약(UNFCCC, United Nations Frame work Convention on Climate Change)과 1997년 더욱 구체적인 목표와 이행방안을 담은 교토의정서(Kyoto Protocol)를 들 수 있다.

온실가스 감축제도는 교통부문에도 큰 영향을 미치고 있다. 교통 분야가 단일분야로는 감축효과가 큰 부분으로서 교통부문의 온실가스는 전체 배출량의 약 13% 수준에 있는 것으로 보고되고 있다(김성배, 2009 : 178-179)[134].

저탄소 녹색교통정책으로 지능형교통시스템(ITS), 대기오염 배출가스 감축방안으로 교통수요관리(TDM), 통행제한구역제와 혼잡통행료 징수제도 등의 도입으로 일본과 유로국가에서 온실가스감축 부문에서 획기적인 변화를 유도하고 있다. 우리나라에서도 유사한 정책목표를 가지고 경차지원, 노후차 LPG 개조지원, 친환경차량 세금감면제도 등을 시행하고 있다. 그러나 강화된 배출 허용기준과 기술발전으로 점차 환경개선이 이루어지고 있으나, 자동차의 이용증가로 공해감소대책의 효과를 상쇄하는 결과를 보이고 있다.

우리나라는 세계10위의 에너지 소비국이며 이중 교통부문 에너지 소비량이 20%나 차지하고 있어 온실가스 배출을 줄이기 위한 적극적인 조치로 2009년 6월 「지속가능교통물류발전법」을 제정하여 온실가스 배출량을 줄이기 위해 자동차 운행제한 조치 등의 교통수요관리를 통한 에너지 저소비형 도시교통체계를 구축할 수 있는 법적 근거를 마련하고 있다.

134) 김성배(2009), '배출권거래제와 지방자치단체의 대응', 한국공법학회공법연구, 38(1) : 175-205.

우리나라에서 발표한 2006년 에너지부문 온실가스 배출량은 505.4백만톤CO_2이며 이 중 수송(교통)부문은 99.8백만톤CO_2로서 에너지부문의 약 20%를 차지하고 있어 교통부문에서 많은 탄소감축이 되어야 한다는 것을 나타내고 있다(지식경제부, 2009)[135].

또한 교통부문에서의 탄소배출로 인한 대기오염 외에 사회적으로 낭비되는 교통혼잡비용을 보면 2007년도 전국 지역간 도로의 교통혼잡비용은 총 9조 3,731억원으로 추정되었으며, 이 중 일반국도가 4조 9,319억원으로 전체의 53%로 높은 비율을 차지하고 있으며 고속국도 2조 6,745억원, 지방도 1조 7,667억원으로 나타났다. 도로의 차종별 교통혼잡비용은 승용차가 5조 1737억원, 버스가 1조 8286억원, 화물차는 2조 3,707억원의 순으로 나타났으며, 수도권(서울, 인천, 경기)의 교통혼잡비용은 5조 2천억원에 이른다. 이는 전체 교통혼잡비용의 55.7%를 차지하고 있다(한국교통연구원, 2008 : 49-54)[136].

따라서 교통부문에서 탄소배출을 저감해야 하는 문제와 교통혼잡비용을 줄여야하는 문제를 동시에 해결해야 하는 과제는 교통정책에서 등장한 새로운 이슈이다. 수도권(서울, 인천, 경기)에서 대기질을 개선하고, 교통혼잡 비용을 줄이기 위한 정책으로 도시철도와 경전철 건설과 교통카드, 버스전용 차로제, BRT, 버스준공영제, 통합환승할인, 환승센터, 환승주차장, 시내버스와 광역버스의 CNG(천연가스)대체, 자전거 이용활성화를 위한 전용도로 건설과 보급 등 공급측면을 강조하는 정책이 있고, 규제 측면으로는 승용차요일제, 주차상한제, 교통유발부담금, 남산 1, 3호 터널 혼잡통행료, 승용차 없는 날 등 대중교통 이용 활성화를 위한 교통수요관리정책을 시행해 오고 있다.

그러나 이러한 공급정책과 자율적인 규제정책만으로는 탄소배출을 저감시키는 감축목표를 달성하는데 한계가 있어 최근 입법화된「지속가능물류발전법」에서는 특별대책지역 지정과 차량총량제한 등 규정을 두어「도시교통촉진법」에서의 혼잡통행료 부과·징수 제도 보다 더 강화된 교통수요관리정책을 입법화 하였으며,『대중교통의 육성 및 촉진에 관한 법률』을 개정하여 간선급행버스체계(이하 BRT[137]라 한다)를 도입할 수 있는 근거를 마련하고 있다.

BRT의 도입은 대도시에서 출퇴근으로 발생되는 교통수요로 인한 교통혼잡비용을 줄일 수 있는 최적의 대안일 수 있으며, 또한 대중교통이용 활성화와 승용차수요의 대중교통으로의 전환을 통하여 탄소배출을 줄일 수 있는 효과적인 수단이 될 수 있다. 그 동안의

135) 지식경제부, '지자체별 온실가스배출량 및 배출특성 분석결과', 2009
136) 한국교통연구원, '2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석', 한국교통연구원, 2008
137) BRT(Bus Rapid Transit : 간선급행체계)란 BRT 전용차로, 편리한 환승시설, 교차로 내에서의 버스우선통행 그 밖의 국토해양부령에서 정하는 사항을 갖추어 급행버스를 운행하는 교통체계라 정의 한다.

차로운영은 버스, 승용차, 화물차 등의 교통수단이 차로에 혼재되어 혼잡을 가중시켜 많은 시간비용과 유류비용을 지불하게 하였으나 BRT의 건설은 버스전용차로를 구축하여 교통수단간 차로의 배분을 통하여 대중교통수단인 버스의 운행속도를 증가시켜 출퇴근시간을 단축하는데 크게 기여하고 있다. 서울시 중앙버스전용차로제가 시행되면서 버스통행속도가 30.2%가 증가하고, 중앙버스전용차로제 시행에 따른 CO_2배출량은 하루 약 42,450톤이 감소하는 것으로 조사되었다(서울시, 2009)[138].

그러나 최근 도입된 BRT의 개념은 중앙버스전용차로제의 연장된 개념이며 실제 저비용, 대용량 고속수송수단이라는 수준에는 미치지 못하며 도입된 일부구간 노선은 정책집행과 관련된 대내외적인 영향요인을 정밀 분석한 결과에 근거한 것이 아니라 임시방편적 제도적 관점에서 설치한 것으로 여러 문제점이 내재되어 있었다.

따라서 친환경 녹색교통 수단으로서 BRT의 도입은 도입될 노선설치 시 정책적요인, 제도적요인, 기술적요인, 교통·환경적요인 등 복합적 영향요인을 체계적이고 논리적이며 합리적인 차원에서 분석할 필요성이 있다.

2 친환경 녹색교통정책과 주요사례

1) 친환경 녹색교통정책의 개념과 특성

지구온난화와 관련하여 기후변화 협약이후 OECD 국가를 비롯한 EU 국가와 선진국들은 자연재해 저감과 온실가스 감축을 통해 지속발전 가능한 정책으로 청정개발체계(CDM)에 초점을 맞추고 있다. 우리나라도 최근 "저탄소녹색성장"을 각 분야의 정책기조로 삼고 있으며 국가발전의 새로운 패러다임으로 설정한 이후, 「저탄소 녹색성장기본법」 제정을 추진하는 등 정부의 노력이 가시화되고 있다. 녹색성장(green growth)이란 환경보전(green)과 경제성장(growth)이 상충된다는 기존 관념에서 탈피하여, 양자의 융합과 조화를 전제하여 그 시너지를 극대화하고 지속발전가능성을 창출하는 것으로, 경제성장이 환경개선에 기여하고 환경이 성장 동력을 창출하여 경제와 환경이 선순환(feedback)하는 발전전략을 말한다(이성모, 2010 : 12)[139].

138) 서울특별시, '남산 1,3호 터널 혼잡통행료 징수시행 10주년 시행효과 및 통행특성변화 분석', 서울특별시, 2009
139) 이성모, '녹색성장 패러다임 도입에 따른 도로교통 정책방향', 도시문제, 2 : 12~17, 2010

오준근(2010)에 의하면 “저탄소사회”는 범세계적인 기후변화에 적극적으로 대응함으로써 국제사회에서 책임을 다하는 사회에 해당한다. “저탄소사회”의 구현은 협약 당사국인 지구촌 국가들이 부담하여야 하는 국제법상의 의무이다. 1992년의 기후변화협약과 1997년의 교토의정서, 2009년의 코펜하겐협약 등 국제연합과 각종 국제기구에서 지속적으로 체결되고 있는 협정은 그 저변을 지속적으로 확장하는 한편 그 내용을 구체화해 나가고 있다.

“녹색성장”은 에너지와 자원을 최대한 효율적으로 사용하는 한편, 청정에너지와 녹색기술의 연구개발을 통하여 새로운 성장 동력을 확보함을 의미한다. “녹색성장”은 환경과 조화되는 지속가능한 발전에 관한 각종 국제법상의 협약과 직접 관련을 맺고 있다. 특히 1992년의 “환경과 개발에 관한 리우선언”, 2002년의 “지속가능개발에 관한 요하네스버그 선언”과 2005년의 “녹색성장에 관한 서울 이니셔티브 네트워크[140]”에서 그 근거를 찾을 수 있다. 저탄소와 녹색성장은 한편으로는 서로 연계성을 찾을 수 있지만, 다른 한편으로는 서로 모순될 수 있는 개념이다. 저탄소사회는 기본적으로 기후변화 물질의 배출에 대한 “규제”를 그 근간으로 한다.

이성모(2010)는 녹색성장 패러다임의 도입 방향으로 저탄소 녹색 대중교통체계의 확립을 제시하면서 대표적인 녹색교통수단인 대중교통수단은 승용차에 비해 수송력, 수송 인구 당 에너지 소비량과 배출 면에서 그 활성화 방안이 요구되는 시점이다. 서울을 비롯한 대도시에서는 BRT를 중심으로 지하철과의 환승체계구축 등을 개선하고 있으며, 경전철과 같은 신교통 시스템과 지역 간 철도 중심의 교통체계로 정책적 전환을 시도하고 있다.

대중교통체계의 확립과 활성화를 위해서는 도시 내외는 물론 지역 간 철도건설과 개선은 거점중심지역(Focal Points)에서 도로교통과의 복합 환승체계 구축과 노선의 직선화 및 최단 코스화, 속도의 고속화, 이용자 중심의 접근성 확립이 요망된다. 또 수도권과 같은 대도시권에서는 BRT와 도시철도, 자전거 등 타 교통수단과의 환승 편의성과 편리성, 통합요금체계 도입 등과 같은 요금체계의 개편, BRT 노선 및 시내버스 연료부문의 첨단적 청정화 기술개발도 탄소저감과 환경개선에 상당히 기여할 것으로 보고 있다(이성모, 2010. 재인용). 녹색교통수단(green mode)은 자전거, 보행과 같은 비동력 교통수단은 물론 대중교통 수단까지 의미하는데 주로 에너지 소모가 많고 대기환경을 악화시키는 자동차와 같은 적색교통(red mode)에 대한 상대적 개념으로 정의하고 있다(황상규, 2010 : 12)[141].

황상규(2010)에 의하면 저탄소 녹색교통체계 구축을 위해서는 교통수요관리를 강화해야

140) 2005년의 “녹색성장에 관한 서울이니셔티브 네트워크” 선언문은 유엔 아시아·태평양 경제사회위원회의 아시아·태평양 환경과 개발 장관회의에서 채택된 선언이다. 그 내용은 ①환경적 지속가능성을 위하여 생태 효율성을 증진시킴 ②환경적 성취를 높임 ③환경을 경제적 성장과 개발을 위한 기회로 삼도록 권장함 등의 세 가지 목표를 설정하고 있다.

141) 황상규, ‘도시교통정책전망’, 도시문제, 1“12~!6, 20120

하며 추진하여야 할 정책으로 자동차 통행량 총량제, 탄소세도입 및 이산화탄소 배출량 기준의 자동차 세제개편을 제시하고 있다. 또한 도시공간구조 개편을 유도하기 위한 광역교통정책으로 KTX 연계교통체계의 구축과 대중교통중심 도시개발을, 사회통합을 위한 교통복지정책으로는 교통약자를 위한 교통투자 기준의 개선 및 교통비용 부담 완화와 교통권의 법적 보장을 위한 교통기본권 제정 등을 들고 있다.

박진영 · 이재훈 · 이창운(2009)[142]은 저탄소 녹색성장 시대에 부응하는 교통시설 투자, 교통수요관리, 녹색생활지원 체계, 녹색기술 활용, 법 · 제도 등 교통부문에 필요한 전략과제를 제시하면서, 전 세계적으로 교통은 국가별 에너지 소비의 20~30%를 차지하고 있으며 에너지 소비에서 발생하는 온실가스의 전 세계 평균은 23%인 반면 OECD 국가에서는 교통부문이 30%를 차지하고 있다고 분석하고 교통과 온실가스, 교통수요의 증가, 자동차의 수요증가, 기후변화 협약과의 관계에서 녹색교통을 진단하고 있다.

이용상 · 정병현(2009)[143]에 의하면 일본은 교토 기후변화협약에 따른 온실가스감축 의무이행 대상국으로 2008년~2012년 사이에 1990년 대비 6%의 온실가스를 감축시켜야 한다. 이러한 이유로 일본 정부는 환경부하가 작은 교통체계의 구축을 위해 모달 쉬프트 정책을 추진하고 있다. 2007년 현재 일본의 철도화물 수송 분담률은 약 1%(톤 기준)이며 2010년까지 8%대로 향상시킬 것을 목표로 정하고, 화주와 물류업자들로 하여금 도로수송에서 철도수송으로 수단전환을 유도하기 위하여 그에 필요한 환경과 지원체계를 마련하여 추진 중에 있다. 그동안의 일본정부의 교통부문의 노력을 보면 1997년부터 종합물류시책대강(綜合物流施策大綱)을 수립하여 환경 및 에너지 효율성 측면에서 유리한 철도와 해운운송의 활성화를 강조하였다. 종합물류시책대강 에서는 물류시설의 편리성 제고 및 물류서비스의 가격경쟁력 제고, 에너지 및 환경문제에의 대응을 주요 목표로 설정하였다.

2001년에 수립된 「신종합물류시책대강(新綜合物流施策大綱)」에서는 교토의정서 채택에 따른 온실가스 배출 저감 문제를 비롯한 에너지 및 환경 부담이 적은 효율적인 물류시스템의 구축에 관한 내용을 제시하였다. 그러나 두 차례에 걸친 노력에도 불구하고 2003년의 「지구온난화대책추진대강(地球溫暖化對策推進大綱)」에서는 다음과 같은 분석을 내어 놓았다. 1999년의 이산화탄소배출량은 일본이 13억 1,00만 톤으로 2010년에는 13억 2,00만톤으로 증가할 것으로 예상되는데 이는 교토의정서 목표치인 11억 5,00만톤

142) 박진영 · 이재훈 · 이창훈, '저탄소 녹색성장구현을 위한 선제적 국가 교통 전략과제', 한국교통연구원, 2009
143) 이용상 · 정병현, '일본의 지구온난화에 관한 교통정채그이 변화', 한국아시아학회 아시아 연구, 85~104, 2009

에 비해 약 14%나 증가하는 수치로 현재 상태로는 목표치의 달성이 어렵다는 판단을 하게 되었다.

이에 1단계로서 1990년 수준으로 이산화탄소를 억제하는 목표를 세웠는데 그 내용을 보면 2010년에 산업부문에서 462백만 톤으로 1990년 기준에서 7% 감소, 민생부문에서 260백만 톤에서 1990년 기준에서 2% 감소, 교통부문에서는 250백만 톤으로 1990년에 비해 17% 증가하는 것으로 정하였다. 이는 교통부문이 타 부문에 비해 이산화탄소의 억제가 쉽지 않으며 더 적극적으로 추진되어야 할 필요성을 나타낸 것이라고 하겠다(이용상・정병현, 2009).

이에 교통부문에서는 에너지 절감을 위해서 저공해차량의 보급과 공공교통기관의 촉진, 철도 등 물류의 효율화를 추진하고 새로운 에너지의 개발, 연료전환 등의 노력을 추진하는 것으로 정하였다(이용상・정병현, 2009 : 88-89)

유상희・임동순(2008)[144]에 의하면 EU의 기후변화 대응정책은 1991년 최초로 수립되어 2000년 유럽 기후변화 프로그램(CCP, The European Climate Change Programme)설치를 통하여 총괄적으로 운영되고 있다. ECCP는 정부, 기업, NGO 등 다양한 이해관계자 참여를 기반으로 하고 있다. ECCP 최초의 중장기 계획인 2000~2005년 대응정책은 11개 워킹그룹을 구성하여 배출권거래제, 에너지 수요 ,수송 및 농업부문의 전략 등을 수립하였다. 특히 2003년 EU 배출권거래제와 2004년 연계정책(linking directive)에서는 교토메커니즘의 적극적 활용을 위한 정책적 토대를 마련하였다.

EU의 두 번째 핵심정책 대응은 에너지 효율 개선에 관한 것이다. 특히 2002년 건물에너지효율 증대정책과 2005년 에너지 사용 제품에 대한 에코디자인 의무화정책은 매우 실효성있게 수행되고 있다. 세 번째로 ECCP는 신재생에너지의 보급 확대에 주력하고 있다. 2001년 신재생에너지 이용 전력공급의 확대, 2003년 수송부문에서 바이오 연료의 확대 등이 대표적 사례이다. 정책목표에 따르면 2010년까지 수송부문의 바이오 연료 비중을 약 5.5% 까지 확대하는 것으로 되어있다. 또한 2010년까지 EU-15기준으로 전체에너지 소비의 12%를 신재생에너지로 충당하는 것을 목표로 하고 있다.

2007년 3월 EU총회에서는 2020년에 대한 정량적 목표를 설정한 통합적 기후변화 대응정책을 선언하였다. 핵심 내용은 2020년까지 EU의 온실가스배출량을 1990년 대비 20% 저감, 주요국의 적극적 노력에 따라 최대 30%까지 감축하는 전략이다. 주요 정책목표로

144) 유상희・임동순, 'EU의 기후변화협약 대응 정책 평가 및 시사점', 26(1) : 251~277, 2008

는 EU 전체 관점에서 에너지 효율을 현재 수준에서 20% 제고하고 현재 6.% 수준의 신재생에너지 사용비중을 20%까지 증대하고, 수송부문 바이오 연료 소비 비중을 현재 1% 수준에서 10%까지 증대하는 것을 포함하고 있다.

특히 배출권거래제, 공동이행, 청정개발체제 등 신축적 체제의 적극적인 활용을 통하여 회원국의 온실가스 저감비용을 완화하는 노력이 지속되어 왔다. 환경 친화적 신기술 장려 및 도입 정책으로는 친환경적 차량 개발 및 바이오연료(Biofuel) 개발과 그 도입방안은 온실가스 배출을 감소하기 위한 가장 직접적인 정책이다. 유럽 내 일부 국가는 이와 관련된 정책들을 시행하고 있으며 EU가 주최가 되어 이들 차량을 적극 도입하고 운행하는 시범 프로젝트를 시행하고 있다. 친환경 차량 개발과 관련하여 EU는 자동차 업계의 자발적 동의에 의거, 2012년까지 평균 CO_2배기가스 수치를 모든 차량에 대해서 120g/m 수준에 이르는 것을 목표로 삼고 있다.

바이오연료 장려 정책은 생산, 공급, 소비시장 등 각 단계별로 시행되고 있는데 생산단계에서 지원되는 정책은 시설 투자지원(스웨덴), 생산 보조금 지원(체코) 및 세금 감면 제도를 병용한 생산량 할당제(프랑스, 이태리) 등이 있다. 한편, 배분단계에서는 바이오연료의 블렌딩 수준을 순 바이오연료수준으로 올리는 방안(독일, 스칸디나비아 국가)과 기존 연료 대비 가격 경쟁력을 확보하기 위한 감세방안(전 해당 국가) 및 주유시설 설치 지원방안(독일, 스웨덴)등이 있다.

마지막으로 소비단계에서는 공공기관 및 민간기관에서 바이오 연료 차량을 적극적으로 도입하는 조달정책(스웨덴, 오스트리아)과 혼잡통행료 및 세금감면, 시내 무료 주차 등 사용자 인센티브 정책(스웨덴, 영국) 등이 시행되고 있다.

혼잡관리정책으로는 차량으로부터 배출되는 온실가스를 감소시키기 위해서는 교통흐름을 향상시키거나 교통수요 자체를 감소시키는 방안이 가장 직접적인 효과를 거둘 수 있는 것으로 간주되고 있다.

이와 관련해서 유럽 국가에서는 첨단기술을 활용한 교통관리방안과 직·접적으로 통행혼잡에 의한 환경적, 경제적 외부 발생비용을 부담하도록 하여, 수요자체를 감소시키는 방안이 도입되고 있다. 혼잡관리정책 방안으로는 첨단도로운영체계 도입, 노견차로 통행허용시스템(HSR, hard shoulder runnig) 등이 있다. 2006년부터 영국 고속도로관리청(Highway Agency)은 고속도로 상시 정체구간의 혼잡완화를 통한 고속도로 안정성 제고 및 차량배출 가스 및 연료 소비 감소를 목적으로 한 시범사업으로 M42고속도로 구간에

노견차로 통행허용 시스템을 도입하였다. 교통수요 감소방안 중에는 혼잡통행료 징수가 가장 직접적인 방법으로 도심 지역에서 혼잡 통행료를 징수하는 방안을 들 수 있는데 유럽에서 시행되고 있는 가장 대표적인 사례는 런던과 스톡홀름의 혼잡통행료 징수시스템이다(박경아, 2010 : 29-30)[145].

이러한 내용을 종합하여 볼 때 친환경녹색교통에 대해 학자들이 명확하게 개념을 정의하고 있지는 않지만, 친환경 녹색교통정책은 기후변화협약 이후 녹색성장의 큰 틀에서 저탄소배출을 위한 교통물류체계 개편과 교통시설 공급정책, 교통수요 감축을 위한 수요관리정책의 강화, 그린세제로의 개편, 저탄소, 고효율의 친환경차량에 대한 보조지원, 배출권 거래제(ET), 청정개발체제(CDM) 등 대중교통으로의 전환정책을 포괄하는 개념으로 정의할 수 있다.

2) 기후변화협약에 따른 주요 국가별 교통부문정책의 변화

기후변화협약 이후 협약 당사국들은 이에 대응하는 탄소저감을 위한 여러가지 교통과 관련된 정책을 수립하여 시행해오고 있다. 주요 국가별로 정책목표 중심으로 제시해 보고자한다.

(1)일본

일본은 교토의정서 내용을 이행하기 위하여 지구온난화 방지본부를 설립하고 1998년 지구온난화 방지대책 지침을 발표하는 등 온실가스를 저감시키기 위한 여러가지 정책을 실시하고 있다.

첫째로 자동차 세제의 그린화 추진이다. 저공해자동차, 저배출가스 및 고연비자동차의 보급 촉진을 위하여 자동차취득세 경감과 함께 자동차세 중·경과[146]제도를 신설 하였으며, 경유차의 경우 구형차 폐차 및 최신 규제차도입을 실시하였다. 둘째로 연비표시제도의 도입이다. 자동차 제품설명서에 해당 자동차의 연비를 기재하여 소비자들이 자동차구매 시에 참고할 수 있도록 하였다.

145) 박경아, '유럽의 녹색교통정책', 도시문제, 2 : 28~31, 2010

146) 자동차세 중경과 제도는 환경부하 적은 자동차 구입 시 자동차세를 경감하고 반대로 환경부하 큰 자동차 구입 시 중과세하는 제도이다. 자동차세 경감대상은 연비기준을 달성하는 자동차로서, 저배출 가스 차, 전기자동차, 천연가스 자동차, 메탄올 자동차 등이 포함되고, 차령 11년 초과 경유차 및 차령13년 초과 휘발유차를 대상으로 10%의 중과세를 적용. 다만, 승합버스 및 저공해차는 적용대상 제외하고 있다.

셋째로 목표연비제도의 도입으로는 정부에서는 자동차 연비개선 목표를 상향조정하여 고시하고 연비개선 목표에 도달하지 않는 차량의 경우에 판매할 수 없도록 하여 자동차업계에 친환경자동차 개발에 대한 강제성을 부여하였다. 넷째로 친환경차량에 대한 지원정책이다. 천연가스자동차의 경우 천연가스 연료 차량 보급 및 기존차량 개조 비용의 50~60% 지원하고 인센티브를 제공한다. LPG자동차는 차량 구입비 및 기존차량 개조 비용을 지원하며, 2002년부터 3년간 그린구입법[147] 실시로 공공부문 온실가스감축을 위해 노력하였다. 전기 및 하이브리드 자동차의 경우 2002년 관련 R&D 사업에 약 240백만 달러 투자 등 기술개발에 주력하고 있다. 다섯째, 친환경교통체계구축을 위해서는 친환경 녹색교통을 위한 지능형교통시스템(ITS)의 확대를 통하여 에너지 효율을 극대화하고 교통수요관리체계(TDM)로 차량 억제 및 대중교통이용 확대를 추진하고 있다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 185-186)

(2) EU

유럽연합은 교토의정서에서 1990년 기준 대비 2012년까지 대기오염 배출가스 8% 감축을 목표로 대기오염 배출가스 저감을 위한 다양한 친환경정책을 펼치고 있다. 일본에서 실시하는 것과 마찬가지로 연비 표시제도와 목표 연비제도를 실시하고 있으며, 더불어 이산화탄소 배출 규제[148]도 시행중에 있다. 첫째로 친환경차량 지원정책으로 천연가스 자동차의 경우 저공해 프로그램 및 인센티브제 도입을 통하여 2020년까지 총 자동차 연료의 20%를 친환경연료 차량을 보급하는 것을 목표로 하며, LPG차량의 경우 소비세 및 등록세를 낮추거나 면세하고 개조차량에 대한 보조금을 지급하고 있다.

최근 상용화에 성공한 전기 및 하이브리드 자동차와 관련하여 신차개발을 적극지원하고 하이브리드에너지 전략을 위한 하이브리드 및 연료전지 고위그룹[149]을 발족하여 친환경 신기술 개발에 대한 지원을 계속하고 있다. 둘째로 교통수요관리 정책의 강화이다. 교통수요관리를 통한 대기오염 배출가스 감축방안으로는 통행제한 구역제와 혼잡통행료 징수 등이 있다. 통행제한구역제 지정은 도심지역으로 자동차 진입을 강제적

147) 그린 구입법이란 2002년부터 3년간 정부의 공공차량 7천대를 저공해차로 대체하는 것을 말한다.
148) 이산화탄소 배출 규제는 1996년 EU 환경각료 이사회는 UN기후변화협약에 의거 승용차 CO_2 배출량은 2005~2010년까지 120g/km로 감축할 것을 요구하고 있다.
149) 하이브리드 및 연료전지 고위그룹(HLG : High Level Group on Hybrid and Fuel Cells) 은 EU하이브리드 및 연료전지 사용과 개발현황을 점검하며, EU 차원의 관련 전략 수립 및 수행을 하고 있다.

으로 억제하는 방안으로 통행제한구역으로 지정된 지역은 승용차 통행을 제한하고 노선버스 등의 대중교통 수단만이 통행이 가능하도록 하였다. 이를 통하여 승용차에서 대중교통으로의 수요전환이 이루어져 도심지역내 대기오염 배출가스 저감이 예상된다.

혼잡통행료 징수를 통한 수요관리는 도심지역에 진입하는 차량에 대하여 혼잡통행비용(tax 또는 charge) 지불하게 함으로써, 도심지 교통량을 감소시키기 위한 정책을 의미한다. 유럽의 혼잡통행료 징수는 1990년대부터 실시되어 왔으며, 런던, 파리, 베를린, 스톡홀름 등 이제는 유럽 전역에서 교통수요관리 정책의 일환으로 일반적으로 실시되고 있다. 도심지 교통수요감소는 도심의 차량에 의한 대기오염을 줄여 도심지 대기질 향상에 도움이 되는 것으로 분석되었다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 186)

프랑스의 “생태・에너지・지속가능 개발 및 계획부”는 자동차로 인한 온실가스 배출을 줄이기 위해 이산화탄소 배출량에 연계한 생태적 보너스(Le ”bonus écologique”) 제도를 2007년 12월 5일부터 시행하고 있다. 이산화탄소를 적게 배출하는 신규 차량 구매자에 대해서는 녹색 보너스(bonus)를 통해 보상하고, 이산화탄소를 많이 배출하는 오염차량 구매자에 대해서는 생태적 벌금(penalty)부과하는 것으로 오염차량 구매자의 벌금으로 조성된 기금을 보너스 재원으로 사용하고 있다. 향후 배출량이 높은 오염차량에 대해서는 구입 시와 운행 시에 매년 벌금을 부과하는 생태적 보너스 제도를 운영하고 있다(수도권교통본부,2009,2-1권 : 187-188)

(3)미국

최근 오바마 미국 대통령은 2009년 6월 19일 자동차 연비 향상과 배기가스 배출기준을 강화한 연비 규제안을 발표하였다. 2016년까지 자동차 연비를 승용차 39mile/gallon, 경트럭 30mile/gallon, 평균 연비는 35.5mile/gallon으로 향상하여, 2012년부터 적용하기로 하였다. 배기가스 배출량은 2016년까지 250g/mile로 감소하는 것을 의무화하는 법안을 채택하였다(수도권교통본부,2009.2-1권 : 189).

II 우리나라의 친환경 녹색교통 주요사례

1 친환경녹색교통 수요관리의 의의

경제성장 과정에서 경제활동은 대도시 중심으로 이루어질 수밖에 없는 현실 속에서 도시로의 인구집중은 더 가속화되고 있다. 2008년 기준 수도권인 서울, 인천, 경기도의 인구는 전체인구의 절반에 육박하는 2,472만명이며, 수도권 전체의 차량등록대수는 770만 8천여대에 이르고 있으며, 이 가운데 약 77.4%가 승용차이며 지속적으로 증가하는 추세이다. 수도권의 도시별로 수단별 수송 분담률을 보면 서울시의 경우 2007년 기준 버스 27.6%, 지하철 34.9%, 택시 6.2%, 승용차 26.3%, 기타 5.0%이고 인천시의 경우는 2009년 기준 승용차 42.6%, 버스 25.8%, 지하철 15.3%, 택시 6.7%, 기타 9.6%이고 경기도의 경우는 2008년 기준 승용차 48.3%, 버스 29.1%, 지하철 7.5%, 택시 5.2%, 기타 9.9%이다(수국교통연구원, 2010 : 64-65). 이는 도시철도가 잘 공급된 서울시는 전철 이용자가 많은 반면에 그렇지 않은 인천시와 경기도는 승용차 이용자가 42.6%~48.9%로 주요 교통수단으로 사용하고 있음을 보여주고 있다.

도시별 수송수단 분담률 추이<표 4-3-1~4-3-3>를 보면 승용차 수요는 크게 변하지 않고 있다. 버스 수송 분담률이 서울시와 인천의 경우 2005년 이후 정체되고 있는 반면에 경기도의 경우는 2008년 다소 상승세를 보이고 있다.

표 4-3-1 서울시 교통수단별 수송 분담률(%)

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년
버 스	26.2	27.5	27.6	27.6
지하철	35.8	34.8	34.7	34.9
택 시	6.6	6.5	6.3	6.2
승용차	26.4	26.3	26.3	26.3
기 타	5.0	4.9	5.1	5.0
계	100	100	100	100

※ 자료 : 서울시, 교통수단별 수송 부담률 변화, 2009

표 4-3-2 인천시 교통수단별 수송 분담률(%)

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년
승용차	42.7	42.7	42.6	42.6
버 스	26.1	26.0	25.9	25.8
지하철	14.7	14.9	15.1	15.3
택 시	7.0	6.9	6.8	6.7
기 타	9.6	9.6	9.6	9.6
계	100	100	100	100

※ 자료 : 인천시, 교통수단별 수송 부담률 변화, 2009

표 4-3-3 경기도 교통수단별 수송 분담률(%)

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년
승용차	43.8	49.87	50.33	48.93
버 스	30.6	27.02	27.18	29.11
지하철	8.6	7.85	7.64	7.65
택 시	8.4	5.38	5.18	5.2
기 타	8.6	9.88	9.66	9.09
계	100	100	100	100

※ 자료 : 경기도, 교통수단별 수송 부담률 변화, 2009

이러한 원인으로 수도권을 비롯한 대도시 지역들은 출퇴근 시간에 만성적인 교통혼잡으로 통행시간의 손실과 에너지의 낭비와 대기오염의 심화, 차량비용의 증가 등으로 막대한 사회적 혼잡비용 〈표7-4～7-5〉 을 유발시키는 등 도시의 경쟁력과 삶의 질을 저하시키고 있는 상황이다. 2007년 전국지역 간 도로의 교통 혼잡 비용은 총 9조 3,731억원으로 추정되었으며, 이 중 일반국도가 4조 9,319억원으로 전체의 53%로 높은 비율을 차지하고 있으며 고속국도 2조 6,745억원, 지방도 1조 7,67억원으로 나타났다. 도로의 차종별 교통혼잡비용은 승용차가 5조 1,737억원 버스가 1조 8,286억원, 화물차는 2조 3,707억원의 순으로 나타났으며, 수도권(서울, 인천, 경기) 교통혼잡비용은 5조 2천억원에 이른다. 이는 전체 교통혼잡비용의 55.%를 차지하고 있다(한국교통연구원, 2008 : 49-54).

교통수요관리(TDM, Transportation Demand Management)의 개념은 교통수요의 통제나 조절을 통해 도로혼잡을 완화하고 도로의 효율적 이용을 확보하는 제반 정책으로서 발생의 주요원인이 되는 자동차의 통행을 감축하거나, 통행유형을 시간적 공간적으로 분산 또는 대중교통수단으로 전환하도록 유도하여 통행량을 감소시키는 데 목적이 있다. 즉 통행자의 행태변화를 유도시켜 나홀로차량(single occupancy vehicle) 이용을 감소시키고 출근패턴을 전환하여 대중교통을 비롯한 다인승차량(high occupancy vehicle)의 이용을 촉진하여 궁극적으로 통행속도의 증가를 통한 시간비용의 감소와 통행비용의 감소, 대기오염 감소등 사회적비용을 감소시키고자 하는 정책이다(안기정 · 김경철, 2008 : 19-26)[150]. 교통 수요를 해결하기 위한 방법으로 자동차 증가에 비례하는 교통시설을 공급한다면 교통 혼잡 문제는 발생하지 않을 것이다.

현실적으로 통행수요에 부합한 교통시설인 도로의 확장과 도시철도의 건설에는 막대한 투자비용이 소요되기 때문에 대부분의 도시에서는 대중교통육성정책과 병행하여 교통수요관리에 교통정책의 초점을 두고 있다(허용훈 · 이희태, 1999 : 151-152[151]; 김익기 외2인, 2000 : 636[152]).

표 4-3-4 2007년 지역 간 도로의 지역별 교통혼잡비용 (단위 : 억원/년)

구분		2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	연평균증가율(%)
도로별	고속국도	20,126	20,591	23,055	24,131	26,745	3.82
	일반국도	55,980	54,660	50,247	49,204	49,319	8.60
	지방도	15,025	16,053	17,635	18,468	17,667	8.52
	계	91,130	91,305	90,937	91,802	93,731	6.99
차종별	승용차	45,574	44,837	33,969	44,656	51,737	10.23
	버스	25,868	26,432	33,961	26,342	18,286	1.62
	화물차	19,689	20,035	23,007	20,804	23,707	6.32
	계	91,130	91,305	90,007	91,802	93,731	6.99

※ 자료 : 한국교통연구원, 「전국 혼잡비용 산출과 추이 분석」, 2008

150) 안기정 · 김경철, '서울시 교통수요관리정책의 제약요인 극복방안', 서울시정개발연구원, 2008
151) 허용훈 · 이희태, '도시교통수요과린 정책집행에 있어서 대상집단의 불응요인 분석', 부산대학교, 4(1) : 151~176, 1999
152) 김익기 · 황기연 · 엄익기, '교통수요관리 정책분석을 위한 부분지구 분석방법의 응용', 대한토목학회, 20(60-D) : 635~645, 2000

표 4-3-5 2007년 도시부 도로의 교통혼잡비용 (단위 : 억원/년)

구분	승용차	버스	화물차	계	비율(%)
서울	37,814	27,371	5,852	71,037	43.1
부산	21,082	9,921	3,801	34,803	21.1
대구	6,258	6,327	580	13,166	8.0
인천	10,275	9,205	2,139	21,618	13.1
광주	5,560	2,774	871	9,205	5.6
대전	6,714	3,424	245	10,383	6.3
울산	2,955	1,211	506	4,672	2.8
총계	90,658	60,233	13,994	164,885	100.0

※ 자료 : 한국교통연구원, 「전국 혼잡비용 산출과 추이 분석」,2008.

2 친환경녹색교통 수요관리 유형

친환경녹색교통 수요관리정책은 그동안 규제위주의 정책을 시행하여 왔다. 그러나 최근의 교통수요관리정책은 대중교통이용 촉진을 위하여 공급위주의 정책으로 전환되어 가고 있는 추세이다. 즉 대중교통 이용이 편리하도록 교통관련시설을 확충하는 복합적인 정책으로 변화되어 가고 있다. 그동안의 연구가 규제정책 위주로 논의(고준호, 2007 : 126-127; 허용훈・이희태, 1999; 한상용, 2007[153]; 안기정・김경철, 2008; 이승재・이순주, 2006) 되어왔으나, 최근에는 교통서비스 공급차원과 규제로 구분하고 있다(윤장호・박준석, 2009)[154].

여기서는, 수요 감축을 위하여 정부가 법제도를 정비하고 이를 통해 각종 지원시책과 대중교통 이용을 촉진하는 시책을 추진하여 왔으므로 이에 대한 수요관리정책을 공급정책과 규제정책, 복합정책으로 구분하여 보고자한다. 또한 기후변화 협약 이후 친환경에

153) 한상용, '규제 및 유인적 교토수요관리정책의 대중교통 전환효과 비교분석', 규제연구, 16(1) : 221-253
154) 윤장호・박준석, '저탄소 녹색성장을 위한 교통수요관리의전략연구', 한국교통연구원, 2009

대한 관심이 높아지면서 탄소배출 저감을 위한 공급과 규제에 대한 정책이 새로이 나타나고 있다. 이를 공급정책, 규제정책, 복합정책 등을 유형별로 구분하여 보면 〈표 4-3-6〉 와 같다.

교통수요관리의 유형에서 공급정책은 대중교통 이용자를 위한 시설공급에 초점이 있다. 대중교통 우선통행을 위한 버스전용차로설치와 환승 편의를 위한 환승정류소를 포함한 환승센터, 지능형 교통체계구축(ITS)을 통한 신호체계개선, 버스도착안내시스템(BIS), 교통카드를 확대 보급으로 승·하차 및 환승시간 단축, 버스와 철도 버스와 버스 등 환승 시 환승보조금을 통한 통합환승할인 제도, 과다한 노선경쟁으로 시내버스의 낙후된 서비스를 개선하기 위한 시내버스 준공영제 도입 등은 교통수요관리를 위한 획기적인 정책이 아닐 수 없다. 물론 이에 따른 재정 수요가 날로 급증하고 있는 것도 지방자치단체의 재정압박으로 이어지고 있지만 교통수요 감축 정책에서는 중요한 정책이며 시민들부터 큰 호응을 얻고 있다. 그동안의 규제위주의 교통수요관리정책을 보면 유류세 인상, 주차요금 인상 등은 그 시기가 경과하면 다시 원점으로 돌아가는 속성으로 감축효과를 크게 보지 못하고 있다. IMF와 미국의 모기지론에 의한 금융위기에서도 잠깐 승용차 이용자가 감소했을 뿐 수송 분담률에 큰 변화가 없다. 또한 승용차 부제 운행과 요일제 운영의 경우도 세금감면과 각종 인센티브에도 불구하고 자율적인 규제로 인해 참여자가 점차로 줄고 있는데 정책의 장기적인 시행으로 인해 정부기관과 산하단체의 공무원, 직원 위주로 시행 되고 있는 것은 주지의 사실이며 정책에 대한 피로감도 한 원인으로 보여 진다. 혼잡통행료도 선진국에서는 런던시, 스톡홀름, 밀라노시, 싱가포르 등에서는 통행제한구역 설정과 혼잡통행료 부과로 혼잡완화에 크게 성과를 거두고 있는 반면에 서울시 혼잡통행료는 남산1,3호 터널에 국한하여 운영함으로써 확대 시행이 필요한 실정이다(이승재, 2006 : 44-55; 이훈기, 2003 : 91-98[155]; 정선영, 2006 : 78-85[156]).

155) 이훈기, '런던 혼잡통행료의 교훈', 국토 : Planing and policy, 266 : 91-96, 2003
156) 정선영, '외국의 혼잡통행료 정책도입사례', 건설경제, 47 : 78~85, 2006

표 4-3-6 친환경녹색교통 수요관리 유형

구분	규제의 내용	공급 및 규제방법	관련법률
공급 정책	대중교통 지향형 도시개발 버스준공영제 통합 환승할인 간선급행버스체계구축(BRT) 버스도착안내시스템(BMS, BIS) 교통정보제공 환승센터, 환승정류장, 환승주차장 지능형 교통체계구축(ITS) 교통카드 자전거 도로설치 및 공공자전거(Public Bike)도입 버스천연가스 대체지원 고가, 지하차도 입체화 교차로 구조개선(TSM) 가변차로 설치 버스공영차고지 설치 보행자전용지구 대중교통전용지구, 보행자전용지구	시설투자로 대중교통 인프라 구축 정책보조금지급 대중교통이용수요 촉진	『도시교통정비촉진법』 – 교통수요관리 – 교통혼잡 특별 관리구역 지정 등 『대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률』 – 대중교통수단의 통행을 위한 조치(간선급행버스 체계구축 등) 『지속가능교통물류 발전법』 – 자동차 통행량 총량설정 – 전국호환교통카드 – 환승센터의 설치 – 자동차 운행제한 – 특별대책지역의 교통수요관리 『국가통합교통체계효율화법』
규제 정책	자동차의 운행제한 차 없는 날 주차수요관리(주차상한제, 차고지증명제, 주차료 차등화, 주차요금인상) 다인승 차로제 혼잡통행료 승용차 함께 타기(CAR POOL) 일방통행로 유류세 인상	세제를 통한 교통비용 인상으로 승용차이용억제효과 차량통행제한으로 수요억제 자율규제	『도시교통정비촉진법』 – 통행량 감소를 위한 사항 – 특별구역안의 교통수요관리
복합 규제 정책	버스중앙전용차로, 버스전용차로 승용차 부제 교통유발부담금	시설공급과 규제병행 범칙금부과 유발부담금 자동차세 감면, 인센티브제도	『도시교통정비촉진법』 – 교통유발부담금 『도로교통법』 – 전용차로 위반 범칙금, 과태료

※ 자료 : 윤창호·박준석, (2009), 「저탄소녹색성장을 위한 교통수요관리 전략연구」, 재구성

3 친환경녹색교통 주요사례

1) 공급정책

교통수요관리정책에 있어서 대중교통으로의 수요전환을 위해서 철도를 공급하는 것이 가장 좋은 정책인 것은 공지의 사실이다. 이러한 이유로 수도권을 비롯한 도시들은 도시철도를 건설하기 위하여 온갖 수단을 총동원하다시피 하고 있다. 그러나 철도건설 보다는 적은 비용으로 기존도로를 활용하여 대중교통인 버스 수송능력을 배가시킬 수 있는 정책의 도입을 경제적인 측면에서 고려해 보아야 한다. 지금까지 선진국 대도시는 물론 수도권을 비롯한 대도시에서 이러한 정책을 시행하여 효과를 보고 있다. 또한 교통혼잡 완화를 위한 규제에는 많은 저항이 있어 강제적 규제정책 시행이 어렵기 때문에 이러한 공급정책은 재정이 허락한다면 계속 추진하여야 할 정책이다. 최근까지 이러한 공급정책에 대한 주요사례를 알아보고자 한다.

(1) 버스 준공영제

민영제의 한계를 극복하고 효율적인 버스노선체계를 구축하여 안정적인 버스서비스를 제공하기 위해 2004년 서울시가 준공영제 도입을 계기로 다른 대도시에서도 준공영제를 시행하게 되었다. 이와같이 대도시에서 시행되고 있는 버스준공영제는 민간운수업체가 서비스를 공급하는 민영체제의 형태를 그대로 유지하지만, 자치단체가 버스운영에 직·간접적으로 개입하여 노선입찰제 시행, 수입금 공동 관리제 및 재정지원 등 공영제적 요소를 부여하는 민관 혼영제라 할 수 있다.

현재 국내에서 시행되고 있는 버스 준공영제는 브라질 쿠리치바 버스운영제도와 비슷하다고 할 수 있으나, 전 세계적으로 유일한 민관 혼영제로 일종의 수입금공동관리제를 시행해오고 있다. 이와같은 제도의 목적은 노선의 공공성을 확보하고 버스서비스를 개선시키기 위한 것이라 할 수 있으며, 전국적으로 준공영제를 실시하고 있는 도시는 최근 도입하여 시행하고 있는 인천시를 포함하여 서울 등 7개 대도시이다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 237)

(2) 수도권 통합요금제(통합환승할인제)

수도권에서 환승 요금체계를 갖춘 환승할인제의 시작은 인천시에서 2003년 12월 시내버스와 시내버스, 광역버스와 시내버스와 무료 환승요금제를 도입하고, 시내버스와 인천지하철과의 환승할인제는 후승요금의 50%를 할인하여 주는 정액할인제를 적용하였으며, 인천지하철은 철도청 및 서울시 지하철과 연계하여 버스 환승요금을 4회에 한하여 무료로 해주는 등 긍정적인 효과를 창출하는 수도권 환승할인제의 태동이 시작되었다.

대중교통환승할인제는 대중교통 수단간 환승에 따른 이용객의 요금부담을 경감시켜 주기위하여 버스와 버스, 버스와 전철 간 환승 시 일정금액을 할인해 주는 요금제도로서, 환승 할인제의 유형은 선승한 요금만 지불하고 후승한 요금을 무료로 이용하는 무료 환승제와 후승한 요금의 일정액을 할인하여 주는 정액 환승할인제, 이용자가 이용한 총거리에 비례하여 환승요금을 할인하여 주는 거리비례 환승할인제 등으로 구분하고 있다.

서울시는 2004년 7월 1일 버스 노선체계 개편을 단행하면서 환승통행에 대한 요금체계로 통합거리 비례제도로 개편하였다. 적용대상은 교통카드 이용자에 한하여 적용하였으며, 환승 시 총 이용거리를 합산하여 기본거리 10km 이내는 기본요금, 이후 5km마다 100원의 추가요금을 부과하였으며, 광역버스는 기본요금이 높고 통행거리가 장거리라서 제외하였다.

경기도는 2005년 6월 20일 부터 시내버스(좌석, 직행좌석 포함) 교통카드 사용 이용객을 대상으로 400원의 정액 환승할인제를 시행하였다.

2006년 12월 8일 서울시·인천시·경기도 3개 수도권 광역자치 단체장은 대중교통 이용자의 요금부담 경감 및 이용편의를 제공하고자 수도권 내 상이한 대중교통 요금체계를 거리비례 통합환승할인 방식으로 통합한 「수도권 대중교통 통합요금제」를 시행하기로 협약하고 2007년 7월 1일부터 서울시와 경기도는 수도권 통합요금제를 전면 시행하였고 인천시는 2010년 10월 10일부터 동참하게 되었다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 53-89)

(3) 버스도착안내시스템(BMS, BIS)

버스운행관리시스템(BMS, Bus Management System)이라 함은 버스에 차량의 위치를 추적할 수 있는 첨단장치(GPS)를 설치하여 이를 통해 수집되는 버스위치 자료와 기타 운행관련 자료를 이용하여 실시간으로 버스의 운행을 관리하고, 이를 통해 이용자 및 운영자에 대한 서비스를 향상시키는 시스템을 말하며, 버스정보시스템(BIS, Bus Information System)은 버스의 운행상황을 버스 이용자에게 실시간 버스위치, 노선, 막차시간 등 버스 이용과 관련된 정보를 유무선 인터넷과 모바일 ARS 등을 통해 제공하는 대중교통정보

시스템이다. 서울시는 2005년 5월, 경기도는 2006년 12월, 인천은 2008년 11월 순으로 BMS/BIS 시스템을 구축 운영하고 있으며 다양한 매체를 통해 버스정보를 제공하고 있다. 버스정류소에 설치되어 이용자에게 접근성이 좋은 BI는 서울시 176개소, 인천시 515개소, 경기도 53개소 설치·운영하고 있으며, 2010년에는 수도권 광역버스를 중심으로 광역 BI 구축이 완료되었다. 미 구축된 정류장에 대해서는 연차별 사업으로 각 시도가 진행 중이다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 : 481-483).

(4) 교통정보제공

도로 이용자는 도로의 차량운행 상황을 출발 전에 또는 이동 중에 알고 목적지까지 시간 및 비용을 절감할 수 있는 교통정보를 원하고 있으며 이러한 정보에 대한 욕구가 나날이 증대되고 있는 실정이다. 이에 국토해양부 및 한국도로공사를 비롯한 공공기관에서는 교통정보에 대한 도로 이용자의 수요를 충족시키고 교통정보제공을 통한 교통량의 분산으로 도로의 혼잡을 완화하기 위하여 신뢰성과 효율성이 높은 교통정보 수집 및 제공을 위한 노력을 계속하고 있으며, 민간에서도 교통정보제공 관련 사업을 지속적으로 추진하고 있다. 교통정보시스템은 고속도로 및 도시부의 주요 도로의 교통상황을 수집하여 제공함으로써, 도로 이용의 효율을 높이고 도로 이용자의 편의를 도모하기 위한 시스템으로 돌발 상황정보, 소통정보, 주요구간별 소요시간 정보 등을 제공한다. 교통정보 제공 사례로는 국토해양부 국가교통정보센터, 서울지방국토관리청, 도로교통정보센터, 서울시 TOPIS, 서울지방경찰청 종합교통정보센터, 서울시교통방송생활정보센터, 인천광역시 교통정보센터, 경기도 교통정보센터, 한국교통공사 도로교통정보센터 등이 있으며, 지하철 플래트폼의 정보 제공 사례와 전동차 내 정보 제공, 시내버스정류장의 BIS 교통정보 제공, 인터넷의 여행정보 제공 등 많은 정보 제공사례가 있다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 : 283-366).

(5) 환승센터, 정류장, 환승주차장

환승시설은 주차장, 정류소, 터미널 등의 다양한 형태로 이루어져 있으며 환승주차장은 승용차에서 대중교통간의 환승(P&R, K&R 등)을 위해 일반도로와 분리된 지점에 있는 전문 환승시설을 말하며, 환승정류소는 기존 버스정류소 및 지하철역 등 환승지점에서 승객의 승하차를 지원하는 정류소를 말하고, 환승터미널은 비교적 장거리 통행승객이 이용하는 고속(시외)버스와 대중교통수단의 연계시설을 말한다.

환승시설의 개념은 환승주차장, 환승정류소, 환승터미널, 환승센터, 복합환승센터로 나누어지며,「국가통합교통체계효율화법(2009.6.9)」이 제정되어 체계적인 국가지원제도를 정비하였다. 환승센터의 건립사례로는 서울역환승센터, 여의도환승센터, 청량리, 복정역, 구로디지털단지역 환승센터 등이 있고, 인천시는 주안역, 동암역, 인천공항 및 인천여객터미널, 송도 투모로우시티 환승센터가 있다. 경기도의 경우는 수원역, 안산역, 송내역, 부천역 등이 있으며 외국의 대표적인 환승센터 설치사례는 프랑스 라데팡스역, 일본 교토역, 독일 베를린 중앙역 등이 있다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 : 171-199).

(6) 지능형교통체계(ITS, Intelligent Transport System)

지능형교통체계(ITS, Intelligent Transport System)는 교통시설에 전자, 통신 첨단기술을 접목하여 교통정보 및 서비스를 제공하고 이를 활용함으로써 교통체계의 운영 및 관리를 과학화하여 교통의 효율성과 안정성을 향상시키는 체계이다. 즉, 지능형교통체계는 전자, 통신 등 첨단기술을 도로, 차량 등에 적용하여 실시간 교통정보를 제공함으로써, 교통시설의 이용효율을 극대화하고 에너지 절감 등 환경친화적 교통체계를 구현하는 시스템이다. 국내에서 진행되고 있는 ITS의 실례를 들어보면, 서울시 등 29개[157] 지방자치단체에서 운영 중(2008년 현재)인 버스정보 제공시스템(BMS/BIS), 도로상의 검지기를 통해 수집된 교통정보를 가공하여 교통 흐름을 관리하고, CCTV(Closed-Circuit Televisions)를 이용하여 신호위반, 불법 주정차 등 각종 위반을 단속하여 도로 이용 효율을 향상시키는 교통관리 시스템, 버스 또는 도시철도 승차 시 또는 톨게이트 통과 시 등 각종 교통시설 이용 시 자동으로 요금을 지불하는데 사용하는 전자지불시스템인 교통카드, 효율적 주차장 운영관리 및 실시간 주차정보를 제공하는 주차관리시스템, 교통정보센터를 구축하여 유관기관 및 자체 ITS장비로부터 수집된 교통정보를 가공하여 인터넷 홈페이지, 자동응답시스템(ARS) 전광표지(VMS[158]) 교통방송 등을 통해 제공하는 교통정보 제공시스템 등이 주변에서 쉽게 볼 수 있는 ITS 시설이다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 384). ITS 구축은 『국가통합교통체계효율화법』에서는 국가와 지방자치단체가 지능형교통체계 기본계획을 수립하도록 되어 있어 국가 및 지방자치단체는 이에 근거하여 ITS 기본계획을 수립하여 추진 중에 있다.

157) 자료 : 국가교통정보센터 홈페이지 ITS 자료실, 2008년 지방자치단체 ITS 구축현황 : 서울시, 부산시, 광주시, 인천시, 대구시, 대전시, 울산시, 부천시, 안양시, 수원시, 안산시, 과천시, 광명시, 평택시, 아산시, 청주시, 천안시, 원주시, 진주시, 경산시, 김해시, 창원시, 군산시, 전주시, 여수시, 제주도, 시흥시, 군포시, 의왕시 등이다.

158) 가변전광판(VMS, variable message signs) : 주요 도로변 환승 결절 점(버스정류장, 역, 플랫폼 등)에 설치되어 교통수단의 도착과 출발에 관한 범용 정보를 제공하며, 비상호적 정보제공 매체로서 대중교통정보 제공 및 광고에 활용됨. 문자, 그래픽, 애니메이션 형태의 정보표출이 가능함.

(7) 교통카드

현재 우리가 교통카드라고 부르는 것은 RF교통카드로써 무선주파수(RF, Radio Frequence)를 이용하여 카드와 단말기 간 물리적인 접촉 없이 운임의 징수 및 정산 등을 수행할 수 있는 비접촉식 카드로써 선불식과 후불식이 있다.

교통카드는 플라스틱 내부의 IC Chip에 데이터를 송수신하는 Loop 안테나를 장착하여 만든 신분증 크기의 카드로 메모리와 프로세서를 내장하여 정보저장 및 처리 기능과 외부정보시스템과의 정보송수신 기능을 구현하는 것으로 13.6㎒의 무선주파수를 이용하여 비접촉방식으로 전자신호를 주고받을 수 있도록 되어 있다.

교통카드는 이용객이 교통카드를 버스안과 지하철역 게이트에 설치된 단말기에 접촉 시 단말기로부터 나오는 전파를 수신하여 카드에 내장된 IC칩을 작동시켜 요금을 징수하게 된다. 선불식 교통카드는 일정금액이 입력된 카드를 버스 또는 전철에 사용하다가 입력된 금액을 다 사용했을 때 재충전하여 사용하는 방식으로 시민들이 버스나 지하철 이용 시 교통카드 단말기에 교통카드를 대면 카드의 요금 잔액 중 사용된 부분만큼 차감되며 잔액 부족 시 충전소(판매소, 전철역 등)에서 재충전하여 사용 할 수 있다.

후불식 교통카드는 기존의 신용카드에 IC Chip을 넣어 교통요금 지불기능을 갖는 방식으로 후불로 1개월에 1번씩만 결제를 하며 수도권에서는 11개 신용카드사에서 발급중이다.

서울시에서는 1996년 7월부터 전체 버스에 도입되었으며, 1998년 6월부터 후불방식의 교통카드가 도입되었다. 인천시는 1998년 9월에 선불방식의 교통카드 단말기를 도입되었고 eB카드사간에 BOT방식으로 교통카드 단말기를 전수 교체하였으며 2009년 2월 인천시 대중교통체계 개편과 함께 통합형 징수기가 설치되어 운영 중에 있다. 경기도는 민간투자방식으로 2005년 12월 경기도버스운송조합과 eB카드사간 BOT(Build Own Transfer) 식으로 교통카드 단말기를 전수 교체하였고 2007년 7월 시내버스에 서울까지 연계된 수도권 통합요금제를 도입하고 2008년 9월 좌석버스까지로 이를 확대하여 서울 시내에서만 이뤄지던 무료 환승 제도 및 통합요금거리비례제가 서울시에서 경기도까지 확대되었다. 교통카드는 2010년 말 현재 전국 호환이 되고 있지 않은데, 국토해양부 주관으로 시·도와 협의 전국 호환을 추진 중에 있다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 : 435-438).

(8) 자전거 전용도로설치 및 공공자전거(public bike) 도입

선진국에서는 자전거이용 활성화를 중요한 국가적 사업으로 인식하고 적극적인 정책을 추진하고 있는 반면, 우리나라는 1995년 자전거이용 활성화를 위한 법률이 제정된 이후

1998년부터 2002년까지 자전거이용 활성화 1차 5개년 사업이 국책사업으로 진행되었으나, 이후 2003년부터는 지방자치 단체 고유사업으로 이양되면서 중앙정부의 지원은 점점 줄어들고 투자가 위축되었으며 자전거이용 활성화시책이 주로 자치단체장의 관심여하에 따라 추진되었다. 우리나라의 자전거도로 총 노선 수는 3,374개로 총연장은 9,047㎞이며, 이중 수도권지역이 노선 1,285개, 연장 2,644㎞로 타 시·도에 비해 높은 설치 현황을 보이고는 있으나 전국현황에 비해 수도권의 인구수, 타 기반시설 등을 고려할 때 부족한 실정이다.

자전거도로를 행정안전부 2008년 통계에 의해 유형별로 보면 2007년 12월말 기준으로 살펴보면 우리나라 자전거 도로는 자전거보행자 겸용도로가 87.6%, 자전거전용도로 10.0%, 자전거자동차 겸용도로 2.4%로 주로 겸용도로가 많고 전용도로가 적어 실제 이용에 불편이 많으며, 특히 수도권지역은 전국평균과 비교할 때 미흡하다.

자전거도로 설치의 문제점은 도로다이어트를 통한 전용도로 설치 시 승용차 이용자의 반발은 물론, 상가 조업주차, 택시 이용자 등의 불편과 이용자 수요부족으로 많은 문제를 야기하고 있다. 공공자전거(public bike)는 파리시의 벨리브, 독일의 공공자전거 등을 벤치마킹하여 지방 자치단체에서 공급하고 있는데, 창원시를 비롯한 많은 자치단체에서 보급을 확대하고 있으나 자전거의 도난, 훼손 등으로 그 효과가 미흡한 실정에 있으며, 자전거 도로교통법에 의거 차로 분류되어 있으나, 보험제도의 미비 등으로 안전사고 시 피해구제제도가 미흡한 실정으로 많은 연구와 제도 정비가 시급한 실정이다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 : 9-39).

2) 규제정책

교통수요관리정책이 효과를 보기 위해서는 공급정책과 동시에 규제정책이 따라 주지 않으면 아니 된다. 그것은 도로 용량의 한계로 공급에도 한계가 있기 때문이다. 특히 자가용이용자의 경우 비용을 지불하더라도 그 편익으로 인해 계속해서 이용하려는 경향이 있기 때문이다. 승용차이용으로 교통혼잡을 야기하는 자동차는 다른 재화와 달라서 그 소유와 운행으로 막대한 사회적 비용을 발생시키며 사용자 개인의 차원을 넘어 사회 전체에 귀속된다는 점에서 문제의 근원이 된다. 이는 승용차 운행비용이 소유자에게 내재화 되지 않고 사회전체로 유출되기 때문이다. 이러한 이유로 혼잡비용을 줄이기 위한 규제정책이 선후진국을 막론하고 승용차 이용제한 정책을 병행하여 쓰고 있다(허용훈·이희태, 1999).

(1) 차 없는 날

승용차요일제와 더불어 대표적인 시민참여 프로그램으로 차 없는 날(car-free day)을 들 수 있다. 차 없는 날 행사는 1997년 프랑스의 서부 항구도시인 라로쉐에서 처음 시작되어, 1998년 프랑스 전역으로 확대되었고, 이후 세계의 수많은 도시로 확산되었다. 일 년 중 단 하루만이라도 자가용을 타지 말자는 상징적인 캠페인으로 시작된 차 없는 날은 이 날만큼은 대중교통, 긴급차량, 생계형 차량을 제외한 자가용 운전자들이 자발적으로 자가용 운행을 자제하는 날이다. “도심에서는 자가용을 타지 맙시다(In town, without my car)”라는 캐치프레이즈를 내걸고 시작된 차 없는 날 행사는 2001년 전 세계 1천 3백여 도시에서 캠페인이 진행되었고, 2008년에는 40여 개국, 2천 20여개 도시 및 마을들이 참가하기도 하였다. 2006년부터 지방자치단체별로 차 없는 날을 운영해 오다가, 2009년부터는 환경부와 지자체 공동으로 차없는 날을 매년 연례행사로 운영하고 있다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 122-156).

(2) 주차상한제

주차상한제는 주차장의 설치로 인하여 교통혼잡을 가중시킬 우려가 있는 지역에 대하여 부설주차장의 설치를 제한하는 제도로, 주차장 설치 제한 지역의 지정 및 제한기준은 주차장법에 의해 시·군 조례로 정하도록 되어있다. 서울시의 경우 공영주차장 1급지 중 상업지역을 대상으로 하고 있으며, 설치 제한 시설물의 종류는 상업시설, 위락시설, 문화집회시설, 국가 및 지방청사 근린생활시설 등으로 되어 있다. 주차상한제를 시·도 조례를 제정하여 시행하는 도시는 2005년 기준으로 서울시, 부산시, 대구시, 광주시 등에서 시행하고 있다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 113)

(3) 다인승차로제(HOV, High Occupancy Vehicle)

다인승차로제는 버스 외에 9인 이상 차량이 버스전용차로를 통행하는 제도로서 경부고속도로에서 2008년부터 시행중에 있으며 서울 한남대교 남단에서 천안구간까지 운영하다가 2011년부터 대전광역시 신탄진간 고속도로까지 확대 운영 중에 있다.

(4) 혼잡통행료

도심 혼잡통행료는 어떠한 지역의 혼잡을 유발하는 직접적 원인자에게 혼잡비용을

지불하게 하는 것이다. 이는 강력한 교통수요관리(TDM, Transportation Demand Management)의 일환으로서 다음의 필요성에 의해 시행되고 있다(이병욱・이승재, 2006 : 45). 도심 혼잡통행료제 방식은 공간전체를 블록으로 지정하여, 지역경계 통과차량에 통행료를 징수하는 방식이다. 이 방식은 통제방식에 따라 다시 Cordon방식과 Area License방식으로 나눌 수 있다. Cordon 방식은 일정방향의 경계를 규제하는 방식으로 영국런던, 싱가포르, 노르웨이 오슬로 등에서 사용하고 있다. 그 반면 Area License방식은 내부교통의 양방향 통행을 모두 규제하는 방식으로 스웨덴 스톡홀름에서 대표적으로 사용되고 있다.

혼잡통행료를 시행하고 있는 국내의 사례로는 남산 1・3호 터널이 있고, 국외 사례로는, 영국 런던의 LEZ(Low Emission Zone)제도는 공간개념의 Cordon 방식으로서 요금납부는 선납과 후납을 하는 제도를 혼합하여 운영하고 있으며, 차량번호인식 카메라가 징수구역 내 설치되어 혼잡통행료 구간 진입차량의 번호를 식별하고 요금 미납차량에 대해서는 벌금을 징수하는 제도이다. 특정 차량 앰뷸런스, 오토바이, 경찰차량을 제외한 전 차량에 대하여 부과하고 있으며 요금은 정액요금으로 대당 8파운드이며, 위반 시범칙금은 120파운드이고 시간은 오전 7시부터 오후 6시까지 운영하고 있다.

스웨덴의 스톡홀름은, 도심지역에 환경제한구역인 EZ(Environmental Zone)을 통과하는 친환경차량(green car)에 대하여 혼잡통행료, 주차비, 도로통행료를 면제시켜 주고 있으며 환경제한구역(EZ)에 제한차량이 진입할 경우 혼잡통행료를 징수하고 있다.

이탈리아 밀라노의 ECO-PASS 시스템은 밀라노의 도심지역에 통행제한구역인 ZTL(Zona Traffico Limitato)을 설정하고 해당지역에 진입하는 차량에 대해 오염물질 배출등급에 따라 혼잡통행료를 징수하고 있다. 오염물질 배출정도(U 배기가스 배출기준) 따라 차량을 1～5등급으로 분류하여 1～2등급 차량에 대해서는 혼잡통행료를 면제해 주고, 3～5등급은 혼잡통행료를 징수하며, 5등급으로 갈수록 과징수하고 있다. ECO-PASS 티켓은 다른 교통티켓과 마찬가지로 밀라노 교통공단(ATM)서 지정한 장소인 신문가판대 및 Tabachi(대중교통티켓판매소)에서 판매하여 시민들이 쉽게 구매가 가능하도록 하였다.

싱가포르는 세계 최초의 특정 제한구역 내로 진입하는 차량에 대한 전자식 도심 혼잡통행료를 징수한 도시이다. 싱가포르 정부는 자동차 이용을 억제하기 위해서 도심과 주요 도로를 진입 또는 통과하는 차량에 대해 통행료를 부과하였다. 1975년에 도입된

지역면허제(ALS, Ara Licensing Scheme)는 현재 전자식 도심 혼잡통행료 징수체계(RP, Electronic Road Pricing)로 변경되어 시행되고 있다. ERP의 목표는 ALS 실행과 비교하여 통행속도를 개선하는 것이 아닌, 도로 운전자들에게 실제 이용한 만큼 정확한 요금을 부과할 수 있는 시스템을 제공하는 것이다. 전자식 도심혼잡통행료 징수체계는 이용자 부담의 원리(pay-as you use) 입각하여 경제적 효율성을 강조하고 있다(모창환, 2009. 35-55[159], 재인용; 수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 197-215).

3) 복합정책

복합정책은 시설공급과 시설공급에 대한 실효성 확보 차원에서 위반행태에 대하여 범칙금, 과태료 등을 부과하고 있어 효과가 크게 나타나고 있는 반면에, 규제에 대한 유인시책은 자동차세 감면, 주차료 감면, 기업체의 수요관리 시책의 경우는 교통유발부담금감면 등 정책이다. 그러나 이러한 유인시책은 자율적 실천인 경우가 대부분이어서 효과가 적은 실정이다.

(1) 버스중앙전용차로 및 버스전용차로

서울시의 지속적인 승용차 증가는 도로 혼잡을 야기하여 승용차와 도로를 공유하는 버스의 정시성 확보에 어려움을 주었다. 이를 개선하고자 2004년 7월 버스체계 개편이 이루어졌으며, 버스우선처리시스템인 중앙버스전용차로와 BMS(Bus management system)등의 기반 시설이 확충되고 버스노선 및 운영체계의 전면적인 개편을 통하여 대중교통중심의 도심교통체계가 구축되었다. 현재 서울시 중앙버스차로의 운영구간은 2009년 4월 현재 21개 구간 76.1㎞이며 시간제 및 전일제 가로변 전용차로와 경부고속도로 버스전용차로를 포함하면, 전체 73개구간 205.4㎞가 운영 중에 있다. 국내실정을 고려하여 정립된 BRT 구성 요소별 도입위계로 보면 현재 국내 중앙버스 전용차로 시스템은 초급 BRT 단계라고 할 수 있다. BRT의 도입위계는 크게 3단계로 나누는데, 상급 BRT, 중급 BRT, 초급 BRT로 나누어진다. 2010년 6월에 개정된 간선급행버스체계(BRT)설계지침에서는 BRT를 신교통형과 일반형으로 구분한다. 서울시가 운영 중인

159) 모창환, '혼잡통행료제도의 성공적인 도입을 위한 정책수용성 증대 방안', 한국교통연구원, 2009

버스중앙전용차로는 초급 BRT로 운영되고 있다. 버스 중앙차로시스템(RT) 도입은 경제적 효율성의 증가 및 긍정적인 효과를 도출하며, 2005년 통계자료에 따르면 세계 51개 국가에서 중앙차로시스템을 운영하고 있고 43개 도시에서 계획 및 공사 중에 있는 것으로 나타났다. 또한 국외에서 중앙차로시스템(BRT)운영되고 있는 도시는 유럽이 17개로 가장 많으며, 북아메리카가 12개 도시, 아시아 7개 도시 등으로 조사되었다. 외국 중앙전용차로 시스템은 대부분이 일반차량과 완전분리 되는 전용도로를 갖추고 있으며, 사전요금 지불 및 수평승하차가 가능한 중급 이상의 BRT시스템을 운영 중인 것으로 조사되었다(수도권교통본부, 2009, 2-2권 : 109-114)

(2) 승용차 부제 운영

승용차 부제 운영은 시민실천 운동으로서 승용차 번호판의 끝자리에 따라 운휴일을 정하는 2부제, 5부제, 10부제와 시민 스스로 운휴일을 정하는 요일제 등으로 나누어진다. 서울시는 2002년 월드컵 기간 동안 2부제를 시행하여 시민들의 높은 참여를 계기로 2003년 7월부터 승용차요일제를 실시하였다. 2006년 5월 정부는 국제 원유가격의 고공행진이 계속되고 국제정세가 불안한 가운데 그간의 에너지정책을 점검해 보고 이를 극복하기 위한 5대 실천전략을 발표하였다. 민간 중심의 자율적 에너지 절약방안을 우선적으로 추진하되, 공공부문에서는 여름철 냉방온도 준수, 승용차 자율부제(일제)운영 등 의무적 조치를 취해 나감을 주요 내용으로 한다. 특히 수도권의 교통난 해소를 위하여 승용차 이용 억제 등 합리적인 교통수요 감소대책이 필요함에 따라 대중교통 이용을 활성화하고 교통여건개선을 위한 수도권 승용차 자율부제(요일제) 추진하여 통행량 감축으로 대중교통활성화를 유도하고, 고유가에 따른 에너지절약 및 국가경쟁력 강화를 위한 교통혼잡비용 감축으로 대기오염을 완화코자 하였다. 승용차부제 운영은 각종세제 혜택과 교통유발부담금 감면 등의 인센티브에도 불구하고 자율적인 참여유도로 인하여 점차 그 실효성이 줄어들고 있다(수도권교통본부, 2009. 재인용) 승용차부제 운영은 요일제 운영으로도 시행되고 홀짝제 운영 등으로도 운영되면서 각종 국제행사 시 큰 효과를 보았다. 그러나 2010년 G20정상회의 시에는 대중교통요금인 전철과 버스요금 감면에도 불구하고 홍보 부족으로 참여율이 저조하였다.

(3) 교통유발부담금과 기업체 교통수요관리

1990년 1월 3일 도입된 교통유발부담금 제도는 대도시 교통혼잡 완화 대책의 일환으로 도시교통정비촉진법상 도시교통 정비지역 내에서 교통유발의 원인이 되는 시설물의 소유자 또는 사업의 경영회사로 부터 교통유발부담금을 부과 징수할 수 있도록 하는 근거조항을 두고 있다. 이 제도는 날로 심각해지는 대도시의 교통혼잡 문제를 야기 시키는 교통유발시설물로 하여금 교통혼잡을 유발하는 한계사회비용 만큼 교통유발부담금을 부과하여 실질적으로 대도시로의 교통량 유입 증가를 최소화할 뿐만 아니라 징수한 부담금을 교통시설 확충 및 운영개선 등 교통혼잡 완화비용으로 사용하기 위한 재원마련 차원에서 출발하였다(수도권교통본부, 2009, 2-1권 : 10) 기업체가 교통량 감축 프로그램을 시행할 경우, 교통유발부담금을 감면해 주고 있는데 이를 기업체 교통수요관리라고 한다. 자발적인 참여유도로 인해 효과가 의문시 되고 있다.

제4장

건 강

Ⅰ 기후변화와 건강

출처_'기후변화가 취약 인구집단의 건강에 미치는 영향', 한양대학교 대학원 보건학과, 전형진, 2011

1 기후변화와 건강영향

세계보건기구에서는 기후변화로 인한 건강위험 요인으로 매개체를 통한 전염병, 식품안전, 자연재해, 열 스트레스, 대기오염, 극단적 기후현상 등을 기후변화로 인한 건강위험요인으로 제시하였다(WHO, 2008)[160]. 이들 위험요인은 피부암, 설사 질환, 전염병, 호흡기 질환, 폭염으로 인한 사망 등 다양한 질병 및 건강위해에 미치는 영향을 보고하였다. 또한 IPCC 3차 보고서에서는 기후변화 인한 건강영향을 극단적 현상과 기상재해, 대기오염, 감염성 질환, 열 스트레스, 연안문제 등 5개 분야로 분류하여 제시하였고, 미국 기후변화연구 프로그램(U.S. Grobal Change Research Program)에서는 기온과 관련된 질병과 사망, 극단적인 기상현상과 관련된 건강영향, 대기오염과 관련된 건강영향, 수인성 및 식품매개 질병, 매개곤충이나 쥐에 의한 질병들을 기후변화로 인한 건강영향으로 기술하였다(USGCRP, 2009).

IPCC 4차 보고서에서 제시된 기후변화와 관련된 국가별 건강영향으로 전 세계적으로 강도의 차이는 있지만 기후변화로 인한 직·간접적인 영향을 받고 있는 것으로 나타났다<표 4-4-1>. 특히 폭염, 가뭄, 홍수 등으로 인한 사망 및 상해 증가, 대기오염 및 감염성 질환 등으로 인한 건강피해증가 등을 발생시키고 있다(IPCC, 2007)[161]. 최근 세계보건기구의 주도하에 선진 국가에서는 기후변화에 대한 적응계획을 수립하고 정책의 효과를 정량적으로 평가하는 작업들을 진행하고 있다. 그러나 우리나라는 기후변화 및 환경오염과 관련성이 있을 것으로 예상되는 호흡기, 신경계 질환들의 시간적, 공간적 발생 규모를 인구집단별로 정확하게 파악하지 못하고 있다.

160) WHO Europe, The health impacts of 2003 summer heat-waves Briefing note the Delegations of the fifty-third session of the WHO Regional Committee for Europe 2003.09.08.

161) IPCC Fourth Assessmemt Report, Climate Change 2007, Impact, Adaptation& Vulnerabilit

표 4-4-1 National health impact assessments of climate change

국가	주요내용	적응방안 제시
호주 (McMichael 등, 2003)	폭염과 관련된 사망자의 증가, 홍수로 인한 침수, 지역주민의 설사병, 뎅기열과 말라리아의 지역적 분포의 변화	없음
볼리비아 (Programa Nacional de Cambios Climaticos Componente Salud 등, 2000)	말라리아와 Leishmaniasis 전파 증가. 지역주민은 전염병 증가에 따라 대부분 영향을 받음	없음
캐나다 (Riedel 등, 2004)	폭염관련 사망자의 증가, 대기오염 관련 질병 증가, 설치류와 매개곤충 관련 질병의 증가, 국내 및 수입 패류의 오염문제 증가, 알러지 관련 질병 증가, 북캐나다가 특히 취약	급성전염병 모니터링, 비상관리계획, 조기경보시스템, 열섬효과의 감소방법 제시
핀란드 (Hassi and Rytkonen, 2005)	폭염과 관련된 사망자의 증가, 대기오염 관련 질병 증가, 기후관련 생물학적 현상의 변화와 알러지 장애 관련 위험성 증가, 겨울철 사망지수의 소폭감소	의사들의 교육과 인식제고
독일 (Zebish 등, 2005)	폭염으로 초과사망자 발생, 진드기 매개체의 분포범위의 변화	사람에 대한 정보증가, 비상계획, Cooling 빌딩, 보험 등
인도 (MEFG of India, 2004)	전염병의 증가, 말라리아 분포가 인도의 위도와 고도보다 더 높은 곳으로 이동	감시체계, 질병매개관리, 교육
일본 (Koike 등, 2006)	폭염과 관련된 응급환자의 위험성 증가, 삼나무 꽃가루 관련환자증가, 식중독, 수면장애	폭염관련 응급감시 체계
네덜란드 (Bresser 등, 2006)	폭염과 관련된 사망자의 증가, 대기오염, 라임병증가, 식중독, 알러지질환 증가	없음
파나마 (Autoridad Nacional del Ambiente, 2000)	질병매개체 및 전염병 증가, 도시지역에서 높은 오존농도와 관련된 건강문제 발생, 영양결핍의 증가	없음
뉴질랜드 (Woodward 등, 2001)	식중독 같은 전염병증가, 몇몇 알러지 조건의 변화, 홍수와 폭풍으로부터 부상자의 증가, 폭염관련 사망자의 소폭증가	식품질 관리 시스템, 홍수에 대한 대비, 질병매개체 관리
포르투갈 (Casimiro and Calheiros, 2002; Calheiros and Casimiro, 2006)	폭염 및 말라리아, 식품매개와 수인성 매개 질환관련 사망자 증가, 웨스트나일바이러스, 라임병 등의 증가	폭염기간동안의 조기경보시스템, 교육과 정보 제공, 전염병의 조기발견
스페인 (Moreno 등, 2005)	폭염 및 대기오염관련 사망자수 증가, 설치류 및 매개체 관련 질병의 잠재적인 분포범위의 변화	폭염관련 조기경보 시스템, 조사 모니터링 체계
스위스 (Thommen Dombois and Braun-Fahrlende, 2004)	폭염관련 사망자의 증가	폭염시스템, 조기경보시스템, 온실가스배출 저감대책, 대기오염저감대책, 기후와 건강의 실무그룹 결성
영국 (Department of Health and Expert Group on Climate Change and Health in the UK, 2001)	홍수로 인한 건강영향의 증가, 폭염으로 인한 사망위험의 증가, 오존관련 노출 증가	인식 제고

※ 출처 : 보건복지가족부, 2008

기후변화는 복잡한 경로를 통해 작용하며 중간의 많은 중재물에 의해 영향을 받기 때문이다. 기후변화의 영향을 평가하기 위한 주요 자료원과 관련 변수들은 <표 4-4-2>와 같다.

표 4-4-2 Data source on main health effect by climate change

구분	원리적인 보건결과	모니터지역	건강자료	기상자료	다른변수
혹서	일간사망률, 입원자수, 위원/응급실 방문자수	도시인구. 개도국	전국 및 지역별 사망등록 자료	일간 기온 변화 및 습도	교란인자들 : 인플루엔자 및 다른 호흡기 감염, 기상오염 증제물 : 주거조건(에어컨), 식수공급
극한기후 변화	기여사망, 입원, 전염병, 정신건강, 영양수준	모든 지역	지역별 사망등록 자료, 지역별 공중 보건 기록	기상데이터	식품 및 식수공급 오염 또는 중단, 교통중단, 인구이동
식품 & 수인성 질병	전염성 질병으로 인한 사망, 이환율	모든 지역	사망등록 자료 및 지역별 유병률	기온, 수인성 질병위험이 높은 강우	숙주, 병인간의 장기간동향, 계절별 추이 지표
매개동물로 인한 전염병	매개집단 질병경보, 일시적, 지리적 분포	변두리 지역(위도 및 고도), 풍토병 지역	지역조사	일간/주간기온, 습도	식수 사용현황

서울의 경우 1994년은 유례없이 더운 해로 일 최고기온이 30℃가 넘는 빈도가 각각 56회, 61회로 나타났으며 최근 10년간 서울에서 30℃ 이상의 고온인 날의 발생빈도는 1991년 33회로 연도별로 증가추세를 나타내고 있다(환경부, 2003). 이러한 보고들을 종합해 볼 때 우리나라도 기후온난화현상이 존재한다고 할 수 있으며 그로 인한 잠재적 건강영향이 존재할 수 있다. 기후변화로 인한 건강영향은 IPCC의 1차 보고서(IPCC First Assessment Report, 1990)에서 처음 거론된 이후 점차 관심이 증가되었고, IPCC 2차 보고서(IPCC Second Assessment Report : Climate Change 1995) 에서는 기후변화로 인한 건강영향을 부정적인 것으로 평가한 바 있다.

이후 기후변화가 건강에 미치는 영향에 대한 연구, 특히 매개숙주에 의한 전염성지역이나 도시지역에서 기온상승과 사망률의 관계를 평가한 많은 연구들이 발표되었다. 이런 연구들을 바탕으로(IPCC Third Assessment Report : Climate Change 2001)에서는 기후변

화로 인한 환경과 사회적변화가 인구집단의 건강에 영향을 준다는 것을 확인하였다. 즉 기후변화가 생태계, 생물학적 과정, 물리적 환경매체 그리고 사회 경제적 환경에 미치는 영향이 최종적으로 집적된 결과이고 그러한 영향의 종합적 지표가 될 수 있는 것이 인구집단의 건강인 것으로 보았다(환경부, 2003).

2 폭염 및 한파가 건강에 미치는 영향

혹서기간 동안 사망자수가 증가하는 원인으로는 체내의 체온조절 기능이 마비되면서 생기는 열기는 열사병의 발생과 관련이 있다. 그러나 열사병은 혹서 기간 중에 발생하는 초과 사망자의 10~60% 정도이고 나머지는 심장질환, 뇌혈관계 질환으로 인한 사망이라는 보고도 있다(환경부, 2003). 이는 혹서 발생시 체온조절을 위해 심박출량이 증가하게 되는데 기존의 심장질환이나 뇌혈관 질환의 소인이 있는 사람에게는 과부하가 걸리게 되어 사망에 이를 수 있으며,또한 고온 기간동안 인간은 열과 습도로부터 온도조절을 하게 되는데 이때 열적 스트레스와 심장혈관계에 스트레스를 받기 쉬우며 독성물질에 대해 흡입이나 피부를 통해 노출되는 것과 관련이 있다(Gordon, C.J,. 2003).

온도와 사망률과의 관계는 U, J, V자 모양을 이루며, 17℃와 25℃ 사이에서 최저의 사망률을 나타낸다(Daniel et al. 2003)[162]는 보고도 있으나 최저사망률을 나타내는 기온은 지역마다 차이가 있다. 네덜란드, 마이애미, 대만의 경우 각각 16℃, 27℃, 29℃에서 최소사망률을 나타낸 것으로 보고되었으며 대체로 더운 지역일수록 높은 경향을 보인다(El-Zein Abbas et al. 2004)[163].결국 지속적인 고온현상은 직접적이든 간접적이든 인간의 건강에 상당한 영향을 끼친다고 할 수 있다.

또한, 혹한으로 인한 피해사례의 경우 2009년 유럽과 미국 등에선 20~30년 만에 최악의 한파로 인해 일부 지역은 폭설로 인해 교통이 마비되는 등의 상황을 나타났다. 영국의 경우 북부 스코틀랜드에서 눈구름이 남하하면서 전국적으로 폭설이 내렸다. 여기에 영하 10℃ 미만의 강추위가 겹쳐 쌓인 눈이 얼어붙으면서 주요 공항과 도로가 마비됐다. 수도 런던에서 유럽대륙으로 이어지는 철도 '유로스타'는 폭설에 대비해 파리와 브뤼셀

162) Rainhanm,G.C. Daniel et al., "The role of air pollution in the relation between a heat stress index and human mortality in Toronto", Enviromental Research Vol.93, 2003.

163) El-Zein, Abbas et al., "A time-series analysis of mortality and air temperature in Greater Beirut", Sience of the Total Environement, 330,71-80,2004.

양방향 통행을 중단한 상황이었다. 영국기상청에 따르면 이번 추위는 1981년 이래 가장 심각한 수준으로 오랜 시간 지속되었다.

잉글랜드 남부지역은 폭설과 한파가 겹치면서 도로가 결빙돼 도로가 '주차장'이 된 상태로, 500여대의 차량을 도로 밖으로 끌어내기 위해 군병력까지 출동하기도 했다. 이외에도 전국 수백여 개의 학교는 휴교했고, 급격한 추위로 난방 에너지 수요가 30%나 급증하기도 했다.

프랑스와 독일, 덴마크 등 다른 유럽 국가들도 한파로 인해 많은 피해를 받고 있다. 스웨덴 일부 지역은 영하 44℃까지 기온이 떨어졌고, 폴란드에서는 한 달 사이에 70여명이 동사하는 상황이 빚어졌고, 노르망디와 브르타뉴 등 프랑스 북부지역에도 폭설로 인한 피해가 발생했다.

최근 아시아 지역에서는 수해로 인한 재해의 영향이 큰 보건문제로 부상한 바 있다. 재해로 인한 사망이나 인구이동 외에 아시아 지역의 기후변화로 인한 건강문제는 말라리아, 콜레라 등이다. 열 스트레스(thermal stress) 및 공기오염 관련 질병도 중요한 보건문제로 주목되고 있다. 인디아, 방글라데시, 스리랑카, 태국, 말레이시아, 캄보디아, 베트남, 인도네시아, 파푸아뉴기니아, 일부 중국 지역에서는 말라리아가 주요 매개체 전염 질병이다.

IPCC에서는 환경적인 기온변화 및 강수변화가 아시아지역의 말라리아분포 지리적 범위를 확산시킬 것으로 전망하고 있다. 콜레라, 설사병과 같은 수인성 질병은 동남아시아지역의 식수오염으로 인해 발생한다. 이러한 질병은 더워진 기후에서 더 많이 발생할 것으로 전망된다. 열파(heat)의 직접적인 영향도 중요한 보건문제이다(최은진, 2006).

뉴질랜드의 크라이스트처치에서는 21.5℃이상에서 1℃ 증가할 때마다 전체 사망이 1.3% 증가하는 것으로 나타났다. 겨울철에는 기대치보다 더 많은 사망이 보고되지만 통계적으로 유의하지 않는 것으로 보고된 바 있다.

유럽지역에서 기후변화 및 다양성으로 인한 건강영향요인은 주로 열스트레스 및 공기오염, 매개체 및 식품매개질병, 수인성질병, 홍수 등이다. 많은 유럽도시들에서 일일 사망률이 여름기온상승과 더불어 증가한다. 1976년 7월의 열파와 1995년 7, 8월의 열파는 런던지역의 심장 및 호흡기계 질병을 가진 노인의 사망을 15% 증가 시켰다. 1987년 7월 아테네에서 있었던 열파는 2000명의 초과사망과 관련이 있었다. 그러나 따뜻한 겨울은 한파관련사망을 감소시키는 효과가 있다. 잉글랜드 및 웨일즈에서 겨울철 평균 기온이 2.5℃ 증가하면 2025년까지 연간 9000명의 사망을 감소시킬 것으로 전망하고 있다.

북아메리카 지역에서 기후변화로 인한 직접적인 영향은 열 스트레스, 폭풍 및 홍수로

인한 손상 또는 상해(injury)등이다. 광화학적인 스모그 및 미세 미립자 물질은 이 지역에서 중요한 환경적인 건강문제를 일으킨다. 북아메리카에서 기후변화의 어떤 효과가 도시 공기의 질에 영향을 미치는지 불확실하지만, 고온이 광화학적인 스모그를 일으킬 것으로 전망하고 있다.

미국은 북동부 및 중서부 지역이 열 관련 질병에 취약한 것으로 보고되었다. 1993년 필라델피아에서 열 관련으로 118명이 사망했다. 1995년에는 밀워키에서 91명 시카고에서 726명이 사망했다. 캐나다에서는 온타리오 및 퀘벡에서 고온으로 인해 부정적인 영향을 받는 것으로 보고되고 있다.

3 기온 및 대기오염과 건강영향

기후변화가 대기오염에 미치는 영향중에서 특히 관심의 대상이 되는 것은 기후변화로 인한 오존과 미세먼지 농도의 변화이지만 현재까지 기후변화가 대기오염에 미치는 정확한 영향 및 메커니즘은 별로 알려진 것이 없다. 대기오염에 대한 기후변화의 영향력을 정량화하고자한 극소수의 연구는 대부분 기온의 증가가 오존 형성에 미치는 영향을 평가한 것이다.

대기오염이 심한 경우 대기 중으로 배출된 1차 오염물질이 다른 오염물질과의 상호작용이나 대기 정상 성분과의 반응, 태양에너지에 의한 광화학적 반응에 의하여 다른 오염물질로 변화된다. 특정 발생원으로부터 배출 되었을 때와는 상이한 물질을 형성하여 대기를 오염시킬 수 있으며, 새로 생성되는 물질 중 대표적인 것이 오존이다(장재연, 2008)[164].

대기오염으로 인한 건강영향은 고농도 오염으로 인한 사망률 증가부터 호흡기질환에 대한 영향과 특히 만성폐쇄성폐질환이나 폐질환이 있는 민감집단에 대한 영향이 문제가 되고 있다. 주로 도시 거주 인구를 대상으로 주요 대기오염물질로 인한 건강영향이 광범위하게 연구되고 있다.

대기오염물질이 건강에 미치는 영향은 여름이나 고온상태에서 더 분명하게 또는 크게 나타날 수 있다(Bates, 1997). 스페인의 발렌시아와 바르셀로나, 이탈리아의 로마 등에서

164) 장재연 등, '한반도 기후변화 영향평가 및 적용프로그램 마련', 환경부, 2003

수행된 연구에서는 SO_2와 총 사망률 및 심혈관계 사망률과의 관계에 있어 겨울보다는 더운 기간에 좀 더 높은 관련이 있는 것으로 조사되었다(Sunyr et al, 1996).

많은 연구에서 기후변화와 대기오염물질에 대한 관련성을 파악하기 위해 연구를 수행하고 있지만 그 작용기전이 복합적이기 때문에 인과관계를 확증하는데 아직 논란의 여지가 있다. 다만 기후변화와 관련하여 작용기전이 과학적으로 파악되고 있는 오염물질은 오존이며, 이에 대한 기후변화와 관련하여 연구는 상당한 수준에 이르렀다. 오존은 이동 또는 고정 오염원의 연소 과정에서 나오는 질소산화물과 휘발성유기화합물 등이 태양광선과 일련의 반응을 거쳐 생성되게 된다. 따라서 태양광선이 강하고 기온이 높고, 건조하며 자동차가 많은 지역에서 오존 농도가 매우 높게 관찰된다.

국내의 경우 시계열 분석 방법을 이용한 사망, 기온, 대기오염 수준 사이의 관련성에 대한 많은 연구에서 조사되어졌다. 현재 이런 연구들은 서로 상반된 결과를 보였다. 대기오염 수준이 기온과 사망의 관계에서 혼란을 일으키는지, 상호작용을 일으키는지는 확실하지 않다. 또한, 기온과 사망의 관계에서는 대기오염 수준효과가 있는지에 관한 것도 불확실하다.

이러한 고온과 사망의 관계 연구에서 대기오염 수준에 따른 상반된 결과는 분석 자료의 지역별 특성에 의해서 야기된 것으로 보인다.

4 취약 인구집단의 건강영향

저소득층은 일반 인구에 비해 질병에 이환되는 경우가 많을 뿐만 아니라 질병의 중증도가 더 심각하다. 불건강한 상태는 질병치료로 인한 비용의 지출과 생산력 손실로 인한 소득상실로 이어져 빈곤상태를 초래하거나 더욱 악화시키며 역으로 빈곤은 건강을 결정하는 직간적인 요인을 통해 불건강을 초래하거나 악화시키는 악순환의 고리를 형성한다(김창엽 등, 2003)[165]. 이러한 악순환의 결과 개인의 사회경제적 요소가 남녀 모두에게 사망률에 독립적이고 의미 있는 영향을 나타내는 것으로 보고되고 있다.

이탈리아에서 이루어진 한 역학연구에 의하면, 빈곤한 지역에 거주하는 65세 이하의 심장질환과 호흡기질환자에서 의미 있는 결과가 나왔다. 부유한 지역보다 가난한 지역에

165) 김창엽 등, '저소득층 의료보장 장기발전 계획에 관한 연구', 서울대학교 · 보건복지부, 2003

사는 사람들은 심장질환의 경우, 남녀 각각 9%, 15%의 초과 사망을 하였고, 호흡기질환의 경우 남녀 각각 20%, 24%의 초과 사망률을 나타냈다. 또한 교육정도가 낮고 가난한 남자의 경우 사망률 감소추세가 덜 나타났고, 65세 이하의 가난한 여자의 경우도 마찬가지로 사망률 감소율이 낮았다(Marinacci et al. 2004)[166].

이런 건강의 불평등과 대물림은 건강 결정 요인 중 환경의 불량이라는 외부조건에 의해서도 가중될 수 있다. 즉 저소득층은 불건강의 악순환에 더해 환경까지 불량하여 건강을 더욱더 악화시킬 수 있는데, 이러한 열악한 환경조건에 더 하여 최근의 환경의 변화는 경제적 대응력이 떨어질 수밖에 없는 저소득층의 질병보유자에게 조기사망을 초래할 수 있다. 가령 의료급여수급자의 순환기계 질환의 질병 발생확률은 일반인의 질병 발생확률에 비해 2.5배가 높다(김창엽, 2003)고 하는데, 혹서로 인해 야기되는 초과사망의 직접적인 원인이 뇌혈관계와 심혈관계 등의 질환인 것을 고려하면 갑작스런 혹서 등이 저소득층의 초과사망으로 이어질 수 있다.

실제로 Pats 등이 혹서로 인한 위험 인구(Populations at risk)를 정리한 자료에 따르면, 저소득층, 노년층, 유년층, 면역체계가 약한 층이 기후 변화로 인한 건강 위험에 더 취약하다고 하였다. 예를 들면, 가난은 더위 관련 질병과 사망에 위험 요인(risk factor)이 되는데, 이는 저소득층이 도심지역에 살 가능성이 높고 에어컨(air-conditioning)을 설치할 수 있는 능력이 낮기 때문이다(Patz,J.A., et al., 2000)[167]고 하였다.

최근 혹서로 인한 초과사망률 발생에 대한 보고가 많이 이루어지면서 고온으로 인한 사망률의 변화에 대한 관심이 높아지고 있으며 나아가 사회경제적 취약계층에 대한 연구도 제기되고 있다.

Gouveia 등은 브라질 상파울루에 대한 연구에서 기온과 사망률과의 관계에서 사회경제적 차이가 어떤 영향을 끼치는가에 대한 조사를 실시한 결과, 노인인구의 경우 20℃이상에서 온도가 1℃ 증가함에 따라 2.6%의 초과사망이 관찰되었고, 20℃이하에서는 5.5%의 초과사망이 관찰되었다. 그러나 사회경제적 차이에 의한 지역간 사망률의 차이는 유의하지 않았다. 스페인 마드리드에서 1986년부터 1997년까지의 사망 자료를 이용해 혹서의 영향을 평가하였다. 그 결과 최저사망률을 나타내는 온도는 30.8℃이고, 75세 이상의 여성 노인인구에서 일 최고기온이 36.5℃이상인 경우 기온이 1℃증가할 때마다 사망률이

166) Marinacci, C et al., "The role of individual and contextual socioeconomic circumstances on mortality : analysis of time variations in a city of north west Italy", Journal of Epidemiology and Community Health Vol.23,pp.221-227,200

167) Patz, J.A et al., "The Potential Health Impacts of Climate Variability and Change for the United States : Executive Summary of the Report of the Health Perspective, Vol.108,2000.

28.4% 증가함을 확인하였다. 특히 고온으로 인한 영향은 노인이나 도시거주자들의 사망률 증가가 큰 것으로 나타났다(Diaz.J et al., 2002)[168].

이러한 결과는 사회경제적으로 취약한 계층이 더위에 민감할 가능성을 시사한다. 김창엽 등은 의료보험 수급자와 의료급여 수급자외 일반인구의 건강상태를 비교 분석하였는데,의료급여 수급자의 사망률은 일반인구의 3.8배에 해당하며 사망원인 중 당뇨병으로 인한 사망은 무려 5배가 높았다. 또한 진료실 방문이나 입원횟수는 진료실 인원 비를 비교했을 때 ,의료급여 수급자가 뇌경색증, 심장질환, 당뇨병에서 일반인에 비해 각각 4.2배, 3.1배, 2.7배 높았다(김창엽 등, 2003). 이는 사회경제적 취약계층이 혹서 등의 고온 현상에 훨씬 취약할 가능성이 높음을 시사한다. 기온 증가에 따른 건강영향은 지역에 따라서 매우 다르게 보고되고 있으므로 장기자료를 이용하여 과학적 방법론을 적용한 연구가 추가적으로 필요하다.

기온변화에 따른 사망 관련 연구에서는 기온 변수로 평균기온, 최고 및 최저기온, 일교차, 고온지속여부, 태양복사 등 다양한 기온의 영향을 고려하고 있다. 기온변화에 민감한 집단은 다음과 같다.

- ○ 노인, 영 · 유아
- ○ 만성병 환자
- ○ 특정한 의약품을 복용하고 있는 환자
- ○ 사회경제적 지위가 낮은 집단
- ○ 특정 직업에 종사하는 사람

폭염에 의한 건강영향 피해를 줄이기 위한 노력들은 기후변화 적응 노력의 일환으로 전 인류적인 과제로 부각되고 있다. 이를 위해서는 국가적으로는 책임부서를 정하고, 기온 및 건강영향 감시체계를 수립하고, 폭염발생시 즉각 가동할 수 있는 경보시스템 및 방제 시스템의 구축이 필요하다.

168) Diaz J et al, 2002; Heat waves in Madrid 1986-1997 : effects on the health of the elderly. Int Arch Occup Environment Health75 : 163-170.

표 4-4-3 Summary of health outcome and vulnerable groups

구분	내용
Age and Aging	노인은 체온조절 시스템의 변화로 인해 폭염에 더 취약 대부분의 약학 연구에서 50세 이상의 노인에서 위험 증가 유아와 어린이는 체온조절 능력이 제한적이어서 폭염에 취약 성인보다 더 탈수가 되기 쉬움 성별에 따른 취약성은 아직 논란이 있음
기존 질환자	현재 만성질환자는 폭염에 더 취약(당뇨병, 심혈관계 질환, 중추신경계질환, 우울증 환자 등) 신체장애자 어린이 중 설사 및 발열 환자 침대에만 있는 사람, 스스로를 보호하지 못하는 사람, 고립된 사람 직접적인 약품을 섭취하는 사람
사회, 경제적 요인	수입, 사회적 지위, 교육수준이 낮을수록 폭염에 취약 사회적 고립상태, 정보를 통한 고온 대처 능력 등 냉방장치 유무 및 사용 유무 기혼자 보다는 미혼자, 인호이나 사별을 통해 혼자 사는 사람
거주지	병원, 시설건강보호시설, 시립요양원, 양로시설에 거주자 냉난방시스템에 취약한 주택
도심열섬	도시 거주는 열섬효과로 인해 도심지역의 열대야 현상은 극도의 열스트레스(thermal stress)의 원인 도시 중심부분이 주변보다 열지수가 높고 열 관련 사망도 높음 도시거주자 중에서도 특히 아파트의 고층에 살거나, 에어컨이 없거나 있어도 켜지 않는 주거환경에 거주
직업	용광로나 폭염기간에 매우 더운 곳에서 일하는 사람 실회근로자 신체적 노동에 심한 경우

5 기온지수와 건강영향에 관한 연구

1) 열지수(Heatindex)

열지수는 기온과 습도에 따른 사람이 실제로 느끼는 더위를 지수화한 것이며, 현재 미국에서 사용하고 있는 열지수(heatindex)는 'apparent temperature'를 이용하여, NOAA/NWS (National Oceanic & Atmospheric Administration/National Weather Service)에서 고온다습한 환경에 대한 대국민 폭염특보를 더욱 효율적으로 제시하여 열파에 미리 대처할 수 있는 체제를 개발하기 위한 목적에서 추진된 미국기상청 열지수 프로그램을 통해 개발되었다.

표 4-4-4 Possible impacts of hight heat index on human body(NOAA).

Categories	Heat Index(℃)	Possible symptoms
Caution	27.0~32.2	Fatigue with prolonged exposure and physical activity
Extreme Caution	32.2~40.6	Sunstroke, heat cramps and heat exhaustion with prolonged exposure and physical activity under these conditions
Danger	40.6~54.5	Sunstroke, heat cramps or heat exhaustion are likely. Heatstroke with prolonged exposure and physical activity
Extreme Danger	Over 54.5	Heatstroke or sunstroke imminent

열지수는 평상복을 입고 있는 보통 인체 모델이 가볍게 그늘에서 걸어가면서 주변 환경과 열 교환하는 양을 계산하여 기온과 상대습도의 두 요소를 요약한 체감온도 지수이다. 열지수는 각 시간별 실시간 기온 및 상대습도 자료를 반드시 사용해야 하며, 약 27℃이상의 값을 가질 때 열지수로서의 그 의미를 지니게 된다. 같은 기온에서도 습도가 높아지면 대기의 온도보다 훨씬 높은 열지수를 나타나게 된다. 열지수는 우리나라와 같이 여름철에 기온뿐만 아니라 습도가 높은 몬순기후지역에 적합한 무더위 정량지수이다 (최광용, 2005).

2) 인지온도 지수(PerceivedTemperature)

독일 기상청에서는 인체 열수지 모델로부터 계산된 인지온도(Perceived temperature, 이하 PT)를 각 지역의 열 스트레스를 예보하는데 이용중이다(http://www.dwd.de). 인체 열수지 모델은 지역생명기상모델과 도시생명기상모델에서 PT를 계산하는데 사용된다. PT의 정의는 인체가 저온 또는 고온스트레스를 느끼는 기본환경에서의 기온이다. PT는 인체 열수지 모델로부터 계산된 평균값으로부터 환산되어 ℃단위로 제공된다. PT는 미기상 규모에서 전지구 규모까지 공간적 확장이 가능하고(Jendritzky et al., 2000)[169] 사용상의 계절적 제한이 없으며, 인체가 느끼는 저온에서 고온까지 열 스트레스 단계의 구분이 가능하다(Kim et al., 2009).

국내에서 수행된 PT의 선행연구들은 한반도에서 PT의 특성, 민감도 실험 등을 통하여 독일 기상청의 PT를 한반도의 기상지수로써 사용가능함을 제시하였다. Byon et al.(2008a)[170]은 2007년 여름철 인지온도 특성분석으로부터 여름철 인지온도가 기온보다 높게 나타났으며, 여름철 기상지수인 열지수, 불쾌지수보다 지역적 특징을 보다 잘 나타냄을 제시하였다. 수치모델 자료를 이용한 인지온도 예보 결과의 검증 결과는 인지온도의 생활 기상지수로써 예보의 가능성을 제시하였다(Byonet al., 2008b)[171].

인지온도는 기온, 풍속, 습도, 일사의 기상요소를 입력하여 계산된다. 입력 기상요소의 민감도 평가를 위한 실험 결과로부터 한반도에서는 여름철에는 습도, 겨울철은 풍속이 인지온도에 주요한 영향을 미침을 알 수 있었다(Kim et al., 2009a)[172]. 인체의 열 평형 방정식에 기초하여 복합적인 기상요인을 고려하여 산출하는 인지온도는 인간이 받는 열 스트레스를 적절한 표현하는 인자임을 선행연구로부터 확인할 수 있었다.폭염이 보건에 미치는 영향분석을 위한 기상 인자로서 기온이나 열지수를 이용하였으나 인지온도가 보건에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다(Kim et al., 2009a).

---

169) Jendritzky,G., H.Staiger, K.Bucher, A.Graetz, and G.Laschewski, 'The perceived temperature-the method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heatload for the human body', In : Internet Workshop on Windchill, hosted by Environment Canad, 2000

170) Byon,J.Y., J.S.Kim, J.Kim, B.C.Choi, Y.J.Choi, and A.Graetz, 'A study on the characteris tics of perceived temperature over the Korean peninsula during 2007 summer', Atmosphere,18(2),137-146.(in Korean with English abstract), 2008a

171) Byon,J.Y., J.Kim, B.C.Choi, and Y.J.Choi, 'Forecast and verification of perceived temperature using a mesoscale model over the Korean Peninsula during 2007 summer', Atmosphere, 18(3),237-248.(in Korean with English abstract), 2008b

172) Kim,J., K.R.Kim, B.-C.Choi, D.-G.Lee, and J.-S.Kim, 'Regional distribution of perceived temperatures estimated by the human heat budget model(the Klima-Michel model) in South Korea, Adv. Atmos. Sci., 26(2),275-28, 2009a

표 4-4-5 PT, PMV, Thermal perception, and stage of stress.

PT	PMV	Thermal perception	Stage of stress.
PT〈-39	PMV〈-3.5	Very cold	Extreme cold stress
-39≦PT〈-26	-3.5≦PMV≦-2.5	Cold	Strong cold stress
-26≦PT〈-13	-2.5≦PMV≦-1.5	Cold	Moderate cold stess
-13≦PT〈0	-1.5≦PMV≦-0.5	Slightly cool	Slight cold stress
0≦PT〈20	-0.5≦PMV≦0.5	Comfortable	No stress
20≦PT〈26	0.5≦PMV≦1.5	Slightly warm	Slight heat load
26≦PT〈32	1.5≦PMV≦2.5	Warm	Moderate heat load
32≦PT≦38	2.5≦PMV≦3.5	Hot	Strong heat load
-PT〉38	PMV〉3.5	Very hot	Extreme heat load

3) 체감온도 지수(Windchill index)

체감온도지수(Windchill Index)는 강한 바람과 한기에 인체가 노출되었을 때 피부를 통해 빼앗긴 열에 의해 사람들이 느끼는 추운 정도를 나타내는 온도지수이다. 현재 국내 기상청에서 사용하고 있는 체감온도지수는 2001년에 발표되어 현재 미국과 캐나다 등 북아메리카 국가들을 중심으로 가장 널리 사용되고 있다(박종길, 2007).

캐나다와 미국은 매년 극심한 추위 때문에 체감온도에 대한 관심이 지대하다. 특히 캐나다는 1992년부터 1996년까지 매년 추위로 82명이 사망하였음은 물론 약 82%가 체감온도 예보를 듣고 어떻게 옷을 입을 것인가와 옥외활동 여부를 결정한다고 한다(Maarouf and Bitzos, 2000).이처럼 체감온도는 추위가 일상생활과 밀접한 관계가 있는 캐나다와 미국을 중심으로 발전되어 왔다. 2001년 이전까지 캐나다와 미국에서는 S-P 모델에 기초한 체감온도 공식을 사용하였으나 체감온도가 정확하지 않기 때문에 추위를 잘 성명하지 못한다는 매스컴의 비난과 함께 개선의 요구가 있어왔다. NWS와 MSC는 지금까지의 체감온도 이론을 토대로 새로운 최적의 모델을 개발하기 위한 연구팀, JAG/TI(Joint Action Group for Temperature Indices)를 구성하여 JAG/TI-모델을 개발하였고 2001년 10월 1일부터 공식적으로 사용하게 되었다. JAG/TI-모델은 자발적으로 실험에 참여한 캐나다인

12명의 얼굴을 기준으로 풍동실험 데이터 분석을 통하여 개발되었다. 풍동내부의 실험대상자들은 태양복사가 없는 조건에서 얼굴의 온도와 열손실량을 측정할 수 있는 센서를 코, 턱, 이마, 뺨에 부착하였다. 이때 내부의 온도와 풍속을 다양하게 변화시키면서 피부온도와 열손실량을 측정·분석하여 온도(T)와 풍속(V)에 따른 최적의 체감온도(WC)를 공식을 다음과 같이 제시하였다(Nelson et al., 2002).

$$WC(℃) = 13.13 + 0.26T - 13.95V^{-0.16} + 0.486TV^{-0.16} : T(℃), V(m/s)$$

II 기후변화와 건강피해

출처_'기후변화와 건강', 아주대학교 예방의학교실, 장재연교수

1 폭염현상으로 인한 건강 피해

기후변화로 인해 기온이 상승하고 기후변동이 심해지면 극단적으로 더운날의 발생빈도가 높아지는데 이런 현상을 폭염이라고 한다. 많은 전문가들이 지금까지는 기후변화로 인한 건강 피해 중에서 가장 크고 직접적인 것으로 폭염현상을 꼽고 있다. 2003년 유럽에서 발생한 사상 최대의 폭염 현상 때문에 수만명이 넘는 사람들이 목숨을 잃은 적이 있다.

날씨가 더우면 일사병이나 열사병 등에 걸리게 되고 심하면 사망에 이르게 된다. 반드시 고열과 관련된 질병이 아니더라도 시장질환, 당뇨병, 고혈압, 호흡기 질환, 사고, 경련 등 다양한 이유로 사망이 증가하게 된다. 개별 환자 수준이 아니라 대도시 인구집단을 대상으로 기온과 사망자의 관계를 관찰해보면, 평상 기온에서는 사망자의 차이가 크지 않다가 어떤 특정 온도를 넘어서면 사망자가 급증하는 현상이 나타난다. 어떤 임계 온도를 넘어서면 단 1도만 높아져도 사망자가 급증하는 것이다. 이것은 평상시와 아주 작은 차이임에도 불구하고 사람들이 과거에 경험하지 못했던 환경에 처하면 제

대로 적응하지 못함을 보여준다. 일종의 안전지대와 위험지대가 생각보다 명확하게 구분되는 것이다.

이런 폭염 현상으로 인한 피해는 사회경제적 수준, 성, 연령, 인종, 가족과의 동거 상태 등 다양한 인구학적 특성에 따라 크게 달라진다. 일반적으로 65세 이상, 특히 85세 이상 고령층이 크게 취약한 것으로 알려져 있다. 당뇨병, 심혈관계 질환, 중추신경계 질환, 만성병 환자, 우울증 환자, 신체장애 등을 가진 환자의 경우 폭염 기간에 고위험군에 해당한다. 1995년 미국 시카고에서 폭염 현상이 발생했을 때는 흑인 사망률이 백인에 비해 50%가 더 높은 것으로 나타났다.

열섬 현상이나 열대야 현상 등과 관련된 도시에 거주하는 것도 폭염으로 인한 건강 피해를 높이는 위험 요인이다. 도시 거주자 중에서도 특히 아파트의 고층에 살거나, 에어컨이 없거나 있어도 켜지 않는 주거 환경에 거주하는 경우 폭염으로 인한 사망률이나 질병 발생률이 높다. 수입이 적거나 사회적 지위가 낮거나 교육 수준이 낮을수록 폭염에 취약하며, 사회적 고립 상태, 정보를 통한 고온 대처 능력 등과 같은 사회적 요인 역시 기온으로 인한 건강 영향의 민감성에 영향을 미친다. 외국의 경우, 경제적 이유로 냉방 장치를 갖추지 못하는 조건이 고온으로 인한 사망률과 관련이 있는 것으로 확인되었다.

이외에도 침대에만 있어야 하는 사람, 자기 스스로를 보호하지 못하는 사람, 고립된 사람 등이 취약했다. 2003년 프랑스의 폭염 기간 동안 사망자의 60% 이상이 병원, 사설 건강 보호시설, 시립 요양원, 양로 시설에서 사망하였다. 또한 결혼을 한 사람보다는 안하거나, 이혼이나 사별을 통해 혼자 사는 사람들이 더 취약한 것으로 밝혀졌다.

폭염 현상으로 인한 심각한 피해 사례가 우리나라에서도 발생한 적이 있다. 1994년 여름에 다른 해에 비해 많은 사망자가 발생했는데, 이것이 기후변화와 관련이 있다는 사실이 여러 연구에 의해 확인되었다. 그해 서울 지역의 7~8월 평균 하루 최고 기온은 32.2℃로서 그 전 해인 1993년의 27.5℃에 비해 훨씬 높았고, 35℃를 넘는 날이 15일이나 발생하였다. 이 기간 동안 서울 지역에서는 1993년의 같은 기간과 비교할 때 988명이나 더 많이 사망하였다. 같은 해의 서울 지역 교통사고 사망자가 1년 도안 800여 명이었던 것과 비교해보면, 또한 올해 오스트레일리아에서 발생한 최악의 화재로 사망자 200명이 발생한 것과 비교해보면, 그 피해 규모는 대단한 것이었다.

2 기상재해로 인한 건강 피해

기후변화는 세계 곳곳에서 가뭄, 홍수, 태풍 등 기상재해의 강도나 빈도를 증가시키고 있다. 선진국들은 홍수 제어 시스템, 위생 시설, 공중보건법 및 질병 감시 체계를 잘 관리하는 덕택에 홍수로 인한 질병이나 위험이 크게 감소하였다. 그러나 아직도 홍수는 전 세계적으로 가장 빈번하게 발생하는 동시에 가장 많은 인명 피해를 일으키는 자연재해이다. 1997년 중앙유럽 지역에서 홍수가 발생했을 때 100명 이상이 사망했는데, 폴란드의 경우 16만 명이 대피하고 피해 비용이 30억 달러에 이르렀으며, 체코의 경우는 5만 명이 대피하고 약 80억 달러의 경제적 손실을 입었다. 중국의 경우 1998년 통계에 의하면 2억명의 중국인이 홍수로 피해를 봤고, 3000명 이상이 사망하였으며, 직접적 경제 손실만도 200억 달러를 초과한 것으로 나타났다.

홍수로 인한 건강 피해는 일차적으로 물에 익사하거나 휩쓸리면서 단단한 물체에 부딪쳐 사망하거나 또는 상해를 입으면서 발생한다. 그러나 수돗물이나 하수 체계가 무너지면서 오염된 물의 섭취와 접촉으로 인한 질환이 발생하고, 특히 대피처의 이재민이 과밀한 경우에는 호흡기 질환이나 전염성 질환이 발생하게 된다. 장기적 영향으로는 홍수로 인해 농업 지역이나 산업지역에서 사용되는 미생물과 화학물질이 수질환경을 오염시키는 원인이 되기도 한다. 또한 홍수 이후 어린이들에게서 심각한 영양부족 현상이 발생하기도 한다. 그밖에도 홍수와 같은 재해는 피해 지역 주민의 정신건강에도 중요한 영향을 미친다. 1997년 폴란드에서 홍수가 발생한 이후 알코올 중독, 생리적 장애, 어린아이들의 행동 장애 등이 증가한 것으로 보고되었다.

태풍으로 인한 인명 피해도 상당하다. 1967년부터 1991년 사이에 세계적으로 태풍으로 인해 사망한 사람은 약 90만 명이 이르렀다. 최근 일본을 비롯한 선진국들의 경우 조기 경보 시스템의 향상에 따라 태풍 피해가 감소하고 있으나, 인구밀도가 높고 자원이 빈약한 지역에서는 여전히 파괴적인 피해를 일으키고 있다. 특히 저지대와 환경적으로 손상된 지역에서 밀집해 거주하는 비곤한 인구집단이 태풍의 취약 대상이라고 할 수 있다. 20세기에 가장 심각한 태풍 피해는 불리한 기상하적·지형학적 조건과 함께 저소득 국가로서 취약성과 빈약한 인구자원 등의 악조건을 갖고 있는 방글라데시에서 주로 발생하였다. 대부분의 사망자들은 폭풍으로 인해 발생한 큰 파도에 휩쓸려 익사한 경우가 많았다.

기후변화가 일으키는 홍수와 태풍으로 인한 피해가 증가하고 있지만, 지구의 다른 한편에서는 가뭄이 심해지는 지역이 늘고 있다. 극심한 가뭄은 곡물 수확의 막대한 감소를 가져오기 때문에 식량 부족을 일으키게 된다. 선진국에서는 식량의 생산과 분배 시스템이 잘 갖추어져 있어 가뭄으로 인한 영향 부족이나 기근이 건강상 문제가 되지 않지만 개발도상국의 경우에는 큰 문제가 된다. 가뭄은 이처럼 식량 감소와 경제적 손실을 가져오고 산불과 전염성 질환을 증가시키는 잠재적 요인이 된다. 가뭄으로 인한 건강 피해에는 식량 부족이 초래한 영양 부족 때문에 발생하는 질환도 포함된다. 영양 부족은 감염에 대한 저항성을 떨어뜨리게 된다. 또한 가뭄이 발생하면 위생용으로 사용하는 물의 양이 줄어들어 분변 오염으로 인한 설사 질환이 증가하고, 세안 위생의 조건이 나빠지면서 눈병이나 피부병이 증가한다.

IPCC에 따르면, 1972년부터 1996년 사이에 전체 기상재해로 인하여 세계적으로 연평균 약 12만3000명이 사망한 것으로 나타났다. 또한 국제적인 보험회사들의 분석에 따르면, 지구적으로 기상재해로 인한 건강 피해는 계속 증가하고 있는데, 특히 최근 10년 동안 대규모 인명 피해 사건이 1960년대에 비해 약 세배나 많이 발생한 것으로 확인되고 있다. 이것은 이러한 재앙으로 인한 피해가 특히 개발도상국에서 크게 증가하고 있기 때문이다. 즉, 앞에서도 지적한 바와 같이 이들 국가들은 기상재해에 대한 대비가 부족한데다 해안이나 도시와 같이 취약 지구에 인구가 집중돼 있는 탓에 피해에 대한 취약성이 높을 수 밖에 없다.

우리나라의 경우 1991년부터 2000년까지 10년동안 195건의 자연재해로 총 1541명이 사망하였다. 연평균 154명이 사망한 것이다. 가장 빈번히 발생하는 기상재해는 폭풍, 호우의 순이고, 가장 많은 사망자를 발생시키는 재해는 태풍인 것으로 나타났다. 2000년대 들어서는 기상재해로 인한 피해 규모가 더욱 커지고 있는데, 국내에서 피해 규모가 가장 컸던 20대 주요 자연재해로 인한 총 피해액의 62%가 2000년대의 재해에서 발생한 것이다.

3 기후변화와 대기오염

기후변화는 대기오염에도 직·간접적으로 영향을 미친다. 기후변화는 지역적인 날씨를 변화시켜 대기 중으로 배출되는 오염 물질의 양을 변화시킬 뿐만 아니라 오염 물질의 이동이나 화학적인 반응에도 영향을 미친다. 기온 상승이 대기오염에 미치는 가장 큰 영향

은 오존 농도를 증가시키는 것이다. 기온이 높아지면 오존 생성의 원인 물질인 휘발성 유기물질과 질소산화물의 자연적 배출량이 증가하고 오존을 생성시키는 광화학적 반응이 촉진되기 때문이다. 그밖에도 기온 상승은 산성비의 원인이 되는 대기 중 황산염과 질산염의 생성도 증가시키는 것으로 알려져 있다.

최근 우리나라 주요 도시에서는 오존 농도가 해마다 증가하고 있어 큰 환경 문제가 되고 있다. 그런데 오존 농도와 기상과의 관련성을 분석해보면 하루 최고 기온이 높아질수록 오존 농도가 증가하는 현상을 확인할 수 있다. 서울의 경우 하루 최고 기온이 매우 높았던 1994년 7월의 경우 오존 오염도가 예년에 비해 두배나 높았으며, 2004년 유럽 지역에서 폭염 현상이 발생했을 때에도 사상 최고의 오존 농도를 기록하였다. 이처럼 기후변화는 차량 증가에 따른 대기오염 물질의 배출 증가와 함께 오존 오염도 상승에 영향을 미치고 있다.

그밖에도 기후변화는 알레르기의 원인이 되는 식물들의 개화기와 성장에 영향을 미침으로써 알레르기성 오염 물질의 농도와 분포에 영향을 준다. 식물들은 날씨에 민감하여 기온 상승에 따라 꽃가루 생성과 양이 증가하고 식물의 지리적 분포가 확산되기 때문이다. 우리나라 대도시에서도 알레르기를 유발할 수 있는 수목류, 목초류, 잡초류의 꽃가루와 곰팡이 등의 발생 빈도가 해마다 증가하는 경향을 보이고 있다. 최근 알레르기, 천식 환자들이 증가하고 개별 환자들의 증상이 악화되는 것도 이런 알레르기 유발 꽃가루의 증가와 관련이 있는 것으로 추정되고 있다.

4 기후변화와 전염성 질병

곤충을 비롯한 각종 동물들 역시 기후변화의 영향을 받는다. 기온 변화에 따라 성장 속도가 달라지기도 하며 홍수 등 기상재해의 영향으로 서식지의 변화가 일어나기도 한다. 따라서 모기, 진드기, 벼룩 등 곤충이나 쥐, 토끼 등 설치류를 통해 전파되는 질병들 역시 기후변화의 영향을 받게 된다.

한가지 사례로, 모기가 알에서 번데기를 거치는 기간이 15℃에서는 15.5일이 소요되는 반면 20℃에서는 9.5일로 단축된다는 연구 결과가 있다. 따라서 기온이 높아지면 모기 개체 수가 증가하게 된다. 또한 모기의 경우 활동을 위한 최적 기온이 있기 때문에 기온이 높아지면 모기의 활동 시기가 길어지고 활동 지역 또한 크게 넓어진다. 따라서 기온

이 상승하면 모기 개체 수의 증가, 활동시기의 증가, 활동 범위의 증가가 동시에 일어나기 때문에 모기로 인한 전염병 발생 확률이 크게 높아지게 된다. 우리나라의 경우도 기온 상승에 따라 모기 개체 수의 증가 추세가 관찰되고 있으며, 작은빨간집모기 등 병원균을 매개하는 모기의 출현 시기도 점차 빨라지고 있다.

설치류는 모기와 같은 곤충 종류에 비해 기후에 따른 영향을 상대적으로 덜 받지만, 기온상승, 강수량 증가로 먹이가 많아지면 매체 수가 증가하고, 홍수 등 재해가 증가하면 설치류의 배설물에 대한 인체의 접촉 기회가 증가한다.

기후변화로 인하여 강수량이나 기온이 변화하면 수인성 질환과 음식물 매개 질환이 증가할 가능성도 높아진다. 기온이 높아지면서 설사로 병원에 입원하는 아이들이 늘어나고 콜레라와 기타 설사 질환 등 수인성 질환이 증가한다는 연구 결과들이 보고되고 있다. 기후변화로 인한 해수 온도의 증가도 해수 중 비브리오균의 증식을 높이고, 이와 관련된 질병의 발생 가능성을 높인다. 우리나라의 경우 지난 30년간 동해 근해의 수온이 0.62℃ 증가하였고, 남해는 0.61℃, 서해는 0.88℃ 상승한 것으로 보고되고 있으며, 해수 온도 증가가 해수 중 비브리오균 검출 증가와 관련이 있다는 연구 결과도 있다.

우리나라는 1960년대 이래 대부분의 전염병이 감소 추세를 보여 왔다. 이것은 경제가 발전하면서 백신의 활용이 늘어나고 보건의료 시스템과 위생 상태가 향상되면서 나타나는 현상이다. 그런데 기후변화와의 관련성이 낮은 대부분의 법정 전염병들은 감소 추세를 보이고 있는 반면, 기후변화와 관련성이 높은 것으로 알려진 말라리아, 신증후군출혈열, 랩토스피라증, 뎅기열, 비브리오패혈증 등은 증가 추세를 보이고 있다.

말라리아의 경우 우리나라에서는 거의 사라졌던 질병이었으나 1990년대 들어와 급증하기 시작하여 2001년에는 2500여명의 말라리아 환자가 발생했다. 그 후 집중적인 방역 사업을 벌인 결과 2004년에는 825명으로 감소하였으나 2006년에는 다시 2000여 명으로 증가하였다. 쯔쯔가무시증도 급격한 증가 추세를 보여 2005년과 2006년에는 발생자 숫자가 6000명이 넘었다. 일부의 주장대로 이런 증가세가 나타난 데에는 질병 진단 능력의 향상, 발병 보고율의 상승등도 부분적으로 영향을 미쳤을 것이다. 그러나 기후변화 관련 질병들이 공통적으로 증가 추세에 있는 사실은 질병 발생에 기후변화가 상당한 영향을 미치고 있음을 부인하기 어렵게 만든다.

제5장

로컬푸드·식당

Ⅰ 로컬푸드의 배경

출처_'로컬푸드를 이용한 지역농업 활성화방안 연구-전북 완주군을 중심으로-', 전북대학교 생명자원과학대학원, 나영삼, 2011.7.6

1 로컬푸드(Local Food)의 개념과 도입배경

1) 로컬푸드(Local Food)의 개념

로컬푸드(local food)란 장거리 운송을 거치지 않은 지역에서 생산된 제철 먹을거리를 일컫는다.[173] 로컬(local)의 범주는 일반적으로 반경 50km(미국의 경우 250km)이내에서 생산된 것을 말하지만 절대적 기준은 아니다.[174] 로컬푸드는 대량 탄소배출, 얼굴 없는 거래, 소농의 붕괴라는 부작용을 낳고 있는 글로벌푸드(global food)의 대안으로 등장하였다. 가까운 지역에서 누가 어떻게 생산했는지 알 수 있는, 그래서 안심하고 먹을 수 있는 농산물을 생산하고 소비하자는 사회적 움직임이 곧 로컬푸드다. 물리적 거리를 줄일수록 좋지만, 생산과정이 투명해야 한다는 점에서 심리적 거리, 즉 사회적 거리를 더 중시한다.

로컬푸드는 단순한 농식품 이동거리 축소의 의미를 넘어서는 포괄적 개념으로 이해되기도 한다.

김종덕(2002)[175]은 로컬푸드(지역식량체계)를 글로벌푸드(세계식량체계)와의 상관관계에서 파악함으로써 특성과 이점을 강조하고자 했다. 특히 지역식량체계에서는 생산자와 인근지역 소비자들이 연결되어 있다는 점, 먹거리의 지역생산과 지역소비가 이루어진다는 점, 사회적 신뢰와 책임에 토대를 두고 운용된다는 점, 지역의 필요에 의한 생산이 이루

173) 로컬푸드(local food)를 국내에서는 '지역먹을거리', '지역먹거리', '가까운 먹을거리' 등으로 사용한다.

174) 로컬(local)의 범위에 대해서는 각국 마다 다른 적용을 하고 있다. 우리나라의 경우 인구의 절반이상이 수도권에 거주한다는 점, 식품의 이동시간이 반나절에 불과하다는 점, 식량자급률이 낮은 점 등의 현실을 고려할 때 물리적 거리의 중요성을 강조하기보다는 사회적 거리 축소에 주목할 필요가 있다. 단 생산 조직화와 소비 조직화의 1차적인 대상은 기초지자체 또는 광역지자체 단위에서 출발하는 것이 필요하다.

175) 김종덕, '패스트푸드의 세계화와 슬로우푸드 운동', 지역사회학회 '지역사회학' 제4권 제1호, p87-106

어진다는 점, 지역농업에 기반을 두고 있어 환경보호・지역의 정체성・지역음식의 발전에 기여한다는 점에 주목하였다.

허남혁(2006)[176]은 로컬푸드를 일반적으로 근대화와 산업화, 세계화 과정 속에서 전 지구화되어 온 글로벌 푸드시스템(global food system)이 가져오고 있는 여러 가지 폐해들(환경적 문제, 건강상의 문제, 사회경제적 독점 등)을 극복하기 위해 구상되고 현실화되고 있는 농식품의 생산 및 소비 관련 각종 지역적인 대안들(alternative food systems)을 통칭하는 용어로 정의한다. 특히 이러한 대안을 만들어가는 먹을거리 네트워크의 중요성을 강조한다.

윤병선(2009)은 '로컬푸드 운동은 현재의 세계농식품체계가 초국적 농식품복합체에 철저하게 종속되어 이들 소수 대자본의 이윤추구를 위한 수단으로 먹을거리가 농단되고 있는 상황을 극복하기 위한 운동이며, 녹색혁명형 농업에 의해서 파괴되어 버린 '관계성'을 회복하고자 하는 것'으로 정의한다.

정은미(2011)[177]는 '소비자와 지역의 소규모 농가가 신뢰를 바탕으로 먹을거리의 안전성(지속가능성)을 추구하는 도농간의 대안운동'이라고 본다. 또 로컬푸드 운동은 식품안전, 농가소득 보장, 지역관계의 회복뿐만 아니라 지역순환경제를 통해 지역경제 활성화에도 기여하며, 세계화된 농식품체계의 문제로부터 농촌 황폐화와 식품불안에 대한 대안을 찾으려는 시도'로 이해한다.

우리나라의 경우 수도권으로의 인구집중, 낮은 식량자급률, 생산과 소비의 불균형, 반나절의 전국 생활권 등의 사회경제여건을 고려할 때 물리적 거리를 따지는 것은 큰 의미를 부여하기 어렵다. 단, 다품목 소량생산의 조직화와 직거래 유통기반 확충, 소비자 대면관계 확산, 지역순환경제를 위해 기초 및 광역지자체 단위를 1차적인 범위로 추진할 필요는 있다. 로컬(local)의 물리적 거리보다는 식량자급률 법제화, 푸드마일리지 및 지산지소 캠페인, 다음세대를 위한 식육교육을 통해 자국 내 로컬푸드 생산-소비기반을 확충해가는 일본의 사례는 우리에게 시사하는 바가 크다.

종합적인 관점에서 로컬푸드 운동은 세계화에 대한 근본적인 성찰을 바탕으로 지역과 농업의 가치를 재발견하고, 실천과정으로서 로컬푸드 시스템을 구축하는 운동이며, 또한 지역자치・자립・지역주민의 연대와 협동의 관점에서 먹거리(food)를 매개로 생산자와 소비자 간의 '관계'를 맺는 활동이라 할 수 있다.

176) 허남혁, '제고장 먹거리(local food) 담론-쟁점과 가능성', 농촌사회학회, 정기학술대회 발표문, 2006
177) 정은미, '지역경제 활성화를 위한 로컬푸드시스템 구축방안', 한국농촌경제연구원, 2011

2) 로컬푸드 도입배경

로컬푸드의 등장 배경은 나라별로 사회경제적 요인에 따라 차이가 있지만 공통점은 먹을거리가 소비자의 건강을 위협하거나 유통과정에서 생겨나는 소비자의 불이익을 근원적으로 해소하기 위한 대안으로 도입되었다는 것이다.

우선, 로컬푸드는 세계 농식품체계의 폐해를 극복하기 위한 대안으로 등장했다. 세계식량체계(global food system)는 소수의 초국적 농식품기업들에 의해 지배되는 식품생산구조이므로 농민에게 돌아가는 푸드 달러(food dollar)몫이 줄어들고, 생산과 마케팅에서 농민의 위상이 저하된다. 가장 핵심적인 문제로 기업농과 경쟁에서 뒤지는 가족농을 붕괴시킨다(월드워치, 2000). 지역의 환경과 특성에 맞는 지역 농업의 발전을 가로막는다. 또 세계식량체계는 소비자의 식품안전을 위협한다. 소비자들은 주거지에서 멀리 떨어진 곳에서 생산된 정체불명의 먹거리를 먹을 수밖에 없다(Spector, 2002). 식량공급이 원거리에서 이루어지기 때문에 비상시에 식량보장이 될 수 없다. 패스트푸드의 확산은 소비자의 비만을 가져와 질병에 취약하게 한다(김종덕, 2002). 이 밖에도 세계식량체계는 장거리 수송에 기반하고 있어, 에너지의 낭비를 가져오고, 이산화탄소 방출에 의한 오존파괴 등 환경에 부정적으로 작용한다고 본다.

최근 출처를 알기 어려운 글로벌푸드의 전방위적인 공급체계가 갖추어지고 세계적으로 문제가 되는 광우병이나 구제역, 각종 식중독 등 먹거리 안전성을 위협하는 요소들이 특정지역에 국한하지 않고 전 세계로 빠르게 확산하고 있어 이러한 위기에 대한 대응의 필요성이 커지고 있다.

둘째로 전 세계 소농의 몰락이다. 녹색혁명형 농업을 특징으로 하는 세계 농식품체계에 지역 농업이 포섭되는 과정에서 가족 노동력을 근간으로 하는 소농들이 빠르게 몰락함으로써 지역사회의 몰락과 환경생태적인 악영향을 초래한다는 점이다.

셋째는 새로운 로컬푸드형 시장의 가능성이다. 로컬푸드는 '지역성'이라는 새로운 바탕으로 기존 먹거리 시장과는 차별적인 새로운 시장을 형성할 수 있는 잠재력을 갖기 때문이다.

표 4-5-1 외국의 로컬푸드 도입배경 및 전개방향

구분	미국	영국	일본
등장배경	1970년 후반부터 장거리 유통식품 대신 농민시장 활성화(직거래)	1985년 광우병,1996인간 광우병, 2001구제역 발생 이후 대안 모색	1950-60년대 환경오염으로 인한 공해병 계기, 산소제휴(産消提携)직거래
local범위	차로 24시간내의 거리 공동체개념 강조	반경 30마일(약48km) 대도시 100마일(160km)	지역산(국내산) 국산소비 촉진이 식량자급률 향상에 기여
캠페인	지역사회먹거리보장	로컬푸드	지산지소(地産地消) 푸드마일리지 식량자급률 제고
주요프로그램	농민장터 지역사회지원형농업 FarmtoSchool프로그램	공공급식 시민텃밭	산지직판장 학교급식/식육활동 도농교류
법, 제도	농업법(Farm Bill),1996	지속가능한 농업과 먹거리발전전략보고서(2002)	식료농업농촌기본계획(2005) 식육교육법(2006)

※ 자료 : 각 국 사례조사를 기초로 정리

농업과 먹거리에 대한 사회적 인식의 변화로 인하여 소농의 가치에 대한 재인식이 이루어지면서, 심지어 농산물 수출국들 내에서도 그 숫자와 경제적 상황이 악화되어가는 소규모 가족농의 회생방안이 국가적으로 다루어지고 있다.

최근 EU, 미국, 캐나다 등에서 자국소농 보호정책이 수립되고 로컬푸드를 다양한 사회공공의 이익, 즉 환경적 측면, 건강적 측면, 교육적 측면, 지역사회유지의 측면에서 종합적으로 인식하고 이를 정책화, 제도화하고자 하는 노력이 광범위하게 전개되고 있다.

표 4-5-2 외국의 로컬푸드 소비 증진 논리

환경 측면	• 지역환경 뿐만 아니라 지구를 살린다. – 푸드마일 단축 통한 이산화탄소 배출량 저감, 지구온난화 방지기여 – 지역 농업 유지를 통한 각종 환경적 기능 유지 – 지역 농업 재편성을 통한 환경적 악영향(농약, 비료 사용 등)감소
건강 측면	• 깨끗하고 신선하며 영양이 풍부하다. – 짧은 운송거리로 인한 먹거리의 신선도와 영양분 유지 – 장거리 유통을 위한 방부처리 필요의 감소(방사선, 화학물질 등)
교육 측면	• 교육적 효과가 훨씬 크다. – 먹거리 생산(농사)체험을 통한 생태교육 효과 – 지역먹거리와 신선식품에 대한 입맛 훈련을 통한 보건교육 효과
지역 사회 유지 측면	• 지역사회와 경제에 도움이 된다. – 지역 농업과 농민 유지를 통한 지역사회 공동화 방지 – 주민소득의 지역 내 순환을 통한 지역경제 활성화

2 로컬푸드의 이점

출처_ '로컬푸드의 개념적 이해 연구', 춘계학술발표대회 발표논문집, 홍경완·김지영·김양숙, 2009. 4. 25(p1179~1199)

기존의 세계식량체계는 비논리적이고 불안정하며 여러 환경에 충격을 많이 미친다(Lucas & Jones, 2003)[178]. 따라서 식량체계와 관련한 관계자들은 변화가 이루어져야 할 시점이 되었음을 인식하여 로컬푸드에 관심을 가지고 다양한 연구를 수행하고 있다. 실제로 로컬푸드는 기존 식량체계에 대해 현질적이고도 지속가능한 대안을 제공해 준다(Kloppenburg et al., 1996[179]; Trobe, 2002[180], DFFRA, 2003[181]; Morris & Buller, 200

178) Lucas, C. & Jones, A. (2003), Local food : benefits and opportunities, The Greens/European Free Aliance. July, 2003.
179) Kloppenburg, J. Jr., Hendreickson, J. & Stevenson, G. W.(1996), Coming in to the foodshed. In W. Vitek and W. Jackson (eds.) New Haven, Connecticut : Yale University Press
180) Trobe, H. L.(2002), Local food, future directions, November 2002, Friends of the Earth.
181) DEFRA.(march, 2003), Local food? a snapshot of the sector, DEFRA.

3[182]; SCC, 2004[183]; Illbery & Maye, 2005[184]; NACC & Sustain, 2006[185]). 하지만 로컬푸드에 대한 많은 연구와 실행에도 불구하고 이에 대한 공통된 일반적 정의는 없다. 앞서 살펴본 영국과 미국의 경우만 보더라도 물리적인 거리나 지역의 특징, 생산된 농산물의 질, 경제, 사회적인 이념 등 어떠한 것에 더 가중치를 두느냐에 따라 그 해석이 달라질 수 있다. 하지만 이러한 정의의 불확실성에도 불구하고 더 지역적으로 생산된 음식을 먹기 위한 관심과 노력은 높아지고 있다. 그 이유는 지역식량체계를 지지함으로 먹거리의 신선함과 맛을 보증하는 것뿐만 아니라 나아가 환경, 지역경제와 음식안전에 대한 책임 때문이다(MCC, 2007)[186]. 로컬푸드는 소비자의 욕구를 만족시키며 이러한 체계를 통해 먹거리를 제공함으로 지역 농업과 소비자를 보호하고 결과적으로 환경적인 충격을 상당히 줄여 준다(Lucas & Jones, 2003)[187]. 이러한 로컬푸드의 긍정적인 영향은 세계식량체계의 폐해를 극복하고 지속가능한 식량체계로 나아가는 방향성을 제시해준다. 따라서 로컬푸드의 이점을 연구하는 것은 진정한 로컬푸드를 정의내리는 데 있어서 중요한 단서가 될 수 있다.

1) 사회적인 이점

지역먹거리체계는 지역 공동체를 수립하고 육성하는데 큰 도움을 주고 지역사회의 관계를 결속시킨다(Trobe, 2002)[188]. 로컬푸드는 주로 중간 상인을 거치지 않아 생산자와 소비자가 대등하게 접근할 수 있어 단지 생산하고 소비하는 각각의 사람들이 아닌 공동체로써 공존할 수 있게 해 준다. 농민시장(Famers' Market)의 경우 세계식량체계 속에서 고립되어 있던 소비자와 생산자 간의 직접적인 사회적 만남의 장소를 제공한다. 이를 통해 서로 의사소통을 할 수 있는 기회를 얻게 되어 소비자들이 선호하는 것을 전달하고 농민들은 이 정보를 생산에 반영하는 등의 협력적인 공동체로 발전한다(Lucas & Jones, 2003). 또한 지역 공동체의 생산에 대한 관여도가 증가하여 자급율이 높아진다(EC, 2004). 예를 들어 미국 공동체지원농업(Community Supported Agriculture)은 회원들이 식

182) Morris, C. & Buller, H.(2003), "The local food sector," British Food Journal, 105(8),559-566.
183) SCC(2004). "A discussion of the potential benefits of the local food sector to the economy, the environment, communities and health in Scotland," February 2004, Scottish Consumer Council.
184) Ilbery, B & Maye, D.(2005), "Alternative (shorter) food supply chains and specialist livestock products in the Scottish-English orders," Environment and Planning, 37,823-844.
185) NACC & Sustain(2006), Sustainable food in care catering, Briefing paper.
186) MCC(2003), Local food, November, 2007, Minnesota : Minnesota campus compact.
187) Lucas, C. & Jones, A. (2003), Local food : benefits and opportunities, The Greens/European Free Aliance. July, 2003.
188) Trobe, H. L.(2002), Local food, future directions, November 2002, Friends of the Earth.

량생산의 위험을 공유함으로써 농민과의 공동체 의식이 증대되고 관련 모임을 통해 생산자와 소비자의 관계를 발전시킨다(Norberg-Hodge et al., 2002)[189]. 그리고 시골과 도시 주민 사이의 이해를 촉진시키며, 그 먹거리가 어디에서, 어떻게 생산되었는지 교육적인 자각의 메시지도 전달할 수 있다는 이점이 있다(DCC, 1999[190], Carpenter & Carpenter, 2003[191]). 이러한 노력을 통해 지역주민에게 더욱 안전하고 신선한 먹거리를 제공할 수 있으며, 독특한 지역의 생산방식이나 고유의 지식, 농촌의 풍경과 농작물 등의 지역의 고유성을 보존하고 개선시킨다(Kloppenburg et al., 1996). 마지막으로 개인 소비자뿐만 아니라 공공구매(Public Procurement of Food)와 같이 병원이나 학교 등 큰 기관과 지역농장을 연결하여 대규모의 구매를 하는 사례는 사회적인 연대와 윤리의식을 고취시키며 공공기관의 사회적인 책무를 이행하는 하나의 방법이다.

2) 경제적인 이점

먹거리 관련 산업(생산, 가공, 제조, 유통, 판매)은 경제에 중요한 역할을 한다. 로컬푸드는 대부분의 관련 산업이 지역 내에서 이루어지기 때문에 해당 지역에 많은 경제적 이익을 가져다준다(SCC, 2004). 먼저, 지역식량체계는 생산자들에게는 안정성을 보장해 주고, 지역농업이 활성화됨에 따라 새로운 일자리를 창출하여 지역의 고용이 증가한다(Jones, 2002; Lucas & Jones, 2003; EC, 2004). 둘째, 로컬푸드는 지역 내의 순환무역시스템(LETS)을 장려하는 방법 중의 하나로(DCC, 2007), 지역 먹거리의 판매대금이 외부지역으로 유출되지 않아 지역경제에 긍정적인 금융 순환이 이루어진다(김종덕, 2004, EC, 2004). 실제로 콘월에서 수행된 연구에서는 슈퍼마켓에서 10파운드의 돈을 쓸 경우 지역 경제에는 14파운드의 창출효과가 있지만 지역 유기농 박스체계(Box-Scheme)에 같은 돈을 쓸 경우에는 25파운드의 창출효과가 있다는 결과를 얻었다(Working group on local food, 2003). 또한 지역 내의 전문화된 가공을 거쳐 생긴 부가가치는 농장의 다양화를 가져오고 지역 내에서의 금융순환이 더 오래 지속되도록 한다(SCC, 2004). 셋째, 생산자들은 다양한 마케팅의 기회를 얻을 수 있고, 작은 규모의 생산자들도 그들의 판로를 얻을 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 마지막으로 CSA, 박스체계, 농민시장과 같이 중간

189) Norberg-Hodge, H., Merrifield, T. & Gorelick, S.(2002), Bringing the food economy home : local alternatives to global agribusiness. Bloomfield, DT : Kumarian Press.
190) DCC(1999), Promite local food, County Durham sustainable communities initiative, Durham County Council
191) Carpenter, M. & Capenter, Q.(2003), The Dane county farmers' market, The Universty of Wisconsin Press.

단계를 거치지 않은 유통 체계는 생산자가 그들의 제품을 직접 관리할 수 있다(Trobe, 2002). 따라서 생산품에 대한 질과 가격을 즉시 피드백 받을 수 있어 생산자와 소비자 사이에 더 건강한 먹거리와 합리적인 가격체계가 이루어진다(DCC, 2007). 일부에서는 타 지역이나 수입품을 구매하면 더 저렴하게 이용할 수 있다며 로컬푸드를 비판하기도 하지만 생산자도, 생산지도 모르는 저가/저질의 농산물을 이용하다가 질병에 걸리거나 피해를 입었을 때 아무런 대책도 세울 수 없다는 문제점을 생각한다면 로컬푸드는 이러한 위험요소를 제거할 수 있어 단순히 저렴한 가격만을 따질 문제가 아니라고 볼 수 있다(Kloppenburg et al., 1996).

3) 환경적인 이점

세계식량체계는 먹거리를 생산, 가공, 포장, 유통, 소매하는 각 단계마다 자원을 소비하여 오염과 쓰레기를 낳는 방식으로 구조화되어 있다. 특히 먹거리의 장거리 수송은 우리가 얻는(먹거리의 열량) 것 보다 더 많은(화석연료) 에너지를 사용한다(Lucas & Jones, 2003). 실제로 미국의 한 연구는 오렌지 주스 한 잔을 위해서 두 잔의 석유를 써야한다고 보고했다(Sassi, 2006)[192]. 우리나라의 경우 석유의존도가 100% 외국에서 기인하기 때문에 장거리 수송은 막대한 경제적 손실일 뿐만 아니라 운송되는 동안 이산화탄소 배출로 환경에 악영향을 미친다. 그러나 로컬푸드는 이러한 수송에 따르는 환경오염을 최소화시킬 수 있으며, 보다 적은 포장으로 에너지 사용을 최소화한다(SCC, 2004). 하지만 일부 비평가들은 로컬푸드의 이동에서 운송은 먹거리 생산과 소비의 모든 환경적인 영향 중 단 하나의 구성성분일 뿐이라고 지적한다. 영국의 경우를 예로 들면 전기가 필요한 그린하우스에서 재배된 토마토보다는 스페인에서 자연 재배된 토마토가 더 친환경적일 것이라는 주장이다(Kloppenburg et al., 1996). 그러나 사실상 로컬푸드는 친환경적인 유기농법을 장려하고 확산시키는 데 기여한다(Kloppenburg et al., 1996; Norberg-Hodge et al., 2002; Lucas & Jones, 2003, Sassi, 2006). 소비자들은 점차 먹거리의 생산방식, 화학약품의 사용, 재배방법, 동물복지, 품질, 농산물의 출처와 건강에 미치는 영향 등을 우려하고 있다. 지역 시장과 농부들, 소매업자들은 이러한 우려가 실질적으로 농사에 반영되는 기회를 가지게 되며 결국 친환경적인 로컬푸드를 위해 노력하게 되는 것이다(SCC,

192) Sassi, P.(2006), Strategies for sustainable architecture, Oxford : Alden Press.

2004). 그 한 예로 미국의 CSA는 지역의 기농업을 지지하며 실제 대부분의 CSA 농장이 유기농 생산 방법을 이용하고 있다(Allen, 2004)[193]. 이러한 로컬푸드의 노력은 살충제와 제초제 사용의 최소화, 집약적 농업의 감소로 농산물의 다양화, 생태적 환경, 동물복지에 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며(DCC, 1999), 광우병, 구제역, 조류독감과 같은 먹거리와 관련한 질병의 위험율을 감소시킬 수 있다(Sassi, 2006).

3 한국에서의 로컬푸드

우리나라에서 로컬푸드는 우리말로 고쳐 쓰는 데에도 학자마다 조금씩 다른 양상을 띠고 있다. 김종덕(2005; 2006; 2007)[194]의 경우에는 시스템적인 접근에서 주로 연구하였으며 지역식량체계(Local Food System)라는 용어를 사용하고 있다. 한편 박덕병(2005)[195]은 미국의 사례와 연결하여 지역공동체 식품체계(Local/Community Food System)라는 용어를 사용했다. 단순히 로컬푸드라는 용어를 사용하는 데 있어서도 허남혁(2006a)[196]은 제고장먹거리 또는 지역먹거리라고 하였으며(윤병선, 2008)[197], 김용우(2007)[198]는 지역살림 먹거리, 이동필과 최경은(2007)[199]은 향토음식이라는 단어로 바꾸어 쓰기도 하였다. 이렇게 우리나라의 학자들 내에서도 로컬푸드가 물리적인 지역적 특징에 더 주안점을 두는지, 음식의 기본이 되는 식품인지 아니면 조리된 형태의 음식지에 따라 그 해석에 조금씩 차이가 있다. 외국의 경우 지역을 뜻하는 'regional' 이라는 단어 대신 'local' 이라는 용어를 쓰는 이유는 regional이라는 단어가 '물리적인 공간으로서의 지역'이라는 의미의 한계성을 지니고 있기 때문이다. 따라서 local은 어떠한 공간적인 경계선으로서 의미라기보다는 지역의 특성과 경제, 환경, 지역 생산자와 소비자의 유대관계라는 광범위한 의의를 지니고 있다고 볼 수 있다. 그리고 'food' 역시 앞서 살펴본 바와 같이 생산뿐만 아니라 가공, 제조를 포함하고 있어 최초 생산물이 될 수도 있고 가공된 식품일 수도 있다.

193) Allen, P.(2004), Together at the table : sustainability and sustenance in the American agrifood system, Philadelphia : Pennsylvania State University Press.
194) 김종덕, '식량체계 전환의 필요성과 과제', 농정연구, 14, p101-139(2005), '지역실량체계 농업회생방안과 과제', 농촌사회, 17(1), p5-32(2007)
195) 박덕병, '미국의 공동체 지원농업(CSA)', 농정연구, 14, 13-45, 2005
196) 허남혁, '제공장 먹거리(local food) 담론 : 쟁점과 가능성', 농촌사회학, 2006a
197) 윤병선, '로컬푸드 관점에서 본 농산가공산업의 활성화방안', 산업경제연구, 21(2), p501-522, 2008
198) 김용우, '로컬푸드 운동과 농업 · 농촌 살리기', 녹색평론, 93, p70-81, 2007
199) 이동필 · 최경은, '향토음식산업의 육성방안', 한국농촌경제연구원, 2007

따라서 우리나라에서는 'local food'를 그대로 '로컬푸드'라고 표기하는 것이 적절하다고 할 수 있겠다.

한편 로컬푸드라는 개념은 기존의 식량체계에 대한 대안적인 요소의 범위로 적확하고도 쉽게 포함되지 않는다(Hinrichs, 2003)[200]. 그 정의를 내리는 데 있어 여전히 거리적인 요소가 가장 중요하다고 할 수 있지만(IGD, 2005)[201], 단순히 지리적인 거리를 기반으로 한 정의는 진정한 로컬푸드의 주요한 모습을 요약하기에는 불충분하다(Trobe, 2002). 전술했듯이 많은 학자와 단체들이 로컬푸드를 기존 식량체계의 대안으로서 지속가능한 형태를 지녀야 한다고 강조하였다(Kloppenburg et al., 1996; Trobe, 2002, DFFRA, 2003; Morris & Buller, 2003; SCC, 2004; Illbery & Maye, 2005; NACC & Sustain, 2006). 이러한 지속가능성은 생산자와 소비자 사이의 짧은 거리와 지속가능한 농업을 통해 근본적인 실현이 가능하다. 그러나 부가적으로 생산자에게는 경제적 이익의 지속가능성을, 소비자에게는 음식의 안전과 건강의 지속가능성을 줄 수 있어야 하며 이러한 일련의 과정을 통해 궁극적으로는 우리 환경의 지속가능성을 이룩할 수 있어야 진정한 로컬푸드라고 할 수 있을 것이다(Trobe, 2002). 다시 말해 로컬푸드를 정의하는 것은 로컬푸드에 관한 논의가 왜 시작되었는지에 대한 관심에서부터 시작하는 것이 가장 중요하다. 왜냐하면 '거리'를 규정하는 것 역시 기존의 식량체계의 유통체인과 원거리 수송에 따른 폐해에서 기인하기 때문이다. 따라서 로컬푸드는 다음과 같이 거리적 측면, 경제적 측면, 환경적 측면으로 세 가지 방면에서 그 정의를 내릴 수 있다.

1) 거리적 측면에서의 로컬푸드

로컬푸드는 간단히 말해 되도록 짧은 유통과 거리 이내의 것을 의미한다.

먼저 물리적인 거리가 로컬푸드에서 중요한 이유는 생산지에서의 거리와 이동을 최소화함으로써 경제적인 이익뿐만 아니라 농산물의 질, 생태계의 환경에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 각 나라별로 물리적인 거리의 기준이 조금씩 다르기는 하지만 우리나라의 경우 영국의 '30마일 이내'라는 조건을 받아들여 보통 '반경 50km이내'를 일반화 하는 경향이 있다. 그러나 로컬푸드가 판매되는 지점에서 반경 30마일 이내의 제품이라는 정의는 오로지 주요한 소매점에서만 유효하다는 한계점을 가지고 있다(Illbery & Maye, 2006). 또한 영국이 우리나라의 면적보다 약 2.6배 넓다는 점을 감안하면 이보다

200) Hinrichs, C.(2003), "The practice and politics of food system localization," Journal of Rural Sturdies, 19, 33-45.
201) IGD(2005), The local and regional food opportunity.

더 짧은 거리를 적용시켜야 할 듯하다. 한편 김용우(2007)는 대도시의 지나친 인구 밀집을 고려하여 지역과 특정 농촌을 연계시킨 형태의 로컬푸드 운동을 제시하기도 하였다. 이는 영국의 LFM이 런던의 대도시적 특징으로 인해 로컬푸드의 거리를 100마일로 유동적인 정의를 한 것과 같은 맥락이다. 그리고 허남혁(2007)은 이동거리가 1시간 이내인 지역이 바람직하다고 주장하였다. 왜냐하면 우리나라 농산물은 중앙집중적인 유통 체계를 띠고 있어 바로 옆 지역에서 생산된 것이라 할지라도 서울의 가락동 도매시장에 올라갔다 다시 내려와야 하는 경우가 허다하기 때문이다(허남혁, 2007).

이러한 물리적인 거리뿐만 아니라 사회적인 거리 역시 중요하다. 앞서 언급한 유통체계의 경우만 보더라도 중간상인 등의 체계를 거치게 되면 시간과 이동거리 뿐만 아니라 이로 인해 농산물의 신선도와 가격에까지 영향을 미치게 된다. 오랜 시간 수송을 위해서는 농산물의 신선도뿐만 아니라 이를 위해 화학적 가공을 해야 하며, 유통의 한단계 한단계를 거칠 때마다 결국 소비자들의 구매 가격은 높아지기 때문이다. 따라서 로컬푸드는 최소한의 유통단계, 또는 직거래를 장려한다(Trobe, 2002, Ilbery & Maye, 2005). 이는 생산자와 소비자, 지역 간의 가까운 접촉을 통해 신선한 제품을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 사회적으로도 이익이 된다. 이러한 직접적인 유통 경로는 소비자들이 구매하는 먹거리가 어디서/누가/어떻게 왔는지를 깨닫게 해 줌으로 먹거리에 대한 지식과 신뢰를 높일 수 있다(Trobe, 2002). 결국 로컬푸드의 이용을 통해 생산자와 소비자 사이의 사회적인 거리를 줄여 서로의 공동체 의식을 높일 수 있는 것이다.

2) 경제적 측면에서의 로컬푸드

로컬푸드는 경제적 측면에서 생산자와 소비자 모두에게 이익이 되어야 한다. Trobe(2002)는 진정한 로컬푸드란 지역사회에 경제적인 번영과 이익을 가져와야 한다고 주장하였다. 왜냐하면 로컬푸드가 등장하게 된 이유 중의 하나가 대규모의 생산과 유통에 따른 지역농업의 피해로 인한 것이기 때문이다. 따라서 로컬푸드는 철저히 지역농업에 기반한 것이어야 하며 생산자와 소비자의 사회·경제적 네트워크를 형성하는 형태여야 한다(Tregear, 2001, Tregear et al., 1998). 앞에서 살펴본 바와 같이 생산자와 소비자 간의 거리를 줄이는 것은 잠재적으로 수많은 이익을 제공한다. 이러한 로컬푸드는 지역 농민들에게 시장 기회를 제공하고 농산물의 판로를 지역 경제 내에 남게 함으로 돈의 소비를 더 균형 있게 하며 수입을 증가시키고 결국은 지역의 경제발전에 긍정적 영향을 미친다(Morris & Buller, 2003). 이것은 로컬푸드의 이점이자 이상적인 로컬푸드의 기본적인 개

념이기도 하다. 또한 로컬푸드는 이러한 선순환 과정을 통하여 생산자에게는 공정한 가격, 소비자에게는 알맞은 가격을 보장함으로 평등한 사회·경제적으로 공평함을 지향해야 한다(Hinrich, 2000; Trobe, 2002).

특히 우리나라 지역 농업이 위기에 처해 있다는 것은 자명한 사실이다. 2007년을 기준으로 농가인구는 전체인구의 6.8%인 327만 여명으로 10년 전인 1997년의 경우 전체인구의 9.7%인 447만 여명에 비해 120만 여명이 감소했다(농림수산식품부, 2008)[202]. 비단 10년 사이 뿐만 아니라 우리 농촌의 인구는 계속 줄어들고 있는 상황이다. 특히 1993년 우루과이라운드에 대응해 정부에서 49조원을 농촌에 투자하기 시작한 이래, 2004년부터는 WTO와 FTA에 대응해 총 119조원의 농업·농촌 투융자를 진행하고 있다(김용우, 2007에서 재인용). 이러한 원조에도 불구하고 농가인구와 농가소득이 줄어들고 있다는 것은 우리나라에 있어서 로컬푸드의 경제적 의의가 얼마나 중요한지를 잘 암시해 준다.

3) 환경적 측면에서의 로컬푸드

로컬푸드는 반드시 환경적으로 유익한 상태에서 생산되어야 한다(CPRE, 2001). 세계식량체계 하에서의 농업은 경쟁을 위해 비료나 농약에 크게 의존한다(김종덕, 2005). 이렇게 생산과정에서 사용된 농약의 일부가 농산물에 잔류되어 문제가 되기도 하며 원거리 수송을 위해 화학적인 약품이나 방사선 처리를 하여 식품의 안전성에 악영향을 미친다(Kloppenburg et al., 1996). 우리나라에서도 뉴스나 신문을 통해 수입된 농산물이나 식품의 위협성에 대한 보도를 어렵지 않게 접할 수 있다. 로컬푸드는 소비자들에게 건강하고 신선한 먹거리를 제공하기 위한 과정으로 먹거리의 안전과 건강의 이점을 가져다 주어야 한다(Trobe, 2002).

소비자들 역시 로컬푸드에서 기대하는 중요한 요소 중의 하나는 먹거리의 질이다. 로컬푸드의 질의 특유성은 먹거리 자체뿐만 아니라 생산방법에서 기인한다(Sonnino & Marasden, 2006)[203]. 이러한 이유로 Sustain, Soil Association, CSA와 같은 단체들은 로컬푸드로 유기농업을 장려한다. 왜냐하면 유기농산물은 특정한 지리적인 지역이라는 특성과 환경적으로 민감한 생산 환경이라는 특성의 둘 다와 연관이 있기 때문이다(Ilbery & Kneafsey, 2000). 구체적으로 유기농(Organic)이라는 것은 토양과 수질, 생물다양성을

202) 농림수산식품부(2008), 농림수산식품통계연보.

203) Sonnino, R. & Marasden, T.(2006), "Beyond the divide : rethinking relationships between alternative and conventional food networks in Europe," Economic Journal of Geography, 6(2), 181-199.

보호한다는 사조와 깊이 연관되어 있다. 실제로 시장에서의 거래 시, 유기농 생산의 표준은 그 농산물의 생산방법이나 안전성에 대해 구체적으로 전달할 필요가 없이 소비자들에게 믿음을 준다(Giovannucci et al., 2009)[204]. 하지만 근래에 들어 큰 규모의 유기농산업이 시장에 받아들여져 유기농산물과 로컬은 완전히 동일시되기는 힘들다(Burros, 2006)[205]. 우리나라의 경우 역시 지역 내에서 생산된 유기농산물을 소비자들과 직거래함으로 지역의 발전을 꾀한다는 조직들이 사실은 하나의 거대한 전국적인 물류조직으로 성장해 왔다(허남혁, 2006b). 이러한 형태의 것은 비록 친환경적인 속성을 가지고 있다하더라도 유통단계에서 생태학적인 환경에 악영향을 미치므로 로컬푸드라 할 수 없다. 로컬푸드는 먹거리의 질과 생산 환경에 대한 고려뿐만 아니라 짧은 이동거리로 인한 지구 전체의 환경도 고려해야 하기 때문이다.

II 로컬푸드의 국내·외 사례

출처_'로컬푸드를 이용한 지역농업 활성화방안 연구-전북 완주군을 중심으로-', 전북대학교 생명자원과학대학원, 나영삼, 2011.7.6

1 국내사례

국내에서도 최근 지역먹을거리(local food)에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 2008년 미국산 광우병 쇠고기를 시작으로 중국산 멜라민 분유, 유전자조작 옥수수 수입 등을 거쳐 최근 조류인플루엔자, 구제역 등 먹을거리 안전성을 위협하는 각종 사건, 사고가 연이어 일어나면서 전 사회에 걸쳐 안전한 먹을거리에 대한 사회적 요구가 증대하고 있다. 또한 수입개방 확대에 따른 가족소농의 퇴출과 낮은 식량자급률, 전 지구차원의 '저탄소 녹색성장'의제의 등장도 식(食)과 농(農)의 멀어진 거리를 줄이기 위한 근원적인

204) Giovannuci, D., Barham, E. & Pirog, R.(2009), "Defining and marketing 'local' food : geographical indications for U.S. product," Journal of World Intellectual Property,special issue GIs.
205) Burros, M.(2006), "Survey ranks 'organic-ness' at dairies," [online], The New York Times, March 22, 2006.

대안 모색을 촉진하고 있다.

국내에서도 자생적인 농민시장, 식생활교육과 학교(공공)급식, 기후변화와 푸드마일 문제, 지역사회지원형농업(CSA), 식품가공 및 유통분야와 도시농업, 민관협력사례까지 '로컬푸드'의 다양한 사례들이 생겨나고 있다.

구체적인 사례를 유형별로 살펴보면 아래 표와 같다.

표 4-5-3 국내 로컬푸드 유형별 사례

유형구분	추진사례
농민장터	원주새벽시장, 서천마서동네장터, 완주농민장터, 옥천금요장터, 제주착한장터, 장흥토요장터, 천안목요장터
꾸러미사업단(CSA)	전여농 언니네 텃밭, 춘천 봄내살림, 횡성지역순환영농법인 텃밭, 완주 건강밥상 꾸러미, 등대생협 제철채소꾸러미, 흙살림 꾸러미, 이천 콩세알, 장수 백화골 푸른밥상, 고창농협-SK그룹, 용인 내리사랑베이커리, 지리산 산내 어머니 꾸러미
학교급식	울산 북구 학교급식센터, 원주 친환경급식지원센터, 여주친환경학교급식지원센터, 안전한 학교급식을 위한 합천생산자영농법인,안동학교급식센터,순천농협, 나주농협
가공·유통·판매 (자활,사회적기업 영역)	강화 콩세알 나눔센터, 서천 얼굴있는 먹거리 영농법인, 청주 생명살림 올리, 막퍼주는 반찬가게, 정읍지역자활센터 로컬푸드사업단, 전북광역로컬푸드주식회사, 서울 얼티즌, 삼척 로컬푸드1.2.3, 대청호 환경농민연대 로컬푸드사업단, 옥천살림, 제주 로컬푸드 착한음식점 '제주살레' 예천 지보참우작목반
기타(종합)	대구 칠곡 농부장터, 대구경북지역먹거리연대, 울산 범서로컬푸드사업단, 남원자활센터 새벽

※ 자료 : 인터넷 리서치 결과 정리

그러나 이 같은 사례들은 식(食)과 농(農)의 직접적인 연계, 경제적 지속 가능성의 측면에서 아직은 초기단계에 머물러 있다. 생산의 계절성 및 지역성, 시기별 집중생산과 연중 분산소비의 농산물 특성상 기획생산과 원활한 수급문제는 로컬푸드운동의 확장성을 가로막는 장애요소로 작용하고 있는 것 또한 현실이다. 유형별 대표적인 사례를 살펴보면 다음과 같다.

1) 농민장터 – 원주 '새벽시장'

지역농민장터는 가장 단순한 형태의 지역먹을거리 운동으로, 생산자와 소비자 간의 사회적 거리가 가장 가깝다고 할 수 있다. 농민이 스스로 생산한 농산물을 가져와 자신이 직접 장터에서 소비자들에게 판매하기 때문이다.

우리나라에서 가장 대표적인 농민장터는 원주 새벽시장이라고 할 수 있다. 원주 농민시장은 1994년부터 시작되었는데, 처음 출발은 영세농가와 귀농자들에게 적절한 판로를 만들어주기 위해서였다. 농민시장은 4월 중순부터 12월 초순까지 새벽 4시부터 9시까지 원주천 둔치에서 열린다. 다른 지역 사람들과 상인들의 진입을 막기 위해 '새벽시장농업인협의회'가 운영하고 있으며, 읍·면·동 마을 책임자가 판매자가 지역농민인지 확인하는 것을 원칙으로 한다. 회원제로 운영되는데, 가입비는 4만원, 연회비는 2만원이며 현재 회원수는 원주 거주농민 500여 명으로 알려져 있다.

농민들은 협의회에서 제작한 명패에 주소와 실명을 기록하여 리콜제를 실시한다. 또한 판매 자리의 형평성을 보장하기 위해 장터를 13개 구역으로 나누어 정기적으로 자리바꿈을 실시하고 있다. 원주 농민시장은 소문이 나면서 원주 시민뿐 아니라 여주·제천·횡성·충주 등 인근 지역에서도 많은 소비자들이 모여드는 것으로 알려져 있다. 또 개인소비자뿐 아니라 식당이나 도매업자들의 비중도 큰 것으로 보인다. 연간 약 2만여 명이상이 방문하고 매출규모도 2009년 70억원에 달했다. 최근 원주시 차원의 로컬푸드 종합추진전략에 힘입어 재도약의 기회를 맞고 있다.

단, 원주의 새벽시장은 판매를 목적으로 하는 생산자와 신선한 농산물을 구매하고자 하는 불특정 다수 소비자가 만나는 장이라는 측면에서 소비자를 배려하는 안전한 생산, 생산자를 위한 책임있는 소비, 즉 사회적거리 축소의 측면에서 해결해야 할 과제를 안고 있다.

2) 지역사회지원농업(CSA) – 전국여성농민회총연합 '언니네 텃밭'

생산자(단체)그룹이 소비자 회원에게 판매하는 형태로, 계약기간 동안 지속적인 거래가 가능하고 생산자-소비자 간 소통을 지향함으로써 둘 사이 동등한 관계가 구축된다는 측면에서 농민시장 형태와 다른 특성을 지닌다. 지역사회지원농업(CSA)의 원형은 일정 규모의 소비자 회원들이 농가(농장)의 운영을 위해 필요한 자금을 미리 지급하고, 농가에서는 생산된 농산물을 소비자 회원들에게 공급하는 형태이다. 현재 국내에서 원형 그대

로의 지역사회지원농업 사례는 거의 없다. 하지만 좀 느슨한 형태로서 소비자가 일정 기간에 해당하는 회비를 내고 생산자공동체에서 생산한 제철 농산물을 꾸러미 형태로 공급받는 제철꾸러미운동이 확산되고 있다.

'언니네 텃밭'은 2009년 전국여성농민회총연합 식량주권 사업단의 '얼굴있는 생산자와 마음을 알아주는 소비자가 함께 하는 언니네 텃밭'사업에서 시작되었다. 마을을 중심으로 구성된 여성농민 생산자공동체와 도시 소비자가 소규모 텃밭에서 생산된 제철 농산물 및 1차 가공 먹을거리를 생산자가 주체가 되어 직거래하는 사업이다. 주 1회 제철채소 중심으로 구성된 꾸러미상자와 온오프라인을 이용한 농산물 직거래텃밭장터가 중심이 된다. 특히 제철채소 꾸러미는 언니네 텃밭 사업의 핵심사업으로 생산자가 직접 생산·가공한 채소, 두부, 달걀, 콩나물, 김치 등을 매주 1회 도시 소비자에게 보내면 도시 소비자는 지속가능한 농업을 지원한다는 의미에서 회비를 지불하는 방식이다. 회비는 매월 10만원이다. 2010년 말 현재 전국 각지의 100여명의 여성농민들이 11개 마을공동체에서 1,000여 가구의 소비자에게 꾸러미를 공급하고 있다.

언니네 텃밭의 특징은 전국의 여성농업인이 중심이 되어 추진하고 있다는 점과 이들이 네트워크형식으로 소통하며, 토종씨앗 지키기 사업을 함께 진행하고 있다는 점이다. 이 같은 꾸러미 사업은 생산자인 여성농민 스스로 먹을거리 안전성에 대한 자각이 높아지고, 슬로푸드 농식품의 가공활성화로 밥상의 다양성이 높아짐과 동시에 도시소비자와의 직접 거래를 통해 식과 농의 관계를 좁혀가는 성과를 거두고 있다. 하지만 이 같은 경제사업 모델이 일종의 사회운동차원을 넘어 여성농민의 생산비 보장과 수익금의 사회 환원이라는 당초의 목적을 달성하기 위해서는 생산 및 소비저변을 넓히기 위한 종합적인 전략의 수립과 추진이 필요하다. 유통이나 가공에 필요한 각종 시설은 공공의 지원을 널리 활용하는 전략도 필요하다.

3) 한우전문 농가레스토랑(식당) – 경북 예천 '참우작목반'

한우 사육농가들이 소를 하나의 우사에 모아서 함께 키우는 공동우사에서 시작하여 소비자와 한우고기를 직거래하는 경북 예천군 지보면의 '참우작목반'도 지역먹을거리운동 사례 중 하나라고 할 수 있다. 지보참우작목반은 2001년 5농가가 공동 우사(대지 2000평, 건물 800평)를 건립하여 한우를 공동 사육하면서 시작되었고, 지금은 작목반원 21명이 협동하여 지보참우마을 정육점 및 식당을 운영하고 있다. 2006년 12월 지보 본점을 개업하여 현재는 월 100두를 판매하고 있다. 단위 매장만으로는 판매량이 전국 1위다.

지보참우작목반의 이 같은 성과는 생산의 조직화 즉, 생균제의 공동 공급, 농민들의 경제적 부담을 줄이는 공동우사와 농기계공동이용 등에서 비롯되었다. 둔갑판매와 유통단계를 축소하여 거세고급육을 생산자가 직접 판매하되 싸게 공급한다는 전략이 적중한 것이다. 지보면에 직영매장 1개를 포함해, 지정매장 4개, 유사 개인매장 4개 등 총 9개의 한우 매장이 생겼다. 직영매장 직원 20명 등 지역의 일자리 창출에 크게 기여하고 있다. 뿐만 아니라 월 4,000만원 정도의 수익금이 생기는데, 반원들에게 출자금 배당을 하지 않고 수익금 전체를 한우 축제, 장애인 시설 지원, 경로행사 등 지보면을 위해 사용함으로써 지역사회통합에도 기여하고 있다.

지보참우작목반 사례는 생산의 조직화, 즉 공동사육, 생균제 공동 공급, 농기계공동 이용조직 등에 머물지 않고, 정육점 및 식당 운영을 통해 유통 및 소비의 조직화로 나아간 과정을 잘 보여준다. 이러한 사례를 기반으로 지역생산, 지역소비 구조의 군 단위로의 확산이 기대된다.

4) 자활사업 연계모델 – 사회적 기업 '새벽'

전북 남원의 농촌지역을 근거지로 한 영농조합 '새벽'은 농산물을 직접 생산하는 유일한 사회적 기업이다. 음식물쓰레기를 직접 수거해 퇴비를 만들어 돼지와 채소를 키운다. 생산품은 다른 지역으로 일부 팔려나가지만 지역 내에서 직영하는 식당을 통하거나 지역 내 '사회적 유통'을 통해 근거리 공공기관에 납품된다. 이 과정에서 취약 계층에 일자리를 제공하고 농민은 수익을 올린다. '새벽'의 직원은 60여명으로 절반은 남원 및 인근 지역의 취약계층 주민이다. 채소재배 하우스에 15명, 돈사에 9명이 근무한다. '새벽'에서 취약계층 직원이 받는 임금은 평균 100만원이다.

새벽영농조합의 핵심은 순환영농이다. 첫 단계는 현재 남원 시내 두 곳의 아파트와 의료원 등 세 곳에서 하루 약 1.5t의 음식물 쓰레기를 수거하여 돼지먹이로 씀으로써 연간 550톤의 음식물 쓰레기가 생태적으로 처리되고 있다. 이때 생긴 돼지 배설물에 짚과 왕겨 등을 섞어 자연발효시키면 훌륭한 퇴비가 된다. 이 퇴비를 이용해 유기농 채소를 길러낸다. 새벽'에서 키우는 채소는 50여 가지로 남원 일대 약 5만㎡ 대지의 40여개 비닐하우스에서 재배된다. 새벽의 유통소비전략은 크게 세 가지 방향에서 추진된다. 첫째는 '새벽 유기농 모듬'판매다. 1㎏들이 상자에 유기농 쌈채소를 담아 신청한 가구에 택배로 배달하는 서비스다. 야채 한 상자에 5,000원, 택배비 2,500원까지 합한 7,500원이 최종 소비자 가격인 셈이다. 다른 하나는 지역에서 수요를 창출하는 '로컬푸드'이고 나머지는

B급 유기농을 판매할 수 있는 공공기관과의 '사회적 유통'이다. '새벽'은 남원 시내 두 곳에서 '새벽 유기농식당 만나'를 운영하고 있다. 이곳에서 '새벽'이 기른 채소와 돼지고기가 포함된 한정식을 5,000원에 판매한다. 원재료 말고 완제품 형태로 파는 전략이다. 물론 상설 유기농매장 2곳을 열어 재료상태로도 소비자들에게 팔고 있다. '새벽'은 이외에도 B급 이하 친환경 농산물을 지역 복지센터나 경로당, 혹은 저소득층에 판매하는 사회적 유통을 추진하고 있다.

5) 학교급식 – 나주시

아이들의 건강을 위해 지역에서 난 좋은 제철 먹을거리를 제공하는 것은 미래 세대를 키우는 사회의 중요한 책임이다. 또 학교급식은 지역중심의 새로운 먹을거리 체계를 만들어가는 핵심테마 중 하나로 인식되고 있다. 그동안 지역별로 각기 다른 양상으로 전개되어 온 학교급식은 최근 친환경무상급식이 사회적 이슈로 부각되면서 지자체 차원의 전면적인 친환경무상급식 추진의 전기를 맞고 있다. 단 이 같은 학교급식이 지역의 로컬푸드 생산 및 소비확대와 어떻게 맞물려 추진할 것인지, 또 대도시의 학교급식공급 방식은 어떻게 조직화할 것인지 등이 사전에 충분히 논의되고 사회적으로 합의될 필요가 있다.

2003년 9월 전국 최초로 학교급식지원조례를 제정한 곳은 전남 나주시다. 2004년부터 지역 내 모든 초중고에 친환경 식재료를 현물공급하는 데 지원하였다. 지원대상은 보육시설과 유치원을 포함하여 모두 122개교에 학생수는 약 1만 5천명이다. 2011년 기준 학교급식 지원비는 9억 8천만원이다.

나주시는 친환경농산물 학교급식을 위해 친환경생산단지를 조성하고 2005년부터 '학교급식친환경작목반'을 구성하여 품목별 표준재배 매뉴얼, 자체 자율검사원, 농협 품질관리사를 통한 품질관리를 하며, 공동육묘, 생산, 선별, 출하, 판매, 정산 등 공동시스템으로 농협을 통해 출하한다. 학교급식의 운영 및 공급주체는 농협나주연합사업단이다. 수발주는 전문전용 프로그램을 이용하여 주문하고 지역농협이 산지유통센터(APC)에 입고하면 한화푸드가 학교에 배송한다. 시청, 교육청, 영양교사, 보육시설, 학교운영협의회, 학부모협의회 생산자(농협 및 법인),생산자 대표 등 총 15명으로 구성된 학교급식실무위원회가 월 1회 개최된다.

지역생산량 대비 나주시 소비량은 일부에 불과하므로 수도권 학교급식 시장진출을 도모하고 있다. 2005년 이후 대도시 10개 학교급식에 무농약쌀을 공급하였고, 2011년부터는 서울 성북구 학교급식에 무농약 쌀을 공급하기로 협약하였다. 나주시 학교급식은 우

리나라 학교급식의 조직화 롤모델을 제시했다는 성과에도 불구하고 별도의 로컬푸드 지역시장 창출과 연계추진하지 못함으로 인해 생산과 유통에 어려움을 겪고 있다. 농촌지역의 소규모 학교에 대한 물류비용이 부담이 되어 농협연합사업단이 급식전문유통업체에게 산지유통센터의 이용권을 주고 급식배송업무를 위탁하게 된 것이 이 같은 현실을 말해준다. 최근에는 광역 또는 기초지자체 단위에서 학교급식지원센터에 대한 설치 및 운영모델에 대한 다양한 검토와 실천이 진행 중이다.

2 외국사례

외국의 경우 로컬푸드는 지역식량정책협의회(local food policy council/지역 내 먹거리 분야의 의사결정을 총괄하는 일종의 민관협력 협의체), 농민장터(farmers market/ 농민 직거래 장터), 공공조달 및 기관구매, 도시농업과 텃밭가꾸기, 사회복지 및 보건, 환경정책과의 연결, 인센티브 정책, 각종 직거래 및 도농교류 활동, 교육 및 캠페인 활동 등 매우 다양한 양상으로 확대, 발전하고 있다. 로컬푸드는 각 국의 사회경제적 상황에 따라 각기 다른 방식으로 전개되어 왔다. 몇 몇 나라의 로컬푸드 추진 사례를 살펴보면 다음과 같다.

1) 미국의 농민장터와 지역사회지원형농업 (CSA, Community Supported Agriculture)

대규모 단작 생산의 원조 격인 미국에서도 소농보호 정책과 더불어 로컬푸드 저변이 급속히 늘고 있다. 1996년 농업법(Farm Bill)에 가족 소농이 갖는 지역사회, 환경, 건강 측면의 장점들을 인정하면서 이를 증진하기위하여 지역사회 먹거리 보장을 법제화하고 이를 위한 각종 정책적 수단들(농민장터, 지역사회지원형농업(CSA : 일종의 소비자-농민 간 계약농업), 지역식량정책협의회 결성 등 특히 소비자와의 직접적인 관계를 회복하는)에 예산을 사용하기 시작한 것이다.

미국 로컬푸드 정책의 핵심은 농민시장(farmers market)과 공동체지원농업(CSA, Community Supported Agriculture)이다(박덕병, 2005). 1986년에 시작된 CSA프로그램은 생산자와 소비자가 1년 단위로 계약하는 회원제 직거래 시스템이다. 회원인 소비자는 1년 치를 선납 출자하고 신선한 유기농 작물을 매주 싼값에 공급받는다. 이 같은 CSA가 2007년까지

미국 전역에서 1,300여 곳 가량 운영되고 있다. 농민시장(farmers market)은 2010년 3월 현재 6,132개에 이르고 2009년에 비해 16% 증가하였다. 또한 매출액 기준으로 2005년 이후 매년 10억불 이상이 거래됐다.[206] 2006년 말 기준으로 4,000곳을 넘어섰다. 농민시장은 1976년 농무부가 직거래를 인정하는 법을 제정하면서 활기를 띠기 시작했다. 지금은 미국 대부분의 주에서 농민시장을 담당하는 공무원을 두고 있으며, 캘리포니아주에서는 농민시장을 지원하는 별도의 프로그램을 운영하고 있다. 특히 연방정부의 농민시장지원프로그램은 농무부, 상무부, 주택 및 도시 발전부, 보건 및 인간서비스부 등 여러 유관부서와 유기적인 협력체계를 구축하고 있다.

이밖에 미국 사회에서 패스트푸드나 식생활 문제로 인한 심각한 비만문제에 대해 정부나 지자체, 그리고 민간부문에서 가능하면 지역에서 생산되는 신선한 먹거리 소비를 증진하여 소비자들의 건강문제를 개선하는 동시에 지역 소농들의 생계도 보장하고자 하는 먹거리 정책과 보건의료정책을 연계시키고자 하는 노력도 확대되고 있다. 특히 학교급식에 패스트푸드와 가공식품의 사용을 최소화하면서 지역산 신선 농산물의 사용을 늘리고자 하는 노력과, 학교에서의 농사체험과 먹거리 교육을 건강 및 보건교육과 연계하여 진행하고자 하는 노력은 미 농무부가 지원하는 “농장에서 학교로”(Farm to School), 그리고 농장에서 대학으로(Farm to College)프로그램으로 나타나고 있다. 오바마 정부들어 가족소농 중심의 보조금제도 전환과 로컬푸드의 증진, 미셸오바마의 ‘백악관 텃밭 캠페인’은 이러한 미국 사회의 변화를 반영한 사례로 일컬어진다.

2) 영국의 공공급식 혁신정책

1990년대에서 2000년을 넘어오면서 광우병과 구제역 파동, GMO 논쟁을 심하게 겪은 영국은 땅에 떨어져버린 소비자들의 먹거리에 대한 신뢰와 농민들의 생계, 그리고 비만 같은 먹거리 관련 사회적 비용증대 문제에 대한 대처를 위해 지속가능한 농업과 로컬푸드를 농정의 주요 과제로 삼게 되었다. 영국 중앙정부는 2001년 6월 기존의 농림부 체제에서 환경식품농촌부(DEFRA)체제로 개편하고, ‘지속가능성’을 중심에 놓고, 먹거리, 농촌 및 국토환경정책의 통합을 모색했다(Michaels, 2006). 이러한 방안은 2002년 발간된 영국의 농촌 및 농업발전전략 보고서인 <지속가능한 농업과 먹거리 발전전략>(DEFRA, 2002)에 ‘명확한 지역적 근거를 가진 먹거리나 지역에서 생산되는 먹거리에 대한 대중들의 열망은 농민들이 농산물의 부가가치를 증대시킬 수 있는 가장 좋은 기회’라고 밝히고 있다.

206) 정은미, 2011, ‘지역경제 활성화를 위한 로컬푸드시스템 구축방안’ p.9

영국 정부에서 로컬푸드 활성화를 위해 가장 중요하게 생각하고 있는 것은 공공급식 부문에서 로컬푸드 사용을 장려하는 것이다. 영국은 2003년 공공부문 먹거리 구매계획(Pulic Sector Food Procurement Initiative ; PSFPI)을 시작했다. 영국의 공공부문 먹을거리 구매 규모는 연간 20억파운드(약 3조 6천억원)이다. PSFPI는 다음의 5가지 우선적인 목표에 기초하고 있다(Michaels, 2006). ① 생산과 과정의 기준을 제고한다. ② 소규모 지역생산자로부터 보급을 늘린다. ③ 건강하고 영양있는 먹거리의 소비를 증대한다. ④ 생산과 공급이 환경에 작용하는 부정적 영향을 줄인다. ⑤ 수요를 충족시킬 수 있게 소규모 지역공급자의 역량을 증대한다. 2006년에 국립감사원(National Audit Office)에서 출간한 보고서에는 기존의 최저가 식품입찰이 갖고 있는 문제점들을 지적하면서, 양질의 먹거리를 대중들에게 제공하기 위해서는 EU 규정에서 금지하고 있는 원산지 차별을 피하면서 로컬푸드를 장려할 수 있도록 좀 더 영리한(smarter)먹거리 공공조달정책이 필요함을 역설하고 있다(허남혁, 2006). 여기서 사례로 들고 있는 것들이 학교 급식, 병원 급식, 교도소 급식, 군대 급식이다. 먹거리가 가진 질적인 측면의 다양성에 기초해 만든 지역 농민들만이 공급가능한 품질단서조항을 두게 되면, 로컬푸드를 우대하는 동일 효과를 거둘 수 있다는 것이다.

단서조항은 다음과 같은 것들이다. ① 신선한 제철 먹거리를 공급할 것(저장 기한과 운송 거리의 최소화 단서), ② 법률에 명시되어 있는 친환경먹거리(유기농을 포함한)를 공급할 것, ③ 유전자 조작되지 않은 먹거리를 공급할 것, ④ 먹거리뿐만 아니라 그와 연관된 교육 및 농장체험 방문활동까지 공급할 것, ⑤ 회수 가능한 포장재를 사용하여 먹거리를 공급하며, 사용 후에 다시 회수해 갈 것 등이다.

이처럼 영국 정부가 공공급식 부문을 중요하게 여기는 것은 로컬푸드의 수요가 임계점을 넘어 전사회적으로 빠르게 확산되는데 있어서 공공부문의 선도(양적인 측면에서)가 중요하다고 판단하기 때문이다. 영국의 런던은 올림픽이 열리는 2012년까지 2,012개의 시민텃밭을 만들겠다는 구상을 실천에 옮기고 있다. 시민들이 자기가 경작해 안심하고 음식을 먹을 수 있고, 동시에 공동체 유대도 끌어올리겠다는 발상이다. 런던시가 지난 2006년에 '런던을 위한 건강하고 지속가능한 먹을거리'라는 2015년까지의 10개년 계획을 발표한 것은 대도시 식량정책협의회의 중요성과 실현가능성을 충분히 증명하고 있다.

3) 일본의 지산지소(地産地消)

산지에서 생산된 농산물을 산지에서 소비하자는 지산지소 개념은 1990년대 초반부터 등장하여 농협을 중심으로 추진되어 왔으며, 식육법(먹거리교육법)과 지산지소 추진계획이 수립된 2005년부터는 정부 차원에서 제도화하고 이를 받아서 지자체 수준에서 실행계획을 수립하고 있다. 일본 농림수산성은 지산지소 운동을 통해 지역 기반의 식생활 문화를 제공하고 올바른 식습관을 확립하고 농업에 대한 인식을 확대하며 궁극적으로는 식량자급률 제고와 지역경제 발전을 도모하고자 '지산지소 모델타운 추진・정비 사업', '지산지소 추진 활동 지원'등 다양한 지산지소 지원사업을 시행하고 있다. 지산지소는 크게 '산지 직판장', '학교급식', '지역경제 활성화'의 세 가지 유형으로 나눌 수 있다. 일본의 산지 직판장은 2005년 현재 1만 3,538곳[207]으로 지역에서 생산된 특산물, 지역 전통식품 등을 주로 팔고 있다. 이와 함께 채소 절임, 잼, 와인 등 부가가치가 높은 가공농산물의 판매와 직판장에서의 레스토랑 운영을 통한 지역 외식・관광사업과의 연계도 활발하다.

일본에서 학교급식을 시행하는 초・중・고등학교 중에서 94%가 지역 농산물을 사용하고 있으며, 지역 농산물 사용 확대를 위해 갖가지 노력을 기울이고 있다. 생산 농가와 학교급식 담당자 사이의 이해 증진을 위한 정기 모임을 개최하고, 생산자간 네트워크 확대와 청과업자와의 연계 등 지역 농산물의 안정적인 공급체계를 마련하며, 학교급식에 적합한 품질과 규격의 농산물 공급에 정성을 쏟는다. 현재 일본의 지산지소는 단순한 지역 농산물의 생산・소비에서 벗어나 지역 농산물을 연계한 다양한 지역경제 활성화 운동으로 확대되고 있다. 일본의 경우 식량자급률 법제화, 지산지소 캠페인, 다음세대에 대한 식육교육을 근간으로 실질적인 식량자급률 증진효과를 거두고 있는 것으로 평가된다.

4) 이탈리아 – 슬로푸드(slow food)

1986년 이탈리아에 진출하려는 맥도날드를 반대하면서 슬로푸드(slow food)운동이 시작되었다. 슬로푸드는 패스트푸드에 대한 반대의 의미로서, 인공의 속도가 아니라 자연의 속도에 의해 생산된 먹거리, 사철 먹거리가 아니라 제철 먹거리, 그리고 소비자에게서 먼 곳이 아니라 가까운 곳에서 생산된 지역 먹거리라는 의미를 갖는다. 음식을 표준화하고 전통 지역음식을 소멸시키는 패스트푸드의 진출에 대항하여 식사, 미각의 즐거움, 지역음

207) 무인판매장 또는 부정기직판장 40%, 상설매장32%, 아침 또는 저녁시장 23%, 기타 5% 등으로 조사되었다(2005년 일본농림업센서스 자료). 농협경제연구소 CEO Focus 제 220호 pp.5-8

식의 보존 등의 기치를 내걸었으며, 1989년에 파리에서 선언문이 발표됨으로써 국제적인 운동으로 발돋움하였다. 카를로 페트리니의 '먹거리의 환경적 함의를 알지 못하는 미식가는 어리석고, 미식에 대해 무지한 환경주의자는 불쌍한 사람'이라는 말은 슬로푸드 운동의 정신을 잘 표현해준다.

슬로푸드 본부는 지역 주민의 거주지를 넘어 먹거리 경로에 대한 존중을 드높이기 위해 파르마에 음식학 대학을 세우고, 세계무역규범과 다국적농식품기업에 대항하여 전 세계 농민들과 연대할 수 있는 모임을 계획하는 등 활발한 활동을 펼치고 있다. '뉴욕 타임스'는 2001년 지구촌 유행 및 발명품으로 '슬로푸드'를 선정한 바 있다. 이 같은 슬로푸드는 단순한 먹을거리 차원을 넘어 현대사회 삶의 양식을 바꾸어가는 '슬로시티(slow city)'로 까지 확대되고 있다.

Ⅲ 로컬푸드의 과제

출처_'로컬푸드를 이용한 지역농업 활성화방안 연구-전북 완주군을 중심으로-', 전북대학교 생명자원과학대학원, 나영삼, 2011.7.6

현재의 세계농식품체계(global agri-food system)는 초국적 농식품복합체에 의해서 주도되고 있으며, 이로 인해 농촌경제의 빈곤화와 소도시의 몰락, 농민에게 돌아가는 몫(food dollar)의 감소, 토양침식, 수질오염, 생물종 다양성의 감소와 먹거리의 안전성 위협 등 많은 폐해를 낳고 있다. 로컬푸드는 이 같은 위기를 극복하기 위한 대안으로 등장하게 되었다.

선진 각국의 경우 처해진 사회경제조건에 기초하여 중앙정부 또는 지자체 단위에서 다양한 프로그램을 통해 로컬푸드형 생산-소비를 촉진하고 있으며, 이를 법·제도적으로 보장하고 있다. 그러나 우리나라의 경우 중앙정부와 지자체는 여전히 녹색혁명형 농업 및 규모화농 육성의 틀을 벗어나지 못하고 있다. 대부분의 국내 로컬푸드 추진은 민간 또는 사회운동차원에서 접근하고 있는 실정이다. 이처럼 국내·외를 막론하고 로컬푸드가 전 세계 농업과 농민을 살릴 수 있는 새로운 대안으로 떠오르고 있는데, 이를 현장에서 실현하기 위해서는 다음의 네 가지 흐름에 주목, 종합적인 대책수립이 요구된다.

첫째, 소농의 시대적 가치와 역할이 새롭게 주목받고 있다. 자급적 집약농업을 특징으로 하는 소농의 공적 가치는 제3세계는 물론, 미국 등 선진국에서조차 다시 논의되고 있다.[208]이 같은 현상은 소농들이 유지됨으로써 수행되는 사회문화적 가치, 즉 농촌공동체 및 문화유산 보존효과와 더불어 환경적 편익, 즉 자연자원의 지속가능한 이용과 생물다양성 유지 등을 인정하기 시작한 결과이다. 우리나라 전체 농가의 65.2%(2009년 기준)에 이르는 1헥타르 미만의 소농들을 활용하지 않고서는 농촌발전이 어렵다. 궁극적으로 자국 소농들의 회생을 통한 지역경제 활성화와 지역의 안전한 먹거리 공급을 통한 소비자 건강문제 해결 및 질병 예방, 그리고 먹거리 이동거리(food mile)감축을 통한 지구환경 개선을 목적으로 하는 로컬푸드시스템(local food system)이 대안이 될 수 있다. 따라서 소농의 회생과 지속가능한 경영보장이 정부와 지자체의 공적 정책영역에 포함될 필요가 있다.

둘째, '농업정책'에서 '포괄적인 먹거리정책'으로 무게중심이 급격하게 이동하고 있다. 농업의 가치를 축소하는 것이 아니라 종합적인 먹을거리 정책으로 접근함으로써 오히려 농업의 제자리 찾기와 지속가능성을 높여 가는 방식이다. '먹을거리'로 접근하게 되면 그 적용범위가 매우 다양해지고 넓어질 수 있으며, 도시와 농촌을 이분법으로 구분하는 잣대를 넘어설 수 있다. 지역농업의 측면에서도 먹을거리정책으로의 전환은 1차 가공, 체험 등을 연계한 복합 6차 산업화를 촉진하는 지름길이 된다.

셋째, '유기농'보다 '지역농'의 중요성이 높아지고 있다. 로컬푸드 관점에서 보면 유기농은 반드시 지역농으로 귀결되지 않지만, 지역농은 많은 부분 유기농으로 점진적인 전환이 가능하다. 더군다나 초기단계 산업화농업에 대한 대안으로 시작된 유기농업에 거대자본이 유입되면서 이제 신자유주의적 세계 농식품 시스템 속에서 이윤율 높은 하나의 부문으로 포섭되어 버렸다(허남혁, 2004b). 최근 뜨거운 이슈로 부각되고 있는 친환경 학교급식의 경우도 핵심은 유기농의 수집과 공급체계에 있는 것이 아니라, 지역의 로컬푸드 생산기반 및 지역소비기반을 확충해가는 큰 방향에서 그 일부로 자리매김하는 것이 필요하다.

넷째, 지자체 주도의 공적 영역에서 벌어지고 있는 계획적인(planning) 활동들이 확산되고 있다. 이는 대도시 먹거리정책협의회(food policy council)로 구체화하고 있다. 영국 런던,

208) 유럽연합(EU)의 경우 지난 2005년 농업각료이사회를 열어 유럽농촌개발기금을 창설해 주요 낙후지역 소농들을 지원하는 재원으로 사용한다. 2007~2013년 농촌개발예산 총액인 882억9000만 유로 중 소농지역에 할당된 최소 예산만도 285억4000만 유로에 달한다. 2011 농협경제연구소 보고서pp17-21

그리고 캐나다의 토론토와 밴쿠버 사례가 대표적이다. 이러한 각 도시 먹거리정책협의회의 활동들은 로컬푸드 개념을 전제로 하면서 먹거리의 생산-소비 문제를 지역의 지자체가 계획해야 할 분야, 즉 도시계획의 한 영역으로 다루기 시작함을 의미한다(Kaufman, 2004). 먹거리의 문제를 지자체가 정책 및 계획분야로 다루기 시작하면, 지역사회 내에서 서로 연관되어 있는 분야가 매우 다양해진다. 도시 녹지정책, 사회복지정책, 보건의료정책, 교육정책, 환경정책, 지역경제정책, 도시관광 정책 등 도시 내에서 먹거리의 소비와 연관되어 있는 분야 전반에 여러 가지 영향을 미칠 수 있으며, 궁극적으로 도시 내 토지이용계획에도 영향을 미치게 된다. 이는 지금까지 시장의 영역으로만 치부되었던 먹거리의 소비 영역을 지자체를 통해 상당부분 공공 영역으로 끌어옴으로써 계획의 영역으로 편입시킴을 뜻한다.

표 4-5-4 도시 내 먹거리 정책과 연관된 다양한 분야

분 야	정책 테마
공원 및 녹지	• 텃밭 관리를 통한 녹지 확보
사회복지	• 저소득층 먹거리 지원(지역농산물 쿠폰)
보건의료	• 질 좋은 지역농산물의 공공급식 제공을 통한 영양 및 건강증진 • 식단 지도 • 식품안전 보장(표시제 감독)
교 육	• 학교급식 • 먹거리 교육(요리 및 농사실습 프로그램)
환 경	• 수송거리 절감 통한 이산화탄소 배출량 저감계획 수립 • 음식물 쓰레기 절감계획
지역경제	• 지역농산물 가공 및 식당의 활성화 • 먹거리 구매비용의 지역 환류를 통한 지역 활성화
관 광	• 농민장터 활성화를 통한 관광객 유치 • 지역가공식품 판매 및 식당 활성화를 통한 관광수익 제고
문 화	• 다민족 도시에 부합하는 다양한 먹거리의 생산과 공급

※ 자료 : 제고장 먹거리(localfood)담론 – 쟁점과 가능성(2006/허남혁))

국내에서도 정부 또는 지자체차원의 정책접근성을 높이는 것이 매우 중요하다. 중앙정부의 정책방향이 경쟁력 강화를 위한 규모화농 육성에 주력하고 있는 점을 감안하면 지역농정차원에서 공공적 정책도입과 추진이 로컬푸드 생산-소비의 저변확대에서 필수적인 선결과제라 할 수 있다.

생산과 소비의 간극이 크고 불균형이 심화하고 있는 현 단계 국내 농업 생산-유통-소비 구조 하에서 이 같은 로컬푸드시스템이 정착되기 위해서는 종합적인 접근과 대책이 요구된다. 다품목 소량생산구조로 지역농업 재편이 추진되어야 하고, 지역 내 직거래 틈새시장을 개척해야 한다. 또한 다품목을 취급할 수 있는 물류유통시스템 구축과 농민가공 활성화도 필수요건이다. 따라서 국내에서 로컬푸드 도입을 위해서는 지역농정차원의 정책적 접근이 이루어질 필요가 있다. 민관협력을 통한 생산의 조직화, 물류의 조직화, 소비의 조직화가 동시에 추진될 때 새로운 로컬푸드 영역개척이 가능해진다.

제6장

자원순환·재활용

Ⅰ 폐기물 재활용의 개요

출처_'자원재활용의 현황과 개선점', 계명대학교 환경대학 지구환경학과, 김학윤 · 배헌균,(환경과학논집), Vol.16 No.1, [2012]

1 폐기물 재활용의 배경

폐기물은 사람들이 사용하고 남은 필요 없는 쓰레기로 인식되어 버려지거나 소각, 재활용되어졌다(최봉석, 2009)[209]. 지금은 새로이 자원화 되고 재활용이 현안과제가 되고는 있지만 소각이나 매립 등의 환경적부담은 여전히 상존하고 있다. 폐기물의 발생은 생산과정과 연계되어 전체적인 자원의 흐름을 채취, 제품생산, 유통, 소비, 폐기라는 사이클로 파악했었다. 그러나 이러한 인식들은 폐기물의 재활용, 재이용의 문제를 해결하는 데는 한계가 있고 지속가능한 발전을 위해서는 기존의 틀을 벗어나 사회구조 안에서 순환되도록 하여야만 한다(정훈, 2009)[210]. 특히 자원이 부족한 우리나라의 경우 원재료를 수입에 의존하고 있어 자원에 대한 중요성을 강조하는 것은 새로운 패러다임이 아니며 더 나아가 폐자원에 대한 재용방안 수립과 효율적인 자원 순환에 관한 연구가 활성화되어야 할 필요가 있다(공윤욱 외, 2009). 폐기물은 미래의 에너지 부족문제를 해결할 대안일 뿐만 아니라 온실가스의 저감이나 교토의정서체제로 요약되는 기후변화의 국제적 대응방식에 부흥되는 수단으로 변할 수 있다면 최근 이슈가 되는 녹색성장에 걸맞는 수단이 될 수 있다(최봉석, 2009). 이러한 점에서 여기서는 폐기물 재활용에 대한 국내 현황을 살펴보고 현실적인 문제점에 대한 대안을 제시하고자 하였다.

209) 최봉석, '폐기물의 에너지원화를 위한 입법적 과제', 한국환경법학회, 2009
210) 정훈, '폐기물 관련 법체계와 자원순환기본법의 제정필요성', 한국환경법학회, 2009

2 폐기물 재활용

1) 폐기물 재활용의 개념

폐기물을 원료나 재료로 하여 원래의 용도 또는 그것에 가까운 용도의 제품으로 다시 만들어 쓰는 것을 통상적으로 재활용이라 지칭하지만 재활용의 개념은 경우에 따라 다소 차이가 있다. 환경부령에 따르면 에너지이용 합리화법 제2조 제1호의 규정에 의한 에너지를 회수할 수 있는 활동을 재활용으로 지칭한다(폐기물 관리법). 현재 폐기물은 전부 또는 일부를 최대한 재사용하거나 재생이용 하여야 하고, 재사용하거나 재생이용하기 곤란한 폐기물의 전부 또는 일부는 에너지를 회수하기 위한 목적으로 사용하여야 하며, 재사용이나 재생이용, 에너지회수가 불가능한 폐기물은 환경에 미치는 영향이 최소화되도록 적절하게 처리하여야 한다는 원칙에 따라 재활용이 이루어지고 있다(재활용 순환과 재활용 촉진에 관한 법률).

2) 폐기물 에너지원의 유형

(1) 가연성폐기물

가연성 폐기물에는 생활쓰레기와 건설폐기물(폐목재, 폐합성수지, 폐섬유, 폐벽지 등)이 있는데 이들 중 재활용 가능한 것은 재활용하고 재활용이 되지 않는 것들 중 소각 가능한 것은 소각하여 발생하는 열을 이용하여 에너지를 얻을 수 있다(환경부, 2008)[211]. 그러나 지금 우리나라에서 재활용 가능한 폐기물은 재활용 하도록 폐관법으로 규정하고 의무화하고 있지만 수도권 매립지공사가 매립해야하는 매립폐기물에 가연성 폐기물의 함량을 30%까지 반입하도록 허용하고 있어 가연성폐기물이 매립폐기물과 섞여 같이 매립되고 있는 실정이다(최봉석, 2009).

(2) 유기성폐기물

유기성폐기물에는 음식물 쓰레기, 분뇨, 하수슬러지 등 유기물질이 대부분인 폐기물인

211) 환경부, '가연성폐기물 에너지 회수제도 개선(안) 마련', 2008

데 이는 소각 하거나 매립하면 유황화합물에 의해 악취가 발생할 우려가 있고 영양분이 많이 포함되어 있어 해충번식의 가능성이 높으며 하수 슬러지의 경우는 수분함량이 78~80%나 포함되어 있어 침출수가 발생할 확률 또한 높다(최봉석, 2009). 그리고 침출수의 농도가 높을 경우 지하수를 오염 시키는 등 2차 환경적 오염을 발생 시킨다. 일반적으로 배출된 슬러지의 유기물 함량은 40%가 넘고 토양오염의 이유로 저렴한 해양배출방식을 처리하여 왔으나 해양투기는 금지되어 현재는 매립에 의존하고 있다. 그러나 매립할 경우 매립부지 확보에 어려움이 있으므로 최선의 방법은 발생량을 줄이는 것이다. 지금은 많은 양분과 유기물질이 포함되어 있는 유기성 폐기물을 음식물쓰레기로 분리수거하여 사료나 퇴비로 재활용하기도 한다.

(3) 폐기물 소각열

폐기물 소각열은 소각시설의 발전이나 열을 이용하는 대표적인 에너지 재이용기술의 하나이다. 우리나라에서 설치, 운영 중인 전국 43개 대형 생활폐기물소각 시설의 여열 자원화 실태는 2007년 쓰레기 소각과정에서 발생된 소각열 총 644만Gcal 중 91.8%인 591만Gcal를 회수하여 이용하였다. 이를 원유로 환산하면 63만8,000kl에 상당하고, 연간 4,010억원의 원유 수입 절감효과가 있는 것이다(최봉석, 2009). 그러나 비교적 대규모 소각시설에 한정되고, 또한 열 이용에 있어서 수요와 공급의 불균형이 문제로 지적되고 있다.

(4) 바이오매스(Biomass)

바이오매스란 에너지로 변환되는 모든 종류의 동물이나 식물을 의미하는 데 이러한 바이오매스를 에너지 생산에 이용할 때 이를 바이오 연료라고 한다(정석진 외, 2005)[212]. 이렇게 생성된 에너지는 고체, 액체, 기체 등으로 변환되어 전기, 열, 가스 등을 얻기도 하고 최종소비용 제품이나 바이오케미컬, 건축재료의 원료를 생성하기도 한다.

(5) 성형고체연료(Refuse Derived Fuel, RDF)

폐기물을 고화시켜 고형 연료화 하여 사용가능하도록 만든 RDF는 폐기물에 함유된 수분, 금속류, 유리등의 불연성분을 건조, 파쇄, 선별 등의 공정을 통하여 제거하고 가연성분말을 가공하여 만든 고체 에너지원이다.

212) 정석진 외, '에너지와 환경', 삼성북스, 2005

RDF의 장점으로는 석탄의 대용 에너지원으로 사용할 수 있고 RDF 생산을 통해 폐기물의 청정한 처리가 가능하다는 점이다. 중소형규모로 소각처리하는 소각로는 폐기물이 일정한 발생량을 가지지 않고 그 양 또한 제한되어 있어 연속적인 운전과 폐열 재활용이 어려운 문제점 때문에 실질적으로 거의 이용되지 않는데 반해 고체화시킨 RDF는 소량의 폐기물이라도 필요한 장소에 따라 연료자원으로 사용이 용이하다(최봉석, 2009).

3 한국의 자원재활용 체계 및 현황

우리나라의 재활용은 두 가지 방법으로 나누어 분류하는데 쓰레기 종량제와 생산자 책임재활용제(EPR)로 관리하고 있다. 시민들이 재활용 가능한 물품을 분리 배출하면 지자체는 분리된 재활용 가능자원을 선별장에서 품목별로 다시 선별 후 재생업체에 전달한다. 재생업체에서 용도별로 재생가능한 품목들을 분류한 다음 재활용 가능자원 중 일부는 지자체경로를 거치지 않고 바로 판매점이나 수리점등을 통해 수거된 다음 재생업체에서 재생한다. 이러한 재생 루트를 거친 대표적 품목으로 건전지, 타이어, 윤활유 등이 있다. 시민들이 배출하는 재활용 가능한 쓰레기들 중에서 생산자 책임재 활용제도에 적용되는 품목은 생산자들이 판매점을 통하여 직접수거하거나 또는 지자체나 민간업체가 수거한 물품을 생산자들이 직접 재활용하거나 재생업체에 보조금을 지급하여 재활용 의무를 이행하도록 하고 있다(사득환, 2010)[213]. 직접 수거하여 재활용하는 품목에는 주로 가전제품이 있고 지자체나 민간업체를 거쳐서 수거하여 재활용한 재품으로는 가전제품, 형광등과 같은 것들이 있다. 발생원별, 관리주체별 등 품목별로 본다면 재활용체계를 정확히 파악하기 어렵기 때문에 현장에 대한 직접적인 관찰을 통한 접근이 필요하다. 배출원에서 배출되는 플라스틱, 캔, PET병, 유리병 등은 비슷한 방법으로 재활용 되고 있다. 대표적으로 플라스틱의 재활용 관리 유형을 살펴보면 ① 지자체 완전 관리유형, ② 지자체-민간업체 공동관리유형, ③ 민간자율 관리유형으로 나눌 수 있다. 첫 번째 지자체 완전 관리유형에는 수거한 재활용품들을 지자체에서 직접 운영하는 선별장에서 각각 선별 후 재활용업체에 넘기는 방식으로 관리비용이

213) 사득환, '폐기물 관리의 특성과 환경 정책 방향', 환경정책 제18권, 2010

많이 들기 때문에 지금은 점차적으로 줄어들고 있다. 두 번째 지자체-민간업체 공동 관리유형은 수거와 운반 부분과 선별부분을 지자체와 민간업체가 나누어 담당하고 책임지는 유형이다. 공동 관리유형에는 또 두 가지로 나눌 수 있는데 수거운반을 민간업체에서 담당하고 선별은 각 지자체 직영 선별장에서 이루어지는 부분적 위탁방식과, 반대로 지자체에서 수거와 운반을 담당하고 민간 소유 선별장에서 선별을 하는 완전 위탁방식으로 다시 나눌 수 있다. 지자체가 민간에게 위탁비용을 지불하는 방식은 고정제, 실적제, 독립채산제로 나누는데 수거주체가 누구냐, 재활용 판매금액을 누가 갖느냐, 선별 후 잔재폐기물처리 비용을 누가 내느냐에 따라 비용 지불방식이 정해진다. 세 번째 민간 자율관리유형은 수거, 운반 및 선별과정을 모두 민간에서 담당하는 경우인데 ① 완전자율관리유형 ② 부분 자율 관리유형으로 나뉜다. 완전 자율 관리유형에는 지자체의 개입 없이 민간업체와 대량배출자와의 자율적인 계약에 의하여 전 과정이 이루어지고 부분 자율 관리유형은 지자체가 위탁한 수거·운반 업체 및 선별업체에 의해 이루어진다. 현제 각 지자체와 민간업체의 역할 현황을 보면 지자체에서는 주로 일반주택 지역, 아파트 단지를 대상으로 수거, 운반을 담당하고 있고 민간업체에서는 ① 지자체로부터 수거·운반 위탁만 맡는 업체, ② 지자체와 관계없이 대량 배출원의 재활용가능자원 수집을 맡는 업체, ③ 수거·운반 및 선별장 운영까지 맡는 업체, ④ 수거·운반 및 선별장 운영, 재활용까지 모든 과정을 담당하는 업체가 있다.

대량 배출원인 아파트의 재활용 가능 수집을 담당하는 업체는 대개 플라스틱류보다는 폐지나 고철 등의 재활용가능자원의 수거에 중점을 두고 있고, 플라스틱류는 배출원과의 계약조건에 의해서 수거하는 경우가 대부분이므로 비용의 개념으로 인식하는 경우가 많다. 선별을 통해 재생이 가능한 플라스틱류는 재생업체를 거쳐 플라스틱 제품생산업체에 납품되고, 플라스틱용기 재활용 의무를 지고 있는 생산업자들은 플라스틱 용기 수거업체 및 재생업체에게 보조금을 지급하고 재활용 실적을 구입하여 자신들의 재활용화 되어 연료로 재사용 되고 일부 플라스틱은 현재 수출업체를 통해 중국 등지로 수출되고 있다.

II 자원순환사회의 개요

출처_'자원순환 사회거버넌스의 구축 : 폐기물 관리정책을 중심으로', 정희성 · 안형기, 「한국정책과학학회보」 제12권 제3호 : 79~97, 2008. 9

1 자원순환사회를 위한 거버넌스 접근

인류의 지속가능한 미래를 위해서는 자원순환형 경제활동체계의 구축이 필수조건이다. 특히 자원부족과 폐기물처리를 위한 토지의 부족문제가 심화되면서 모든 자원이 경제의 흐름 밖으로 배출되지 않고 계속 순환되는 자원순환사회에 대한 관심이 높아지고 있는 것이다(박준우, 2006 : 308-13)[214]. 이는 거버넌스적 접근을 수반한다. 자원순환형 사회를 구축하기 위해서는 물질적 차원에서 경제순환이 지구환경의 물질순환을 억제하지 않고 오히려 활발하게 하여 엔트로피의 증가를 억제할 수 있어야 하며, 정치적 측면에서 참여와 자유로운 토론이 보장되는 네트워크적 통치체계가 마련되어야 한다. 자원순환형 사회로 나아가기 위해서는 적어도 다음과 같은 몇 가지 조건들이 충족되어야 할 것이다.

첫째는 경제활동의 결과로 배출되는 폐기물의 순환이용으로 폐기물 발생을 저감시켜 지구환경용량에 대한 부담을 줄이는 것이다. 폐기물을 자원화 하여 환경으로 투입되는 것을 막아 생태계 순환과정의 파괴를 막는 것이다. 물질순환과정에서 최종단계인 폐기물단계에서 자원과 에너지 회수를 말한다.

둘째는 경제사회의 자원이용의 효율을 증진시킴으로 경제활동에 투입되는 자원의 양을 줄이는 것이다. 이렇게 함으로 자원개발에 대한 수요를 줄이고 자원개발에 따른 자연훼손을 막아야 한다. 경제활동에 투입되는 자원 대비 산출물의 비율을 높이면 보다 적은 자원으로도 동일한 효과를 거둘 수 있어 자원고갈을 지연시킬 수 있다.

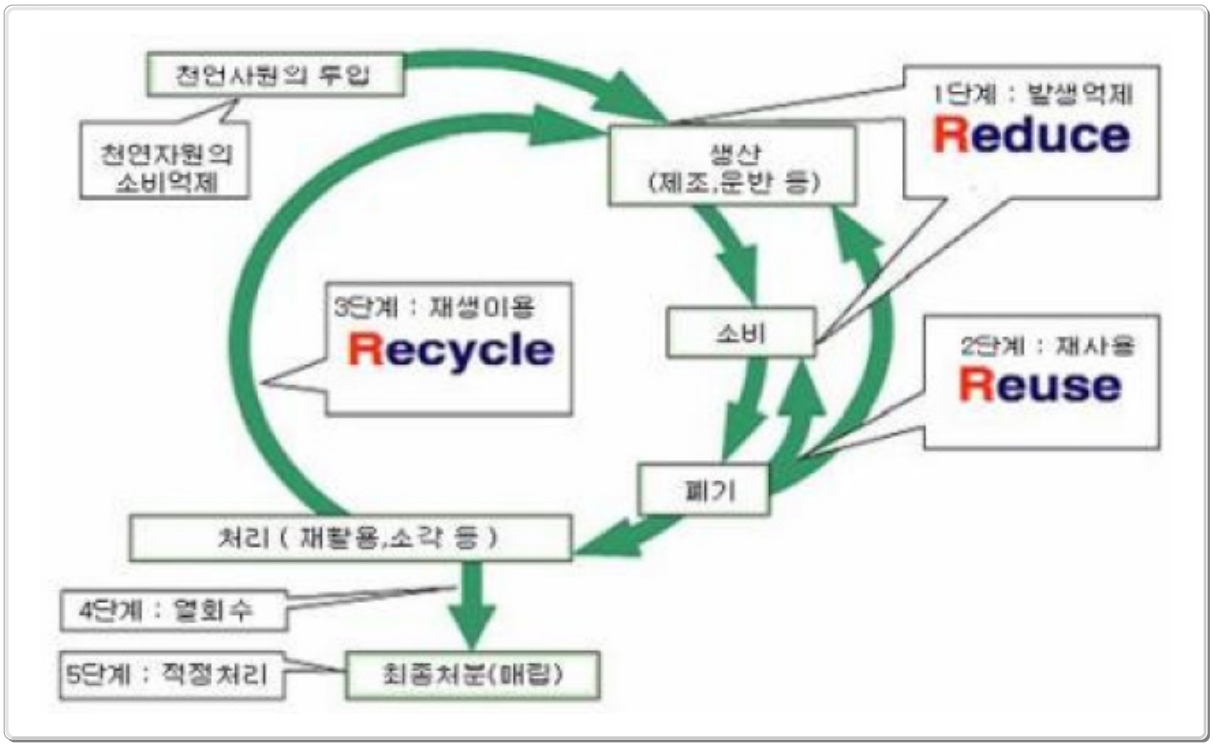
214) 박준우, '지속가능한 자원순환사회 구축을 위한 과제', 에코포럼, 동국대학교 출판부, 2006

셋째는 자연자원 이용행태를 갱신불능자원에서 갱신가능자원으로의 변화시킴으로 자원 고갈을 막고 엔트로피의 증가를 감속시키는 것이다. 우리의 경제활동을 지구환경의 순환과정에서 산출되는 자원이나 비고갈성 자원을 이용하는 양식으로 전환하는 것을 말한다. 태양열, 지열, 생물에너지 등 갱신가능한 자원이용은 폐기물 발생이나 농촌문제에도 좋은 해법이 된다.

넷째는 생태계의 물질순환체계를 보호하고 보전하는 것이다. 조류 생태계, 농업 및 산림생태계 등 엔트로피 저하시스템을 보호하고 보전하는 것이다. 생물의 서식지와 자원기반을 보호하고 보전하여 지속가능하게 관리하는 것이다. 생태계의 물질순환은 근간인 생물계가 보전되고 지속가능해야 궁극적인 자원순환사회가 달성되는 것이다.

다섯째, 자원순환형 사회란 자연생태계의 원리인 물질 및 에너지의 순환흐름을 인간사회에 적용한 것이라 본다면 시민 참여에 의한 자원의 절약(reduce)과 재활용(recycle), 재사용(reuse)이 선행되어야 한다. 월드워치보고서(2004)에 의하면 시민들의 적극적인 참여가 전제된다면 기업들의 지속가능한 생산이 가능할 것이며 결국 자원순환사회에 도달할 수 있을 것으로 예측하였다.

그림 4-6-1 자원순환개념도



이렇게 보면 자원순환사회란 궁극적으로 위의 다섯 가지 조건을 모두 포함하는 개념, 즉 엔트로피 발생기구에 대한 개혁은 물론 엔트로피 처리기구로서의 농업과 자연생태계에 대한 보호와 복원을 포함하는 개념으로 파악될 수 있는 것이다. 즉 포괄적이고 종합적인 자연환경과 인간 경제간의 순환적인 관계의 구축을 의미하는 것이다. 이러한 관점에서의 자원순환사회야 말로 인류문명의 지속가능성을 담보하는 이상적인 자원순환사회의 모습일 것이다.

보편적으로 활용되는 자원순환사회의 개념은 위의 네 가지 조건 중 세 가지 조건이 충족되는 경우이다. 공업생산과정과 관련되어 폐기물이 재이용 또는 재활용되며 자원이용의 효율을 높이고 갱신가능자원위주의 자원이용형태를 보이는 사회가 자원순환사회라는 것이다. 즉 '생산-소비-폐기'의 일방향적 물질・에너지 흐름을 순환형(생산-소비-재활용-열회수-처리)으로 전환하고자 하는 것이다. 현재 대부분의 자원순환사회에 대한 논의는 이러한 관점에서의 자원순환사회의 개념에 입각하고 있다.[215]

일본의 경우 매립지로 활용할 국토가 적다는 한계를 딛고 폐기물 문제에 있어 사후관리방식에서 사전 예방방식으로의 전환을 강조하면서, 절약(reduce)과 재활용(recycle), 재사용(reuse)이 핵심이 되는 이른바 3R정착을 위한 법을 계속해서 제정해왔다. 2010년 목표치를 자원생산성, 순환이용률, 최종처리양으로 구분하여 설정하였다. 2004년 G8 세계정상회담에서도 3R의 중요성이 논의되었으며, 2005년 도쿄의 3R 장성급 회의에서 3R 활동이 공식적으로 착수되었다. 일본 경제산업성은 EcoTown Program과 Local 3R Program을 추진하여 기업들의 3R 활동을 촉진하고 장려하고 있다.[216]

그러나 자원순환사회 정책을 모색하는 문제는 단순하지 않다. 자원의 개발과 이용이 그치지 않는 상태에서 특정 지역에서 채취・생산된 자연자원은 다른 지역과 국가에서 생산 가공되며, 또 다른 지역과 국가에서 소비되고 폐기되고 있다. 어떤 재화는 수개의 국가를 이동하면서 생산되기도 하며 재활용과 폐기도 여러 국가와 지역이 관여하게 되는 경우가 매우 많다. 뿐만 아니라 앞에서 살펴 본 바와 같이 지구생태계의 순환

215) 일본의 '(순환사회형성기본법'K에 따르면 자원순환사회란 'K제품 등이 폐기되는 것을 억제하고 제품 등이 순환자원적 이용이 촉진되고 순환적 이용을 할 수 없는 순환자원에 대해서는 적정한 처분이 확보되어 천연자원의 소비를 억제하고 환경부하가 감소되는 사회를 말한다. 2000년 이후 일본은 폐기물 관리와 재활용 관련법이 다양하게 제・개정되었다. 자원순환형 사회 구축을 목표로 제품의 전 과정에 따라 제정된 법은 자원순환형 사회 구축을 위한 기본법(2000.6), 자원 효율적 사용 촉진을 위한 법 (2000.6), 친환경 상품 구매 촉진을 위한 공공구매법 (2000.5) 등이 있다.

216) EcoTown Program이란 일본경제성에서 지역 단위의 자원재활용 촉진 및 개선을 목적으로 한 프로젝트 비용의 1/2 또는 1/3을 지원하는 프로그램이며, Local 3R Support Program은 일반 대중들을 대상으로 3R 실천방법 교육과 홍보를 통해 인식도를 제고하는 프로그램이다.

과정도 지구적인 것, 지역적인 것, 국가적인 것, 그리고 국지적인 것 등 다양한 단계로 구성되어 있다. 지역적인 관점과 지구적인 차원에서 자원순환형 거버넌스체계의 구축만이 생태순환과정의 보호와 복원을 위한 첩경이다.

2 자원순환정책의 실태분석과 문제점

일반적으로 폐기물관리정책은 정책대상에 따라 상품의 공급자를 대상으로 하는 정책과 상품의 수요자 또는 소비자를 대상으로 하는 정책으로, 그리고 폐기물의 흐름에 따라서는 감량화와 사전예방, 재활용과 자원화, 그리고 안전한 처리 등으로 나누어진다. 현재 우리나라의 자원순환정책은 폐기물관리정책을 중심으로 이루어지고 있다. 1990년대 이후 폐기물 종량제, 폐기물 부담금과 예치금 그리고 생산자 책임재활용 제도의 도입 등 우리나라 폐기물관리 정책은 눈부신 발전이 있었다.

2006년 OECD는 각국의 환경정책을 평가하는 환경성가보고서에서 우리나라의 폐기물 관리를 OECD 회원국 중에서 최고수준으로 평가하고 있다(OECD, Korea Environmental Performance Review 2006). 특히 폐기물종량제는 세계에서도 가장 성공적인 폐기물정책으로 인정받고 있다. 최근에는 자원순환사회를 지향하여 폐기물 관리정책의 재그룹화가 이루어지고 있다. 아래의 표는 우리나라의 폐기물정책을 자원순환사회로의 발전이라는 관점에서 의미가 있는 것을 선택하여 정리해 본 것들이다.

이상의 노력에도 불구하고 환경문제는 경제정책과 별개의 궤적 위에서 여전히 사후 대응적 차원에서 이루어지고 있다. 이로 말미암아 환경정책, 지역개발, 환경산업의 육성정책 등이 상호 유기적으로 작용하여 시너지효과를 내고 있지 못하다는 평가를 받고 있다.

표 4-6-1 자원순환사회를 지향하는 폐기물관리 정책의 구조

구분	공급자(생산자)대상의 정책	수용자(소비자) 대상의 정책	기 타
폐기물 감량화 및 사전예방	• 포장재질과 포장방법 규제 • 1회용품 사용 규제 • 사업장 폐기물 감량화 정책 • 환경을 위한 설계(DfE)	• 쓰레기 종량제 • 친환경상품 인증제도 • 환경마크제도 • 1회용품 사용 규제	• 제품의 순환성 평가(제품 책임주의 원칙)
폐기물 재활용 및 자원화	• 생산자책임재활용제도(포장폐기물, 가전제품) • 생산자 예치금제도 • 건설폐기물 재활용의무(순환골재생산)	• 재활용제품 품질인증제도 • 친환경상품(재활용제품) 우선구매제도 • 소비자 예치금제도 • 순환골재 사용의무	• 음식물류 폐기물 자원화 • 공공재활용 기반시설 확충
폐기물의 환경친화적 처리	• 폐기물부담금제도		• 통합폐기물관리(전처리, 열회수 등) • 폐기물 유해성 안전관리(감염성 폐기물)

1) 폐기물 감량화 및 사전예방정책

우리나라에서는 폐기물 발생량을 줄이기 위해 다양한 정책이 도입되어 활용되었다. 국내에 도입된 폐기물 감량화를 위한 정책으로는 가정폐기물 대상의 정책과 사업장 폐기물 대상정책으로 나눌 수 있다.[217]

우선 가정에서 배출되는 쓰레기를 줄이기 위한 종량제를 지적할 수 있다. 1995년부터 전국적으로 시행된 쓰레기 종량제는 세계에서 그 유래를 찾을 수 없는 획기적인 정책 중의 하나이다(Kwang-Yim, Kim, 2003)[218]. 우리나라 생활폐기물 배출량 증가가 종량제가 도입된 1995년이후 연간 1% 이내 수준을 유지하는 등 소비증가량과 폐기물 배출량의 동반 증가현상에서 탈피한 폐기물 관리를 해오고 있다. 2003년 기준 1인당 생활쓰레기 발생량이 1990년대 중반수준인 1.05kg으로 세계 최저수준이다(일본 1.12, 영국 1.59, 미국

217) 재활용 가능여부를 불문하고 1회용품 사용을 규제하여 다회용품의 사용으로 유도하려는 1회용품 규제정책은 생산자와 소비자 모두에게 영향을 주어 폐기물 발생을 원천적으로 억제하기 위한 것도 주요한 정책이다.

218) Kwang-Yim, Kim (2003). "Volume-Based Waste Fee System," Ministry of Environment & Korea Environment Institute. Korea Environmental Policy Bulletin (Issue 1 Volume 1)

2.0). 전체 폐기물 발생량의 약 70%가 재활용되고 있으며 매립률은 점차 감소하는 추세를 보이고 있다.

생산자를 대상으로 한 폐기물 감량화 정책으로 1996년 2월부터 사업장폐기물 감량화 지침으로 도입 운영되고 있다. 동 지침은 사업장으로 하여금 발생원 감축과 재활용 등 자발적인 폐기물 감량노력을 유도하고 사업자의 폐기물 감량화 실적 분석·평가와 기술진단·지도 등으로 감량화 노력을 지원하는 정책이다. 생산제품의 유통과정에서의 포장폐기물에 대해 포장 재질, 포장 방법, 포장 공간 비율, 포장횟수 등을 규제하고 관리하는 것도 폐기물 원천 감량의 주요한 수단이다.

2) 폐기물 재활용 및 자원화 정책

국내 자원수급 현황을 살펴보면 철강원자재의 경우 74%, 비철금속은 75%, 나프타 등 석유 화학 원료의 경우 39%가량을 해외 수입에 의존하는 등 자원의 해외의존도가 매우 높은 상황이다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 자원순환이용율은 불과 4%에 불과하다. 이와같이 부존자원과 매립용지가 부족한 경우 폐기물 재활용 및 자원화를 위한 정책의 도입은 숙명적이라 하겠다.

폐기물 재활용 및 자원화 정책도 생산자 대상의 정책과 소비자 대상의 정책으로 나누어 볼 수 있는데, 과거에는 전자관점의 정책이 최근에는 후자의 관점의 정책이 많이 개발되고 있다. 재활용 제품의 시장이 활성화 되지 않고는 폐기물 재활용에 한계가 있을 수밖에 없다는 현실인식 때문일 것이다. 생산자를 대상으로 한 폐기물 재활용 정책의 핵심은 아마도 2003년부터 시행한 생산자책임재활용제도(EPR, Extended Producer Responsibility)일 것이다. 동 제도는 사용이 종료된 제품이나 포장재의 중간처리 또는 최종처분에 대한 책임에 대해 생산자에게 상당한 책임을 부여하는 것이다. 1992년부터 시행하였던 폐기물 예치금제도를 개편한 것이다.[219] 동 제도는 도입이후 대상품목이 지속적으로 확대되고 품목별 재활용사업 공제조합 설치 및 재활용 기반시설도 확충되고 있다. 동 제도 도입에 따른 재활용 실적도 예치금 시절보다 증가하고 있다는 평가를 받고 있다. 그 외 건설폐기물의 재활용 이용한 순환골재의 생산촉진 정책 그리고 재활용 산업을 육성하기 위한 재정 및 금융지원 제도도 있다.

---

219) 생산자가 재활용의 물리적인 책임까지 의무적으로 완수하는 행위에는 두 가지의 정책적인 의미가 담겨있다(오용선, 2003 : 212). 하나는 생활폐기물의 관리가 쓰레기 종량제로 대표되는 소비자 중심의 오염자부담원칙에서 상대적으로 생산자 중심의 오염자부담원칙으로 옮겨간다는 것을 뜻한다. 다른 하나는 그 결과로 서 지방자치단체 장에게 귀속되어 있던 생활계 재활용제품의 관리책임이 생산자에게 이전됨으로서 생산자의 비용부담이 증가된다는 것이다.

재활용품의 구매량을 늘려 재활용시장을 확대하기 위해 정부와 일반소비자의 재활용품 구매를 유도하는 정책으로는 재활용 제품이라는 정보를 제공하는 정책과 직접적으로 재활용품의 구매를 강제하는 정책이 있다. 전자의 정책에는 환경마크 인증, 재활용제품 품질인증 등이 있다. 환경마크제도(E-Mark, Environmental Mark)는 1992년 4월부터, 재활용제품 품질인증제도(GR, Good Recycled)는 1996년부터 도입되어 시행되고 있다. 후자의 정책으로는 공공기관으로 하여금 우수재활용제품을 우선 구매하도록 하는 제도로 1994년부터 도입 운영되었다. 그러다가 그 실적이 미흡하자 2004년 12월 「친환경상품구매촉진에관한법률」을 제정하여 우선구매를 의무구매로 강화하고 담당기관으로 '친환경상품진흥원'을 설치・운영하고 있다.

3) 폐기물의 친환경적 처리

폐기물이 환경으로 배출될 때 인체와 생태계에 무해하게 처리 배출되는 것은 폐기물 관리 정책의 기본적인 관심사였다. 폐기물의 안전한 처리를 위해 우리나라는 1990년대부터 폐기물 매립장과 소각장 등 폐기물 처리시설의 확충에 노력해 왔다. 그리고 매립장과 소각장 등 처리시설의 환경안전관리 기준을 제정하고 강화하여 왔다. 그러나 안전한 폐기물 처리를 위해 폐기물의 유해성의 정도에 따라 폐기물을 분리관리하며, 안전하고 효율성 높은 폐기물처리시설을 충분히 확보하고 있다고 하기는 힘들다. 특히 생태계 순환과정에 방해가 되지 않는 폐기물 처리 원칙에는 이르지 못하고 있다고 할 것이다.

3 자원순환사회를 향한 정책 거버넌스

1) 기본과제와 방향

향후 우리나라가 지속가능한 사회를 지향하여 자원순환사회로의 발전을 위해서는 다음과 같은 정책방향을 추구할 필요가 있다.

첫째, 협의의 자원순환 개념에서 더 나아가 광의의 자원순환사회를 지향하는 정책 구상이 필요하다. 단순한 폐기물의 재활용이나 재이용의 강조에서 벗어나 경제활동이 초래하는 엔트로피를 저감시키는 정책이 진정한 자원순환사회로의 발전을 위한 전기가 된다는 점을 상기하는 것이다. 즉, 경제·산업·사회체계 전반에 걸친 순환성의 회복과 생태-경제적 효율성 제고라는 시각에서 정책접근이 필요하다.

둘째, 자원순환사회 달성의 수단으로 서비스 경제화(service economy)를 지향하는 것이다. 자원순환사회로의 발전은 상품의 설계, 생산, 이용, 폐기 등의 전 과정에서 변화를 필요로 하는데 이러한 사회에서의 마찰은 상품 소유제도에서 발생하는 경우가 많다. 특히 현대사회와 같이 급격한 기술발전으로 제품의 이용주기가 급격하게 짧아지고 있는 상황에서 다량의 폐기물 발생은 상품소유의 관행에서 그 원인의 일부를 찾을 수 있다. 그러므로 상품이 아닌 서비스가 거래되는 사회로의 발전이 모색되어야 한다.

셋째, 자원의 재순환은 사회 구성원간의 적절한 역할 분담 및 협력을 전제로 한다. 각 구성원간에 네트워크가 구성되어 상호의존성이 높아진 거버넌스에서 찾아볼 수 있다. 즉 개별 주체들이 자율성을 유지하면서, 제도적으로 상호 공동목표와 기본가치를 공유하면서 하나의 실체로 존재할 수 있는 방식으로 연결된 관리체제, 네트워크형 거버넌스를 형성하는 문제이다.

넷째, 자원과 상품의 대외 거래를 감안한 정책적 사고가 필요하다. 우리나라와 같이 자연 자원과 상품의 교역의존도가 높은 나라에서의 자원순환형 사회는 국내의 자원관리나 폐기물관리에 국한된 사고로는 불충분하다. 대외거래를 감안하여 관세효과를 분석하고 평가하려는 노력이 필요하며 자원순환의 생태-경제학적 효과분석에서도 대외교역에 따른 기여도 고려대상이 되어야 한다. 이러한 관점에서 이하에서는 자원순환형 사회 정책 거버넌스 구축을 위해 요구되는 각 주체별 역할과 기능에 대해 논의해 보도록 한다.

2) 정부와 지방자치단체

자원절약을 유도하고 폐자원의 재활용을 높이는 것은 사회와 경제시스템 개편을 통해서 만 이루어질 수 있다. 자연자원의 절약과 폐자원의 재활용이 공공재적 성격을 띄기 때문에 사회시스템 내부의 각 경제주체에 의해 자발적으로 이루어지길 기대하기

어렵기 때문이다. 그러나 정부는 적절한 사회적 유인체계를 수립하여 강제보다는 기업 스스로의 노력을 유도할 수 있어야 한다. 다시 말해, 정부는 자원절약적이고 지속가능성의 원칙에 충실한 경제산업구조로의 개편을 염두에 둔 정책을 발굴하고 추진해야 한다는 것이다.

우선 국민경제의 물적 투입과 산출에 대한 거시적인 평가와 미시적인 분석을 하고 그 결과를 공개하여 국민과 기업에 알려서 범국가적인 협력을 도출해야 한다. 정책목표로서의 자원순환형사회구축에 대한 국민적인 공감대와 정책대안에 대한 합의를 도출할 수 있어야 한다. 그리고 경제 및 산업정책에서의 변화를 추구하여 경제의 상층구조(upstream)를 재활용이 촉진되는 구조로 개편하고 자원친화적이고 경제적인 관리를 위한 산업정책을 추진해야 한다.

환경관리정책에 있어서의 변화도 요구되는데 그 방향은 환경정책의 효율성을 높이는 정책과 폐기물정책에 있어서의 질적 변화이다. 정부는 단순히 자원순환율 목표를 설정하고 규제자로서 생산자에게 그 준수를 강요하는 데만 치중해서는 안된다. 보다 적극적으로 자원의 재이용・재활용의 경제적 타당성을 확보하고, 환경적 영향을 분석하기 위한 노력에 경주해야 한다.[220] 재활용 정책이 부딪히는 가장 걸림돌이 그 비용이기 때문이다.[221] 그리하여 기업이 스스로 자원순환형 제품과 기술을 개발하고 공급하도록 유도하여야 한다. TV 등 대형 고가상품에 대한 재활용 정책에 이어 상품보수업자의 육성하여 우산, 자전거, 라디오 등 소형 저가상품에 대한 재이용/재활용을 촉진하는 정책도 강구해야 한다.

그리고 정부는 자원순환에 용이한 친환경상품의 구매자로서의 역할도 해야 한다. 친환경상품을 의무 구매해야 하는 공공기관들은 가격이 다소 비싸더라도 친환경상품을 구매할 수는 있을 것이다. 그러나 품질이 낮은 제품의 구매를 계속 강요하는 것은 용이하지 않을 것이다. 때문에 정부는 소비자로서 제품의 품질과 기능향상을 요구하는 한편 정책당국자로서 생산자의 품질개선을 지원하는 노력에도 역량을 아끼지 말아야 할 것이다. 즉 정책당국은 재활용상품이 가격과 품질 양측면에서 경쟁력을 확보할 수 있도록 연구기술하는 데에 적극 지원하여야 할 것이다.

---

220) 우선 자원순환사회가 왜 필요한지, 이로 인해 우리들의 생활이 얼마나 불편해지고 경제적으로는 어떤 영향이 있으며, 자원 소비나 환경오염을 얼마나 줄일 수 있는지를 따져서 정책의 기본방침과 원칙을 명확하게 해야 한다. 정부나 지자체가 제시한 정책 목표가 높거나 너무 강하게 기술선택을 제한하면 오히려 시민의 자발적인 환경운동과 기업의 환경경영을 위축시키게 된다.

221) 뉴욕시는 2002년 재정부담으로 분리수거를 전면 포기하였고, 독일 산업계는 재활용 비용이 너무 비싸다는 이유로 정부의 시책에 반대를 표명해 왔다. 급기야 최근 일본에서는 '리사이클링 빈곤'이라는 신조어가 생기기까지 했다. 열심히 재활용을 하면 할수록 재정적인 부담이 커지기 때문에 결국은 여유가 없어져서 가난해진다는 말이다(유정수, 2006 : 51).

3) 산업계와 기업

기존의 대량생산, 대량소비, 대량폐기형 사회에서 재활용문제에 대한 시장의 실패, 공공의 실패가 드러나면서 기업의 역할과 책임이 무엇보다도 증가하고 있다. 생산자 책임을 확대하는 이유는 폐기물의 자원화 및 감량화에 생산자의 역할이 가장 크고 결정적이라고 보기 때문이다. 생산자의 참여와 지원은 폐기물 처리나 관련기술 개발에 그치지 않으며 제품의 환경적 위해성이나 재활용 가능성 분석 등 제품의 정보를 공개하는 것도 중요하다.

우선 제조업과 생산업 부문에서는 신규자원의 사용을 억제하고 부족한 자원을 폐기물을 자원화 하여 보충하는 경영철학의 조성이 필요하다. 제품의 전생애주기를 통한 자원과 에너지의 최적이용, 제품의 환경적 위해성과 재활용 가능성 분석, 그리고 낮은 엔트로피 발생 원칙하의 제품개발 및 설계 등을 강구해야 한다. 특히, 재활용과 재이용이 용이한 제품설계와 제품의 판매보다 서비스를 소비자에게 제공한다는 차원에서의 경영전략이 요구된다.

자원 및 에너지 개발 산업부문에서는 재생원료의 개발과 생산판매는 물론 해당 자원의 갱신가능성을 염두에 두는 경영전략이 요구된다. 예를 들어 전력산업은 기존의 원자력이나 화석연료 위주의 발전사업에서 태양열, 지열, 풍력 등 갱신가능자원을 이용하는 에너지 생산 및 이용기술을 병행하여 점차적으로 그 비중을 높여가는 전략을 택해야 한다. 자원의 개발과 이용 형태가 갱신불가능자원에서 갱신가능자원으로 교체될 수 있도록 산업발전이 이루어져야 한다.

자원순환사회에서는 재활용산업이 경제와 산업의 중심적인 위치에 있게 된다(박준우, 2006). 재활용산업은 지금과 같이 일반 제조업이나 생산업체에서 배출되는 폐기물을 회수하여 재생하여 판매하는 수동적인 위치가 아니다. 보다 적극적으로 모든 상품이나 생산활동에 대하여 재활용성을 평가하고 재활용성 제고를 위한 기술자문과 지원역할을 수행하게 된다.

일반생산업체의 상품개발과 디자인, 제조공정의 개선, 그리고 배송 및 유통판매 등 물류체계의 개선에 이르기까지 커다란 영향력을 행사하는 중심산업으로 발전을 도모해야 한다.

4) 국민과 시민사회

국민과 시민사회는 산업과 정부에 대한 정책감시와 함께 폐기물 감량화, 재활용, 재이용에 대한 실천운동에 적극 참여해야 한다. 소비자로서 시민은 스스로 정책과 제도마련에 동참하고 동시에 그 책임을 공동 부담하는 자세가 필요하다. 소비자로서 스스로 생활패턴을 변화시키고 기업에 대한 환경적 요구를 강화하여 불필요한 소비를 줄이고, 친환경적인 상품을 소비하는 생활문화 정착에 앞장서야 한다. 폐기물을 성상에 따라 분리수거 배출하여 재활용과 재이용을 원활하게 하도록 협조해야 한다. 지구적 생태순환과정에 있어서 주요한 기능을 하는 생물종과 이들의 서식지와 자원기반의 보전활동에도 적극적인 참여가 요구된다.

월드워치보고서에 의하면 선진국 1인당 자원소비량이 개도국이나 후진국 시민들에 비해 월등하게 높다고 하였다. 예로서 미국은 12,331k조, 한국은 5,607k조, 나이지리아는 81k조라고 하였다. 경제수준이 높은 선진국에 가까울 수 록 자원소비량을 줄여나가는 노력이 필요하다는 주장을 하고 있는데, 이를 위한 방법으로 우선 물질 재활용 정도를 지속적으로 증대시켜나가야 할 것을 주장하였다(<표 4-6-2> 참조).

표 4-6-2 물질재활용에 따른 에너지 절약분

자원종류	알루미늄	구리	플라스틱	강철	납	종이
절약분(%)	95	85	80	74	65	64

※ 자료 : 월드워치보고서 2004, 『지구환경보고서 2004』

환경단체들도 언론을 동원하여 여론의 압력을 통해 정부정책이나 기업활동을 개선하려는 전략에서 더 나아가 시민들과 함께 소비문화를 개선하여 자원순환형사회를 구축하는 문화운동을 선도해야 한다. 우리나라의 경우 정부와 NGO사이의 연대는 활발한 편이나 기업과 NGO와의 연대 사례는 매우 적은 편이다. 그러므로 녹색상품네트워크 같이 시민단체와 기업이 포함된 환경거버넌스체계를 구축하려는 노력도 필요하다. 그리고 자원순환사회의 본질에 대해 보다 정확하게 이해하여 무조건적인 재활용을 강조하는 관행에서 탈피하는 것도 요구된다.

Ⅲ 자원순환정책 추진방향

출처_'2012년 자원순환정책 추진방향', 환경부 자원순환정책과, 유제철, 유기물자원화 제30권 제1호, 2012

1 자원순환정책 개요

2010년 한 해 우리나라는 4천 8백만 국민이 하루 평균 37만톤, 8톤 트럭 4만 6천대 분량의 폐기물을 내놓았다. ㎢ 당 생활폐기물 발생량이 하루 502㎏로 OECD 국가 중 3위이다. 이렇게 발생되는 폐기물을 처리하기 위해 매립시설 300개소, 소각시설 672개소, 파쇄·퇴비화·연료화시설 등 2,123개소가 운영되고 있고, 자치단체가 관리해야 할 생활폐기물을 수집·운반하고 매립 등 처리를 하기 위해 2010년에 약 2조 8천억원에 달하는 비용을 지출했다.

우리나라는 국토 면적이 좁아 인구밀도가 높으면서 천연자원이 빈약하여 산업 활동에 쓰는 대부분의 자원을 수입하고 있다. 폐기물을 처리하는 과정에서 생기는 환경오염과 온실가스 배출 또한 무시할 수 없다. 자원 낭비를 줄여 폐기물을 최소화하고 발생된 폐기물을 최대한 재활용하며, 국토의 효율적이고 현명한 이용 차원에서 매립을 극소화해야 하는 이유이다.

앞으로 수은협약 등 유해폐기물과 제품 전 과정 관리에 대한 국제적인 환경규제가 강화되는 가운데 폐기물을 자원으로 인식하여 기후변화 대응과 에너지원으로 활용하고자 하는 움직임이 더욱 확대될 것으로 예상된다. 일본, EU 등은 이미 금속자원의 약 40% 이상을 폐기물에서 얻고 있고, 2000년대 들어 최종 처분량 목표설정이라든가 가연성 폐기물의 직매립 금지 등을 통해 폐기물을 최소화하는 노력을 하고 있다.

2 자원순환정책 향후방향

1) 자원순환 범정부계획의 가시화, 관리 사각지대 개선 필요

그 동안 환경부는 폐기물을 원천적으로 감량하는 정책부터 재사용, 재활용, 에너지 회수에 이르기까지 다양한 정책과 제도를 선제적으로 도입·시행해 왔다. 특히 기후변화 대응과 녹색성장을 핵심 국정방향으로 설정한 MB 정부에서는 폐자원와 바이오매스 에너지화, 폐 금속자원 재활용, 음식물 쓰레기 종량제를 통한 친환경 음식문화 조성 등 자원순환정책을 중점 추진해 왔다.

지난 해 9월 6일, 제3회 자원순환의 날에는 향후 자원순환정책의 큰 방향을 제시한 제1차 자원순환기본계획(2011~2015)을 확정·발표했다. 2015년까지 자원순환성 향상을 위한 지표개발은 물론, 자원순환형 사회구조로의 전환, 가치상향형 자원순환(4R) 실현, 통합형 폐기물처리 인프라 구축, 자원순환산업 육성 및 기술개발 촉진, 국가 자원순환성 평가 및 실행기반 마련 등 중점 추진전략과 핵심정책과제를 담았다(표 4-6-3).

표 4-6-3 MB 정부 자원순환분야 4대 범정부대책

- **폐자원 에너지화대책('08.10 기본계획, '09.7 실행계획)**
  - 에너지화시설 확충('13년, 90개소), 14개 환경에너지 종합타운 조성
- **폐금속자원 재활용대책('09.9 기본계획, '10.3 실행계획)**
  - 폐전기전자, 폐자동차 등 재활용제도 강화, 新수거·유통·처리망 구축
- **친환경 음식문화 조성 및 음식물쓰레기 줄이기 종합대책('09.4, '10.2)**
  - 분야별 맞춤형대책 추진, 음식물쓰레기 종량제 실시('12)
- **제1차 자원순환기본계획('11.9 기본계획, '11.12 실행계획)**
  - 국가자원순환 지표개발·평가, 자원순환특화단지 조성 등을 통한 자원순환율 제고

앞의 4개 범정부계획을 실행하기 위해 필요한 법령과 제도적 기반을 정비하고 인프라를 확충하는데 다소 시간이 필요하여 아직까지 가시적인 성과는 미흡하지만, 앞으로 총력을 기울여 적극적으로 추진하고 확대·발전시켜 체감 성과를 높여 나갈 것이다.

한편, 그간의 폐기물 관리정책에 힘입어 폐기물에 대한 관리가 상당히 정착되었으나, 아직 관리의 사각지대에 놓여 있는 분야도 많다. 폐기물의 유해성에 기초한 선택과 집중적인 관리체계를 마련하는 등 취약분야를 집중 보완하고 개선해 나가야 할 것이다. 또한 당장 직면한 음폐수, 하수슬러지 등 해양배출 금지(가축분뇨·하수슬러지 '12년 1월, 음폐수 '13년 1월)에 대비하고, 폐기물 처리시설의 全과정 집적화 등 질적 선진화를 도모해 나갈 계획이다.

2) 국가 자원순환율 제고와 최종매립처리량 감축에 역점

제1차 자원순환기본계획에 따르면, '15년까지 국내 총 자원사용량 중 순환자원이 차지하는 비율인 자원순환율('07년 15.6%)을 20.3%로 높이는 것을 목표로 하고 있다.

이를 위해 '12년에는 음식물종량제 시행, 전기전자·자동차 회수·재활용 등을 중점 추진하여 폐기물 추정발생량(BAU, 422,680톤/일) 대비 6.2%를 줄이고, 재활용율 83.5%를 달성하는데 역점을 둘 계획이다. 더불어 폐자원에너지화 제도 보완, 자원순환종합타운 조성 등을 통해 최종 매립량을 16.4%로 줄여 나가고자 한다('09년 18.2%). 아래 표는 주요 추진정책을 단계별로 그룹화하여 묶어 놓은 것이다.

3) 음식물, 건설, 포장폐기물 등의 감량과 재활용 확대

음식물쓰레기는 '00~'08년간 매년 3% 수준으로 증가하여 왔으나, 종량제 시행 등으로 '09년부터 감소추세로 전환('08년 대비 '10년 10.7% 감소)되었다. 그간 성과를 토대로 추정발생량(BAU) 대비 20% 감량을 위해 음식물 분리배출 대상 시·구지자체 전체('12년 144개)로 음식물쓰레기 종량제를 전면 확대할 계획이다. 지자체별로는 음식점, 집단급식소, 군부대, 휴게소 등 다량배출원에 대한 맞춤형 대책을 확대하고, 이를 뒷받침할 조례를 마련토록 하고 있다(표 4-6-4).

표 4-6-4 2012년 주요 자원순환정책

감량	물질재활용	에너지화	안전처리 등
• 생활폐기물 감량 – 음식물쓰레기 종량제 – 포장폐기물/1회용품 사용억제 • 사업장폐기물 감량 – 감량대상 사업장 확대 – 개발사업 자원순환성 평가 등	• 폐전자제품 재활용 목표관리제 도입 • 폐자동차 재활용률 제고 • 생산자책임재활용 제도개선 • 자원순환특화단지 조성확대 등	• 폐기물에너지화 시설확충 • 고형연료제품 기준 등 제도 개선 등 • 바이오그린에너지펀드 조성 및 실증기술개발(R&D) 지원 등	• 해양배출 금지대책 • 수은 등 유해폐기물 관리 강화 • 농촌폐기물 수거처리 • 재난쓰레기 대책 • 수도권매립지 악취저감 등

발생된 음식물쓰레기는 온실가스 감축 및 대체에너지 확보를 위해 바이오가스를 생산하여 자원화('12년 6개소 1,078톤/일)하고, 내구연한이 도래하는 기존 퇴비화·사료화시설을 바이오가스화로 전환해 나갈 것이다.

포장 등 다량발생 생활폐기물의 억제를 위하여 제품설계단계부터 적용할 수 있는 사전예방적 자원순환형 포장기준 마련, 생산자가 제품 생산단계부터 재활용이 용이한 제품을 생산토록 포장재 재질구조 사전평가제도를 페트병에 대해 우선 적용하고자 한다.

건설 등 사업장폐기물에 대해서도 설계부터 해체, 폐기까지 단계별로 자원순환성을 고려하도록 개발사업의 자원순환성 향상 가이드라인 마련, 감량 대상사업장 확대(1차 금속제조업 등 15개 업종) 및 우수사업장 인센티브 확대 등 활성화를 위한 유인책을 강화할 것이다.

4) 전기·전자제품 및 자동차 등 주요제품 자원순환 체계 강화

전자제품 및 자동차는 금·은·철 등 자원의 보고(寶庫)로서 연간 112만톤이 발생하나, 부분적으로만 재활용되고 있다. 앞으로 귀금속 회수, 온실가스 감축 등을 위해 재활용을 확대하고 온실가스인 냉매의 적정 회수·처리를 적극 추진할 필요가 있다.

우선 양적으로 폐전자제품 수거·재활용이 확대되도록 하는 것이 관건이므로 1인당

재활용목표량을 부여('11년 2.5kg/인→'12년 3kg/인)하는 재활용목표관리제를 도입하여 분리수거 대상을 10개 품목에서 전(全) 품목으로 단계적으로 확대한다는 계획이다.

더불어 소형 폐가전제품의 분리배출제를 도입하고, 지자체에서 배출되는 폐제품을 권역별 7개 리사이클센터에서 운반하도록 시스템을 만들어 가고, 판매자에게도 폐제품 수거의무를 부여하여 회수체계를 다양화하는 등 지자체·생산자·판매자간에 가장 효율적인 전국 네트워크를 구축하겠다. 이를 통해 사회적으로는 재활용이 극대화되고 소비자에게는 배출수수료 인하 또는 폐지 등의 혜택으로 돌려드리고자 한다.

한편, 현재는 일부 유가물만 재활용되고 있으나 성분·용도별로 재활용이 극대화되도록 기술개발을 통해 고부가가치화(Upcycling)하고 종합적인 재활용체계를 구축할 예정이다. 폐금속·유용자원 재활용기술개발사업단('11~'20년 1,500억원) 등을 통해 그린카(희토류 등), 첨단 디스플레이(인듐 등)등에 포함된 희유금속 회수기술 개발을 본격 추진하고, 권역별 전자제품 리사이클센터와 자동차 폐차업체를 현행 반자동식에서 더욱 고도화하고, 희유금속 등 모든 금속자원을 회수·재활용할 수 있는 종합 자원화플랜트 실증화사업도 추진된다.

우리나라의 '12년 폐자동차 발생량은 약 70만대로 추정되고 있다. 내년에는 이중 15%인 10만대의 폐자동차에 대해 제조사와 함께 '15년 재활용목표률인 95%를 조기달성하고 폐냉매 회수·처리체계를 구축하는 시범사업을 추진하고자 한다. 현재 2단계에서 4단계(해체→파쇄재활용→파쇄잔재물재활용→폐가스처리)까지의 종합적인 재활용체계를 구축하는 한편, 희유금속 등이 포함된 폐촉매 등 재활용가능부품의 공동 유통체계를 구축해 나갈 예정이다.

전자제품·자동차 등에 사용되는 냉매(온난화 효과가 CO_2의 1,300~11,700배)를 적정 회수·처리할 수 있도록 관리로드맵을 마련하고, 냉매의 제조·발생·폐기 등 전 과정 인벤토리를 구축하여 적정 회수·처리 및 감축방안도 추진할 것이다.

생산자책임 재활용제(EPR)와 관련해서는 고부가가치화를 위한 수거·선별과정 개선, 고품질재활용품에 대한 재활용지원금 차등지급 등 제도개선을 추진한다. '03년 EPR제도 도입 후 폐제품 재활용이 양적으로는 크게 성장한 반면, 고부가가치화 등 질적 향상은 미흡하다는 평가에 따른 것이다.

국가 총 재활용율의 지속적인 향상을 위해 '17년의 새로운 장기 재활용 목표율을 설정하여 생산자와 재활용업체의 관련 인프라 구축을 유도할 것이다. 대형마트 등 주문자상표 부착생산(OEM) 업체에 대해서도 재활용의무를 부여하고, 고품질 재활용품에

지원금을 차등 지급하여 재활용산업의 질적 성장을 유도할 예정이다. 금속자원 회수가 가능한 리튬 2차 전지나 폐기물부담금 자발적 협약 대상 중 재활용체계가 구축된 품목 등의 생산자책임재활용제로의 전환도 적극 지원한다.

재활용사업자에 대한 지원을 강화하기 위해 폐기물 배출자와 재활용사업자에게 맞춤형 정보를 제공하는 폐기물거래소를 구축하고, 새로운 재활용 방법에 대한 신속한 재활용 인정제도를 도입하여 불편사항을 해소할 것이다. 아울러 권역별 폐자원 全과정 관리(발생-재활용-처리)를 위한 거점인프라로서 자원순환업체 및 시설 집적화를 위한 기반시설을 확충하는 방안을 강구할 계획이다.

5) 폐자원에너지화로 기후변화 대응 및 신재생에너지 확보

'08년부터 본격화된 폐자원에너지화 대책의 결과 '10년에는 국가 신재생에너지의 67%를 폐자원에너지로 공급했다. '12년에는 그간의 추진성과와 경험 등을 토대로 에너지화 촉진을 위한 제도개선과 투자확대에 힘써 그 성과를 더욱 가시화할 필요가 있다.

에너지화 대상을 산업계폐기물로 확대하여 규모의 경제를 유도하고, 하수슬러지를 이용한 바이오가스 생산 확대를 위해 하수처리시설(5만톤/일)에 혐기성 소화조 설치 및 개량을 추진하며, 비성형 고형연료제품 인정, 팜껍질 등 폐바이오매스 수입 사용기준·절차 마련, 폐자원 신재생에너지 공급의무할당비율(RPS) 가중치를 바이오에너지 매스 수준으로 상향조정(0.5→1.5)하는 등 폐자원 공급확대를 위한 제도 정비에 박차를 가할 계획이다.

폐자원 에너지화시설 인프라 확충을 위해 '13년까지 가연성·유기성 폐자원에너지화 시설(48개), 소각여열회수시설(6개소) 및 매립가스 자원화시설(25개소)을 확충하고, 광역화·집적화를 통해 처리시설과 에너지시설의 최적화(最適化)를 유도하여 투자와 운영의 효율화를 도모해 나갈 것이다.

중소형 매립장(포집량 2㎥/분 이상)에 매립가스 자원화시설을 확충하고, 분야별 에너지화 기술포럼을 개최하여 시설 운영의 안정화를 지원하며, 우수한 국내·외 폐자원에너지사업 발굴과 투자 지원을 위해 바이오그린에너지펀드 조성·지원('12년까지 1,000억원, '20년까지 7,500억원), 폐자원에너지 종합정보시스템 구축, 시장수요가 높은 바이오·폐자원에너지화 실증기술 개발 등 해외의존 탈피를 위한 연구개발 R&D('13~'20년까지 4,200억원) 등도 추진한다.

6) 해양배출 금지 대비, 수은 · 폐석면 등 관리 사각지대 개선

'13년부터 음폐수 등의 해양배출 금지가 실행에 들어갈 예정이기 때문에 육상처리 전환을 위한 시설용량 확보가 무엇보다 시급하다. 이에 대비하여 음식물 · 음폐수 바이오가스화시설 확충('12년 4개소, 750톤/일), 하 · 폐수처리시설 연계처리 등을 적극 추진해 나갈 예정이다.

가정, 사업장 등에서 발생하는 유해폐기물의 관리 개선을 위해 폐페인트, 살충제, 광택제, 세척제 등 주택에서 배출되는 유해폐기물의 수거 · 분리 · 선별 및 적정 처리 방안을 마련, '13년부터 시범사업을 추진하도록 할 예정이다.

폐석면 매립지처리 이력관리제를 도입하고, 유해성이 큰 지정폐기물의 적정 관리를 위해 관리대상 사업장(50kg/월 이상)을 확대한다. 특히 수은국제협약 체결에 대비하여 수은함유 폐기물의 배출실태를 파악하여 처리기준 및 저감방안 등 수은함유폐기물 관리대책을 마련할 것이다.

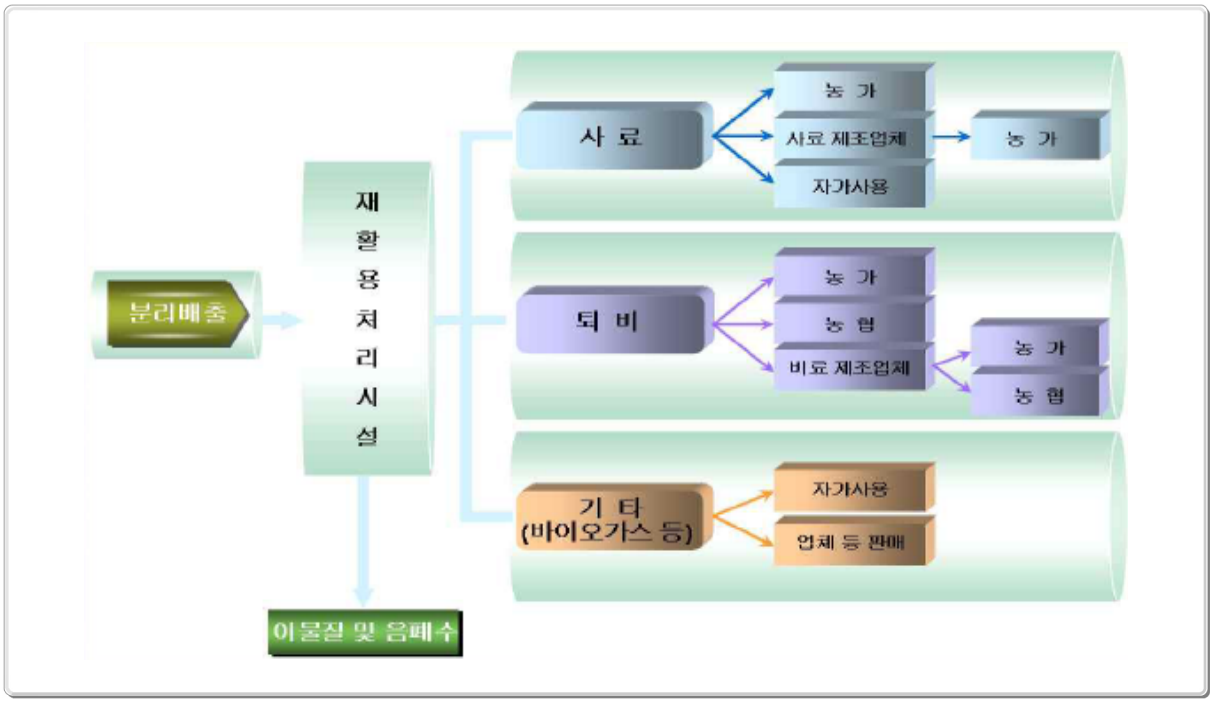
Ⅳ 주요 자원 재활용 사례(음식물쓰레기의 재활용)

출처_'음식물쓰레기 정책의 변천과 재활용 정책의 실태분석', 최창원 · 정윤수 · 이진원 · 김월중, 한국정책학회 하계학술대회, 2012

1 음식물쓰레기 재활용 개념

음식물쓰레기 재활용 개념을 단순히 생산되어 나오는 사료나 퇴비에 한정할 경우, 이미 생산된 완제품에 대한 문제점만 보게 되므로 근본적인 처방이 제시될 수 없는 한계가 있다. 환경부에서는 '음식물쓰레기 재활용'을 단순히 생산된 완제품에 한정하지 않고, <그림 4-6-2>에서와 같이 음식물쓰레기가 분리 배출되어 재활용 처리된 후, 생산된 사료 및 퇴비의 유통까지 포괄하는 개념으로 확대하여 보고 있다.

그림 4-6-2 음식물쓰레기 재활용 처리 및 유통 흐름



※ 자료 : 폐기물관리법(2012)상 음식물쓰레기 재활용 처리흐름과 실제 유통현황을 재편집하여 작성

2 음식물쓰레기 정책의 배경

1997년전 까지 음식물쓰레기의 처리는 일반쓰레기와 함께 매립지 땅속에 묻어 버리는 방안이 주를 이루었다(환경부, 1997)[222]. 하지만, 우리나라 음식물 특성상 국물과 염분도가 높아 침출수로 인한 토양 및 지하수 오염이 심각한 사회문제로 대두되었고(홍상표, 1999)[223], 악취 등으로 지역주민들의 반발에 부딪쳐 매립지를 찾는 것도 곤란한 상황에 이르렀다. 이재호・이종렬・송건섭, 2002)[224].

이로 인해, 정부에서는 1997년 폐기물관리법 시행규칙을 개정하여 "2005년 1월부터 음식물쓰레기를 매립장에 직접 반입하여 매립하는 것을 금지한다."고 예고하게 되었고, 음식물 쓰레기를 퇴비, 사료 등으로 자원화하여 재활용하는 문제가 사회적 주요한 관심사항으로 논의되었다(홍상표, 1999). 재활용 책임을 생산자에게 전가하는 방안도 연구되었

222) 환경부, '음식물쓰레기 자원화 기본계획', 1997
223) 홍상표, '대도시 음식물쓰레기 재활용 방안 평가', 환경영향평가, 1999
224) 이재호・이종렬・송건섭, '지방정부 음식물쓰레기 재활용 정책의 평가와 활성화 방안', 한국지방자치학회보, 14(1) : 2007-225, 2002

으나(오용선, 2003)[225], 음식물쓰레기 재활용의 원활한 정착화를 위해 지금가지 정부주도로 사업이 추진되었다. 정부는 분리수거 방식 확산과 음식물쓰레기 인프라구축에 우선순위를 두어, 상당한 정부예산을 투입하여 음식물쓰레기를 사료나 퇴비로 재활용할 수 있는 시설을 확충하는데 주력하였다(박연재, 2000)[226]. 그 결과, 현재는 일일 음식물쓰레기를 처리량을 초과하는 시설용량을 보유하는 수준까지 도달하였고(환경부, 2010)[227], 재활용율도 1999년 8.6%에서 2010년 95.5%까지 향상되었다(박미옥, 2010)[228].

3 음식물쓰레기 정책의 변천

정부의 음식물쓰레기정책은 감량과 자원화라는 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있다. 정부는 두 정책 간 중요성에 있어 차이를 두고 있지 않으나, 시대별로 사회적 환경에 맞게 정책 역량을 감량화 또는 자원화에 적절히 분배하여 왔다. 음식물쓰레기 직매립이 금지되어 자원화가 강조될 때에는 재활용을 위해 상당한 예산과 인력이 투입되었으며, 재활용시설이 확충된 이후에는 감량화에 보다 많은 자원을 분배하는 등 정책의 균형을 맞추기 위해 노력해 왔다. 감량화를 위한 정책에서는 생산, 유통, 소비 단계로 원인을 분석하고 적절한 대응책을 제시코자 하였으며, 2010년 "음식물쓰레기 줄이기 종합대책(2010~2013)"에서는 2012년까지 음식물쓰레기 배출량을 예산발생량(17천토/일)의 20%를 줄이는 정책목표를 설정 하였다. 자원화의 경우에는 사료나 퇴비를 생산하여 이를 농가에 유통시키는 방식을 취하고자 하였으며, 2011년 '제1차 자원순환기본계획'에서는 음식물쓰레기 재활용을 바이오가스 등 에너지화에 집중한다는 정부의 의지를 보여주고 있다. 여기서는 음식물쓰레기 정책의 변천을 감량과 자원화로 나누어 설명하고자 한다.[229]

225) 오용선, '생산자책임확대(EPR)제도의 사회적 경제성 확보 방안', 한국정책학회보, 12(2):211-318, 2003
226) 박연재, '기획연재 : 음식물쓰레기 줄이기와 재활용에 대하여(상)', 도시물제, 35(381):84-98, 2000
227) 환경부, '전국폐기물 발생 및 처리현황(2010)', 2010
228) 박미옥, '녹색성장과 음식물쓰레기 종량제의 집행과 정책적 시사점-정책집행기관과 정책대상집단의 역할을 중심으로', 2010(0):1-29, 2000
229) 음식물쓰레기에 대한 법령상 정의는 없는 상황이다. 다만, 개별법에서 필요에 따라 음식물 쓰레기를 지칭하는 용어를 각각 사용하고 있다. 「폐기물관리법」과 「비료관리법」에서는 "음식물류 폐기물"이라는 용어를 사용하고, 「사료관리법」에서는 남은 음식물이라는 용어를 사용한다. 「폐기물관리법」상 "음식물류 폐기물" 개념은 '음식물류 폐기물의 발생억제, 수입·운반 및 재활용에 관한 조례준칙'에서 자세히 정의하고 있는데, '음식재료 또는 음식물의 생산·유통·가공·조리과정 등에서 발생되는 쓰레기와 남겨서 버려지는 음식물 등'으로 규정하고 있다. 여기서는 일반적으로 음식물쓰레기를 대표하여 사용되는 「)폐기물관리법」상의 "음식물류 폐기물"의 개념정의를 음식물쓰레기로 차용하였다.

1) 음식물쓰레기 감량 정책의 변천

음식물쓰레기 감량은 음식물쓰레기가 단지 쓸모없고 버려야 한다는 개념의 폐기물로 인식되었던 과거와 자원화 및 재활용 될 수 있다는 현재의 시점에서 항상 중요한 화두로 정책과제의 핵심으로 거론되고 있다.

(1) 1996년 12월 이전

1996년도 이전은 음식물쓰레기에 대한 관련법을 제정하고 감량화를 위한 기본적인 틀을 구축하였던 시기라고 할 수 있다. 음식물쓰레기와 관련된 법으로서는 1961년「오물청소법」이 최초라고 할 수 있다.「오물청소법」에서는 음식물쓰레기를 오물로 파악하여 생활쓰레기로 관리하였고, 이후 1977년「환경보전법」이 제정되어「오물청소법」과 상존하면서, 생활쓰레기와 산업폐기물은 분리되어 관리되었다. 1986년부터는「폐기물관리법」이 제정되어 사람이 일상생활에서 발생시키는 폐기물과 산업폐기물을 단일법체계로 다루는 관리시스템이 구축되었다. 이 법은 1995년 개정을 통해 현재까지 쓰고 있는 생활폐기물이라는 용어를 정착시켰다.「폐기물관리법」이 최초 제정되었을 당시에는 청결의 유지 정도만을 국민의 책무로 규정하였으나, 1991년부터 감량화 노력을 법에 규정함으로써 정부의지를 명확하게 하였다. 아울러, 1995년 개정시 "수수료 종량제"를 도입함으로써 감량정책을 효율적으로 추진할 수 있는 방안이 마련되었다.

(2) 1996년 12월 ~ 2003년

관련제도를 제정하고 정착시키려는 노력에도 불구하고, 매일 발생되는 음식물쓰레기를 매립위주로 처리함에 따라 여러 가지 문제가 발생되었다. 특히, 부패로 인한 심한 악취와 오수 문제가 주로 제기되었다(박연재, 2000). 더욱이, 매립시 다량의 침출수로 인해 토양 및 지하수 오염 등 2차 환경오염이 발생하였는데, 이로 인해, 1996년 11월 수도권매립지 등에서 수분을 함유한 음식물쓰레기 반입을 제한하는 조치를 유발시키게 되었고, 음식물쓰레기 대란으로 명명된 일련의 사태로 인해 음식물쓰레기 감량은 국민적 관심사항으로 떠오르게 된다. 결국, 효율적인 음식물쓰레기 감량화를 위해, 1996년 12월 국무총리를 위원장으로 하는 '환경보전위원회'에서 "음식물쓰레기 줄이기 종합대책(1996~2001)"을 수립하게 되었다.

음식물쓰레기 줄이기 종합대책은 생산・유통・소비 전 단계에서 쓰레기 발생을 저감하

는 방안을 강구하여 100가구 이상 공동주택과 인구유발이 많은 대규모개발(30만 ㎡ 이상)에 자원화시설 등 공공처리시설을 설치토록 의무화 하였고, 농산물도매시장에 부과하는 쓰레기 유발부담금을 전국적으로 확대하였다. 아울러, 공공행사시 지나친 음식제공을 억제하고, 음식물쓰레기의 효율적 수거 및 재활용 촉진을 위해 혼합배출에서 분리배출로 수거형태를 전환할 계획임을 명시하였다.

"음식물쓰레기 감량·자원화 기본계획(1998~2002)"에서는 이전과 달리 음식물쓰레기 배출원인을 분석하여 음식물의 생산, 유통, 소비단계별로 감량화 방안을 수립하였다. 생산단계에서는 포장용기를 권장하였고, 농수산도매시장에 적용되는 쓰레기 유발 부담금제도의 실효성을 강화하기 위해 부담금 요율을 상향조정하였으며, 남은 음식 재이용시스템을 구축하였다.

이 시기는 2005년부터 시행되는 '음식물쓰레기 직매립 금지'정책을 대비하기 위해 감량화와 더불어 음식물쓰레기 재활용을 통한 자원화에 정부 역량을 상당부분 투자하는 시기였다. 따라서, "음식물쓰레기 감량·자원화 기본계획(1998~2002)"에서는 재활용을 위한 대책마련 부분이 상당한 부분을 차지하고 있다. 동 계획에 의해 재활용처리 시설에 대한 집중투자와 재활용 제품의 유통정책의 근간이 구성되었다. 상당한 예산투자와 법 제도개선이 자원화 부분에 집중되다 보니 정부가 감량화 보다는 재활용에 정부의 가용 자원을 집중하고 있다는 인상을 주게 되었다.

(3) 2004년 ~ 현재

음식물쓰레기 재활용을 위한 처리시설과 제도가 어느 정도 구축된 후, 정부는 다시금 음식물쓰레기 절대량 감량을 위한 정책에 집중하게 되었다. "음식물류폐기물 종합대책(2004~2007)"에서는 농산물 출하단계에서 쓰레기 발생량을 줄이기 위해 포장재 보조금을 지원하였으며, 비포장 농산물의 공영도매시장 반입제한을 확대 시행하였다. 아울러, 쓰레기 유발부담금을 확대하였고, 소비단계에서 배출량을 최소화하기 위해 음식업소, 민간단체, 자치단체간 자발적 협약을 체결토록 하였다. 또한, 음식물쓰레기 분리배출 및 물기제거에 관한 홍보 실시를 명확히 하였다.

2005년 국무조정실 주관으로 수립된 "음식문화개선 및 음식물류 폐기물 종합대책(2006~2010)"에서는 감량화 체계에 큰 변화는 없었지만, 생산단계에서 농산물과 수산물을 구분하여 접근하면서, 수산물에 대해서는 표준규격 출하 확대 및 수산물 산지가공시설에 대한 지원확대로 쓰레기 배출량을 줄이고자 하였다. 특히, 음식문화 개선 및 좋은

식단 사업과의 협조와 food bank 사업 확대를 통한 음식물쓰레기 감량을 강조하고, 음식물쓰레기 수거·처리 수수료를 현실화 하였다. 다만, 동 대책에도 불구하고 1일 1인당 음식물쓰레기 배출량은 계속 증가하는 추세를 보이는 등 한계를 보였다.

2010년에는 녹색성장위원회를 중심으로 "음식물쓰레기 줄이기 종합대책(2010~2013)"이 수립되었다. 동 대책은 2012년까지 음식물쓰레기 발생량의 20% 저감을 목표로 음식물쓰레기 종량제 적용을 의무화 하였으며, RFID 시스템을 단계적으로 확대할 계획을 가지고 있다. 또한, 음식물쓰레기 종량제 강화를 위해 수거료 현실화, 누진제·총량제 등 다양한 방안을 검토하고 있으며, 지자체로 하여금 음식물쓰레기 감량화를 위한 종합적인 계획을 수립토록 하였다. 종량제 도입은 음식물쓰레기 배출량의 감소와 환경적 개선에도 기여할 것으로 보고 있다.[230] 대책에는 먹거리 문화개선을 위해 소형·복합 찬기 보급 확대내용과 식품나눔문화의 정착 및 홍보·교육 부문도 담고 있다.

2) 음식물쓰레기 재활용정책의 변천

음식물쓰레기 자원화정책은 감량화와 더불어 정부의 음식물쓰레기 정책의 중요한 수단으로 활용되어 왔다. 다만, 재활용 개념이 도입된 후 이를 실제 정책현장에 실현한 지는 그렇게 오래되지는 않았다. 1997년 음식물쓰레기 직매립을 2005년부터 금지시킨다고 예고한 이후 재활용에 대한 관심이 증대하였으며, 정부 정책도 재활용처리를 위한 시설 확충과 생산된 제품의 유통을 위한 제도개선에 역량을 집중하였다. 하지만, 음식물쓰레기 재활용 제품 생산을 담당하는 부서와 이를 유통하는 부서가 달라 현장에서 효과는 그다지 크지 않다는 문제가 감사원과 언론 등에서 그동안 제기 되어왔다. 사료, 퇴비 위주의 재활용 정책은 2011년 '제1차 자원순환 기본계획'에서 언급되었듯이, 바이오가스 등 에너지화로 전환되고 있는 실정이다.

(1) 1996년 12월 이전

음식물쓰레기 감량화 정책과 같이 이 시기는 음식물쓰레기 자원화를 위한 제도적인 기본 틀을 확충시켜 나갔던 시기라고 할 수 있다. 1991년 「폐기물관리법」개정시 음식물 쓰레기 자원화를 명시하여 음식물쓰레기 처리의 한 축으로 등장한다. 특히, 1995년도부터 전면 시행된 폐기물 수수료 종량제는 음식물쓰레기 감량외에도, 자원화를 위한 전제조건으로 분리수거 체계를 정착시키기 위한 수단으로 도입되었다.

230) 오용선(2006), 쓰레기 종량제도의 도입이 폐기물 감량과 환경개선효과에 일정부분 기여하고 있음을 보여 주고 있다.

(2) 1996년 12월 ~ 2003년

"음식물쓰레기 줄이기 종합대책(1996~2001)"과 더불어 1997년 「폐기물관리법 시행규칙」 개정시 음식물쓰레기 직접 매립을 2005년부터 금지하는 내용을 확정함에 따라 음식물쓰레기 자원화에 대한 관심이 증대하였다. 동 대책에서는 음식물쓰레기 처리시설 확충을 위해 자치단체와 민간에 2001년까지 4,722억을 지원하는 방안과, 재활용 촉진을 위해 혼합배출을 분리배출 및 분리수거로 전환하는 계획을 담고 있다. 하지만, 동 대책에도 불구하고 음식물쓰레기의 재활용률이 9.8%로(1997) 일반 생활쓰레기의 재활용률 29%에 비해 턱없이 낮았다.

이러한 상황을 개선하고 2005년 음식물쓰레기 직매립 금지에 대비하기 위한 재활용처리시설 설치를 확대하기 위해 "음식물쓰레기 감량·자원화 기본계획(1998~2002)"에서는 자원화 부분에 많은 개선사항을 담았다. 구체적으로는 음식물쓰레기 분리배출을 위한 '음식물쓰레기 수집·운반 및 재활용촉진을 위한 조례준칙' 제정방안을 마련하였고, 전용봉투 또는 전용 수거 용기에 의한 분리배출 시스템을 도입하였다. 아울러, 분리배출 대상지를 2002년까지 630만 가구로 확대하는 계획을 담았다. 특히, 음식물쓰레기 재활용 사료 및 퇴비의 유통을 위해 사료관리법령을 개정하여 원료혼합율 기준을 염분기준으로 변경하고, 공공 및 민간의 처리시설 설치에 대한 지원을 확대하였다. 민간에 대해서는 이전 계획들과 달리 자금 지원외에도 안정적인 음식물쓰레기 공급, 처리비용의 현실화, 입지 문제해결 등을 구체적으로 담고 있다. 동 계획추진으로 공공과 민간에 자원화시설이 확대되는 효과가 발생하였다.

(3) 2004년 ~ 현재

어느 정도 재활용 처리시설이 확충된 이후, "음식물류폐기물 종합대책(2004~2007)"은 감량화 부분에 정책역량을 많이 할애하고 있다. 물론, 기존의 자원화 정책을 계승하면서, 조금씩 확대하는 입장을 취하고 있어 자원화 정책의 지속성을 유지가 된다고 할 수 있다. 다만, 자원화와 상관없이 음식물쓰레기의 절대량을 줄이는 것은 국가적 난제이기 때문에 다시금 이 부분에 정부의 역량을 집중할 수 밖에 없는 시대적 필요성이 있었다고 할 수 있다.

"음식문화개선 및 음식물류 폐기물 종합대책(2006~2010)" 역시 이전 대책과 동일한 입장을 견지하고 있다. 다시 말해, 자원화 정책의 정착에 관심을 기울이나 쓰레기 줄이기 종합대책(2010~2013)"은 감량화만을 다루고 있는 반면, 2011년 '제1차 자원 순환 기본계획'에서는 음식물쓰레기를 포함한 폐기물 전체의 재활용 등을 논의하고 있다. 동 계획에

서는 그 동안 사료, 퇴비 위주로 진행되어온 음식물쓰레기 재활용 정책을 바이오가스 등 에너지화에 주력한다는 내용을 담고 있다. 이러한 정책의 변화는 사료, 퇴비의 재활용 과정상의 문제점에 대한 정부의 관심을 약화시키는 현상을 발생시켰다. 다시 말해, 감사원과 언론 등에서 지속적으로 제기된 품질 낮은 퇴비 및 사료의 생산을 개선하기 위해서는 환경부의 적극적인 관여가 필요하나, 정책변화로 충분한 동력을 확보하기에는 한계가 있었다. 아울러, 농림수산식품부에서 가축분의 해양투기 금지(2012년)에 대비하기 위해 가축분을 재활용한 퇴비의 유통 등에 정책의 초점을 맞추게 됨에 따라, 음식물쓰레기를 활용한 퇴비는 유통현장에서 차별까지 받는 상황이 나타나게 되었으며, 또한 구제역, 조류 인플루엔자, 광우병 등으로 인해 음식물쓰레기를 재활용한 사료에 대한 부정적 인식이 널이 퍼짐에 따라, 생산된 퇴비와 사료의 유통에 어려움이 많게 되었다. 결국, 환경부의 관심부족과 농림수산식품부의 소극적 유통정책으로 음식물쓰레기를 사료와 퇴비로 재활용한다는 정책목표 달성에 많은 어려움이 있는 것이 현실이다. 여기서는 음식물쓰레기 재활용 정책에 대한 문제점과 이를 개선하기 위한 방안을 제시함으로써, 다시금 음식물 쓰레기 재활용 정책의 중요성을 상기시키고 질 높은 재활용 사료와 퇴비 생산과 원활한 유통을 통해 음식물쓰레기의 경제적 가치를 제고하고, 농가에 경제적 부담을 덜어 주고자 한다.

표 4-6-5 시기별 음식물쓰레기 감량화 및 자원화 주요 특징

시기 구분	관련 정책 또는 관련 법·규정	감량정책 관련 주요 특징	재활용정책 관련 주요 특징
1996년 12월 이전	오물청소법(1961) 환경보전법(1977) 두 법은 폐기물관리법(1986)으로 통합	법률상 감량화 노력을 명시하는 등 제도마련 단계, 수수료 종량제[231] 도입 등	감량화와 함께 자원화도 폐기물관리법에서 표기, 수수료 종량제 도입 등
1996년 12월 ~ 2003년	음식물쓰레기줄이기 종합대책 (1996~2001)	쓰레기유발부담금 전국 확대, 분리배출 및 분리수거[232] 전환명시, 공공행사시 지나친 음식제공 억제 등	음식물쓰레기 재활용 시설확충 지원, 분리배출 및 분리수거 등
	음식물쓰레기 감량·자원화 기본계획(1998~2002)	생산, 유통, 소비단계별로 감량화 방안마련, 쓰레기 유발부 담금 현실화 등	음식물재활용 정책을 지자체에 정책(조례 준칙 제정), 전용봉투 및 전용 용기 보급 확대, 재활용제품 유통확대를 위해 사료 및 비료관리법 개정
2004년~현재	음식물류폐기물 종합대책 (2004~2007)	농산물 포장재 보조금 지원, 비포장 농산물 반입 제한, 음식업소와 지자체간 배출량 감소 협약 체결, 음식물쓰레기 물기제거 홍보실시 등	기존 정책 유지 및 재활용 시설확충을 위한 지원 계속
	음식문화개선 및 음식물류 폐기물 종합대책 (2006~2010)	수산물에 대한 별도 감량정책 수립, 음식물쓰레기 수거·처리 수수료 현실화 등	음식물쓰레기 재활용 퇴비에 대한 보조금 지원 확대 등
	음식물쓰레기 줄이기 종합대책 (2010~2013)	음식물쓰레기 종량제 전면 도입, 수거료 현실화 및 누진제 도입, 먹거리 문화 개선 등	-
	제1차 자원순환 기본계획 (2011~2015)	-	바이오 가스 등 에너지화에 집중 등

231) 폐기물 수수료 종량제는 배출량 감소와 원활한 자원화를 위한 분리수거 정착이라는 두가지 목적을 모두 가지고 있다.
232) 분리수거 및 분리배출은 음식물쓰레기 감량과 자원화에 모두 효과적이다.

4 음식물쓰레기 재활용 정책 실태분석

1) 음식물쓰레기 발생 및 재활용처리시설 현황

2009년 말 기준으로 전국 음식물쓰레기의 일일 평균 발생량은 14,118톤으로, 전체 생활폐기물 발생량의 27.7% 차지하고 있다. 발생량은 그 동안 감량화 정책이 추진되었음에도 불구하고, 감소 없이 증가하는 양상을 보이고 있는데, 기존의 감량화 정책의 실효성에 문제가 있는 것으로 볼 수 있다(김상훈, 2010)[233]. 음식물쓰레기 구성면에 있어서는 국물이 많은 우리나라 음식물 특성상 수분함유량이 매우 높은 상황이다.[234]

표 4-6-6 연도별 음식물쓰레기 발생량 추세 (단위 : 톤/일)

연도별		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
생활폐기물 발생량(A)		50,736	50,007	48,398	48,844	50,346	52,072	50,906
음식물 쓰레기	발생량(B)	11,398	11,464	12,977	13,372	14,452	15,142	14,118
	비중(B/A%)	22.5%	22.9%	26.8%	27.4%	28.7%	29.1%	27.7%

※ 자료 : 환경부, '전국 폐기물 발생 및 처리현황(2010)'

전국적으로 발생현황을 살펴보면 수도권지역인 서울, 경기, 인천이 일일 발생량이 7,265톤으로 전국 발생량의 51.5%를 차지하고 있다. 시·도별로 분석해보면, 서울(3,447톤/일), 경기(3,107톤/일), 경남(896톤/일), 부산(814톤/일), 대구(734톤/일) 순으로 발생량이 많음을 알 수 있다.

233) 김상훈, '음식물쓰레기 줄이기 정책 현황 및 향후 추진 방향', 유기물자원학회, 18(4), 13-19, 2010
234) 처리시설에 반입된 음식물의 평균 고형물 농도는 18.25%이다(환경부, 고형물회수기준 연구, 2008.11).

표 4-6-7 시 · 도별 음식물쓰레기 발생량(2009년) (단위 : 톤/일)

지역	전국	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
발생량 (비중)	14,118 (100%)	3,447 (24.4%)	814 (5.8%)	734 (5.2%)	711 (5.0%)	487 (3.4%)	510 (3.6%)	309 (2.2%)
경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
3,107 (22.0%)	378 (2.7%)	350 (2.5%)	476 (3.4%)	612 (4.3%)	434 (3.1%)	642 (4.5%)	896 (6.3%)	211 (1.5%)

※ 자료 : 환경부, '전국 폐기물 발생 및 처리현황 (2010)'

「폐기물관리법 제3의 2조에 6항」에 의할 경우 음식물쓰레기는 소각, 매립 등으로 쓸모없이 처분을 하기보다 우선적으로 재활용한다고 명시되어 있다. 법적 취지를 담은 정책을 충분히 수행하기 위해 2011년 기준으로 전국적으로 260개의 음식물쓰레기 재활용처리시설이 존재하고 있다. 정책 초기단계에는 민간시설 위주로 재활용시설이 설치되어 지자체의 공공시설(103개) 보다 민간시설(157개)이 많은 상황이다. 하지만, 음식물쓰레기의 안정적 처리를 위해 공공시설을 꾸준히 확충해온 결과 2003년을 정점으로 민간시설은 점차 감소하고 있는 추세에 있다.

표 4-6-8 연도별 '음식물쓰레기 처리시설' 설치현황 (단위 : 개소, 톤/일)

구분		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	시설수	249	262	253	256	261	255	259	264	264	260
	시설용량	8,575	9,815	11,232	13,364	15,385	15,569	16,297	17,238	17,380	18,063
공공	시설수	80	80	85	90	89	95	97	102	102	103
	시설용량	2,598	2,945	3,239	4,198	4,890	5,340	5,930	6,496	6,554	6,949
민간	시설수	169	182	168	166	172	160	162	162	162	157
	시설용량	5,977	6,870	7,993	9,166	10,495	10,229	10,367	10,742	10,826	11,114

※ 자료 : 환경부, '2011년도 음시물류폐기물 처리시설 운영현황'

재활용시설을 최종적으로 생산되는 재활용 제품을 기준으로 분류할 경우에는 2011년 기준 으로 전체 260개 시설 중에서 사료화 시설이 124개로서 47.9%를 차지하고 있고, 퇴비화시설 91개(37%), 사료와 퇴비를 모두 생산할 수 있는 시설 7개(2.6%), 혐기성 소

화시설 3개(1.1%), 하수병합 9개(3.4%), 기타 단순탈수·파쇄·건조 등 전처리·기계적 처리시설이 25개(9.6%)가 있다. 사료화 및 퇴비화 시설이 전체 음식물쓰레기 재활용 처리시설의 85.7%를 차지하고 있는 등 대다수의 음식물쓰레기는 사료 또는 퇴비처리가 이루어지고 있다고 보면 된다. 재활용시설의 가동률은 2011년 현재 70.8%로서 공공시설의 경우 85.5% 정도의 가동률을 보인 반면, 민간시설은 61.6% 수준에 머물고 있다. 민간시설의 낮은 수치는 지속적인 공공시설 확충 노력으로 민간시설에 유입되던 음식물쓰레기들이 공공시설로 반입되는 경우가 늘어남으로써 발생한 결과로 보여진다.

2) 재활용 제품의 품질관리 및 생산 현황

정부는 재활용 제품의 품질관리를 위하여 '비료관리법', '사료관리법', '비료공정규격' 등 관련 법·규정을 두고 있다. 재활용제품을 생산하여 판매 또는 무상으로 유통·공급하고자 하는 자는 비료의 경우 비료생산업, 사료의 경우 사료제조업 등록을 하여야 한다. 아울러, 비료는 비료공정규격을 충족해야 하며, 사료의 경우에는 농림부 고시인 '유해사료의 범위와 기준'에 의한 사료내 유해물질의 범위 및 허용기준에 적합해야한다. 다만, 소, 사슴, 양 등 반추동물에게는 남은 음식물 사료를 제공할 수 없으며(유해사료의 범위와 기준 제6조), 반추동물 외의 다른 동물(돼지, 닭 등)에 제공할 경우에도 100℃에서 30분 이상 가열처리하여 급여하여야 한다(사료공정서 제21조). 법률상 정해져 있는 기준외에도 품질관리를 위한 첫단계로서 이물질 제거가 매우 중요하게 인식되고 있다. 음식물쓰레기 특성상 여러 가지 이물질을 포함할 수 있으며[235], 처리업체에서 세심하게 분리하는 노력이 없을 경우에는 사료나 퇴비의 품질을 원천적으로 보장할 수 없게 된다. 현재 음식물쓰레기 분리배출 시스템이 체계적이지 못해 비닐 등의 이물질이 섞여 있는 경우가 많으며[236], 재활용 처리업체 선정 기준에 미흡한 점이 있어 업체의 재활용 제품 품질관리 능력을 검증하는데 한계가 있는 것이 사실이다[237]. 아울러, 지자체의 전문성 및 인력부족 등으로 체계적인 감독이 이루어지는 데 현실적 한계가 있어[238] 그 결과 법제도상 규정된 기준을 충족시키지 못해 무단 투기 등이 발생하고 있다.

음식물쓰레기 재활용으로 만들어 지는 사료와 퇴비의 생산량은 2011년 기준으로 일일

235) 닭뼈, 복숭아씨, 생선뼈, 계란 껍데기 등은 음식물쓰레기에서 제거해야 함에도 인식하지 못한 경우가 많다.
236) 현재 폐기물관리법 시행규칙 별표 5에 의해 전용비닐봉투를 사용할 수 있다.
237) 재활용된 제품의 품질을 평가할 수 있는 기준이 없으며, 입찰가격(30%) 비중이 높아 가격을 낮게 적어낸 업체가 처리업체로 선정될 가능성이 높아 품질 제고에 한계가 있다.
238) 지자체에서는 반기별로, 환경공단 등에서 연1회 정도 검사를 실시하고 있으나, 사전 통보방식을 취하고 있어, 업체의 행태를 객관적으로 보기에는 한계

평균 3,052톤으로 시설에 반입되는 전체 음식물쓰레기량(10,263톤/일)의 약 29.7%정도를 차지하고 있다(환경부, 2011)[239]. 다만, 자료의 출처가 객관적 검증없이 업체에서 제출한 자료를 기초로 하고 있고, 2010년 감사원 자료[240]에서 재활용되지 않고 파쇄·탈수 등 중간처리되는 량이 상당하다고 지적한 점을 감안하면, 정확한 재활용 비율을 파악하는데 한계가 있는 것이 현실이다.

표 4-6-9 음식물쓰레기 재활용제품 생산현황(2011년) (단위 : 개소, 톤/일)

구분	계		사료		퇴비	
	시설 수	생산량	시설 수	생산량	시설 수	생산량
계	195	3,052	111	2,008	84	1,044
공 공	64	562	19	293	45	269
민 간	131	2,490	92	1,715	39	77

※ 자료 : 환경부, '2011년도 음식물류폐기물 처리시설 운영현황'

국물이 많은 우리나라 음식물쓰레기 특성상 재활용 과정을 거치면서 음폐수가 배출되는 데, 2011년 기준으로 일일 평균 9,643톤이 발생하고 있다. 이는 재활용처리시설에 반입되는 음식물쓰레기의 일일 평균 12,780톤의 75.5%에 상당하는 양에 해당하며, 대부분 하수처리 시설 등에서 육상처리하거나(6,510톤/일, 67.5%) 해양배출(3,183톤/일, 32.5%)하고 있는 실정이다.

표 4-6-10 음폐수 발생 및 처리현황(2011년) (단위 : 개소, 톤/일)

구 분	가 동 시설수*	음폐수 발생량 (A+B)	육상처리량							해 양 배출량 (B)	평 균 배출량
			계(A)	자가 처리	하 수 처리장	폐 수 처리장	침출수 처리장	폐수처 리 업체	기타		
합 계	238 (100%)	9,643 (100%)	6,510	706	4,493	268	598	43	402	3,183	40.7
공 공	97 (40.8%)	5,747 (59.3%)	5,147	530	3,851	130	426	–	210	600	59.2
민 간	141 (59.2%)	3,946 (40.7%)	1,363	176	642	138	172	43	192	2,583	28

※ 자료 : 환경부, '2011년도 음시물류폐기물 처리시설 운영현황'

239) 환경부, '음식물류 폐기물 처리용 적격업체 평가기준 적용지침', 2011

240) 감사원에서 77개 업체에 대해 조사한 결과, 음식물쓰레기 반입량 중 18.8%만 제품으로 생산되고 파쇄·!탈수과정에서 제품으로 활용되지 못하고 중간 방출되는 양이 13.1%에 이른다.

재활용처리과정에서 걸러지는 비닐 등 이물질은 2011년 기준으로 일일 평균 814톤이며, 재활용처리시설에 들어오는 음식물쓰레기의 6.4%에 해당한다. 이들 이물질은 일반생활 폐기물처럼 소각 또는 매립 처리되고 있다.

표 4-6-11 이물질 발생 및 처리현황(2011년) (단위 : 개소, 톤/일)

구 분	가동 시설수	반입 처리량	이물질 발생량		
			총 발생량	시설 평균	발생 비율
합 계	238	12,780	814	3.4	6.4%
공 공	97	5,939	497	5.1	8.4%
민 간	141	6,841	317	2.2	4.6%

※ 자료 : 환경부, '2011년도 음식물류폐기물 처리시설 운영현황'

3) 재활용 제품의 유통현황

앞에서 언급하였듯이, 시설현황에서 사료화 시설이 퇴비화 시설보다 많은 관계로 생산되는 재활용 제품에 있어서도 사료가 많이 유통되고 있다. 다만, 사료의 경우에는 자가사용 및 무상으로 주변 농가에 나누어 주는 경우가 많아 실제 시장에서 보급되는 양은 적은 것으로 파악되고 있다. 한편 퇴비의 경우에는 사료와 달리 무상보다는 돈을 받고 유통시키는 경우가 많은 것으로 나타나고 있다. 특히, 농협에서 국가보조금 사업으로 음식물쓰레기를 재활용한 퇴비를 농민이 사용하고자 할 경우 보조금을 지급하고 있어 유상화율이 사료에 비해 높다고 할 수 있다. 다만, 농협을 통한 음식물쓰레기 재활용 제품의 유통의 경우 가축분 퇴비에 비해 보조금 지원에서 차별을 받고 있고[241], 농협 담당자들이 음식물쓰레기에 대해 부정적 인식을 갖고 있어 유통에 소극적인 것으로 파악되고 있다[242]. 아울러, 음식물쓰레기 사료·퇴비에 대한 정보가 체계적으로 관리되고 있지 못해 필요로 하는 농가조차도 입소문을 통해 구입하는 등 유통체계상 문제점이 많은 것이 현실이다[243].

241) 같은 1 등급 품질일 경우, 가축분 퇴비의 경우 1,200원의 보조금 지원을 받는 반면, 음식물쓰레기 퇴비는 1,000원으로 200원의 손해를 보고 있다.

242) 국무총리실에서 농협담당자 면담결과(2012.5), 음식물쓰레기 퇴비는 이물질 문제 등으로 사용을 홍보하는데 한계가 있음을 토로하였다.

243) 현장확인결과 (2012.2), 경기 S업체의 경우 정부지원없이 자체 마케팅 노력으로 충청도, 경기도 지역 양계 농가에 사료를 유상으로 공급하고 있다.

표 4-6-12 2011년 유통물량 기준 재활용 제품 유통현황[244)]

구분	사료	퇴비
유통형태	무상 87.6 % (자가사용 포함) 유상 11.2 % 유·무상 1.2 %	무상 37.1 % 유상 57.6 % 유·무상 5.4 %
수요처	무상 37.1 % 유상 57.6 % 유·무상 5.4 %	무상 37.1 % 유상 57.6 % 유·무상 5.4 %

4) 음식물쓰레기 정책의 문제점 및 개선 방안

분석틀에 맞추어 음식물쓰레기 재활용 정책을 재활용 제품 품질관리 측면과 유통관리 측면으로 구분하여 분석하였다. 세부적으로는 품질제고를 통한 유통활성화라는 정책목표를 달성하기 위해 재활용 처리흐름과정에서 제도상 불합리하거나 문제점이 있는 부분을 분석하여 실효성 있는 개선책을 제시하였다.

(1) 재활용제품(사료·퇴비)의 품질관리 측면

① 품질관리체계의 문제점

재활용 제품의 품질이 높아지지 않는 이유를 분석하기 위해 재활용 흐름의 단계별로 접근을 시도하였다. 구체적으로는 음식물쓰레기가 분리배출되어 처리업체에 반입되는 부분과 처리업체를 선정하고 이를 관리·감독하는 부분을 분석한 결과 다음과 같은 문제점을 발견하였다.

첫째, 쓰레기 내 이물질이 많아 생산되는 사료·퇴비의 품질관리에 어려움이 많은 것으로 나타났다. 음식물쓰레기 재활용 제품의 품질을 떨어드리는 문제점으로 제일 먼저 거론되는 것이 수거된 음식물쓰레기 내에 비닐 등 많은 이물질이 섞여 있다는 것이다. 특히, 비닐이 많을 경우에는 처리과정에서 걸려지지 않은 경우가 있어 차후 토양에 환경오염을 일으킬 우려까지 있다. 여기서 분석한 결과, 수집된 음식물쓰레기에 비닐 등이 약 7%정도 있는 것으로 파악되었으며, 음식물쓰레기 재활용 처리시설 현장의견에 의할 경우, 재활용 제품의 품질 저하 및 상품화에 주요 장애요인으로 작용하고 있다. 이러한 문제점은 구체적이지 못한 음식물쓰레기 분리배출 기준과 배출 수단으로 비닐봉투를 허용

244) 자료 : 환경부, '2011년도 음시물류폐기물 처리시설 운영현황'

하고 있는데서 일정부분 기인된다고 볼 수 있다.[245]

둘째, 재활용업체 선정시, 선정기준의 문제로 재활용 및 품질관리에 전문성이 없는 업체가 선정되고 있었다. 재활용 제품의 품질을 담보하기 위해서는 재활용에 전문성과 의지가 높은 음식물쓰레기 처리업체를 선정하는 것이 필수적인 사항이나, 제도상 많은 문제점이 있는 것으로 분석되었다. 현재는 환경부 지침('11.1 제정)에 의해 업체 선정기준을 지자체에 제시하고 있으나, 법률상 근거가 없어, 일부 지자체의 경우 지침을 적용치 않거나 임의로 평가기준내 배점을 축소조정하고 있다. 가령, 충남 00시의 경우 2012년도 음식물쓰레기 처리 용역업체 선정시 환경부 지침을 적용하지 않고 지방계약법상 일반용역 심사기준을 사용하고 있으며, 경북 00군은 재활용 적정성 평가배점을 환경부 기준보다 축소(30점→13점)하여 적용 하고 있다.

또한 현 업체 선정기준자체가 재활용 능력(재활용률, 품질관리 전문성 등) 보다는 가격경쟁력에 주안점을 두고 있어, 비용을 들여서라도 질 높은 제품을 만들고자 하는 업체에 불리할 수 있다. 특히, 지자체에서 음식물쓰레기의 안정적 처리를 위해 3억원미만으로 쪼개어 위탁을 주는 경우가 많은데[246], 이 경우 입찰가격 비중이 50%를 차지하고 있어 가격이 업체 선정에 결정적인 요인으로 작용한다. 아울러, 업체가 만들어 내는 재활용 제품의 품질수준을 직접적으로 평가하는 기준이 없다는 것도 품질관리 수준이 높은 업체를 선정하는데 한계로 지적이 되었다.

표 4-6-13 음식물쓰레기 처리업체 평가기준

구분		배점[247]	평가항목
용역수행능력	재활용 적절성	30	• 재활용 제품 생산여부(15), 폐수 배출의 적절성(15)
	용역수행 안정성	25	• 처리능력(9), 운반거리(6), 인력확보(5), 용역이행실적(5)
	준법성	5	• 일정기간 내 행정처분 여부
경영상태		10	• 자기자본비율(5), 유동비율(5)
경제성		30	• 입찰가격(예정가격 기준 낙찰하한율 87%)
가감사항		GR마크 등 신기술 보유시 2점 가점, 근로조건 적정성 평가(0~△2)	

※ 자료 : 환경부, '음식물류 폐기물 처리용역 적격업체 평가기준 적용지침(2011)'

245) 음식물쓰레기는 지자체 조례가 정하는 바에 따라 전용(비닐)봉투 또는 전용 수거용기에 분리 보관해야 한다(폐기물관리법 시행규칙 별표5). 단독주택의 경우 2011년 기준으로 230개 지자체 중 107(46.5%)개가 음식물쓰레기를 전용비닐봉투 (일반봉투 포함)에 담아 배출하고 있는 것으로 조사되었다. 음식물처리업체인 조원산업과의 면담(2011.11)에서도 관계자는 재활용 제품의 질을 높이기 위해서는 비닐 등 이물질 발생량이 최소화되어야 하나, 비닐봉투 배출로 인해 이물질 선별작업에 상당한 시간과 비용이 소요되고 있어, 재활용 활성화 차원에서 전용봉투 사용 금지를 요구하였다.

246) 2010년도 경기도 27개 시군의 위탁 계약 현황을 조사한 결과, 계약 106건 중 77건(72.6%)이 3억원미만 용역에 해당되었다.

247) 3억원 미만 용역의 경우는 경제성 50점, 재활용 적절성 20점 반영

셋째, 현행 제도상 재활용 처리업체로 하여금 품질을 높이도록 할 유인대책을 마련하기 어려운 실정이다. 지자체가 위탁수수료를 음식물 처리업체에 지급하는 경우, 단순히 음식물 처리를 잘하고 있는 가만을 확인하고 있으며, 업체도 지자체가 관심을 가지지 않는 부분을 신경 쓸 이유가 없다. 또한 위탁수수료를 통해 일정 부분 이윤이 확보되는 상황이라 일부로 품질을 높여 시장에 판매할 동기가 없는 실정이다. 이로 인해, 유사한 수준의 처리비를 받고도 재활용 제품을 유상판매하는 업체와 품질이 떨어져 인근농가 등에 무상으로 공급하는 업체가 공존하는 현상이 발생하고 있다.[248]

② 품질관리체계의 개선방안

음식물쓰레기 재활용제품의 품질수준을 높이기 위해서는 첫째, 음식물쓰레기 분리배출 기준을 구체화하고, 실효성을 높이는 방향으로 개선하여야 한다. 현재 불분명한 기준을 음식물쓰레기 성질별로 구분하여 구체화함으로써 일반 주민들이 분리배출을 쉽게 할 수 있게 하는 것이 중요하다. 특히, 시민단체와 연계 하에 스마트폰용 앱과 QR 표시 등을 개발·배포하여 분리 배출의 실효성을 높이는 것이 필요하다.

표 4-6-14 분리배출 세부기준 모범운영 예시(서울 서초구)

구분	음식물쓰레기에 넣어서는 안되는 물질(일반쓰레기 종량제 봉투 배출)
채소류	쪽파·대파·미나리 등의 뿌리, 고추씨, 고추대, 옥수수대, 양파·마늘·생강·옥수수 등의 껍질
과일류	호두·밤·땅콩·도토리 등 딱딱한 껍데기, 복숭아·살구·감 등 핵과류의 씨
육 류	소·돼지·닭 등의 털 및 뼈다귀
어패류	조개·소라·전복·꼬막·멍게·굴 등의 껍데기, 게·가재 등 갑각류 껍데기, 생선뼈
기 타	계란, 메추리알 등 알 껍데기, 1회용 티백 각종 차류(녹차 등), 한약재 찌꺼기

※ 자료 : 서초구 '음식물쓰레기 분리배출 기준'

아울러, 비닐 봉투를 사용하는 현실의 문제점을 근본적으로 개선하기 위해 전용비닐봉투 배출을 금지하고, 전용용기[249] 등 환경부담이 적은 방식으로 전환을 적극적으로 유도할 필요가 있다. 이러한 방식전환은 환경부의 "음식물쓰레기 종량제"시행과 연계하여 추진

248) 전남 A시설(민간)의 경우 톤당 처리비 55천원에 농협에 납품할 수 있는 수준의 퇴비를 생산하고 있는 반면, B시설(공공)은 65천원을 들이면서도 품질이 떨어져 퇴비 생산업체에 원료로 무상 제공하고 있는 실정이다.

249) 부산광역시내 금정구는 전용봉투 폐지 및 전용용기 전환에 따른 거부감을 줄이기 위해 독거 노인 등 에 전용용기를 무상 보급하고 있으며, 연제구 등 9개구가 이를 모범사례로 삼아 도입하여 운영 중에 있다.

하여 자연스럽게 국민들이 적응할 수 있도록 하는 것이 중요하겠다. 특히, 종량제의 배출량에 따른 부담방식은 분리수거를 유도할 수 효과도 있어(서재호 · 정광호, 2007)[250], "음식물쓰레기 종량제"의 원활한 정착을 위해 노력해야겠다.

둘째, 품질 높은 재활용 사료나 퇴비를 생산할 수 있는 업체가 음식물쓰레기 처리업체로 선정될 수 있도록 선정기준을 대폭 개선할 필요가 있다. 우선, 환경부 지침으로 되어 있어 법적 근거가 미약한 재활용업체 선정기준을 건설폐기물 사례와[251] 같이 법령에 근거규정을 마련토록 함으로써, 지자체가 선정기준의 중요성을 명확히 인식토록 할 필요가 있다.

아울러, 재활용 품질을 직접적으로 평가할 수 있는 기준을 신설하고, 심사기준상 점수가 동일할 경우에는 재활용률이 높고 유상판매로 품질관리가 이루어지는 업체를 낙찰자로 선정할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다. 특히, 3억원미만 용역의 경우에도 재활용성 평가배점을 3억원이상 용역과 동일하게 적용토록 하여 제도상 허점을 모두 개선하는 것이 필요하다.

셋째, 재활용을 잘하는 업체가 우대받는 환경조성을 위해 재활용 능력 평가 및 공시제도를 도입하고 품질를 관리할 경우에만 위탁수수료를 지급토록 개선하여야 한다. 현재는 시장에서 어떠한 업체가 재활용 능력이 높은지를 알 수 없는 상황이다. 이를 개선하기 위해 건축 폐기물, 가축분뇨처리 시설업체에 도입하고 있는 평가 및 공시제도를 음식물쓰레기처리 업체에도 적용하는 방안도 고려해 볼만 하다.[252]

아울러, 업체가 선정된 후에도 품질관리를 제대로 하지 않을 경우에는 위탁수수료 지급을 취소 또는 미루어서 재활용 제품의 품질을 관리하지 않는 업체는 시장에서 자연도태될 수 있는 시스템을 구축할 필요가 있다. 이를 위해서는 업체가 음식물쓰레기 처리업체로 선정될 시 품질관리 계획 등을 담고 있는 품질관리계약서를 제출토록 하는 방안이 선행적으로 도입될 필요가 있다.

(2) 재활용 사료·퇴비의 유통관리 체계상 문제점과 개선방안

① 유통관리 체계의 문제점

일정수준의 품질을 갖춘 재활용 제품이라도 유통체계가 구축되지 않은 경우, 불법으로 매립 · 소각되는 현상을 미연에 방지하기에는 한계가 있다. 잘 만들어진 퇴비조차도 음식

250) 서재호 · 정광호, '가격유인을 활용한 폐기물 감량화 정책효과 분석', 한국정책학회보', 16(4) : 147-172, 2007

251) 환경부장관은 발주자가 건설폐기물 처리용역의 적격업체를 선정할 수 있도록 이행능력, 경영상태와 기술능력 등의 평가기준을 고시하여야 한다(건설폐기물 재활용촉진에 관한 법률 §15③).

252) 환경부장관은 건설폐기물 배출자가 적격업체를 선정할 수 있도록 건설폐기물 중간처리업자의 용역 이행 능력을 평가하여 공시하여야 한다(건설폐기물 재활용 촉진법 §14). 농식품부장관은 가축분뇨 처리에 필요한 관련 정보 제공을 위해 처리시설 및 관련 기술 등을 평가하여 축산업자 등에게 제공할 수 있다. (가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 §43)

물쓰레기에 대한 부정적 인식과 농림수산식품부와 농협 등 관련기관의 협조가 부족하여 유통과정상 불합리한 차별을 받는 경우가 발생하고 있다. 유통관리체계의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 정부의 음식물쓰레기 재활용에 대한 관심이 부족하여 법적·제도적 뒷받침이 미흡하고, 유통과정에서 차별을 받고 있다. 건설과정에서 배출되는 폐기물과 가축분뇨는 일찍이 재활용의 경제적 가치와 방치시 발생하는 문제점에 대해 정부내 논의가 활발하여 별도의 재활용 촉진법을 제정하여 시행하고 있다. 하지만, 음식물쓰레기에 대해서는 환경부와 농림수산식품부의 관심이 미진하여 이러한 법적 뒷받침이 없는 실정이다. 이러한 이유는 음식물쓰레기 재활용이라는 정책목표에 대해서는 두 부처가 동의하나 정책수단에 있어서는 서로 간에 갈등이 있기 때문이다(목진휴, 2011)[253].

표 4-6-15 건설폐기물 및 가축분뇨 재활용 제품 유통 촉진관련 법률 비교

건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률	가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률
• 국가, 지자체, 공공기관 등에 순환골재 및 순환골재 재활용제품 사용 의무 부과(2조, 38조)	• 지자체장에게 퇴·액비 이용촉진계획 수립 의무부과(19조) • 축산업자·농가·생산자단체 등으로 퇴·액비 유통협의체 구성·운영(22조)

특히, 재활용된 제품의 유통을 담당하는 농림수산식품부가 축산정책과정에서 배출되는 가축분과 이를 활용한 퇴비 처리에 집중하고 있어[254], 음식물쓰레기로 만들어진 퇴비에 대해 소극적인 입장을 취하고 있는 것이 유통체계가 확립되지 못한 요인으로 볼 수 있다. 가령, 같은 품질등급을 받았더라도 가축분 퇴비에 대한 보조금을 더 유리하게 구성해 놓고 있다.[255]

이러한 보조금 차이는 농민들에게 음식물쓰레기 퇴비가 가축분 퇴비에 비해 품질상 문제가 많다는 부정적 인식을 심어주게 되는 계기가 되기도 한다.[256] 특히, 일선 지역농협

253) 목진휴, '정책문제의 특성과 공직자의 정책태도-사용 후 일회용 기저귀의 재활용 문제를 사례로', 한국정책학회보 20(3), 63-85, 2011

254) 농림수산부 담당관 면담시(2012.5), 금년부터 가축분뇨를 해양배출할 수 없어 이를 재활용하여 처리하는 것이 중요한 농림부 주요 관심사항으로 가축분 퇴비 활성화에 정책집중이 이루어질 수밖에 없음을 설명하였다.

255) 2012 친환경퇴비 국고보조금 지원조건

구 분	1등급	2등급	3등급
가축분퇴비(원/20kg)	1,200	1,000	700
일반퇴비*(원/20kg)	1,000	800	500

* 일반퇴비는 음식물쓰레기 퇴비를 포함하고 있음

에서는 농림수산식품부의 가축분 퇴비 우선 정책과 가축분퇴비 취급시 수수료 수입액이 더 좋다는 이유로[257], 객관적 사유를 제시하지도 않고 음식물쓰레기 퇴비가 좋지 않아 사용치 말도록 농민들에게 권하고 있다.[258] 더욱이 음식물쓰레기 퇴비에 대한 자료제공 조차도 하지 않아 필요한 농민이 개인능력에 의존해서 정보를 확보하여 소비하는 경우도 있었다[259]. 이러한 시장에서의 차별은 음식물쓰레기를 사용하는 일부 업체로 하여금 재료를 속여 제품을 판매하게 하는 등 부작용을 양산하고 있다.

각종 차별적인 유통정책으로 인해 동일한 품질등급 내에서 음식물쓰레기가 가격이 저렴함에도 불구하고, 증가추세인 가축분퇴비에 비해 매출규모가 감소하는 현상이 발생하고 있다.

표 4-6-16 퇴비 지원 현황 비교 (단위 : 천톤, 억원)

구분	11년 1/분기		12년 1/분기		증 감	
	수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액
가축분	251	432	443	780	192(76.5%)	348(80.6%)
퇴비	76	130	60	108	△16(21%)	△22(16.9%)

※ 자료 : 농협(2012), 친환경퇴비 국고보조사업 현황.

둘째, 음식물쓰레기 재활용 홍보에 대한 관계부처의 관심이 부족하다. 농림수산식품부의 관심부족과 함께 음식물쓰레기 재활용 정책을 담당하는 환경부의 적극적인 홍보노력이 낮다는 점도 문제점으로 지적되었다[260]. 최근 환경부는 음식물쓰레기 감량에 집중하여 홍보역량을 집중하고 있는데, 음식물쓰레기 재활용에 대해서는 재활용 필요성과 국민적 협조 등을 위해 적극적인 홍보를 실시하지 않고 있다.[261] 특히, 재활용 제품의 원활한 유통을 위해서는 농림수산식품부의 협조가 절실한데 실질적인 협의를 추진치 않고 있다.

256) 정재춘·2정원태·탁성제(1995), 서울지역 380명의 의식 조사결과, 가축분보다 음식물쓰레기 퇴비의 품질이 더 좋다고 생각하고 있다.

257) 지역농협에서 가축분 퇴비를 취급할 경우에 음식물쓰레기 퇴비를 취급할 때 보다 수수료 수입액이 평균 51원 더 큰 것으로 조사되었다.

258) 음식물쓰레기 자원화업체 면담결과(2011.10), 음식물쓰레기 자원화업체에서는 지역농협 단위에서 농가를 대상으로 음식물퇴비의 품질문제 거론 및 가축분 퇴비사용 유도 현상이 공공연히 발생하여 유통에 어려움을 호소하고 있는 실정이다.

259) 전남 00농협은 농가(영농회·이장단)에 '2012년도 부산물비료 계약 현황' 자료 제공시 전국 공급업체수의 13.2%에 불과한 52개 업체 정보만 제공하고 있다. (가축분 34개, 일반 11개, 음식물 7개)
* 2012년 부산물비료 공급 계약업체 수 : 전국 393개(복수의 비종 공급업체 제외)

260) 박영원 (2008)는 폐기물 재활용의 활성화를 위해서는 정부의 관심과 지원이 필요함을 주장하였다.

261) 최근 3년간 환경부의 음식물쓰레기 관련 보도자료 분석 결과, 총 61건 중 재활용 관련 사항은 12건(19.7%)에 불과하며, 내용상으로도 음식물쓰레기 바이오가스화 위주로 퇴비·사료의 유통 활성화 관련내용은 전무한 실정이다.

셋째, 재활용을 고려하지 않은 용어를 사용하고 정의도 명확하지 않아 개별법에서 각기 다른 용어를 사용하고 있는 실정이다. 음식물쓰레기를 지칭하는 용어로서 「폐기물관리법」의 '음식물류 폐기물'이 주로 사용되고 있다. 폐기물이라는 단어에서 유추할 수 있듯, 음식물쓰레기를 혐오의 대상으로 인식하여 '쓸모가 없어 폐기 처분한다.'는 의미를 강조 하고 있다. 하지만, 사료나 퇴비를 생산하여 유통시킬 경우, 제품의 원료명으로 '음식물류 폐기물'을 표기하도록 하고 있어, 음식물쓰레기에 대한 부정적 인식을 한층 심화시키는 부작용이 있다. 이로 인해, 일부 업체는 '음식물류 폐기물' 대신 '동물성 잔재물'로 표기하는 등 편법적 방법을 사용하고 있는 실정이다.

또한, 음식물쓰레기에 대한 명확한 법률적 용어 정의가 없다 보니, 개별법에서 각각 편한 용어를 사용하고 있으며, 용어상의 유사성을 판단할 수 도 없는 상황이다. 그 결과, 법을 관장하는 환경부와 농림수산식품부는 음식물쓰레기의 범위를 각 부처의 경험치로서 달리 정하고 있어, 정책의 혼선이 발생하는 경우도 있다.[262]

② 유통관리체계의 개선방안

첫째, 퇴비 유통을 담당하는 농림수산식품부가 농협을 활용하여 음식물쓰레기 재활용 제품의 유통을 활성화시키는 것이 바람직하다. 품질이 우수한 재활용 제품이 일선 농가에 원활히 보급 및 소비되기 위해서는 지역농협의 역할이 매우 중요하다. 따라서 농림수산 식품부가 농협을 통해 양질의 재활용 퇴비가 농가에 전달될 수 있도록 유통체계를 구축하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 물론 이 과정에서 농가에 제공하는 음식물쓰레기 퇴비 공급업체 정보의 범위를 확대하고, 재배품종별 선호업체・사용후기 등 농가가 충분한 정보를 가지고 음 식물쓰레기 퇴비 공급업체를 선택할 수 있는 방안 역시 도입되는 것이 좋을 것이다.

아울러, 농림수산식품부・환경부・농진청・농협이 서로 협의하여 유통을 위한 제품 품질기준을 마련한다면 음식물쓰레기 재활용 제품의 품질을 높을 수 있는 또 다른 유용한 수단이 생긴다고 할 수 있다. 친환경퇴비 국고보조 사업은 사용하는 원료가 아닌 품질에 의해서 지원규모가 결정될 수 있도록 개선하여 음식물쓰레기 퇴비가 가축분에 비해 품질에 문제가 있다는 인상을 주지는 말아야 할 것이다.

다만, 사료에 대해서는 농림수산식품부에서 축산농가가 사용하는 것이 바람직하지 않다는 입장을 견지하고 있고, 구제역, 광우병, 조류인플루엔자 등으로 국민정서상 허용치 않는

262) 「폐기물관리법」・「비료관리법」에서는 '음식물류 폐기물'이라는 용어를, 「사료관리법」에서는 '남은 음식물'이라는 용어를 사용하고 있다.

분위기가 있다. 따라서 차제에 음식물쓰레기를 활용한 사료의 생산 및 유통에 대해서는 환경부·농림수산식품부·농협이 협의하여 중·장기적 개선방안을 마련하는 것이 바람직하다.

둘째, 환경부의 '올바로(Allbaro) 시스템'을 활용하여 생산, 유통과정의 투명성을 확보하고, 홍보강화를 통해 재활용 유통을 활성화는 것이 필요하다. 환경부에서는 '올바로(Allbaro) 시스템'을 통해 건설폐기물, 사업장폐기물, 지정폐기물의 배출, 운반, 최종처리를 종합적으로 관리하고 있다. 특히, 순환골재에 대해서는 재활용처리되는 과정과 품질 및 유통단계에 대한 정보를 체계적으로 정리하고 있다. 이러한 '올바로(Allbaro) 시스템'에 음식물쓰레기의 재활용 처리과정과 유통관련 정보가 포함되어 관리된다면 음식물쓰레기에 대한 부정적 인식이 감소되고, 유통의 투명화에도 기여할 것이다. 또한, 통계체계도 정립되어 음식물쓰레기 배출량, 재활용과정 및 유통에 대한 통계관리가 용이할 것이다(배재근, 2010)[263].

아울러, 환경부와 지자체에서 음식물쓰레기 감량을 위한 홍보계획을 수립할 경우, 음식물쓰레기 재활용에 대해서도 함께 계획을 수립하여, 시민단체의 협조하에 지역주민과 농민들에게 재활용방법(사료화, 퇴비화, 에너지화 등), 재활용 필요성 및 효과, 분리배출시 유의사항 등을 상세하게 전달함으로써 음식물쓰레기 재활용과 제품 사용이 자연스럽게 인식될 수 있도록 하는 것이 필요하다(이재호·이종렬·송건섭, 2002).

끝으로, 음식물쓰레기에 대한 자원순환형 용어를 신설·홍보하여 음식물쓰레기에 대한 부정적 인식을 개선하는 적극적인 노력이 필요하다[264]. 음식물쓰레기 중 재활용을 위해 분리수거 되어 재활용 처리시설에 반입된 물질에 대해서는 부정적 성격을 띤 '음식물쓰레기'라는 용어 보다는 '(가칭)식품 재활용자원'이라는 순환된 용어를 사용하여 음식물쓰레기로 만들어진 제품이 쓸모없고 버리는 원료가 아닌 자원화 할 수 있는 재료를 사용하고 있다는 점을 부각시키는 것이 좋을 것 이다. 아울러, 법률상 정의를 명확히 하고, 관련법들에 용어를 통일시켜서 행정상 발생하는 혼선을 미연에 방지하는 것도 필요하다.

263) 배재근, '음식물쓰레기 줄이기를 위한 정부, 국민의 역할', 한국행정학회 비정기학술대회, 2010(4) : 1-29, 2010

264) 이주용·배성근·김기선·남인식 (2010), 부존자원이 부족한 우리나라의 경우에는 폐기물을 단순히 쓸모없이 버리는 것으로 치부하기 보단 자원화하여 이용하는 '자원순환형 사회체제'로 전환해야 함을 주장하였다.

제 7 장

탄소발자국·생태발자국

Ⅰ 기후변화와 탄소발자국

출처_'탄소발자국 프로그램을 활용한 기후변화교육이 초등학생의 환경 태도에 미치는 영향-4학년을 중심으로-', 서울교육대학교 교육대학원 초등교육학과, 오소라, 2010. 8

1 탄소발자국(Carbon footprint)의 정의

탄소발자국이란 1996년 캐나다 경제학자인 Marthis Wackernagel과 William Rees가 개발한 개념인 생태발자국(Ecological footprint)이란 용어에서 파생된 말로, 인간 활동에 의한 기후변화의 영향을 알기 쉽게 g또는 kg단위로 표현한 것이다. 생태발자국과 탄소발자국은 모두 인간 활동에 의해 발생한 각종 환경영향을 알기 쉽도록 표현하기 위하여 개발된 지표라고 할 수 있다(지속가능경영원, 2009)[265]. 이와같은 맥락의 환경지표로는 에너지 발자국, 물 발자국 등이 있다.

탄소발자국이란 용어는 기후변화 문제의 심각성이 부각되는 시기에 과학, 기술, 생활 등 여러 부문에서 다양하게 사용되고 있으나 그 정의가 확실하게 내려지지는 않았다. 따라서 여기서는 탄소발자국의 정의를 보다 분명히 할 필요가 있다. 이를 위해 영국의 ISAUK Research & Consulting에서 발간한 "A Definition of Carbon Footprint"에 제시된 다양한 탄소발자국의 정의를 살펴보면 아래 <표 4-7-1>과 같다.

표 4-7-1 여러 문헌에 제시된 탄소발자국의 정의

출처	정의
BP(2007)	일상생활의 행동에서 배출되는 모든 이산화탄소의 양-세탁물을 세탁하는 것부터 학교 사물함에 운반하는 것까지를 포함하는 활동
British Sky Broadcasting(Sky) (Patel 2006)	회사 토지 및 부동산에서 회사소유 차량, 출장, 폐기물의 매립 등에 이르기까지의 이산화탄소 상당가로 표현된 총 배출량
Carbon trust(2007)	제품 전 과정인 원료채취에서부터 가공, 수송, 사용, 폐기에 이르기까지의 과정에서 온실가스 총배출량을 이산화탄소 상당가로 환산한 양
Energetics(2007)	사업 활동을 통해 야기된 직·간접적인 이산화탄소 배출량
Global Footprint Network(2007)	화석연료의 연소에 의한 이산화탄소 배출량에 상응하는 광합성에 필요한 생태용량 요구량
Grub& Ellis(2007)	화석연료의 연소로부터 배출된 이산화탄소 배출량
Parliamentary Office Science and Technology (POST 2006)	제품의 전 과정을 통해 배출된 이산화탄소와 그 밖의 온실가스의 총량

※ 자료 : 지속가능경영원, 『탄소성적표지제도의 이해와 활용』 재인용

265) 지속가능경영원, '탄소성적표지제도의 이해와 활용', 2009

위의 표에서 살펴보면 알 수 있듯이 다양한 출처에서 탄소발자국의 정의가 각각 다르게 내려져 있는 것을 알 수 있다. 여기서는 위의 내용을 바탕으로 하여 탄소발자국의 정의를 내려 보면 기후변화에 영향을 주는 인간의 모든 생활활동에서 배출되는 이산화탄소의 양을 g또는 kg으로 나타낸 것이라고 할 수 있다.

2 탄소발자국 산정법

사람이 지구에서 살아가는 것 자체가 지구에 큰 영향을 미치므로 발자국 속에는 우리가 지구에 미치는 영향(발자국)을 줄이자는 의미를 담고 있으며 이것은 온실가스 배출량, 어획량 등의 기준을 지표로 만들어 인류와 지구가 함께 살아가는 방법을 제시하고 있다. 온실가스를 계산할 때는 온실가스가 어디에서, 어떻게, 왜 배출되는지 파악하여 관리하기 위한 표로 작성하는데 이러한 과정을 인벤토리(Inventory : 배출목록표)를 작성한다고 한다. 온실가스 인벤토리를 작성하기 위해서는 어디에서 온실가스가 배출되는지 알아야 한다. 현대 사회에서 온실 가스는 크게 에너지를 이용하고 폐기물을 처리할 때 발생하는데 더 세부적으로 들여다보면 에너지 부분은 비산업, 에너지산업, 제조업, 도로이동오염원, 비도로이동오염원으로 나뉘고 폐기물 부분은 소각, 하·폐수, 매립으로 나눌 수 있다. 온실가스의 종류 및 배출원은 다음 <표 4-7-2>와 같다.

표 4-7-2 온실가스 종류 및 배출원

분류	세부분류	배출되는 온실가스
에너지이용	비산업	CO2,N2O,CH4
	에너지산업	CO2,N2O,CH4
	제조업	N2O,CH4
	도로이동오염원, 비도로이동오염원	CO2,N2O,CH4
폐기물처리	소각시설	CO2,N2O
	주거, 상업, 산업폐수 처리	CH4,N2O
	매립	CH4

3 탄소발자국의 활용

개인은 직접 기후변화를 초래하는 주체인 동시에 기후변화를 막을 수 있는 가장 최소의 단위이다. 따라서 개인이 어디서 어떻게 이산화탄소를 배출하는지 인식한다면 생활 속에서 기후변화를 막기 위해 대응할 수 있으므로 개인의 탄소발자국을 파악하는 것은 매우 중요하다. 개인은 고정영역이 아니라 이동영역이므로 생활 모든 곳에서 이산화탄소를 배출하므로 영역을 구체적으로 잡아야 하고, 일반적으로 배출량 및 배출계수가 명확하여 비교적 자세한 배출량을 구할 수 있는 건물(주거), 교통 영역으로 한정해야 한다. 개인의 온실가스 배출원은 <표 4-7-3>과 같이 분류할 수 있다.

표 4-7-3 개인의 온실가스 배출원 분류

건물(주거)	교통	
전기, 도시가스, 석유 · 등유 등 석유류, 연탄 등 석탄류, 쓰레기	자가 교통	휘발유, LPG, LNG, 디젤
	대중교통	버스, 지하철, 택시, 항공, 철도

이 중 건물(주거)의 배출원인인 전기, 도시가스 등은 고지서로 월별 이용량을 확인할 수 있고, 혼자 생활한다면 그 값 그대로 사용할 수 있으나 동거인이 있는 경우 동거인 수만큼 나누어 평균값을 적용한다.

자가 교통은 소유차량의 주행거리 또는 주입량과 연비 등을 알면 구할 수 있으나 주행거리를 꾸준히 기록하지 않을 경우 월별 이용량을 정확히 계산할 수 없고 주입량 역시 그 달에 주입했다고 해서 그 달에 모두 썼다고 말할 수 없어서 그 정확성이 부족하다. 그리고 자동차의 이용특성과 차종에 따라 연비가 바뀌므로 이러한 오차를 고려하여야 한다. 대중교통은 많은 사람이 이용하고 주행거리가 일정하지 않으며 차종, 이동거리, 연비, 속력 등은 평균값을 적용한다.

이처럼 개인을 대상으로 하면 다양한 변수 때문에 많은 오차가 발생하므로 개인의 탄소발자국을 측정하는 것은 개인의 정확한 데이터를 얻기보다는 이산화탄소 배출량을 측정하는 과정으로 개인이 기후변화에 미치는 영향을 이해하고 그것을 생활 속에서 자연스럽게 실천하도록 유도하는 것이 중요하다.

4 탄소발자국의 필요성

출처_ '물 발자국(Water Footprint) 제도의 이해와 국내 도입을 위한 방안 연구-탄소 발자국(Carbon Footprint)제도와의 비교 연구-', 서강대학교 공공정책대학원, 이승민, 2010

'스턴보고서(Stern Review)'에 따르면, 전 세계가 신속하게 온실가스를 줄이지 않으면 금세기말 기온이 최고 6.4℃ 상승할 것이며, 기후변화로 인해 매년 세계 GDP의 5~20% 경제손실이 발생하게 될 것이다. 따라서 기후변화 대응은 더 이상 선택사항이 아니라 우리의 생존을 위한 필수 과제이다. 지난 2008년 광복절 기념사에서 이명박 대통령은 우리 민족의 새로운 미래 비전으로 '저탄소 녹색성장(Low Carbon Green Growth)'을 제시하였다. 이는 환경과 경제의 선순환 구조를 통해 새로운 경제발전 모델을 모색하기 위함이다. 이를 위하여 올 1월 13일에 저탄소 녹색성장 기본법이 제정되었고, 4월 13일에 저탄소 녹색성장 기본법 시행령이 발효되었다. 여기에는 기후변화 대응을 위한 국가 인프라 개편 및 경제모델을 접목한 탄소거래, 녹색생산과 녹색소비를 연계한 탄소감축 등 다양한 정책방안이 제시되고 있다. 특히 저탄소 녹색성장 기본법 제57조(녹색생산·녹색소비 문화의 확산)에는 녹색제품에 대한 탄소정보 공개 등 탄소 발자국의 내용이 수록되어 있다. 뿐만 아니라 녹색성장위원회는 녹색성장 10대 정책과제 중 9번째 정책과제인 '생활의 녹색혁명'을 실현하기 위한 정책대안으로 탄소 발자국을 제시하였다. 또한 정부는 지난해 11월 17일 2020년까지 2005년 대비 4%의 온실가스를 감축하겠다는 목표를 제시하였다. 이 감축목표 달성을 위해서는 산업부문뿐만 아니라 소비부문에서의 온실가스 감축도 절실히 요구된다. 소비부문에서의 온실가스 감축을 유도하기 위해서 정부는 탄소 발자국을 핵심정책 중 하나로 제시하고 있다. 탄소 발자국은 소비부문에서 시장주도로 온실가스를 효과적으로 감축할 수 있는 핵심대안이 될 것이다.

5 탄소 발자국의 종류

현재 영국, 일본, 스웨덴 스위스, 프랑스, 미국 등이 탄소 발자국 제도를 운영하고 있다. 영국과 일본, 그리고 스웨덴은 정부가 주도하거나 또는 정부지원으로 탄소 발자국 제도를 운영하고 있으며, 미국에서는 스탠포드대학 내 비영리 기관에서 탄소 발자국 제도를 운

영하고 있다. 반면에 스위스와 프랑스에서는 대형 유통업체가 직접 탄소 발자국 제도를 운영하고 있다. 탄소발자국 제도에 있어서 가장 선도적인 나라는 영국이다. 영국은 카본트러스트에서 운영하는 "Carbon Reduction Label"을 통해 이미 80여개 제품이 탄소발자국에 관한 인증을 받았으며, 인증의 유효기간인 2년 내에 제품의 탄소배출량을 줄이고 이에 관한 추가 인증을 받고 있다. 일본은 2008년도에 30개 제품에 대하여 1차 시범인증을 진행하였으며, 추가로 시범인증을 시행하면서 제도상의 문제점을 보완할 계획이다. 뿐만 아니라 일본의 경제산업성에서는 2009년부터 대형소매상과 연계하여 일용품이나 식품 등 PB상품에 탄소라벨을 부착하는 정책을 시행하고 있다. 스웨덴은 스웨덴 환경성적표시제도인 "EPD"제도를 운영하는 SEMC가 "Climate Declaration"이라는 탄소 발자국 제도도 같이 운영하고 있다. 미국은 등급제인 "Carbon Conscious Product Label"을 운영 중 이며, 캐나다도 "카본라벨즈(Carbon Labels)"에서 탄소발자국 제도를 운영하고 있다. 스위스의 대형 유통업체인 "미르고(MIGRO)"는 동일 제품 중 탄소배출량이 적은 제품에 인증을 부여하는 "Climatop"제도를 운영하고 있으며, 프랑스의 대형유통업체인 "카지노(CASINO)"도 약 3,000개 정도의 자사 브랜드(PB)제품에 탄소라벨을 부착할 계획이다.

표 4-7-4 각국의 탄소 발자국 제도 현황

구분	영국	프랑스	스위스	미국	일본	스웨덴
제도명	Carbon Reduction Label	Indice Carbon	Climatop	Climate conscious carbon label	–	Climate declaration
데이터 수집범위	전과정	전과정	전과정	전과정	전과정	전과정
환경측면 고려범위	기후변화	기후변화 재활용성 등	기후변화 재활용성 등	기후변화	기후변화	기후변화
정보제공 방식	환경성 선언	환경성 선언	상대적 우수등급제	상대적 우수등급제	환경성 선언	환경성 선언
대상제품	전제품	B2C	B2C	전제품	전제품	전제품
마크	reducing with the Carbon Trust CO2	INDICE CARBONE 450g de CO2 voir au dos	approved CO2 by climatop	CLIMATE CONSCIOUS SILVER	123g CO2	EPD
특징	기후변화에 대한 환경측면만 고려	이산화탄소 포함한 다중 환경측면을 고려	동일제품 중 기후변화와 기타 환경성이 우수한 제품에 부여	동일제품 중 우수한 제품에 부여하는 등급제	기후변화에 대한 환경측면만 고려	기후변화에 대한 환경측면만 고려

위의 <표 4-7-4>와 같이 현재 각국에서 시행 중인 탄소 발자국 제도들은 모두 제품의 생산부터 폐기까지 전과정에서의 온실가스를 측정하고 있다. 하지만 영국과 미국, 일본, 스웨덴은 온실가스에 대한 정보만을 제공하는 반면에 프랑스와 스위스는 기후변화 정보를 위주로 제공하면서 재활용성 등 기타 환경성 정보를 추가적으로 제공하고 있다. 또한 환경성 정보유형을 보면, 영국과 프랑스, 일본, 스웨덴은 단순히 탄소발자국을 제품에 표기하는 방식이지만 스위스와 미국은 등급 또는 랭킹을 제품에 표기하고 있다. 이렇듯 탄소발자국 제도는 나라별로 다른 형태로 시행되고 있다.

II 탄소발자국 제도

1 국내 탄소 발자국 제도의 개념

국내에서 탄소발자국은 탄소성적표지라는 이름으로 시행되고 있다. 아래의 <그림 4-7-1>과 같이 탄소성적표지는 제품과 서비스의 전과정인 원료채취에서부터 소재생산, 부품생산, 제품생산, 수송 및 유통, 제품사용, 제품폐기에 이르는 동안에 발생한 온실가스 배출량을 이산화탄소로 환산해서 제품에 표기하는 것이다. 이는 녹색소비자에게 제품의 친환경성을 비교하여 제품을 구매할 수 있도록 유도하고자 하는 제도이다.

그림 4-7-1 전과정평가 개념도



탄소성적표지는 2008년 시범 인증을 시행하여 문제점을 수정·보완한 후 2009년도 2월에 정식으로 시행되었다. 탄소성적표지 인증 업무를 담당하고 있는 '환경산업기술원'은 2012년까지 제품군별로 저탄소기준을 개발하여 총 300개 제품에 저탄소제품 인증을 부여하는 것을 목표로 하고 있다.

2 국내 탄소 발자국 제도의 운영 방안

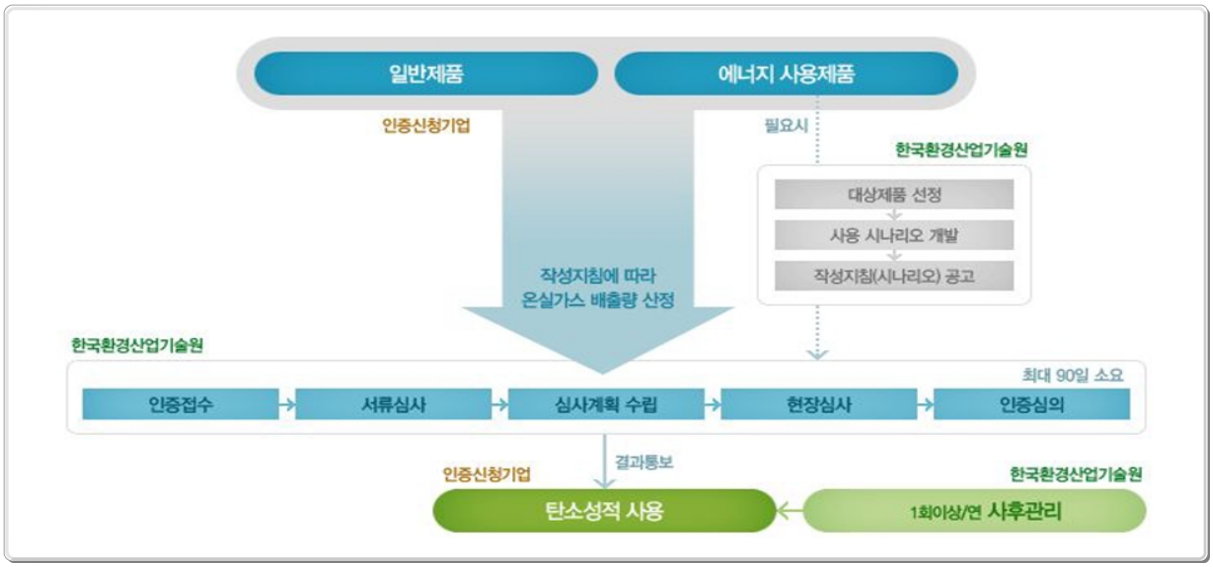
1) 인증 대상

탄소성적표지 대상 품목은 의약품과 의료기기 및 1차 농·수·축·임산물을 제외한 모든 제품이다. 또한 해외에서 국내로 수입한 제품이나 OEM으로 납품받아 자사브랜드로 판매하는 제품도 탄소성적표지 인증이 가능하다. 하지만 국내에서 제조하여 해외로 수출하는 제품은 인증대상에서 제외된다. 특히 인증대상제품에 포함되더라도 탄소배출량 계산에 필요한 데이터의 수집이 불가능하거나 소비자에게 왜곡된 정보를 제공할 수 있는 제품은 인증을 받을 수 없다.

2) 인증 기준 및 절차

인증 기준은 제품군인 비내구재 일반제품, 내구재 일반제품, 생산재 일반제품, 서비스, 에너지사용 내구재 별로 각각 다르다. 유럽의 환경 규제인 'EnP(Energy using product; 친환경제품설계의무지침)'의 대상제품인 에너지 사용 내구재를 제외한 나머지 4가지 제품군은 'Class 2' 인증기준과 해당제품에 대한 사용 시나리오 기준을 동시에 사용해야 한다. 즉, Class 1 기준을 적용하는 제품은 추가 인증 기준이 없이 곧바로 인증을 추진할 수 있지만, Class 2를 적용하는 제품은 해당 제품에 대한 사용 시나리오가 있는지의 여부를 확인하고 나서, 사용 시나리오가 없으면 소정의 절차를 따라 시나리오의 개발을 요청해야 한다. 탄소성적표지 인증 절차는 아래의 <그림 4-7-2>와 같다.

그림 4-7-2 인증 절차[266)]



인증을 받으려는 제품은 작성지침에 따라 필요한 데이터를 수집하고 온실가스 배출량을 산정하여 인증신청보고서를 작성한 뒤 인증신청서와 함께 인증기관인 한국환경산업기술원에 제출한다. 이어서 인증기관은 서류심사와 현장심사를 진행하고, 현장심사 결과가 보완되면 심의위원회가 인증 여부를 판정하게 된다. 인증신청자는 인증 적합 여부를 통보받으면 표지사용계획서를 제출하고, 인증 결과를 3년 동안 사용한다. 인증 소요일수는 최대 90일 이며, 이때 인증 신청자가 보완하는 기간은 산입하지 않는다. 인증은 3년간 유효하며, 사후관리는 인증기간이 1년이 경과한 시점에서 연간 1회 진행된다. 인증신청 제품이 에너지 사용제품일 경우에는 작성지침 2(에너지 사용제품용)와 작성지침3(사용시나리오 지침)에 따라 필요한 데이터를 수집하여 온실가스 배출량을 산정한 후 인증신청보고서를 작성하여 인증신청서와 함께 인증기관에 제출하게 되고, 그 이후의 진행과정은 동일하다.

3) 인증 종류 및 마크

탄소성적표지 인증은 2단계로 구성된다. 1단계 인증은 탄소배출량 인증이며, 인증기준에 따라 계산된 탄소발자국이 명확하다는 것을 인증기관이 승인하는 단계이다. 탄소배출량 인증 마크는 아래의 <그림 4-7-3>과 같다.

266) http://www.edp.or.kr/carbon/system/system_process.asp

그림 4-7-3 탄소배출량 인증 마크



2단계 인증은 저탄소상품 인증으로서, 1단계 인증을 취득한 제품이 저탄소 기술 개발을 통해 국가가 제시하는 감축목표를 달성하였을 경우에 한하여 인증을 부여한다. 따라서 환경마크 인증제품이 동일 용도의 제품들보다 상대적으로 우수한 제품이라면, 저탄소상품은 절대적으로 탄소배출량을 감축한 제품이다. 저탄소상품인증 마크는 아래의 <그림 4-7-4>와 같다.

그림 4-7-4 저탄소상품 인증 마크[267)]



4) 탄소발자국 계산

탄소발자국은 아래의 식에서 보는 것과 같이 전과정 단계별로 수집한 활동량 데이터 값을 해당 활동데이터에 대한 탄소배출계수와 곱한 후에 이들을 합한 값이다.

$$탄소발자국 = \Sigma\Sigma[활동량(A)_{ij} \times 배출계수(E)_j]$$

i : 전과정 단계
j : 원료 또는 에너지, 폐기물 등

즉 탄소발자국을 계산하기 위해서는 활동량 데이터를 측정해야 하고 활동 데이터별 탄소배출계수를 수집해야 한다.

267) http://www.edp.or.kr/carbon/system/system_mark.asp

(1) 활동량 데이터 측정

활동량 데이터는 기업이 제품을 제조하는 과정에서 직접 발생시킨 온실가스의 배출량과 협력사 등에서 간접적으로 배출시킨 온실가스 배출량을 말한다. 즉, 직접 배출량 데이터는 기업에서 사용한 원료와 에너지의 사용량을 말하며, 여기에는 기업이 운행한 운송수단에서 사용된 연료도 포함된다. 또한 간접 배출량 데이터는 협력사에서 원재료 및 부원료를 제조하는 과정에서 발생한 배출량이다. 간접배출량을 계산하기 위해서는 제품제조를 위해 협력사 등에서 사용한 원재료와 부원료의 투입량 데이터가 필요하다. 또한 제품의 폐기 및 재활용 과정에서 사용한 에너지원이나 배출물의 처리과정에서 발생한 배출량도 활동데이터로 수집된다.

(2) 탄소배출계수 수집

탄소배출계수 데이터는 환경부에서 제공한 탄소배출계수와 해외공인기관에서 제공한 탄소배출계수가 있다. 본 제도에서는 환경부에서 제공한 탄소배출계수의 사용을 우선시하고 있으며, 국내 데이터가 없는 경우에만 해외 공인기관의 배출계수를 사용하도록 하고 있다.

5) 인증 현황

2010년 3월 30일 현재 42개 기업의 165개 제품이 1단계 탄소배출량 인증을 받았다. 인증 제품 중에는 식품류가 가장 많았으며, 물, 음료, 두부, 유제품, 과자류, 분유류 뿐만 아니라, 가구, 보일러, 세탁기, 정수기, 샴푸, 바디용품, 유리, 육로운송서비스, 항공서비스, 송배선 전력시스템, 자동차, 반도체 등 그 종류가 다양하다. 올 하반기에는 시범사업을 통해 2단계 저탄소상품 인증 제품이 출시될 예정이다.

제8장

녹색구매·지속가능한 소비

Ⅰ 기후변화와 친환경 녹색소비

1 녹색소비와 친환경 소비의 이해

출처_'식생활을 중심으로 한 녹색소비자교육이 초등학생의 환경인식 및 태도에 미치는 영향', 서울교육대학원 교육대학원, 백자경, 2010.6

1) 녹색소비의 개념

녹색소비는 생태계의 부담을 덜어 주는 소비로 소비 행위의 범위는 구매, 사용, 처분을 의미하고 있으며, 녹색소비는 소비량 자체를 줄이는 것으로 자원고갈과 환경오염을 방지하는 것이며, 구매 시 환경상품을 구매하고, 사용할 때 절약 및 환경보전행동을 하며 처분 시 환경보전적 행동을 하는 것이다(노영화 · 강성진, 1992)[268].

녹색소비는 자원과 에너지의 흐름을 바꾸고 친환경적인 경제구조를 만들어갈 수 있다. 즉, 친환경적인 소비를 통하여 녹색사회를 구성하는 가장 근본적인 단위가 될 수 있다. 환경마크가 인증된 상품의 구매, 3R 소비 등이 고려되어야 한다(김성균, 1997)[269].

소비자는 환경문제를 해결하는 구매력, 건전한 소비 실천행동을 정착시키는 힘을 가지고 있다. 소비자의 구매력은 기업을 상대로 환경에 보다 적합하고 지속가능한 생산 활동을 하도록 하고, 새로운 소비생활문화를 확산시켜 건전한 소비 실천행동을 정착시킨다. 소비자들은 지속가능한 소비문화의 토대를 형성하는데 중요한 역할을 하게 된다. 지속가능한 소비문화는 녹색소비를 통해 구체화된다. 녹색소비는 녹색제품을 위주로 소비가 이루어지는 녹색시장을 창출한다. 지속가능한 소비문화를 정착시키기 위해서는 녹색시장의 확대가 필요하다(환경부, 2005)[270].

268) 노영화 · 강성진, '환경보전을 위한 가정 소비생활 개선 방안 연구', 한국소비자보호원, 1992
269) 김성균, '녹색사회를 향한 친환경적 소비에 관한 연구', 지역연구학회, 16권 101-116, 1997
270) 환경부, '함께 가꾸는 푸른 세상', 2005

2) 친환경적 소비의 개념

출처_'녹색사회를 향한 친환경적 소비에 관한 연구', 김성균, 지성연구(地城硏究), 제16집, 1997. 12

친환경적 개념이 사회전반에 확산되면서 다양한 형태의 도시모형들이 제시되고 있다. 예를 들면, 'green city', 'eco-city', 'liveable city', 'the resourceful city', 'environmental city', 'compact city'[271]등이며, 이 유형들은 친환경적 소비를 모색하기 위한 친환경적 도시형태들이다. 이렇게 용어가 다양함에도 불구하고 이들이 추구하는 목표의 지향성은 친환경적 소비체계를 구현하는 것을 전제로 하고 있다. 이와같은 개념이 지향하는 소비체계는 환원적・기계적・자기주장적・남성적이기 보다는 전체론적・유기적・생태적・여성적 접근을 중심으로 진행되고 있다. 이와같은 접근 방법은 자연생태계의 특성을 충분히 고려하여 인간과 환경이 공존하는 소비체계를 만드는 것이다.

즉, WECD에 의해 제시된 지속가능한 개발(ESSD, Environmentally Sound and Sustainable Development)의 개념은 "미래의 우리 후손들이 그들 스스로의 욕구를 충족시켜 나갈 수 있는 성장"[272]에 관한 내용을 현재의 소비체계에 적용시켜 친환경적 소비체계를 구축하는 것이다.

지속가능한 개발이 지구 수용력의 범위내에서 이루어져야 하며 자원배분은 미래세대의 형평성을 유지하여야 한다. 그러므로 지속가능한 소비는 지속가능한 개발이 제시하고 있는 한계성과 필요성에 대한 지향성에 근거하고 있다.

표 4-8-1 친환경적 소비의 개념

개념	주요요소	철학적 배경	지리적 관점
Ghost Acres Geong Bongstrom, (1968)	Agricultural land (농토)	Population limits (인구제한)	Nation/Plant (국가/공장) (예 : "The Hungry Plant")
Environmental Space Milieudefence,(1992)	Carrying Capacity(수용력) /Equity(공평성)	Global Fair Shared (지구적으로 공정한 분배)	Nation/Plant (국가/공장) (예 : "Sustainable Netherlands")
Ecological Rucksacks Friedrich Schmidt-Bleek(1992)	Material Throughput(물질처리량) /Intensity(효력)	Ecological Modernization (생태학적 근대화)	Nation/Region (국가/지역)
Ecological Footprints William Rees(1992)	Land Area(토지면적) /Carrying Capacity(수용력)	Bioregionalism (생태지역주의)	Local Community/Plant (지역사회/공장) (예 : Low Fraser Vally)
Food Miles SAFE Alliance,(1994)	Distance to Market(시장의 거리)	Self-Reliance (자기-신용)	Nation/Plant (국가/공장)

※ 자료 : Internatuonal Institute for Environment and Developmnet, 1994. 한국환경기술개발연구원, 「환경친환적 소비사회 구축방안」, 1996. 5. p.13

271) Petter Nijkamp & Adriaan Perrels, (1994), Sustainable Cities in Europe, London : Barthscan, p.3
272) World Commission on Environment and Development(1987), Our Common Future, London : Oxford University Press, p.43.

지속가능한 소비는 “미래세대의 필요한 부분에 대하여 손해를 주지 않으면서 제품이나 서비스의 생애를 통한 폐기물과 오염물의 배출뿐만 아니라, 자연자원과 특정물질의 사용을 최소화하는 동시에 인간의 기본적 필요와 더 나은 활동을 가져올 수 있는 서비스와 이와 관련된 제품의 사용”[273]에 대한 사회적 행위를 구체화시키는 것이다. 즉 친환경적 소비는 미래세대의 소비기반에 피해를 주지 않으면서 현세대의 소비를 충족시키는 체계를 의미한다. 다시 말하면, 친환경적 소비는 자연자원의 추출, 처리과정, 상품제작과정, 상품의 구입·소비·처리과정이 유기적으로 연결된 체계인 것이다. 또한 친환경적 소비는 물질순환의 전과정을 유기적 관점을 가지고 각 구성요소를 소비함으로써 인간이 감수하여야 할 환경피해를 극소화하는데 있다. 즉, 환경을 배려한 사고와 행위가 진행되는 소비활동을 지향하는 소비를 의미한다.

3) 친환경적 소비의 평가기준

친환경적 소비에 대한 평가기준을 정립하는 것은 상당히 어려운 일이다. 그러나, 친환경적 소비도 친환경적 개발의 맥락에서 이해할 수 있다.

친환경적 개발은 동적인 과정에 대한 개념으로써 자원의 효율적 활용·생태보전적 기술개발·현세대와 미래세대가 조화된 행위를 의미한다. 소비는 지속가능성과 비지속가능성에 대해 분석하기 위해 반드시 구분되어야 한다. 우선 소비의 지속가능성(sustainability) 여부를 어떻게 판정할 수 있는가에 대한 검토가 필요하다. 이에 대한 논의는 다양하나, 소비에 대한 평가기준은 다음과 같이 정의할 수 있다.[274]

(1) **환경이용공간(Environmental Utilization Space of Ecospace)** : 인간의 경제적 행위를 지원할 수 있는 생물계의 환경기능용량을 지칭한다. 때로는 지구적인 공평분담원칙에 의한 국별 또는 인구당 수준으로 정의된다. 즉 동종자원에 대한 미래세대의 이용가능성을 해함이 없이 지구전체적으로 허용가능한 오염물질 배출총량, 갱신불능자원의 사용총량, 농지와 산림의 이용총량을 지칭한다.[275]

(2) **생태적발자취(Ecological Footprint)** : 어떤 사회를 기능적으로 지원하기 위해 요구되는 토지로서 당해사회가 점유한 토지영역을 넘어서는 부분을 말한다.

273) Symposium : Sustainable Consumption(19-20 January 1994, Oslo Norway), p.10. 한국환경기술개발원, 「환경친화적 소비사회 구축방안」, 1996.5. p9. 재인용

274) Environment Policy Committee OECD(1995), Final Report of OECD Experts Seminar on Sustainable Consumption and Production Patterns held at MIT from December 18 to 20., 1994 : pp.1-6

275) Friends of the Earth Netheriands(1992), Sustainable Netherlands Action Plan.

(3) **생태배낭(Ecological Rucksacks)** : 어떤 소비재가 그 생애를 통해서 수반되는 물질흐름의 총량을 말한다.

(4) **생태적 효율성(Eco-Efficiency)** : 경제적 비용과 환경영향을 감소시키기 위한 물질과 에너지의 보다 효율적인 이용을 말한다.

(5) **식품수송거리(Food Miles)** : 어떤 사회의 소비에 제공하기 위한 식품의 수송거리로서 자급을 위해 요구되는 최소거리를 지칭한다.

그리고, 보다 현실적으로 지속가능소비보다 친환경적 소비체계의 평가기준은 제품과 용역을 구매·사용·폐기하는 과정을 중심으로 논의할 수 있다. 즉 환경오염의 방지와 자원 및 에너지의 절약이라는 환경보전의 세부적인 목적에 맞추어 환경보전적 소비행위를 지향하는 평가기준이다.[276] 우선적으로 제품구매단계에서는 환경오염도를 낮추는 상품, 자원과 에너지를 적게 사용하는 상품, 폐기물 발생량이 적고 재활용이 용이한 상품을 구매에 대한 평가기준으로 선정하는 것이다. 그리고 제품을 사용하는 단계에서는 제품을 아껴서 사용수명을 연장하여 폐기물 발생을 줄이고 새로운 제품생산을 위한 자원과 에너지를 절약하여 이 제품의 사용을 위해 필요한 에너지와 자원소비를 줄이는 것에 대한 평가기준이다. 그리고 제품의 폐기단계는 전자의 단계보다 소비자의 자발적인 노력이 개입할 소지가 큰데 폐기물 발생량을 원천적으로 줄이고 폐기물을 재활용품과 철저히 분리하여 재활용이나 재이용이 용이하도록 하는 것에 대한 평가기준을 선정하는 것이다.

이와같이 볼 때, 친환경적 소비에 대한 평가기준은 상품의 구매·사용·폐기하는 과정에서 환경오염방지·에너지 절약·환경보전 등의 세부적인 목적이 고려되어야 한다.

표 4-8-2 친환경적 소비행동에 대한 평가기준

단계	소비자 행동의 목표	구체적 실천사항
구매	환경보전형 상품의 구매	환경에 도움을 주는 상품의 구매 자원 및 에너지 절약형 제품의 구매 재이용 및 재활용가능한 제품의 구매
사용	환경보전지향적 사용	제품의 장기적 사용 자원 및 에너지의 절약 환경오염저감을 위한 절약적 사용
폐기	환경보전지향적 폐기	폐기물 발생량의 저감 폐기물재활용이 용이하도록 폐기물의 분리배출

※ 자료 : 한국소비자보호연구원, "환경보전을 위한 가정소비생활 개선방안 연구", 1992, p.14.

276) 한국소비자보호연구, '환경보전을 위한 가정소비생활 개선방안 연구', 1992, p12-14

4 녹색소비와 친환경 소비의 필요성

출처_'식생활을 중심으로 한 녹색소비자교육이 초등학생의 환경인식 및 태도에 미치는 영향', 서울교육대학원 교육대학원, 백자경, 2010.6)

지금까지 바람직한 소비생활은 자신의 욕구를 정확하게 파악하여 상품 정보를 충분하게 알아본 후, 주어진 예산 범위 내에서 계획을 짜서 가장 효용성 있는 제품을 구매하는 것이었다. 이러한 소비생활을 합리적 소비라고 하는데 이때의 합리성은 경제적 의미에서의 합리성이다. 그러나 오늘날과 같은 환경 위기의 시대에는 소비를 할 때 돈의 가치를 제대로 실현하는 일 못지않게, 소비가 환경에 미치는 영향을 고려하는 소비생활이 요구된다. 이러한 소비생활이 녹색소비이며 자연을 보전하며 환경오염을 줄이고, 자원을 아껴쓰는 소비생활을 실천하려고 노력하는 소비자를 녹색소비자라고 부른다. 녹색소비는 환경친화적인 제품의 구매, 환경오염 상품에 대한 불매, 에너지 및 자원 절약과 재활용 등 다양한 방식을 통해 환경을 고려하는 생산과 소비 행태로의 변화를 유도하고 있다.

녹색소비가 필요한 이유는 크게 다음의 세 가지로 나눠볼 수 있다.

첫째, 미래세대의 욕구충족을 배려하기 위해서이다. 현세대의 욕구충족을 위해 현재와 같은 소비행태를 계속한다면 자원고갈과 환경파괴는 계속될 것이고 미래세대가 더 이상 소비행위를 하지 못하게 되는 상황이 올 수도 있다. 스스로의 의지가 아니라 앞 세대의 무분별함으로 인해 미래 세대의 욕구가 제한되는 일은 없어야 할 것이다. 이에 소비를 통한 행복의 추구가 미래세대에서도 지속적으로 실현될 수 있도록 하기 위해 녹색소비가 필요하다. 위와 같은 의미에서 녹색소비가 지속가능한 소비생활을 뜻한다고 할 수 있다.

둘째, 녹색소비는 진정한 행복을 추구하는 길이다. 녹색소비는 자신의 욕구가 과연 진정한 필요에서 나온 것인가를 반성하는 데서부터 시작된다. 소유 욕구에서 한 걸음 벗어나 이 물건이 진정으로 나에게 필요한 것인가를 생각하는 것이다.

셋째, 더불어 사는 삶을 가져온다. 녹색소비는 나와 우리 가족만이 아닌 다른 지역에 사는 사람들, 자연생태계의 모든 생물, 나아가 미래 세대가 더불어 사는 지혜를 모색하는 것이다. 소비란 극히 개인적 행위이지만 녹색소비는 인간과 인간의 공동체적 삶을 더욱 확대시킨다(녹색소비생활 지침서, 1997)[277].

277) 녹색소비생활 지침서, 한국환경민간단체진흥회, 환경마크협회, 1997

녹색소비에 대한 소비자들의 이해와 인식의 폭이 넓어지고 실천으로 이어져 소비행태가 변화되고 결국 우리의 환경을 살리는 방법이 될 수 있다. 그러나 녹색소비생활은 개인적인 차원에서의 노력만으로 쉽지 않기 때문에 학교에서의 체계적인 교육과 함께 지역별 모임, 환경 단체, 소비자 단체 등과의 협력이 필요하다.

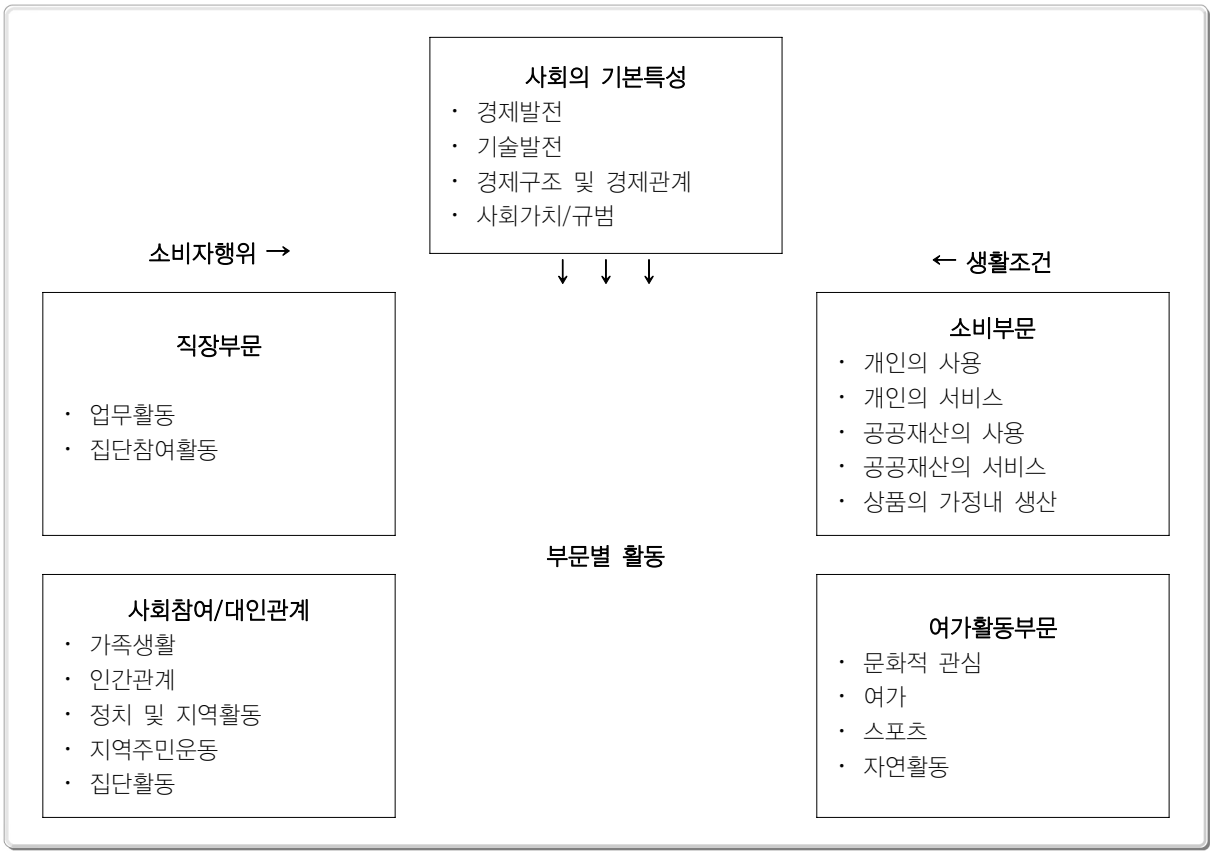
II 친환경적 소비사회로의 발전

1 친환경적 소비사회의 소비체계

소비는 개인의 소비행위 그 자체가 매우 다양하므로 이를 종합화하는 것은 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면, 소비행위를 다루는 변수들이 다양성을 지니고 있기 때문이다. 소비행위는 가격, 소득수준, 성취도, 규제구조, 정보, 접근성, 이용가능성, 대인관계를 통한 소비행위, 개인적 관심 등의 다양한 요인들에 의해 영향을 받기 때문이다. 특히, 가정생활, 행위를 동반하는 여가활동과 같은 개인활동이 환경의 질에 영향을 미치는 소비형태는 환경보호 측면에서 중요한 의의를 지닌다.

또한, 직장, 가정생활, 여가생활 및 사회활동과 같은 생활의 여러측면을 통해서 소비형태는 다양화 될 수 있다. 그리고 소비가 개인적 소득수준을 평가하는 현대사회의 관점을 현 사회의 생활양식과 문화의 표현이라고 할 수 있다. 그러나, 사회의 소비양식은 경제정책, 자원관리, 환경관리 등을 집행하는 국가정책에 의해서 가격・소득・소비자의 재화와 용역의 선택기준에 영향을 받기도 한다. 소비에 대한 의사결정은 재화의 가격과 재화의 대체・가격・소비에 의해 영향을 받는다.

그림 4-8-1 소비체계의 다양성



사회적 소비는 건조환경이나 집합적 소비부문에 대한 자본축적의 양태에 따라 영향을 받기도 한다. 즉, 건조환경이나 집합적 소비부문에 대한 개별소비자의 의사결정은 친환경적 소비형태를 배제할 수 있다. 그러므로, 친환경적 소비사회를 유지할 수 있는 하부구조의 구축과 문화적 규범이 구성되고 승용차위주의 도시교통구조, 자원절약형 사회기반시설 구축, 소비지향적 풍습과 문화 배척 등이 고려되어야 한다.

소비체계의 다양성에 대한 대안은 인간과학적 접근과 공간체계적 접근을 구분되어야 한다(표 4-8-3 참조). 인간과학적 접근은 인가이 자연을 지배하는 상태에서 자연적 입장을 충분히 고려하여 개발을 위한 철학적 기초를 마련한다.[278] 친환경적 소비체계의 인간과학적 입장을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 환경용량에 대한 정확한 조사가 진행되어야 한다. 이는 지속가능한 도시나 생태

278) 필자는 인간과학적 접근은 기계론적 사고가 아닌 생태중심적 사고를 기초로 한다. 이와 유사한 서구의 환경론적 개념은 근본생태론자(심층생태학, 생태중심주의) 들이 있다. 근본생태론자들은 인간이 자연을 지배하는 비이성적인 인간의 문제에 대해 회의적 반응을 보이면서 인간과 자연은 공존공생하는 관계로 설명하고 있다. 만약 자연이 인간에 의한 파괴가 지속된다면 자연훼손에 대한 피해는 인간에게로 다시 돌아온다는 주장이다.

도시를 구축하기 위한 선행조건으로서 자연자원 활용에 대한 배려와 생물다양성을 확보하기 위한 것이다.[279]

둘째, 사회문화적 조건을 생태적으로 갖추어야 한다. 이는 소비지향적 생활양식의 극복과 생태공동체 교육, 주체적 환경실천과 참여를 통하여 가능하다.

셋째, 정치적 조건을 사회정치적 형평성과 지방분권의 강화, 정책결정 과정의 민주화가 선행되어야 한다.

넷째, 경제성장부분에 있어서는 총량적 경제성장을 탈피하여 자원저소비·공해 저감형 산업구조가 요구된다.

다섯째, 공간부분에 있어서는 개발과 환경보호 중에서 환경보호가 우선되는 개발이 이루어져야 한다.

이와같이 볼 때, 인간과학적 관점의 개발은 경제·정치·사회문화·공간부분에서 인간과 자연이 상호간의 유기적 관계를 유지할 수 있는 정책을 입안할 수 있도록 하는 초보적 단계의 인간행위에 대한 관점이라고 할 수 있다. 만약 이러한 조건들이 선행된다면 경제적 영역에서 발생하는 생산-소비과정에서의 각 단계별 과정에서 나타나는 자연환경에 미치는 문제점을 최소화시킬 수 있기 때문이다. 즉 자연자원을 채취하여 이를 상품으로 만들기 위한 개발과 생산단계를 거치면서 이 상품을 소비하고 배출하고 처리하는 전체적인 과정에 관한 자원순환체계가 생태적 배려를 충분히 하여야 하기 때문이다. 이는 환경적 영역에서 경제적 영역으로 들어갔다가 다시 환경적 영역으로 되돌아가기 때문이다.

그리고, 공간체계적 접근은 인간과학적 접근을 바탕으로 하여 이행되어야 한다. 앞에서 제시한 조건들을 구체화 시키는 단계로서 공간상에서 체계적으로 생태적 입장을 고려하는 부분이다.

첫째, 자연자원단계에서는 지역환경 및 수용량 등을 조사하고 이를 바탕으로 하여 자연생태계정책을 수립하여야 한다.

둘째, 상품의 개발단계에서는 환경친화적이며 복지지향적 개발이 진행되어야 한다. 적정개발규모계획, 최적입지균형개발, 개발이행의 형평성이 고려되어야 한다.

---

279) 환경용량에 대한 연구는 OECD국가를 중심으로 하여 GNP내에 보조계정이나 EDP(Environmental Domestic Product)를 별도로 선정하여 환경용량을 파악하거나 프로그램을 진행시키고 있다. 그러나 한국의 경우 환경기술개발연구원에서 1994년에 연구가 있었으나 연구자는 자료의 부족과 통계자료의 미흡으로 많은 어려움이 있었다고 주장하고 있다. 이 환경용량은 기존 GNP의 문제점 보완을 위한 자료로도 사용될 수 있다. Victor Anderson은 GNP의 문제점을 16가지로 구분하고 있는데 그 중에서 환경용량을 고려하여 GNP를 산정하여 된다는 것이다. 이러한 형태의 GNP를 Green GNP, 녹색GNP, 그린GNP라고 부르고 있다. 자세한 내용은 아래 논문을 참고바람
- 김승우, 「ESSD 달성을 위한 거시환경지표의 개발 및 정책수단 개선에 관한 연구」, 환경기술개발연구원, 1993.
- 김승우, 「환경용량구축에 관한 연구」, 환경기술개발연구원, 1994.
- 최용일, 「Green GNP 제도의 도입에 따른 환경영향평가제도 개선방안」, 한국개발연구원, 1994.
- Victor Anderson(1991), Alternative Economic Indicators, London : Routledge.

셋째, 생산단계에서는 대체에너지개발, 생산공정축소화, 환경친화상품의 개발이 있어야 한다. 이 단계는 생활용품 뿐만 아니라 인간생활에 있어서 필요로 하는 모든 재화를 의미한다. 교통, 주택, 댐 등도 이 부분에 속하는 것이다.

넷째, 소비단계에서는 생태공동체적 의식·생활고양과 지역환경운동 등이 뒷받침되어야 한다.

이와같이 볼 때, 친환경적 소비는 물질적 대상을 중심으로 전개하는 것이 아니라, 우선적으로 인간과 자연의 상호관계에 대한 인식의 전환이 요구된다. 인간생활은 개발을 중심으로 생활을 영위하는 과정에서 경제적 영역에 대한 노력은 충분히 하면서 이로 인하여 발생하는 환경적 영역은 충분히 배려를 하지 못하였다. 이 부분이 충족되기 위해서는 인간과학적 입장이 추구되어야 하며 이를 기초로 하여 공간체계적 접근이 진행되어야 하는 것이다. 즉, 친환경적 소비는 각 단계별 내용이 통합적이며 유기적 관계를 유지하면서 진행되어야 한다.

다섯째, 배출단계에서는 재생산업 육성, 재생산품사용이 촉진되어야 한다.

여섯째, 오염배출통제 및 기준강화와 환경기초시설의 확충을 통하여 처리단계가 있어야 한다.

표 4-8-3 친환경적 소비체계의 과정

녹색사회를 지향하기 위한 체계별 과정				
인간 과학적 접근	인간생활에 있어서 올바른 이성이 정립될 수 있도록 노력하는 단계로서, 정치적 조건이나 사회문화적 조건들에 의하여 형성되는 부분들이다. 인간이 생활이 경제적 영역에만 국한하지 않고	→	공간 체계적 접근	이 접근은 인간과학적 접근을 기초로 하여 형성되어야 하며 공간이나 경제적 영역이 여기에 해당한다. 생산의 단계는 인간생활에 필요한 모든 재화를 의미한다. 교통, 주택, 댐 등이 여기에 속한다.

⇩

1단계 : 자연자원	2단계 : 개발	3단계 : 생산	4단계 : 소비	5단계 : 배출	6단계 : 처리
환경영역	경제영역			환경영역	
· 지역환경 및 수용량 조사 · 자연생태계 조사	· 적정개발 규모계획 · 최적입지 균형개발 · 개발이해의 형평성	· 대체자원 에너지 개발 · 생산공정 축소화 · 친환경적 개발	· 생태공동체 의식 및 생활고양 · 지역환경운동의 활성화	· 분리수거 · 고도의 정화처리 · 재상산업육성 및 재생품 산업육성	· 오염물질 배출봉제 및 기준강화 · 환경기초 시설확충 · 청정시설

이와같이 볼 때 친환경적 소비는 물리적 대상을 중심으로 전개하는 것이 아니라, 우선적으로 인간과 자연의 상호관계에 대한 인식의 전환이 요구된다. 인간생활은 개발을 중심으로 생활을 영위하는 과정에서 경제적 영역에 대한 노력은 충분히 하면서 이로 인하여 발생하는 환경적 영역은 충분히 배려를 하지 못하였다. 이 부분이 충족되기 위해서는 인간과학적 입장이 추구되어야 하며 이를 기초로 하여 공간체계적 접근이 진행되어야 하는 것이다. 즉, 친환경적 소비는 각 단계별 내용이 통합적이며 유기적 관계를 유지하면서 진행되어야 한다.

2 친환경적 소비의 목표와 수단

1) 친환경적 소비의 목표

친환경적 소비의 목표는 현세대와 미래세대간의 형평성과 안전성을 유지하는 것이다. 이것을 유지시키기 위해서는 사회적 소비행위가 친환경적으로 접근하여야 하며 이와같은 친환경적 소비사회의 지향하기 위해서는 제도・물적기반・유인제도(incentives) 등을 통해서 가능하다. 즉, 녹색사회는 정책적・경제적・사회적 수단이 총체적 결합을 통해서 가능하다. 정책적 수단은 친환경적 입법과 기준을 통해서 행위를 행사되는 물리적 수단을 의미하며, 경제적 수단은 친환경적 행위를 할 수 있도록 유인책을 제공하는 것으로서 재산권과 책임성의 확립, 자원이용부담금, 예치금 환불, 친환경적 재화와 소비를 위한 가격예고를 위한 차등세금부과, 친환경보조금 등을 지원하는 것을 의미하며, 사회적 수단은 친환경적 의식함양가 교육의 역할을 의미한다.

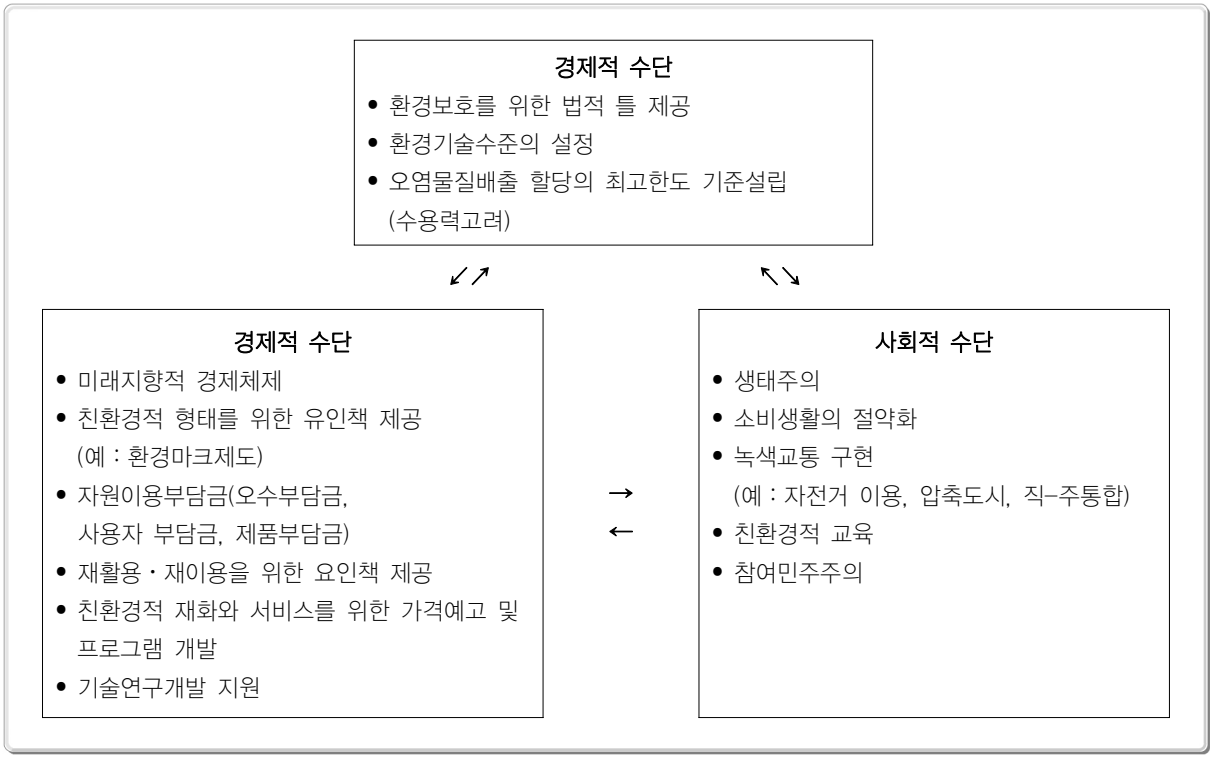
2) 친환경적 소비의 수단

(1) 정책적 수단

정책적 수단은 생산 및 소비과정에서 발생하는 소비행태에 대한 지시와 규제를 담당하는 부문이다. 정책적 수단은 환경보호를 위한 법・제도적인 틀을 마련하고 다양한 정책수립을 위한 기준을 제시한다. 그리고 환경에 관련된 부분들에 대하여 기술수준을 설정

하고 오염물질 배출 할당 및 어획량·벌채와 같은 자원할당의 최고한도를 설정하는 것을 의미한다. 특히, 입법부문은 폭넓은 참여유도와 행위자의 대응과 행태에 대한 높은 신뢰성이 기대되기도 한다. 특히, 할당량 부문에서는 기업과 시장행위자간 거래가 허용될 때 오염행위허가제의 비용절감과 신축성을 창출할 수 있다.

그림 4-8-2 친환경적 소비 수단



(2) 경제적 수단

경제적 수단은 환경과 개발의 조화를 도모하기 위한 유인책을 경제행위 과정에 친환경적 개념을 부여하는 것이다. 물자낭비의 저감과 쓰레기 저감효과를 창출하기 위하여 자원이용에 대한 부담금을 부여하거나, 재활용·재이용 유인책을 제공하거나, 환경친화적 재화와 서비스 소비를 위한 가격예고가 이루어져야 하며 환경개선 기술연구개발을 자극하여 환경친화적인 생산시장을 유도하여야 한다.

(3) 사회적 수단

사회적 수단은 국민의 생태의식의 제고와 환경에 대한 시각과 형태의 변환을 추구하기

위한 것으로써 환경교육과 프로그램의 개발을 통하여 생태주의・소비생활의 절약화・녹색교통의 구현・참여민주주의 등이 이루어지는 것을 의미한다.

3 친환경적 소비사회를 위한 실천구조

1) 실천구조 : 녹색사회를 향한 소비의 정치화

녹색사회를 향한 소비사회의 정치화는 정부정책, 소비자의 노력, 생산자의 노력 NGO 등이 총체적으로 결합되어 녹색소비를 지향하는 실천구조를 의미한다. 이러한 것은 각계각층이 환경문제와 자원문제에 대한 새로운 인식을 가지고 자신의 맡겨진 몫을 충실히 이행할 때 녹색사회가 이루어지는 것이다. 또한 각 분야별 특성을 고려하여 충실한 실행계획이 접목되었을 때 효과를 극대화 시킬 수 있다. 즉, 녹색사회는 친환경적 소비체계를 거치면서 각 분야별로 실천구조를 지니고 있어야 하며 이러한 실천구조를 녹색사회를 향한 소비체계의 정치화라고 할 수 있다.

이러한 실천구조는 사회를 구성하는 모든 체계가 생물권과의 슬기롭고 상호존중하는 체계, 즉 생태학적 지혜, 미래지향적 경제, 참여민주주의의 원칙 등이 상호관계를 유지하면서 진행될 때 가능하게 된다.

2) 친환경적 소비를 향한 주체별 역할

(1) 생태주의 : 정부・소비자・생산자・NGO의 공동적 입장

생태주의는 녹색사회를 구현하는데 있어서 아주 중요한 의미를 지니고 있다. 이는 생태철학과 행동주의가 동시에 접목된 것을 전제하고 있다. 그러므로 녹색사회를 향한 친환경적 소비체계의 정치화는 정부・소비자・생산자・NGO(Non-Government Organization)가 전일적인 생태학적 사고 또는 관계망 사고(network thinking)를 지니고 있어야 한다. 즉 일반적으로 환경보호론의 목표인 현상을 보호하거나 회복하는 것 이상으로 상호연관된 과정들인 자연의 복잡미묘한 조직망에 대한 인식을 통하여 정부・소비자・생산자・NGO와 자연사이의 상호작용 및 우리들 사이에서 적용시켜야 하는 것이다.

생태학적 사고의 광범위한 적용은, 그 스스로가 상호연관된 부분이자 동시에 완전한 것인 복잡한 역동적인 시스템의 그물로서의 사회활동의 구조와 정부·소비자·생산자·NGO 상호작용에 대한 인식을 중요시 여기고 있다. 즉, 녹색사회를 향한 친환경적 소비체계는 철저하게 생태학적 이어야 하며 정부·소비자·생산자는 사회활동 과정에서 전체론적 체제를 유지하여야 한다. 이러한 인식론에 근거한 친환경적 소비는 환경상품구매운동, 자원재활용운동, 생활협동조합운동, 녹색도시만들기 운동, 에코가족운동, 음식쓰레기 공동처리, 소각장 문제에 공동참여 등이 진행될 수 있다.

(2) 정부의 역할

정부는 사회적 책임을 주도하는 기구로서 사회정의 및 경제와 소비사회를 생태학적으로 재편성하려는 계획을 주도하여야 한다. 즉, 정부의 역할을 통하여 소비자나 생산자가 친환경적 소비체계를 형성할 수 있도록 사회적 대안이 마련되어야 한다. 정부가 친환경적 사회적 책임을 실현하기 위해서는 주요자원별 경제적 유인장치의 강화, 친환경적 조세체계의 구축, 에너지·자원절약형 도시개발과 관리, 친환경적인 물류체계의 구축, 친환경적 관광지개발, 감량과 재활용위주의 정책, 환경마크제도의 개선방향, 환경성 광고와 유사환경마크에 대한 규제 강화, 환경상품센터의 지원, 포장기준 위반행위에 대한 단속강화, 소비자의 구매의사결정 지원, 친환경적 소비자교육과 운동의 활성화 등이 선행되어야 한다.

(3) 소비자의 역할

소비가 욕구를 충족하는 행위이며 이는 행복을 보장하는 행위라고 생각한다. 그러나 경제적 의미가 우선시된 소비는 자원고갈과 환경파괴를 지속시키고 있다. 이제 친환경성이 중요시된 이 시기에는 소비자의 행위도 친환경적으로 전환되어야 한다.

이러한 녹색소비는 자원과 에너지의 흐름을 바꾸고 친환경적인 경제구조를 만들어 갈 수 있기 때문이다. 즉, 친환경적 소비를 통하여 인간과 인간간의 삶의 확대, 자연생태와 공존하는 지혜를 모색할 수 있으며 더 나아가 녹색사회를 구성하는 가장 근본적인 단위가 될 수 있다. 이와같이 친환경적 소비를 위해서는 환경마크가 인증된 상품의 구매, 암시적 광고에 대한 대처, 3R(Reduce, Reuse, Recycle) 소비 등이 고려되어야 한다. 즉, 구매단계에서 폐기단계에 이르는 전과정에서 구매욕구의 재음미, 상품의 환경성 판단, 자원과 에너지 절약, 폐기전 재사용, 쓰레기의 감량 및 재활용 등이 생활화되어야 하는 것이다.

(4) 생산자의 역할

기업의 생산활동으로 인하여 환경이 오염되고 자연생태계가 파괴되며 자연자원이 고갈되고 있다는 견해가 일반적이다. 특히, 소비를 고도화시키기 위한 기업들의 상품의 생산전략은 과도한 소비를 유도한다. 그러므로 환경보호에 있어 소비자의 역할이 중요시 되는 만큼 생산자의 역할도 환경을 보호한다는 측면에서 매우 중요한 일이다.

기업은 생산공정, 기술 및 제품들이 환경에 미치는 영향을 최소화하는 생산을 지향하여야 한다. 이를 위해 LCA(Life Cycle Assessment) 기법 등을 활용하여 제품의 환경성을 검토하여야 한다. 이 기법은제품의 생산단계에서부터 폐기에 이르는 전과정, 즉 자원과 에너지를 소비하고 만드는 과정에서 오염물질의 배출여부를 진단하고 폐기시에는 자연환경에 어떤 영향을 주는가를 양·질적으로 평가하는 기법이다.

(5) NGO의 역할

NGO는 정부·소비자·생산자가 소홀이 하기 쉬운 부분을 집중적으로 제안하고 감시하는 기능을 하여야 한다. 이들은 정부·소비자·생산자와 관련된 객관적인 정보를 제공하여야 하며 교육을 통하여 가치관과 행태를 변화시켜야 한다. 이를 위해서는 소비자들의 행태조사, 강연 및 강좌의 실시, 세미나 개최, 매스컴과 컴퓨터 통신(인터넷)을 통한 정보제공과 교육, 녹색소비생활지침서 제작 등이 수반되어야 한다.

III 국내 녹색소비 관련 법과 정책

출처_'녹색소비정책 비교연구', 숙명여자대학교 대학원 경제학과, 배태진 2010.6

1 녹색소비 관련 법

우리나라 녹색소비 관련법 및 법률은 70년대부터 현재까지 총 10개로, 지속가능발전 개념이 부각되기 시작한 2000년 이후 많이 제정되었으며, 저탄소녹색성장법이 녹색성장 정책을 포괄하고 있다.

1) 에너지이용합리화법(1979)

1979년 12월에 제정된「에너지이용합리화법」은 에너지의 합리적이고 효율적인 이용과 에너지소비로 인한 환경피해를 줄임으로써 지구온난화를 최소화하려는 국제적 노력에 기여함을 목적으로 한다.

이 법에 따라 에너지소비효율등급표시제, 고효율에너지 기자재인 증제, 대기전력저감 프로그램 제도 등의 제도가 시행됨으로써(관련조항 ; 제15조, 16조, 17조, 18조, 19조, 20조, 21조, 22조, 23조) 소비자들에게 효율적 에너지사용에 대한 더 많은 정보를 제공할 수 있게 되었다.

또한 동 법에 의해 정부는 에너지 절약전문기업과 자발적 협약체결기업을 지원할 수 있으며(25조, 28조 2008.2.29개정), 냉난방온도 제한건물을 지정하여 에너지다소비사업자에 대한 해당 건물의 냉난방온도를 제한할 수 있게 되었다(35조, 2009.1.30신설).

2) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률(1992)

1992년 제정된「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」은 전반적으로 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 내용으로 소비자에게는 국민으로서 재활용이 가능한 자원을 분리배출하고 재활용제품을 우선 구매하며 1회용품의 사용을 자제하는 등 자원순환을 촉진하기 위하여 노력해야 할 책무를 명시하고 있다(6조, 2008.3.21개정).

또한 정부는 생산자 또는 소비자가 자원을 절약하고 폐기물의 발생을 억제하며 폐기물의 재활용을 위한 필요사항을 권고하거나 지도할 수 있으며(8조), 제조사는 제품과 포장재에 분리배출 표시를 하여 폐기물의 재활용을 촉진하기 위한 노력을 하여야 하고(14조), 폐기물배출자는 폐기물을 재활용하거나 종류별 · 성상별로 분리 보관하여 재활용될 수 있도록 하여야 한다(12조).

이 법에 따라 1회용품 사용 억제(10조), 1회용 봉투 · 쇼핑백 판매(10조2항), 빈용기보증금(15조2항) 등의 제도가 시행되었다.

3) 환경기술개발 및 지원에 관한 법률(1994)

「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」은 환경기술의 개발과 지원 및 보급을 촉진하고 환경산업을 육성함으로써 환경보전, 녹색성장 촉진 및 국민경제의 지속가능한 발전을

목적으로 제정되었고, 동법에 의해 녹색소비와 관련하여 녹색제품의 판단기준을 개발하고, 녹색제품의 생산·판매 및 유통촉진을 위한 지원을 하며, 녹색제품관련 정보를 수집·활용·교육·홍보하는 등의 사업을 수행하는 한국환경산업기술원이 설립하게 된다(제5조). 또한 이 법에 의해 환경표지의 인증(제17조), 환경성적표지의 인증(제18조)제도가 시행되게 되었으며, 이에 따라 소비자는 제품 구매에 있어 더 많은 환경정보를 제공받을 수 있게 되었다.

4) 친환경상품구매촉진에 관한 법률(2004)

「친환경상품구매촉진에 관한 법률」은 공공기관장들은 친환경상품의 구매를 촉진하기 위해 필요한 계획의 수립과 시행, 자료조사, 교육·홍보 및 인력양성 등을 적극 추진하여야 하고, 사업자는 친환경상품의 생산과 품질향상, 사용되는 원료나 부품에 대한 친환경상품의 사용을 위해 노력해야하며, 소비자(국민)는 친환경상품을 사용하도록 노력할 책무를 명시하고 있다(3조).동 법에 의해 공공기관은 친환경상품 구매 의무를 가지게 되며, 이에 대한 이행계획과 구매실적을 제출하여야 한다(6조, 7조, 8조, 9조). 또한 할인점, 백화점, 쇼핑센터 같은 대규모점포에서는 친환경상품의 판매장소를 설치하고 운영하여야 함을 명시하고 있어(18조) 할인점, 백화점 등에서는 친환경상품 코너를 따로 운영하고 있다.

5) 신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법(2004)

「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화에 관한 내용으로 이로써 에너지원을 다양화 하고, 에너지의 안정적인 공급과 에너지 구조의 환경친화적인 전환, 온실가스 배출 감소를 통해 환경 보전과 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함을 목적으로 제정 되었다.

6) 에너지기본법(2006)

효율적이고 환경친화적인 에너지 수급구조 실현을 위한 에너지정책 및 에너지 관련 계획의 수립과 시행에 관한 기본적인 사항에 관한 「에너지기본법은」 은 국민이 일상생활

에서 국가 및 지방자치단체의 에너지시책에 적극 참여하고 협력하여야 하며, 에너지를 합리적이고 환경친화적으로 사용하도록 노력하여야 한다고 명시함으로써 에너지소비자로써의 국민의 책무를 거론하고 있다(4조).

7) 전기·전자제품 및 자동차의 자원 순환에 관한 법률(2007)

전기·전자제품 및 자동차의 재활용을 촉진하기 위하여 유해물질의 사용은 억제하고, 재활용이 쉽도록 제조하며 그 폐기물은 적정하게 재활용하도록 하는 내용을 담고 있는 「전기·전자제품 및 자동차의 자원 순환에 관한 법률」은 전기·전자제품 제조사나 수입업자, 자동차 제조사와 수입업자는 그 구성재질이나 재활용방법 등에 관한 재활용정보를 제공하여야 하고, 전기·전자제품의 판매업자는 구매자가 신제품을 구입하면서 폐기물이 된 같은 종류의 제품과 신제품의 포장재를 무상으로 회수하여 이를 재사용하거나 재활용하도록 해야 함을 명시하고 있다(20조).

8) 지속가능발전기본법(2007)

지속가능발전을 이룩하고, 지속가능발전에 대한 국제사회의 노력에 동참하기 위한 목적으로 2007년 제정된 「지속가능발전기본법」은 정부가 국민에게 지속가능발전에 관한 지식·정보를 보급하고, 국민이 지속가능발전에 관한 지식·정보에 쉽게 접근할 수 있도록 노력하여야 한다고 명시하고 있으며, 이에 따라 국가와 지방자치단체는 지속가능발전을 실현하기 위하여 필요한 조사·연구 및 교육 프로그램을 개발하고 지속가능발전 관련 홍보 등의 업무를 수행하도록 하고 있다(21조).

9) 환경교육진흥법(2008)

환경교육의 활성화와 지속가능한 발전에 기여함을 목적으로 2008년에 제정된 「환경교육진흥법」은 환경교육 활성화를 위하여 국가 및 지방자치단체는 환경교육의 활성화를 위한 시책을 수립·시행하여야 하며 이와 관련된 민간의 활동을 지원해야 하고, 사업자는 업무와 관련된 환경지식 및 기능을 향상시키기 위하여 필요한 환경교육을 실시하도록 노력하여야 하며, 모든 국민은 환경보전과 지속가능한 발전을 위하여 국가 및 지방자치

단체가 추진하는 환경교육시책에 적극 참여하고 협력하여야 할 책무를 규정하고 있다. 또한 유치원, 초·중·고등학교의 환경교육 지원과 국민을 위한 환경교육프로그램을 개발 및 보급해야 함을 명시하고 있다(9조,10조,14조).

10) 저탄소 녹색성장기본법(2009)

「저탄소 녹색성장기본법」은 기후변화에 대응하여 국가전략으로 제시한 저탄소 녹색성장을 이루기 위한 종합법으로, 에너지기본법, 지속가능발전기본법, 기후변화대책기본법 등이 총망라돼 우리나라 녹색성장정책의 총론으로서 의미를 가진다. '녹색인증'제도 도입, 녹색산업투자회사 지정, 온실가스 및 에너지목표 관리제 도입, 녹색제품 공공기관 구매 의무화 등의 내용을 담고 있는 이 법에서는 가정과 학교 및 직장 등에서 녹색생활을 적극 실천하고, 녹색제품의 소비 및 서비스 이용을 증대, 녹색생활 운동에 적극 참여해야 하는 국민의 책무 명시하고 있다(7조). 녹색소비 관련 조항으로는 '녹색성장을 위한 생산·소비문화의 확산(제57조)', '녹색생활 운동의 촉진(제58조)', '녹색생활 실천의 교육·홍보(제59조)' 등이 있다.

지금까지 살펴본 우리나라 녹색소비관련 법을 녹색구매-녹색사용-녹색폐기의 소비과정 측면에서 살펴보면 다음 <표 4-8-4>와 같다.

표 4-8-4 우리나라 저탄소 녹색소비 관련 법

구분	녹색구매부분	녹색사용(에너지 효율적사용) 부분	녹색처분(폐기물, 재활용) 부분	기타 (종합적인 기본법)
1970년대		• 에너지이용 합리화법		
1990년대	• 환경 기술 개발 및 지원에 관한 법률		• 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률	
2000년대	• 친환경상품 구매촉진에 관한 법률	• 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 • 에너지기본법	• 전기·전자제품 및 자동차의 자원 순환에 관한 법률	• 지속가능발전기본법 • 환경교육진흥법 • 저탄소녹색성장 기본법

※ 자료 : 배순영, 김재영, 송민수(2009), 「탄소 녹색소비 실천체제 정비 방안」, 한국소비자원

2 녹색소비 관련 정책

한국은 2008년 8월 국가 성장전략으로 '저탄소 녹색성장'을 채택하여, 저탄소 녹색성장의 10대 중점과제 중 하나로서 '저탄소 녹색소비'를 선정하고 있다. 또한 공공부문의 친환경상품 구매를 의무화하고 있으며, 환경마크, 환경성적 및 탄소성적의 표지제도와 에너지효율 인증제도로 소비자에게 녹색정보를 제공하고 있다.

1) 규제형

(1) 쓰레기 수수료 종량제(1995)

우리나라는 1995년에 쓰레기 배출량에 따라 그 처리비를 차등적으로 부과함으로써 쓰레기 배출량이 늘어나면 처리비도 그만큼 많이 부담하도록 하는 쓰레기 수수료 종량제를 실시하였다. 이 제도의 시행으로 우리나라는 1인당 1일 쓰레기발생량이 1994년 1.33kg에서 2004년에는 1.03kg로 크게 감소되는 결과를 보였고, 이는 2008년 OECD 발간 지속가능소비 활성화를 위한 사례집에서 폐기물 부문 성공사례로 소개되기도 하였다.

(2) 생산자책임재활용(EPR, ExtendedProducerRponsibility) 제도(2003)

생산자책임재활용(이하 EPR)제도는「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」(제16조)에 따라 생산자의 책임을 재활용까지 확대시킨 제도로 종전의 생산자들은 재활용이 쉬운 재질 구조의 제품을 생산하여 이를 판매하는 시점까지만 책임을 지고, 사용 후 발생된 폐기물은 소비자의 책임이었으나, 이제는 사용 후 발생되는 폐기물의 재활용까지 생산자의 책임으로 범위를 확대 한다는데 그 의미가 있다.

EPR제도는 공유책임제도(SPR)를 전제로 하는 것이기 때문에 생산자 책임확대와 함께 정부와 소비자의 책임도 확대된다고 볼 수 있다.재활용되지 않는 폐기물의 처리책임과 재활용폐기물을 회수하여 재활용공정에 투입되게 하는 전반적인 책임은 정부에게 남아있고, 소비자도 생산자가 부담하는 회수 재활용 비용을 궁극적으로 부담하여 분리배출을 통하여 폐기물이 용이하게 수집되게 하는 역할을 수행하게 된다. EPR제도 지원을 위한 제도로 재활용의무대상 포장재에 분리배출표시를 하도록 하는 분리배출

표시제도와 분리수거지침에 따른 분리수거, 전자제품 판매업자의 회수의무 및 빈용기 보증금제도 등이 있다.

(3) 공공기관 친환경상품 의무구매(2005)

공공조달과 관련하여 우리나라는 친환경 녹색상품 구매 정책이 시행되고 있다. 친환경상품에 대한 지원정책으로서 2005년 7월 「친환경상품 구매촉진에 관한 법률」의 시행으로 국가, 지자체, 공공기관 등에 대해 구매하고자 하는 품목에 친환경상품이 있는 경우, 친환경상품 구매를 의무화 하고 있다. 공공조달 부문에 친환경 녹색상품을 구매하도록 함으로써 국내 친환경상품의 시장 규모를 확대하고, 민간 기업 및 개인의 소비자들에게도 녹색상품 소비를 유도하고자 하는 목적이다.

2008년 국내 친환경상품 시장 규모는 약 12조 8천억원에 달한다[280]. 이는 전체 상품 시장의 약 8.4%를 차지하는 규모이다. 다만, 공공부문의 구매가 전체 친환경상품 시장의 약 60%를 차지하고 있어, 정부 주도로 급격히 확대된 시장이며, 민간부문의 참여는 상대적으로 미흡한 수준에 그치고 있는 것으로 보인다.

2) 인센티브형

(1) 탄소포인트(2009)

탄소포인트(Carbon Point, 환경부)제도는 국민 개개인이 녹색소비를 포함한 온실가스 감축활동에 직접 참여하도록 유도하는 제도로 가정이나 상업(건물)등의 전기, 가스, 수도 등 사용량 절감에 따른 자발적인 온실가스 감축실적에 대한 인센티브를 제공받는 범국민적 기후변화 대응 활동(Climate Change Action Program)이다.[281] 탄소포인트는 현금, 탄소캐쉬백, 교통카드 상품권, 종량제 쓰레기봉투, 공공시설 이용바우처, 기념품 등 지자체가 정한 범위 내에서 선택할 수 있으며 탄소포인트를 탄소캐쉬백으로 전환하는 경우 이마트, 뚜레쥬르, 11번가 등 5만여 OK 캐쉬백 가맹점, 탄소캐쉬백 가맹점에서 현금처럼 사용할 수 있다. 탄소포인트제도는 2010년 5월 현재 232개 지자체에서 운영 중에 있으며, 가정, 공동주택, 사업시설, 기관에서 100만여 참여자가 온실가스 감축활동에 동참하고 있다.[282]

280) 한국환경산업기술원 홈페이지 참조
281) 탄소포인트제 홈페이지 참고 http://www.cpoint.or.kr/
282) 한국환경공단 보도자료, 2010.5, 녹색생활의 실천 「탄소포인트제」 참여자 100만 돌파

(2) 탄소캐쉬백 제도(2009)

탄소캐쉬백(Carbon Cashbag, 지경부)제도는 에너지고효율·온실가스저배출 제품을 구매할 경우 구매자에게 탄소캐쉬백 포인트를 부여하고, 적립된 탄소캐쉬백 포인트를 다양한 방법으로 사용할 수 있게 하는 제도로, 2010년 초부터 본격적으로 시행하게 되었다. 이는 전국의 약 3천만 명이 소유하고 있는 OK 캐쉬백카드 또는 탄소캐쉬백 전용카드를 보유한 구매자가 탄소캐쉬백 제품을 구매하는 경우 인센티브로 탄소캐쉬백 포인트를 부여받고, OK 캐쉬백 포인트처럼 탄소캐쉬백 포인트를 다양한 방법으로 사용할 수 있게 하는 제도로 탄소캐쉬백 구매자는 별도의 카드발급 없이 기존의 OK캐쉬백 카드로 손쉽게 온실가스 감축노력에 참여할 수 있고, 대중교통이용, 생활요금 결제, 문화복지시설이용 등의 다양한 혜택을 누릴 수 있다.

2009년 12월 기준으로 탄소캐쉬백 참여기관과 기업은 제조, 유통, 운송, 금융기관, 지자체 등 총 21개사이며, 16개 품목(152종)이 참여하고 있다.[283] 탄소캐쉬백 마크 도안은 다음 <그림 4-8-3>과 같다.

그림 4-8-3 탄소캐쉬백 마크 도안



3) 정보제공형

정보제공형 정책과 관련해서는 환경분야에 환경마크, 환경성적표지 제도, 탄소성적표지 제도, 우수재활용(GR)인증제도와 에너지분야에 에너지소비효율등급표시제도, 고효율 에너지 기자재인증제도, 대기전력저감 프로그램에 의한 에너지절약 마크가 있다. 다음 <표 4-8-5>는 우리나라의 환경분야와 에너지분야 주요 라벨에 대한 설명이다.

283) 탄소캐쉬백 홈페이지 참조 http://www.CO_2 cashbag.com

표 4-8-5 국내 환경 및 에너지 분야 주요 라벨

구분	개요	주관/인증기관	관련법률
환경분야			
	① 환경마크 (1992.4) 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경마크를 표시 : 1,539개 업체, 7,051개 제품인증(2010.5.)	환경부 한국환경산업 기술원	환경기술개발 및 지원법률
	② EDP 환경성적표지인증 (2001) 재료 및 제품의 환경성 제고를 위해 재료 및 제품의 생산, 유통, 소비 및 폐기단계 등의 전 과정에 대한 환경성 정보를 계량적으로 표시 : 5개 업체, 19개 제품(2010.3.)	환경부 한국환경산업 기술원	환경기술개발 및 지원법률
	③ CO_2탄소성적표지인증 (2009) 일상 생활용품, 가정용 전기기기 등 모든 제품의 탄소배출량 정보를 공개하고, 저탄소 상품의 인증을 통하여 지구온난화에 대응 : 44개 기업, 171개 제품 인증(2010.4.)	환경부 한국환경산업 기술원	탄소성적표지 인증업무 등에 관한 규정
	④ GR 우수재활용상품 (1996) 품질의 우수성과 환경친화성이 큰 재활용 제품에 대한 정부 인증 마크로서 우량제품을 생산할 수 있는 시스템을 갖춘 업체에 한해 이 마크를 부여 : 162개 업체, 251개 제품(2010.3.)	지경부 기술표준원	자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

에너지 분야			
	⑤ 에너지소비효율등급표시(1992) 원천적인 기기의 효율 향상. 냉장고, 에어컨, 삼상유도전동기, 형광램프, 자동차 등 23개품목에 대한 의무적 신고제도 에너지소비효율등급라벨 표시 및 최저소비효율 기준 적용	에너지관리공단	에너지이용 합리화법
	⑥ 고효율에너지 기자재인증(1996.12) 고효율기기 보급 및 초기시장 형성. 보일러, 펌프, 단열창호, 변압기, LED조명기기 등 41개 품목에 대한 자발적 인증제도 고효율기자재마크 및 인증서 교부	에너지관리공단	에너지이용 합리화법 고효율에너지 기자재보급 촉진에 관한 규정
 	⑦ 대기전력저감 프로그램 (1999) 가전·사무기기 대기전력 저감. 컴퓨터, 프린터, TV, DVD플레이어, 셋톱박스 등 20개 품목이 해당되며, 자발적 제도에서 일부 품목은 의무적 경고표시제로 전환(2008.8.28) 대기전력저감기준 미달제품에는 기전력경고표시 의무 대기전력저감기준 만족제품에는 에너지절약 마크 부착	에너지관리공단	에너지이용 합리화법

제9장

산림·생태계

Ⅰ 기후변화와 산림생태계

출처_'기후변화 영향에 따른 산림생물다양성 보전 정책에 관한 연구', 고려대학교 행정대학원, 고낙삼, 2009.6.16

1 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향

1) 산림생태계 현황

우리나라의 산림은 6,382천ha로서 2007년 기준 국토 면적 9,9972천ha 중 64%에 해당한다. 이중 소유자별로는 국유림 1,509천ha(24%), 공유림 489천ha(7%), 사유림이 4,384천ha(69%)이며, 임상별로는 침엽수림이 2,687천ha로 전체 42%, 활엽수림 1,661천ha(26%), 혼효림 1,862천ha(26%), 죽림등 기타가 7천ha(0.1%)로 분포되어 있다(표 4-9-1).

표 4-9-1 소유별 산림면적 및 축적 (면적 : 천ha, 축적 : 천㎥, 평균축적 : ㎥/ha)

계			국유림			공유림			사유림		
산림 면적	임목 축적	평균 축적	산림 면적	임목 축적	평균 축적	산림 면적	임목 축적	평균 축적	산림 면적	임목 축적	평균 축적
6,382	624,398	97.83	1,509	187,072	124.0	489	47,447	97.0	4,384	389,879	88.9

※ 자료 : 산림청 산림과 임업동향에 관한 연차보고서 및 임업통계연보 재구성

나무 나이별로는 30년 미만이 3,770천ha로 전체 산림면적의 59%이며, 31년생 이상이 2,512천(41%)이다. 임상별 1ha당 임목 축적량은 98㎥(43%), 활엽수림 165,729천㎥, 혼효림은 185,588천㎥으로 조사되었다(표 4-9-2).

표 4-9-2 임상별 · 영급별 산림면적 (단위 : 천ha)

구분	1~10년생	11~20년생	21~30년생	31~40년생	41년생이상	계
침엽수림	256	575	1,043	660	152	2,686
활엽수림	136	144	499	550	332	1,661
혼합림	29	230	858	578	167	1,862
죽림 · 무입목지	173	–	–	–	–	173
계	594	949	2,400	1,788	651	6,382

※ 자료 : 산림청 산림과 임업동향에 관한 연차보고서 및 임업통계연보 재구성

이와같이 매년 임목축적량은 급속히 증가하고 있는 반면, 침엽수림은 감소하고 활엽수림과 혼효림은 증가하고 있는 것으로 나타났다(산림청, 2008)[284].

우리나라 산림의 특성은 백두대간 및 비무장지대(DMZ)를 중심으로 한반도의 핵심생태축을 이루고 있는 등 산악지역 생태계가 중추를 이루고 있다. 특히, 난대에서 한대까지 다양한 식생대를 이루고 있으며, 독특한 지형 · 지세 · 기후여건 그리고 산림생태계가 해안생태계와 연결되어 있는 등 온대지역 국가 중 국토면적에 비해 다양하고 풍부한 산림자원을 소유하고 있다.

2) 산림생태계의 취약성

우리나라는 과거 수십년동안 황폐된 산지를 조기에 복구하기 위해 조림에만 집중해 옴으로써 산림생태계의 산후관리를 위한 적절한 보전정책이 뒤따르지 못하였다. 그 결과 지금은 울창하게 조성된 산림자원이 산불이나 산림병해충의 침입에 취약한 구조를 갖게 되었으며, 이는 최근 산림피해가 증가하고 있는 근본 원인으로 작용하고 있다. 이러한 대표적인 사례는 다음과 같다.

첫째, 생물다양성은 단순한 침엽수보다는 활엽수의 임상에서 대단히 풍부하다. 산림유형별 변화 추이를 보면, 1985년 대비 2007년의 침엽수림 면적은 약 590천ha가 감소하였으나 활엽수림은 약 503천ha, 혼합림은 38천ha가 증가하는 등 1980년대 중반부터 침엽수림이 뚜렷이 감소하고 있으며 반면, 활엽수림과 혼효림은 증가 추세를 보이고 있다.

284) 산림청, '산림과 임업동향에 관한 연차보고서', 2008

둘째, 산불은 산림생태계 교란의 가장 큰 원인중의 하나이다. 우리나라는 과거보다 입목축적이 크게 증가하였으며, 임상이 불에 잘 타는 침엽수(침엽수 2,686천㎥, 활엽수 1,661천㎥)가 대부분으로 수관화(樹冠火)로 산불이 확산될 수 있는 산림구조를 지니고 있다. 특히, 낙엽층이 두꺼워 짐에 따라 지중화의 우려도 높아지고 있다.

셋째, 우리나라의 대표 수종인 소나무는 매우 유용한 수종이고 천이 초기종 이어서 황폐한 산지식생을 빠르게 복구시켜 주지만 어느 한 종이 이렇게 많은 비율을 차지하고 있다는 것은 생태계의 다양성 및 안정성이 열악함을 보여주는 단적인 사례라고 판단된다. 예를 들면, 이러한 결과로 인해 소나무 숲 면적이 1985년에는 2,522천ha이었으나 2007년에는 1,477천ha로 최근 22년간 41.4%나 감소되어 있어 지구온난화에 따른 문제는 심각하다.

기후변화 영향으로 인해 산림생물다양성에 미치는 영향 및 취약성을 평가하고 예측하며, 적응해 나가는 데는 산림생태계의 복잡한 과정들이 포함되어 있기 때문에 쉬운 일은 아니다. 그러나 한화진 등은 미래(2071~2100)의 산림생태계에 대한 취약성[285]을 평가하고 예측하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 미래의 식생분포는 혼효림은 감소하고 낙엽활엽수림이 다소 북쪽으로 이동하는 것으로 예측되었다. 이 분석결과에 따르면, 2100년에는 낙엽활엽수림은 약 58,741㎢로 산림면적의 약 65%를 차지할 것이다. 혼효림이 약 30%, 상록침엽수림은 약 4.4%로 분포될 것으로 예측하고 있다. 이와같이 미래에는 기후변화로 인해 상록활엽수림은 북상향하여 혼효림 지역까지 확대되고, 혼효림과 침엽수림 면적은 다소 감소할 것으로 전망하고 있다(표 4-9-3).

표 4-9-3 현재와 미래의 식생분포 면적(㎢)과 구성비(%) 변화

등급 / 식생유형	현재		미래		차이	
	면적(㎢)	구성비(%)	면적(㎢)	구성비(%)	면적(㎢)	구성비(%)
상록침엽수림	5,139.86	5.68	3,975.16	4.40	-1,164.70	-22.66
상록활엽수림	75.96	0.08	227.88	0.25	151.92	200.00
낙엽활엽수림	45,625.76	50.45	58,741.26	64.95	13,115.51	28.75
혼효림	39,599.71	43.78	27,496.99	30.40	-12,102.73	-30.56
계	90441.29	100.00	90,441.29	100.00	-	-

※ 자료 : 한국환경정책 · 평가연구원(2007), 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축자료 인용

285) 한국환경정책 · 평가연구원(2007c). 기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축 III, pp.164~196을 요약 정리 및 인용한 것이다.

둘째, 잠재식생분포 취약성과 관련하여, 취약성이 매우 높은 지역이 약 36%(32,662㎢)로 가장 많다. 취약성이 비교적 높은 지역은 약 24%(21,547㎢), 취약성이 비교적 낮은 지역은 약 15%(13,622㎢), 중간 취약성 지역은 약 13%(12,052㎢), 취약성이 매우 낮은 지역은 약 12%(10,558㎢) 순으로 나타났다. 잠재식생분포 취약성이 높은 지역은 강원도 백두대간 지역, 충청북도와 전라북도 지역으로 나타났다. 식생별 분포를 보면, 상록침엽수림은 약 99%(3,950㎢)로 취약성이 매우 높은 지역에 주로 분포하게 된다. 혼효림 또한 취약성이 매우 높은 지역이 약 85%(23,294㎢)를 차지할 것으로 예측되고 있으며, 반면 낙엽활엽수림은 취약성이 낮은 지역의 면적이 약 37%(2,532㎢)에 이를 것으로 전망하고 있다(표 4-9-4).

표 4-9-4 미래 식생유형별 잠재식생 분포 취약성 면적(㎢)과 구성비(%)

등급 / 식생유형	매우 낮은 취약성	낮은 취약성	중간 취약성	높은 취약성	매우 높은 취약성	계
상록침엽수림	–	215.32 (0.64%)	–	–	3,949.84 (99.36%)	3,975.16 (100.00%)
상록활엽수림	75.96 (33.33%)	151.92 (66.67%)	–	–	–	227.88 (100.00%)
낙엽활엽수림	9,190.98 (15.65%)	12,204.00 (20.78%)	12,052.09 (20.52%)	19,875.82 (33.84%)	5,418.28 (9.22%)	58,741.26 (100.00%)
혼효림	1,291.29 (4.70%)	1,240.66 (4.51%)	–	1,671.09 (6.08%)	23,293.95 (84.71%)	27,496.99 (100.00%)
계	10,588.24 (11.67%)	13,621.90 (15.06%)	12,052.09 (13.3%)	21,546.90 (23.82%)	32,662.17 (36.11%)	90,441.29 (100.00%)

※ 자료 : 한국환경정책·평가연구원(2007), 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축자료 인용

셋째, 생태계 기능의 취약성은, 우리나라 면적의 81%(64,541㎢)가 취약성이 낮고, 12%(10,912㎢) 정도가 취약성이 높은 것으로 나타났다. 식생유형이 따라 다소 차이가 있으나 66~84%는 취약성이 낮은 것으로 평가되었다(표 4-9-5).

표 4-9-5 2071~2100년 식생유형별 생태계기능 취약성 면적(㎢)과 구성비(%)

등급 / 식생유형	매우 낮은 취약성	낮은 취약성	중간 취약성	높은 취약성	매우 높은 취약성	계
상록침엽수림	2,987.70 (75.16%)	101.28 (2.55%)	253.20 (6.37%)	354.47 (8.92%)	278.51 (7.01%)	3,975.16 (100.00%)
상록활엽수림	126.60 (55.56%)	25.32 (11.11%)	25.32 (11.11%)	50.64 (22.22%)	–	227.88 (100.00%)
낙엽활엽수림	45,271.28 (77.07%)	3,443.45 (5.86%)	3,038.34 (5.17%)	4,836.03 (8.23%)	2,152.16 (3.66%)	58,741.26 (100.00%)
혼효림	20,762.00 (77.07%)	1,823.00 (6.63%)	1,671.09 (6.08%)	2,152.16 (7.83%)	1,088.74 (3.96%)	27,496.99 (100.00%)
계	69,147.58 (75.51%)	5,393.06 (5.96%)	4,987.84 (5.52%)	7,393.30 (8.17%)	3,519.41 (3.89%)	90,441.29 (100.00%)

※ 자료 : 한국환경정책·평가연구원(2007), 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축자료 인용

넷째, 산림생태계 취약성은, 낮은 취약성을 보이는 면적이 46%(41,853㎢)로 가장 많았으며, 다음으로 매우 낮은 취약성 등급이 31%(28,054㎢), 중간 취약성 등급이 9%(8,305㎢)를 점유하는 것으로 나타났다. 식생유형별로는 66~77%가 취약성이 낮고, 12~21%가 취약성이 높은 것으로 평가되었다. 취약성이 높은 비율은 상록침엽수림 21%, 혼효림 15%, 낙엽활엽수림이 12%로서 상록침엽수림이 다른 식생에 비해 상대적으로 취약성이 높은 것으로 평가되었다.

이와같이 산림 생태계 취약성이 전반적으로 낮은 이유는 기후변화의 영향이 토지형태보다는 산림 내에서의 식생유형의 변화에 한정되기 때문인 것으로 판단하고 있다<표 4-9-6>.

표 4-9-6 2071~2100년 식생유행별 생태계 취약성 면적(㎢)과 구성비(%)

등급 / 식생유형	매우 낮은 취약성	낮은 취약성	중간 취약성	높은 취약성	매우 높은 취약성	계
상록침엽수림	25.32 (0.64%)	2,962.38 (74.52%)	151.92 (3.82%)	354.47 (8.92%)	481.07 (12.10%)	3,975.16 (100.00%)
상록활엽수림	151.92 (66.67%)	–	75.96 (33.33%)	–	–	227.88 (100.00%)
낙엽활엽수림	25,952.50 (44.18%)	20,103.69 (34.22%)	5,646.25 (9.61%)	5,063.90 (8.62%)	1,974.92 (3.36%)	58,741.26 (100.00%)
혼효림	1,924.28 (7.00%)	18,787.08 (68.32%)	2,430.67 (8.84%)	2,202.80 (8.01%)	2,152.16 (7.83%)	27,496.99 (100.00%)
계	28,054.02 (31.02%)	4,1853.15 (46.28%)	8,304.80 (9.18%)	7,621.17 (8.43%)	4,608.15 (5.10%)	90,441.29 (100.00%)

※ 자료 : 한국환경정책·평가연구원(2007), 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축자료 인용

3) 산림생태계에 미치는 영향

기후변화의 영향은 지역에 따라 다르지만 산림생태계 변화 가운데 가장 특징적인 것은 산림생태계의 구조와 기능이 변화된다는 것이다. 온도의 상승은 산림생태계에 부정적인 영향만을 미치는 것이 아니라, 숲에 대한 생산력의 증대를 가져오는 일부 긍정적인 효과도 있다. 그러나 이러한 긍정적 효과는 미약하고 모든 분야에서 급격한 기후변화로 인해 심각한 부정적인 방향으로 영향을 미칠 것으로 예상되기 때문에 심각성이 있다. 예를 들면, 산림생태계는 온실가스 흡수 또는 배출에 관한 문제 이외에도 산림식생대를 변화시키고, 산림생태계의 생산력 및 숲 구조를 변화시키며, 생물계절(phenology)의 변화 그리고 산림재해(산불・산사태・산림병해충) 등을 동반하게 된다. 이러한 산림생태계의 구조와 기능이 변화되고 있는 사례를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 산림식생대의 변화

기후변화로 온도가 증가할수록 수목한계선[286]은 상승하고, 임목지 토양유기물의 분해속도에도 변화를 가져오게 된다. 이러한 영향으로 숲의 하층식생 및 개화・결실 시기가 변화되고 일부 종은 천연갱신될 가능성이 있다. 또 다른 일부 특정 종의 경우에는 극심한 건조로 인해 고사(枯死)되는 경우가 증가하는 등 구조적 측면에서 식물 분포 및 생육범위에 변화를 일으킴으로써 산림 식생대가 달라지게 된다.

나무들의 이동속도는 과거 100년 동안 약 4~200km(2km/1년 상당)를 이동하는 것으로 알려져 있는 반면, 기후대는 평균기온이 1℃ 상승할 경우 중위도 지역에서는 북쪽으로 약 150km, 고도는 위쪽으로 약 150m 정도 이동하는 것으로 분석하고 있다(국립산림과학원, 2007)[287]<표 4-9-7>. 따라서, 기후의 변화가 나무들의 이동속도만큼 완만할 경우에는 산림생태계에 커다란 영향이 없지만, 기후변화가 급속히 진행될 경우 대부분의 식물들은 기후변화 속도를 따라 잡을 수 없기 때문에 고산지대에만 서식하는 식물 종들은 그 분포 또는 생육범위가 축소되거나 소멸될 위험서이 높을 것으로 전망하고 있다.

---

286) '수목한계'란 환경조건이 지역적으로 변화하여 교목의 생육에 부적당하게 되어, 교목이 직립상으로 분포할 수 없게 되는 한계선으로 수목한계라고도 한다. 고위도・고산에서는 저온・강풍・다설, 사막에서는 건조, 습원에서는 과습, 산정・해안에서는 강풍・건조 등 생육환경이 지나치게 나빠지거나 생육기간이 짧아지면 수목의 생육이 어려워진다.

287) 국립산림과학원, '산림부문의 추세 및 장기전망(1970-2005-2050) 연구보고서', 2007

표 4-9-7 목본식물의 이동 속도

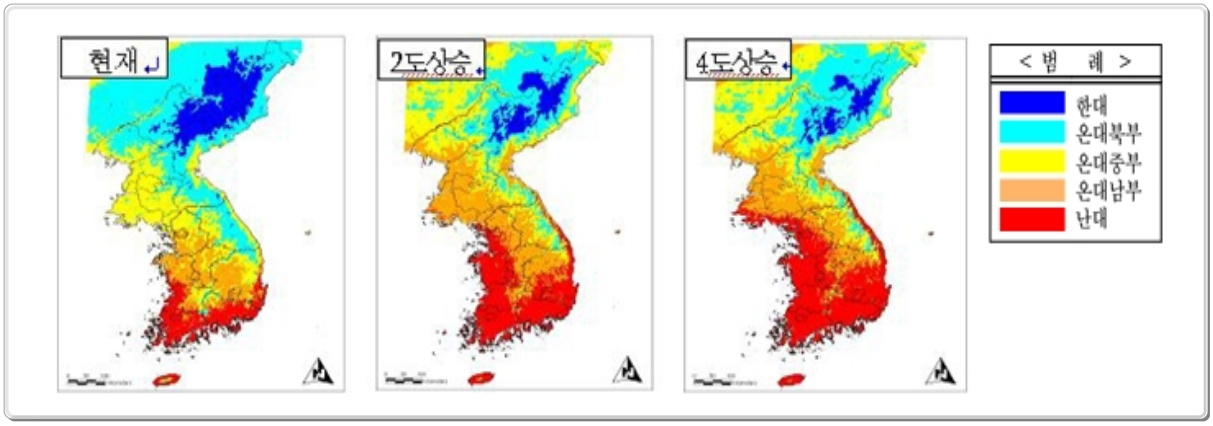
나무종류	이동가능속도(km/100년)	나무종류	이동가능속도(km/100년)
· 전나무속	4~30	· 가문비나무속	8~50
· 자작나무속	50~200	· 소나무숲	150
· 밤나무속	20~30	· 누릅나무속	7.5~50
· 호두나무속	40		

※ 자료 : 임종환(2007), 기후변화협약 협상동향 및 산림부문의 대응방향 심포지움 자료 인용

식생별로는 최근, 우리 고유의 수종인 제주도 한라산의 구상나무 숲이 과거에 비해 3분의 1이 사라진 것으로 관찰되었다. 우리나라 고유의 한대림인 한라산 구상나무 면적은 1967년에는 935.4ha로 한라산 면적의 30.2%를 차지했으나, 2003년에는 617.1ha로 36년만에 34%가 줄어들었으며, 이 자리를 온대성 식물인 물참나무·소나무 등이 생육하고 있는 것으로 조사되었다. 이처럼 기온상승으로 한 대림이 온대림으로 바뀌고 있는 등 침엽수림 및 활엽수림 지대가 서로 변화를 일으키고 있다(경향신문, 2009.3.13).

온도상승과 관련하여, 연평균 기온이 2℃ 상승할 경우 남부 해안지역의 동백나무가 서울을 포함한 중부 내륙지역지이 가능하게 될 것이며, 난대산림은 중부지방까지 확대되고, 4℃까지 상승할 경우 남한지역 대부분이 난대산림으로, 남부 해안지역은 아열대 산림으로 전환될 것으로 예측되고 있다(국립산림과학원, 2007)(그림 4-9-1).

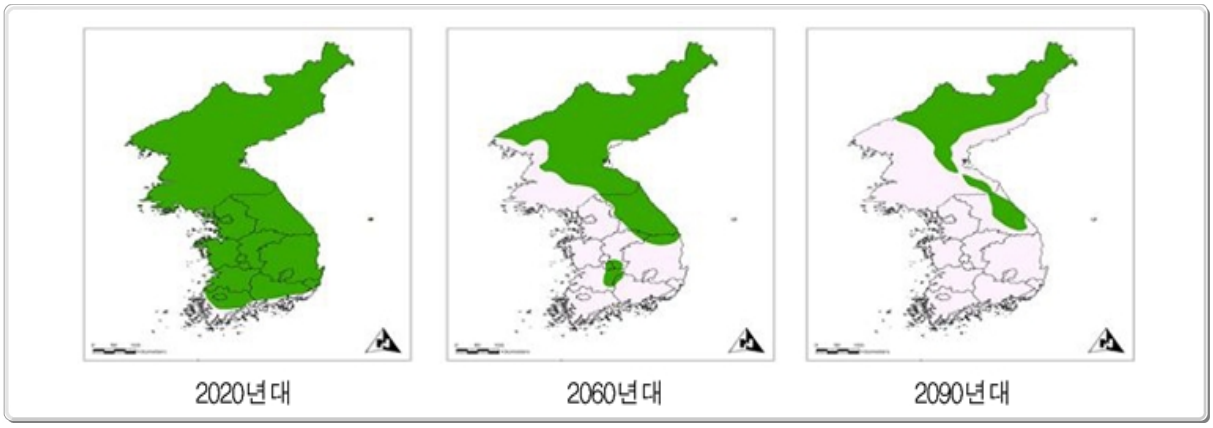
그림 4-9-1 기온상승에 따른 산림식생대 변화 예측



* 자료 : 국립산림과학원(2007), 국가기후변화적응 마스터플랜 수립연구보고서 인용

우리나라 주요 수종과 관련하여 국립산림과학원에서는 지리정보시스템(GIS) 기후변화 시나리오를 바탕으로 기온 및 온량지수[288] 분포 등을 이용한 생태지역별 및 식생기후대 변화, 주요수종 분포 변화에 대한 미래 산림생태계의 변화를 예측결과, 온량지수에 기반한 주요수종 중 우리나라의 대표적인 수종인 소나무의 최적생육범위는 대부분 북상하는 것으로 예측되었다(그림 4-9-2).

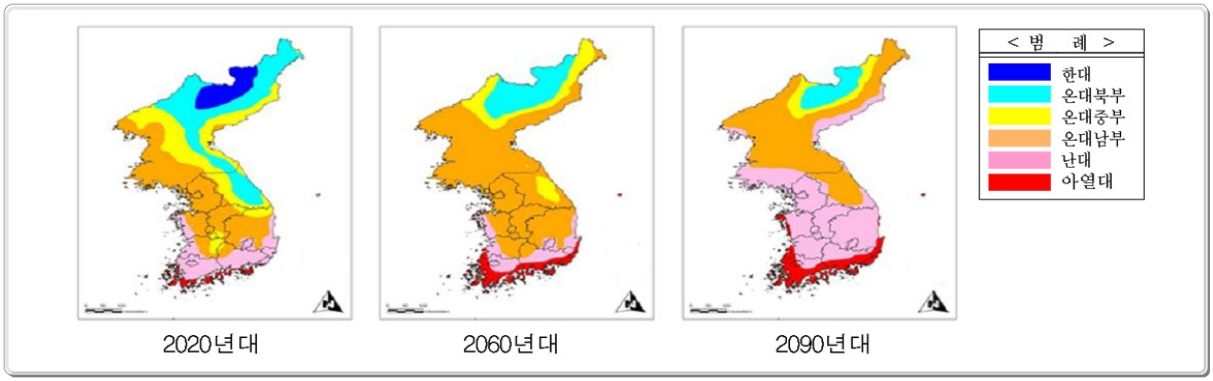
그림 4-9-2 소나무의 적정 생육범위 변화 예측



※ 자료 : 국립산림과학원(2007), 국가기후변화적응 마스터플랜 수립연구보고서 인용

식생기후대 변화를 분석한 결과에서는 침엽수를 대신해 잎이 넓은 활엽수의 식생지역이 확대되고, 꽃들의 개화시기가 빨라지게 된다. 이러한 산림식생 기후대의 변화는 2020년경에는 남부 도서지역을 중심으로 아열대 기후대가 나타나고, 2060년경에는 강원지역을 제외한 대부분의 남한 지역이 난대지역으로 변화될 것으로 전망하고 있다<그림 4-9-3>.

그림 4-9-3 A2 시나리오(다양한 지역 발전형)에 따른 산림식생기후대 변화



※ 자료 : 국립산림과학원, 2005, 2007. 인용

288) 월평균기온 5℃이상인 달에 대하여 월평균기온에서 5℃를 빼고 1년간 합한 수치

(2) 산림생태계 생산력 및 숲 구조의 변화

기후변화 시나리오에 따르면, 한반도의 경우 기온의 상승은 토양에서 호흡을 증가시키기 eoANS에 강수량과 대기 중의 이산화탄소(CO_2) 농도가 늘어날 경우 식물의 생장은 향상되고 수분 이용의 효율도 높아져 산림의 생산력[289] 및 산림생태계에 저장되는 탄소량은 증가될 것이다. 그러나 기온의 상승으로 식물의 호흡량이 증가하여 토양과 산림유기물 분해속도가 빨라져 산림에서의 탄소배출량은 많아 질 것으로 예측된다.

더블어, 기후변화로 수종별로 각기 다른 생리적 반응을 일으킴으로써 수종간에 경쟁력이 달라지거나 식생 천이의 진행방향이 바뀌게 된다. 이러한 영향으로 현재의 식물 군집구조와는 다른 새로운 식물군집 구조로 변하게 될 것이며, 산림의 구성 수종이 침엽수에서 활엽수로 바뀌는 등 숲의 생산력이 저하될 가능성이 높다. 이와 함께 생태계의 먹이사슬, 수분 수지, 양분순환 계체, 교란 체계 등에도 변화를 일으키는 등 산림생태계에 종합적으로 영향을 미치게 된다(Markham et al., 1993). 또한, 대기와 산림 사이의 이산화탄소(CO_2) 교환량이 변화됨으로써 기후시스템에 부정적인 영향을 미치게 될 것이므로 생물다양성의 주요 위협요인으로 작용할 가능성이 대단히 크다.

(3) 생물계절(phenology)의 변화

기후변화는 계절에도 영향을 미친다. 우리나라는 1920년대에 비해 1990년대에는 겨울이 약 한달 짧아지고, 봄과 여름은 길어졌으며, 봄철 늦서리 종료일(3월 중순)은 최근 10년간 과거에 비해 평년대비 2일 증가하였다. 여름철 열대야(일 최저기온 25℃ 이상) 일수도 최근 10년간 발생 일수는 9.2일 이었으나 평년대비 1.4일 증가하였으며, 호우 일수도 최근 10년간 2.8일로 평년대비 0.8일이 증가하였다.

국립산림과학원(2007)은 식물의 잎과 꽃이 피는 개엽이 봄철의 기온에 크게 영향을 받는 것으로 분석하였다. 기온의 상승과 일조량이 증가하면 잎이 나오는 시기가 빨라지고 꽃이 피는 시기도 앞당겨 진다. 현재 우리나라를 포함한 온대지역의 경우 대체로 평균기온이 1℃ 상승하면 꽃이 피는 시기가 약 5~7일 정도 빨라지는 것으로 조사되었다. 이러한 증상은 식물뿐만 아니라 나비류와 같은 곤충류에서도 발생하는 시기가 앞당겨지고

289) 생산력이란 산림에서 직·간적접으로 생산되는 광범위한 재화와 서비스가 인간에게 제공될 수 있는 잠재력인 능력을 말하며, 이 기준에는 산림을 효율적으로 이용하여 생산력을 지속적으로 유지·관리하는 환경적 측면과 산림을 계획적으로 경영하는 생산력을 증진시키는 경제적인 측면이 모두 포함되어 있다.

1년 동안 발생하는 횟수도 달라질 것으로 추정된다. 식물의 개엽시기 및 생육기간의 변동은 식물의 분포와 생육범위 뿐만 아니라 산림내 미생물과 곤충에도 영향을 미치게 되고, 조류와 야생동물의 동태와 습성까지도 달라지게 된다.

(4) 산림재해(산불·산사태·산림병해충)의 증가

기후변화가 산림에 미치는 영향 가운데 중요한 것 중의 또 다른 하나는 잡은 산불의 대형화, 토양기반이 약한 지역에서의 산사태 발생, 산림병해충 발생 등으로 산림내 생물다양성에 크게 영향을 미치게 된다는 것이다. 기상이변은 단순히 기온의 상승 또는 강수량 증가에 대한 문제라기보다는 예전에 없던 이상기후가 나타날 수 있는 기후변동 폭이 갑자기 커진다는 데 심각성이 있다. 이와같이 산림내 재해의 증가로 인해 산림생태계가 변화되고 있는 사례를 살펴보면 다음과 같다.

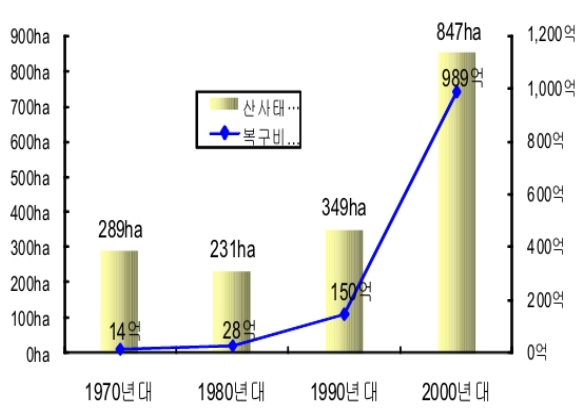
첫째, 우리나라의 경우 봄철 건조일수가 증가하여 전국 연평균 산불건수는 1980년대 대비 3배 증가하였다. 최근 10년(1998~2007) 간 485건의 산불이 발생하여 3,714천ha의 피해를 받았으며, 이중 20ha 이상 대형산불은 2000년 동해안 산불(23,794ha), 2002년 청양 산불(3,095ha), 2005년 양양산불(1,141ha) 등 모두 49건 32,665hark 발생하여 전체 피해면적의 88%에 해당한다(산림청, 2008). 특히, 최근에는 산지내에 산불의 연료가 되는 임목량 증가 및 기상 변동 등으로 향후 산불발생 위험은 여전히 내재되어 있다.

둘째, 산사태는 집중호우 빈발 등으로 인해 1970년대에 비해 2000년대에는 산사태 발생면적과 복구비가 연평균 3배 상당 증가하였다.

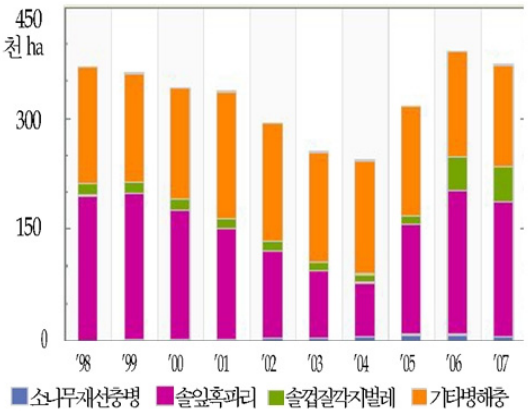
대표적인 피해사례로는 2002년에 집중호우로 태풍 '루사'(인명피해 246명, 이재민 63천명), 2003년 여름에는 유난히 높았던 기온과 초강력 태풍 '매미'(인명피해 130여명, 재산피해 4조 7천억원 : 문화체육관광부, 2008)가 발생하였다.

셋째, 산림병해충 발생은 복잡한 산림생태계의 상호작용에 의한 것으로 임상의 변화, 임목축적 증가 등으로 산림생태계의 구조가 변화되면서 발생되고 있으며 산림병해충의 종류도 다변화되고 있다. 문제는 과거에는 이슈가 되지 않았던 새로운 병해충이 지구온난화 및 기상이변으로 돌발적으로 발생할 수 있는 가능성도 한층 높아지고 있다는 것이다. 우리나라의 산림병해충은 2004년까지 감소하였으나 2005년부터 이상기후로 증가 추세에 있으며, 특히 확산속도가 점차 빨라지고 있다. 그 동안 발생면적도 2003년 25만4천ha에서 2006년에는 39만ha로 크게 증가하는 등 그 피해는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다(그림 4-9-4).

그림 4-9-4 최근 10년간 산사태 및 병해충 피해 현황



[a]최근 10년간 산사태 피해규모]



[b]최근 10년간 병해충 발생현황]

2 산림생태계 변화가 산림생물다양성에 미치는 영향

1) 산림생물다양성 현황

(1) 자생생물종 현황

우리나라는 다양한 지형적 요소와 뚜렷한 4계절로 국토면적 대비 생물다양성이 풍부하고 고유성이 높은 것으로 평가되고 있다. 조사된 생물종 수는 동물 21,168종, 식물 4,130종, 균류 2,078종, 원생생물 4,657종, 원핵생물이 1,219종으로 총 33,253종으로 분포되어 있다.<표 4-9-8> 이는 비슷한 생물지리학적 조건을 가진 다른 나라의 생물종 다양성과 비교할 경우 적은 숫자이지만 향후 체계적이고 지속적인 조사 및 연구가 이루어진다면 생물종의 수는 지속적으로 늘어날 것으로 예상된다.

표 4-9-8 우리나라에서 밝혀진 생물종 수

대분류군	소분류군	종수	대분류군	소분류군	종수
동물	척추동물	포유류 122	식물	단자엽식물	856
		어류 1,129		쌍자엽식물	2,247
		양서·파충류 52		양치·나자식물	336
		조류 496		선태류	691
		미색 99			
	무척추동물	해면 283 / 자포 301	원생생물	규조류	1,573
		편형 124 / 윤형 165		편모조류	413
		구두 1 / 내항 1		유조류	31
		태형 161 / 완족 9		녹조류	1,193
		성구 9 / 연체 1,560		갈조류	161
		환형 435 / 완보 61		홍조류	445
		절지 1,329 / 모악 39		기타	842
		극피 128 / 추형 1			
		선형 312 / 복모 6			
		유선형 5 / 유형 1			
		의충 2 / 동문 1			
	절지동물	곤충 12,982	균류/지의류	균류	1,580
		거미/진드기 1,309		지의류	498
		지네 45	원행생물	남조류	52
		기타 1,329		박테리아	1,167
총 33,253종					

※ 자료 : 환경부(2008), 생물자원 통계자료집(국립생물자원관)

특히, 최근 국내·외적으로 자생생물종이 중요하게 인식되고 있다. 국제적으로 생물자원을 활용한 BT산업의 세계시장 규모는 2003년 740억 불에서 2013년에는 2,100억 불, 2010년 이후에는 약 5~8천억 불로 급격히 신장할 것으로 예상되기도 한다(환경부, 2008, 제4차 환경보전 중기종합계획). 따라서, 향후 생물자원은 각 국가간 생물주권 확보를 위한 경쟁은 더욱 치열해 질 것으로 전망된다.

(2) 산림유전자원 현황

전 세계 1,320개의 유전자원 보존은행에 보존되어 있는 식물 유전자원은 약 650만점 정도이다. 이 중 우리나라는 22만 2천점을 보유하고 있어 양적으로는 전 세계의 약 3%로서 세계 6위에 있다(표 4-9-9). 우리나라 유전자원의 근간이 되는 조사된 생물자원 총 33,253종 중에서 우리나라 산림내 분포된 것으로 조사된 식물자원은 8,894종으로 고등식물은 5,285종, 하등식물은 3,609종이 분포되어 있다(산림청, 2008, 산림과 임업동향에 관한 연차보고서). 현재 국립수목원에서 식물 생체, 종자, 생물표본 등 국내·외 생물자원 237,087점을 수집·확보하여 관리하고 있는데 그 현황은 <표 4-9-10>과 같다.

표 4-9-9 주요국의 식물유전자원 보전 현황

국가	미국	중국	러시아	일본	인도	대한민국
보유수(점)	465,000	380,000	329,000	278,000	256,000	222,714

※ 자료 : 특허청(2006), 유전자원 출처공개 특허요건화에 관한 정책연구 이용

표 4-9-10 국내·외 산림생물자원 관리 현황

합계	국 내 종				외 국 종			
	계	식물생체 및 종자	생물표본		계	식물종자 및 생체	생물표본	
			식물	곤충			식물	곤충
237,087	222,714	8,341	125,592	88,781	14,373	6,023	7,530	820

※ 자료 : 국립수목원(2008), 내부자료

2) 산림생물다양성의 위협 요인

각종 국제보고서에서 지구온난화로 생태계 교란과 멸종 등 생물다양성에 대한 영향이 가속화되어 온도가 1.5~2.5℃ 상승할 경우 그 동안 평가된 동식물종이 20~30%가, 4℃ 상승할 경우 40%이상이 멸종할 것으로 예측하고 있다. 전지구적 평균기온이 3℃이상 급격히 상승할 경우 한발 등 극단적 기후현상으로 아·열대지역에서는 전염병 매개체(곤충)의 개체수는 증가하고 서식지는 북상할 것으로 예측되고 있으며, 대규모 전염병의 도래 가능성도 내재하고 있다. 이러한 생물다양성 감소의 대표적인 위협요인으로는 다음과 같이 4가지로 분류할 수 있다.

첫째, 천연자원과 생물을 과다하게 채취하는 등 천연자원의 과다 사용 및 남용에 있다.

둘째, 토지이용 변경에 따른 생물서식지 파괴 및 환경 악화로 인하여 산림은 조림, 군락 복원, 산림의 자연회복 등에 의한 훼손된 식생을 복원함으로써 임목축적량은 증가하고 있다. 그러나 산림면적은 과거 경제개발 등으로 1969년 6,578천ha에서 2007년에는 6,382천ha로 약 30년 동안 196천ha가 감소하여 연평균 6천533ha의 면적이 소실되고 있다(표 4-9-11). 이러한 산림면적의 급격한 감소는 산림생태계 파괴 및 기후변화에 따른 탄소흡수원 감소, 산림생물종의 서식처를 파괴하는 근본 원인으로 작용하고 있으며, 이로 인해 많은 동식물 등이 감소되는 결과를 초래하게 된다.

표 4-9-11 연도별 산림면적 변화 추이 (면적 : 천ha, 임목 : 천㎥, ha당축적 : ㎥)

연도별 / 구분	산림면적	임목축적	ha당 축적	최근 30년간 증감
1978년	6,578	114,000	17.33	· 산림면적 196천ha소실 · 이목축적 80.5㎥ 증가
1980년	6,568	145,694	22.18	
1990년	6,476	248,426	38.36	
2000년	6,422	407,575	63.46	
2007년	6,382	624,398	97.83	

※ 자료 : 임업통계연보, 산림청 내부자료를 인용하여 재구축함

셋째, 지난 100년간 6대 도시 평균기온이 약 1.5℃ 상승하는 등 우리나라 기후변화 진행속도는 세계 평균보다 빠르다. 이러한 영향으로 산불 등 재해증가 뿐만 아니라 생태계 교란 등 생물다양성이 급격히 감소하고 있다. 특히, 2005년 온실가스 총배출량은 5억9천

CO_2톤(전세계 배출량의 1.7%)으로 1990년대 대비 98.7% 증가되었다. 이러한 산불은 기후온난화를 가속화시키고 임산물 소실로 인한 재산피해 뿐만 아니라 임상의 피복물까지 연소시킴으로써 강수 흡수능력 저하 및 지표유출을 증대시켜 토사유출을 가속화시키고 산림의 무기환경에도 막대한 피해를 발생시키게 된다. 이와 더불어, 야생 동식물의 개체군 감소, 군집 변화 그리고 종 다양성의 감소 등에도 악영향을 주는 등 산림생태계 전체에 큰 영향을 미치고 있다. 예를 들면, 자연재해로 최근 10년간 총 17조 7천억원의 피해가 발행하였으며(국가기후변화대책위원회, 2008), 이로 인한 산림생물다양성의 파괴는 측정된 바는 없으나 그 심각성은 클 것으로 추정된다.

또한, 현재의 기후변화 속도는 생물종이 이에 적응해 나가기 위한 시간보다 더 빠르기 때문에 새로운 비오톱으로 이동이 쉽지 않은 생물종들도 다량 발생할 것이며, 산림파괴에 따른 서식지 분할로 생물종의 이동에 장애가 발생될 것으로 예상된다. 온도의 상승으로 번성하는 일부 종과 개체군도 있을 것이지만 대부분의 경우 종내 유전적 다양성이 감소될 가능성이 클 것으로 전망된다.

넷째, 최근 침입성 외래종 및 위해성이 급격히 증가하고 있다. 지금은 야생 동물들의 자체 이동능력을 초월하여 인위적 또는 의도적으로 도입된 외래종으로 인해 고유의 생태계를 교란시키는 등 큰 위협으로 다가오고 있다. 이러한 외래종의 도입에 따른 경제적 영향을 살펴보면 <표 4-9-12>와 같다.

표 4-9-12 외래종의 경제적 영향

종	경제 변수	경제적 영향
질병 걸린 생물의 유입	사람·동식물에 발생하는 연간 비용(美)	419억$/년
외래 동식물 종·표본	경제적 피해비용(美)	1,370억$/년
위성류속 나무	생태계 서비스 손실 가치(美)	55년간 70~160억$
질병 걸린 생물의 유입	사람·동식물에 발생하는 연간 비용(美)	410억$/년
외래 동식물 종·표본	경제적 피해비용(美)	1,370억$/년
위성류속 나무	생태계 서비스 손실 가치(美)	55년간 70~160억$
수례 국화속 식물 및 다엽성 등대풀속 식물	경제적 비용(美 3개주)	- 직접 비용 : 0.41억$ - 간접 비용 : 0.89억$
가장 심각한 침입성 외래 식물종	제초제 관리 비용(英, 1983~1992)	12종에 대해 3.4억 $/년
잡초류 6종	농업생태계 비용(豪州)	1.1억 $/년
소나무속, 하케아스, 개아카시아 종	식물 원상복구(남아공)	20억 $
부레옥잠	비용(아프리카 7개국)	0.2~0.5 억$/년

※ 자료 : GISP(2001), 국가 생물다양성 전략 및 이행계획(안) 인용

3) 산림생물다양성에 미치는 영향[290]

우리나라는 북방식물계와 남방식물계가 공존하고 있으며, 각각의 자생지에서 독특한 생태적·유전적 위치를 형성하고 있다. 특히, 남·북방 한계지역에 분포하고 있는 식물종들이 매우 많다. 이들 종들은 미약한 환경적 변화에도 민감하여 개체군의 변화가 일어나기 쉬운데 최근 1,300m 이상의 고산지대에서만 주로 분포하는 식물종의 감소현상이 눈에 띄게 나타나고 있다. 예를 들면, 한라산의 구상나무 군란, 지리산의 가문비나무와 분비나무 군락, 설악산의 눈잣나무·눈주목·홍월귤·노랑만병초 및 바람꽃 등 아한대식물이나 고산식물들이 쇠퇴조짐을 보이는 것으로 조사되었으며, 현재는 희귀종들이 점차 들어나고 있다(국립수목원, 2009)[291].

희귀식물을 효율적으로 보호·관리하기 위해서는 목록화가 우선되어야 한다. 그 동안 우리나라는 학자 및 정부기관에서 <표 4-9-13>과 같이 희귀식물을 선정하였는데, 우리나라에 분포하고 있는 희귀식물에 대하여 박민규(1975)는 106종, 이영노(1981)는 118종, 이창복(1987)은 79종이 서식하고 있는 것으로 발표하였다. 정부에서는 환경부(1998)가 법적 보호종으로 58종을 선정하였으며, 산림청(1998)은 희귀식물 217종과 후보종 41종을 합친 총 258종을 발표하였다. 최근 2001년 현진오가 학위논문 '한반도 보호식물의 선정과 사례연구'에서 174종을 선정하기도 하였다.

표 4-9-13 기관 및 학자 간의 희귀식물 선정 내용(1975년 이후)

기관 및 학자	종수	기관 및 학자	종수
박민규	백운란 등 106종류	환경부	매화마름 등 58종
이영노	솔잎란 등 118종류	산림청	광릉요강꽃 등 258종류
이창복	황근 등 79종류	현진호	암매 등 174종류

※ 자료 : 한국 희귀식물 목록집(정부간행물), pp38. 인용

특히, 국립수목원은 산림청에서 지정·관리해 오던 희귀식물 258종을 <표 4-9-14>와 같이 우리나라 등 6개 선정군별로 비교 검토한 결과, 환경부의 법적보호종으로 지정·

290) 한국의 희귀식물 목록집(국립수목원 정부간행물, 2009)
291) 한국의 희귀식물 목록집(국립수목원 정부간행물, 2009), pp36~60)을 인용하였다.

고시한 58종 중 51종이, 주변 동아시아와 비교할 경우 일본의 희귀식물 1,427종 중 43종이, 중국은 385종 중 14종이, 몽골은 84종 중 6종이 산림청의 희귀종과 동일하였다. 또한, 산림청에서 지정예정 특산종인 398종과 비교 검토한 결과에서도 54종의 희귀종과 같은 것으로 분석되었다.

표 4-9-14 희귀식물 대상종 선정을 위한 선정군별 비교 검토결과

우리나라(산림청)					
우리나라 (환경부)	우리나라 (현오진)	일본	중국	몽골	우리나라 특산
51/58	131/174	43/1,427	14/385	6/84	54/398

※ 자료 : 한국 희귀식물 목록집(정부간행물), pp39 인용

세계자연보전연맹(IUCN)의 희귀식물에 대한 평가기준은 멸종 · 야생멸종 · 멸종위기종 · 위기종 · 취약종 · 약관심종 · 자료부족종 등 7개 카테고리로 분류하고 있다. 국가에 따라 멸종위기종 I급을 멸종위기종 A급 또는 멸종위기종 IB급으로 분류하기도 하지만, 대부분의 국가에서 IUCN이 권고한 멸종위기식물평가기준이 가장 안정적이기 때문에 표준 프로그램으로 사용하고 있다. 국립수목원에서도 IUCN 평가기준에 따라 우리나라 식물 총 571종의 희귀식물종을 대상종군별로 구분 제시하였다. 이중 IUCN의 보전 카테고리 내에 포함되는 종은 389종으로 조사 분석되었는데 야생멸종 4종, 멸종귀기종 144종, 위기종 122종, 취약종 119종이 해당하고, 기타 약관심종은 70종, 자료부족종은 112종으로 나타났다. 분류군별로는 양치식물이 53종, 나자식물이 7종, 쌍자엽식물 242종 및 단자엽식물은 87종으로 분석되었다. 이를 종합하면 초본식물은 467종, 목본식물은 104종으로 나타났다. 특히, 다시마고사리쌈, 무등풀, 벌레먹이알 및 파초일엽 등 4종은 야생에서 이미 멸종된 것으로 추정하고 있다.

이와같이 산림생태계의 변화로 인해 상당수의 식물이 멸종되어 가고 있으며, 생물다양성 손실이 가속화 될 경우 우리의 생활환경이 심각한 위험에 빠질 수 있다. 뿐만 아니라, 생태계 균형을 유지하는 지구 자정능력 상실이라는 결과를 초래하여 산업 · 경제 · 생활양식 전반에서 부정적인 영향이 광범위하게 미칠 것으로 판단된다.

II 우리나라의 산림부문 대응전략

1 산림의 탄소흡수기능 증진

기후변화협약(UNFCCC)에 따라 탄소배출권으로 인정받을 수 있는 산림활동은 교토의정서(Kyoto Protocol)에 규정하고 있는데, 이 의정서에서는 신규조림, 재조림, 산림전용, 산림경영, 식생복구 활동 등을 탄소흡수원으로 인정하고 있다. 우리나라는 기후변화협약(UNFCCC) 및 국제적으로 이슈가 되고 있는 기후변화에 대응해 나가기 위해 2006년부터 '탄소흡수원확충기본계획(2006~2017)'이 추진중이다. 최근에는 새로운 국가계획을 뒷받침하고 정확한 분석을 통한 전략수립과 함께 구체적인 정책수단 제시 및 성과관리 체계를 달성해 나간다는 목표를 가지고, 2008년도에 '기후변화대응 사림종합대책'을 마련하였다. 그 세부추진 전략은 <표 4-9-15>와 같다.

표 4-9-15 기후변화 산림종합대책 추진전략

1. 탄소 흡수원 확대 유지	(감축 : Mitigation) ⇨ Green Up
• 국내 산림의 탄소흡수 능력 제고 및 신규 흡수원 조성 등으로 국가 온실가스 감축 목표에 기여	
2. 탄소순환시스템 구축	(대체 : Substitution) ⇨ Green Cycle
• 산림에 저장된 탄소의 지속적 격리(목제품 이용 등)를 통해 배출을 최소화 • 목제품의 '화석연료 및 에너지 다소비 재료 대체'로 에너지 위기에 대응	
3. 산림 탄소배출권 거래기반 구축	(시장 : Market-based) ⇨ Green Trading
• 산림을 통한 온실가스 감축활동을 촉진하기 위한 시장 메커니즘 도입 • 국내 및 세계탄소시장에 산림부문이 참여할 수 있도록 뒷받침	
4. 기후변화 적응역량 강화	(적응 : Adaptation) ⇨ Green Care
• 기후변화에 따른 산림생태계 및 임업의 취약성을 완화 • 산림의 3대 재해 최소화를 통한 산림의 적응능력 제고	
5. 동아시아 그린허브 기반 구축	(세계화 : Globalization) ⇨ Green Hub
• 국제사회의 기후변화 대응에 기여하고, 국제협상에 유리한 위치를 선점	
6. 기후변화 대응 거버넌스 구축	(거버넌스 : Governance) ⇨ Green Governance
• 국민, 지방자치단체 및 기업이 기후변화 대응에 참여하는 거버넌스 구축	
7. 온실가스 통계시스템 구축	(통계 : Statistics) ⇨ Green Accounting
• 국제수준에 부합하는 온실가스 흡수원 통계 시스템 구축	

※ 자료 : 산림청(2008), 기후변화 산림종합대책 인용

우리나라는 탄소흡수원 확충을 위하여 숲가꾸기, 한계농지 및 유휴농지에 대한 조림을 추진하고 있으며, 이외에도 도시숲 조성을 확대해 나가는 한편, 산불·산사태·산림병해충 등 3대 산림재해의 방지, 산지전용 기준의 강화, 바이오에너지 및 목재이용 촉진 등 산림부문에서의 탄소배출을 저감시켜 나가기 위한 여러 가지 활동들이 활발하게 추진되고 있다.

국립산림과학원의 2008년 발표에 따르면, 우리나라 산림의 2005년 입목축적량은 총 5억6백만㎥(ha당 79㎥)로서 2050년에는 총 9억1천만 ㎥(ha당 137㎥)으로 증가할 것으로 전망하고 있다. 이와같이 산림에서 많은 양의 이산화탄소(CO_2)를 흡수하기 위해서는 양적인 산림면적과 질적인 임목축적이 절대적으로 많아야 한다. 따라서, 산림경영활동 및 식생복구 등에 중점을 두고 목재와 목질계 Biomass 이용을 활성화하고 있으며 화석연료에 비해 탄소배출이 적은 바이오에너지 공급하기 위하여 목질계의 기술 개발 등을 중점적으로 추진해 나가게 된다. 이러한 산림의 탄소흡수원 기능 증진을 위하여 '탄소흡수원 확충기본계획(2006~2017)'에 따라 2020년까지 총 예상 배출량의 3.3%인 800만 탄소톤을 흡수하기 위한 세부추진계획이 다음과 같이 추진중이다.

첫째, 숲가꾸기를 통한 탄소흡수량 증대, 기후변화 적응력 강화, 숲가꾸기산물을 이용한 이산화탄소(CO_2) 흡수기능을 증진시키고, 방치된 산림의 가치 증진을 위하여 2004년부터 2008년까지 100만ha의 숲가꾸기에 이어 2단계 숲가꾸기를 2012년까지 신규로 100만ha, 2022년까지 490만ha를 추진하여 이산화탄소 총흡수량을 증대시켜 나가게 된다.

둘째, 새로운 탄소흡수원 확충을 위하여 농업진흥지역 밖의 농지 중에서 영농조건이 불리하여 생산성이 낮은 한계농지 및 유휴토지[292] 조림 5개년 계획(2007~2011)'을 수립하고, 향후 총 2,500ha를 대상으로 산림으로 조성해 나간다.

셋째, 산림의 69%가 사유림으로서 적극적으로 경영활동이 요구되지만 이중경영을 목적으로 산림을 소유한 경우는 16%뿐이고, 기타 산림경영이 어려운 5ha미만의 산주가 90%이상을 차지하고 있다. 이에 국가의 사유림 매수 확대를 통하여 탄소흡수 역량을 제고해 나가게 된다.

넷째, 교토의정서에 의한 탄소흡수원 인정범위 중 신규 또는 재조림이 부적합한 지역 중 최소 0.05ha 이상의 식생을 조성하여 탄소축적량이 증가될 경우 인정받을 수 있다.

292) '유휴토지'는 대부분 과거 산림을 농지로 개간한 것으로 농·산촌 주민의 노령화로 지속적으로 증가 추세에 원인이 있다.

이에 2007년부터 도시림 일제조사 및 '도시림 조성·관리계획'을 수립하여 도시내 학교 주변, 자투리 땅, 하천변 등을 중심으로 산림공원, 가로수, 학교숲을 조성하는 등 탄소흡수원 목표 달성뿐만 아니라 도시민들에게는 쾌적한 생활공간을 제공해 나가고 있다. 이러한 정책은 도시열섬 완화 및 기후변호 대응 이외에도 여러 가지 기대효과를 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

2 온실가스 감축 대응 탄소순환시스템 구축

우리나라는 2012년 이후 제2차 온실가스 감축의무 대상국으로 포함될 경우 의무적으로 온실가스 흡수·배출에 관한 통계와 온실가스 감축에 대한 정책 전반에 대한 구가보고서를 제출하여야 한다. 이에 교토의정서(Kyoto Protocol) 및 IPCC의 우수실행지침과 가이드라인에 근거한 통계작성을 위해 2007년부터 '교통의정서 대응 산림탄소계정 기반구축' 연구가 추진되고 있다. 신규조림과 산림전용 등 산림활동의 DB구축, 주요 수종별·지역별 탄소흡수·배출계수의 개발, 위성영상 등 GIS 기법을 활용한 온실가스 통계 검증체계의 구축 및 탄소배출권 잠재력 분석, 온실가스 감축 활동에 따른 인센티브 부여방안 등에 대한 연구도 병행 추진되고 있다.

IPCC에서는 내구성 있는 목제품 이용을 촉진할 경우 이산화탄소의 방출을 방지할 수 있기 때문에 지구온난화를 늦추는 효과가 있는 것으로 분석하고 있다. 목제품 이용에 따른 온실가스 배출 저감효과는 철강재료에 비해 350배, 알루미늄재료의 1,500배, 콘크리트 재료보다 4배의 효과가 있으며, 에너지로 활용할 경우 목재 1㎥은 원유 0.2TOE($0.6CO_2$ 배출)의 대체재 역할을 하고 있다(표 4-9-16). 그러나 우리나라는 숲가꾸기를 통해 연평균 2~3백만㎥의 산물이 생산되고 있지만, 수집비용 과다 및 수급체계가 미흡하고 이를 이용하기 위한 기술은 낮은 수준이다. 이에 산물수집량은 생산량 대비 연평균 약 10% 수준인 25만7천㎥만 수집·활용되고 잇는 실정이다(산림청, 2008).

표 4-9-16 에너지 다배출 자재를 목제품으로 대체시 기대효과

- **목조주택 보급확대시 1동당 연간 69탄소톤(250CO_2톤) 배출 감축효과**
  - ㎥당 탄소배출량 : 철근콘크리트주택 0.738 탄소톤, 목조주택 0.213 탄소톤
- **토목시설의 목재 대체시 콘트키르 1㎥당 3.7탄소톤(13.5CO_2톤) 배출저감**
  - 옹벽 축조에 소요되는 콘크리트량은 8.9㎥, 콘크리트 1㎥을 생산시 방출하는 탄소량은 440kg → 탄소방출량은 440kg/㎥ × 8.9㎥ + 3.9톤
  - 동일 규모의 목재옹벽에 소요되는 목재량 3.4㎥, 가압방부처리 목재 1㎥ 생산시 방출하는 탄소량은 66kg → 탄소방출량은 66kg/㎥ × 3.4㎥ + 0.224톤

※ 자료 : 산림청(2008) 기후변화 대응 산림종합대책 인용

그러나 목질자원의 이용률을 높여 탄소고정을 최대화하고, 에너지 다소비재료 및 화석연료 대체를 확대하여 온실가스를 감축해 나가기 위하여 '제5차 산림기본계획'(2008~2017)을 수립하였다. 이 계획에서는 지속가능한 산림경영(SFM)의 기준과 지표를 설정하고 관련법령과 제도를 정비하는 등 SFM 기반을 구축하고 더 나아가 '지속가능한 녹색복지국가 실현'이라는 비전을 제시하고 있다. 주요내용은 온실가스 통계시스템 구축 및 숲가꾸기를 통한 최적 효율성 방안 제고 등 기후변화협약과 신재생에너지 보급 확대 정책에 초점이 맞추어져 있다 또한, 2012년까지 숲가꾸기 산물 수집체계 개선 및 폐목재 재활용을 촉진해 나가고, 고효율 수지시스템 개발을 통해 목재이용률을 현재 10%에서 50%까지 향상시키며, 목질바이오에너지 공급을 0.7%에서 1.2%까지 증가시키기 위한 중장기 계획을 다음과 같이 수립하고 있다.[293]

첫째, 자원의 순환이용을 통한 지속적인 탄소저장을 위해 숲가꾸기 산물수집체계를 개선하여 폐목재 재활용을 촉진해 나가고, 고효율 수집시스템을 개발하여 목재자원의 순환이용을 증대시켜 나간다.

둘째, 이용·가공 과정에서 탄소배출이 적은 목재품 이용확대를 위해 건축자재 및 토목용재 등의 목재대체를 촉진해 나가고, 목제품 인증제도를 도입하여 목재품의 이용을 활성화시켜 나가게 된다.

셋째, 신재생에너지 비중을 늘리려는 국가 핵심목표에 직접적으로 기여하기 위하여 펠릿(Pellets) 제조시설의 확대, 목질 바이오에너지 기술을 개발하여 목질바이오에너지를 확대해 나간다. 특히, 2009년부터 산림병해충으로 인한 벌채가 매년 약 9만㎥ 발생하고

293) 산림청(2008), '기후변화 산림종합대책', PP31.

있어 이를 활용한 바이오에너지 공급시스템을 구축해 나가고, 목질 바이오에너지의 안정적 원료 공급기반 구축을 위하여 바이오순환림도 조성해 나간다.

또한 이러한 중장기 계획의 실행을 위하여 <표 4-9-17>과 같이 5대 전략과 25개의 핵심과제를 선정하였는데, 그 주요내용은 다음과 같다.

표 4-9-17 제5차 산림기본계획(2008~2017) 전략 및 핵심과제

5대 전략	25개 핵심과제
1 다기능 산림자원 육성과 통합 관리	① 국가차원과 현장단위의 SFM 이행 확대 ② 기후변호 대응 탄소흡수원 확충 ③ 산림의 공익기능 증진 지원체계 강화 ④ 지속가능한 산림자원 육성 ⑤ 자원조성·관리 인프라 강화
2 자원순환형 산림산업 육성 및 경쟁력 제고	⑥ 친환경 목재산업 육성 ⑦ 단기임산물 경쟁력 강화 및 지역산업클러스터 육성 ⑧ BT, ET 등 신산업 성장동력 확충 ⑨ 사유림 경쟁력 제고 및 임업 소득안전망 구축 ⑩ 임산식품 수출 확대 및 임업통상 적극 대응
3 국토환경자원으로서 산림의 체계적 보전·관리	⑪ 국토 균형적 산지관리체계 확립 ⑫ 산림생물다양성 보전 및 생태계 건강성 증진 ⑬ 백두대간 등 한반도 국토생태축 보전 ⑭ 과학적인 산림재해 예방 및 대응 ⑮ 산림경관의 보전 및 증진
4 삶의 질 제고를 위한 녹색 공간 및 서비스 확충	⑯ 도시 녹색공간 확충 ⑰ 국민수요에 맞춘 휴양·문화·등산서비스 확대 ⑱ 쾌적한 등산·산악레포츠 환경 조성 ⑲ 산림의 사회적 역할 및 사회적 일자리 확대 ⑳ 국유림의 공공서비스 기능 강화 ㉑ 다기능 생활공간으로서 산촌 진흥
5 자원확보와 지구산림 보전을 위한 국제협력 확대	㉒ 자원협력 이니셔티브 강화 및 해외조림 확대 ㉓ 사막화방지 등 국제협력 네트워크 강화 ㉔ 다자간 국제협력 강화 ㉕ 북한 황폐산림 복구 등 단계적 남북 산림협력 강화

※ 자료 : 산림청(2007), 제5차 산림기본계획을 인용하여 요약 정리한 것

Ⅲ 우리나라의 보전 정책

1 국가생물다양성 보전 전략

지구온난화로 국내·외적으로 산림에 대한 보전전략의 중요성은 크게 강조되고 있다. 이는 산림생태계의 보호·보전의 노력에도 불구하고 자연적 또는 인위적으로 발생하는 산림재해 등으로 많은 인명 및 재산피해가 발생하고 있으며, 산림 소실 및 산림생물다양성에 커다란 손실을 가져 오고 있기 때문이다. 즉, 산림재해는 우리들의 보전노력의 강도와 관계없이 커다란 손실로 이어지고 있으므로 산림생물의 기후변화에 대한 적응과 보전대책에 대한 현지 내외 보전전략의 수립·시행이 대단히 중요하다.

우리나라는 생물다양성협약(CBD)에 따라 국가 차원의 장기계획으로 '생물다양성국가전략'을 마련하고 1998년 생물다양성협약 사무국에 제출하였다. 1998년 제1차로 제출한 이 국가전략은 생물다양성의 보전 및 지속가능한 이용을 위해 향후 나아갈 방향에 대한 각종 제도 및 정책을 계속 보완·발전시켜 나가기 위한 전략위주로 구성되어 있다. 다음 과 같이 크게 6가지로 요약할 수 있다.

첫째, 생물다양성 구성요소 확인 및 모니터링에 관한 것으로 과학적·체계적인 조사와 평가, 모니터링 방법의 개발, 생물종 분류능력의 제고 및 강화이다.

둘째, 현지내 보전전략으로는, 생물다양서 보전을 위한 각종 보호지역 지정확대 및 관리강화, 멸종위기 야생종 및 보호야생종 등 보호대상 동식물의 지정확대와 관리 강화, 그리고 서식지 중심의 보호대책 추진 및 야생동물에 관한 연구를 강화해 나가게 된다.

셋째, 현지의 보전전략으로는, 식물원·동물원·자연사박물관 등 현지외 보전시설 확충 및 관리능력을 제고시키고, 현지외 보전 연구능력을 향상시킨다.

넷째, 생물다양성 위협요인의 통제로는, 오염물질의 통제 강화, 환경기반과 기초시설의 확충, 환경영향평가, 그리고 유전자 변형된 생물체 및 외래종에 대한 관리를 강화해 나간다.

다섯째, 생태계 복원에 대하여는, 전국 그린 네트워크를 지속적으로 추진해 나가고 생물다양성의 보고인 산림생태계를 보전·복원해 나간다는 계획이다.

여섯째, 기타 생물다양성 관리능력에 대하여는, 새로운 생물다양성 관리체계를 개발·시행하고, 법과 제도의 정비, 재정체계 강화 등을 통한 유인조치, 연구능력의 강화 및 전문인력의 양성, 교육 및 홍보, 정보와 기술의 교환, 국제협약에의 가입 및 새로운 국제규범 설정 등에 대한 내용을 포함하고 있다.

이 생물다양성의 지속가능한 이용전략은 농업·산림·수산·관광 및 휴양, 유전자원 등의 이용전략에 관한 것으로서, 산림부문에 대하여는 산림생태계의 건전한 생산력의 유지 증진, 산림의 효율적 관리체계 구축, 산림의 공익기능 강화, 식물유전자원의 보전기반 구축 등에 과한 계획을 담고 있다. 이러한 '생물다양성국가전략'을 구체적으로 이행해 나가기 위해 '생물자원보전종합대책(환경부, 2005)', '자연환경보전기본계획(환경부, 2006)', '산림생물다양성기본계획(산림청, 2007)' 등을 마련하여 분야별로 시행되고 있다.

2 국가산림생물다양성 보전 정책

우리나라가 참여하고 있는 '몬트리울 프로세서'에서는 <표 4-9-18>과 같이 1995년 지속가능한 산림경영(SFM)의 기준과 지표를 선택하였고, 각 회원국들에게 국가차원의 지속가능한 산림경영의 이행상황을 평가하여 자발적으로 보고하도록 의무화 하고 있다.

표 4-9-18 몬트리울 프로세서의 지속가능한 산림경영(SFM)의 기준

기준	주요 핵심내용
기준 1	산림생물다양성 보전
기준 2	산림생태계의 생산력 유지
기준 3	산림생태계의 건강성 및 활력도 유지
기준 4	토양과 수자원의 보전과 유지
기준 5	지구탄소순환에 대한 산림의 기여도 유지
기준 6	사회적 필요를 충족시키기 위한 장기적이고 다양한 사회·경제적 편익의 유지와 증진
기준 7	산림의보전과 지속가능한 경영을 위한·경제적 체계정립

※ 자료 : 산림청(2005), 지속가능한 산림경영(SFM) 기준과 지표를 인용 재구성함

우리나라는 '산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률'을 제정(2005)하고, 산림생물다양성 보전 및 이용 등을 위해 2007년에 '국가산림생물다양성 기본계획(National Forest Biological Diversity)'을 수립하였다. 이 계획에서는 산림생물다양성 보전을 위한 중장기 발전방향 제시 및 실천과제의 효율적 추진을 목적으로 체계적인 전략을 담고 있다. 그 세부적인 내용은 다음과 같다.

생물다양성 위협요소의 통제, 복원 및 지속가능한 이용 증진 등을 위해 고산 및 아고산 식생 등 기후변화로 감소가 예상되는 산림생물유자원과 자생 및 특산식물을 모니터링 해 나가고, 현지내외의 보전 등에 대한 노력을 강화해 나가게 된다. 또한, 기후변화에 따른 산림생물다양성 보전을 목적으로 특별보호지역을 지정하는 등 한반도의 생태축을 보전하고, 산림의 유전자원 다양성 및 생태적 특성 보전을 위한 국가생물종정보시스템 구축, 산림유전자원보호림 지정, 지방수목원 및 산림박물관 조성 등을 확대 추진해 나가게 된다. 이 기본계획은 산림생태계의 체계적인 보호 및 관리가 이루어질 수 있도록 산림생물다양성 증진을 정책목표로 설정하고, 2012년까지 7개의 전략과 35개의 추진과제를 계획하고 있다. 그 세부내용은 <표 4-9-19>와 같다.

표 4-9-19 국가산림생물다양성 핵심 추진과제

추진전략	핵심추진과제
생태계 접근법 확산	• 「생태계 접근법」 개념 정립, 제도적 기반 마련(실천 매뉴얼 등)
체계적인 조사 및 모니터링 실시	• 산림생물다양성 조사·평가·보고, 생태지도, 산림건강지수
생태적 안정성이 높은 현지내 보전기능 확대	• 보호지역 확대, 산지소생물권 특별 관리, 산림유산제도 도입·시행 • 국제수준에 부합하는 관리방안 마련
전문·특성화된 현지외 보전·관리 강화	• 수목원 확대, 산림생물 보유종 확대, 공·사립수목원 특성사업 • 현지외 보전기관 협력·정보교류
산림생물다양성 위협요소의 통제	• 산지전용·분할, 산불·병행충, 대기오염 통제, 기후변화 적응체계
산림생물다양성의 복원·증진	• 산림생태복원, 생태숲 조성, 희귀·멸종식물 서식지 관리 • 도시생태계 복원, 산림환경서비스 지불제 도입·시행
산림생물다양성 관리 인프라 확충	• 관련법령 재정, 연구활동 강화, 관련기관의 역할과 기능 재편 • 국제교류 확대 및 산림생물다양성 평가체계 구축

※ 자료 : 국가산림생물다양성 기본계획(산림청, 2007) 인용

Ⅳ 기후변화 대응 및 산림생태계 보전 방안

기후변화 영향에 가장 민감한 반응을 보이는 것은 전지구의 육기생물종의 80%인 생물자원이다. 이러한 생물자원이 경제·문화·정신적으로 중요한 가치가 있음에도 불구하고 기후변화, 기상재해, 서식지 파괴, 외래침입종, 산불, 산림의 분산, 지속가능하지 않은 경제활동, 재정투자의 미흡 등으로 인해 산림생물다양성을 감소시키는 원인으로 작용하고 있다. 최근의 환경적 위협은 경제 성장과 인간 복지를 가능하게 해 주는 귀중한 생태계 서비스를 제공하는 식물의 상실을 초래하여 산업·경제·생활 등 광범위하게 부정적인 파급효과를 동반하게 될 것이다. 따라서, 산림생태계는 산업분야처럼 몇 년의 시간 규모로 대응할 수 없고, 수십년에서 수백년을 바라보고 생태적으로 다루고 있으므로 차근차근 생태적 구조를 개선해 나가야만 한다.

1 지속가능한 산림경영

건강한 산림생태계는 기후변화 대응 등 극감한 기상이변에 대한 자연적 완충기능을 제공하고 있어 산림생태계를 이루는 다양한 부문과 그 구성요인들에게 미치는 영향은 크다. 이에 국내·외적으로 간심이 증가하고 있으며, 산림이 갖고 있는 생물종 다양성 및 토양·물 등에 대한 보전기능, 목재를 비롯한 임산물 생산력을 유지·증진시키기 위한 다양한 노력이 전개되고 있다.

이러한 국제사회 변화에 능동적으로 대처하기 위해 우리나라도 1995년에 몬트리올 프로세서에 가입하여 '지속가능한 산림경영(SFM)'을 실천하기 시작하였다. 교통의정서에서는 온실가스 저감을 유도할 수 있는 신규조림, 재조림 등 지속가능한 산림경영과 산림전용 억제와 같은 토지용도 변경 활동을 통해 기후변화 대응 정책의 촉진을 권고하고 있다.

지속가능한 산림경영을 달성해 나가기 위해서는 다음과 같은 지속가능한 산림경경의 지표를 통해 지속가능한 산림경영이 이루어져야 한다.

첫째, 산림이 단편화 될 경우, 생물종과 유전자 등이 고립되고, 서식지의 질은 훼손되며,

생태적 과정과 생물학적 다양성에 변화를 가져와 건전성 유지 및 회복을 위한 숲의 능력이 저하되기 때문에 산림의 단편화를 최소화 해나가야 한다. 그리고, 산림의존 종의 수와 개체군 변동은 산림생태계가 얼마나 건강한가에 대한 건강정보를 제공하고 있으므로 생태적 과정이 변화되지 않도록 산림의존 종의 수와 개체군의 변동이 일어나지 않도록 하여야 한다.

둘째, 기후변화의 탄소흡수원인 녹색 산림으로부터 우리가 필요로 하는 유무형적인 산물을 지속적으로 얻기 위해서는 산림생태계의 목재·비목재 임산물이 외부 간섭으로부터 파괴되거나 고갈되지 않도록 생산능력을 지속적으로 유지 관리해 나가야 한다. 이러한 SFM 이행을 위해 제도적·실천적인 수단으로서는 '산림경영계획'이 있다. 현재 전국적으로 산림경영계획 작성대상은 산림 6,382천ha중 5,989천ha로서 산림청 소관 국유림은 95%가 작성되었으나, 공·사유림은 4,705천ha중 40%인 1,886천ha만 계획되어 있다(산림청, 2009). 따라서 공·사유림에 대한 산림경영계획의 수립을 적극 권장해 나가야 한다.

셋째, 산불·산림병해충 등은 산림생태계를 파괴시키는 직접적인 원인으로서 원래 상태로의 회복이 어렵고, 회복하는데 많은 시간과 예산이 소요되기 때문에 산림건강상에 중대한 영향을 초래하게 된다. 따라서, 산림생태계의 건강도와 활력도 유지를 위해서는 산림피해 면적을 최소화 해 나가야 한다.

넷째, 토양과 수자원의 보전과 유지를 위해서는 토양과 수자원의 다양한 기능 변화에 관한 장기적인 모니터링이 필요하다. 이를 위해서는 산사태·산불 등 자연재해와 산지전용 또는 임업활동으로 인해 토양이 교란되거나 침식 또는 산림토양의 성질이 변화되지 않도록 하여야 하고, 토사유출과 자연재화로 인한 피해를 경감시켜 나가기 위해서는 사방사업을 확대하고, 상수원 보호 등을 위해 산림유역에 대한 숲가꾸기, 산림내 계곡천 관리 사업 등을 지속적으로 증대시켜 나가야 한다고 보아진다.

2 산림면적 확대 및 기후변화 완화기능 증진

산림황폐화를 억제하는 것은 온실가스를 저감하는데 매우 효율적인 방법이다. 산림파괴 등과 관련된 지구적인 배출량은 17.3%로서 수송 부문이 차지하는 비중(13%)보다 더 크기 때문에 산림조성 및 생태계를 보호해 나가는 과정을 강화해야 한다. 즉, 산림생태계는

단순한 보전만으로는 산림생물다양성을 증진시켜 나갈 수 없다. 따라서, 과거의 경제발전과는 달리 기후변화대응과 산림생태계 보전을 위해 산림면적 감소를 최소화시키는 한편, 산림을 확대하여 탄소흡수원 및 산림생물다양성을 증가시킬 수 잇는 추가적인 대응책 마련이 필요하다. 따라서 이를 위한 세부추진대책을 다음과 같이 제시한다.

첫째, 산림면적을 증가시키기 위한 대표적인 방법은 도시숲을 확대하는 방안이 효과적이다. 도시숲은 온실가스 흡수원을 확충할 수 있으며, 건강한 도시생태계 및 아름다운 경관을 유지해 줄 뿐만 아니라 여름철 도시기온을 평균 3.7℃ 낮추고, 습도는 9~23% 높이며, 먼지 흡착・소음바지・방풍 등 환경개선 효과가 높다. 또한, 도시민의 스트레스를 낮추고 업무효율을 높여주는 등 일석삼조의 효과를 얻을 수 있다. 이러한 도시숲이 확대되고 있는 대표적인 사례로는 서울시의 '생명의 나무 천만그루 심기'와 '생활권녹지 100만평 늘리기', 경기도의 '1억그루 나무심기', 대구광역시의 '푸른 대구가꾸기', 대전의 '3천만그루 나무심기' 등이 있다. 결국, 도시숲을 확대 조성하여 교토의정서 발효에 따른 도시림의 탄소흡수 기능 및 생물다양성 증진에도 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 제5차 산림기본계획과도 연계하여 2008년부터 2017년까지 국・공유 도시숲 총 3,800ha 조성, 사유지 녹화지원 870ha, 학교숲 100ha(1,00개소), 가로수 1만ha, 총 14,770ha를 조성해 나갈 계호기이다. 결국, 도시숲의 확대는 향후 산림생태계 및 생물다양성을 증진시킬 수 있는 서식처의 연결성을 높이는 역할도 동시에 수행할 뿐만 아니라 산림생태계 보호에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

둘째, 경제개발협력기구(OECD)의 유인조치 일환으로서 유휴토지 및 한계농지를 산림으로 전환할 경우 보조금을 지급하거나 융자금을 지원해 나가고 있다. 이러한 유인정책은 온실가스 흡수원의 감소를 근본적으로 방지하는 효과를 가져오기도 한다. 다만, 이러한 정책은 높은 토지가격으로 인해 산림으로 전환할 경우 토지가격 평가 절하 및 수익성이 매우 낮아 산림으로 전환되는 사례가 많지 않다는 문제점을 안고 있다. 향후 이러한 문제점이 개선되거나 보완 등을 통해 지역주민에 대한 유인정책이 활성화 될 경우 이산화탄소 흡수와 생물다양성의 유지 증진에 대한 인벤토리도 확충시켜 나갈 수 있다.

셋째, 산지의 효율적 관리도 매우 중요하다. 우리나라 국토의 64%인 산림은 도시화・산업화 등의 영향으로 산지를 산업용・레저용 등 토지수요의 일정 부문을 공급해야 하는 불가피한 실정에 있다. 따라서, 보전이 필요한 산림은 법과 제도를 통해 철저히 보전해 나가고 이용이 불가피한 경우 산지관리제도 개선 등을 통해 자연친화적인 산지이용 체계가 구축되어야 한다. 이를 위해서는 산지전용 협의 또는 허가에 대한 심사기능을

강화하거나 보전산지가 전용되는 사례가 없도록 사전예방대책 강구 및 산지전용지에 대한 사후관리도 강화해 나가야 한다. 더불어 국내에서 이루어지는 산림면적 감소 또는 확대 정책 이외에도 해외조림, 북한 황폐지 복구, 몽골 조림, 사막화 방지 등에 관한 국제적 사업을 지속적으로 확대하여 전지구적 차원의 온실가스 흡수원을 최대한 증대시킬 필요가 있다.

넷째, 우리나라는 그 동안 재해방지를 위한 '산림복구' 위주로 산림을 관리하여 왔다. 그러나 생태적 관리를 위한 '산림복원'의 개념을 도입하여 훼손된 산지가 생태적으로 건강하게 복원될 수 잇도록 해야 한다. 기후변화협약(UNFCCC) 및 사막화방지협약(UNCCD) 등에서는 산림의 전용 및 피해 방지, 산림황폐화 방지를 강화해 나가고 있으며, 생물다양성협약(CBD) 일원 및 백두대간 훼손지, 주요 자생식물 훼손지 또는 역사·문화적으로 중요한 산림지역을 중심으로 우선순위를 정하여 생태적 복원을 추진해 나가야 할 것이다.

따라서, 향후 훼손된 산림에 대한 생물다양성 증진 및 온전성과 건강성을 회복해 나가기 위해서는 산림으로 복원(산림복원)[294]해 나가는 것이 중요하다고 판단된다. 이를 위해서는 산림의 생태적 복원이 조기에 정착되도록 우수 산림생태계 및 산림생물다양성이 풍부한 비무장지대(DMZ) 일원 및 백두대간 훼손지, 주요 자생식물 훼손지 또는 역사·문화적으로 중요한 산림지역을 중심으로 우선순위를 정하여 생태적 복원을 추진해 나가야 할 것이다.

다섯째, 목재이용이 증진되어야 한다. 목재는 탄소를 저장하는 중요한 역할뿐만 아니라 제품제조 과정에서 철강·알루미늄·플라스틱 등 타 원료보다 상대적으로 적은 온실가스를 배출함으로써 온실가스 저감효과를 가져온다. 우리나라는 소경재를 이용한 파티클보드, 섬유판 제조나 연료에너지에 활용하여 장기간 탄소저장이 가능하고 환경에 부담을 적게 주는 목제품의 보급 확산 및 폐목재 재활용을 추진해 나가고 있다. 이러한 영향으로 목재수요량은 매년증가(1995년 887천㎥, 2000년 1,181천㎥, 2008년 2,206천㎥)되고 있는 반면, 숲 가꾸기 부산물은 수집비용 과다로 모두 활용되지 못하는 문제점을 안고 있다.

따라서, 향후 Biomass화 및 전력산업화를 통해 탄소배출량 감축효과를 거양하기 위해서는 효율적인 재정투자가 뒷받침 되어야 할 것이며, 이를 통해 간벌 소경재를 활용함으로써 이산화탄소의 저장기간을 늘리고 타 화석연료의 사용을 대체하는 효과를 증대시켜 나갈 수 있다.

294) 현실적의미의 '산림복원'이라 함은 자연적·인위적으로 훼손된 산림을 훼손되기 이전의 구조와 기능을 가진 원래의 상태에 가깝게 돌려 놓는 것으로 정의하고 있다.

3 산림의 건강성 평가 및 모니터링 강화

우리나라는 전국 산림을 과학적인 방법으로 매 5년 단위로 산림자원(임목자원, 산림식생, 임분피해, 토양탄소조사 등) 조사·평가 및 통계 확보, 그리고 변화 동태를 주기적으로 파악하고 있다. 이 조사를 바탕으로 지속가능한 삼림경영(SFM), 유엔식량농업기구(FAO), 경제개발협력기구(OECD), 기후변화협약(UNFCCC)에서 요구하는 탄소배출권 확보 등 다양한 정보들을 제공하고 있으며, 국제적 요구의 변화 등에 따라 2008년부터는 지속가능한 산림경영(SFM), 탄소흡수원, 산림생물다양성 등 산림경영의 새로운 패러다임에 대응하기 위한 산림자원 정보 수집체계도 개선되고 있다. 특히 '제5차 국가산림자원조사'부터는 변경된 조사체계를 구축하여 Biomass는 물론, 산림의 탄소축적변화 모니터링과 함께 불확실성에 대한 평가도 가능해졌다고 판단된다.

이 국가산림자원조사는 산림탄소순환과 관련된 다양한 산림활동 통계를 조사함으로써 국가와 지방정부의 온실가스 통계 작성에 핵심적인 역할을 수해해 나가고 있다. 이는 정부의 '기후변화 대응 종합기본계획'에서 요구하는 지방정부의 온실가스 배출량 작성 및 감축잠재량 산정을 위한 DB구축에 기반이 되고 있으며, 지방정부에서는 동 DB를 근거로 통계를 작성함으로써 산림부문 기후변화대응을 위한 정책을 수립하고 이행상황을 평가를 할 수 있는 기초가 된다. 따라서, 지방정부의 예측가능한 통계기반 구축을 위해서는 관련정보와 기술을 체계적이고 집중적으로 지원해 나가야 한다. 이와 더불어 비무장지대(DMZ) 일원에 대한 산림생태계와 산림생물다양성에 대한 조사 및 통계가 이루어지지 못하고 있으므로, 향후 이에 대한 조사·통계 계획을 수립하고 중장기적으로 실행해 나가야 할 것으로 보인다.

건강한 산림생태계는 기후변화 등 극심한 기상이변에 대응한 자연적 완충기능을 제공하기 때문에 이에 대한 영향을 구명하기 위하여 국립산림과학원을 중심으로 1995년부터 광릉, 계방산 등 5개 장기생태연구지를 설치하여 산림생태계의 생물계절과 생물다양성 변화를 모니터링 해 오고 있다. 2004년부터는 기후변화에 취약하거나 민감한 생물군집에 대한 변화, 생물계절의 변화, 산림생태계의 구조 및 기능변화에 대한 모델링, 산림의 생산력, 기후변화가 산림재해에 미치는 영향 평가 및 예측 연구 등이 추진되고 있다. 특히, 2008년부터 산림의 생태적인 기능을 증진시키기 위해 산림이 건강하고 다양하게 유지되는 정도를 조사·평가하기 위한 '산림의 건강·활력도[295] 진단·평가'가 추진되고 있으

며, 이 조사는 우리나라 전국 산림을 대상으로 '몬트리올 프로세스' 등의 지속가능한 산림경영(SFM)의 평가지표와 기준을 바탕으로 산림생태계 변화양상을 진단·평가하는 등 생태지역 단위로 5년 주기로 시계열적으로 모니터링 해 나가게 된다.

최근, 기후변화 영향으로 유용산림식물자원의 서식환경이 빠르게 변화되고 있다. 이에 우리나라 5대 생태권역별로 지표식물의 개화·개엽시기에 대한 모니터링 및 유용산림식물종을 적응시켜 나가기 위해 2009년부터 '기후변화 취약 산림식물종 적응사업'을 추진해 나가고 있다. 이 사업은 고산지대와 생육한계 식물들이 변화되는 환경에 적응해 나가게 하거나 소멸·멸종위기종은 복원을 통해 산림생물자원의 안정적인 보전기반을 마련하는데 목적이 있다. 특히, 이 사업은 취약종과 취약생태계를 특별 관리함으로써 많은 산림생물종을 보전해 나갈 수 있는 최초의 사업이라는 점에서 의의가 크고, 산림자원 이용의 촉진 및 지역주민의 소득 증진에도 기여하게 될 것으로 여겨진다.

그러나 지금까지 산림생태계의 건강성에 대한 총체적인 목표와 방향은 구체화되어 있지 못하고, 체계적인 산림자원의 조사 그리고 산림의 건강성에 대한 모니터링 강화를 위한 산림생물종 분포 예측 및 대응, 식물계절(Phenology)의 조사·모니터링 체계 구축, 기후변화 취약종의 체계적 관리 등 정책적으로 지원해 나갈 수 있는 실행체계도 미흡한 실정에 있다. 따라서, 산림의 건강성 증진을 위한 조사방법 및 지표·기준의 개발, 이를 바탕으로 하 산림의 건강성에 대한 기초자료를 수집하고 분석해 나가는 등 구체적이고 집중적인 모니터링의 전략 마련이 필요하다.

295) 산림청은 2009년 제정중인 '산림보호법'에서 '산림의 건강활력도'에 대한 용어를 '산림의 생태적 기능을 증진시키기 위하여 산림생태계가 건강하고 다양하게 유지되는 정도'라고 설명하고 있다.

제 10 장

건물·건축

Ⅰ 생태건축의 배경

출처_'생태건축의 특성과 구성원리에 관한 연구', 밀양대학교[296] 산업대학원 건축공학과, 강경아, 2000

지구의 환경 문제가 심각해지자 이러한 문제를 근본적으로 해결하고자 생태학적 패러다임(Ecological Paradigm)이 대두되었다. 이러한 생태학적 패러다임의 건축적인 대응방안으로 대두된 것이 생태건축으로 환경 친화적 건축(Environmental Friendly Architecture), 지속 가능한 개발(Sustainable Development) 등의 개념으로도 전개되었다.

1 건축활동과 환경 문제

오늘날의 지구는 자연관의 변화로 인해 많은 환경 문제를 양성하게 되었으며, 이러한 제 문제들이 인류의 생존을 위협하는 수준으로까지 발전하여, 이에 대한 대응방안이 범지구적 차원에서 논의되고 있다.

이렇듯 환경위기의 상황에 이르기까지 건축의 영향 또한 적지 않은데, 우리나라의 경우만 해도 건축물로 인한 대기오염량이 전체의 1/3에 이르며, 독일의 경우는 건축물로 인한 환경오염량이 국가 전체 오염량의 1/4 이상을 차지하는 것으로 추정되고 있다(1984년 기준)[297].

표 4-10-1 건축활동에 따른 환경현상화 문제[298]

구분	현상	야기되는 문제
지역적 환경문제	대기오염, 수질오염, 해양오염, 자연파괴, 열 섬화 현상, 지반 침화 등	소음, 악취, 진동 발생, 식량 문제, 질병발생, 야생 생물종의 감소, 기형 동·식물의 발생, 수(水)자원의 부족 등
	사막화	지하수위변경 등 주변 생태계의파괴
전지구적 환경문제	지구온난화	급격한 기온 변화로 해면을 상승시켜 곡창지대 및 저지대로 물에 잠김
	오존층파괴	일사량 증가로 지구 온난화 야기, 피부암 환자 발생, 생물생장 발육 저하 등
	산성비	숲 훼손, 수중생물에게 악영향, 철골과 콘크리트 건축물 등 문화유적의 훼손

296) 밀양대학교는 2006년 부산대학교 밀양캠퍼스로 통폐합됨
297) 김현수, 유럽의 생태만들기, ksdn(online), cited. 1999.09.22
298) 김상호, 1997, Sanho Kim's Homepage(online),

2 생태위기에 따른 접근방식

생태위기를 극복하기 위한 접근 방식의 흐름과 관점을 좀더 세분화시켜보면 다음의 다섯 가지 입장[299]으로 구분할 수 있다.

지속가능한 개발(Sustainable Development), 환경관리주의, 생태사회학(Social Ecology), 사회생태학(Eco-Anarchism), 심층생태학(Deep-Ecology)이다[300](표 4-10-2).

표 4-10-2 환경위기 극복을 위한 다양한 접근 방식

환경위기에 따른 대응방식		환경위기 원인	환경위기의 극복방법
환경론	지속가능한 개발 (Sustainable Development)	도시화, 산업화, 소비구조 환경 등 무분별한 개발과 경제성장, 파괴적인 산업구조	지구의 수용능력, 자정능력을 고려하는 범위 안에서 지속적인 성장을 통해 극복
	환경관리주의		과학기술의 발전과 환경 문제에 대한 관심, 환경정책·제도적 장치로 극복할 수 있다는 입장
생태론	생태사회학 (Social Ecology)	지배체제, 자본주의 사회체제 등의 사회구조	자본주의적 시장 경제와 생태위기를 극복을 위한 새로운 계획경제의 부활로 극복
	심층생태학 (Deep-Ecology)	인간·자연을 구분한 이원론적 세계관, 인간·이성중심주의	이성없는 '그 자체로서의 자연'의 이해와 인간이외의 생명이 없는 가치에 대한 이해와 배려 등을 통한 극복

1) 지구온난화

지구온난화는 산업이나 생활에서 소비하는 화석연료가 원인이 되어 나타나는 환경 문제로 지구의 각종 환경 문제 중에서 그 해결이나 억제가 가장 곤란한 것으로 간주된다. 건축활동에 따른 지구온난화의 관계를 밝히기 위해서는 먼저 산업활동을 통해 소비되는 화석연료를 조사하는 작업이 필요한데, 이러한 작업은 에너지소비 통계자료를 이용하는 방법이 일반적이다.

299) 정수복, 1997, 크리스천 아카데미 '바람과 물 연구소' 심포지엄(online)
300) 중국철학회, 현대의 위기 동양철학의 모색, 1997, P281~299 / 정수복, 1997, 크리스챤 아카데미 '바람과 물 연구소' 심포지움(online)

일본의 예를 들면 건설업에서 사용하는 에너지 소비량은 일본 전체의 약 1.6%정도인데, 이것은 건설현장에 직접 소비되는 비율을 나타낸 것이다. 그러나 건설활동에는 다량의 철강이나 시멘트 등 자재가 소비되는데 철강의 경우 전체 생산량의 30%, 시멘트는 85%가 건설용으로 사용되고 있다.

이러한 건설용 자재는 생산에도 막대한 화석연료가 소비되면, 건축물의 준공 이후에도 냉난방이나 조명 등을 위해 에너지가 사용되는데, 이는 건축물이 수명을 다해 철거될 때까지 계속된다. 그러나 이러한 부분에서 사용되는 에너지량은 직접 에너지통계에는 드러나지 않는다.

건축활동과 관련된 제반 요소들을 고려하여 건설활동에 의해 배출되는 이산화탄소 중 탄소배출량을 구해 보면, 전체 탄소배출량의 약 1/3에 달하는 것으로 추정할 수 있다. 또한 건축물의 준공 후 운영단계에서 발생하는 건축설비의 탄소배출량과 그 파급효과까지 고려하면 그 비율은 더욱 증가할 것이다.

2) 오존층 파괴

건축활동과 관련된 오존층 파괴의 직접적인 원인 물질은 건축물의 운영에 사용되는 냉동기의 냉매인 R-11이나 R-12 등의 특정 프레온, 합성수지 단열재의 발포제로 사용되는 프레온, 그리고 소화용으로 사용되는 하론-1301 등을 들 수 있다. 프레온이 냉매로 사용되는 경우에는, 냉동기의 제조와 수리 그리고 폐기 시에 대기 중으로 배출된다. 단열재의 경우에는 제조시와 폐기·해체시에 대기 중으로 배출되고, 소화용 하론-1301은 작동 때 배출된다.

이와같이 시간의 경과에 따라 배출되는 양이 분야별로 다르기 때문에 이를 정확히 추산하기는 매우 어렵지만, 일본의 경우에는 대략 전체 배출량의 5.5%(냉매 3.1%, 단열재 2.4%)가 건축활동과 관련이 있다고 한다.

이처럼 오존층 파괴물질의 사용억제는 국제적 합의하에 구체적인 억제계획이 시행되고 있으며, 이러한 노력으로 대류권 대기중의 프레온가스 농도가 서서히 감소되는 경향을 보이고 있다. 또한 선진국에서는 신축건물에 대해 특정 프레온을 사용하는 기기나 자재는 일반적으로 구입이 불가능하게 되었으며 대체품의 도입이 이루어지고 있다.

3) 열대림 감소

열대림이 감소하는 하나의 원인으로 건설현장에서 사용되는 거푸집용 합판과 주택산업용 합판을 들 수 있는데, 전세계적으로 열대림 벌채량의 약 3.4%가 건설용으로 사용되고 있다. 이 열대림의 벌채량(13.9억㎡/년) 가운데 수출용은 3.4%인 4,700㎡이며, 대부분은 건설과 관련된 자재로 사용된다.

이렇듯 건축활동을 위한 벌목으로 야기되는 열대림의 감소는 지구온난화현상을 더욱더 가속화시킴과 더불어 야생생물 종(種)의 감소와 주변 생태계를 훼손시키는 결과를 가져오고 있다.

4) 사막화

지구의 사막화에 건축활동이 직접적으로 영향을 미친다고 보기는 어렵다. 그러나 사막화된 지역의 환경개선에는 대규모 토목공사가 수반되는 경우가 많고, 또한 수자원의 고도이용이라는 측면에서도 건축설비 등 건축과의 관련성이 높다고 할 수 있다. 그리고 사막화 지역에서 가장 부족한 것은 물이라 할 수 있는데, 지표면의 물이 적더라도 장소에 따라서는 풍부한 지하수를 보유하고 있는 경우가 많다. 그러나 이러한 심층지하수는 수천년전의 빗물이 고여서 생성된 경우가 많기 때문에, 우물 등을 통해 급속하게 지하수를 배출하면 지하수위가 낮아지고, 수자원이 고갈되어 주변지역의 생태계에 많은 영향을 미치게 된다. 이러한 상황을 배경으로 지속적으로 사용 가능한 수자원 개발이 이루어지고 있는데, 사막화 지역에 있는 비교적 여유 있는 도시에서는 하수도가 완비되어 있기 때문에, 이를 고도 처리하여 시가지의 녹화용수로 사용하는 경우도 있다.

이와같이 사막화와 건축활동은 직접적인 인과관계는 없지만, 건축활동을 위해 개발된 기술이 사막화의 방지 또는 사막화지역의 수자원 고도이용에 활용될 수 있는 여지가 많다는 점에서 그 관련성을 찾을 수 있다.

5) 산성비

산성비의 경우에는 산업이나 생활 전반의 쓰이는 화석연료의 과다 소비가 그 원인으로, 지구환경 문제와는 다르게 건축물의 내구성에 미치는 영향이 문제가 된다.

건축물이 이 산성비에 접하게 되면, 원래 알칼리성인 콘크리트가 대기중의 탄산가스에

의해 표면으로부터 점차 중성화 반응이 진행되어, 내부의 철근주변이 산성화되어 강도저하에 심각한 영향을 주게 된다. 마찬가지로 콘크리트의 미세한 틈새를 통해 선성비가 내부로 침투되면 철근의 산성화 속도가 가속되고, 결과적으로 콘크리트의 수명이 단축된다.

또한 철근에 산성비가 접촉하게 되면 철의 부식에 의한 급속한 팽창으로 그 수명이 현저하게 단축되어 매우 위험한 사태가 발생할 가능성도 있으며, 외기에 노출되어 있는 문화재 등의 손상을 가져올 우려가 있다.

6) 기타의 환경 문제

해양오염에 관해서는 육상의 폐기물이 주요 원인이라 할 수 있으며, 대도시주변에서 배출되는 생활하수가 해양오염의 주범이 되고 있는데, 이것은 하수도의 완비와 배수처리의 고도화를 통해 대폭적인 환경 개선이 가능한 부분이다. 배수처리의 고도화에 대해서는 이미 전세계적으로 20년 이상의 연구가 이루어져, 자연하천과 동등한 수준의 처리기술이 이미 선을 보이고 있다.

야생생물 종(種)의 감소에 대해서는 건축활동의 경우 대규모 토목공사와 관련이 깊은데, 최근에는 대규모 토목공사에서 환경영향평가를 통해 어느 정도 문제 해결을 위한 노력이 진행되고 있지만, 현재의 환경영향평가는 이러한 야생생물 종의 보전을 위한 적극적인 노력으로 볼 수 없다. 따라서 대규모 토목공사에서는 동물의 이동용 통로나 야생조류의 서식을 위한 서식처의 보존 등에 대한 적극적인 배려가 뒤따라야 할 것이다.

또한 개발도상국의 환경 문제가 최근의 급속한 경제발전 과정에서 심각한 문제가 되고 있는데, 이는 개발도상국의 환경 문제에 대한 인식이 선진국에 배해 뒤떨어지기 때문으로, 향후 국제적인 분쟁을 일으킬 가능성도 안고 있는 잠재적인 지구환경 문제로 볼 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 환경 문제는 이제 특정 지역 또는 국가에만 국한된 문제가 아니라 범지구적 차원에서 대응방안을 찾아야 할 인류의 생존과 직결된 문제이다. 이러한 인식의 전환에 따라 국제적인 차원에서 대책이 모색되는 단계에까지 이르렀으며, 이러한 경향은 현재의 환경 문제를 탄생시킨 배경인 인간과 자연의 이원론적 세계관에 대한 비판이 제기되고 있다.

따라서 환경과 공생할 수 있는 건축활동을 하기 위해선 올바른 환경윤리에 대한 인지를 바탕으로, 환경을 고려한 건축활동의 가능성을 모색해야 할 것이다. 또한 경우에 따라서는 실질적으로 환경 문제를 해결하기 위한 환경교육 및 이를 뒷받침할 수 있는 정치·경제 제도의 조정, 그리고 실천적이고 구체적인 논의가 뒤따라야 할 것이다.

II 생태건축의 개념

출처_'생태학적 접근방법을 이용한 건축디자인 프로세스에 관한 연구', 성균관대학교 건축학과, 김수현, 2002.10

국내에서 흔히 사용되고 있는 '환경친화적 건축', '생태건축', '환경공생주택', '그린빌딩' 등의 용어는 모두 '지속가능한 건축'을 구현하기 위한 실천적인 수단으로서 건축과 환경의 관계를 고려하여 지금까지 이루어져 왔던 한정된 범위의 단독 건축물의 취급문제뿐만 아니라, 주변환경과의 연계라는 보다 광범위한 문제를 종합적으로 처리하고 있다는 특징을 지닌다.

여기서는 환경과의 공생이라는 공통적 개념을 가지고 국내·외에서 흔히 사용하고 있는 용어의 정의 및 목표를 살펴봄으로써 이들 용어 간의 차이를 살펴보고, 기존건축의 미래지향적인 대안으로서 생태건축의 개념을 재정립하고자 한다.

1 지속가능한 건축

1) 지속가능한 개발과 지속가능한 건축

UN Bruntland Report(1987년)에서는 지속가능한 개발을 "다음 세대의 요구를 만족시킬 수 있는 여지를 방해하지 않는 범위 내에서 현재 세대의 요구를 반영하는 개발"로 정의하고 있다. 지구환경문제와 에너지 고갈 문제에 대한 관심이 부각되면서 나타난 것으로 자원의 활용에 있어서 다음 세대를 고려하는 인간중심적 경향을 띤다.

건축분야에서도 이 개념을 적용하여 건물의 생애주기(life cycle) 과정에서의 자원, 에너지 소비저감 뿐만 아니라 환경, 경제, 사회 등에 미치는 영향을 분석하여 환경보존과 쾌적한 생활과의 적정점을 이루어 나가는 것을 지향하고 있다.[301] 결국, 이것은 건물의 지속가능성을 제고하는 것으로 기존의 환경보전 중심에서 벗어나 사회, 경제 등의 분야까지 포괄적인 의미를 지니는 보다 상위 개념이다.

301) 이강희, 황은경, 건물의 지속가능성 평가항목 선정방법에 관한 연구, 대한건축학회논문집 18권 4호, 2002.

건축가를 교육하기 위한 미국의 The National Pollution Prevention Center에서 발행한 지속가능한 설계의 기본원리는 자원의 절약(economy of resources), 생애주기를 고려한 디자인(life cycle design), 인간적인 디자인(human design)으로 규정하고 있다.[302] 자원의 절약은 건물에 투입되는 천연자원의 절감, 재사용, 재활용에 관계하는 항목이며, 생애주기를 고려한 설계는 건물생산 과정을 분석함으로써 건물이 환경에 미치는 영향에 관한 것이고, 마지막으로 인간적인 디자인은 인간과 자연 사이의 상호관계에 중점을 둔 것이다. 이러한 지속가능한 설계의 원리는 건축활동에 의해 발생하는 물질적인 소비가 지구, 지역환경에 미치는 영향에 대한 폭넓은 경각심을 일깨워 주며, 더 나아가서는 지구 생태계의 모든 구성요소의 삶에 대한 존엄성을 부각시키고 있다.

2) 지속가능한 건축을 추구하기 위한 국내 · 외 건축 동향

20세기 이후 등장한 독일의 생태건축, 일본의 환경공생주택, 그린빌딩, 환경친화적 건축 등으로 불리는 건축의 동향은 모두 발생시기는 다르나 그 의미적인 측면에서 모두 '지속가능성(Sustainability)'을 추구하기 위한 일련의 움직임이라 할 수 있다.

(1) 독일의 생태건축

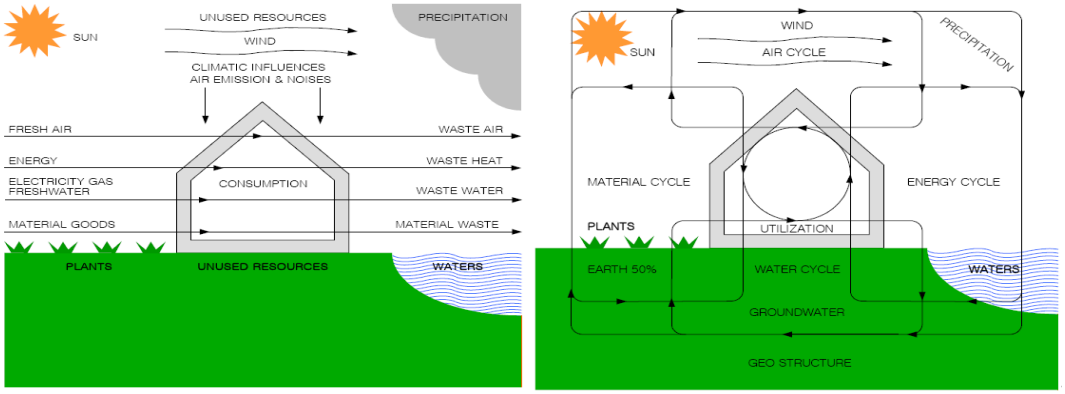
'생태건축'이라는 용어는 1979년 독일의 P. Krushe가 연방 환경부에 제출한 연구보고서의 제목을 결정하는 과정에서 자연과 인간의 상호관계 및 생태계를 고려한 다양한 건축적 시도와 개념들을 종합하여 '생태건축(Okokogishes Bauen)'이라 명명함으로써 처음으로 사용되었다. 환경파괴로 귀결되는 기존건축의 대안으로 생태건축은 "자연환경과 조화되며 자연과 에너지를 생태학적 관점에서 최대한 효율적으로 이용하여 건강한 주생활 또는 업무가 가능한 건축"으로 정의된다.

생태관리의 필요성과 생태계의 지속가능한 발전의 개념에서 출발한 인간사회와 자연과의 새로운 관계정립을 위한 건축적 움직임으로 토지, 물, 생물계와 인간사회가 상호보완적으로 생태계가 다양성을 유지하면서 지속적으로 발전하기 위해서는 개발 완료 후에도 계속 자정능력을 보유하도록 해야 하며, 이를 위해서 유한한 자원에 대한 인간의 개발행위에 근원적으로 제한을 두어야 한다는 생태학적 자각에서 시작되었다.[303]

302) Jong-Jin Kim, Sustainable Design and Sustainable Building Materials, 1996, National Pollution Prevention Center for Higher Education.
303) 전성원, 공동주택의 친환경성능 평가방법에 관한 연구, 2001, 중앙대학교 박사학위 논문.

기존의 건축은 자연자원과 에너지를 효율적으로 활용치 못하고 일방적으로 에너지와 물질을 소비하여 그 부산물로 환경오염물질을 발생시키는 소비형 경제체계를 지닌다. 반면, 생태건축은 생태계의 4대 요소인 토양, 물, 태양, 공기의 주순환체계를 건축물의 자원 및 에너지 순환체계로 통합하여 활용하고 있으며, 각각의 순환체계들은 상호간의 유기적 연계를 가지고 전체 시스템의 구성요소가 되도록 한다.[304]

그림 4-10-1 기존건축과 생태건축의 자원이용 비교[305]



[a) 기존건축의 자원이용] [b) 생태건축의 자원이용]

생태건축은 환경파괴에 따른 생태계 문제를 인식하여 발생한 것으로 건축을 생명체와 같이 자정능력을 보유한 유기체로 인식하며 보다 생태학적 본질에 초점을 두고 있고, 자연생태계의 보전을 특히 강조하면서 자연의 순환법칙에 저촉되지 않는 환경순응적 건축 또는 자연지향적 건축을 제시하고 있다. 이 경향은 여러 대안 중 가장 먼저 발생되어 선두적인 역할을 하며, 이후 발생한 다른 대안의 모델이 되고 있다.

표 4-10-3 생태건축의 목표 및 계획 기법

목표	계획기법
자원과 에너지의 생태적 이용	• 건축물 시공과 유지관리에 필요한 에너지와 자원의 수요를 최소화한다. • 자연의 순환체계와 재생가능한 자원을 효율적으로 활용한다.
자연환경과의 조화	• 물과 공기의 오염, 외부로 방출되는 열, 폐기물, 폐수의 양과 농도, 그리고 토양의 포장을 최소화한다.
건강한 주생활의 추구	• 건축물을 주위 경관과 어우러지게 배치하여 건강한 주생활과 업무가 가능하게 한다.

304) 김현수, 새로운 출발, 생태건축, 1999, 대한건축학회 세미나.
305) Architect's Council of Europe, Green Vitruvius, 1999, James & James, p.39

독일의 생태건축이 추구하는 건축적 목표는 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 자원과 에너지의 생태적 이용은 건축물의 생산과 유지관리에 필요한 에너지와 자원의 수요를 최소화하고 순환 활용하는 데 초점이 맞추어진다. 둘째, 자연환경과의 조화는 기존의 건축이 자연환경의 심미적 측면을 추구하는 것과는 달리 생태건축에서는 환경부하의 저감이나 생물서식환경과 건축환경과의 조화를 도모하기 위한 물리적, 생물학적 측면에서의 조화에 초점을 맞추고 있다. 셋째, 건강한 주생활의 추구는 건축물을 주변경관과 조화를 이루도록 배치하여 건강한 주생활과 업무가 가능하게 한다.

1980년대에 이르러 활성화되기 시작한 독일의 생태건축 개발사례도 전통적인 자연소재나 시공방법을 개발하거나, 생태건축소재의 이용, 순환적인 시스템 개발 및 생태서식환경 구축 등에 초점을 맞추고 있다.[306]

(2) 일본의 환경공생주택

환경공생주택은 일본에서 정립된 개념으로 1991년 환경공생주택위원회가 발족되면서 본격적으로 시작되었다. 여기서는 서로 다른 두 종의 생물이 이익을 주고 받으면서 함께 생활하는 '공생'의 개념을 토대로 지구환경의 보전이라는 관점에서 환경공생주택을 "에너지 자원 폐기물을 충분히 고려하며, 또한 주변의 자연환경을 친밀하고 아름답게 조화를 이룰 뿐만 아니라, 주민이 직접 환경을 가꾸고 건설하는데 참여하는, 건강하고 쾌적한 생활이 가능한 주택 및 지역환경"으로 정의한다.

환경공생주택의 목표는 첫째, 지구환경의 보전(low impact)으로, 주택의 생산, 건설, 유지, 폐기와 관련된 각각의 과정에서 자원 및 에너지 절약을 도모하고 자연, 미이용 에너지를 활용하는 등 지구환경의 보전에 대한 적절한 디자인 방법을 사용하는 것이다. 둘째, 주변환경과의 친화성(high contact)은 주택의 계획, 공법, 유지관리, 거주방식 등의 측면에서 주변의 자연환경이나 지역사회 등과의 친화를 염두에 둔 적절한 기법을 도입하는 것이다. 셋째, 거주환경의 건강과 쾌적성(health & amenity)은 주택의 내·외부 거주환경의 건강과 쾌적성을 실현하기 위해 계획, 유지관리, 거주방식 등 각각의 측면에서 적절한 배려를 필요로 한다.

306) 김현수, 새로운 출발, 생태건축, 1999, 대한건축학회 세미나.

표 4-10-4 환경공생주택의 목표 및 계획 기법

목표	계획기법
지구환경의 보전	- 에너지의 절약과 유효이용 - 자연이나 미이용 에너지의 유효이용 - 내구성의 향상과 자원의 유효이용 - 환경부담의 경감과 폐기물의 감소
주변환경과의 친화성	- 생태적 풍부함과 순환성의 확보 - 기후나 지역성과의 조화 - 건물 내외의 연관성을 향상 - 거주자의 공생적 활동의 지원
거주환경의 건강 쾌적성	- 자연의 은혜에 대한 향유 - 건강하고 쾌적한 실내환경 - 계속 안전하게 거주할 수 있는 주환경 - 풍부한 집주성의 실현

환경공생주택은 에너지 절약에 주요 초점을 맞추고 여기에 주변 자연환경과의 조화를 꾀하고 있으며, 주거건물을 대상으로 하고 있다는 특징을 지닌다. 에너지 수입에 의존하고 있는 일본은 에너지 절약기술 위주로 자연채광과 통풍유도, 자연형 및 설비형 태양열 이용기술을 적극적으로 적용하고 있다. 종합적으로 볼 때 경제성의 확보가 가능한 부분에서의 기술개발 노력에 주목하고 있는 셈이다.

또한, 환경공생주택은 환경을 고려한 주거건물의 계획기법 및 적용기술에 대한 지침을 마련함으로써 국내 환경친화 주거단지 계획의 모델로 참조되고 있다.

(3) 그린빌딩

에너지와 환경문제를 동시에 해결하기 위한 방안으로, 이제까지의 건물에 대한 기본개념인 인간이 거주하며 모든 쾌적한 생활을 영위하기 위한 공간이라는 차원을 넘어, 현세와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경문제에 기여하기 위한 건축분야의 대안으로 그린빌딩(Green Building)이라는 개념이 제안되었다. 그린빌딩이란 “에너지절약과 환경보전을 목표로 에너지부하저감, 고효율 에너지설비(energy) 자원재활용, 환경공해

저감기술(environment) 등을 적용하여 자연친화적(ecology)으로 설계, 건설하고 유지관리한 후 건물의 수명이 끝나 해체될 때까지도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획된 건축물"로 정의하고 있다.[307]

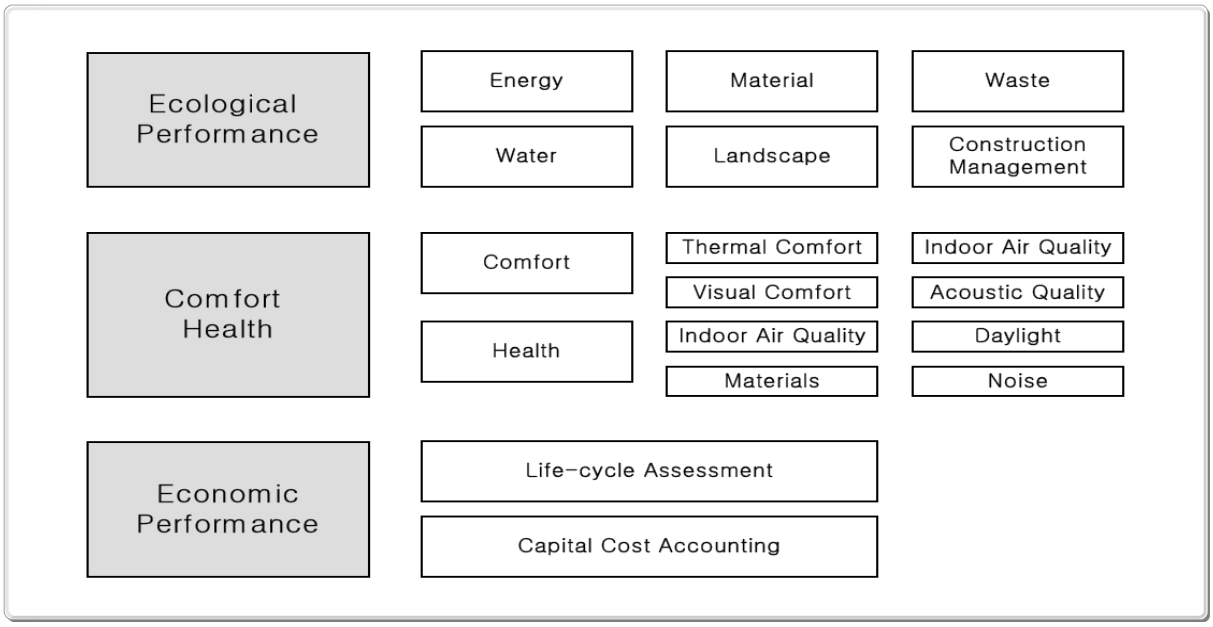
그린빌딩은 미국을 비롯하여 영국, 캐나다, 유럽에서 가장 많이 사용하고 있는 용어로 주로 건물의 환경성능을 평가하기 위한 평가지침으로 적용되고 있다. 미국의 경우, 1993년에 US Green Building Council(USGBC)이 설립되어 연구, 개발지원과 정보교류가 확산되고 있다. Leed(Leadership in Energy and Environmental Design) Green Building Rating System이라는 그린빌딩 등급평가기준이 개발되어 있으며, 텍사스 오스틴시는 자체적인 그린빌딩 프로그램을 운영하고 있고 요소기술 개발 및 그린빌딩 건축에 인센티브 제도를 채택하고 있다. 영국은 1990년대 초반부터 요소기술의 개발과 아울러 각종 기준을 개발 보급하고 있다. 영국 건축연구소(BRE) 주도로 BREEAM이라는 등급 평가기준을 만들어 적용하고 있다. 캐나다의 경우, 1993년에 만들어진 C-2000 Program을 필두로 BEPAE이라는 등급평가기준을 갖고 있다.

캐나다에서 적용하고 있는 그린빌딩의 목표는 크게 생태학적인 성능(ecological performance), 인간의 건강과 쾌적(human health and comfort), 경제적인 성능(economic performance)으로 나눠 살펴볼 수 있다.[308] 생태학적인 성능의 향상은 건물이 환경에 주는 영향을 최소화하기 위한 건물의 에너지, 물, 조경, 재료, 폐기물에 대한 고려가 필요하며, 이 중에서도 건설, 운영, 폐기에 이르기까지의 건물에너지의 성능은 가장 중요한 요소이다. 두 번째 설계 목표인 인간의 건강과 쾌적은 실내환경의 향상과 관련이 깊은 요소로서, 열적, 시각적, IAQ(indoor air quality), 청각적인 쾌적감을 달성하고, 실내의 인공물질로부터 방출되는 오염물질에 대한 제어, 적절한 환기, 자연채광의 유입 등 건강한 환경을 조성하기 위해 필요한 사항이다. 마지막으로, 경제적인 성능은 건물의 가치를 높이기 위해 요구되는 것으로 생애주기 평가와 초기투자비용에 대한 경제성 분석으로 달성된다.

307) http:// greenbuilding.or.kr

308) Performance Targets for Pilot Projects Green Building BC-New Buildings Program Draft, British Columbia Ministries Responsible : Employment and Investment Finance and Corporate Relations, 2000.

그림 4-10-2 그린빌딩의 목표 (Green Buildings BC)



그린빌딩을 평가하는 평가항목은 주로 상업건축물에서 시작되어 건축물 내부에서 발생하는 에너지의 소비에 초점을 맞추고 있으며, 건물의 에너지 및 환경적인 성능을 정량적으로 평가하고자 하는데 의의가 있다.

(4) 환경친화적 건축

환경친화적 건축이란 "건축물의 계획, 설계, 생산, 유지관리 그리고 폐기에 이르기까지 전과정에 걸쳐 총체적으로 에너지 및 자원을 절약하고 주변환경과의 유기적 연계를 도모하여 자연환경을 보전하는 동시에 인간의 건강과 쾌적성 증진을 추구하는 건축"이다.[309] 이 개념은 브라질 리우환경회의에서 채택된 지속가능한 발전인 ESSD에서 유래된 개념으로 주로 국내 주거단지 개발 및 계획에서 주로 사용되고 있다.

환경친화적 건축은 친환경, 친인간, 비용절감을 기본개념으로 에너지와 자원의 절약 및 순환, 주변환경과의 유기적 연계, 건강 및 쾌적성 향상을 목적으로 한다. 특히, 우리나라가 에너지 수입국가이며 자원부족국가임을 감안하여 에너지절약과 자원절약을 강조하고 있다.

309) 김현수, 안태경, 변혜선, 환경친화적 건축의 개념정의와 건축적 목표의 구체화를 위한 연구, 대한건축학회 논문집 14권 2호, 1998.

표 4-10-5 환경친화적 건축의 목표 및 계획 기법

목표	계획기법
에너지 절약 및 순환 활용	• 에너지 원수요 최소화 • 투입 에너지의 효율적 이용 • 자연 에너지 이용 • 폐열·폐에너지 이용 자원의 절약 및 순환 활용
자원의 절약 및 순환 활용	• 자원의 원수요 최소화 • 재생·재활용 소재 이용 • 토지의 효율적 이용 • 수자원 보호 및 순환 활용 • 폐기물의 최소화 및 재활용
주변 환경과의 유기적 연계 (기후 및 지형에 순응)	• 토양 생태계 보전 • 비오톱의 조성과 연계 • 지역사회·문화와의 친화 • 건축물 내·외부의 유기적 연계
쾌적성의 향상과 주민 참여	• 오염 물질 발생 억제 • 소음 발생 방지 • 휴식·휴양 공간의 조성 • 이용자 참여

환경친화적 건축에서 실제 적용되고 있는 계획요소는 단위건축물 및 주거단지 내에서의 에너지 및 자원의 효율적인 사용, 주변환경과의 연계, 쾌적성의 향상과 주민 참여에 초점을 맞추고 있다. 그러나, 주거단지나 단위 건축물 부지의 범위를 벗어난 넓은 의미로의 지역환경에 대한 고려는 미흡한 실정이다.

2 생태건축의 필요성 및 개념

<표 4-10-4>는 지속가능한 건축을 추구하기 위한 국내·외 건축 동향을 비교한 것이다. 이 중에서 독일의 생태건축은 가장 먼저 출현한 건축동향으로 건축의 원리를 생태계의 특성 및 원리에서 찾고자 한 것으로 그 특성도 전통적인 자연소재 및 시공방법 개발, 생태건축소재 이용, 순환 시스템 개발, 생태서식환경 구축으로 자연지향적인 건축에 추구하고 있음을 알 수 있다.

표 4-10-6 지속가능한 건축을 추구하기 위한 국내·외 건축 동향

구분	독일의 생태건축	환경공생주택	그린빌딩	환경친화적 건축
특성	생태학적 본질에 초점을 둔 자연지향적인 건축 • 전통적인 자연소재 및 시공방법 개발 • 생태건축소재 이용 • 순환시스템 개발 • 생태서식환경 구축	'공생'의 개념을 토대로 주거건물의 에너지 절약에 주요 초점을 맞추고 여기에 주변 자연환경과의 조화를 꾀함 국내 환경친화 주거단지 계획의 모델	단위 건축물의 에너지 및 환경성능을 평가하기 위한 평가지침 • LEED (미국) • BREEAM (영국) • BEPAE (캐나다)	주거단지 내에서의 에너지 및 자원의 효율적인 사용, 주변환경과의 연계, 쾌적성의 향상과 주민 참여에 초점 • 친환경 • 친인간 • 비용절감
목표	• 자원/에너지 생태적 이용 • 자연환경과의 조화 • 건강한 주생활추구	• 지구환경의 보전 • 주변환경과 친화성 • 거주환경의 건강과 쾌적성	• 생태학적인 성능 • 인간의 건강과 쾌적 • 경제적인 성능적 연계	• 에너지/자원 절약 및 순환 • 주변환경과의 유기적 연계 • 건강/쾌적성 향상

그러나, 여기서 추구하는 생태건축은 독일의 생태건축의 개념을 그대로 따르는 것이 아니라 생태건축이 지니는 본질적인 의미에 관심을 갖고 그 개념을 재정립하고자 한다. 생태건축은 일반적으로 유기체와 그것을 둘러싸고 있는 유·무기 환경과의 연관관계를 연구하는 생태학을 건축에 접목시킨 것으로, 사람과 자연의 공존(symbiosis with nature)이라는 생태적 원칙에 의한 건축활동으로 "지속가능성"의 개념이 보다 잘 반영되어 있다고 판단된다. 따라서 여기서는 생태건축이 지니는 본질적 의미, 즉 생태계의 구성요소인 생물과 그 환경과의 관계에 중점을 두고 인간에게 쾌적한 삶을 제공하는 건축환경을 생태계의 한 요소로서 지속가능할 수 있도록 구현하고자 한다. 인간과 인간을 둘러싼 건축환경이 생태계의 원리를 좇아 구현될 때, 비로소 미래의 세대에 물려줄 수 있는 지속가능한 지구환경을 만들어 갈 수 있을 것이다.

1) 생태계의 요소와 건축시스템

Eugene Odum에 의하면 물질과 에너지의 성숙된 자연 시스템에서의 흐름의 특징은 첫째, 완만하고 비교적 완전한 내부 순환으로 물질은 시스템안에서 재사용되고 이러한 과정은 고도의 지역적인 자급자족을 나타낸다.

둘째, 다양한 흐름의 경로로 물질과 에너지는 복잡하고 다양한 형태로 움직이는데 만일 흐름의 어느 한 곳이 비정상적인 일로 인하여 끊어졌다 하더라도 전체적인 흐름은 똑같지는 않지만 비슷하게 유지된다. 셋째, 각각의 순환고리는 각자의 역할에 적합한 종이 차지하며 성숙된 시스템 내에서는 틈이 매우 좁은 경향이 있고 고리를 차지하고 있는 종들도 비교적 세분화되어 있다. 끝으로 시스템에 의해 생산되는 물질은 대부분 시스템 내에서 사용되며 축적 또는 유출되는 것이 거의 없다.

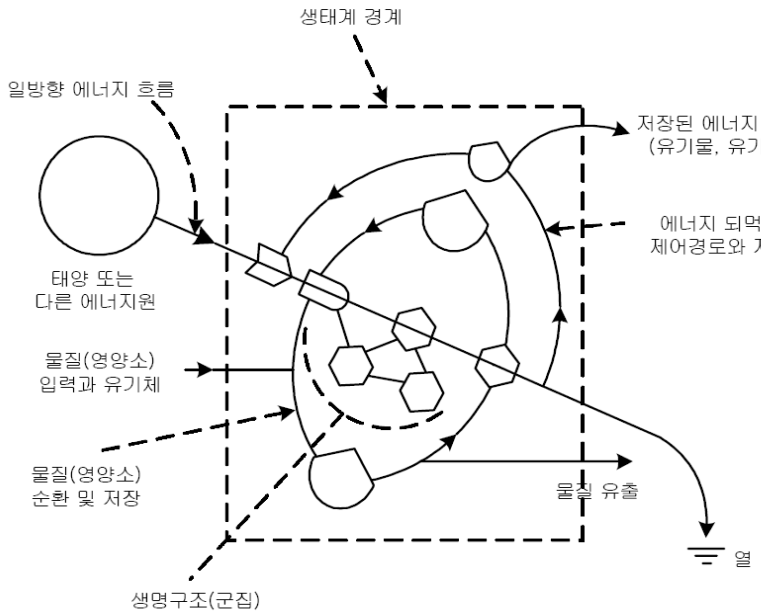
이와같은 인식을 바탕으로 생태건축이 추구하는 바는 인간의 주 생활무대인 건축환경을 하나의 인위적 생태계로 구축하여 자연생태계에 유기적으로 통합시키려는 것이다. 건축환경을 '닫힌 순환체계(closed-loop system)'를 가지는 자급자족의 소단위 인공생태계를 구성하기 위해서는 기본적인 생태계의 구성요소와 건축요소의 관계에 대한 이해가 필요하다.

여기서는 생태건축을 구현하기 위한 순환시스템을 구축하기 위해 생태계의 요소 중에서도 건축시스템에 영향을 미칠 수 있는 태양, 물, 토양 및 녹지에 한정하여 에너지의 근원인 태양에너지와 건축에서의 에너지 순환의 관계, 생태계의 물순환과 대지내의 물순환 시스템, 토양 및 녹지와 주변 자연환경의 관계를 모색해 보면서 여기서 추구하고자 하는 생태건축의 개념을 재정립하고자 한다.

(1) 태양에너지(solar energy)와 건축에너지

하나의 생태계는 광물, 토양, 기후, 햇빛 및 다른 모든 무생물요소들을 포함한 무기환경과 모든 생물 구성원으로 이루어진 생물요소로 나뉘며, 이 구성요소들은 생태계 전반에 걸친 에너지의 흐름과 생태계 내에서의 영양분 순환이라는 두 개의 힘으로 연결되어 있다. 생태계에 유입되는 에너지 중에서도 태양에너지는 생물권에 있어 근본적인 에너지원이며 생물권 안에 있는 대부분의 자연생태계들을 직접적으로 유지시킨다.

그림 4-10-3 생태계의 구성요소



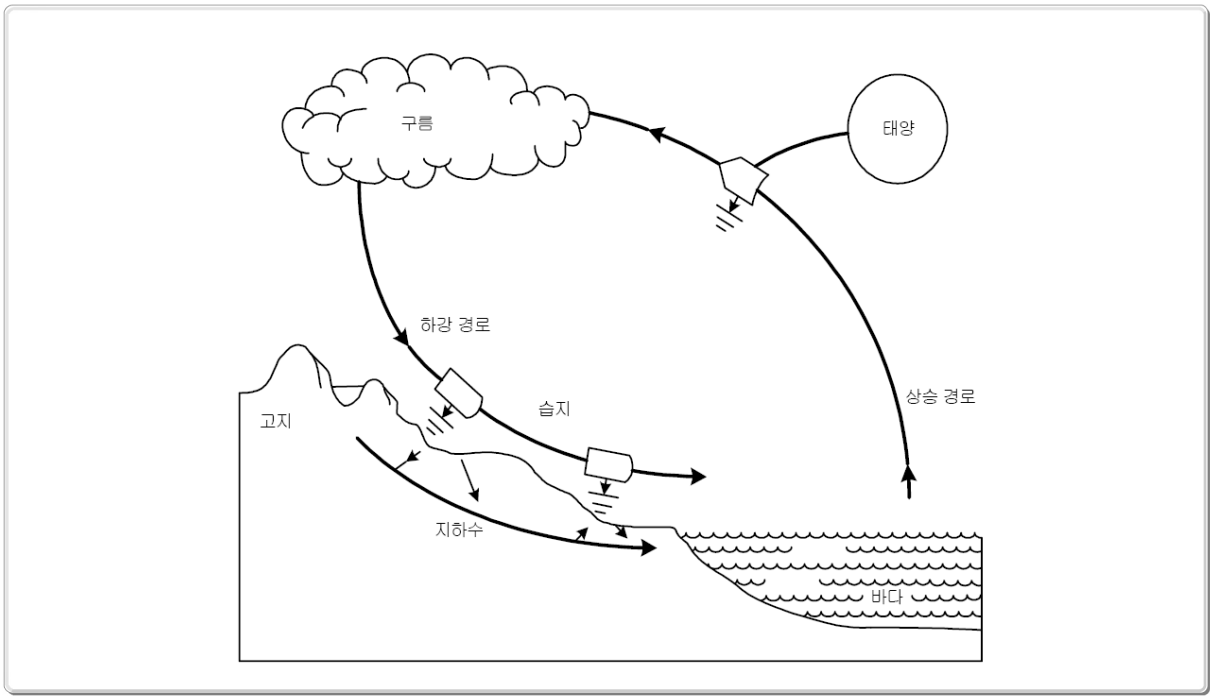
<그림 4-10-3>에서도 알 수 있듯이 유입된 태양에너지는 열역학 제2법칙에 의해 각 이동 단계에서 열로 변환된다. 대기, 대양, 녹색대를 거치면서 일어나는 태양에너지의 방열은 생명이 유지될 수 있는 수준으로 생물권을 덥히고 물의 순환을 유도하며, 또는 기후계에 에너지를 제공한다. 이러한 에너지의 흐름으로 생태계 내의 물질순환을 유발하면서 태양에너지를 유용하게 이용하고 있다. 건축활동을 위해 소비되는 화석연료를 대체하기 위하여 태양 에너지를 이용할 수 있다.

태양에너지는 지구상의 모든 생물이 살아가는데 필요한 에너지(생태계)의 근원인 동시에 건축적인 시스템으로서 직접적으로 이용할 수 있는 가장 생태학적인 에너지이다. 또한, 태양에너지는 그 밖의 재생가능한 자연에너지를 이용하기 위한 원천적인 힘으로 기류의 발생, 물의 순환, 지중의 온도변화를 촉진하고 이에 따라 바람, 빗물, 지중열 등을 건축의 에너지원으로 사용할 수 있다.

(2) 물(water)과 물순환 시스템

물은 지표수, 지하수, 수증기 등의 다양한 형태로 광대하고 연속적인 증발과 순환을 반복하며, 미시기후를 조절하고 생명체의 생장을 돕고 외부공간의 생태적 질을 좌우한다.

그림 4-10-4 물순환의 에너지론



Eugene Odum은 물의 순환(water cycle)을 두 가지 경로, 즉 태양 에너지에 의해서 일어나는 상승경로와 인조환경이 요구하는 재화와 용역을 제공하는 하강경로로 구분하였다. 물의 순환은 에너지론을 보여주는 것으로, 상승경로는 태양 에너지에 의해 추진되고 하강경로는 호수, 강, 습지로 에너지를 방출하여 인간에게 직접 혜택(수력발전과 같은 일)을 주곤 한다.[310]

이러한 물의 순환은 지구 표면에 도달한 태양 에너지의 3분의 1이 물의 순환을 추진하는데 사용되기 때문에 자연생태계에 의한 혜택으로 볼 수 있다. 그러나, 인간은 도로를 포장하고, 도랑을 만들거나 습지의 물을 빼내고, 토양을 압축시키며, 삼림의 수목을 베어냄으로써 표면 유출수(runoff)가 증가되고 대양으로 빠져나가는 반면 토양 침투수(infiltration)는 감소하고 지하수면(water table)은 저하되고 있는 실정이다. 결국, 이러한 물순환 체계의 변화는 수자원의 부족뿐만 아니라 물이 보유하고 있는 에너지의 변화를 초래할 수 있다.

생태건축에서의 물의 접근은 생태계의 물의 순환구조를 대지 내 수체계에 적용시키기 위해서는 자연스러운 물의 흐름을 구축하는 것이 중요할 것이다. 물의 순환은 토양, 녹지와 구분하여 생각할 수 없으며 건물 내외부의 시스템이 하나로 기능할 때 보다 효과적으

310) Ibid. pp.150-151.

로 작용할 수 있다. 따라서, 생태건축에 있어서 물의 이용은 물의 순환에 관련된 기술체계를 구축하고 생태적 특징을 살릴 수 있는 친수공간을 조성하는데 초점을 맞춰 계획하는 것이 중요하다.

(3) 토양 및 녹지 (earth & green space)와 주변 자연환경

녹지는 소비된 자원의 균형을 이루는 생산자의 역할을 하기 때문에, 생태적으로 건전한 녹지와 토양의 보존은 생태적 문제를 해결하기 위한 가장 근본적 대안이다. 또한 녹지를 통해 얻을 수 있는 혜택은 주변의 미시기후 조절, 경관의 질, 정서의 충족, 생물 서식지 제공 등이 있다.

녹지 조성에 있어서 우선, 식생의 다양성은 생태계에서 어떤 방향으로의 변화가 필요할 때마다 안정성을 보상하는 특성으로 인하여 자연생태계의 통합성을 유지하는데 도움이 된다. 둘째, 그러한 특성의 이해는 인간 생태계를 위한 안정적 구조를 형성하는 계획의 지침이 되어야 하며, 셋째, 녹지의 설계 및 관리에서 그 에너지 투입을 최소로 절감할 수 있어야 한다.[311]

크고 작은 녹지가 주변의 자연생태계에 적합한 유형으로 조성되고 유지되면 장기적으로 안정된 환경체계를 지속시켜 인간뿐 아니라 야생동물을 위한 환경을 제공할 수 있다. 여기에는 에너지 비용을 줄일 수 있는 시스템의 설계와 자연과 인간상호의 목적이 유지될 수 있는 설계가 필요하다. 이러한 계획방법은 크게, 실내녹화, 건물녹화, 외부공간 녹화로 구분하여 살펴볼 수 있다. 우선 실내녹화는 부착온실, 아트리움 계획과 연계되어 도입하면 실내의 온도 및 습도조절 뿐만 아니라 재실자에게 심리적인 안정감을 줄 수 있기 때문에 보다 쾌적한 실내환경을 조성할 수 있다. 건물녹화는 건물내부와 외부의 녹화를 연속적으로 조성하기 위한 것으로 옥상녹화, 벽면녹화, 테라스 녹화 등을 들 수 있다. 외부공간 녹화는 공원, 텃밭, 구릉, 자연학습장 등의 계획과 이를 연속적으로 연계한 녹지축을 조성하는 것이다. 또한, 비오톱(biotop)과 같은 생물서식지를 조성하는 것도 중요한 과제이다.

2) 생태건축의 개념

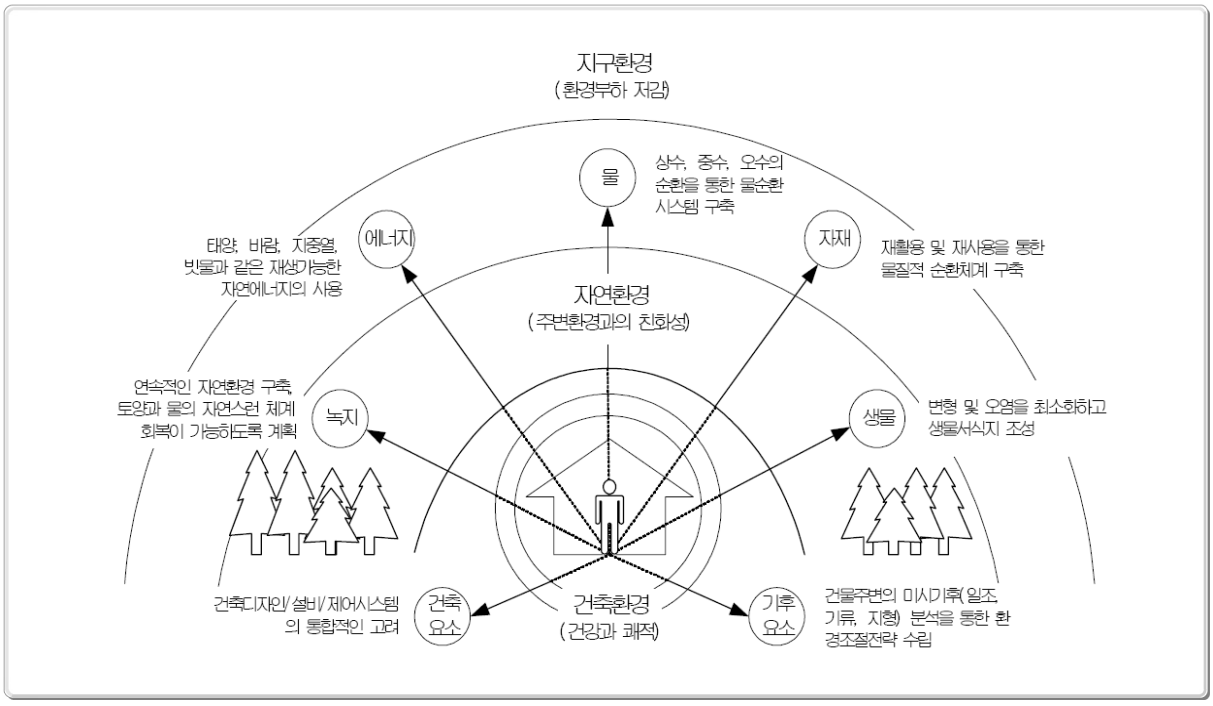
생태건축은 유기체와 그것을 둘러싸고 있는 유·무기 환경과의 연관관계를 연구하는 생태학을 건축에 접목시킨 것으로, 사람과 자연의 공존(symbiosis with nature)이라는 생태적 원칙에 의한 건축활동으로 '지속가능성'의 개념이 보다 잘 반영되어 있다.

311) 윤조현, 양동양, 주거단지계획에서의 생태적 접근 방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집 12권 6호, 1996.

여기서는 생태건축을 “생태계의 시스템을 건축 속에 구현하고 그 건물이 영향을 미치는 대지 전체의 순환체계까지 고려함으로써, 좁게는 단위 건축물군(집합)이 하나의 독립적인 생태시스템으로 자급자족이 가능하도록 하고, 넓게는 건축환경을 자연생태계와 유기적으로 통합하여 에너지 및 물질순환을 추구하고 생물의 다양성 및 풍요로움을 확보할 수 있는 터전(기반)을 마련해 주는 것”으로 정의할 수 있다.

생태건축을 실현하기 위해서는 먼저 기존의 건축이 추구하는 본연의 목적인 인간의 쾌적과 건강을 추구하기 위해서 건물 주변의 미시기후를 포함한 건축환경의 조성이 필요하다. 이러한 건축환경은 보다 확대되어 생태계의 생물군집의 다양성과 종의 유지가 가능하도록 하는 자연환경을 형성한다. 이것은 인간에게 쾌적한 외부공간을 형성하는 것 뿐만 아니라 생물 서식지를 제공하는 것으로서 생태계의 생물요소에 대한 터전을 마련하기 위한 것이다. 마지막으로, 건축환경을 포함한 자연환경의 에너지와 자원의 순환체계는 토양(녹지), 물, 태양, 공기 등이 지닌 자연의 순환체계와 서로 통합되도록 계획하는 것이다. 이러한 순환체계는 생태계의 에너지 흐름 및 자원의 순환에 순응하는 형태를 띄면서 매우 다양하게 연계되며 서로 독립적으로 이루어지는 것이 아니라 상호 의존적인 관계를 지니고 있다.

그림 4-10-5 생태건축의 개념



3) 생태건축의 목표 및 디자인 원리

생태건축의 목표는 환경부하의 저감, 주변환경과의 친화성, 건강 및 쾌적에 관한 항목으로 살펴볼 수 있다.

첫째, 환경부하의 저감은 자원과 에너지 절약을 통해 지구환경을 보존하는 것으로 건축이 환경에 미치는 부하를 최소화하는 것을 의미한다. 건축물의 생산과 유지관리에 필요한 에너지와 자원의 사용을 최소화하고 순환 활용하는데 초점을 맞춘 상위 목표이다. 둘째, 주변환경과의 친화성은 자연환경의 관점에서 대지내의 수공간과 녹지계획, 생물서식지 보존을 통해 인간이 거주하는 건축환경과 자연환경의 조화를 추구하는 것이다. 셋째, 건강 및 쾌적은 인간이 거주하는 건축환경에 대한 고려로서 건축이 추구하는 기본적인 목표이다. 결국, 생태계의 구성요소가 지구환경, 자연환경, 건축환경에 미치는 영향을 최소화하여 미래세대에게 건강한 환경을 제공하는 것으로 지속가능성을 추구하는 것이다.

표 4-10-7 생태건축의 목표 및 디자인 원리

생태건축 목표		생태건축 디자인 원리
환경부하 저감	지구환경 (건축/환경)	재활용(Recycle) : 물질적 순환이 가능한 건축재료(흙, 목재 등)
		재사용(Reuse) : 건축부품을 조립·해체함으로써 다시 사용 (건물구성요소의 조립화, 모듈화)
		재생가능성(Renewable) : 자연에너지 사용(태양, 바람, 지중열, 빗물의 이용)
주변환경과의 친화성	자연환경 (인간/환경)	생태계의 근간이 되는 토양 및 물의 자연스런 체계 회복 유도
		생물 서식지 및 외부공간(safety play) 조성
		주변환경과 연속적인 자연환경을 형성(Green Network, Blue Network)
건강과 쾌적	건축환경 (인간/건축)	미시기후 분석을 통한 건물 설계
		열, 공기, 시각, 청각환경에 있어서 재실자의 물리적, 주관적 쾌적감을 만족
		건축디자인/설비시스템/제어시스템의 최적화

<표 4-10-7>은 생태건축의 목표에 따른 디자인 원리를 정리한 것으로 '환경부하'를 저감하기 위한 디자인 원리'는 에너지, 자원의 보존 측면에서 재활용(Recycle), 재사용(Reuse), 재생가능성(Renewable)의 개념으로 에너지 및 자원의 순환이 가능하도록 한다. '주변환경과의 친화를 위한 디자인 원리'는 생태계의 근간이 되는 토양과 물의 자연스런 순환체계를 구축함으로써 생물서식지 및 안전한 놀이공간(safe play)을 제공하고, 주변환경과의 네트워크를 추구하는 것이다. 마지막으로 '거주공간의 건강과 쾌적'을 위해서는 미시기후 분석을 통한 최적의 건축디자인 및 설비시스템 계획, 그리고 실내외의 환경조건 변화에 따라 건축 및 설비시스템을 통합적으로 조절할 수 있는 제어시스템이 필요하다.

생태건축의 구체적인 디자인 전략과 프로세스는 이와같은 생태건축의 목표를 근간으로 구성되어야 하며, 설계 유형 및 대지에 따라 건축설계의 방향 및 특성이 달라지기 때문에 건축가는 생태건축의 개념 및 목표를 충분히 숙지하고 건축 디자인 프로세스를 작성해야 한다.

Ⅲ 생태건축의 특징

1 생태건축의 계획기법

환경부하의 저감, 주변환경과의 친화, 건강 및 쾌적이라는 생태건축의 3가지 목표에 따른 생태건축의 계획 기법은 <표 4-10-8>과 같이 정리할 수 있다.

표 4-10-8 생태건축의 계획 기법

목표	세부목표		계획기법
환경 부하의 저감	에너지		미시기후 고려
			재생가능한 에너지원 사용
			에너지 효율적인 시스템과 기기의 사용
			자동제어 기술
	자원	건축재료	물질적 순환이 가능한 건축재료
			건물구성요소의 모듈화
			조립, 해체를 통한 재사용
		물	물의 절약 : 절수기기 사용
			물의 재사용 : 우수 및 중수의 사용, 투수성 포장
		폐기물	폐기물의 절감, 분류, 저장, 수집, 폐기
			생활쓰레기 퇴비화를 통한 경작
주변환경과의 친화성	녹지와 수체계		그린 네트워크 조성
			블루 네트워크 조성
			보행자 네트워크 조성
	생물서식지		비오톱(biotop) 조성
			기존의 지형 및 자연토양의 보존
건강 및 쾌적	열쾌적		외피의 열관류율(구조체 및 창호)
			고단열, 고기밀 외피계획
			일사조절 시스템
			표면적비 최소화
			완충공간 조성
	시각적 쾌적		충분한 자연채광의 유입 및 조절
			현휘방지 및 조망 확보
	실내공기환경	실내공기질	외부공기 오염원에 대한 보호
			건물내 오염원의 제거 및 방출 제어
			환기를 통한 오염원의 방출
		재료	인체에 무해한 재료 사용
			천연재료의 사용
	음향적 쾌적		외부소음으로부터 격리
			실내발생 소음 최소화 및 실내 차음장치
			기기발생 소음 차단

2 생태건축의 계획요소

<표 4-10-9>는 이를 대지, 건축, 시스템 설계의 계획단계에 맞춰 재배열한 것이다.

표 4-10-9 계획 단계에 따른 생태건축의 계획 기법과 계획 요소

계획단계		생태건축 계획기법	생태건축 계획 요소
대지 설계	대지 이용 계획	미시기후 고려	대지내 일조, 기류, 지형, 식생 분석
		지형 및 자연토양 보존	표토 재활용, 기존지형 및 식생 이용
	외부 공간	그린 네트워크	biotop, green corridor, eco-bridge
		블루 네트워크	습지조성, 실개천, 연못, 투수성 포장
		보행자 네트워크	순환 산책로, 자전거 도로
건물 설계	건물 형태 및 외피	자연형 태양열 기법	아트리움/부착온실, 축열체
		자연채광	천창, 클리어스토리, 광선반, 루프모니터, 굴절유리
		일사조절	외부차양, 내부차양, 건물외피녹화기법
		표면적비 최소화	중층구조, 공동벽
		완충공간	발코니, 온실, 열적조닝
		고단열, 고기밀 기법	복합구조벽체, 고단열 창호시스템
		건물녹화	옥상녹화, 벽면 녹화, 테라스녹화
	쾌적한 실내 환경	자연환기	개구부 위치 및 형태, 이중외피
		완만한 실내온도 형성	축열구조체(재료의 열전도율, 열용량)
		인체에 무해한 재료	흙벽돌, 짚, 종이섬단열재, 천연도료
		방음 및 차음	외부소음 격리, 실내차음장치
		실내정원	아트리움, 부착온실을 이용한 녹화
시스템 설계	에너지 시스템	설비형 태양열 시스템	태양열 이용 급탕, 난방
		태양광 발전	태양전지
		미이용 에너지 사용	풍력발전, 소수력 발전, 지중열 이용
		고효율, 고성능 기기	절전형 가전기기, 절수형 기기, 고효율 조명기기
	자원의 순환	수자원의 순환 이용	중수도 시스템, 식물이용 정화시스템
		폐기물 처리	쓰레기 분리수거 시스템, 식물이용 정화시스템, 우수 저류조, 특수성 포장
		자연소재/재활용 재료	목재, 흙벽, 폐자재
		재사용이 가능한 재료	모듈화 설계, 기존구조물 및 폐기된 건축자재 이용, 라이프사이클을 고려한 평면 개발

3 생태건축의 특성

출처_ '생태건축의 특성과 구성원리에 관한 연구', 밀양대학교[312] 산업대학원 건축공학과, 강경아, 2000

생태건축은 지금의 거주환경이 내포하고 있는 많은 문제중에서 특히 자연과 공생하는 조화로운 환경으로서의 건축을 조성하지 못함으로써 야기되는 문제와 자연자원의 유한성으로 인한 문제 등에 대한 인식을 바탕으로 하고 있으며, 다음의 세가지 특성을 지니고 있다.

첫째, 거주환경의 안전과 쾌적한 생활의 추구 및 주민 참여를 통한 건강한 주생활 추구의 특성

둘째, 자연환경과 조화, 주변환경과 친화, 자연생태계 보호의 자연·주변환경과 조화의 특성

셋째, 다양하고 가변적인 주거공간 조성과 자연자원의 생태적·경제적·순환적 이용에 의한 지속 가능한 주거환경 조성의 특성을 나타내고 있다.

1) 건강하고 쾌적한 주생활 추구

건강하고 쾌적한 주생활을 추구하는 특성은 환경파괴에 따른 생태계의 문제와 이에 따른 인간의 거주환경의 문제를 해결하고자 함으로 대두된 특성으로 볼 수 있다. 이로 인해 자연생태계의 보전과 자연의 순환법칙에 저촉되지 않는 개발을 위한 순환형 원리가 제시되고 있으며, 건축물을 주변경관과 조화를 이루도록 배치하여 건강한 주생활과 업무가 가능하게 하고 있다.

그 세부내용을 살펴보면 계획 및 유지관리, 거주방식 등 각각의 측면에서 적절한 배려를 통해 거주환경의 건강성과 쾌적성을 실현한다. 그리고 자연을 향유할 수 있도록 배려하거나, 안전하고 건강하고 쾌적한 실내환경을 위한 조성, 조화로운 디자인을 통해 거주환경의 쾌적함을 도모하고 있다.

또한 지역사회의 개발 또는 토지이용 등에 대한 의사결정 시 주민의 참여를 유도하고 균등한 배분을 통한 형평성의 목표를 달성하여 건강한 주생활을 영위하는 방법도 대두되고 있다.

312) 밀양대학교는 2006년 부산대학교 밀양캠퍼스로 통폐합됨

2) 자연 · 주변환경과 조화

자연·주변환경과의 조화를 추구하는 특성은 자연과 인간과 건축이 조화로운 관계를 조성하여 상생(相生)을 유지하는 것을 말한다. 따라서 주변환경과의 조화, 거주민들간의 친화, 다양하고 유기적인 자연환경의 조성을 중심내용으로 한다. 생태적인 풍부함과 순환성을 배려하고, 건물 내·외의 연관성을 고려하며, 지역의 사회, 문화와의 조화를 도모하는 등 거주자의 공생적인 활동 지원 및 주변환경과의 친화성을 도모하는 방안들이 활용되고 있다.

또한 기존의 건축물이 인간을 위한 기능적·경제적 측면을 위주로 하는 것과는 달리 환경부하의 저감이나 생물서식환경·건축환경과의 조화를 도모하여 자연환경과의 조화를 추구하고 있다.

그 세부내용을 살펴보면 자연환경의 오염이나 생태계를 해치는 재료의 사용을 금지하며, 천연자원에 대해서도 가용 범위 내에서만 활용하는 등 자연생태계를 보호하는 특성을 지닌다. 이러한 자연생태계의 보호는 생태적 질서를 훼손하지 않는 것 뿐만 아니라 자연경관의 미적 질서까지도 훼손하지 않는 것을 의미한다.

3) 지속 가능한 주거환경 조성

지속 가능한 주거환경의 조성은 건강한 변화와 다양성을 수용하지 못하는 주거환경이 아닌 진화와 가변성을 내포하는 주거환경을 의미한다. 또한 자연자원과 재생 가능한 자원을 우선적으로 활용하며, 태양에너지의 이용이나 자연조건을 최대한 활용한 실내 기후조절장치, 그리고 식생을 이용한 건물외피의 보호 등의 계획요소를 필수적으로 도입하여 주거환경의 지속을 도모한다.

그리고 원자재의 채굴에서부터 제품의 생산과 사용, 폐기에 이르기까지 라이프사이클을 총체적으로 고려하여 천연자원의 효율적 활용과 폐기물의 재활용 등을 적극적으로 도입한다. 또한 물의 재순환, 자원의 재활용, 쓰레기의 재활용 등의 방법으로 생태계 내에서 물질 순환으로 자연자원의 지속적인 이용을 가능하게 한다.

따라서 지속 가능한 주거환경의 조성을 위해선 물질의 순환으로 오염물의 배출을 억제하고, 물이나 에너지 및 자원의 소비절약으로 지속 가능한 주거환경을 조성해야 할 것이다.

Ⅳ 에너지관점에서의 건축

출처_'에너지절약제도에 관한 연구-건물분야 에너지절약제도를 중심으로-', 중앙대학교 대학원 법학과, 이동일, 2012.2

1 건물분야의 에너지 사용

1) 건물분야 에너지의 개념

건축의 역사를 볼 때 이러한 건물의 환경조절은 물리적 차폐물과 에너지를 사용하는 두가지 방법으로 이루어져 왔는데, 물리적 차폐물은 건물의 외피구조의 발달을 가져왔고, 건물 에너지 사용의 지속적인 증가를 가져왔다(김정곤 외 3인, 2003).

'건물 에너지'라 함은 건물이 본연의 기능을 발휘하고 유지하기 위하여 소비되는 각종의 에너지를 총칭하는 것으로 볼 수 있다. 냉·난방, 급탕, 조명 및 동력용 등으로 나눌 수 있다.

건물분야의 에너지절약은 경제적인 측면에서 뿐만 아니라 세계적인 당면과제인 환경보전의 문제를 해결한다는 차원에서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 따라서 건물분야에서도 에너지를 절약하면서 궁극적으로 인간의 건강과 생활의 질을 향상시킬 수 있는 에너지절약형 환경건축에 대한 구체적인 접근방법, 실증사례, 개발전략 등의 수립이 요망된다(조동우, 1998).

2) 건물분야 에너지 사용현황

건물 분야의 에너지 사용은 국내 최종 에너지소비의 약 23%를 차지하고 온실가스의 13%를 배출하고 있다(이승복, 2008). 건물에너지의 최종 소비는 주거용 건물 54%, 상업용 건물 36%, 공공기타건물 10%로 주거용건물의 비중이 가장 크다. 주거용 건물의 용도별 에너지 사용량 비율은 난방용 38%(이성, 2001), 냉방용 3%, 급탕용 36%, 취사용 10%,

조명용 13%이다(장용성외 3인, 2004). 상업용건물의 경우에는 조명용 26%, 사무장치 작동용 9%, 급탕용 8.5%, 냉방용 7.5%, 환기용 7%, 냉장고 5%, 조리에 3.5%, 기타 14.5%의 에너지가 사용되고 있다(James A. Fay 외 1인, 이병규외).

3) 건물분야 에너지 사용전망

우리나라 전체 가구 수는 1970년 5,457천 가구에서 2000년 14,312천 가구로 증가하고 있으며 향후 가구 수는 지속적으로 증가될 전망이다. 연간 주택 건설호수는 향후 매년 50만호에 이를 전망이며, 상업용 건축물의 면적도 지속적인 증가를 보일 것이다. 이러한 전망을 토대로 건물 부문의 에너지 소비는 주거용 건물은 2010년 이후에는 연평균 약 1.8% 증가할 것으로 추정된다. 한편 상업·공업·기타건물의 에너지 소비는 2000년도 12.3백만TOE에서 2020년도 27.2백만TOE로 증가하여 2000년 대비 약 2.2배의 에너지 수요가 발생할 것으로 예상된다. 상업·공공·기타건물의 증가율이 주거용 건물에 비해 높은 이유는 서비스 산업의 확충 등으로 상업·공공·기타부문의 건설 면적 증가율이 주택부문보다 높으며, 상업용 건축물 에너지 구성비에서 전력의 사용량이 높기 때문이다(이철우, 2005).

2 건물분야 에너지 절약제도

건물에서의 에너지 절약을 위한 방법은 에너지 요구량을 감소시키는 건축적인 방법과 에너지 사용기기 및 시스템의 효율을 향상시키는 설비적인 방법의 2가지가 있다(박상동, 2009)

건물에너지효율이 영향을 받는 건축적 요소는 주로 건물형식, 표면성질(체적과 표면적의 비율 등), 건물의 방위, 개구율(창, 문 등), 일사, 단열이다. 설비적 요소는 설비의 시스템 효율, 기기효율, 제어, 자연 및 타 에너지의 이용, 설정조건의 적부 등의 영향을 받으므로(박상동, 1982) 이들에 대한 연구가 필요하다. 그리고 건축·설비 요소로부터 개발·채용된 각 에너지 절약 기법이 실제 건물에 어떻게 영향을 미치는가에 대한 예측기술, 즉 건물에너지 해석기술이 간접적인 에너지 절약 방법으로서 상당히 중요하다.

1) 건물외피를 통한 에너지손실방지

건물에서의 외피[313]는 자연환경으로부터 실내 거주자를 보호하는 근원적인 역할과 함께 실내 쾌적 환경조성을 하는 데 1차적인 영향 요소가 된다. 한편 건물 전체의 조형미를 결정하는 주된 요소가 되면 건축부용의 상당 부분을 차지하는 부위가 된다.

에너지절약 측면에서 건물 외피는 건물의 냉난방부하 및 에너지소비를 결정하는 요소들 중에서 가장 큰 비중을 차지한다(조균형, 1994). 건물외피의 열 성능을 결정하는 요소로는 건물외피의 단열성능, 창면적비(이용우 · 박윤성, 1987), 유리 종류에 따른 투과율, 차폐계수, 방위 등의 많은 요소가 있다. 이러한 요소들은 건물의 열 성능에 직접적 영향을 미치는 중요한 에너지절약 요소이다(안태경 외 2인, 2000). 건물외피를 통한 에너지손실방지는 패시브 방식의 에너지절약 방법에 해당한다.

(1) 단열의무부과

건축에서 가장 먼저 고려해야 할 부분 붕의 하나가 단열성의 강화이다. 단열재를 사용하지 않은 건물과 단열재를 사용한 건물을 비교하면 에너지 소비는 많은 차이가 있다. 벽과 벽 사이에 단열재를 넣고 마감을 하면 단열재의 공기구멍 속에 있는 공기는 이동하지 않기 때문에 내부와 외부의 열 이동이 차단되기 때문이다. 그러므로 단열설계는 건축설계에서 매우 중요한 부분이다. 건축에 있어서 올바른 단열설계 및 시공을 위해 부위별 요구 성능에 적합한 단열재인지 여부와, 단열재의 형상과 시공법이 합당한지 여부 등을 종합적으로 연구하여야 한다.

(2) 에너지절약설계기준 및 에너지절약계획서제출

열손실 방지를 위한 건물 부위별 열 성능 기준은 열관류율 또는 단열재 두께에 의하여 지역별로 상한치가 마련되어 있으며 1985년부터는 에너지 다소비 건축물에 대하여 에너지절약계획서를 제출 하도록 하였다. 이에 따라 총량규제 기준 방안인 에너지성능지표(EPI)가 이용되기 시작하였으며, 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제21조는 건축물의 배치, 구조, 및 설비의 설계는 에너지가 합리적으로 이용될 수 있도록 에너지절약계획서를 작성 제출하도록 하고 있다. 그러나 에너지절약계획서는 설계허가단계에서 제출하여야 하는데, 에너지절약계획서상에 선정된 장비와 실시완결상태에서 적용된 장비가 상

313) 외피라 함은 거실 또는 거실 외 공간을 둘러싸고 있는 벽 · 지붕 · 바닥 · 창 및 문 등으로 외기에 직접 면하는 부위를 말한다.

이할 수 있어 공사단계에서 장비효율과 성능이 재검토가 요구될 뿐 아니라 실질적인 검증방법도 확보되어야 하는 과제가 있다.

(3) 에너지사용계획협의제도

에너지사용계획협의제도란 대규모 에너지를 사용하는 공공사업 수행시 미리 에너지사용계획에 관하여 협의토록 하는 제도이다. 대규모 에너지 시설의 설치전 사전검토를 통하여 원천적인 에너지절약을 유도하고, 환경과의 조화를 위한 에너지효율향상 정책을 효과적으로 추진하고, 에너지 수급체계의 적정화 도모를 위한 에너지 수요관리 체계 정비를 그 목적으로 한다.

(4) 건물에너지효율등급인증제도

국토해양부장관과 지식경제부장관은 에너지성능이 높은 건물의 건축을 확대하고, 건물의 효과적인 에너지관리를 위하여 공동으로 건물 에너지효율등급 인증제도를 시행하고 있다. 건물에너지 효율등급인증제도는 건설사업주체의 신청에 의하여 건축관련법규에서 규정한 기준 이상의 에너지절약 성능을 갖추고 있는 건물에 등급을 부여하는 제도로서 에너지절감율에 따라 1~3등급을 부여하고 있다. 등급 취득시 용적률완화, 세제감면 등의 인센티브를 부여한다. “건물에너지 효율등급 인증에 관한 규정”에 의하여 시행되고 있다.

3 에너지사용기기 및 시스템의 효율향상

1) 고효율 에너지기자재 인증제도

고효율 에너지기자재 인증제도는 산업 및 건물설비로 사용되는 기기 중 에너지효율이 높은 고효율에너지기자재를 인증하여 보급 촉진하는 자발적 인증제도이다. 「에너지이용합리화법」 제22조에 법적근거를 두고 동법 제23조에서 사후관리에 관한 규정을 두고 있다. 고효율제품으로 인정받은 제품은 에너지이용합리화 자금지원의 대상이 되고, 공공기관의 고효율인증제품 의무사용 · 동일품목 구매시 조달청 우선구매, 건물 신축시 고효율기기 사용의무 또는 권장 등 다양하고 종합적인 지원을 받게 된다. “고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정”에 의해 시행되고 있다.

2) 효율관리기자재의 지정 · 사후관리제도

지식경제부장관은 에너지이용 합리화를 위하여 필요하다고 인정하는 경우 상당량의 에너지를 소비하는 에너지사용기자재로서 지식경제부령으로 정하는 효율관리기자재에 대하여 에너지의 목표소비효율(또는 목표사용량의 기준), 최저소비효율(또는 최대사용량), 에너지의 소비효율(또는 사용량), 에너지의 소비효율 등급기준 및 등급 표시등을 정하여 고시하고 사후관리 한다.「에너지이용합리화법」제15조, 제16조에서 효율관리기자재와 관련하여 위임·위탁한 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 “효율관리기자재 운용규정”이 시행되고 있다.

3) 대기전력 저감 프로그램

대기전력이란 외부의 전원과 연결만 되어 있고, 주기능을 수행하지 아니하거나 외부로부터 켜짐 신호를 기다리는 상태에서 소비되는 전력을 말한다.

대기전력 저감 프로그램은 대기전력의 저감이 필요하다고 인정되는 에너지사용기자재에 대하여 대기전력저감성이 우수한 제품을 보급을 위하여 기준에 미달하는 제품에는 경고 표시를 하고, 우수한 제품은 에너지절약마크를 통하여 표시하는 제도이다. 「에너지이용 합리화법」제18조 내지 제21조에 근거를 두고, “대기전력저감 프로그램 운용규정”에 의해 시행되고 있다.

4) 공공건축물의 고효율 에너지기자재 사용 의무화

모든 공공기관은 “공공기관 에너지이용합리화 추진지침”에 의하여 에너지기자재의 신규 또는 교체 수요 발생시 특별한 사유가 없는 한 “고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정”에 따른 고효율에너지기자재 인증제품 또는 “효율관리기자재 운용규정”에 따른 에너지소비효율 1등급 제품을 의무적으로 사용하여야 한다. 그리고 모든 공공기관은 컴퓨터 등 사무기기 및 가전기기 신규 구입 또는 교체시 “대기전력저감 프로그램 운용규정”에 따라, 에너지절약마크가 표시된 제품을 의무적으로 사용하여야 하고, 대기전력 1W 이하 제품을 최우선적으로 구매하여야 한다.

4 효율적인 건물에너지관리

1) 목표에너지단위설정

지식경제부장관은 에너지의 이용효율을 높이기 위하여 필요하다고 인정하면 관계 행정기관의 장과 협의하여 건축물의 단위면적당 에너지사용목표량을 정하여 고시하여야 하고, 지식경제부령으로 정하는 바에 따라 목표에너지원단위달성에 필요한 자금을 융자할 수 있다.

2) 에너지다소비업자의 에너지효율관리 및 에너지진단

연료·열 및 전력의 연간 사용량의 합계가 일정수준 이상인 상업용 건물의 사업자 등을 에너지다소비사업자로 지정하고, 이들에게 “에너지관리기준”을 통해 현장에서 에너지관리에 대한 중요한 지침을 제공한다. 에너지다소비사업자는 에너지사용시설에 대한 에너지의 이용실태와 손일요인을 파악하여 에너지이용 효율향상 개선방안을 제시하는 일체의 행위를 의미하는 에너지 진단을 받아야 한다(「에너지이용 합리화법」 제31조 제2항). 이는 “에너지진단운용규정”에 의해 시행되고 있다.

3) 자발적 협약(V.A, Voluntary Agreement)

에너지의 생산, 공급, 소비 등에 관련되는 업체들이 정부와 협약을 체결하여, 기업은 에너지절약 및 온실가스 배출감소 목표 설정, 추진일정, 실행방법 등을 제시하여 이행하고 정부는 모니터링, 평가와 아울러 자금, 세제지원을 실시함으로써 공동으로 목표를 달성하는 비규제적인 시책이다(「에너지이용 합리화법」 제28조). 건물분야의 자발적 협약은 1999년 시작된 이후 협약자가 꾸준히 증가하고 있다.

4) 에너지목표관리제

에너지목표관리제는 「저탄소녹색성장기본법」 제42조에 규정하고 있는 것으로, 정부가

에너지사용자와 협의를 통해 에너지절약 목표를 설정하고, 이행실적 검증을 통해 목표를 설정하는 강제적인 제도이다. 화석에너지가 주요 대상으로,「신재생에너지개발・이용・보급촉진법」에 근거한 국내에서 생산되는 신재생에너지는 제외된다.

5) 에너지절약전문기업(ESCO) 지원

에너지절약전문기업(ESCO)는 에너지절약형시설 설치사업에 참여하여 기술 및 자금 등을 제공하고 투자시설에서 발생하는 에너지절감액으로 투자비와 이윤을 회수하는 사업을 영위하는 기업이다. 에너지 사용자가 에너지 절약을 위하여 기존의 에너지 사용시설을 개체 또는 보완하고자 하나 기술적, 경제적 부담으로 개체를 시행치 못할 때 절약전문기업으로 하여금 대신 투자토록하여 효율적인 에너지 절약을 할 수 있도록 하는 제도로「에너지이용 합리화법」제25조, 제26조에 근거를 두고 있다.

6) 냉난방온도제한건물의 지정 · 관리

국제유가의 불안한 변동 상황에 대처하고 에너지 저소비형 사회로의 전환을 촉진하기 위해서는 에너지 소비가 계속 증가하고 있는 건물부문의 에너지소비를 합리적으로 억제할 필요가 있다. 이에 국가・지방자치단체 및 공공기관이 사용하는 건물과 에너지 사용량이 대통령령으로 정하는 기준보다 많은 건물을 냉난방온도를 제한하는 건물로 지정하여 적정 온도로 유지・관리하게 하는 제도이다.

냉난방은 인간에게 쾌적한 실내 열 환경을 제공하기 위한 것이므로, 인체의 메커니즘을 이해하는 것은 에너지 절약적인 실내 기준조건의 한계를 결정하기 위한 기본적인 사항이어야 한다. 건축물에서 에너지절약이란 현 시대의 중요한 과제이다. 그러나 에너지 절약이란 명분하에 환경의 질을 저하시키는 것은 바람직하지 못하다. 현대 생활에서 인간이 실내공간에서 거주하는 시간이 점점 증대되어 가고, 환경에 대한 인간의 요구도도 높아져 가는 추세에 있으므로 에너지를 절약하면서도 주거 환경의 질을 향상시킬 수 있는 연구가 적극적으로 이루어져야 한다.

7) 폐열의 이용

에너지사용자는 사업장 안에서 발생하는 폐열을 이용하기 위하여 노력하여야 하며, 사업장 안에서 이용하지 아니하는 폐열을 타인이 사업장 밖에서 이용하기 위하여 공급받으려는 경우에는 이에 적극 협조하여야 한다(「에너지이용합리화법」 제36조 제1항).

8) 특정열사용기자재의 검사 · 관리

건물 등에서 사용하는 보일러 압력용기 등 열사용기자재의 에너지이용의 효율 향상과 안전사고 예방을 위하여 검사·관리하고 있다(「에너지이용합리화법」 제37 내지 제40조). 열사용기자재 검사·관리제도는 에너지 다소비기기로서 에너지수급의 안정성과 기기의 안전성을 동시에 확보하는 국가에너지관리시스템의 근간을 이룬다.

9) 집단에너지보급사업 지원

열 병합 발전소, 열전용 보일러, 자원회수시설 등 1개소 이상의 집중된 에너지 생산시설에서 생산된 에너지를 주거, 상업지역 또는 산업단지 내의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급하는 사업이다.

특히 소형열병합발전은 에너지 효율이 높으나 법적인 근거가 없어 제도적정비가 필요하다. 소형열병합발전이란 주로 천연가스(LNG)를 연료로 가스 터빈이나 가스엔진을 이용하여 열과 전기를 동시에 생산·이용하는 고효율 종합에너지시스템을 말한다. 기존 건물의 에너지공급시스템을 고효율인 소형열병합발전으로 전환하는 경우 40%이상의 에너지 절감효과, 25%의 이산화탄소 배출감소 효과를 거둔다. 그만큼 개별공급방식보다 전기와 열을 동시에 생산·공급하는 소형열병합발전이 효율성과 기능성 측면에서 우수하다.

10) 건물에너지관리시스템

건물에너지관리시스템(BEMS, Building Energy Management System)은 빌딩거주자의 쾌적도를 저하시키지 않으면서 기존 건물을 대상으로 에너지 및 비용을 극소화하기 위해 에너지절약 조치 및 전략을 강구하고 건물의 생애기간동안 최상의 조건에 경제성을 발현하기 위한 건물관리체계이다. 경제규모가 커짐에 따라 건물이 대형화되고 서비스 산업의

부상에 따라 대형복합건물이 다수 출현하고 있다. 건물의 운영에는 많은 에너지가 사용되는 상황에서 복합 대형건물은 대부분 시설이 복잡하고 운영시간과 부하량이 매우 다르다. 이 때문에 설비별, 종류별 용도별로 에너지사용 분포를 파악하고 분석함으로 에너지 절약 및 경제성을 고려한 계획을 수립하는 것으로 에너지 비용을 최소화 할 수 있다.

11) 에너지절약기술정보협력사업

에너지절약기술정보협력사업(ESP, Energy Saving through Partnership)은 동종 업종(산업, 건물)간 에너지절약을 위한 공동 협의체를 구성하여 각 사업장별 보유하고 있는 에너지절약 실증사례 및 에너지관리기법 등 절약 신기술 또는 정보를 공유하는 에너지관리공단이 추진하고 있는 사업이다.

제 11 장

도시계획

Ⅰ 생태도시의 개념 및 구성요소

출처_'생태도시 구현을 위한 신도시개발 방안에 관한 연구', 목포대학교 대학원 도시 및 지역개발학과, 장현주, 2005.8

1 생태도시의 개념

현대도시를 "자연과 인위적으로 멀어지게 계획된 공간"으로 정의한다면, 현대 도시계획은 생물적 요소, 자연적 요소를 도시공간에서 추방하면서 오직 인간만을 모든 사고의 잣대로 삼았다. 그러나 생태도시는 도시공간을 "자연과 인위적으로 가까워지게 계획"함으로써 인간과 자연의 조화를 꾀함을 목표로 한다. 생태도시란 "생태적으로 건강한 도시"를 말한다. 생태도시는 "생태원리에 기초하여 자연과의 조화를 추구하는 도시"다. 생태도시와 함께 녹색도시, 환경도시, 환경공생도시, 환경친화적 도시, 지속가능한 도시, 에코시티 또는 에코폴리스 등의 용어들이 혼용되면서 개념적 혼란이 있는 것이 사실이다.[314]

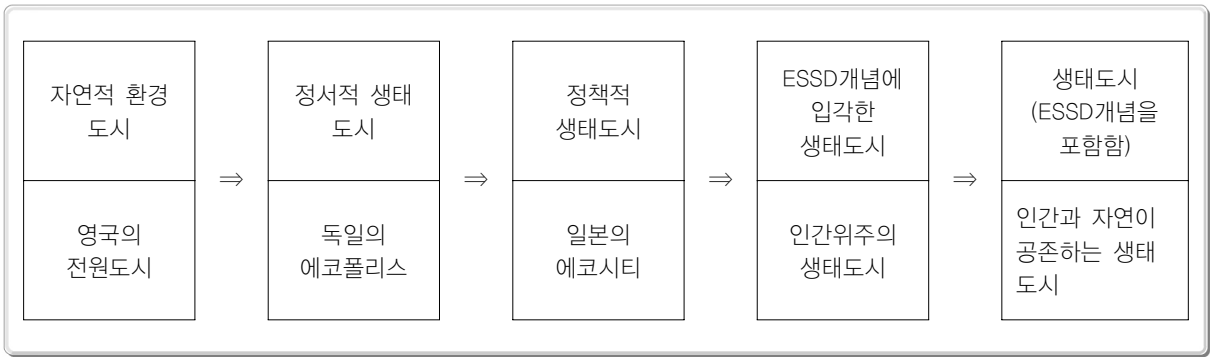
생태도시는 저하된 도시 환경의 질을 높여 도시인의 쾌적한 생활환경을 보장하고 나아가 도시의 지속 가능한 발전을 가능하게 한다는 것으로서 도시가 자연 및 사회와 공생적으로 발전해야 하며 도시를 하나의 유기체로 보고 도시의 다양한 활동과 구조를 자연생태계가 지니고 있다는 자립성, 순환성, 안정성, 다양성의 원칙에 가깝도록 계획 및 설계되어 인간과 환경이 공존할 수 있는 도시를 말한다.[315]

생태도시의 개념은 항상 일정하지 않고, 변화해 오고 있다. 자연적 환경도시, 정서적 생태도시, 정책적 생태도시, 지속가능한 개발(ESSD)에 입각한 생태도시로 그 개념이 변하고 있다. <그림 4-11-1>은 이러한 개념의 변화를 나타낸 것으로 현재 정의되어지고 있는 생태도시는 영국의 자연적 환경도시인 전원도시로부터 출발하여 독일의 에코폴리스, 일본의 에코시티 등을 거치면서 인간과 자연이 공존하는 생태도시로 변화되어 오고 있는 것이다.[316]

---

314) 이창우 / 서울시정개발연구원 연구위원
315) 김귀곤, 「생태도시계획론 : 에코폴리스 계획의 이론과 실제」, 대한교과서, 1993, p2
316) 김철수, "생태도시 조성방안 모색에 관한 연구", 한국행정학보, 2001

그림 4-11-1 생태도시 개념의 변화



아직까지 우리나라에서는 생태도시에 대한 개념정립이 미흡한 상태다. 환경부에서는 "생태도시"란 용어를, 건설교통부가 추진하고 있는 제3차 국토종합개발계획에서는 "환경도시"란 용어를 사용하고 있다. 학자들 사이에서는 "환경공생도시", "환경친화형 도시", "에코폴리스", "녹색도시"란 용어를 사용하는 등 여러 가지의 용어를 혼합적으로 사용하고 있다. 생태도시에 대한 용어는 다를 수 있으나 생태도시의 궁극적 목표는 도시를 자연생태계가 가지는 다양성, 자립성, 순환성, 안정성을 가지도록 계획하여 인간과 자연이 공존하는 지속가능한 발전을 이루는데 있다. 생태도시 및 유사개념의 비교는 다음 <표 4-11-1>과 같다.[317)318)]

표 4-11-1 생태도시 및 유사개념 비교

개 념	내 용	비 고
전원도시 (Garden City)	• 생태도시의 개념과 관련된 논의들 가운데 구체성을 가진 최초의 제안 • 물리적 시설만이 아닌 사회경제적 재조정까지 담고 있는 도농통합형 저밀도 도시로 인구 및 도시공간을 정량화하여 제안 • 자족적 경제기반을 갖추면서 주변 배후지와 상호 연결되는 모델	• 영국 하워드 신도시 모델
녹색도시 (Green City)	• 조경적 측면에서 도시경관과 녹지조성의 방법을 강조 • 도시에서 이루어지는 환경적 시각(perspective)에 중점을 두고 도시지역에서 도시적 태도를 가진 도시인들에 의해 모든 환경적 결정이 이루어진다는 점을 강조한다. 즉, 도시생활과 자연이 서로 합치된 건강하고 풍요로운 도시를 만들기 위해 경관조성에 힘써야 한다는 것이다.	• 건축 설계차원 • 환경질에 대한 관심 약함

317) 이춘기, "한국에 적합한 생태도시 조성방안", 지역사회발전연구, 2004
318) 대통령 자문 지속가능발전위원회, 2003

개 념	내 용	비 고
에코 폴리스 (Ecopolis)	• 생태계보호와 인간성 회복의 원리를 제시 • 인공적인 도시공간이 가져오는 인간성 상실을 극복하는 것과 자연을 도시경관으로써 그리고 사람과의 접촉 대상으로써 도시에 도입하는 것. 또 지역의 풍토를 마을 조성에 어떻게 활용하는가의 문제 등이 기본적인 요소로 포함되어 있다.	• 슈트트가르트 • 사회경제적차원 배려 미흡
생태도시 (Eco-City) /에코 폴리스 (Ecopolis)	• 도시의 구조 및 기능이 환경에 대한 배려가 잘되어 있으며, 시민 개개인의 자각에 기반을 둔 환경배려가 유입 되어 있는 도시이다. 에코시티는 인간과 자연이 조화를 이루는 쾌적한 도시를 말하며 자원의 순환적인 이용과 녹지조성 등을 중요하게 다룬다. • 물리적 계획뿐만 아니라 행정지침, 지역주민참여 제도 등 사회적 측면의 계획도 고려하고 있다.	• 일본 • 도시환경 관리측면강조, 경제적 측면약함
에메니티 도시 (Amenity City)	• 실행주체에 초점을 두어 지방자치단체가 전략을 수행하는 과정과 대중참여에 의한 의사결정 과정을 중시 • 인간이 도시의장에서 개성적인 생명체로 생존하고 생활해 가는데 불가결한 쾌적함을 가치적, 창조적으로 구성할 수 있는 자연,역사,문화,안전,심미성,편리성이 갖추어 지고 종합적인 인간의 도시다움과 개성을 실현할 수 있는 도시를 의미한다.	• 일본 • 위생 및 주거환경 개선에서 출발 • 도시 미관치중 • 행정적 제도마련 미흡
환경보전형 도시	• 환경을 배려한 도시시스템과 생활자, 기업가의 행동, 그리고 환경보전형 법률과 행정제도를 포함하는 사회시스템의 병행을 강조 • 동경도(東京都)의 경우 동경이 가지고 있는 고도의 도시기능을 유지하면서 환경과 에너지 자원 등의 문제에 대하여 종합적, 계획적인 대책을 수립함으로써 환경에 대한 부하를 저감시키고 사람과 자연이 공생하는 보다 건전하고 쾌적한 도시환경이 형성된 도시를 말한다.	• 일본
지속가능한 도시	• 도시 내에서 재화와 서비스 그리고 고용에 대한 수요가 환경악화나 자원고갈을 야기하는 않는 범위 내에서 충족되도록 경제활동이 이루어지고, 이 과정에서 환경보존을 넘어선 세대간 형평을 실현하는 것을 목표로 하는 도시이다	

2 생태도시의 구성요소

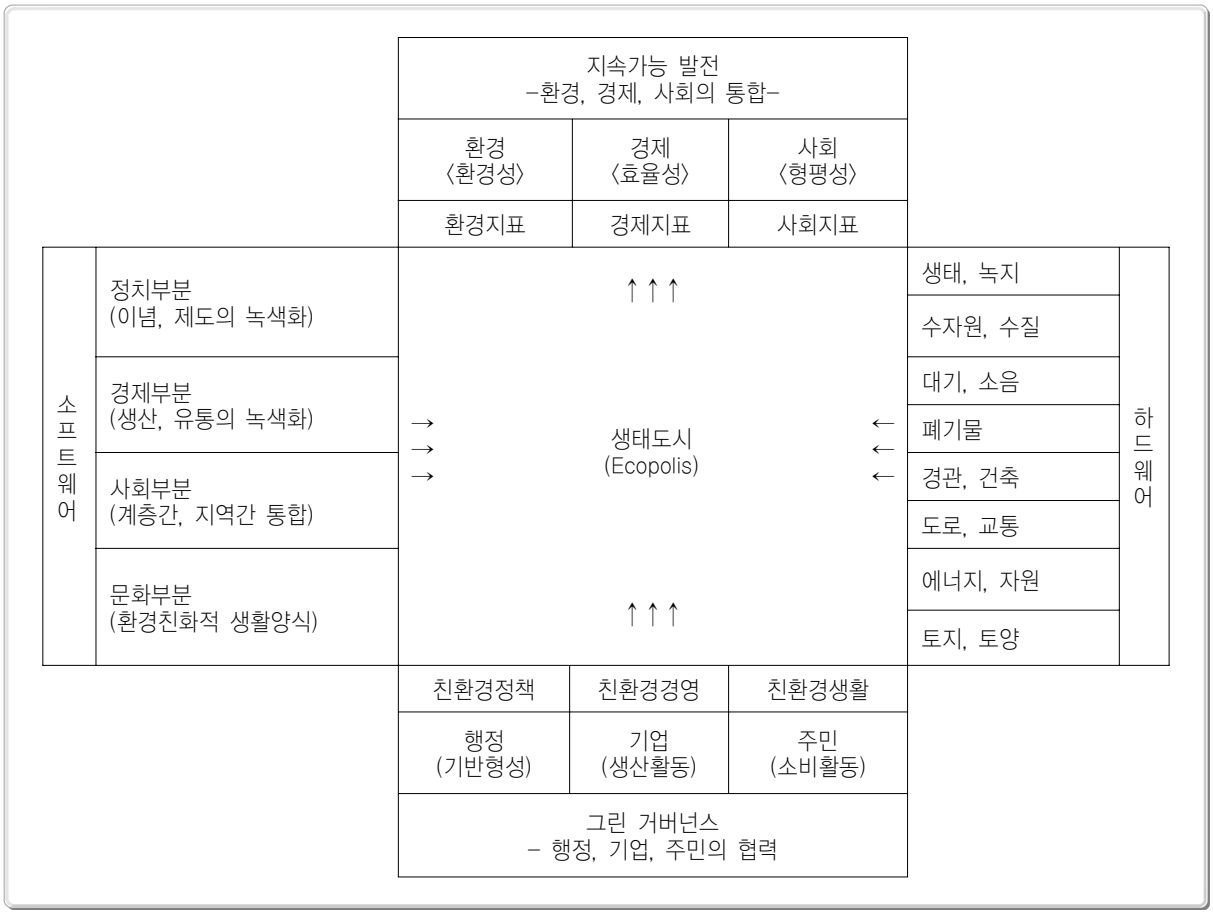
생태도시는 한 도시 내 정치, 경제, 사회, 문화의 전반에 걸쳐서 미래세대의 이익을 고려하는 도시를 말하며 생태도시는 미래성, 자연성, 참여성, 형평성, 자급성이라는 지속가능성의 5대 원칙이 구현되는 도시를 말한다.

생태도시의 구성요소로는 도시 공간 구조가 중심요소이며 토지이용과 교통 및 에너지 통합도 주요한 생태도시의 요소로 도시공간구조와 도시의 지속성과 상당한 관계가 있는

것으로 파악된다. 중심적 입지의 직장과 주거를 집중시키는 압축도시는 자원 효율적인 도시 형태로 알려져 있다. 압축도시는 토지자원을 가장 적게 이용하고 고층건물과 교통의 필요성을 감소시킴으로써 에너지 절약을 가져오기 때문이다. 생태도시 형태는 어쩌면 모델로서 존재하는 것이기보다는 지방의 특수여건에 따라 여러 종류의 지속가능한 도시 형태 등이 있을 수 있다. 토지이용과 교통의 통합이란 측면에 있어서는 지속가능 도시는 시민들이 환경문제와 사회문제를 유발하는 자동차를 사용할 필요를 적게 느끼도록 만드는 도시를 말한다. 한편, 도시사회에 있어서 이해당사자 간에 정확한 도시정보를 공유하고 있어야 도시계획과 환경의 통합적 접근이 가능하기 때문에 인근 지방자치단체와의 협조체제 강화, 중앙정부와 지방정부의 협조 관계구축 등도 지속가능도시의 중요한 요소이다.

울산시의 경우 지속가능한 발전을 지향하는 생태도시 모델로서 다음 <그림 4-11-2>와 같이 그 구성요소들을 계획하였다.[319]

그림 4-11-2 지속가능발전을 지향하는 생태도시 모델



319) 「생태도시 울산」 조성을 위한 정책 토론회, 울산광역시, 2003

II 생태도시의 유형 및 특성

1 생태도시의 유형

생태도시에 대한 다양한 개념과 시각이 존재하지만 다음의 세 가지 유형으로 구분할 수 있다.

첫째, 생물다양성을 증진하는 생태도시 즉, 도시내부의 생물적 요소들을 보호함으로써 생물다양성을 확보하고자 하는 도시를 말한다.

둘째, 자연 순환체계를 중시하는 생태도시 즉, 생물다양성을 포함하여 인간 활동이 도시 수계 및 대기계, 자원 및 에너지 순환체계에 미치는 영향을 최소화하고자 하는 도시이다.

셋째, 지속가능성을 추구하는 생태도시 즉, 도시의 지속가능성은 물리적 환경문제의 개선만으로 이루어질 수 없으므로 인간 활동과 관련한 교통, 도시계획 및 환경정책부문을 도시생태계 문제와 밀접한 관계를 가지는 것으로 이해하는 도시이다. 생태도시 유형별 정의, 주도적 학문, 주요과제, 주요사업 및 활동은 다음 <표 4-11-2>와 같이 정리할 수 있다.[320]

표 4-11-2 생태도시의 유형 분류

생태도시유형	정의	주도적 학문	주요 과제	주요사업 및 활동
생물다양성 생태도시(A) : A	생물다양성을 증진하는 생태도시	식물학, 동물학, 생태학	서식지 보호, 인간과 자연 공존	에코 브릿지, 비오톱, 스텝핑스톤, 옥상녹화, 동물보호
자연순환성 생태도시(B) : A+B	자연순환체계를 확립하는 생태도시	조경학, 도시계획학, 건축학, 환경공학	물질대사, 물순환, 에너지 순환, 교통체계 개편, 환경오염 저감	자연형 하천, 투수성 포장, 중수도, 재생가능 에너지, 솔라 시티, 도시농업, 그린빌딩, 자전거도로
지속가능성 생태도시(C) : A+B+C	지속가능한 발전을 추구하는 생태도시	경제학, 사회학, 정치학, 철학	생산소비패턴변화,지속가능성 지표, 환경의식 제고, 환경정책 선진화	녹색소비운동, 지방행동 21, 환경교육, 환경거버넌스, 생태마을, 성주류화, 환경분쟁 저감

320) 생태도시란 무엇인가, 이창우 / 서울시정개발연구원 연구위원

생태도시는 완벽하게 정리된 개념이 아니라 여러 가지 복합요소들이 모여 계속 진화해가고 있는 개념이다. 생태도시란 “생태적으로 건강한 도시” 또는 “생태원리에 기초하여 자연과의 조화를 추구하는 도시”이다. 생태도시라면 자립성, 안정성, 순환성, 다양성의 원칙아래 모든 것을 갖춘 통합적인 모형이 이상적이지만 도시특성과 사회적 여건에 따라 생태도시의 유형은 환경부하가 적은 자원·에너지절약형 도시, 물 순환형 도시, 기후완화형 도시, 자연과의 공생형 도시로 구분하여 추진되고 있다.[321]

2 생태도시의 특성

생태도시는 환경용량과 인간의 생활을 고려한 적정밀도의 소규모 자족체계를 기본개념으로 에너지와 물질의 순환이 이루어지고, 자연(녹지 및 경관)과 건축 환경이 유기적으로 연계되며 건강과 어메너티가 향상되는 지속가능한 생태적인 도시를 말한다. 생태도시와 기존도시는 기본적으로 한 도시 내의 물질과 에너지 순환이 닫힌 순화체계를 가지고 있느냐 또는 그렇지 못하느냐에 따라 구분할 수 있을 것이다. 일반적으로 자연생태계가 가지고 있는 다양성, 자립성, 안정성, 순환성을 특징으로 하는 환경 상생형 도시를 생태도시라 정의할 수 있으며, 생태도시건축이 추구하는 바는 도시를 자족·자립성을 가지는 하나의 인위적 생태계로 구축하여 자연생태계에 유기적으로 통합시키려는 것이다. 그러나 건축이나 도시가 인간과 사회를 수용하는 공간이란 관점에서 인간의 사회 심리적 욕구를 어떻게 생태적 가치와 조화시키는가 하는 점이 생태도시의 조성에 반드시 전제되어야 한다.

생태도시의 특성은 기존의 도시구조와 현상을 통해 파악할 수 있다. 생태도시의 도시구조에 따른 특성과 에너지, 환경, 쾌적성 등의 특성은 <표 4-11-3>과 같이 정리할 수 있다.

321) 김귀곤, “생태도시조성 기본계획 수립을 위한 용역사업”, 환경부, 1996

표 4-11-3 기존도시와 생태도시의 특성 비교[322)]

비교	기존도시	생태도시
밀도	• 집중화 · 과밀화 · 거대단핵도시 • 도시외곽으로 무분별한 확산개발	• 분산 · 연계화 · 다핵도시 • 적정밀도의 소규모 자족체계(그물망 구조)
기능	• 대규모 단일기능 – 공급처리시설 대규모화, 비용증대 – 교통 · 행정 비용증대	• 적정규모 복합 기능화 – 공급처리시설의 적정화, 비용절약 – 교통 · 행정비용축소
토지이용	• 주거 · 직장 · 여가공간 분리 – 교통수요 유발	• 주거 · 직장 · 여가공간의 연계 통합 – 교통수요절감
에너지	• 의존적, 일회적 이용 • 저효율, 폐열 발생 • 화석에너지 위주	• 순환이용 • 고효율, 폐열회수 • 미이용 에너지 등 다양한 에너지원의 이용
자원	• 의존적, 일회적 이용 • 도시외부로부터 유입 • 폐기물의 대량 발생	• 순환이용(재생, 재활용) • 환경용량에 맞춰 자족 • 폐기물의 저감 및 재활용
주변환경	• 도시녹지 면적의 감소 및 분리 • 인위적 건축공간과 자연의 분리	• 적정 도시녹지 면적의 확보 및 연계 • 인위적 건축공간과 자연의 연계
쾌적성	• 각종 공해 및 오염	• 건강 및 쾌적성 향상

III 생태도시 계획과정 및 방법

1 생태도시를 위한 정책 및 전제조건

바람직한 생태도시를 위한 네 가지 전제조건은, 첫째, 계획과정은 발전적이고 점진적인 계획의 태도를 가진다. 처음 세운 계획으로 바라던 목표에 도달할 수 있다거나 고

322) 김현수, "생태도시의 실현을 위한 기반기술의 개발", 월간건축, 1997.12

정된 마스터플랜을 제시하는 방식이 아니라 수차례의 수정과 시행착오를 통하여 점차 바람직한 목표를 실현할 수 있는 방안을 도출하는 방식을 취하여야 한다. 둘째, 지역간의 상호 의존성을 충분히 고려하여 도시를 주변 환경과 개방된 생태계로 보아야 한다. 그래서 그 계획과정은 시민들의 복지와 삶의 질을 고양시키는 동시에, 도시 내의 유기적인 생태계순환과 안전성의 유지를 중시할 뿐만 아니라 인근의 다른 도시와 상호 작용하는 관계를 유기적으로 파악해야 한다. 셋째, 환경오염관리에 그치는 것이 아니라 여기에 영향을 주는 다른 분야들의 계획들도 동시에 포괄하여야 한다. 여러 정치적·사회적·경제적·문화적 요인들의 변화와 충분하게 연계되어 논의되어야 한다. 그리고 이것들은 도시관리 전반의 계획을 포함하여 토지이용, 교통, 에너지 등의 계획분야에 충분히 영향을 미치도록 하여야 한다. 넷째, 지역이 가지는 특수성을 충분히 배려하여야 한다. 해당지역의 자연적·사회적 조건들이 환경적 측면과 함께 고려된 후 부분별 시행방향을 결정해야 한다.[323]

2 생태도시 계획과정 및 방법

일반적인 접근방법은 정책이나 제안에 있어서 개발요건을 설정하고, 광범위한 환경제한성을 제시하고 개발과 환경의 균형을 강조해왔다. 그러나 지속가능한 개발을 추구하기 위해서는 환경 현황 보고서와 환경용량에 대한 고려를 우선해야 할 것이다. 정책대안과 제안은 이들이 가져 올 환경결과의 관점에서 조심스럽게 검토될 필요가 있으며, 환경용량을 존중하고 환경피해를 최소화하는 대안이 선정되어야 한다. 그 후 구체적인 목표치와 프로그램이 설정되고 지표에 의거한 계획시행을 모니터 할 필요가 있다. 지속가능한 개발을 핵심적인 주제로 채택하거나 환경용량의 원칙에 맞추어 작성된 도시계획은 그 수가 아직 많지 않다. 보다 일반적인 접근방법은 정책이나 제안에 있어서 개별요건을 설정하거나 광범위한 환경 제한성을 제시하고 개발과 환경의 균형을 강조해 왔다. 아주 최근의 몇 가지 계획들의 경우 생태도시 계획과정 및 방법을 소개하면 <표 4-11-4>와 같다.

323) 김선범, 「생태도시론」, 울산대학교 정책대학원, 2003, p45-46

표 4-11-4 생태도시계획과정 및 방법[324]

단계	과정	방법 및 내용
1단계	계획책정의 기본방향에 관한 의사결정	각 지방 자치단체의 각종 종합계획에서 생태도시계획이 수행해야 할 기능, 역할과 효과의 검토
2단계	계획대상지역의 설정	생태도시계획 실시대상의 설정을 위한 평가
3단계	현황조사, 분석 및 과제 도출	자연환경, 사회환경, 생활환경 조사 및 분석
		종합환경진단의 수행
		과제도출
4단계	생태도시계획작성	21세기를 향한 대상지역의 미래상 community vision 목표설정 지표설정 기준설정 기본목표설정
		환경지속성 관점에서 현재의 정책평가
		기본구상
		기본계획
		부문별 체계정비방침
		생태도시조성을 위한 적용가능한 생태기술
5단계	생태도시계획의 추진을 위한 시행방안	지속가능한 도시개발 선언 및 지방행동계획
		계획실행의 프로그램화
6단계	모니터링 및 생태도시의 평가	주기적인 모니터링의 실시
		기대되는 효과분석을 통한 생태도시의 평가

1) 계획책정의 기본방향에 관한 의사결정

생태도시계획은 정부나 지자체에서 실시하는 각종 종합계획에 포함시켜서 편성한 계획 비전과 생태도시이념을 기본으로 환경면 에서 더욱 구체적으로 추진하는 역할을 한다. 생태도시계획을 책정할 경우 행정적 과정의 처음 단계에서 각 자치단체의 각종 종합계획에서 생태도시 계획이 해야 할 기능과 역할 효과를 검토해야 한다.

324) 김귀곤, 「생태도시 계획론」, 2001, p128

2) 계획대상 지역의 설정

생태도시 계획은 다음과 같은 사항을 만족하는 지역을 대상으로 한다.

(1) 생태도시 실현을 위한 요소별 기술이나 시민의 활동 사회 시스템 등의 특징을 살려 특정의 기능을 다하도록 생태적인 시스템으로 짜 맞출 수 있는 계획단위이다.

(2) 대상지역 내부에서의 순환성, 다양성, 안정성, 지속성, 효율성, 그리고 형평성의 정도를 평가할 수 있는 지역이다.

(3) 대상지역 외부로부터의 에너지 및 자원투입 대상지역의 폐기물 등의 외부배출 흐름을 평가할 수 있는 지역이다.

(4) 대상지역 내부 환경상태의 기술체계와 사회체계에 의한 환경피해 경감의 결과, 환경의 상태량(수질, 대기질 등의 상태량)이 어떻게 되었는지를 평가 할 수 있는 지역이다.

(5) 위에서 나타난 것과 같은 환경을 시민의 만족도 등의 척도로 평가할 수 있는 지역이다.

3) 현황분석 및 과제도출

대상지역의 조사는 생태도시계획 과제의 도출 및 기본계획의 수립을 위한 조사 그리고 개별과제의 추출과 목표의 설정을 위한 조사로 구분하여 수행되어야 한다.

생태도시계획 과제의 도출 및 기본계획을 위한 조사단계에서는 자연환경현황, 사회 환경 현황, 그리고 생활환경의 질에 대한 조사가 필요한데 이와같은 조사는 기존의 자료와 정보의 수집, 정리, 분석이 조사의 주가 되어야 한다. 이밖에도 도시환경의 특성이 파악 평가되어야 하며 관련 계획 특히 토지이용계획, 도시계획, 환경관리계획, 자연환경보존계획 그리고 각종 도시 시설의 정비계획 등에 관한 내용이 파악되어야 한다. 이러한 조사 결과에 기초를 두고 생태도시계획에 있어서의 과제를 도출하지 않으면 안 된다.

4) 사회 환경의 조사 및 분석

사회 환경 조사는 지역 내 사회적, 경제적 특성을 파악하는 조사로 다른 부분에 비해

체계적인 조사가 이루어지고 있는 분야라고 볼 수 있다. 기존의 조사는 거시적 차원에서 이루어지므로 지역 내 사회 환경에 대한 정확한 파악을 위해서는 지역사회를 구성하고 있는 다양한 계층 및 단체와의 토론, 협의과정 등을 조사 파악하여 보다 정확한 지역의 체감 사회환경을 파악할 수 있도록 해야 한다.

5) 생활환경의 조사 분석

생활환경의 요소는 대체적으로 환경부 등에서 규정하는 요소에 대한 조사가 주를 이루고 있는데 이러한 조사에 있어서 측정 지역의 부정기적인 점 등으로 인한 부적절한 파악이 문제점으로 지적되고 있다.

6) 종합환경 진단의 수행

위에서 수행한 각 부문별 현황분석은 개별적인 의미보다는 전체적인 통합된 틀에서 분석하여 대상지역의 정확한 환경을 파악할 수 있는 종합환경 진단을 시행해야 한다.

Ⅳ 생태도시의 기본원리 및 전략

1 생태도시의 기본원리

생태도시는 기존의 도시에 생태계의 구조와 구성원리를 적용하는 것이다. 생태계의 가장 본질적인 기능은 '생존'이다. 생태계의 구성과 발달은 '생존'을 위한 최선의 전략을 취하는 방향으로 진행되고 있는 것이다. 생존의 원리를 인간문명을 중심으로 바꾸어 말하면 '지속성'이 된다. 따라서 도시를 하나의 생태계로 보았을 때, 가장 본질적인 목표는 '지속성'이라고 할 수 있다. 생태도시의 이러한 지속성에 대한 목표는 자연과의 공존을

통해서만 실현 가능하며 자연과의 공존은 자연생태계의 기본적인 구성 및 기능원리의 적용을 통해서만 가능하다. 자연생태계의 기본원리는 다양성, 순환성, 자립성, 안정성 등으로 유추되어 생태도시조성 계획의 기본원리로 작용한다. 순환성은 유한한 에너지와 자원의 이용률을 높이는 전략이 될 수 있고 다양성은 생태계의 보호기능에 대한 전략으로서 작용하게 된다. 안정성과 자립성은 목표 상으로 설정되어 시스템의 평가기준이 된다. 따라서 안정성과 자립성은 도시조성에 있어서 전략에 앞서는 목표가 되고 순환성과 다양성은 도시구성의 전략적 기본원리가 된다. 생태도시조성을 위한 기본적인 검토사항으로는 도시의 규모, 형태, 구조, 기능, 형성수단 순환계로서의 도시, 자연 속에 살아 있는 도시, 에너지 절약적 토지이용구조의 모색, 생물다양성의 확보, 자립·안정·순환형 도시기반시설의 정비 등이 있다.

1) 도시의 규모

생태도시를 조성하기 위한 도시의 크기에 대해서 다양한 학설이 제기되고 있으나, 50만 ~ 100만이 하나의 기준으로 제안되고 있다.

2) 도시의 형태·구조·기능과 형성수단 검토

도시의 형태는 기본적으로 「어메니티(도시의 환경질)↔반어메니티」, 「에콜로지(지구에의 부하)↔에코노미」 라고 하는 중요한 평가의 축으로 집약·분류될 수 있다. 이렇게 분류되는 도시 중 모든 환경부하를 가능한 감소시키는 것을 전제로 하고 풍요로움을 추구하는 에콜로지 추구형 도시를 지향하는 것이 바람직하다.

3) 하나의 순환계로서의 도시

환경부하의 저감 및 자연과의 공생을 배려한 환경도시의 실현을 위해서는 도시를 하나의 순환계로 생각하는 것이 중요하다. 즉, 물질순환과 에너지 순환을 도시형성의 요인으로 고려해 도시를 시가지지역과 비시가지 지역이라고 하는 물리적, 인공적 개발의 정도에 따라 구별하는 것이 아니라 환경 보전상 상호 보완되는 공간으로 일체화하여 계획하자는 것이다.

4) 자연 속에 살아있는 도시

도시가 자연 생태계 내에 연속하여 입지하고 있다는 관점에서 도시를 만들어야 한다. 도시개발에 있어서 계곡, 하천, 능선 등 지형의 변절점을 보전하여 자연지형에 무리가 없는 토지이용을 유도하는 것이 각각의 환경부하 저감에 유효하며 자연과의 공생을 도모할 수 있기 때문이다.

5) 생물다양성의 확보

자연과 공생하기 위해서는 자연 속에 도시가 존재한다는 관점 이외에도 도시에 생물다양성의 확보란 관점도 중요하다. 야생생물의 생장, 서식공간(Biotop)을 보전 혹은 창출하는 것도 고려해야 한다.

6) 자립 · 안정 · 순환형 도시기반시시설의 정립

상·하수도, 위생처리시설, 폐수처리시설, 그리고 쓰레기 처리시설 등 환경기초시설의 보급이 도시계획 단계에서부터 고려되어야 한다. 이미 도시기반이 수립된 상태에서는 환경기초시설의 보급을 촉진하고 효율적으로 관리하기 위해 환경기초시설의 설치 및 관리에 대한 민자유치를 추진하는 것도 하나의 방법이다. 또한 도시에너지원으로 석탄, 석유 등 오염물질을 다량으로 유발하는 화석연료에 대한 사용비율을 낮추고, LNG, LPG 등 청정연료의 사용을 확대하는 것이 필요하다.[325]

생태적으로 건강한 도시(ecologically healthy city)인 생태도시는 다음의 10가지의 원칙에 의해 만들어지는 도시다.[326]

(1) 토지이용의 우선순위를 바꾸어 고밀도의 다양하고, 푸르며, 안전하고, 즐거우며, 활발하고, 토지이용이 복합적인 공동체를 대중교통의 결절점 부근에 만든다.

(2) 교통의 우선순위를 바꾸어 자동차 대신 도보, 자전거 등을 선호하게 만들며 접근성(access by proximity)을 강조한다.

325) 김귀곤, "지방의제21과 생태도시 조성방안", 대한지방행정공제회, 1996
326) 김귀곤, 『생태도시계획론』, 대한교과서 주식회사, 1993

(3) 소하천, 해안선, 산 능선, 습지 등 파괴된 도시환경을 복원한다.

(4) 안전하고 편리하며 인종과 계층이 혼합된 주거단지를 만든다.

(5) 사회정의를 세우고 여성, 유색인종, 장애인의 사회참여 기회를 확대한다.

(6) 지역 농업, 도시 녹화사업 및 도시텃밭 조성을 지원한다.

(7) 환경오염과 유해폐기물 발생을 저감하면서 재활용, 혁신적인 적정기술, 자원절약 등을 증진한다.

(8) 기업과 협력하여 오염 및 폐기물 발생과 유해물질 사용을 억제하는, 생태적으로 건전한 경제활동을 벌인다.

(9) 자발적으로 단순한 삶을 살면서 과도한 소비를 억제한다.

(10) 생태적 지속가능성에 대한 일반시민의 인식을 높이기 위한 환경운동 및 교육활동을 통해 지방 환경과 생물지역(bioregion)에 대한 인식을 제고한다.

레지스터는 생태도시 만들기의 원칙을 다시 다음의 5가지로 요약하고 있다.

(1) 살아있는 시스템이 그러하듯 도시를 만든다. 즉 유기적인 도시(organic city)가 되어야 한다.

(2) 도시기능이 진화의 패턴에 적합하도록 만든다. 도시가 지속가능해야 할 뿐 아니라 도시 속에서 창조성과 열정을 자유롭게 표현하고 지원할 수 있어야 한다.

(3) 건축가가 건물을 세우듯 기초부터 차근차근 만들어간다. 전체 도시의 건강성에 기여하는 토지이용 패턴에서부터 시작해야 한다.

(4) 기존의 교통 계층(transportation hierarchy)을 역전시킨다. 즉 도보, 자전거, 철도, 버스, 자동차의 순서가 되어야 한다.

(5) 토양을 보전하고 생물다양성을 증진시킨다.

2 생태도시의 기본전략

1) 도시의 지속성 원칙설정

환경지속성은 재생 가능한 자원, 물, 에너지 자원을 소비하는 비율이 자연계가 자연, 물, 에너지를 재충당할 수 있는 비율을 능가하지 않고, 또 우리가 재생 불가능한 자원을 소비하는 비율이 지속가능하고 재생가능한 자원이 대체되는 비율을 능가하지 않는다는 것을 의미한다.

2) 목표설정

생태도시를 이루기 위한 목표는 가능한 한 분명하고 구체적이어야 하며 계량화 되어야 한다. 목표를 설정함에 있어 미래를 충분히 생각하는 것이 중요하다.

3) 목적설정

목표는 사회적, 경제적, 환경적 목표와 같은 더 넓은 범주로 구분된다. 목적은 행동으로 옮겨질 수 있는 실질적인 프로그램의 관점에서 정의된다.

4) 지표설정

도시지속성지표는 도시의 지속가능성을 종합적으로 측정 평가하기 위해 적용되는 평가기준 혹은 지속 가능한 도시 개발을 위해 적용되는 계획기준들의 비교실행척도를 말한다.

5) 기준설정

결정된 목적을 달성하기 위해서는 일정한 계획목표치를 설정하고 이를 다른 대안과 비교하기 위한 기준 또한 설정되어야 한다.

6) 미래의 지속성을 위한 이슈대안 제시

미래의 지속성을 위한 정책의 변화를 통해서 생태도시의 목적을 충족할 수 있는 이슈, 대안 및 전략에 관한 토의를 해야 한다.

V 생태도시 지향 신도시 국내 · 외 개발사례

1 외국의 생태도시 지향 신도시 개발사례

생태도시라면 자립성, 안정성, 순환성, 다양성의 원칙아래 모든 것을 갖춘 통합적인 모형이 이상적이지만 도시특성과 사회적 여건에 따라 생태도시의 유형은 환경부하가 적은 자원 · 에너지절약형 도시, 물 순환형도시, 기후 완화형 도시, 자연과의 공생형 도시로 구분하여 추진되고 있다.[327] 특히 신도시로 조성된 모범적인 생태도시를 선정하였으며, 각국 생태도시는 고유의 생태도시 모형을 계획하여 실천하고 있는바, 각 모형에 따른 대표적인 사례들을 선정하였다.

물 순환형 도시의 모범인 독일의 하노버, 녹색교통체계로 출발하여 모범적인 생태도시로 인정받는 브라질의 쿠리치바, Urban village의 모범으로 평가받는 영국의 Poundbury, 자연 친화형 신도시인 일본의 다마신도시, 첨단과 생태를 조화시킨 핀란드의 비키를 고유의 생태도시모형을 계획, 실천하고 있는 모범 생태도시로 선정하였다

1) 독일 하노버 Kronsberg

독일 하노버의 Kronsberg는 물순환 체계를 도입하여 성공적인 결과를 얻고 있는 대표적인 생태주거단지로서 2000년도 시작하여 현재까지 계속 확장사업을 진행 중이며 대상지역 면적은 약 1,200ha, 총 가구수는 6,000여 가구이다.

327) 김귀곤, 물순환형 생태도시 전략, 2004환경연구위원회 세미나

Kronsberg 주거단지는 2000년 하노버 엑스포를 위하여 하노버 시에서 엑스포 주제였던 자연-사람-기술을 바탕으로 지속가능한 주거지를 개념으로 계획하였다. 수용인구계획은 엑스포 기간에 엑스포 직원들을 대상으로 하여 숙소로 공급하고, 나머지는 일반 분양하였다. 설계 및 디자인은 건축가-조경가-개발자의 협력을 바탕으로 계획되었으며 지속가능한 도시의 개발 패턴으로서 건축적 특징이 강조된 프로젝트로 진행되었다. 이 지구 개발의 핵심사항중 하나인 고용창출계획은 지구 자체 내에서 고용창출이 가능하도록 하는 것이 목적이며, 혼합용도개발을 통하여 보행거리를 감축하고 직주근접을 실현하는 것이 목표이다. 하노버시 도심과 경전철로 연결되어 있으며, 대중교통활성화를 위하여 주차장은 세대당 0.8대로 낮게 계획하였다. 보행자도로는 차량과 엄격하게 분리되어 있으며 상당부분 비포장이다.

또한 Kronsberg에는 도시차원의 우수활용시스템이 구축되어 있는 데 2,750톤의 우수저장탱크가 도시의 실개천과 단지의 수 공간으로 우수를 공급한다. 따라서 단지의 중정 내에는 다양한 비오톱이 조성되어 있다. 이 신도시계획사업은 저렴한 비용으로 단기간에 추진되어 성공한 프로젝트로 평가받고 있다.

Kronsberg 지역의 주요 특징 중 하나는 물순환의 개념을 도입하고, 이를 환경적 커뮤니케이션의 소재로 활용하고 있다는 것이다. 물이라는 중요한 요소의 역할에 대한 좀 더 폭넓은 이해를 위해 상당한 수준의 기술적인 요소들이 도입되었고, 다양한 커뮤니케이션 기구를 통해 이들 기술적인 요소들이 도입될 수 있도록 하였다. 이와 관련된 주요 내용을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 커뮤니케이션의 개념 : 환경적 커뮤니케이션 매개로서의 물

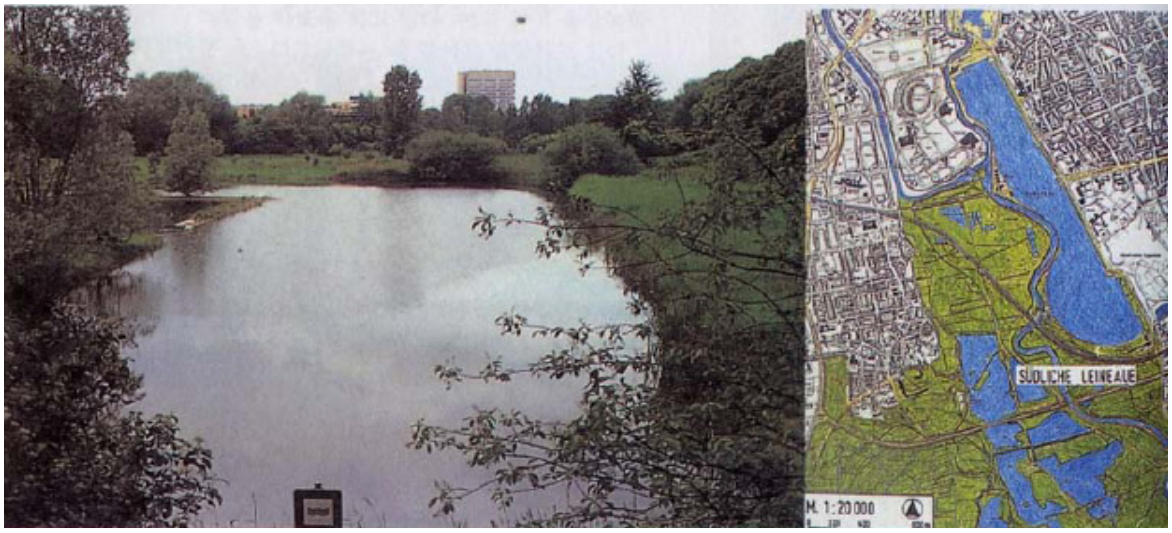
(2) 다음의 다양하고 많은 관련 집단이 물 순환개념에 함께 참여 : 거주자, 건물 소유자, 건축물 시공자, 교육가 및 컨설턴트, 방문객, 전문가(과학자, 건축가, 기술자), 대중매체 관련자 및 전문가

(3) Kronsberg 초등학교에서의 water concept 도입

(4) 물관련 경력직에 대한 자격화

(5) 정보와 알림

그림 4-11-3 녹지로 재생된 하노바 시의 정수장 부지[1)]



2) 브라질 쿠리치바

대중교통체계를 출발점으로 한 대표적인 녹색교통도시는 브라질의 쿠리치바이다. 브라질 남동부 파라나 주에 위치하고 있는 쿠리치바시는 '인간적인 도시'로 꼽힌다. 쿠리치바시는 인구 170만명, 위성도시를 더해 300만 명이 북적거리는 도시 쿠리치바, 13억 500만 헤알(약 8,500억원)의 빠듯한 예산으로 시 살림을 꾸리며, 파벨라라고 부르는 262개의 빈민촌에 20만 명이 살고 실업자 숫자도 그와 비슷한 도시이다. 이 도시를 향해 전 세계가 "환경적으로 건전하면서도 지속적으로 성장이 가능한 미래의 생태도시"라는 화려한 찬사를 보내고 있다.

희망의 환경도시 쿠리치바 시는 효율적인 버스교통시스템 (대중교통우선정책), 풍부한 공원녹지 (녹지정책), 거의 완벽한 재활용시스템 (환경폐기물정책) 및 지혜의 등대 (사회복지정책), 통합 및 팩키지/시간 행정 등을 성공적으로 실행함으로써 세계적인 생태도시의 모범으로 평가받고 있다. 쿠리치바 시의 추진사업을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 서민을 위한 버스중심의 교통시스템

① 효율적인 버스교통시스템

쿠리치바라는 도시를 대변하는 가장 첫 번째 상징은 버스교통시스템이다. 버스는 여러

가지의 색깔로 구분되어 각각 노선의 기능별로 운행되고, 도로 양쪽으로는 자동차가 들어오고 중앙차선으로는 버스가 나가는 '역류버스 전용차선제'가 실시되었다. 이 3중 도로 시스템은 오늘날 세계에서 가장 완벽한 대중교통시스템으로 평가받고 있다. 쿠리치바시의 버스교통시스템에서 또 하나 특색 있는 것은 원통형의 승강장이다.

② 승용차 수요를 줄이는 대중교통

지향적 도시개발 밀도정책(TOD, Transit Oriented Development)시는 Zoning 규제를 통해 주간선 교통축을 중심 기능으로 개발밀도를 조정하였다. 이들 간선 주요축을 따라 존(zone)을 1, 2, 3으로 구분하여 소매상, 상업 그리고 거주지는 버스전용차로와 일방통행로 사이의 대중교통축 전면 블록에 20층 이상의 고밀도로 개발이 이루어졌다. 승용차 없이도 출퇴근 가능한 고밀도지구계획으로 개인승용차량의 발생 자체를 근원적으로 감축시켰다. 그 다음은 중간높이의 콘도미니엄과 8~12층의 아파트가 형성되어지는 주거지역이다. 이들 건물들은 3~5층의 저층빌딩과 연결된다. 나머지 지역은 단층, 이층 및 단독주택의 주거단위를 이어지게 된다.

③ 무료 환승이 가능한 버스교통망체계

1974년 브라질 최초로 '급행버스(Express Bus)'가 도입되고 중앙버스전용차로와 무료환승이 가능한 분산형 교통터미널을 도입하였다. 급행버스 전용차로를 5개축 60km를 중심으로 기간 버스망과 지선 버스망을 통합한 버스체계로 확립하였고, 이 5개축의 버스체계를 통해 공공교통을 중심으로 대량수송 능력과 유연성을 확보하게 되었다.

④ 선불형 튜브 정류장(Tube Station)

221개의 '튜브 정류장(Tube Station)과 연계성을 강화한 무료 환승이 가능한 통합 버스노선망(Integrated Bus Network, IBN)'이 핵심인 버스노선망은 지하철의 장점을 지상위에서 창조적으로 적용하여 발전시킨 것이다.

⑤ 무료 환승이 가능한 쿠리치바 통합교통망

대형 버스터미널에서는 지구간 연결버스 또는 지선버스를 갈아탈 수 있다. 1회 통행료로 모든 형태의 버스에 환승할 수 있는데, 이 요금은 브라질에서 가장 낮은 도시교통요금 수준으로 불과 20내지 25센트(미화)정도이다.

⑥ 도시의 보행자천국과 승용차의 도심이용 억제

또한 '도시를 보행자에게 돌려주기 위한 시도'를 통해서 도심 공동화 현상을 막을 수 있다고 믿고 사업이 추진되었다. 도시의 중앙로와 문화재 보호구역에 '꽃의 거리(flower street)' 등 보행자 전용 공간은 대단히 인상적인 거리로 하루 종일 사람들이 자유롭게 이동하는 도시 문화의 중심지가 되었다.

(2) 생활과 함께하는 공원 · 녹지

① 공원녹지를 바라보는 눈과 확보전략

쿠리치바시의 1인당 녹지면적은 52㎡로 이와같이 넓은 면적의 녹지와 공원을 확보하게 된 것은 대규모 토지조성사업 등을 시행할 경우 일정면적을 시에 기부하도록 하고 시정부는 기부된 토지를 자연적 지형조건 등을 고려하여 적극적으로 공원으로 조성함으로써 가능하게 되었다.

② 불모지를 활용하는 녹지 환경정책

쿠리치바시에는 1940년대 이후에 폐기된 많은 채석장 및 불모지들이 있는데 여기에 호수와 녹지, 독창적인 형태의 건축물을 배치하였다. 탕구아공원 전망대, 오페라 하우스, 환경개방대학 등이 있다.

③ 어린이중심의 환경 · 녹지 교육

환경개방대학이 1992년 당시 시장인 자이머 레르너가 환경교육의 장려, 연구 및 환경운동가 양성을 위해 설립되었고, 학교 교사, 아동교육 지도자, 공무원, 공장주, 택시 기사들에게는 전문적인 내용으로 교육하며 일반 시민과 어린이들에게는 무료로 교육하였다.

(3) 완벽에 가까운 폐기물 재활용 정책

브라질의 경공업이 발달하지 못한 탓도 있지만, 가능하면 재활용할 것을 권장하되 이를 촉진하기 위해 여러 가지 형태로 각종 인센티브를 주었다. 재활용 또는 재생산업에 대한 세제혜택과 대규모의 '재활용센터'를 만들었다. 그리고 이와 결부시켜 빈민이나 장애인들에 대한 고용 및 복지정책과 연계시키는 시책을 펼쳤다. 이렇게 해서 세계 어느 국가보다도 높은 재활용율(70%)을 달성하는 자원절약형 도시로 만들어 간 것이다.

그림 4-11-4 쿠리치바시의 대중교통수단인 굴절버스



그림 4-11-5 (a) 자연형 소하천과 (b) 쓰레기 재활용





3) 영국의 Poundbury

Poundbury는 찰스 황태자의 어번빌리지 운동의 파일럿 프로젝트(Pilot Project)로서 Dorchester경계에 위치하고 있다. Leon Krier를 MA(Master Architect)로 하여 마스터플랜을 작성하였고, 600년의 역사를 지닌 부동산 회사 Duchy of Cornwall이 개발을 맡았다. 파운드베리는 1993년부터 건설을 추진하여 현재 1단계가 완료되었고, 2단계가 건설중이다. 이 계획은 유럽, 영국의 전통가로의 복원이라는 점에서 상당한 관심을 끌고 있다. 주거지역, 상업시설 및 업무시설 그리고 공장들이 혼합된 이 주거단지는 모든 장소들을 걸어서 이동할 수 있도록 디자인되었으며 개발의 완료시기를 25년으로 잡고 이때가 되면

완벽한 유기적이고 조직적인 지역이 될 것으로 보고 있다.[328] Poundbury의 목표는 지속가능한 개발과 영국의 전통시가지의 회복이었다. 이미 Master Plan에서부터 환경적 지속성을 담보하는 높은 기준의 설계기준을 제시하여 녹지와 투수성 포장과 같은 여러 기술을 적용하였다. 이와 함께, 도시의 경관을 창문틀과 같은 부분까지 세세하게 규정하여 일관된 양식을 표현하였다. Poundbury가 고밀로 개발된 것은 컴팩트 시티 이론(Compact City Theory)의 영향을 받았으며, 토지이용의 저감과 인프라건설 비용면에서 확실히 유리하다. 이러한 고밀개발의 의미는 토지이용의 효율성과 함께 활력있고 친근한 거리를 만들기 위함이다. 이러한 고밀한 환경속에서도 환경친화적 기술이 요소요소에 도입되었음은 물론이다. Poundbury는 외곽의 차량도로, 보차공존도로, 보행자 전용도로의 세가지 레벨로 동선을 계획하고 있기는 하지만, 주로 보차공존도로 중심으로 계획을 하였다. 여기서 활용한 방식은 길에 건물이 배치되었다기 보다 중세의 도시구조에 가까운 건물이 길을 만드는 방식으로 언뜻 보아 불규칙적으로 보이는 길을 만들어 차량의 속도가 자연스럽게 줄어들도록 하였다. 강력한 도시설계가 건물의 창문틀에서부터 도시의 전체구조까지 요소요소 침투해 있고, 익숙하며, 장소성 높은 공간이다. Poundbury는 영국의 전통적 가로 경관과 함께 보행친화성, 환경적 지속가능성, 그리고 커뮤니티를 구현한 보기 드문 사례로서 Urban Village의 역작으로 자리매김을 하고 있다.

그림 4-11-6 Poundbury 1단계지구 배치도



328) Ian Colqoun, RIBA Book of 20th Century British Housing, Butte7rworth Heinemann, p.244

4) 일본 다마신도시

일본 도쿄 서쪽 30km 인근의 작은 도시로 도쿄 주택난 해결을 위해 1969년 도쿄도와 주택도시정비공단이 건설에 착수하였다. 다마신도시는 50년대 이후 급속한 산업화로 도쿄의 도시 인구가 급팽창 현상을 보이고 불어나는 인구로 인해 주택난은 갈수록 심각해지고 땅 값은 치솟자 동경도는 우선 주택, 도시정비 공단 및 주택공급 공사와 함께 신주택 시가지 개발법에 따라 65년 말부터 90%이상이 사유지였던 이곳 토지를 전면 매수, 개발에 착수하였다. 면적 902만 5,000평, 주거인구 6만 여 가구로 구릉의 자연과 지형을 활용하여 녹지가 풍부하며, 쾌적한 신도시 개발을 목적으로 조성되었다. 토지이용의 가장 큰 특징은 자연과의 공생을 위해 전통 숲 보전, 잃어버린 숲 회생, 대규모의 새로운 숲 조성이었으며 녹지축을 조성하여 녹지연계망 형성, 열섬 방지, 야생동물 이동통로로 활용하고 있다. 자연을 최대한 보존함으로써 환경과 인간과의 조화를 통한 인간중심의 도시를 건설한 다마신도시는 녹지와 공원의 면적이 전체면적의 32%(270만평)를 차지하고 있다.

다마신도시는 지구환경문제의 대두 등 사회상황 변화 및 주거자의 수요를 만족시키기 위해 환경 오염부하가 적은 도시를 만들기 위해 노력하고 있다. 지역 냉·난방을 도입하였고 에너지, 물, 폐기물 순환체계를 구축하고 있다. 에너지이용의 효율화, 수요억제, 청청에너지의 활용, 공급의 효율화를 목표로 업무시설의 에너지 절약적 입지도모, 쓰레기 소각열 등 도시 내 미이용에너지의 활용 등에 노력하고 있다. 수자원은 양질의 수원확보, 지표수 및 지하수의 보전, 우수의 유출 억제, 수질보전 등을 목표로 복합기능도시에 맞게 업무시설 입지를 통해 냉·난방용 냉각수의 효율적 공급, 투수성포장을 통한 우수의 유출억제, 하천의 개수 등을 추진하고 있다. 폐기물 감량화 및 자원화에 의해 주택지는 물론이고 상업·업무지에 분리수거를 통해 자원의 순환·재이용 체계를 구축하고 있다.

그림 4-11-7 녹지공간으로 네트워크화 된 시가지



5) 핀란드의 Vikkii

핀란드의 비키는 헬싱키에서 8km 떨어진 곳에 조성되고 있다. 개발면적은 1,132ha이며 그린벨트에 인접한 첨단 과학 도시로서 직주근접의 실현을 목표로 거주인구의 30%를 고용하는 것을 계획하고 있다. 따라서 신도시는 과학 공원, 업무 상업 지구, 주거지구 등 환경친화적인 주거복합도시로 개발되고 있다. 또한 분양주택과 임대주택을 적극적으로 혼합하여 사회적 계층혼합을 시도하고 있으며, 공동주택의 80%이상이시나 정부의 50-100년 임대주택으로 건설되고 있는 등 사회복지주택의 공급도 신도시조성의 목표중의 하나이다. 아울러, 첨단 과학 도시로서 생태과학 및 기술 등을 활성화할 수 있는 국제연구센터를 조성하는 등 과학과 연구공원, 자연보존, 거주지역의 개발 등 복합 환경친화도시의 조성이 추진되고 있는 것이다. 한편, 자연보호를 최우선의 목표로 설정하고 기존의 경작지의 일부를 보존하여 생태적인 경관을 형성하면서 거주자들이 체험할 수 있는 환경친화적인 농경작 학습장으로도 활용하고 있다. 교통체계는 환경친화적인 주거단지 조성을 위해 차량교통을 최대한 억제하고 자전거나 도보로 이동할 수 있도록 계획하여, 보행자도로와 자전거도로를 최대한 확보하고 주차장은 주거 블럭의 진입부나 외곽에 배치하고 블록내로는 차량의 진입을 금하고 있다. 개발지구내의 협곡이나 바위, 숲, 수로 등을

보존하였으며, 250ha의 밀 농장과 조류서식지를 보존함으로써 지속적인 자연생태 시스템을 유지하도록 하였다. 또한 비키지역의 광역 녹지체계를 주거지 사이로 유입함으로써 Green Finger체계를 조성하여 생활녹지로 활용하고 있다. 또한, 주거지는 에너지절약, 친환경적 계획요소를 평가하는 핀란드 환경지표 Pimwag(CO_2 배출량, 수질관리, 폐기물 처리, 자연자원보존 등)을 적용하였으며, 커뮤니티 형성을 위한 최적의 밀도로 계획하고 주거블록마다 비오톱을 조성하였다.

2 우리나라 생태도시 지향 신도시 개발사례

우리나라의 생태도시계획은 재이용이나 재순환의 개념이 도입된 친환경적인 생태도시 구상이라기보다는 아직까지는 환경기초시설 정비차원에 중점을 두고 있다. 또한 최근 수도권 주위에 건설된 신도시의 도시계획 내용을 보면 환경기반시설 및 녹지에 대한 고려가 비교적 많이 이루어지고 환경친화적인 교통체계수립이 고려되었다는 점에서 과거의 도시개발과 구분되나 자연생태계가 지니는 다양성, 자립성, 순환성 등에 대한 고려는 미흡하여 생태도시의 개념을 적절하게 반영하지 못하고 있다.

1) 울산시

울산시는 '생태도시'조성을 위해 산업도시의 이미지를 벗고 '자연과 인간의 상생'을 통한 도시 이미지 제고와 지속 가능한 생태도시로의 발전을 위해 '생태도시 울산계획'을 추진해 왔다. 울산시는 지난해 2월 '에코폴리스 울산계획' 용역 발주를 시작으로 6월 '정책토론회', 11월 '중간보고회' 개최에 이어, 지난 4월 '에코폴리스 울산 추진기획단'을 발족, 5월말 '용역사업 완료' 6월 9일 '에코폴리스 울산선언' 등을 통해 올해를 생태도시 원년으로 선포, 도약과 발전을 기대하고 있다. 생태도시 울산은 도시기본계획의 성격으로 추진하고, 생태도시계획 이라는 큰 틀 아래 부분별 시범사업의 경우 별도의 과제로 구체화해야 한다는 것이 전문가들의 조언이다. 또한 생태도시 울산은 지역적 특성을 고려해 공단과 조화된 생태도시 조성을 목표로 기업들의 적극적인 참여를 유도하는 등 행정-기업 간의 파트너 쉽 형성을 바탕으로 추진해야 할 것으로 보인다.[329]

329) "친환경 생태도시 울산을 위한 에코폴리스 울산계획 워크샵", 울산광역시, 2004

2) 동해시

동해시는 환경용량분석에 의한 생태도시 계획을 수립했다. 환경용량 산정을 위하여 보전가치 및 지역별 장소성을 고려하였다. 이러한 환경용량의 산정이 도시의 연담화를 방지하고 지역별 장소성에 의한 특징들을 살려 지역의 균형된 성장과 발전을 유도하였다고 판단되었다. 토지 용도 구분에 있어서는 도시전체를 핵심, 완충, 전이, 복원지역으로 구분하고 거기에 대한 기준을 제시하였다면 효과적이라는 것을 알 수 있었다.[330]

동해시는「환경시범도시」제1호로 선정되어 모범적 환경도시로 인정받게 되었고 이를 계기로 환경적으로 건전하고 지속가능한 도시개발로 인간과 자연이 공존, 공생하는 건강하고 쾌적한 도시환경을 조성하고자 하였다. 이러한 노력의 일환으로 도시를 유기적인 체계로 보고 도시의 활동이나 구조를 자연 생태계의 자립성, 다양성, 안전성, 순환성을 수용한 새로운 차원의 환경시범도시건설 종합계획을 수립하고자 하였다. 동해시 환경시범도시 종합건설계획(1998)에서는 생태적 수용능력의 고려, 자연환경을 비롯한 생태환경을 중심에 놓고 계획을 수립, 계획을 구체적으로 시행에 옮길 수 있는 구체적 시범사업의 제시라는 기존의 성장위주의 도시계획과는 확연히 차별되는 진일보된 계획을 수립하였다.

3) 경기도 하남시

하남시는 'UN인간정주회의(UNCHS/Habitat)에서 생태도시로 선정되었다. 하남시에서는 서울시민의 주 식수원인 팔당호가 있다. 그래서 팔당호와 그 주변지역이 1975년 7월 9일 수질보전을 위해 상수원보호구역으로 지정되어 다른 지역보다 개발은 현저히 느린 반면, 육상 및 수계의 생태계는 잘 보전되어 있다. 정부시책에 의한 환경보전과 아울러 UN에서 생태도시로 선정되어, 여러 가지 노력도 펼쳐지고 있다. 생태하천의 조성이 그 한 예인데 홍수방지를 목적으로 획일적으로 콘크리트를 사용해 일자로 펴온 하천을 생태하천정비공법으로 예전의 하천으로 복원하는 계획을 마련 시행중이다. 이것은 시민의 감정을 가장 정서적으로 만들 수 있는 물에 대한 이미지를 최대한 부각시키기 위한 생태하천조성을 계획하고 있는 것이다.

하남시는 국제환경 박람회를 계기로 생태도시개념을 지역개발계획에 도입하려고 노력하고 있으며 지역자연환경 여건과 특성을 고려할 때 동해안 생태도시의 모델이 될 것으로 기대된다.

330) 김찬석, 지속 가능한 생태도시 조성을 위한 토지이용계획에 관한 연구, 서울대학교 석사논문, 2001, p26

4) 대전광역시

우리나라에서는 제3차 국토종합개발계획에서 처음으로 제안된 이후 환경비전 3, 제4차 국토개발계획에서도 제기되었으며, 대전광역시에서 1996년 생태도시 계획을 수립하고, 첫 실천사례가 1998년 중국관내 유동천 1.21㎢ 구간을 생태하천으로 복원했다. 대전광역시는 생태도시를 조성하기 위해 토지이용부문, 생물다양성부문, 물이용부문, 에너지이용부문, 환경관리부문에 걸쳐 사업을 시행하고 있다 토지이용부문에서는 지역중심센터의 건설, 보행자 전용지역의 설치, Trail 조성, 종합환승센터의 건설 등을 계획하고 있다. 생물다양성 부문에서는 에코 브릿지(eco-bridge) 조성, 옥상 녹화를 통한 Stepping Stone 조성, 인공경량토양에서의 자생초 화류 재배, 지하주차장 상부 녹화, 도로중앙분리대의 녹화, 자생식물 군락조성, 고유식생 천이실험, 새와 녹지를 위한 근린공원 조성 등의 사업을 시행하고 있다. 물 부문에서는 친 자연형 하천정비, 중수도 시설의 설치, 우수 저류침투시설의 도입, 자연정화하수처리장 건설 등을 시행하고 있다. 에너지 부문에서는 집단에너지 공급시설 확대, 태양열 이용시설의 보급, 풍력 발전시스템의 도입, 바이오매스 에너지 시설, 쓰레기 및 폐기물 이용 열 병합 시설 도입 등을 시행하고 있다. 환경관리 부문에서는 쓰레기 퇴비화사업, 폐기물의 청정 에너지화, 종합적인 폐기물관리 등 을 시행하고 있다.[331]

표 4-11-5 2016년 대전시 생태도시 모습과 현재의 도시모습과의 비교[332]

구분	2016년의 생태도시	현재의 도시
방향	유기적 고려	기계적 고려
토지이용	혼합 토지이용(수평적, 수직적)	단일토지이용
밀도	중·고밀도의 비중이 높음	저·중·고밀도의 혼합
패턴	자연세계에 대한 인간정주의 관련성 존중	자연세계에 대한 인간정주의 관련성 무시
도시의 구조	물리적 구조 : 압축도시/순환체계, 순환사회를 향한 사회구조의 구축	물리적 구조 : 분산형도시/선형체계/분산형 근린주거
도시의 기능	통합적	부문별
물리적	하부구조	혁신적인 생태적 시설 전통적인 기능적 시설

331) 김귀곤, 『시범생태도시조성을 위한 연구사례-대전광역시에 적용』, 대전광역시, 1996, p6
332) 김귀곤, 전게논문, p121

제12장

교 육

Ⅰ 기후변화와 환경교육

출처_'지구기후변화 대응을 위한 학교교육방법 연구-고등학교 환경교육과정을 중심으로 고찰-', 경희대학교 교육대학원 환경교육전공, 김성식, 2010.2

1 학교환경교육

1) 학교환경교육의 정의

환경교육이란 환경개념에 대한 이해로부터 시작하여 환경오염의 원인, 현황, 대책을 파악하고 환경보전의 방법을 습득한 뒤에 최종적으로 환경의 질적 향상에 이르는 것이다. 즉, 환경교육은 인간과 자연, 인간과 인공 환경과의 관계를 이해함으로써 인간의 삶을 유지하기 위해서는 환경보전이 필요불가결한 중요한 문제임을 인식할 수 있는 인간형성에 그 목적이 있다. 즉 환경과 환경문제의 중요성을 인식하고, 환경문제로서 발생되는 영향의 심각성, 특히 생태계의 파괴, 온실효과 및 산성비 등의 전 지구적인 현상 등의 원인과 발생기전(mechanism) 등을 올바르게 주지시켜 개인 또는 집단별로 환경문제의 해결방안과 새로이 야기되는 환경문제에 대처하기 위한 것이다.

환경오염 문제는 발생된 순간 이미 자연 생태계에 피해가 나타나며, 결국 우리 인간에게까지 영향을 주는 특징을 지니고 있으며, 환경오염 피해는 어느 일부의 국지적 피해에서 광역적으로 확산되어 결국은 지구촌(The Only Earth)에 환경 피해가 나타나 인간이 생존할 수 있는 유일한 지구가 위태롭게 되는 것이다.

환경문제를 해결하는 근본적인 방법의 하나는 환경교육이 유치원에서부터 사회에까지 단계적으로 체계적인 구성으로 이루어져야 한다는 것이다. 이와같은 요소를 정리하면 다음과 같다(곽홍탁, 2004).[333]

(1) 환경영역의 구분을 인식하고 각 영역별 교육과정 확립이 되어야 한다.

(2) 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교의 단계별 독립된 환경교과서에 의한 전담교수의 체계적 이론, 실습, 실험 현장 교육의 진행이 되어야 한다.

333) 곽홍탁, '21세기를 위한 환경교육의 실제', 동화서적, 2004

(3) 환경교과서의 내용은 환경오염, 오염원인, 오염의 분류 및 종류, 오염물질, 오염의 영향, 오염현상, 오염방지, 실천운동 등으로 구분한다.

(4) 교과서에 실천행동 지침을 선정하며 환경문제를 제기하고, 자신과 환경오염의 상호 관련성을 인식시켜 해결 방안을 모색하게 한다.

(5) 직접 경험을 중시하는 환경교육 내용을 수록하여 환경오염 발생지역, 공장 및 환경관련 행정, 연구기관을 견학시키며 시청각 교재를 개발, 환경보전 의식을 생활화 할 수 있는 계기를 갖게 한다.

(6) 학교와 거주지에서 환경오염 피해가 어떻게 나타나는가를 직접 경험으로 알 수 있는 내용을 환경교육에 포함시킨다. 즉, 흙, 풀, 나무, 벌레, 물고기 등을 관찰함으로써 환경오염의 피해와 그 원인을 밝힐 수 있게 현장교육이 이루어져야 한다.

(7) 지표생물은 각 지역에서 알 수 있는 언어로 참고 수록하면 환경교육 내용이 효과적일 것이다.

우리가 생활하는 가운데 환경오염 물질이 발생되고, 그것이 곧 우리에게 피해를 입힌다는 인식이 환경교육에 속하는 모든 분야의 과제어서 중요한 요소이다. 공기와 물과 토양이 오염되고 쓰레기가 오염을 일으키고 하는 것이 바로 우리 자신들이 발생시킨 오염물질임을 때때로 망각하게 된다. 환경문제의 교육적 과제는 바로 이와같은 인식을 심화시켜 그 근본적 해결의 의지와 능력을 길러 주는 것이다.

2) 환경교육의 목적 및 원칙

환경교육은 환경보호의 목적을 이행하는 하나의 방법이다. 이 과정은 평생에 걸친 완전교육의 원리에 준하여 수행되어야 한다. 그리고 환경교육은 기술적인 면과 함께 정치적, 경제적, 또한 철학사상이 포함된 환경문제에 대한 원칙을 교육해야 한다. 이를 통해 올바른 가치판단과 사고능력을 기르도록 교육해야 한다.

즉, 환경교육은 모든 사람들을 위한 교육으로서 하나의 행동과정이며 다른 주제분야와도 관계되어 있다. 이것은 인간과 자연간의 역동적인 상호작용과 관계가 있다. 그리고 이것은 모든 생물의 생존적 질을 향상시키는 일에 목표를 두고 있다. 그러나 가장 큰 문제는 환경교육이 아직도 초기단계를 벗어나지 못하고 있다는 점이다. 국제자연보존연맹(IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)은 환경교

육을 인간, 인간의 문화, 그리고 인간의 생물·물리학적 환경간의 상호관계를 이해하고 올바로 평가하는 데 필요한 기능과 태도를 개발시키기 위하여 가치를 인식하고 개념을 명백히 하는 과정이라고 정의하였다.

이처럼 환경교육은 교육을 통하여 현재의 세대에게는 물론 미래의 주역인 청소년들에게 환경에 대한 올바른 인식을 심어줌으로써 그들의 건전한 인격 형성은 물론, 우리가 당면하고 있는 현재의 환경문제를 해결하고, 나아가 미래에 더욱 심각해질 환경문제를 사전에 예방하여 쾌적한 환경을 누릴 수 있도록 하는데 궁극적인 목적을 두고 있다. 그러므로 환경교육은 결국 우리 자신들의 삶의 질을 높이기 위한 교육이며, 고도의 산업사회에서 쾌적한 환경에 대한 욕구 충족을 시켜주는 생존을 위한 가치, 실천을 지향하는 전인교육의 일환이다.

환경교육은 그 목적, 목표, 내용, 지도, 평가 등 교육 전반에서 균형성, 통합성, 계속성, 일상성의 원칙을 갖는다(최석진 외 1999).[334]

첫째, 균형성의 원칙으로서 환경교육은 학생의 지적, 정의적, 심체적 교육목표를 균형되게 고려하여야 한다. 환경교육은 환경에 '관한' 교육(Education About Environment), 환경 '안의'교육(Education In Envirionment), 환경을 '위한' 교육(Education For Environment)이 균형을 유지하면서 이루어져야 한다. 즉 학생들로 하여금 환경에 관해 아는 것, 느끼는 것, 행동하는 것을 균형있게 학습하도록 해야 한다는 것이다. 그러나 균형성의 원칙이란 환경교육에서 환경에 관한, 환경 안의, 그리고 환경을 위한 교육이 동시적으로, 그리고 똑같은 비중을 가지고 추구되어야 한다는 것을 의미하지는 않는다.

환경교육의 궁극적 목적은 환경을 위한 교육이며(Jim Dunlop, 1993),[335] 환경에 관한, 그리고 환경 내의 교육은 수단이며, 과정이기 때문이다. 따라서 균형성의 원칙을 문자 그대로 해석하여서는 안된다. 즉 환경교육의 목적 및 목표 설정, 내용 선정에서 환경을 위한 교육이 궁극적으로 추구되어야 한다는 의미이다.

교육자들이 무엇에 '관하여' 가르치면 행동이 변화되리라고 믿는다면 그것은 잘못된 생각이다. 물론 어떤 경우에는 이 말이 옳다. 그러나 책임 있는 환경 형태를 가르치고자 하는 경우에는 그 반대의 증거들이 많다. 환경적인 측면에서는 전형적으로 보아 쟁점에 대한 인식이 곧 행동을 나타내지는 않는다는 것이다.

이러한 사실은 우리가 만약 행태를 가르치고자 한다면 새로운 교수·학습 모델에 의존

334) 최석진·신동희·이선경·이동엽, '학교 환경교육 내용 체계화 연구', 한국환경교육학회지, 12(1), 25', 1999

335) Jim Dunlop, Lessons from Environmental Education in Industrialised Countries, in Harmut Schneider(ed), Environmental Education; An Apprach to Sustainable Development(Paris : OECD, 1993), 98

하여야 한다는 것을 의미한다. 그리고 모든 환경적 행태는 어찌 되었든 간에 쟁점과 관련된 것이며 환경적 쟁점이 행동을 변화시키기 위한 교수·학습의 한 부분이라면 그 교수·학습은 쟁점에 대한 '인식'이나 '지식'을 넘어선 어떤 것이어야만 한다는 것을 의미하고 있다.

둘째, 통합성의 원칙이다. 환경문제는 일반적으로 상호 관련성, 시·공간적 광범위성이라는 속성을 지니고 있다. 따라서 환경을 총제적 시각에서 파악하고 환경 문제를 예방, 극복 및 해결하는 데에는 범교과적 지식, 방법, 기능이 필요하기 때문에 환경 교육목표, 내용 및 방법도 각각 통합적인 것이어야 한다.

통합성의 원칙은 환경교육의 목표, 내용과 방법 등 모든 면에 반영되어야 한다. 통합성의 원칙을 목표의 측면에서 보면 환경교육은 환경, 환경 문제에 대한 지식과 정보를 바탕으로 하되 궁극적으로는 의식의 변화, 습관과 기능의 개발, 가치관의 함양, 문제 해결 능력 및 의사 결정능력, 그리고 참여 기능을 함양하는 목표를 강조하여야 한다.

셋째, 계속성의 원칙이다. 환경교육은 전인교육 및 평생교육과 밀접한 관계를 갖는다. 환경교육은 '계속성의 원칙'에 의해 모든 연령 집단, 모든 국민을 교육대상으로 하여야 한다. 특정 시점을 기준으로 볼 때 환경 교육은 전 국민에게 동시에 실시되어야 한다. 또한, 국민개개인의 입장에서 보면 태어나서 죽을 때까지 평생 교육의 일환으로서 지속적으로 환경교육을 받아야 한다.

계속성의 원칙을 내용의 측면에서 보면, 각 교육 단계에서 다루는 교육 내용과 활동이 종적, 횡적으로 체계화되고 내용 영역 간에 균형이 있으면서도 선수 학습 내용과 후속 학습 내용 간에 연계성이 유지되어야 한다. 즉, 환경교육은 국가 사회의 환경 교육적 노력 및 평생 교육과 밀접한 연계성을 지녀야 하며, 관련 교과목 및 독립 교과로 이루어진 학교 환경교육의 일반적인 목표와 내용에 통합된 일부분으로서 이루어져야 한다.

넷째, 일상성의 원칙이다. 환경교육은 교실에서 딱딱하게 이루어지는 교실수업이나 가끔 시골의 자연환경을 찾아 떠나는 단순한 여행 이상의 의미를 갖는다. 즉, 수업이나 여행을 통해서 우리가 살아가는 장소에서 매일 접촉하는 환경을 직접 느낌으로써 얻어지는, 계속적 경험을 통한 직접적인 지식과 친밀감을 얻을 수 없다. 오히려 우리가 무심코 지나쳐 버리기 쉬운 평범한 도시 공관(경관)이 환경 교육을 위한 소재로 사용될 수 있다.

환경교육은 일상생활 주변에서 좀 더 많은 환경에 대한 학습을 할 수 있도록 다양한 환경교육 자료를 제공할 필요가 있다. 거창한 구호나 자극적인 선동보다는 생활주변에서 가장 많은 경험과 깨달음을 얻을 수 있는 방법을 선택함으로써 오랫동안 파지될 수 있는 교육 효과를 달성할 수 있기 때문이다.

3) 우리나라의 학년별 환경교육 현황

(1) 유치원

언어생활, 건강생활, 표현생활, 탐구생활, 사회생활 등 5개 영역에 걸쳐 통합적인 형태로 교육이 이루어지고 있는데, 환경교육은 언어생활을 제외한 4개 영역에서 실천위주로 실시되고 있다.

(2) 초등학교

슬기로운 생활, 도덕, 사회, 과학 등 관련 교과목에 환경관련 내용을 분산하여 교육을 실시하고 있으며, 특히 1997년 12월에 고시되어 2000년부터 시행되고 있는 제 7차 교육과정부터는 배가된 재량활동시간(1~6학년 : 각 학년별 연간 60~68시간)을 이용하여 환경교육을 실시할 수 있도록 하고 있다.

(3) 중학교

1995년부터 '환경'을 독립교과로 개설하여 학교장의 재량에 의해 선택할 수 있도록 하고 있으며, 또한 2001년 중학교 1학년부터 적용되는 제7차 교육과정에서 연간 102시간 이상으로 재량활동시간을 두어 환경교육을 실시할 수 있도록 하고 있다. 2006년 12월말 현재 전국 3,010개 중학교 중에서 '환경'을 선택한 학교는 403개교(전체의 13.4%)이다.

(4) 고등학교

1996년부터 독립교과인 '환경과학'을 개설하여 학교장의 재량에 의해 선택할 수 있도록 하였고, 2002년 고등학교 1학년부터 적용되는 제7차 교육과정에서는 환경에 대한 자연과학적 접근과 사회과학적 접근의 조화와 통합을 강조하여 '환경과학'을 '생태와 환경'으로 전환하였으며, 연간 102시간 이상으로 재량활동시간을 두어 환경교육을 실시할 수 있도록 하고 있다. 2006년 12월말 현재 전국 2,140개 고등학교 중에서 '생태와 환경'을 선택한 학교는 637개교(전체의 29.8%)이다(환경백서, 2008).

표 4-12-1 환경과목 선택학교 현황 (단위 : 개교)

구분	년도	계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
중학교	2006	403	14	107	24	2	7	5	1	29	7	56	10	17	89	9	21	5
	2005	346	16	116	27	4	7	4	1	31	5	61	11	6	25	10	17	5
고등학교	2006	637	39	19	30	13	20	29	11	245	15	17	43	35	56	36	19	10
	2005	636	47	14	31	22	16	26	9	240	11	15	42	47	33	38	33	12

4) 환경교육의 문제점

한국 환경교육의 제도화, 체계화, 내실화를 위한 노력은 꾸준히 진행되어 왔다. 이제까지 제기되어온 여러 문제들은 제도적, 정책적 노력에 의해 해결이 되기도 하였지만 여전히 불완전한 상태이며, 많은 문제점을 지니고 있다. 또한 시대적 추세의 변화와 환경관, 환경교육관의 변화에 따라 새롭게 제기되는 문제들도 있다. 예컨대, '환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발(ESSD, Enviromentally Sound and Sustainable Development) 개념은 개발위주 성장이데올로기의 설득력이 상실되는 시대적 추세를 반영하여 강조되고 있으며, 학교환경교육에 있어 패러다임 변화가 불가피함을 시사하는 것이기도 하다. 또한, 예전에 지적되었던 문제들 중에 새롭게 부각되면서 그 중요성이나 가치가 재인식되는 경우도 있다. 특히, 여러 연구에서 이미 지적된 바 있는 환경교육의 목적과 내용 재정립, 체험학습, 환경 가치관 학습의 중요성은 최근 교육계의 개혁기조의 변화에 따라 핵심적 과제로 대두되고 있다. 다음은 이제까지 지속적으로 지적되어온 문제들로서 아직도 여전히 문제점으로 언급되는 내용들을 정리한 것이다.

첫째, 학생 및 교사의 환경교육에 관한 인식조사를 통하여 볼 때 학교 교육과정에서 환경교육의 필요성과 환경교육 관련 강좌의 개설 필요성에 대한 지지도가 높으나 이들의 요구를 충족시키기 위한 교육 목표와 내용, 교수·학습자료, 환경교과의 선택현황, 교사의 임용과 연수, 행정·재정적 지원체제 등은 여전히 미흡하다고 할 수 있다.

둘째, 현재 환경교과서의 체제나 교육환경은 교육적 중요성에도 부구하고 아직 '현장학습, 조사, 토론' 보다는 '강의 중심' 교육에 더 맞도록 되어 있다. 그리고 환경교육 내용 자체도 학교급간, 교과목간의 내용연계가 미흡하고, 특정영역 또는 내용이 중복되거나 필

수적 내용이 누락되는 등의 문제점을 지니고 있다. 또한 내용 구성방식에 있어 환경관리주의에 기초한 환경에 '관한' 지식이 주를 이루고 있는 반면 내용과 활동 면에서 환경을 '위한' 교육과 환경 '내의' 교육은 매우 부족하다고 할 수 있다.

셋째, 환경교육에 관련된 교수·학습 자료의 개발·보급 활동이 여전히 미약하며, 개발·보급된 자료는 대부분 인쇄 자료로서 학생들이 친근감을 갖고 적극적으로 활용하기에 적절한 시청각 자료의 개발·보급이 부족하다.

넷째, 환경교사의 현직 연수경험 정도와 환경교육의 자료 및 교구·교재의 구비현황이 충분하이 못하며, 그간 교사를 위한 연수가 많이 개선되기 하였으나, 주로 강의중심이고 환경지식 전달 위주여서 교사들의 연수에 대한 만족도가 낮아 교육적 실효성이 높지 못한 실정이다.

다섯째, 환경교사 자격증 소지자는 많이 양성·배출되고 있으나, 이들이 실제로 학교에서 환경과를 지도하는 기회는 극히 제한되어 있는 것이 현실이다. 환경과를 선택한 학교가 적고, 선택한 학교의 경우에도 담당 시간 수를 고려하여 과목 상치교사가 환경과를 지도함으로써 환경 교사 자격증 소지자의 임용을 억제하고 환경교육의 질이 높아지지 않는 악순환이 계속되고 있다.

마지막으로, 이러한 문제들은 정책, 제도적 차원의 지원과 환경교육 연구 기반이 확고하지 못한 것과 연관이 된다. 특히, 이제까지의 연구를 통해서 수립된 '환경교육종합계획'이나 제언 등에 대한 현실적 타당화 과정이 부족하며, 이제까지 제시되어 온 제언들의 현실화를 위한 정책적, 제도적 추진 의지가 부족한 점을 지적할 수 있다(최돈형, 2006).[336]

5) 환경교육 방법

환경교육은 우리들이 살고 있는 지구의 생태계를 보전하고, 우리들이 쌓아온 문화유산을 계승하고 창조하는데 역점을 두어야 한다. 학생들이 환경교육의 필요성을 절실히 인식하고 적극적으로 참여하는 태도를 기르기 위해서는 다음과 같은 교육방법이 효과적이다.

(1) 경험과 현장체험을 중시하는 환경교육

환경교육은 환경과 인간이 관계를 바르게 인식하는데 있다. 단지 지식만으로 환경을 보

336) 최돈형, '우리나라 학교 환경교육 10년의 회고와 전망', 2006

는 것보다는 직접적인 경험과 현장체험을 통하는 것이 보다 효율적으로 환경보전의 중요성을 인식할 수 있다. 환경오염이 발생한 현장을 견학하거나 환경 문제를 담당하는 관련 부서를 방문하여 환경문제의 심각성을 피부로 느낄 수 있는 교육이 이루어지도록 해야 한다. 대기 오염의 심각성, 수질이 오염되어 일어난 오염의 현장, 소음과 진동이 심한 지역 등을 직접 보며 환경에 관심을 갖고 필요성을 스스로 느끼게 하기 위해서는 직접적인 경험과 현장체험을 통하여 교육하는 것이 좋다.

(2) 영상매체를 이용하는 환경교육

환경교육에서는 환경 문제나 오염의 심각성을 깊이 인식하는 것이 중요하다. 수질오염도가 몇 ppm이고, 대기에 아황산가스가 몇 ppm이라는 것은 학생들에게는 그 오염정도를 느끼지 못하는 경향이 있다. 그러한 폐수에 의해 오염된 물에서 살지 못하고 떼죽음을 당한 물고기의 사진, 상수원에 버린 쓰레기와 비가 온 후 호수나 댐에 떠내려 온 쓰레기의 모습을 찍은 사진이나 비디오테이프를 보여줌으로써 환경오염의 심각성을 더욱 잘 인식하게 된다. 영상은 문자로 표현된 것보다도 다양하고 폭넓은 정보를 전달하며, 또한 영상을 통해서 본 것은 오랫동안 인상 깊게 기억하는 장점도 갖고 있다.

(3) 생활환경에서 시작하는 환경교육

환경문제가 교육에서 다루어지기 시작한 것은 공해가 심각해짐에 따른 것이었다. 학생들도 가정과 학교 주변의 생활환경 문제, 예를 들면, 소음・진동, 대기오염, 교통 문제, 식수나 하수도 문제들을 대상으로 환경문제를 다루거나, 학생들에게 생활주변에서 발생하는 쓰레기, 생활하수, 식수, 악취, 문제 등을 소재로 환경 교육을 실시하므로 깊은 관심을 갖고 환경문제에 임할 수 있다.

공장 지대에서는 공장 폐수, 대기 오염, 산업 폐기물에 대해서, 해안 지대에서는 해양오염, 농촌 지역에서는 농약 문제, 대도시에서는 교통 문제, 대기 오염, 식수 등과 같은 문제들을 다루어 지역별 당면 문제에 관심을 갖고 환경문제 해결에 적극적으로 참여하려는 의욕을 높일 수 있다.

(4) 환경활동에 참여하는 환경교육

환경교육은 학생 모두가 참여하는 활동 중심으로 이루어지는 것이 바람직하다. 환경교육의 중요 목표는 환경에 관심을 갖고 모두가 참여하는 것이다. 환경교육은 환경과 인간

과의 관계를 바르게 이해하는 것이며, 이를 위해서는 활동을 통하여 이해하고 환경문제 해결에 적극 참여하는 태도를 기르는 활동을 통한 환경 교육이 바람직하다. 학교 주변의 환경문제나 그 지역의 오염문제도 단지 자료에 의한 교육이 아니고 직접 조사하는 활동을 통해서 환경문제의 심각성을 바르게 인식할 수 있으며, 주변의 환경보전이나 정화를 위한 방법을 이해하는 것보다는 실제로 이런 활동을 통해서 환경문제에 참가하는 태도를 육성할 수 있다.

환경교육은 한 교과서에만 이루어질 수 없는 것이며 환경문제를 전체적으로 종합적으로 볼 수 있는 안목을 길러야 한다. 그리고 환경교육이 일시적으로만 행하여져서도 안되며 인류가 지구상에 존재하기 위해서는 꼭 필요한 교육임을 잘 인식시키고 우리 모두가 스스로 아름다운 지구를 보존하려는 환경교육이 필요하다.

2 환경교육에서의 기후변화내용

1) 국내 · 외 기후변화교육 연구 동향

미래세대에게 기후변화교육을 실시하는 일이 시급하고 중요한 과제임에도 불구하고, 일반적으로 학교 현장교사들의 기후변화교육에 대한 전문성은 부족하다고 알려져 있다. Fortner(2001)[337]는 '학교에서의 기후변화교육 : 교사의 준비 정도'라는 논문에서, 다수의 미국의 교사들은 지구온난화 등의 기후변화 현상을 학습자들이 꼭 알아야할 중요한 환경문제로 인식하지만, 많은 경우 자신은 이 주제를 가르칠만한 전문성(지식)이 없다고 여긴다고 보고하였다.

기후변화교육에 관한 연구 동향을 조사하기 위해 미국과 우리나라의 학술연구 데이터베이스를 검색하여 비교하였다. 2007년 10월 기준으로 교육연구 데이터베이스인 ERIC database(www.eric.ed.gov)에서 검색어 'global warming'이나 'climate change'로 검색한 결과, 학술대회 발표문 등의 기후변화교육 관련 연구물이 194편, 기후변화교육 관련 학술논문이 244편 검색되었다(Stoss & Stoss, 2008).[338] 검색된 논문의 경향을 보면, 초 · 중등 학습자의 기후변화나 지구온난화에 대한 이해 혹은 오개념에 관한 연구(Boyes &

337) Fortenr, R. W, 'Climate chang in school : Where does it fit and how ready are we? Canadian Joural of Environmental Education', 6, 18-31, 2001

338) Stoss, K & Stoss, F.W, 'Heating up for global warming research and policy, online. 32(1)', 2008

Stanisstreet, 1992 ; Boyes & Stanisstreet, 1993 ; Boyes & Stanisstreet, 1998 ; Rye et al., 1998 ; Pruneau et al., 2003)가 특히 초기에 많이 이루어졌고, 일반인의 기후변화 이해에 관한 연구(예 : Fortner et al., 2000)나 교사의 기후변화에 대한 이해 및 기후변화교육 전문성 등에 관한 연구도 다수 포함되어 있다(Groves & Pugh, 1999; Forthner, 2001 ; Sobel, 2007). 이를 우리나라의 기후변화교육 관련 연구와 비교하기 위해 한국교육학술정보원(KERIS) 데이터베이스(www.riss4u.net)에서 '온난화'와 '교육' 혹은 '기후변화'와 '교육'으로 검색한 결과 기후변화교육 관련 교육연구논문은 각각 2편과 1편이 검색되었다. 이 중, 두 편은 온실효과에 대한 학습자들의 개념이나 오개념을 묻는 과학교육논문(한재영 외, 2000; 국동식, 2003[339])이고, 나머지 한 편은 '지구 기후게임'활용 수업 사례에 대한 논문이었다(조규성 외, 2002).[340] 이처럼 국내·외 기후변화교육 관련 연구 동향을 분석하면, 우리나라의 경우 기후변화교육에 대한 연구가 매우 부족하다는 점을 알 수 있다.

2) 해외 기후변화교육 현황

기후변화교육에 대해 체계적인 교과과정을 마련해서 접근하는 사례는 해외에도 아직 드물어 보인다. 미국의 경우 기후변화에 대한 필요성을 강조하면서 2007년 3월 28일 하원에 지구온난화교육법이 같은 해 5월 14일 상원에 기후변화교육법이 발의된 상태이다. 상원에 발의된 기후변화교육법 발의자는 바로 이번에 차기대통령으로 당선된 버락 오바마이다. 미국의 기후온난화교육법과 기후변화법 발의 안에서는 인간에 의해 지구온난화가 발생하고 있다는 사실이 더 이상 부정할 수 없을 정도로 증거가 명백하고 미국이 다른 어떤 나라들보다 이산화탄소는 물론 다른 온실기체를 많이 배출하고 있다는 사실을 분명히 지적하고 있다. 대기 중 탄소는 태양이나 풍력, 조력, 지열 등의 재생가능한 에너지원으로 전환하거나 집을 포함한 건물과 수송의 효율을 높이는 등의 에너지 절감을 통해 상당 부분 줄어들 수 있기 때문에 지구온난화에 대해 다양한 형태로 투명한 정보를 제공하여 두려움이나 무기력함을 없애고 개인이나 지역사회가 행동을 취하도록 북돋워주어야 한다고 지적하고 있다. 대기 중 탄소는 태양이나 풍력, 조력, 지열 등의 재생가능한 에너지원으로 전환하거나 집을 포함한 건물과 수송의 효율을 높이는 등의 에너지 절감을 통해 상당 부분 줄어들 수 있기 때문에 지구온난화에 대해 다양한

339) 국동식, '온실효과 개념에 대한 오개념 원인으로서의 10학년 과학 교과서 분석', 한국과학교육학회지, 23(5), 2003
340) 조규성·강현아, '지구계교육 프로그램의 적용에 따른 학습자의 반응', 한국지구과학학회, 23(4), 299-308, 2002

형태로 투명한 정보를 제공하여 두려움이나 무기력함을 없애고 개인이나 지역사회가 행동을 취하도록 북돋워 주어야 한다고 지적하고 있다. 사람들에게 새로운 기술과 프로그램을 이용할 수 있도록 해줌으로써 이해를 극대화하고 다양한 온실기체 저감 조치들의 효과도 극대화할 수 있을 것이라고 주장한다.

미국의 법에서는 이러한 인식을 바탕으로 하여 국가과학재단(The National Science Foundcation)이 지구온난화 교육프로그램을 수립해서 (1) 인간이 유발한 지구온난화의 장단기적 결과와 잠재적 해결 방안에 대한 이해를 높이고 (2) 다양한 문화적 언어적 배경과 무관하게 모든 연령대의 사람들에게 공식적 → 비공식적으로 배움의 기회를 제공해서 가장 최신의 과학적 기술적 발견들을 적용할 수 있도록 하며 (3) 사람들이 새로운 기술과 프로그램, 에너지 절약과 재생가능에너지 및 온실기체 저감과 관련된 인센티브 등을 이해하고 이들의 이행을 촉진할 수 있도록 하기위해 행동 가능한 정보를 강조할 것을 요구하고 있다. 그리고 지구온난화 교육프로그램의 프로그램 요소들로 크게 다음의 두 가지를 제안한다. 첫째, 새로운 기술과 프로그램, 인센티브 등에 대한 정보를 확산하고 이들 수단의 이행을 초진할 수 있도록 국가적인 정보캠페인을 벌인다. 둘째, 주들이나 지방 도시들, 교육기관과 기타 단체들에게 보조금을 제공하기 위해 경쟁적인 보조금 프로그램을 도입한다. 이러한 보조금 지원 대상 중 하나로 유치원에서 12학년까지 기후과학(climate science) 교과과정과 보충적인 교육 교재를 개발하도록 제안하고 있다. 아직 미국의 경우에도 교과과정에 체계적으로 내용이 반영되어 있지는 않은 상태이지만 이러한 두 법에서 지적하듯이 기후변화교육의 필요성에 대한 사회적 관심이 높아져 가고 있음을 알 수 있다. 학교교육과 사회교육을 통해 기후변화에 대한 이해를 높이고 적절한 대응방안을 실천할 수 있어야 한다는 것이다. 하지만 여전히 교과과정을 어떻게 개발할 것인지는 과제로 남아있는 상태이다. 학교 기후변화교육은 교과를 통해서만이 아니라 학교 단위에서 다양한 프로그램을 통해 기후변화에 대한 인식과 대응방안에 대한 모색과 실천을 통해 이루어질 수 있다. 세계 여러 지역들에서는 보다 포괄적으로 기후변화 대응을 위해 학교에서 다양한 프로그램을 운영하고 있는데 기후변화에 초점을 맞추는 프로그램이 있기도 하지만 대개의 경우 기후변화를 포함해서 보다 폭넓게 지속가능발전교육의 형태로 진행되고 있는 경우가 많다. 이러한 사례들을 살펴보면 다음과 같다(최돈형 외, 2008).[341]

341) 최돈형 · 김찬국, '우리나라 기후변화교육의 현재와 방향에 대한 고찰', (사)한국환경교육학회, 2008

(1) 영국의 어린이학교(Sustainable Schools) 프로젝트

영국의 어린이・학교・가족부(Department for Children, Schools and Families)가 지원하는 프로젝트로 학교위원회(School Council)는 에너지 탐정(Carbon Detectives)이란 툴킷(toolkit)을 활용해서 해당 학교가 환경에 얼마나 영향을 미치고 있는지를 알아볼 수 있고 이러한 환경부하를 줄이기 위해 무엇을 할 수 있는지를 결정할 수 있도록 도와준다. 에너지 탐정 웹사이트에 가서 등록을 하면 학교에 관한 일련의 질문들이 나오고 단위 학교별로 에너지 탐정 팀(Carbon Detectives Team)을 구성한다. 에너지 탐정팀은 학생들로 구성하거나 학생들을 포함해서 회계사무원이나 서무직원 학교장이나 교감 등 관리직, 과학교사, 시설관리인 등이 함께 들어갈 수 있다. 그 다음으로는 에너지탐정 프로그램에 등록한 학교의 모든 학생들과 교사들에게 학교의 음식이나 등하교시 교통수단 등에 대해 조사하도록 하고 특별히 에너지 탐정팀에게는 에너지 사용과 물, 급식, 쓰레기, 등하교의 교통이요, 구매 건물과 토지 등을 조사하도록 한 후 그 결과를 이를 웹사이트에 입력한다. 그러면 해당 학교의 (학생당) 이산화탄소 발생량을 계산하게 되면 웹사이트에 올라와 있는 다른 참여 학교들의 학생당 이산화탄소 배출량과 비교할 수 있다. 그 다음 단계로는 이산화탄소 감축 목표를 비롯해서 행동 목표를 세우고 이를 이행하기 행동계획을 마련한 후 이를 실천하기 위한 행동에 들어가도록 한다. 에너지 탐정 웹사이트에는 목표를 수립하고 실현할 수 있는 다양한 방안이 소개되어 있어서 누구나 쉽게 도움을 얻을 수 있다. 보다 자세한 내용은 다음사이트를 방문하면 알 수 있다(http://www.teachernet.gov.uk/sustainableschools, http://www.carbondetectives.org.uk).

(2) 호주의 지속가능한 학교 이니셔티브(Sustainable Schools Initiative, AuSSI)

호주의 지속가능한 학교(Sustainable Schools) 이니셔티브는 호주 정부와 주, 지방 자치단체 등이 학교와 지역사회가 지속가능성을 실현하도록 지원하는 프로그램이다. AuSSI는 전체 학교가 참여하는 프로그램으로 학교 교과고정의 통합적 요소로서 지속가능성을 가르치고 배울 수 있는 프로그램을 제공하며 에너지와 쓰레기, 물, 생물종 다양성, 경관 설계, 생산품과 재료 등 학교의 자원과 시설관리의 개선을 위해 실생활에서 경험하면서 배우도록 고안되어 있다. 참여 학교에는 교과과정에 대한 지원이나 자원관리를 위한 감사(audit) 기구들, 현장에서 실시할 수 있는 다양한 프로젝트에 대한 아이디어를 제공한다. 나아가 학생들의 참여와 학습에 초점을 맞추면서 학교와 학

교들을 연결하고 지속가능성에 대한 인식을 넘어 리더십을 발휘할 수 있도록 지원하며 지역시화가 참여할 수 있는 방안을 제공하여 보다 폭넓은 의미에서 지속가능성을 구현할 수 있도록 돕는다.

현재 2,000개 이상의 학교가 참여하고 있는데 참여 학교들은 쓰레기 배출량을 80%까지 줄이고 물 소비는 60%, 에너지 소비는 20%까지 줄인 것으로 보고되어 온실기체 배출 감축에도 일정하게 기여한 것으로 나타나고 있다. 보다 자세한 내용은 다음의 사이트를 방문하면 알 수 있다(http://www.environment.gov.au/education).

(3) 미국 캘리포니아 주의 녹색 학교/시원한 학교(Green Schools/Cool Schools)

녹색학교 프로그램은 에너지절약연맹에서 운영하는 학교 프로그램이며 시원한 학교는 캘리포니아 기후보호캠페인(Climate Protection Campaign)의 보다 구체적인 프로그램이면서 녹색학교 프로그램에 속한다. 녹색학교 프로그램은 에너지 관련 기금의 지원을 받아 캘리포니아 주의 학교들에 소요경비를 지원하는데 각 학교가 에너지 소비를 줄이는 데 도움을 주는 동시에 그 과정에서 학습이 이루어지도록 한다. 학생들은 에너지 절약 활동에 참여하면서 학교의 탄소발자국을 측정하고 과학, 수학, 언어 등 분야에 해당하는 다양한 학습활동에 참여하게 된다. 시원한 학교 프로젝트에 참여한 학교들은 평균적으로 5~15% 가량의 에너지 소비를 줄인 것으로 나타나고 있다.

(4) 캐나다의 행동하는 시에라 학교(Sierra Schools in Action)

캐나다 브리티시 콜롬비아주의 시에라 클럽에서 개발해서 운영하고 있는 프로그램이다. 유치원부터 중학교를 대상으로 강사가 학교를 방문해서 기후변화교육 프로그램을 지원하는 방식을 취한다. 교실에서 강의 및 활동을 진행하고 기후변화방지를 위한 학교 단위의 실천을 지속적으로 점검한다. 4, 5학년 학생들은 '기후변화조사관(Climate Change Inspector)'이나 '좋은 구매자(Happy Shopper)'를 만나 기후변화가 어떻게 발생하고 기후변화를 줄이기 위한 실천방안에는 어떤 것이 있는지 학습한다. 6~8학년 학생들은 기후변화의 영향에 대해 보다 심층적으로 배우고 기후변화의 영향을 줄이는 실천 방안을 스스로 생각해내도록 한다.

이상의 해외 사례들은 교과 과정을 재조직화 하는 방식을 취하기보다 학교 단위의 실천 활동들을 통해 학생들에게 기후변화에 대해 생각해보고 실천할 수 있는 기회를

제공하는 방식을 취하고 있다. 물론 교과과정에 대한 논의들도 진행되고 있겠지만 아직까지 자세한 사항들을 제대로 살피지 못한 한계에서 기인할 수도 있다. 다만 기후변화문제에 대해서는 지식적 측면의 이해와 인식을 넘어 실질적으로 실천할 수 있는 방안을 모색하고 경험하게 함으로써 보다 실질적인 차원의 대응행동이 이루어질 수 있도록 접근하고 있음을 알 수 있다. 또한 해외에서도 기후변화교육의 역사가 깊지 않으며 최근 들어 필요성이 강조되고 프로그램들이 개발되고 있는 실정이라서 우리에게 의미 있는 시사점을 주는 데는 다소 미흡해 보인다(윤순진, 2008).[342]

3) 우리나라의 기후변화교육

2000년도부터 한국교원대학교에서 환경교육 전공자가 전문적으로 양성되기 시작하였다. 환경과목은 전 지구적인 환경문제가 빈번히 거론되고 국제회의에서 개도국에 대한 환경오염 방지법 및 대책을 논의하게 되면서 여러 가지 환경에 대한 안건들이 결정되는 시대적 요구에 따라 신설된 과목이다. 이는 전 세계가 고도의 산업화로 인해 환경오염이 심각해지고 환경보전의 필요성이 부각되면서 자연스럽게 중요성이 강조된 결과이다.

기후변화현상이 갖는 심각성과 기후변화교육의 필요성에도 불구하고 현재 우리나라 학교교육에서는 기후변화와 이에 대한 대응 방안에 대해 충분히 다루고 있지 않는 상태이다. 2007년에 개정된 초·중등학교 교육과정 중, 사회과의 경우 '기후'에 대한 내용은 있지만 기후변화까지 연결시켜 전개시키지 않고, 과학과의 경우 10학년(고등학교 1학년)에서 기후변화에 대해 처음 나온 후, 고등학교 2, 3학년 중 일부가 배우는 지구과학 I에서 기후변화의 원인과 온난화현상 등을 다루지만 과학적 이해에 치중하는 측면이 있어 기후변화에 대한 여러 분야를 총체적으로 가르치지 못하는 실정임을 알 수 있다. 중·고등학교의 '환경'과목에서는 기후변화 현상을 과학적 측면뿐 아니라 사회·경제적 측면에서 고려할 여지가 있지만, 이 과목을 가르치도록 선택하는 학교가 많지 않다는 한계가 있다. 이러한 기후변화교육과 기후변화교육연구의 상황에도 불구하고 긍정적인 측면은 기후변화교육과 연관된 환경교육의 각 분야에서 꾸준한 노력이 진행되어 왔다는 점이다.

342) 윤순진, '학교교육에서의 기후변화 교육 현황과 과제', 환경교육 22(2), 2008

환경교육에서 에너지절약교육에 대한 오랜 경험이 축적되어 있고, 최근에는 신·재생에너지교육의 중요성이 부각되면서 많은 교재와 프로그램이 개발되기도 하였다.

사회 환경교육의 숲 환경교육, 해양 환경교육 등의 분야에서도 기후변화와 연결시키려는 노력을 기울이고 있다. 그러나 기후변화현상을 체계적으로 교육하기 위해서는 기존의 노력들과 함께 기후변화현상의 원인과 영향, 대응방안과 개인 및 지역사회의 역할 등을 포괄하는 기후변화교육의 방향에 대한 논의가 필요하고, 무엇보다 기후변화교육에 대한 구체적인 연구가 절실히 요청된다.

4) 기후변화 교육의 범위

내용의 선정에 앞서 논의되어야 할 것은 '기후변화 교육 내용 영역을 어디까지로 한정할 것인가'이다. 실제 기후변하는 지구과학적 지식과 밀접한 연관을 지니고 있으며, 학습자가 기후변화의 영향을 이해하는데 있어서 생물과 환경의 상호작용을 이해하는 생태학적 내용에 대한 이해가 함께 이루어져야 한다. 그리고 기후변화에 대한 대응에 있어서, 기후변화에 관련된 지식 습득뿐만 아니라 연관된 쟁점을 조사하고 스스로 판단하여 행동하고, 계속해서 변화하는 현상과 관련 이론에 관심을 가지고 관련 자료를 수집하는 능력 또한 필요하다. 다시 말하면 과학교육과 환경교육에서 다루는 내용의 많은 부분이 기후변화 교육에서도 필요한 것이다. 이는 기후변화 교육의 독자성과 관련하여 논란이 있을 수 있는 부분이다. 하지만 체계적인 기후변화 교육이 이루어지기 위한 기반 연구로서의 내용 체계 설정에 있어서는 기존 교과의 내용 범위와의 중복을 피하기보다는 기후변화 교육에 필요한 내용들이 무엇인지에 대한 고민이 선행되어야 할 것이라고 본다. 기후 변화 교육은 독립적으로 또는 기존 교과 내에 융합되어서 이루어질 수 있다. 따라서 기후변화 내용 기준 서술에서 기존 교과에서 다루어지고 있는 내용 요소와 중복되거나 연관된 부분에 대한 언급을 마련한다면, 실제 교육현장에서 불필요하게 중복되는 교육은 이루어지지 않을 수 있을 것이다(권주연 외 2009).

II 기후변화와 환경윤리교육

1 생태학적 패러다임으로의 필요성

미켈 스키스는 환경교육의 근본적인 전환을 제시하고 있다. 교육 기관이 환경 교육에 공헌하기 위해서는 근본적으로 교육적, 사회적인 의식의 전환이 필요하고 이를 위해서는 단순히 생태적인 인식뿐이 아니라 생태적 행위에 대한 새로운 과제가 제기된다. 오늘날의 환경 문제는 인간이 가지고 있는 여러 과제 중의 하나가 아니라 실존적인 문제가 되었고 그러므로 인간이 환경에 대해 책임 있는 태도를 가지고 환경의식을 가지고 행동을 하게 한다는 것은 교육의 중요한 과제가 될 수밖에 없다.[343] 이처럼 이전까지와 다른 방향의 환경윤리가 되기 위해서는 새로운 패러다임에서 접근하는 것이 필요하다. 지금까지의 환경위기를 바라보는 관점이나 복구하려는 노력은 모두 인간중심적이고 기계론적인 사고에서 인간을 우위에 두고 기술의 발전으로 환경의 위기를 극복하고 복구할 수 있다고 믿어왔다. 그러나 단순한 기술적 해결은 현재의 위기를 설명하는 데 그리고 위기의 해결에 근본적인 대책은 되지 못한다. 과학기술의 발전은 그냥 나오는 것이 아니라 그 사회의 가치관과 사회문화의 체계 속에서 나오는 것이기 때문이다. 기술은 단순히 물질의 문제뿐만 아니라 정신을 지배한다. 우리나라에서는 기술 과학을 경제발전과 연관되는 것으로만 생각해 왔지만 사실은 근대가 이룩한 새로운 세계관의 상징이다.[344] 따라서 근본적인 가치관과 자연을 바라보는 관점을 바꾸지 않고서는 환경위기의 해결은 없다. 즉, 사고의 전환부터 시작해야 하는 것이다.

오늘날 생태학적 생명위기가 중대한 환경문제로 대두되면서 환경에 대한 인식상의 변화는 반드시 필요한 일이 되었다. 이제 환경은 어떤 자연과학적 사실이기 보다는 인간의 주관적 의식 또는 사회적 이념으로 받아들여지고 있다. 다시 말하면 환경과 더불어 생태, 녹색 등의 용어들이 윤리, 도덕, 규범, 가치를 담고 있는 것으로 규정되고 '민주'나 '자유'등의 인류의 보편적 이념들과 동등한 또는 그 이상의 것으로 인식되고 있다. 또한 '환

343) 박이문,전게서,『환경철학』,p.213.
344) 양명수,『녹색윤리』,서광사,1997,pp.65-66

경'은 순수한 자연의 순리, 경외스러운 생명으로 의미지어 지거나 환경윤리, 환경정의, 환경평등으로 개념화되고, 인류의 이상 세계인 생태유토피아를 지향하거나 또는 새로운 사회체제로서 '생태사회주의'를 건설하기 위한 실천의 토대가 되기도 한다.[345]

우리는 자연과 더불어 살아가는 유기체 이므로 엉켜 있는 사슬에서 벗어날 수가 없다. 그렇기 때문에 우리가 훼손한 자연에 대한 책임은 결국 우리에게 돌아올 수 밖에 없다. 돌아오는 시기가 지금으로부터 가까운 미래일 수도 있고 먼 미래일 수 도 있지만 결국은 우리가 풀어야할 숙제인 것이다. 자연과 인간 사이의 이런 상호작용을 인식하지 못하고 인간 자신만을 고려하는 사고는 우리의 이기심이 만들어 낸 것이다. 우리가 지닌 편협한 사고를 바꾸고 지금의 환경위기를 가장 잘 극복 할 수 있는 방법은 바로 생태학적 패러다임에 기초한 가치구조를 정립하는 일이다. 개인주의적 환원론적 세계관을 중시하는 가치구조가 기계론적 패러다임에 의거 했다면 새로운 패러다임은 생태학적 사고에 토대를 두는 것이 맞다. 이것은 인간과 기술 중심의 가치구조에서 자연과 생명 중심의 가치구조로의 전환을 의미한다.[346]

기계론적 사고는 모든 것을 분해와 환원의 방법을 통해 인식함으로써 과학 기술에 대한 맹신을 낳았고, 이것은 가치와 사실 사이의 분리를 초래하였다. 반면에 생태학적 사고에 입각한 가치구조는 자연과 지구 생활권에 대하여 그 자체의 존재론적 가치를 부여하고 인간을 지구 생활권의 한 부분으로서 이해하는 그 자체의 존재론적 가치를 부여하고 인간을 지구 생활권의 한 부분으로서 이해하는 전체론적이고 체계적인 관점을 제시하고 있다. 이것은 인간과 자연과의 조화로운 관계를 상정하기 때문에 자연에 대한 지배가 아니라 자연과 더불어 존재하는 인간이라는 인식에서 출발하고 있다.

인간과 인간이 모여 사는 사회는 생태계 없이는 존재할 수 없다. 그러나 생태계는 종으로서의 인류나 인간 사회가 없어도 존재할 수 있다. 생태계의 위기와 이에 따른 인류 생존의 문제에 대한 인식은 바로 이러한 인간과 자연의 관계에 대한 올바른 인식에서부터 출발해야 할 것이다. 생태계의 위기는 기본적으로 과학과 기술만의 문제가 아니다. 그것은 우리가 인간으로서 무엇을 소중히 여길 것인가, 우리는 과연 어떠한 존재인가, 우리는 어떠한 삶을 살아야 하는가, 바람직한 세계는 어떤 세계인가 하는 문제와 관련되어 있다. 따라서 윤리적·철학적 문제를 근본적으로 고려하지 않은 채 과학과 기술에만 의존한다면, 그것은 생태계의 문제에 대한 근원적인 해결책이 될 수 없다. 우리 인간들은 새로운 문제들을 과거의 관념으로 해결하려고 하고 있다. 그러나 어떤 특정한 사고방식에

345) 최병두, 『녹색사회를 위한 비평』,한울, 1999, p.345.
346) 변종헌, 전게논문, 「환경윤리교육의 새로운 패러다임과 과제」, p.158.

의해 생겨난 문제들은 결코 동일한 사고방식으로는 해결할 수 없다. 과거의 패러다임에 기초한 가치관으로는 현재의 위기를 적절하게 생태학적 위기가 지닌 본질을 이해하고 이에 대한 적절한 대응책을 수립하기 위해서는 근대의 기계론적 이고 분석적인 사고를 넘어서는 통합적이고 체계적인 사고가 요청된다.

단순한 기술적 해결은 결코 현재의 생태학적 위기를 해결하기 위한 적절한 대안이 될 수 없다는 것은 명백해 보인다.[347] 과학 기술의 선택은 독립적으로 이루어지는 것이 아니라 지배적인 세계관과 가치관을 형성하고 있는 사회문화 체계로부터 나오는 것이다. 따라서 환경문제의 해결은 생태계 중심의 가치관에 입각한 사회문화 체계를 새롭게 확립하는 것, 즉 사고의 전환으로부터 이루어져야 한다. 왜냐하면 어떠한 기술을 개발하고 선택할 것인가는 결국 우리의 가치 선택의 문제이기 때문이다.[348] 이러한 맥락에서, 전체론적이고 생태론적인 사고를 이해하고 발전시키는 것은 현대 인류가 직면한 혼돈의 위기를 뛰어넘을 수 있는 지속가능한 대안을 모색하는 데 큰 도움이 될 것으로 보인다.

생태학적 사고에 기초한 가치 구조는 자연에 대하여 그 자체의 존재론적 가치를 부여한다. 자연은 그 자체의 존재 이유를 지니고 있으며, 따라서 자연의 한 부분으로서의 인간이라는 전체론적이고 체계적인 관점을 제시한다. 이러한 관점에서 볼 때, 타인은 물론 자연의 모든 생명체와 미래 세대에 대한 배려가 가능하게 되며 더불어 살아가는 삶을 중시할 수 있다. 전체와 부분의 조화로운 관계라는 측면에서 사고하기 때문에 모든 것은 서로 유기적으로 연결되어 있다는 인식이 가능하게 되는 것이다. 유기적 관계를 강조한다는 것을 환원론적인 입장을 거부하는 것이며 따라서 사실과 가치가 통합되는 것을 의미한다. 그렇게 될 때에 과학 기술에 대한 맹신이나 이에 따른 무한한 발전이라는 관념보다는 과학 기술이 모든 것을 해결해줄 수 없으며, 또한 해결 가능하다 하더라도 그 적용에 있어 자연과의 조화라는 관점에서 판단을 내릴 수 있다.[349] 생태중심주의에 입각한 윤리는 도덕공동체의 범위가 인간을 중심으로 하는 것이 아니라 자연을 포함한 모든 생태계와의 평화로운 공존을 통해 인간과 자연이 조화되는 공동체를 지향하면서, 대립이 아닌 상호연관을 맺는 전체적인 협동의 윤리적 관계를 세우려 하며, 최종적으로는 '보살핌의 윤리'[350]에 도달한다. 여기에서 보살핌이란 언제나 부드러운 마음에 기초하여 육체

347) 김명식역, J.R.데자르댕 저,『환경윤리의 이론과 전망』,자작아카데미,1999,pp.18-21.
348) 변종헌 ,전게논문,「환경윤리교육의 새로운 패러다임과 과제」,p.222.
349) 김명자,『동서양의 과학전통과 환경운동』,동아출판사,1991,pp.23-24.
350) 최근 들어,이 '보살핌의 윤리'를 생태학적 페미니즘(Ecofeminism : 생태여성주의)에서 찾아 볼 필요성이 제기되고 있다 . 즉 자연을 인간의 지배로부터 해방시키는 일은 여성을 남성의 지배로부터 해방시키는 일과 불가분의 관계가 있다는 관점이다

적이고 정신적 친밀성을 필요로 하는 것으로서 여성적 특성을 가진 윤리적 태도라고 할 수 있으며, 타자를 전제로 한 사회적 책임의 원형이라고 할 수 있다.[351] 따라서 당면한 생태학적 위기를 극복하고 환경 친화적이고 지속 가능한 발전을 위해서는 생태학적 가치 구조를 정립할 필요가 있다.

여기에 역사적 발전 단계를 대입해 보면 20세기를 지배해 온 경제 패러다임의 원리는 21세기의 환경패러다임의 원리로 전환되어야 하고, 경제성장교육은 이제 생태학적 패러다임 우선의 환경교육으로 바뀌어야 한다.[352] 환경문제를 예방, 극복하고 해결하는 방법으로는 과학적 접근, 행정적 접근, 교육적 접근, 사회 계몽적 접근 등을 들 수 있다. 과학적 접근 또한 현실적으로 반드시 고려해야 하는 방법이다. 또한 행정적으로 사회의 구조와 체계를 정비하는 방안도 필요하다. 가장 중요한 접근은 교육적인 접근과 사회 계몽적인 접근이다.

이와같이 우리가 날로 심각해져가고 있는 환경문제에 대해서 그 해결방법과 대응책을 논의함에 있어 교육적、계몽적 역할에 기대를 거는 것은 교육의 처방이야 말로 보다 미래지향적으로 지역과 국가가 당면하고 있는 문제들에 대하여 조화로운 최선의 길을 제시하는 데 가장 효과적이라고 할 수 있다. 왜냐하면 환경윤리교육은 그 특성상 미래의 관심사이며 환경을 보전하고 개선하려는 사람들의 신념에 기초를 두고 있기 때문이다. 환경문제는 일단 발생하면 그 피해가 광역화, 장기화되어 먼 후대까지 악영향을 미치며, 한번 오염되거나 파괴된 환경은 원상회복이 어렵다. 따라서 환경문제에 슬기롭게 대처하는 방법은 사전에 환경문제를 예방하는 일이다. 환경문제의 발생원인은 근본적으로 환경에 대한 인간의 그릇된 가치체계에서 비롯된 것이므로 환경윤리교육을 통해 현재의 기성세대는 물론 자라나는 세대들에게 환경의 소중함을 심어주고 생활속에서 환경보전을 실천하도록 지도하는 것이 중요하다. 궁극적으로 환경윤리교육은 환경문제의 심각성에 대한 인식의 고양을 통하여 환경적으로 바람직한 의사결정과 실천적 행동을 이끌어 내려는 것이므로, 현재의 환경문제 해결 뿐 아니라 미래의 환경문제를 예방할 수 있는 바람직한 방안이라 할 수 있다.

351) 정화열.「생태철학과 보살핌의 윤리」,『녹색평론』.통권 제29호, p.23.

352) 21세기 환경교육을 주도해 나갈 생태적 패러다임의 주제들을 살펴보면, ① 환경파괴로 인하여 인류의 생존이 위험하다는 비관적인 주제,② 폐쇄된 체제(closed system), 생명유지체제(lifesupport system)로서의 우주선(spaceship)의 개념,③ 리사이클링(recycling)의 급격한 요구, ④ 현대 기술산업사회에 있어서 환경 이슈의 긴급성, ⑤ 제로성장(zerogrowth), 정상상태(steadystate), 비성장(non-growth)등의 균형개념(equilibrium concept),⑥ 계획·통제를 통한 급진적 변화(radical change), ⑦ 유기적 시스템의 상호의존성, ⑧ 환경오염 및 환경파괴의 예측불가능성, 경험적 검증의 곤란성 등으로 이들 생태적 패러다임과 관련된 주제들은 환경문제와 종합성, 포괄성 및 다양성을 시사하고 있은 바, 이에 대응하는 교육체계의 이론과 실제로 이러한 변화를 신속하고 효율적으로 관리하는 방향으로 연구되고 전개되어야 한다.

2 환경윤리교육의 학제적 협동

물론 앞서 언급한 바와 같이 우리의 사고와 교육의 방향은 생태주의적인 방향으로 가야만 한다. 그런데 일부 적극적 생태주의자들은 현 경제성장이 자연환경을 파괴하는 것은 명백하므로 환경문제 해결을 위해서는 경제성장을 포기해야 한다는 극단적이고 이상적인 주장을 하고 있다. 그러나 우리가 지금 처해 있는 환경위기를 생각할 때 하루아침에 사고를 바꾸고 그 다음날부터 환경오염이 제로가 되기를 예상하는 것은 절대 이루어질 수 없는 일이다. 대부분의 생태학자들은 생태계의 원상회복에 초점을 맞추기 보다는 '환경파괴가 어떻게 하면 일어나지 않을까'하는 근본적인 질서에 더욱 관심을 가지고 있다. 그 때문에 생태중심주의가 근본적인 변화를 중점적으로 주장하다보니 인간중심주의자들에게 경제현상을 전혀 고려하지 않는다는 비판을 받게 마련이다. 물론 생태주의자들이 정부의 정책과정에 비판적인 질책을 가하므로 지역환경문제의 쟁점화를 이끌어 내고 사고의 전환기에 가장 중요한 지적인 영감을 전해주는 것 또한 생태중심주의이다. 그러나 생태학에서 고려하지 않은 부분인 이미 벌어진 환경 문제에 대한 대처법으로 환경기술의 손을 빌려야 함도 어쩔 수 없는 현실이다. 또 사회적으로 왜곡된 구조를 바꾸는 것도 아주 중요한 부분이다.

이런 입장에서 환경윤리에 대한 접근방법 중 생태학적 접근방법과 전문 기술적 접근방법, 사회구조적 접근방법에 대해 알아보자.

첫째, 생태학적 접근방법이다. 이는 자연의 가치를 전적으로 존중하고 인간의 욕망보다는 순수한 자연사랑과 생명에 대한 경외사상을 가진다. 근본적인 환경위기의 원인에 초점을 두며 미시적으로는 생활양식에 대한 문제를 바꾸기 위해 노력하는 것이고 거시적으로는 패러다임을 변형하기 위한 운동으로 나타난다. 이러한 입장에 따르는 자들은 환경친화적인 농법을 개발하고 보급하거나 생산자와 소비자를 공동체적으로 연결시키는 운동들을 하고 있다.

둘째, 전문 기술적 접근방법이다. 이는 개발과 보전을 균형 있게 추구하고 환경위기의 극복을 위해 환경에 관한 과학적 지식의 축적과 전문기술의 개발이 요구된다는 입장이다. 물론 어디까지나 방법론적인 측면이 강하기 때문에 개발된 기술의 적용가능성과 기준의 설정 등 가치판단의 문제가 남고 최선의 접근법이라기보다 보조적 역할로써 적합하다는 비판을 받는다.

셋째, 사회구조적 접근방법이다. 이는 환경문제가 개인적 차원의 실천과 환경기술의 개발로 해결되는 것이 아닌 정치·경제·사회·문화적 차원의 문제와 함께 구조화되어 있다는 것이다. 따라서 이 왜곡된 구조를 변화시키는 것에 목표를 두고 있다. 이 또한 구조의 변화에 초점을 두기 때문에 근본적 사고의 전환과는 거리가 있다. 따라서 사고의 전환을 불러오는 생태학적 접근방법과 상호적인 역할이 필요하다.[353]

따라서 이를 바탕으로 생각해 볼 때, 자연의 소중함을 알고 환경과 공존하려는 사고를 갖고 심미적이고 도덕적인 교육방법을 선호하되, 환경기술의 개발, 산업의 구조조정, 비적대적 녹색소비자주의, 국가와 기업에 대한 감시등을 그 방법으로 하는 환경윤리야 말로 환경과 경제의 공존이 될 수 있을 것이다. 따라서 사회체제의 변화와 사고의 전환과 더불어 환경정책과 과학기술의 개발을 통해 환경문제를 바라본다면 가장 현실적이면서도 생태학적 사고에 다가간 환경윤리가 될 수 있을 것이다.

3 환경윤리교육의 실천적 접근

앞에서 살펴본 바와 같이 이상으로 끝나는 교육이 아닌 현실적이고 효과적인 환경윤리교육을 위해서는 보통의 교육과는 다른 접근 방식을 필요로 한다. 환경윤리교육을 보완하기 위해서는 다음과 같은 접근이 필요하다.

첫째, 다중적인 접근을 필요로 한다. 소수의 윤리적인 행위만으로 사회문제를 해결하고자 하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 생태계의 위기를 해결하기 위해서는 다중적인 접근이 전제되어야 한다.[354] 환경에 대한 지식과 가치를 교육하면서 윤리성 또한 함양하는 교육이 필요하며 개개인으로 하여금 자연을 보호하고 개선하기 위한 자신의 책임을 깨닫게 하는데 그 목적을 두어야 한다.

예컨대 생태계의 위기를 해결하기 위해서는 시민들이 윤리적인 동시에 정치적인 행위에 필요한 환경적 지식과 가치를 지니도록 교육해야만 한다. 환경윤리교육은 자연·인공·생태학·정치·경제·기술·사회·법률·문화·미학 등의 총체로서의 환경을 고려하는 것이다. 따라서 개개인으로 하여금 자연 환경을 보호하고 개선하기 위한 자신의 책임을 깨닫게 하는 데 그 목적이 있다.

353) 김병완, 「환경운동과 지속가능한 발전」, 『환경과 지속가능한 발전』,제주대학교 출판부,2003,pp.194-195.
354) 김형철 역, 유진 하그로브 저, 『환경윤리학』,철학과 현실사,1994,pp.380-381

둘째, 다양한 그룹들의 참여가 있어야 한다. 환경윤리 교육은 각기 특수한 교육적 관심과 필요성을 지니고 있는 여러 가지 다양한 그룹들이 참여하는 복합적인 것이어야 한다. 생태계의 위기는 어떤 하나의 학문이나 특정 분야의 범위 내에서만 해결이 모색될 수 있는 것은 아니다. 생태학적 문제가 지닌 복합적 특성 때문에 단일 분과 학문에 기초한 접근 방법은 부적절하다.[355]

협동적인 교육경험을 강조하고 중시해야 하는 이유가 여기에 있다. 또한 개별국가나 개인의 이해관계만을 중시하는 편협한 견해에 기초한 접근은 의미가 없다. 따라서 환경윤리교육은 경쟁이 아닌 창의성과 협력을 중시하는 배움의 환경을 조성하여 학생과 교사, 학교와 지역사회, 그리고 교육제도와 전반적인 사회간의 새롭고도 생산적인 상호 관계를 강조해야 한다. 더욱이, 생태계의 위기를 해결하기 위해서는 전 지구적 차원에서의 이해와 협력이 중요하다는 것은 주지의 사실이다. 이러한 관점에서 환경윤리교육은 세계 인류가 환경과 이에 관련된 문제들에 대한 관심을 가지도록 하며, 현재의 문제뿐만 아니라 새로이 야기될 수 있는 문제들을 개별적으로나 집단적으로 예방하고 해결하는 데 필요한 지식・기술・태도 및 동기를 부여할 수 있어야 한다.

셋째, 탈학교적인 교육이 되어야 한다. 환경윤리교육이 학교에만 국한된 것이 아니라는 것을 아는 것 또한 중요하다. 어떤 장소에서나 이루어질 수 있는 것이 환경윤리교육이라는 것, 도시・농촌・바다・산・숲・가정을 가리지 않고 그 자체가 교실임을 인식하는 것이다. 예컨대 환경교육 프로그램의 효과를 높이기 위해서는 운동장, 연못, 화단, 건물주변과 같은 주변 환경을 환경 교육적으로 조성하는 것도 중요하다. 또한 미디어가 지닌 영향력을 고려할 때, 환경윤리교육은 대중매체의 함축성과 활용문제, 그리고 잠재적 가능성 등에 관한 충분한 논의를 포함해야 한다. 미디어는 특히 형식적인 교육 제도 밖의 어린 아동과 성인을 포함하여 광범위한 다수의 사람들에게 매우 중요한 동인이 될 수 있다.

넷째, 평생교육의 측면에서 바라보아야 한다. 환경윤리교육은 전 생애를 통해서 이루어져야 한다는 것은 매우 중요한 의미를 가진다. 초기의 교육과 그 후의 교육이 일관성 있게 이루어져야 하며 모든 계층과 연령에게, 그들의 발달단계에 맞게 이루어져야한다. 따라서 교육의 내용이 논리적으로 연속성을 지녀야 하며, 학습자가 가장 수용적일 때 알맞은 교육 내용이 제시 될 수 있도록 모든 연령층에 걸쳐 있어야 한다. 그리고 교육 프로그램은 학습자의 환경에 대한 관심과 자각, 그리고 감수성을 높이도록 구안되어야 한다.

355) 김귀곤 역, 상게서,p.3.

이것이야말로 단순한 지식의 주입이 아니라 가치관의 발견이고 올바른 환경의식의 교육이 될 수 있는 조건이다. 더욱이 환경윤리교육은 지식의 함양에 그치는 것이 아니라 건전한 가치의 함양을 바탕으로 합리적이면서도 바람직한 의사 결정을 하고, 이를 참여로 표현하는 일련의 통합적인 생활 과정이어야 한다.[356] 이처럼 평생 교육에 참여함으로써 환경윤리교육은 생활의 일부분이 되는 것이다. 환경과 생태계에 대한 지식과 정보를 바탕으로 하되 궁극적으로 가치관의 형성과 의식계발, 습관과 생활의 변화를 담는 것이 바로 환경윤리교육이 지녀야 할 목표이다.[357]

오늘날 교육은 구체적인 현장 학습을 통해 이루어지는 것이 아니라 흔히 단순한 학습의 반복으로 이루어지며 주로 지적 습득만이 주가 되어왔다. 이런 과정에서는 인격적 관여가 별로 의미를 갖지 못하게 된다. 구체적으로 학습이란 외부의 대상과 내부의 주체가 결합할 때 이루어지며 인간은 일정한 사태가 일어날 때 그 책임을 느끼게 된다.[358] 그렇기 때문에 정서적 감화의 기능이 있는 윤리나 정의론의 토대위에서 여러 가지 방향으로, 환경문제에 적극적이고 실천적인 방법으로 접근해야한다는 결론을 도출 할 수 있다. 따라서 위에서 나열한 환경윤리교육의 접근방법이 설득력을 갖는다.

이계학은 "21세기 환경윤리교육은 첫째, 기계론적인 자연관과 세계관이 전일적 유기론적인 자연관과 세계관으로 바뀌어야 하며, 둘째, 삶의 형식과 체제가 개별과 보편, 개인과 집단이 조화를 이룰 수 있는 '나-우리'의 삶의 형식을 인류가 속히 창안해 내야하며, 셋째는 현행의 지식·기술 중심의 교육이 동양전통의 덕성중심의 교육과 조화를 이루어야 하고, 넷째는 국제수준의 환경윤리강령을 마련하여 각국의 실정에 맞도록 교육을 실시하고, 다섯째로는 환경의 파괴와 오염이 직접적인 원인이 되고 있는 자연자원을 근검·절약하여 후손들에게 물려주고 인위적인 환경을 최선의 상태로 보존하려는 심성을 함양하는 일이라는 것이다.[359]"라고 하였다. 환경에 대한 중립적이거나 무관심한 태도, 더 나아가 억압적인 태도를 취한다면 인간은 절대로 스스로에게 책임을 부여하거나 자연에 대해 애정이나 경외의 관계를 형성할 수 없다. 이것이 바로 인간과 자연의 관계를 진지하고 새롭게 형성하고자 하는 궁극적인 환경 교육의 과제가 된다. 이에 앞에서 나열한 네 가지의 접근은 새로운 환경윤리를 구축하는 데 있어 중요한 의미를 가진다.

356) 남상준 외,『환경교육의 원리 실제』,원미사,1999
357) 현재 환경부의 지원하에 KEED(http://www.keed.net/)에서 우리나라 환경교육의 활성화를 위해 교사와 환경단체의 활동가들에게 다양하고 현장 적용성이 높은 환경교육활동 프로그램을 제공하고 있다. KEED란 Korea Environmental Education Database의 약칭으로 질 높은 환경 교육프로그램을 세대별,주제별,교과별,소요시간별,장소별로 나누어 환경교육을 평생교육으로 만드는 데 일조하고 있다.
358) 황종환, 전게서,『생태윤리학』,pp.155-159.
359) 이계학,「21세기 교육의 전망과 환경윤리교육」『국민윤리연구』제 43호, 한국국민윤리학회, 2000,pp.152-154

Ⅲ 기후변화 대응을 위한 교육방향

기후변화문제의 심각성을 이해하고 대응을 위해서 실천의 중요성을 깨닫는 것은 교육에서 가장 필요한 요인 중의 하나이다. 무엇이 잘못되었고, 무엇 때문에 기후변화문제가 생기고 있는지는 어느 누구나 잘 알고 있다. 그렇지만 문제는 제대로 인식하고 있지 않다는 것이다. 현재 학교에서 기후변화문제 또는 지구환경에 대한 교육(과학, 사회, 환경 과목시간을 통한 수업)이 있음에도 불구하고 학생들의 생각과 태도 변화에 대한 기대감은 점점 낮아지고 있다. 이것은 학교에서 단지 교재에 나와 있는 내용을 토대로 이론 수업을 진행하고 있고, 환경과목에 대해서는 교양 선택과목이기에 수업을 실제로 진행하는데 많은 어려움이 있기 때문이다.

기후변화는 전 지구적 범위의 환경 체계와 밀접한 관계를 지니고 있다. 대부분의 사람들은 많은 인자들이 복합적으로 작용하고 다변적인 상관관계를 가진 환경 체계를 작은 요소들로 분해하여 대응 방식을 취하지만, 이는 부분적이고 제한적인 접근이 될 분이다(Trudgill, 1996).[360] 여러 가지 요소의 조합에 의해 정의되는 기후변화는 한 가지의 관점으로는 제대로 설명될 수 없기 때문에 기후변화 교육에 있어 기후변화 현상을 총체적으로 이해하는 것이 필요하다. 기후변화 현상을 총체적으로 이해한다는 것은 기후변화와 관련된 여러 요소들 간의 상호 작용에 대한 이해를 포함한다. 대부분의 국가는 정부와 공공단체가 중심이 되어 주로 미디어 매체, 각종 기념일 및 캠페인을 통한 교육과 홍보가 주력하고 있지만 대부분의 정부 프로젝트와 프로그램은 일상생활과는 격리된 과학적인 지식의 일반적인 전달과 일회성적인 성격으로 인한 학습 효과의 부족이라는 문제점을 지니고 있다(임재규, 2005).[361] 일반적으로 사람들은 자기와 직접적으로 관계가 없다고 느끼는 환경에 대해서는 무관심하여 반응을 하지 않거나 소극적인 반응을 한다(이선경, 1993). 기후변화를 어려운 과학적 사실이나 추상적인 위협으로 받아들일 경우 학습자는 기후변화와 관련된 문제를 자신과는 동떨어진 국가나 과학자의 일로 생각할 수 있다.

기후변화 교육은 '환경요소들 간의 상호작용 이해', '기후변화 현상에 대한 인식과 이해', '완화 및 적응을 포함하는 대응 방안의 필요성 인식', '에너지 절약 등과 같은 기후변화 대응 방안의 실천'으로 자연스럽게 연결되어야 한다. 만약 기후변화 현상에 대한

360) Trudgill, S, '환경문제의 겉과 속(이재영 역)', 신구문학사, 1996
361) 임재규, '기후변화 협약 제 3차 국가보고서 작성을 위한 기반구축연구(제3차년도)(2005-12)', 에너지경제연구원, 2005

이해가 전제되지 않고 '대응 방안'영역의 교육이 주입식으로 이루어진다면 인간의 역할은 의사 결정 과정의 결과가 아닌 주어진 행동지침으로 학습자에게 인식될 우려가 있다. 설문조사내용을 토대로 기후변화대응교육방향을 다음과 같이 5단계로 나눌 수 있다(이유진, 2009).[362]

1 단계는 무엇보다 현재까지 지구에서 일어나고 있는 기후변화에 대한 과학적 사실과 현상들을 보여주는 것이다. 문제의 심각성에 대해 인식하는 단계이다.

2 단계는 기후변화의 원인에 대해 설명한다. 기후변화와 우리의 일상생활에서의 에너지 사용과 상품소비가 어떻게 연결되어 있는지를 설명해야 한다. 기후변화 대응에 있어서 에너지 문제만이 아니라 우리가 소비하는 많은 것들 음식(푸드 마일리지)이나 상품 소비와 폐기물 또한 기후변화의 원인이 된다는 것을 이야기해야 한다. 기후변화대응은 우리 삶의 방식 전반에 대해 돌아보는 시간을 가져야 한다는 것을 의미한다.

3 단계는 기후변화 대응에 있어서 그 대안으로 우리는 '에너지 절약'이라는 당위를 강조하는데, 에너지 생산과 소비과정에서 발생하는 문제점들에 대해 보다 상세히 설명할 필요가 있다. 따라서 기계적으로 에너지 절약을 이해하기 보다는 스스로의 판단에 의한 인식전환이 저절로 에너지를 절약하는 생활습관으로 자리 잡게 만들어야 한다. 인식전환의 힘은 단순히 에너지 절약을 했을 때 인센티브를 제시하는 것보다 몇 배나 오래 간다.

4 단계는 기후변화를 막을 수 있는 구체적인 실천내용을 제시한다. 실천내용은 개인이 생활 속에서 실천할 수 있는 것과 정부가 정책적으로 취해야 할 내용을 균형감 있게 다뤄야 한다. 기후변화 문제는 개인의 각성도 물론 중요하지만 각 국가의 정치적 결단이 필요한 것임을 강조할 필요가 있다. 또한 우리나라가 온실가스 배출 세계 9위국으로써 역사적 책임과 '기후정의'에 대한 내용을 다룰 필요가 있다.

5 단계는 기후변화 대응을 위해 가장 적극적인 대안으로 에너지 소비자에서 생산자로 전환하도록 하는 것이다. 시민발전에 참여하도록 하는 단계이다. 1단계에서 5단계로 가기까지 다양한 자료와 교육방식을 활용해 학생들의 변화를 이끌어내야 한다.

362) 이유진, '기후변화교육의 발전방향(사회교육을 중심으로)', 녹색연합, 2009

학교 기후변화교육은 국가와 지역사회는 물론 세계 차원에서 지속가능한 발전을 목표로 기후안정을 이룰 수 있도록 지식과 기능 및 태도와 가치관 등을 배양하고 이를 실천할 수 있도록 이끌어내는 교육을 말한다. 기후변화문제로 인해 어떤 일이 일어나고 있는지 그 현상을 파악하고 기후변화의 원인과 영향을 이해하며 궁극적으로는 기후변화에 어떻게 대응해야 할 것인지에 대해 지식을 습득하는 것이 필요하다. 이러한 과정을 통해 기능적으로는 기후변화의 현상과 원인, 영향은 물론 국내·외적인 대응활동에 대한 지식을 습득하고 기후현상과 영향에 대한 관찰과 발견 조사와 분석은 물론 교과활동을 통해 기후변화에 대응하는 과정에서 발생하는 쟁점과 대안의 제시라는 탐구활동을 통해 문제해결능력을 배양하게 된다. 그리고 가치와 태도의 차원에서는 기후재난에 노출되어 고통을 겪게 될 사회경제적 약자는 물론 자신을 둘러싼 환경에 대한 감수성과 민감성을 기르고 이들을 배려하는 태도를 형성하며 기후변화대응활동이 충분히 효과적일 수 있음을 인지하여 기후변화에 대해 두려움을 갖기보다 문제를 이해하고 대응해나갈 수 있는 적극성을 확보할 수 있게 된다. 결국 이러한 과정을 통해 개개인이 기후변화에 대응하는 실천에 이르게 될 것이다. 이를 요약적으로 제시하면 <표 4-12-2>와 같다(윤순진, 2008).

표 4-12-2 학교 기후변화교육의 내용체계

<table>
<tr><th>지식</th><th colspan="2">기능</th><th colspan="2">태도가치관</th><th>기후대응 실천</th></tr>
<tr><td rowspan="2">기후변화 원인
기후변화 현상
기후변화 영향
기후변화 대응</td><td>탐구</td><td>문제해결</td><td>감수성</td><td>배려</td><td rowspan="2">이상의 학습을 통한 기후변화 대응 활동의 생활 속 실천</td></tr>
<tr><td>기후현상의 관찰과 문제발견, 조사와 분석</td><td>쟁점탐구와 대안제시</td><td>환경과 생명의 존엄성</td><td>돌봄을 통한 환경보전 의식 함양</td></tr>
</table>

참조 그린리더 대상별 세부 교육과정

1 그린리더 기본 교육과정

: 그린리더로 위촉(희망)할 경우에는 반드시 수준별 교육과정(시간) 이수

* 단, 부문별 그린리더(학교, 군부대 등)에 한해서는 초급자 과정에 준한다.

구 분	교 육 과 정	교육시간
그린리더(초급자)	기후변화 개요 등	3시간 이상
그린리더(중급자)	온실가스 진단 등	20시간 이상 (실습 포함)
그린리더(고급자)	기후변화정책, 녹색생활 실천 등	28 ~ 32시간 (실습 및 시연 포함)

※ 다만, 국가·지자체·공공기관 등 교육기관 및 대학에서 '그린리더 세부교육과정'과 동등 수준의 교육이수자로, 지자체 또는 전국네트워크, 광역네트워크에서 인정하는 경우에는 교육면제 가능

※ 중·고급과정 이수자의 경우 2년 내에 1회 이상 보수교육을 이수하여야 함

2 그린리더 세부교육과정

1) 초급과정 : 기본교육(3시간 이상)

구 분	내 용	교육형태	교육시간
기후변화 개요	• 기후변화원인 • 기후변화의 과학적 이해 • 지구온난화의 영향	이론교육	1
녹색생활실천	• 기후변화대응 및 적응 시민실천	이론교육	1
그린스타트 운동	• 온실가스 줄이기 범 시민실천 운동 전개 등	이론교육	1

2) 중급과정 : 기본교육, 진단교육, 실습교육(20시간 이상)

구 분	내 용	교육형태	교육시간
기본교육	• 기후변화의 이해와 컨설턴트의 역할	이론교육	2
	• 탄소발자국과 탄소포인트의 이해	이론교육	1
	• 녹색생활 실천 방법	이론교육	2
	• 상담 및 코칭 스킬	이론교육	2
	• 자원봉사의 의미 및 역할	이론교육	1
진단교육	• 가정 배출원별 탄소배출량 계산 방법	이론교육	2
	• 가정 탄소발자국 작성방법	이론교육	2
	• 행위에 따른 온실가스 감축 수치 계산	이론교육	2
	• 대기전력측정기 사용 방법	이론교육	2
실습교육	• 우리집 탄소발자국 측정	실습교육	2
	• 컨설턴트 시연회	실습교육	2

3) 고급과정 : 기후변화 전문교육(28~32시간), 필요시 재교육

구 분	내 용	교육형태	교육시간
기후변화 개요	• 기후변화의 이해 • 지구온난화와 기후변화의 이해 • 기후변화와 시민의 역할 • 현대문명과 기후변화 • 기후변화 현황, 미래전망 및 대응동향 • 기후변화의 과학 • 기후변화와 지구의 미래 • 기후변화의 원인과 영향 • 기후변화와 생활 • 지구 기후변화의 현재와 위험성 • 기후변화대응과 지역 지속가능발전의 미래	이론교육	1

구 분	내 용	교육형태	교육시간
지자체 대응	• 해당 지자체 기후변화 대응	이론교육	1
기후변화 정책	• 국제협약과 IPCC 4차보고서 • 한국사회 기후변화 정책 동향 • 국내외 기후변화 적응대책 • 국내외 기후변화 에너지대책 • 기후변화 대응 국가기본계획 • 국내외의 기후변화 정책과 동향 • 기후변화 대응을 위한 거버넌스 실현의 방향 • 기후변화협약 대응 동향 및 전망 • 기후변화 국제협약과 시장 메커니즘 • 기후변화와 국제협약 환경교육 • 기후변화의 산림정책 • 기후보호를 위한 각국 지자체 대응사례 • 기후변화 관련 세계적 흐름 이해 • 리우협약/교토의정서/AGENDA21설립배경 • 정부 및 지자체 기후변화 대응전략 • 선진국(EU, 영국, 미국)의 에너지환경정책 • 한국의 에너지환경정책 • 지역중소기업의 기후변화대응과 지원과제	이론교육	1
	• 기후변화와 녹색성장 • 녹색성장 추진방향 및 전략 • 환경부 저탄소 녹색성장 정책방향	토론	1
기후변화 대응 툴	• 기후변화 행동 Tool • 기후변화 행동계획 • 지속가능발전과 기후교육 • 지구온난화와 기후변화 대응의 이해 ：지구를 살리는 7가지 초록습관 • 지방의제21을 통한 기후변화대응의 가능성 • 국내 기후변화대응 사례와 시민실천과제 • CDM 사업 활용방안 및 탄소 시장 • 생활 속 온실가스 감축 방안 • 지방자치단체 CDM 사업 활용방안 • 지구적 문제 해결을 위한 지역적 행동 ：CO_2Diet 실천행동 선언 • 배출권거래제 • 탄소포인트제 • 탄소라벨링	이론교육	2

구 분	내 용	교육형태	교육시간
녹색생활실천	• 기후변화대응을 위한 지구적 노력과 우리의 역할 • 기후변화대응 시민사회로부터 듣는다. • 생활 속의 CO_2저감 • 생활 속에서의 에너지소비패턴과 에너지 절약 방안 • 생활 속 에너지 소비 현황과 절약실천방안 • 생활 속 실천 방법 • 기후변화대응 및 적응 시민실천	이론교육	1
에너지/재생에너지	• 소비를 부추기는 사회와 에너지 과소비 • 소비의 문제를 통해 본 에너지의 왜곡된 사용구조 • 전기에너지의 생산에서 소비까지 • 기후변화시대의 에너지 • 우리나라 에너지정책과 에너지 자립마을	이론교육	2
	• 대체에너지 종류와 원리 • 기후변화와 재생가능에너지 • 재생가능 에너지의 이해와 도입 • 재생에너지의 현황과 미래 • 8가지 재생에너지 이야기 : 현황, 문제점 및 대안 • 신재생에너지에 대한 이해와 기술동향 • 신재생에너지에 대한 이해와 활용 • 신재생에너지 이용현황과 전망 • 신재생에너지 희망과 과제		
	• 에너지 현실과 가정에서의 에너지절약 • 에너지자립 마을 운동 • 에너지 자립공동체를 통한 탄소제로운동 • 에너지 자립 도시로 가는 길(바이오매스 활용 사례) • 생활 속 실천 방법 • 기후변화 위기의 시대, 에너지 독립을 꿈꾸다		
수송/교통	• 기후변화와 수송부문 대책 • 자동차와 에너지 사용 • 자동차문화의문제점 • 걷고 싶은 도시 만들기 • 서울에서 자전거이용 활성화 • 자전거 생태도시 만들기	이론교육	1

구 분	내 용	교육형태	교육시간
건강	• 지구온난화가 건강에 미치는 영향 • 기후변화와 보건	이론교육	1
로컬푸드 /식량	• 왜곡된 식량 시장 구조와 에너지의 문제 • 육식의 증가로 인한 기아문제/지구온난화, 바이오 연료와 식량고갈 • 국제곡물가격상승과 기후변화에 따른 대응 • 기후변화와 먹을거리 대응 • 로컬푸드와 기후변화 • 지속가능한 식생활 : 로컬푸드와 생태적 식생활 • 푸드마일과 지역먹거리, 식량자급	이론교육	1
자원순환 /재활용	• 폐기물 문제와 기후변화대응 • 자원의 재활용 • 자원 순환과 기후변화 • 폐자원의 재활용 사례 및 자원절약효과	이론교육	1
탄소발자국 /생태발자국	• 탄소발자국과 실생활 적용 • 지구온난화와 생태발자국 현황 및 생태적자해소 방안 • 기후변화에 대한 이해와 탄소발자국 • CO_2배출량과 탄소발자국 • 일상생활의 흔적 : 내가 걷는 생태발자국	이론교육	2
녹색구매/지속가능한 소비	• 사람과 지구를 위한 녹색구매 • 지속가능한 소비 : 친환경상품 · 녹색구매 • 친환경상품 구매의 필요성 • 똑똑한 소비가 지구도 살린다.	이론교육	2
산림/생태계	• 습지보전과 기후변화 • 기후변화와 산림(숲) • 기후변화와 산림생태계 • 기후변화와 생태계 영향과 적응 • 도시열섬과 도시 숲의 역할 • 도시 숲이 지구를 살린다. • 해조류를 이용한 지구온난화 저감 • 푸른 길을 찾아서 • 자연사와 생태계	이론교육	1

구 분	내 용	교육형태	교육시간
건물/건축	• 기후변화, 에너지 문제와 친환경건축 • 건물부문 기후변화 대응 • 저에너지, 저탄소 건축 디자인 • 생태건축을 통한 지속가능한 도시 만들기 • 에너지의 관점에서 본 생태건축 • 생태건축의 가능성 • 기후변화와 생태건축	이론교육	1
도시계획	• 기후변화에 대응하는 생태도시 만들기 • 저탄소 도시디자인	이론교육	1
교수법	• 강사의 역할 • 기후・에너지 교육을 위한 기초소양 • 기후변화교육의 방향과 실제 • 기후변화 교육의 필요성 및 교육 잘하는 법 • 강사의 태도와 기술(skill) • 체험을 통한 기후변화 교육 지도법 • 재미있는 교수 방법 및 교안 작성법 • 기후변화에 대한 아이들 교육기법 • 기후변화와 환경교육지도법 • 관계형성 및 의사소통대화법 • 기후변화 교육의 자세 • 기후변화 및 에너지 교육사례 및 기법 • 안다는 것과 전달한다는 것 • 대상자에게 맞는 강의 PPT・시나리오 만들기 • 워크숍 : 기후변화시대, 기후변화 교육 어떻게 할 것인가? • 주제토론 : 기후변화와 학교교육의 과제 • 시민참여형 에너지절약 행동교육 사례와 방법연구 : 기후변화대응 교육사례 • 시민참여형 기후보호 운동 (교육)사례 • 가정에서의 에너지절약 환경교육 사례	이론교육	2

구 분	내 용	교육형태	교육시간
실습/ 교구 만들기	• 팀별 교육방법 분임토의 • 교육생의 모의 강의 및 강의법 교정 • 조별 토의내용을 강의식으로 발표	실습	4
	• 태양열 오븐 만들기, 저온냉장고 만들기, 태양열 자동차 만들기 • 탄소저장고와 함께 사는 삶 • 뚝딱뚝딱 편백나무 편지꽂이 만들기 • 탄소저장고와 함께 사는 삶2 • 작은 정원 만들기		
견학 (대표 장소)	• 순천만 태양광발전소 • 진해 에너지과학공원 • 재생에너지 시설 견학 : 부안시민발전소 • 경남산청 대안기술센터 • 광주광역시(광주광역시청, 김대중컨벤션센터, 신효천마을) • 태양열발전소, 에너지제로하우스	견학	2~6

참고문헌 및 발표자료

기후변화

- 온실가스종합정보센터, 2011, 기후변화협약에 따른 제3차 대한민국 국가보고서
- 국무총리실 기후변화대책기획단, 2008. 기후변화대응 종합기본계획.
- 대외경제정책연구원, 2007. “발리 로드맵의 주요 내용과 향후 전망”「오늘의 세계경제」 7(52)
- 한화진 외, 2005.『기후변화영향 평가 및 적응시스템 구축 I』, 한국환경정책·평가연구원.
- 한화진 외, 2006.『기후변화영향 평가 및 적응시스템 구축 II』, 한국환경정책·평가연구원.
- 한화진 외, 2007.『기후변화영향 평가 및 적응시스템 구축 III』, 한국환경정책·평가연구원.

기후 시나리오

- 국립기상연구소, 2007a, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술 개발(III), MR070C70.
- 국립기상연구소, 2007b, 지구시스템 개발방안에 관한 연구, mr072C5.
- 권영아, 권원태, 부경온, 최영은, 2007, A1B 시나리오를 이용한 우리나라 아열대 기후구 전망, 대한지리학회, 42(3), 355-367.
- 권영아, 권원태, 부경온, 2007, A1B 시나리오 자료를 이용한 우리나라 자연 계절 시작일 및 지속기간 변화 전망, 대한지리학회, 42(6), 835-850.
- 기상연구소, 2005, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술 개발(I), MR050C03.
- 김성기, 박중수, 이영수, 서희철, 김광수, 윤진일, 2004, 경기북부지역 정밀 수치기후도 제작 및 활용, 한국농림기상학회지, 6 (1), 61-69.
- 박정임, 2005, 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련, 환경정책평가연구원 연구보고서.

- 배덕효, 정일원, 2008, 기후변화 수자원 영향평가 기법 및 한반도 영향평가, 수자원의 지속적확보기술개발 사업단 기술보고서(TR 2008-03).
- 배덕효, 정일원, 권원태, 2007, 기후변화 수자원 영향평가를 위한 고해상도 시나리오 생산 (I) : 유역별 기후시나리오 구축, 40(3), 237-249
- 정일원, 배덕효, 임은순, 2007, 기후변화 수자원 영향평가를 위한 고해상도 시나리오 생산 (II) : 유역별 유출시나리오 구축, 40(3), 205-214
- 산림환경부 환경생태과, 2008, 산림생태계의 기능 유지 및 증진 기술, 임업연구사업 보고서.
- 윤진일, 2006, 기후변화에 따른 벚꽃 개화일의 시공간 변이, 한국농림기상학회지, 8(2), 68-76.
- 이동규 외 26명, 2007, 기후변화에 의한 물순환의 예측 및 영향평가, 환경부 보고서, 121-051-030.
- 임종환, 신준환, 2005, 지구온난화에 따른 산림식생대 이동과 식물 계절 변화, 자연보존, 130, 8-17
- 정재은, 윤진일, 2006, 발아시기 정밀추정에 의한 포도 만상해 경보방법 개선, 한국농림기상학회지, 8(1), 28-35.
- 최광용, 권원태, 2001, 20세기 우리나라 자연계절 전이와 생활 기온 지수의 변화, 지리교육논집, 45, 14-25.
- 최광용, 권원태, 2005, 우리나라 열대야 현상 발생의 시공간적 특징과 최근의 변화, 대한지리학회지, 40(6), 730-747
- 최광용, 권원태, 2008, 현재와 미래 우리나라 겨울철 강수 형태 변화, 대한지리학회지, 43(1), 1-1
- 최광용, 최종남, 권호장, 2005, 높은 체감온도가 서울의 여름철 질병 사망자 증가에 미치는 영향 1991-2000, 예방의학회지, 38(3), 283-290.
- http://prudence.dmi.dk/
- http://www.cccma.bc.ec.gc.ca/eng_index.shtml
- http://www.cs.berkeley.edu/~wychen/cs267/hw0/grid.bmp
- http://www.ipcc.ch/
- http://www.ipcc.ch/meetings/session28/doc8.pdf
- http://www.ensembles-eu.org

- http://www.epa.gov/AMD/Climate/rcm.html
- http://www.kakushin21.jp/eng/
- http://www.mmm.ucar.edu/mm5/
- http://www.mpimet.mpg.de/en/home.html
- http://www.mpimet.mpg.de/en/wissenschaft/ueberblick/atmosphaere-im-erdsystem/regionale-klimamodellierung/the-remo-model.html
- http://www.pik-potsdam.de/
- http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/data_status_tables.htm
- http://www.ukcip.org.uk
- http://www.wrf-model.org/index.php

해양 예측

- 김정우 외, 1995. 대기/해양 접합 GCM 개발. 지구 환경 감시 및 기후변화 예측기술 개발 사업보고서, 환경부. 408p.
- 김철호 외, 2006. 중장기 기후변화에 따른 동중국해 해양생태계 변동 예측 연구, 한국해양연구원 (해양수산부). 206p.
- 김철호 외, 2007. 북태평양 중층수 형성에 대한 해빙-해양 접합모델 연구, 한국해양연구원 (기상청). 46p.
- 박영규 외, 2004. 생지화학 모델링을 통한 한반도 주변해역과 북태평양 이산화탄소 순환 분석평가 기술 개발, 환경부. 415p.
- 송규민 외, 2007. 생태계모델을 이용한 황해투기해역에서의 춘계 식물플랑크톤 대증식 연구, Ocean and Polar Research 29(3), 217-231.

대기 환경

- 이승호. 2006. 기후변화 영향평가 및 적응 방안에 관한 연구

생 태 계

- 공우석. 1999. 한라산의 수직적 기온 분포와 고산식물의 온도적 범위. 대한지리학회지 34(4) : 385-393.
- 공우석. 2005. 지구온난화에 취약한 지표식물 선정. 한국기상학회 41(2-1) : 263-273.
- 구경아, 박원규, 공우석. 2001. 한라산 구상나무의 연륜연대학적 연구 : 기후변화에 따른 생장변동 분석. 한국생태학회지 24(5) : 281-288.
- 권영아, 권원태, 부경은. 2007. 우리나라 자연 계절 길이 변화. 5차 기후변화 학술대회 자료집
- 권태성, 김성수, 변봉규, 천정화, 임종환. 2006. 한국 나비의 증가와 감소. 4차 기후변화 학술대회 자료집.
- 국립환경과학원. 2006. 한반도 기후변화 진단지표 생물종 조사 : 116p.
- 국립환경과학원. 2007. 기후변화 민감생태계 평가기법 연구(Ⅰ) - 생물기후권역 구분을 중심으로 : 1-41.
- 김재욱, 이동근. 2006. 지역기후모형을 이용한 산림식생의 취약성 평가 연구. 한국환경복원녹화기술학회 9(5) : 32-40.
- 박용하 외. 2000. 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안 - 산림생태계 부문을 중심으로. 한국환경정책·평가연구원
- 박원규, 서정욱. 1999. 지리산 천왕봉지역 구상나무의 연륜기후학적 해석. 한국기후학회지 13(1) : 25-33.
- 박해철. 2005. 기후변화가 곤충에 미치는 영향에 관한 국내외 연구 분석. 자연보존 130 : 38-47.
- 임종환, 신준환. 2005. 지구온난화에 따른 산림식생대 이동과 식물계절 변화. 자연보존 130 : 8-17.
- 전성우 외. 2001. 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안연구Ⅱ - 산림부문의 생태기후 모형 개발을 중심으로. 한국환경정책·평가연구원 : 107p.
- 전성우 외. 2002. 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안연구Ⅲ - 산림부문을 중심으로. 한국환경정책·평가연구원 : 225p.

농 업

- 농업과학기술원. 2007. “기후변화에 따른 농업생태계 영향, 취약성 평가 및 적응 방안 구축”
- 농촌진흥청. 2007. “기후변화 대응 농업환경영향평가 및 적응대책”
- 서형호, 김점국. 2006. 기온상승에 따른 동아시아의 사과 재배적지 변동 예측. 제1회 기후변화협약 대응 연구개발사업 범부처 합동 Workshop.
- 임재현, 이인복. 2002. 지구온난화에 대비한 사과원의 수체생육반응 및 생태정보의 정량적해석.
- 원예연구소 2002년도 원예시험결과보고서(CD). 상록사.

산 림

- 구진우, 손요환, 김래현, 김준. 2005. 발생원별 토양 호흡 측정 연구 방법에 대한 고찰. 한국농림기상학회지 15 : 35-46.
- 권태성, 박영규, 오기석, 권영대, 신상철, 김철수, 박지두, 이해풍. 2002. 솔나방(나비목 솔나방과)의 세대수증가. 한국임학회지 91 : 149-155.
- 기후변화대책위원회. 2003. 기후변화협약에 의거한 제2차 대한민국 국가보고서. 110p.
- 신준환, 임종환. 2003. 기후변화가 한반도 산림생태계에 미치는 영향과 대응방안. 2003년 기후변화 포럼 및 학술대회 연장초록집. p.82-100.
- 연구개발정보센터(KORDIC). 1999. 산림의 생산성 변화 감시를 위한 GIS와 공간분석 기술의 잠재력. http://bric.postech.ac.kr/bbs/trend/9909.
- 이명종. 1991. 해송림 litter의 분해와 N, P 및 K의 동태. 한국임학회지 80(3) : 303-310.
- 이명종. 2003. 강원도 춘천지역의 굴참나무림과 신갈나무림 내 토양 CO_2 의 발생. 한국임학회지 92(3) : 263-269.
- 이윤영, 문형태. 2001 상수리나무림의 토양호흡에 관한 연구. 한국생태학회지 24(3) : 141-147.

- 임종환, 신준환. 2005. 지구온난화에 따른 산림식생대 이동과 식물계절 변화. 자연보존 130 : 3-17.
- 윤영균. 2002. 숲 가꾸기 공공근로사업의 성과. 산림지 2월호. p.54-57.
- 박규택, 강태민, 김민영, 채민영, 지은미, 배양섭, 2006, 서해 대청도에서 발견된 아열대성 나방류 10종. 한국응용곤충학회지 45 : 261-268.
- 박관수. 1999. 충주지역의 신갈나무와 굴참나무 천연림 생태계의 지상부 및 토양 중 탄소고정에 고나한 연구. 한국임학회지 88 : 93-100.
- 손요환, 김현우. 1996. 리기다소나무와 낙엽송 인공조림지내 토양발생 이산화탄소에 관한 연구. 한국임학회지 85(3) : 496-450.
- 최영은. 2004. “한국의 기후중 제11장 한국기후의 과거와 현재”. 「기상청 기상연구소」. p.305-316.
- 한화진, 안소은, 최은진, 한기주, 이정택, 김해동, 손요환, 박용하, 조광우, 윤정호, 이은애, 김승만. 2005. 기후변화 영향 평가 및 적응시스템 구축 Ⅰ. 한국환경정책평가연구원. p.383.
- 한화진, 안소은, 유가영, 황진환, 김정은, 이정택, 나영은, 김명현, 손요환, 이우균, 조용성, 최은진, 김경남, 한기주, 김정인, 배덕효, 정일원. 2006. 기후변화 영향 평가 및 적응시스템 구축 Ⅱ. 한국환경정책평가연구원. p.390.
- 한화진, 안소은, 유가영, 조광우, 이상엽, 김정은, 안선욱, 이정택, 나영은, 김명현, 최은진, 김경남, 이우균, 손요환, 조용성, 배덕효, 정일원. 2006. 기후변화 영향 평가 및 적응시스템 구축 Ⅲ. 한국환경정책평가연구원. p.417.
- 황재홍, 손요환. 2002. 리기다소나무와 낙엽송 임분에서 간벌, 석회시비 및 낙엽층 처리가 토양발생 이산화탄소 및 낙엽분해에 미치는 영향. 한국임학회지 91(4) : 471-479.

해 양

- 김수암 (2008) : 한반도와 세계 주요 해역의 수산자원 변동. 기후변화와 국가자원안보 패러다임자료집. 73-96.
- 민홍식, 김철호 (2006) : 한국 연안 표층수온의 경년변동과 장기변화. Ocean and Polar Res., 28(4), 415-423.

수자원/수질

- 건설교통부(2008). 기후변화 대비 국가 물안보 확보 방안(1차년도)
- 과학기술부 (2007). 21세기 프론티어연구개발사업 -수자원 지속적 확보기술개발사업- 기후변화에 의한 수자원 영향평가 체계 구축
- 김병식 (2004). “기후변화에 따른 유역의 수문요소 및 수자원 영향평가”, 인하대학교, 박사학위논문
- 김양수 (2005). “우리나라 자연재난 발생추이 및 향후전망”, 2005방재정책세미나
- 남정호, 강대석(2005). 황해 해양환경보전을 위한 협력관리체제 구축방안, 해양정책 연구 Vol.20(2), p.169-212
- 서희철, 김성기, 이영수, 조영철 등 (2006). “경기북부지역 콩 생산에 미치는 지구온난화의 영향”, 한국농림기상학회지, 제8권 4호
- 이상엽(1998). “기후변화요인의 한국 벼 생산 변동이 사회후생에 미치는 파급효과”, Enviromental Economic Review, 제7권 1호, p.85-103
- 임정남(1990). “주요 과수 재배지대의 기후특성”, 농촌진흥청 농업기술연구소. p.205.

연안·해양 환경

- 국립수산과학원, 2007. 해양수산부 기후변화 관련기관 워크숍 자료집(2007.08).
- 조광우, 김지혜, 정휘철. Mimura, N., Nicholls, R.J., 2002, 지구온난화에 따른 한반도 주변의 해수면 변화와 그 영향에 관한 연구 II. 한국환경정책·평가연구원.
- 최영석, 2007. 『해양수산동향』, Vol. 1240.
- 한화진 외, 2007. 기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축 III, 한국환경정책·평가연구원. 해양수산부, 2007. 기후변화 대응 해양수산부문 종합대책연구.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation & Vulnerability. Third Assessment

국토·도시 계획

- 국토해양부. 2008. 기후변화 대응 국토공간계획 평가 및 과제
- 국토해양부. 2008. 도시 침수피해 방지를 위한 효율적 실행방안 연구
- 서태성. 2005. 기후변화에 대비한 국토관리, 국토 Vol.281, 국토연구원, p.50-58
- 송영배, 2007. 바람통로 계획과 설계방법. 그린토마토
- 심우배. 2005. 기상이변에 따른 자연재해와 도시방재, 국토 3월호
- 심우배. 2008. 도시계획적 접근에 의한 홍수위험관리-영국 사례와 시사점-, 국토브리프 제193호
- 왕광익. 2008. 저탄소사회 실현을 위한 국내외 주요도시의 사례, 국토 4월호
- 왕광익. 2008. 고유가 시대의 생활상변화와 도시환경정책 과제, 도시문제 8월호
- 이정형, 김주석 공저. 2003. 친환경 도시만들기. 도서출판 구미서관
- 정혜진. 2008. 착한도시가 지구를 살린다. 녹색평론사
- http://www.adaptation.nl
- http://www.ciria.org
- http://www.masdaruae.com

방 재

- 국무조정실・에너지관리공단, 쉽게 풀어보는 기후변화협약, 2006.
- 국무총리실 기후변화대책기획단, 기후변화대응 종합기본계획, 2008.9.
- 권기환, 기후변화에 따른 방재정책이 달라져야 한다, 한국방재협회 방재저널, 제34호, Vol.10 No.2, 2008.
- 김병식, 김형수, 기후변화가 홍수에 미치는 영향평가, 수자원정책세미나 기후변화에 대비한 수자원정책방향, 건설교통부, 2007.
- 박연수, 기후변화 대응을 위한 방재대책, 한국방재학회지, Vol.8, No.3, 2008.
- 방재연구소, 기후변화 및 사회구조 변화에 따른 재난발생 메커니즘 규명 및 방재대책, 주요사업 NIDP 2007-04, 2007.

- 심기오, 기후변화를 고려하는 재해대책, 한국방재학회지, Vol.8, No.3, 2008.
- 이진선, 심기오, 기후변화 대응을 위한 방재대책, 2008 대한민국 기후변화 박람회 개최기념 기후변화 대응 국회정책 심포지움, 소방방재청, 2008.
- 한화진 외, 기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축 Ⅲ, 한국환경정책·평가연구원, 2007.
- 환경부, 기후변화 전문가 워크숍, 제5차 기후변화 학술대회 제4차 기후변화 정책포럼, 2007.
- Hung-Soo Kim, Chaotic Dis-aggregation of Rainfall from Climate Change Scenario, 국제심포지엄, 기후변화에 대한 국내외 연구동향 및 대응, 국토해양부, 2008.

보 건

- 권용희, 2004; 수해지역 노인의 외상후 스트레스 조사 연구. 서울대 대학원.
- 김병식, 2006; 선진화된 돌발홍수예보시스템의 개발. 건설기술정보.
- 기상청, 1981~2006년; 기상연보.
- 기상청, 2007; 기상정책 혁신백서.
- 김소연, 2004;기후변화로 인한 여름철 혹서현상이 사망률에 미치는 영향. 아주대학교 의학박사학위 논문.
- 김양수, 2006; 홍수예보현황, 한국수자원학회 학회지 물과 미래, 39(7) : 24-28.
- 김영민, 2005; 고온이 사망률에 미치는 영향에 대한 시계열적 연구 : 사회경제적 차이를 고려하여. 서울대학교 환경대학원.
- 김정선 등, 2008 : 국제 기후변화에 따른 식품안전관리대책 추진방안, 식품의약품 안전청.
- 류성호, 송양숙, 정수용 등, 2003 : 한국 야생들쥐의 Orientia tsutusgamushi 감염에 대한 역학적조사. Journal of Bacteriology and Virology, 33(2), 131-137.
- 박정임 등, 2005; 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련-이상고온으로 인한 초과사망률 역학연구를 중심으로. 환경부.
- 박종길, 정우식, 김은별, 김효진, 김석철, 송정희, 황소정, 박창희, 2006; 폭염특보에 관한 연구 Ⅰ. 기상청.
- 박종길, 정우식, 김은별, 김효진, 김석철, 송정희, 황소정, 박창희, 2007; 폭염특보에 관한 연구 Ⅱ. 기상청.

- 보건복지부, 2006; 보건복지부 폭염 종합대책.
- 소방방재청, 2006; 재해연보.
- 식약청, 2007; 식중독 예방사업 계획.
- 신이현, 양양철, 이주연 등, 1991 : 들쥐의 밀도 측정방법에 대한 연구. 국립보건원보 28(1), 141-144.
- 이인숙, 하양숙, 김기정, 김정희, 2003; 일개 지역사회 재해 주민의 외상 후 스트레스 장애 정도와 관련요인 분석. 대한간호학회지, 제33권 제6 호, p.829-838.
- 일본 환경성, 2005-2006 : 기후온난화와 감염병
- 장재연 등, 2003. 한반도 기후변화 영향평가 및 적응프로그램 마련. 환경부
- 장재연 등, 2008. 기후변화에 따른 건강피해 모니터링 및 위험인구 감소전략 개발연구. 보건복지가족부
- 중앙재난안전관리 본부, 2007; 2007 폭염 종합대책.
- 질병관리본부, 2003; 웨스트나일바이러스 감염증 관리지침.
- 질병관리본부, 2004; 토착화질환 국가 표준화관리사업.
- 질병관리본부, 2005; 비브리오패혈증 관리지침.
- 질병관리본부, 2006; 질병관리본부백서.
- 질병관리본부, 2007; 가을철발열성질환 관리지침.
- 질병관리본부, 2007; 말라리아 관리지침.
- 질병관리본부, 2007; 전염병관리사업지침.
- 질병관리본부, 2007; 주요전염병 매개모기 방제관리지침.
- 질병관리본부, 2008; 말라리아 유행예측사업.
- 질병관리본부, 2008; West Nile virus 유입대비를 위한 감시사업.
- 질병관리본부, 2008; 일본뇌염 유행예측사업.
- 최규현, 2006; 통합홍수예보시스템과 홍수예보기술. 한국수자원 학회지, 물과미래 : 39(7) : 102-109.
- 최병철, 김규랑, 김지영, 2007; 위기의 지구 폭염. 푸른길.
- 통계청, 1992~2007년; 동읍면/ 5세별 주민등록인구.
- 한화진 외, 2005~2007년; 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ. 한국환경정책·평가연구원.

- WHO, 2000; Climate Change and Human Health : Impact and adaptation.
- WHO, 2001; The World Health Report 2001. Mental health : New understanding, new hope,
- World Health Organisation, Geneva.
- WHO, 2003 : Heat-waves : Risk and responses
- WHO. 2006 : Climate change and Adaptation strategies for Human health.
- WHO. 2006 : From Malaria Control to Elimination in the WHO European Region (2006-2015).
- WHO, 2008; World Health Day 2008 : protecting health from climate change.
- Woodward A, Hales S,Weinstein P. 1998 : Climate change and human health in the Asia Pacific region : who will be the most vulnerable? Climate Research, 11 : 31-–38.

질 병

- 국무총리실 기후변화대책기획단, 2008; 기후변화대응종합기본계획.
- 기상청, 기후변화뉴스레터, 2008;6(1).
- 기상청, 기후변화뉴스레터, 2008;6(2).
- 김병식, 2006; 선진화된 돌발홍수예보시스템의 개발. 건설기술정보.
- 류소연, 남해성, 권순석, 김건엽, 김동민, 2006; 쯔쯔가무시증 심층 역학조사. 질병관리본부.
- 박윤형, 김호, 장원기, 김용배, 황보영, 기모란, 주영수, 김옥진, 서승희, 2006; 기후변화에 의한 전염병 발생 영향 통합관리체계 구축에 관한 연구. 보건복지가족부.
- 안재현, 2006; 일본의 홍수예보시스템. 한국수자원 학회지, 물과미래 : 39(7) : 55-60
- 보건복지부, 2008; 보건복지부 폭염 종합대책.
- 장재연, 기모란, 김호, 정해관, 홍윤철, 조수남, 김선자, 김시헌, 윤민정, 2008; 기후변화에 따른 건강피해 모니터링 및 위험인구 감소전략 개발에 관한 연구. 보건복지가족부.
- 장재연, 김소연, 조수남, 김명석, 백경원, 김진희, 2003; 한반도 기후변화 영향 평가 및 적응프로그램 마련. 환경부.
- 중앙재난안전관리 본부, 2007; 2007 폭염 종합대책.

- 질병관리본부, 2003; 웨스트나일바이러스 감염증 관리지침.
- 질병관리본부, 2004; 토착화질환 국가 표준화관리사업.
- 질병관리본부, 2005; 비브리오패혈증 관리지침.
- 질병관리본부, 2006; 질병관리본부백서.
- 질병관리본부, 2007; 가을철발열성질환 관리지침.
- 질병관리본부, 2007; 말라리아 관리지침.
- 질병관리본부, 2007; 전염병관리사업지침.
- 질병관리본부, 2007; 주요전염병 매개모기 방제관리지침.
- 질병관리본부, 2008; 기후변화 적응 건강관리대책 심포지엄 자료집.
- 질병관리본부, 2008; 말라리아 유행예측사업.
- 질병관리본부, 2008; 일본뇌염 유행예측사업.
- 질병관리본부, 2008; West Nile virus 유입대비를 위한 감시사업.
- 최진수, 임현술, 김장락, 류소연, 김건엽, 권순석, 2007; 쯔쯔가무시증의 효과적인 예방·관리대책을 위한 연구. 질병관리본부.

에 너 지

- 국무총리실, 지식경제부 등(2008), 제1차 국가에너지기본계획(안) 2008~2030

참고자료(PPT)

● **기상청 기후변화정보센터 국내발표자료 '기후변화 시나리오 이해 및 활용 워크숍 발표자료'**
(http://www.climate.go.kr/home/bbs/list.php?code=52&bname=domestic)

Ⅰ. 기후변화 시나리오에 대한 이해(국립기상연구소)

Ⅱ. 기후변화 시나리오의 활용(기상청)

Ⅲ. 적응대책 수립 시 기후변화 시나리오 활용의 중요성-서울시 사례를 중심으로 (국가기후변화적응센터)

Ⅳ. 수자원 분야의 기후변화 시나리오 정보활용(세종대)

Ⅴ. 산림분야의 기후변화 시나리오 정보활용(서울대)

Ⅵ. 해양분야의 기후변화 시나리오 정보활용(한국환경정책·평가연구원)

Ⅶ. 기후변화가 건강에 미치는 나쁜 영향-여름철 고온으로 인한 초과사망의 예측 (순천향대학교)

Ⅷ. 재해분야의 기후변화 시나리오 정보활용(국토연구원)

Ⅸ. 농업부문 영향 및 취약성 평가를 위한 기후변화시나리오 활용 현황 (국립농업과학원)



그린리더 고급자대상
교육 참고자료

발 행 일 : 2012년 12월
발　　행 : 그린스타트전국네트워크
주　　소 : 경기도 과천시 중앙동 40-9번지 태양빌딩 5층
전　　화 : 02-503-2284
팩　　스 : 02-503-2283
홈페이지 : www.greenstart.kr
educenter.greenstart.kr
디 자 인 : 하늘기획 ☎ 031-385-8818