

지속가능발전지표의 지수화 연구

정영근 이준

지속가능발전지표의
지수화 연구

2003. 12

한국환경정책·평가연구원

지속가능발전지표의 지수화 연구

정영근, 이 준

연구진

연구책임자 정영근
참여연구원 이 준

산·학·연·정 연구자문위원

강상목 (부산대학교 교수)
변병설 (인하대학교 교수)
김정인 (중앙대학교 교수)
민동기 (건국대학교 교수)
임송수 (한국농촌경제연구원 연구위원)
최정수 (통계청 사무관)
이상진 (환경부 사무관)

© 2003 한국환경정책·평가연구원

발행인 윤서성
발행처 한국환경정책·평가연구원
서울시 은평구 불광동 613-2
우편번호 122-706
전화 380-7777 팩스 380-7799
<http://www.kei.re.kr>
인쇄 2003년 12월
발행 2003년 12월
출판등록 제17-254호
ISBN 89-8464-079-4 93530

값 5,000원

서 언

21세기를 맞이하여 인류가 당면한 중요한 문제 중 하나는 지속가능발전(Sustainable Development)이라 할 수 있을 것입니다. 그러한 의미에서 최근 지속가능발전에 대한 계량화(지수화) 작업에 대한 관심이 고조되고 있습니다. 그러나 지속가능성을 계량화하는 것은 쉬운 일이 아닙니다. 지속가능성은 사회·환경·경제·제도 부문의 여러 요소들과 복잡하게 연결되어 있을 뿐만 아니라 지속가능성을 추구하는데 있어서 현세대뿐만 아니라 미래세대의 여러 영향을 포괄하여 수용하는 개념이기 때문입니다.

특히 환경분야에 있어서의 지수화 작업은 다양하게 추진되고 있지만 아직까지 경제분야와 같이 보편화된 방법은 제시되어 있지 않습니다. 지속가능발전지수를 개발하는데 있어서 참고가 될 수 있는 세계경제포럼에서 발표한 환경지속성지수에서도 아직까지 개별 지표의 통합방법론이 개발되지 못한 상황이며, 체계적이고 신뢰성 있는 지수 개발 연구가 미진한 실정입니다.

지속가능발전지수가 개발되면 정책입안자나 일반 대중에게 지속가능발전에 대한 통합된 정보를 제공하고, 또한 지속가능한 국가 발전을 평가하는데 유용한 자료로 활용될 것입니다.

따라서 본 연구는 그 동안 추진된 과제를 기초로 하여 지수화작업을 추진하는 것으로 관련 연구 및 기초 통계자료가 축적되어감에 따라 각 국가의 지속가능발전지수를 도출하고 국가 지속가능발전 정도를 전망하기 위한 기초 연구로 추진되었습니다.

이번 연구에서는 지속가능발전지수를 개발하기 위해서 필요한 지표 선정 작업과 각 부문별 가중치 산정을 위한 방법론, 그리고 종합 지수를 작성하는 과정 및 방법을 제시하였습니다.

본 연구는 지속가능발전의 계량화 작업에 대한 연구로서, 향후 국가의 지속가능발전 전략을 추진하는데 있어서 중요한 기초자료가 될 것입니다. 또한 국제적으로도 국

가간 지속가능발전정도를 비교할 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것입니다.

끝으로 본 연구를 맡아 수행해 주신 본원의 정영근 박사와 이 준 연구원에게 감사를 드리며, 또한 바쁘신 중에도 자문을 맡아주신 강상목 교수, 변병설 교수, 김정인 교수, 민동기 교수, 임송수 박사, 최정수 사무관, 이상진 사무관 그리고 본원의 강상인 박사, 김종호 박사께 감사를 드립니다. 아울러 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식 견해가 아닌 연구자 개인의 견해임을 밝혀둡니다.

2003년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 윤 서 성

국 문 요 약

오늘날 경제통계 및 경제정보체계를 유지하기 위하여 많은 노력과 예산이 투입되고 있는 반면, 환경정보에 관한 보고와 통계는 환경상태나 현황을 파악하기에 미흡할 뿐만 아니라 공공정보의 수요에도 제대로 부응하지 못하고 있다. 환경분야에서의 지수화(Indexation) 작업은 다양하게 추진되고 있지만 아직까지 지속가능발전을 평가할 수 있는 표준화된 지수체계가 없는 상황이다. 따라서 일반 대중이 널리 이해하고 받아들일 수 있는 간단하고 집약화 된 지속가능발전지수를 작성할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 지속가능발전지수 작성을 위한 방법론을 연구하여, 국가지속가능발전 상태를 종합적으로 평가할 수 있는 기초자료를 제시하고, 이를 바탕으로 일반 국민들이 지속가능발전 상태의 전반적인 추이를 파악하고 이해하는데 도움을 제공하고자 한다.

지금까지 다수의 민간조직이나 공식적인 조직들이 다양한 형태의 종합환경지수(Aggregated Environmental Indices)들을 개발해오고 있으며, 몇몇 조직들은 이미 지수를 개발하여 공표하였거나 지속적으로 연구·검토 중에 있다. 이런 지수들에는 純저축(Genuine Savings), 인간개발지수(Human Development Index: HDI), 지구생태지수(Living Planet Index: LPI), 자연자본지수(Natural Capital Index: NCI), 독일 환경지수(The German Environmental Barometer and Index: DUX), 생태학적 풋프린트(Ecological Footprint: EP), 환경지속성지수(Environmental Sustainability Index: ESI), 지구온난화잠재지수(Global Warming Potential Index: GWPI), 표준오염원지수(Pollutant Standards Index: PSI), 브리티쉬 콜롬비아 수질지수(Water Quality Index: WQI), 캐나다 대기질지수(The National Index of the Quality of the Air: IQUA), 미국 대기질지수(The US Air Quality Index: AQI) 등이 있다.

지속가능발전지수를 작성하기 위해서는 먼저 부문지수에 대한 함수를 설정하여 지속가능발전정도를 나타내고 있는 각 지속가능발전지표에 대한 부문지수를 도출해야

한다. 지속가능발전지수를 작성하는 그 다음 단계는 부문지수를 통합하는 과정인데, 이는 지속가능발전지수를 계산하는데 있어서 가장 중요한 단계라고 할 수 있다.

특히 본 연구에서는 지속가능발전지수를 계산하는데 있어서 중요한 과정인 가중치 산정을 위해서 Saaty(1980)에 의해 제기된 계층분석법(Analytical Hierarchy Process: AHP)을 이용하였는데, 계층분석법은 평가, 선택, 예측을 위한 의사 결정문제의 우선 순위 결정에 주로 사용되며, 특히 전문가 집단간에 일관성과 수량화를 조사하는 방법을 제공한다.

통상 지수를 계산하기 위해 필요한 지표는 자료를 간결하고 유용한 정보로 압축하는데 도움을 주어야 하는데, 지표선정에 있어서 우선 고려 사항은 측정가능성과 투명성으로, 지표는 측정이 가능해야 하며, 측정 방법의 객관성이 보장되어야 한다. 또 측정에 소요되는 비용을 고려해야 하는데, 완벽한 지속가능발전지표의 개발과 실행에는 많은 예산이 소요되므로 지향하는 목적에 적합한 수준의 지표를 선별적으로 적용할 필요가 있다.

그러나 지표가 정책분석에 체계적으로 통합되지 않아 일관성이 적기 때문에 국가 사이에 그 수준을 비교하기가 어렵고 정책결정자가 지표를 해석하는데 제약이 따른다. 또 다른 제약조건으로 지표개발에 필요한 자료가 상당히 부족한데, 지표 작성에 포함되어야 할 기초자료가 구축되지 못하고 있는 관계로 체계적이고 신뢰성 있는 지속가능발전지표 작성이 매우 어려운 실정이다. 마지막으로 지표의 통합과 해석이 어렵다는 점이다. 그 이유는 지속가능성을 평가하는 수단으로서 지표는 통합된 집합으로 해석해야 하는데, 개별지표가 여러 요인에 의해서 영향을 받을 뿐만 아니라 그 제공하는 정보도 부분적이기 때문이다.

본 연구에서 사용한 각 지표는 2001년 UNCSD에서 발표한 핵심 지속가능발전지표를 근간으로 하여 이를 국내 상황에 맞게 보완하고 수정한 정영근(2001)의 연구 결과를 기초로 사회, 환경, 경제, 제도 등 4개 부문 총 53개 지표를 선별하였다.

지속가능발전지수 산정을 위한 가중치 산정 결과, 부문별 가중치가 환경부문 0.376, 경제부문 0.277, 사회부문 0.221, 제도부문 0.126의 순으로 나타났는데, 환경부문에 대한 가중치가 가장 높게 나온 이러한 설문 응답 결과는 첫째, 지속가능발전의 정의에

충실한 결과라고 할 수 있으며, 둘째 설문 표본추출 결과에 기인한 것으로 보여진다.

지속가능발전지수의 산정 결과, 기준년도인 1995년의 지수값을 100으로 보았을 때, 연도별 지속가능발전지수의 형태는 완만한 U자형 형태를 보이고 있는 것으로 나타났는데, 이를 분석해보면, 첫째, 우리나라는 지속가능발전 측면에서 점차 긍정적인 추세를 가지고 있는 것으로 나타났으며 둘째, 지속가능발전지수의 상승추세가 몇몇 분야의 상승에 기인한 것으로 분석되었기 때문에 부분적으로 하락하거나 보합적인 추세를 보이고 있는 부문에 대한 세심한 정책적 고려가 필요한 것으로 나타났다.

지속가능발전지수는 우리나라가 지속가능한 발전방향으로 나아가기 위한 정책을 개발하는데 있어서 그 성과를 확인할 수 있는 중요한 정책수단이라 할 수 있다. 본 연구는 국내·외적으로 개발 또는 개발 중에 있는 지속가능발전지표의 각 부문별 요인을 통합하는 지속가능발전지수에 대한 작성방법을 제시하고, 이를 우리나라에 적용하여 국가 지속가능발전정책을 수립하고, 국제비교를 위해서도 필요한 우리나라 지속가능발전지수를 작성하여 이를 기초로 정책적인 시사점을 제공하고자 하였다.

본 연구에서 우리나라의 지속가능발전지수를 산정하고 이에 따른 결과를 분석하였으나 향후 지속적인 연구를 위해서는 첫째, 지속가능발전지수를 구성하고 있는 지표들에 대한 국제적인 합의가 필요하며 둘째, 자료의 정확성과 신뢰성이 요구된다.

차 례

서 언 국문요약

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 방법과 내용	3
제2장 지속가능발전 관련 지수 개발 현황	5
1. 일반종합지수	5
가. 純저축	7
나. 인간개발지수	9
2. 환경종합지수	12
가. 지구생태지수	12
나. 자연자본지수	13
다. 독일 환경지수	14
라. 생태학적 풋프린트	14
마. 환경지속성지수	17
3. 환경부문지수	22
가. 지구온난화잠재지수	22
나. 표준오염원지수	24
다. 브리티쉬 콜롬비아 수질지수	24
라. 캐나다 대기질지수	27
마. 미국 대기질지수	30

제3장 지속가능발전지수 모형	32
1. 지속가능발전지수 작성 과정	33
가. 부문지수(하위지수) 작성	33
나. 부문지수 통합	36
2. 계층분석법(A analytical Hierarchy Process: AHP)	40
가. 계층분석법의 개요	40
나. 계층분석법의 논리적 구조	40
다. 계층분석법의 적용과정	42
3. 종합지수 작성 방법	47
가. 부문지수의 표준화	47
나. 종합지수 도출	49
제4장 지속가능발전지표 선정	50
1. 지속가능발전지표의 개념	50
2. 지속가능발전지표 선정 기준	50
가. UNCS D가 제안하는 선정기준	51
나. OECD가 제안하는 선정기준	51
3. 지속가능발전지표의 선정 및 제약	52
4. 부문별 지속가능발전지표	56
가. 사회부문	56
나. 환경부문	73
다. 경제부문	90
라. 제도부문	104

제5장 지속가능발전지수 작성	109
1. 지속가능발전지수 작성을 위한 가중치 산정	109
가. 표본의 구성과 처리	109
나. 지표별 가중치 산정	110
다. 계층분석법을 적용한 부문별 가중치 산정	115
2. 지속가능발전지수의 산정	120
가. 부문지수 산정 결과분석	120
나. 지속가능발전지수 산정 결과분석	125
제6장 결론 및 제언	127
참고 문헌	130
〈부 록〉	135
부록 1. 각 전문가 집단별 부문지수와 지속가능발전지수	135
부록 2. 동일한 가중치를 부여하여 작성한 지속가능발전지수	140
부록 3. 지속가능발전지수 개발을 위한 전문가 설문조사	146
Abstract	157

표 차 례

<표 2-1> 지속가능발전 관련 지수 개발현황	6
<표 2-2> 純저축의 자료구성	8
<표 2-3> 연도별 인간개발보고서(HDR)에 담긴 주제 및 자료	10
<표 2-4> 인간개발지수 계산과정의 변화	11
<표 2-5> 환경지속성 5개 분야	18
<표 2-6> 환경지속성지수 분야별 지표 및 변수	19
<표 2-7> 지구온난화잠재력(100년 기간)	23
<표 2-8> 2차보고서와 3차보고서에서의 지구온난화잠재력 비교(100년 기간)	23
<표 2-9> 표준오염원지수 대기질 범위	24
<표 2-10> 지수값과 수자원 순위와의 관계	26
<표 2-11> 각 오염원에 대한 캐나다 대기질지수 범위 비교	28
<표 2-12> 대기질지수에 사용되는 분기점상의 오염군의 영향	29
<표 2-13> 장기(연간) 대기질지수 계산 사례	29
<표 2-14> 미국 대기질지수와 주의지표	31
<표 3-1> 쌍체비교 척도	43
<표 4-1> 사회부문지표	53
<표 4-2> 환경부문지표	54
<표 4-3> 경제부문지표	55
<표 4-4> 제도부문지표	55
<표 5-1> 전문가 집단별 설문조사표 구성	110
<표 5-2> 사회부문 지수 구성을 위한 지표별 가중치	114
<표 5-3> 환경부문 지수 구성을 위한 지표별 가중치	114

<표 5-4> 경제부문 지수 구성을 위한 지표별 가중치	115
<표 5-5> 제도부문 지수 구성을 위한 지표별 가중치	115
<표 5-6> 전문가 집단에 의한 가중치, 최대 고유치, CI, CR 산정	117
<표 5-7> 전문가 집단간 가중치와 일치성 비율 비교	118
<표 5-8> 연도별 부문별 지수의 산정결과	122
<표 부록-1> 각 전문가 집단별 사회부문지수	135
<표 부록-2> 각 전문가 집단별 환경부문지수	136
<표 부록-3> 각 전문가 집단별 경제부문지수	137
<표 부록-4> 각 전문가 집단별 제도부문지수	138
<표 부록-5> 각 전문가 집단별 지속가능발전지수	139
<표 부록-6> 연도별 부문별 지수 산정결과	143
<표 부록-7> 각 방식별 지속가능발전지수 차이	144

그림 차례

<그림 2-1> 인간개발지수(HDI)의 계산과정	9
<그림 3-1> 지속가능발전지수의 작성단계	39
<그림 3-2> 계층분석법의 논리적 구조	41
<그림 5-1> 부문별 지표에 대한 가중치 비교	112
<그림 5-2> 부문별 가중치 비교	117
<그림 5-3> 전문가 집단간 부문지표의 가중치 비교	119
<그림 5-4> 부문지수 추이	121
<그림 5-5> 지속가능발전지수의 추이	125
<그림 부록-1> 각 전문가 집단별 사회부문지수 추이	135
<그림 부록-2> 각 전문가 집단별 환경부문지수 추이	136
<그림 부록-3> 각 전문가 집단별 경제부문지수 추이	137
<그림 부록-4> 각 전문가 집단별 제도부문지수 추이	138
<그림 부록-5> 각 전문가 집단별 지속가능발전지수 추이	139
<그림 부록-6> 각 부문별 지수 추이	141
<그림 부록-7> 지속가능발전지수 추이	144

제1장 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 지속가능발전(Sustainable Development: SD)에 대한 관심이 점차 높아지면서 이를 계량화하는 지표 및 지수 개발에 대한 관심도 함께 고조되고 있다.¹⁾ 그러나 지속가능발전을 계량화하는 것은 쉬운 일이 아니다. 지속가능발전은 사회·환경·경제 부문의 여러 요소들과 복잡하게 연결되어 있을 뿐만 아니라, 현세대 뿐만 아니라 미래세대의 여러 영향을 포괄하여 수용하는 개념이기 때문이다. 특히 지속가능한 발전을 목표로 하는 환경 의사결정과정은 경제적, 생태적, 사회적 상태와 여건 등 다양한 자료를 필요로 한다. 일반적으로 경제 성장이나 산업화에 대한 통계자료는 잘 정비되고 갖추어져 있으나 환경 상태나 환경의 생태적 발전에 관한 자료는 상당히 부족한 것이 현실이다.

오늘날 경제 부문의 통계를 작성하고 경제 정보체계를 유지하기 위하여 많은 노력과 예산이 투여되고 있는 것에 비해서, 환경 정보에 관한 보고와 통계는 환경 상태나 현황을 파악하기에 미흡할 뿐만 아니라 공공 정보의 수요에도 제대로 부응하지 못하고 있다. 예를 들어 소비자물가지수(Consumer Price Index: CPI)와 같이, 각종 경제 정보가 통합된 지수(Index)의 형태로 널리 보급되어 일반 대중이 여기에 익숙하게 된 것과 마찬가지로, 환경 정보도 이처럼 널리 요약되고 집약화 된 정보를 필요로 한다.

환경 분야에서의 지수화(Indexation) 작업은 다양하게 추진되어 왔지만, 아직까지 경제 분야에서처럼 보편화 된 방법은 제시되어 있지 않으며, 특히 국가의 지속가능발전을 평가할 수 있는 표준화 된 지수 체계가 없는 상황이다.

1) Sustainable Development에 대한 해석은 그 동안 '지속가능개발'이나 '지탱가능개발' 등으로 혼용되어 왔으나, 개발로 해석될 경우 경제성장위주의 계속적인 개발에 중점을 둔 개념으로 이해될 수 있기 때문에 본고에서는 '지속가능발전'으로 해석하였다.

지속가능발전지표의 통합 작업은 국·내외적으로 다양하게 시도되고는 있지만, 세계경제포럼(World Economic Forum: WEF)에서 발표한 환경지속성지수(Environmental Sustainability Index: ESI)에서 보여지는 것처럼 아직 개별 지표의 통합 방법론이 광범위하게 개발되지 못한 상황이다. 지수 작성에 포함되어야 할 기초 통계자료도 구축되어 있지 못한 관계로 체계적이고 신뢰성 있는 지속가능발전지수에 대한 연구가 미진한 실정이다.

따라서 일반 대중이 널리 이해하고 받아들일 수 있는 간략하고 집약화 된 지속가능발전지수(Sustainable Development Index: SDI)를 개발할 필요가 있는데, 이는 지속가능발전지수가 정책 당국이 환경적·경제적 의사결정을 할 때, 인간활동에 관한 필요 정보를 제공해 줄 뿐만 아니라 국가의 지속가능성 실태 파악에도 중요한 요소이기 때문이다. 또 지속가능발전지수를 통하여 중요한 사회·환경·경제 요소를 개관할 수 있으므로 각 분야를 독립적으로 접근하기보다는 총체적으로 접근하여 장기적으로 정책 개발을 지원하는 종합적인 지수 체계를 구축할 필요가 있다.

지속가능발전지수 개발은 정책 입안자나 일반 국민에게 지속가능발전에 대한 통합된 정보를 제공함으로써 지속가능한 미래를 향한 국가 발전을 평가하고 촉진하는데 유용한 자료로 활용할 수 있다. 국제적으로도 지속가능한 국가 발전을 비교·평가하기 위하여, 국제기구와 선진국을 중심으로 지속가능발전지수 개발에 노력을 기울이고 있으며, 이를 통해 각 국가별 정책의 효율성을 비교·평가하고, 또한 환경 압력의 전반적인 규모와 환경 상태의 전체적 구도를 파악하고자 노력하고 있다.

본 연구는 국내·외적으로 개발 또는 개발 중에 있는 지속가능발전지표의 각 부문별 인자를 통합하여 국가 지속가능발전정책을 수립할 뿐만 아니라 국제비교를 위해서도 필요한 지속가능발전지수의 작성 방법을 제시하고 이를 우리나라에 적용하여 우리나라의 지속가능발전지수를 도출하고, 이를 기초로 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

2. 연구의 방법과 내용

지속가능발전지표(Sustainable Development Indicators: SDIs)를 지수화하기 위해서는 각 부문별 지표를 선정한 다음 각 부문의 지표별 가중치를 계산하여 부문지수를 산정하는 단계와 사회·환경·경제 등의 부문별 중요도를 계산하여 각 부문지수를 통합함으로써 종합지수를 도출하는 단계로 나누어진다.

지속가능발전지수는 실제 사회·환경·경제의 복잡한 현상을 단순화할 목적으로 도입되어, 통합 과정을 통하여 세분화된 기초 자료의 정보가치를 증대하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 기초 통계자료의 통합방법, 즉 지수화 과정에서 기초통계자료의 통합과정과 이에 대한 해석을 명확하게 제시하여야 한다. 지속가능발전지수는 지속가능한 발전을 달성하기 위하여 관련 정책을 수립·집행하고 그 성과를 확인하는 과정에서 중요한 도구로 사용될 수 있다.

본 연구는 지속가능발전지수 작성을 위한 방법론을 통하여, 국가지속가능발전 상태를 종합적으로 평가할 수 있는 기본자료를 제시하는 것을 주요 내용으로 한다. 그래서 일반 국민으로 하여금 지속가능발전 상태의 전반적인 추이를 파악하고 이해하는데 도움을 주고자 한다.

일반적으로 종합적인 지속가능발전지수 작성을 위해서 사용되는 접근 방식을 다음의 2가지 방식으로 구분할 수 있다.

첫번째 방식은 다양한 통계자료 중에서 국가의 지속가능발전을 대표할 수 있는 각각의 지속가능발전지표를 선정하여 바로 이들을 통합하는 방식이 있다.

두번째 방식은 선정한 지속가능발전지표를 이용하여 먼저 부문별 지속가능발전지수를 작성하고, 작성된 부문별 지수를 바탕으로 하여 종합적인 지속가능발전지수를 작성하는 방식이 있다. 본 연구에서는 후자의 방식에 따라서 연구를 진행하게 된다.

연구의 내용을 장별로 살펴보면, 먼저 서론에서는 본 연구의 배경과 목적, 연구의 방법과 내용을 소개하였다. 그리고 제2장에서는 기존의 문헌 연구를 통한 지수개발 현황을 소개하였다. 기존의 지수개발과정을 일반종합지수, 환경종합지수, 환경부문지수로 분류하여 지금까지 해외의 각 기관에서 작성하고 있는 지수에 대한 연구 결과를

유형별로 요약하여 정리하였다. 제3장에서는 지속가능발전지수를 작성하는 방법에 대해서 간략히 정리하였다. 먼저 각 부문지수에 대한 함수유형에 대해서 정리하였고, 그 다음으로 추정된 부문지수를 통합하는 방법, 즉 종합지수의 함수유형에 대해서 설명하였다. 그리고 부문별 가중치를 산정하기 위하여 Saaty(1980)에 의해 제안된 계층 분석법(Analytical Hierarchy Process: AHP)을 사용하기 위한 방법과 그 과정을 상세히 설명하였다. 그리고 종합지수를 도출하는 방법을 제시하였다.

제4장에서는 부문별 지속가능발전지표들을 제시하였다. 먼저 UN과 OECD의 지표 선정 기준을 제시하여 지속가능발전을 가장 적절하게 나타낼 수 있는 지속가능발전지표를 선별하였다. 특히 본 연구에서는 우리나라 지속가능발전지표에 대한 선행 연구라고 할 수 있는 정영근(2001)의 연구에 근거하여 UNCSO의 지속가능발전지표를 기준으로 국내 현실에 맞게 수정하여 지표를 선정하였다. 각각 사회, 환경, 경제, 제도 부문으로 분류하여 총 53개 지표를 선정하고 이를 지속가능발전지수를 추정하기 위한 지표로 설정하였다.

제5장에서는 우리나라의 지속가능발전지수를 추정하였다. 먼저 각 부문별 지표들에 대해서 가중치를 도출한 다음 사회, 환경, 경제, 제도 부문의 각 부문별 가중치를 산정하였다. 가중치 산정 이후 먼저 각 부문지수를 추정하였으며, 추정된 부문지수를 바탕으로 하여 우리나라의 지속가능발전지수를 작성하였다.

마지막으로 제6장에서는 도출된 지속가능발전지수를 바탕으로 하여 정책적 시사점 및 제언을 제시하고 보고서의 내용을 마무리하였다.

참고로 부록에서는 설문조사시 분류했던 설문대상자의 집단별 각 부문지수들과 지속가능발전지수를 제시하여, 본문에 제시한 설문대상자 전체를 기준으로 작성한 각 부문지수들과 지속가능발전지수와 비교가 가능하도록 하였다. 그리고 가중치를 일괄적으로 동일하게 제시한 부문지수 및 전체 지속가능발전지수를 제시하여, 마찬가지로 본문에서 설문조사 결과로 작성한 가중치로 산정한 부문지수 및 지속가능발전지수와의 비교가 가능하도록 제시하였다.

제2장 지속가능발전 관련 지수 개발 현황

종합지수로 가장 보편적인 것은 소비자물가지수나 생산자물가지수와 같이 경제학에서 사용되어지는 지수들이라고 할 수 있다. 하지만 상대적으로 삶의 질이나 환경 분야에서 사용되는 지수는 그 발달이 늦었고 1960년대 말에 이르러서야 종합지수의 작성이 제기되기 시작하였다. 그리고 1970년대에 들어서면서 Inhaber(1974), Ott(1978) 등이 지수작업을 체계화하였다. 현재 다수의 민간조직이나 공식적인 조직들이 다양한 형태의 종합환경지수(Aggregated Environmental Indices)들을 개발해오고 있으며, 몇몇 조직들은 이미 지수를 개발하여 공표하였거나 지속적으로 연구·검토 중에 있다. 특히 비교적 간단한 지수라 할 수 있는 대기오염지수와 같은 지수는 자주 사용되는 것으로 대중에게 널리 알려진 지수라고 할 수 있다.

종합환경지수는 복잡한 문제들을 더 쉽게 해결하도록 고안된 도구로서, 의사결정자들이 환경정책의 결과를 요구자에게 쉽게 설명할 수 있도록 하며, 또한 대중에게 환경문제에 대한 이해를 돕는 수단으로 이용되고 있다. 본 연구에서는 각 국제기관 및 국가기관에서 작성하고 있는 여러 가지 유형의 종합지수를 일반종합지수, 환경종합지수, 환경부문지수로 분류하였는데, 일반종합지수에는 純저축(Genuine Savings), 인간개발지수(Human Development Index)가 있으며, 환경종합지수에는 지구생태지수(Living Planet Index), 자연자본지수(Natural Capital Index), 독일 환경지수(The German Environmental Barometer and Index), 생태학적 풋프린트(Ecological Footprint), 환경지속성지수(Environmental Sustainability Index)가 있으며, 환경부문 지수에는 지구온난화잠재지수(Global Warming Potential Index), 표준오염원지수(Pollutant Standards Index), 수질지수(Water Quality Index), 캐나다 대기질지수(The National Index of the Quality of the Air), 미국 대기질지수(The US Air Quality Index) 등이 있다.

2) 이러한 국제 조직으로는 UNCSO, UNSTAT, OECD, EC, EUROSTAT 등이 있다.

<표 2-1> 지속가능발전 관련 지수 개발현황

분류	Index	내용	범위	기관
일반종합 지수	純저축 (Genuine Savings)	자연자본과 인적자본의 포함한 국민계정의 자산상의 純변화분을 측정하는 국민계정	국민계정	World Bank
	인간개발지수 (Human Development Index)	건강, 교육, 소득에 대한 인간의 발전상황에 대해서 국가적인 성취도를 측정하는 지수	인간종합	UNDP
환경종합 지수	지구생태지수 (Living Planet Index)	세계의 자연 생태시스템의 상태를 나타내는 지수	생태 시스템	WWF
	자연자본지수 (Natural Capital Index)	생태계의 양과 질의 생산과 같은 자연자본 상태를 나타내는 지수	생태 시스템	WCMC & RIVM
	독일 환경지수 (The German Environmental Barometer & Index)	독일의 기후, 대기, 토양, 물, 에너지, 원자재에 대한 환경지표	환경종합	UBA & ZDF
	생태학적 Footprint (Ecological Footprint)	자연의 생물학적인 생산능력을 자연자원의 소비와 비교하는 지표	생태 시스템	RP
	환경지속성지수 (Environmental Sustainability Index)	환경자원, 환경부하, 미래 환경여건 등을 보여주는 종합지수로서 환경요인 뿐만 아니라 경제적, 사회적 요소들도 포함	환경종합	WEF
환경부문 지수	지구온난화잠재지수 (Global Warming Potential Index)	대기중의 온실가스의 영향력을 이산화탄소 기준으로 측정하는 지수	대기질	UNFCCC
	표준오염원지수 (Pollutant Standards Index)	미국의 인구 20만 이상이 거주하는 대도시의 대기상태를 나타내는 지수	대기질	USEPA
	수질지수 (Water Quality Index)	British Columbia 지역에 있는 33개의 수자원에 대한 평가에 근거한 지수	수질	BC Ministry of Env. Land & Parks
	캐나다 대기질지수 (The National Index of the Quality of the Air)	캐나다의 대기상태를 실시간으로 캐나다 국민에게 제공하는 지수	대기질	Federal Ad Hoc Sub-Committee
	미국 대기질지수 (The US Air Quality Index)	인체의 건강과 관련한 일일 대기상태를 나타내는 지수	대기질	USEPA

1. 일반종합지수

가. 純저축(Genuine Savings)³⁾

純저축(Genuine Savings)은 자연자본(Natural Capital)과 인적자본(Human Capital)을 포함하는 국민계정 자산상의 純 변화분을 측정한 총 국가계정으로서, 만일 純저축이 일정시점에서 감소하면 미래의 일정 기간 동안 복지수준은 현재의 복지수준에 비해 감소한다는 것을 의미한다.

純저축은 세계은행(World Bank 2001)에서 측정되어 발표된다. 純저축을 구성하고 있는 요소는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{純저축(Genuine Savings)} &= \text{총국내생산(Gross domestic saving)} \\ &\quad - \text{고정자본소비(Consumption of fixed capital)} \\ &\quad + \text{교육지출(Education expenditure)} \\ &\quad - \text{에너지고갈(Energy depletion)} \\ &\quad - \text{자원고갈(Mineral depletion)} \\ &\quad - \text{純산림고갈(Net forest depletion)} \\ &\quad - \text{이산화탄소에 의한 피해(Carbon dioxide damage)} \end{aligned}$$

환경적인 요인에 대한 가치 측정 원리는 오염원으로부터 노출되어 있는 자연자원의 자산상의 손실이나 추출에 대한 사용자 비용을 측정하는 것이다. 지금까지 발전해 온 환경계정에 대한 측정방법으로 세계은행(World Bank)은 다음과 같은 접근법을 제시하였다.

3) Kirk Hamilton. 2001. "MEASURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT-Genuine Savings". Environment Department, The World Bank에서 참조.

- 교육 투자에 기록된 수치를 이용하여 인적 자본에 대한 투자를 비용으로 간주
- 개별 광물과 에너지 유형에 대해서 추출 비용은 추정된 전체 자원 수익과 동등하게 설정하는데, 단위 수익(units rents)은 시장가격과 평균 추출비용과의 차이로 간주

이산화탄소 방출량은 탄소 1톤당 20\$로 계산되는데, 이는 이산화탄소 방출량으로 발생하는 모든 국가에서의 자산상의 순손실을 가치 평가한 것이다.

1인당 순(純)저축의 계산 과정은 다음과 같다. 먼저 이자율로 할인된 현재 소비가치로부터 발생한 총 부(wealth)를 추정한 다음, 건강, 연구, 개발에 대한 투자를 반영하도록 총 순(純)저축을 계산한다.

$$\Delta\left(\frac{K}{P}\right) = \frac{K}{P} \left(-\frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta P}{P} \right)$$

여기에서 ΔK 는 조정된 총 순저축, K 는 총 부(wealth),
그리고 $\Delta P/P$ 는 인구성장률

<표 2-2> 순저축의 자료구성

항목	자료원
국민계정	World Bank, UN
고정자본의 소비로 인한 손실	모델 구성
교육	UNESCO
에너지	International Energy Agency, World Bank
광물	US Geological Survey, World Bank
산림	Food and Agriculture Organization
이산화탄소	Carbon Dioxide Information and Analysis Center

인간개발지수를 계산하는 과정에서 가장 변화가 심했던 항목은 소득(1인당 실질 GDP)항목이다. 세 항목 중 소득 항목은 가장 광범위한 분포 영역을 나타내고 있는데, 예를 들어, 2001년의 인간개발보고서(Human Development Report: HDR)에 의하면 1인당 실질 GDP는 최고수준인 룩셈부르크(Luxembourg)가 \$42,769인 반면, 시에라리온(Sierra Leone)은 \$448에 불과하였다. 이에 유엔개발계획(United Nations Development Programme : UNDP)은 인간개발지수를 산정하는데 있어서 소득 항목의 영향력을 축소하기 위하여 1인당 실질 GDP를 조정하게 되었다. 그 결과, 인간개발지수 산정 과정에서 표준화 작업 이전에 1인당 실질 GDP를 변형하였다.

그 변형과정이 <표 2-2>에 잘 제시되어 있다. 인간개발지수가 처음 만들어진 1990년에는 1인당 실질GDP에 단순히 로그를 취하여 자료를 변형하여 인간개발지수를 산정하였다. 하지만 1991~1998까지는 로그 치환 방법에서 Atkinson 방식(UNDP HDR, 1991)을 적용하여 GDP를 변환하여 인간개발지수를 산정하였다. 하지만 Atkinson 방식을 적용한 실질GDP 산정방식은 중간 순위의 소득수준을 갖는 국가에 불리하게 작용한다. 따라서 1999년 이후에는 다시 로그 치환 방식으로 전환하였다.

<표 2-3> 연도별 인간개발보고서(HDR)에 담긴 주제 및 자료

연도	HDR의 주제	국가 수	HDI에 사용된 자료
1990	인간개발의 개념과 측정	160	1985/1987
1991	인간개발에 대한 자금조달	160	1980/1985/1985~1988
1992	전지구적 차원에서의 인간개발	160	1989/1990
1993	인류의 참여	173	1990
1994	인간 안전에 대한 새로운 차원	173	1991/1992
1995	성(Gender)과 인간개발	174	1992
1996	경제성장과 인간개발	174	1993
1997	빈곤탈피를 위한 인간개발	175	1994
1998	인간개발을 위한 소비	174	1995
1999	인류의 세계화	174	1997
2000	인간의 권리와 인간개발	174	1998
2001	인간개발을 위한 새로운 기술개발작업	162	1999
2002	분열된 세계에서의 민주주의 강화	173	1999/2000

<표 2-4> 인간개발지수 계산과정의 변화

연도	건강	교육	1인당 GDP
1990	기대여명(최대: 78.4, 최소: 41.8)	성인식자율 (최대: 100%, 최소: 자료기반)	1인당 GDP의 대수값(최대: 3.68 ppp기준 1인당 \$4786, 최소: 자료기반)
1991	기대여명(최대: 78.6, 최소: 42.0)	성인식자율과 교육년도(각각 가중치 2/3, 1/3)	Atkinson 공식을 적용한 1인당 GDP 채택, 공식에 사용된 최소값은 \$4829로 설정(최대, 최소값은 적용된 GDP로 측정된 관찰값에 기반)
1992	1991년과 동일	1991년과 동일	1991년과 동일
1993	1991년과 동일	1991년과 동일	1991년과 동일
1994	기대여명(최대: 85, 최소: 25)	성인식자율과 교육년도(각각 가중치 2/3, 1/3), 성인식자율(최대: 100%, 최소: 0%), 교육년도(최대: 15%, 최소: 0%)	1991년과 동일(공식에 사용된 최소값은 \$5120으로 설정) 최대: \$40000, 최소: \$200
1995	1994년과 동일	성인식자율과 초,중,고 등록율(각각 가중치 2/3, 1/3) 최대: 100%, 최소: 0%	1991년과 동일(공식에 사용된 최소값은 \$5120으로 설정) 최대: \$40000, 최소: \$100
1996	1994년과 동일	1995년과 동일	1991년과 동일(공식에 사용된 최소값은 \$5711로 설정) 최대: \$40000, 최소: \$100
1997	1994년과 동일	1995년과 동일	1991년과 동일(공식에 사용된 최소값은 \$5835로 설정) 최대: \$40000, 최소: \$100
1998	1994년과 동일	1995년과 동일	1991년과 동일(공식에 사용된 최소값은 \$5990으로 설정) 최대: \$40000, 최소: \$200
1999	1994년과 동일	1995년과 동일	1인당 GDP의 대수값(최대: \$40000, 최소: \$100)
2000	1994년과 동일	1995년과 동일(성인식자율은 15세 이상의 성인식자율)	1999년과 동일
2001	1994년과 동일	1995년과 동일	1999년과 동일
2002	1994년과 동일	1995년과 동일	1999년과 동일

2. 환경종합지수

가. 지구생태지수(Living Planet Index: LPI)

지구생태지수(Living Planet Index: LPI)는 세계의 자연 생태시스템의 상태를 나타내는 지수로서 측정방법은 삼림, 담수와 해양 생태에 존재하는 종들과 연관된 각각의 세 지수에 대한 평균으로 계산하며, 1970년을 1로 설정하고 가중치는 동일하게 부여한 지수이다. 지수에 사용된 모든 종에 대한 모집단 데이터는 유엔환경계획-세계보존감시센터(United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre: UNEP-WCMC)에 근거한다.

즉, 지구생태지수는 지구의 숲, 담수력, 생태계의 바다와 해양 등 자연의 부를 측정하는 상태지수로서 숲, 담수력과 바다의 생태계에서 동물種(species)의 모집단을 시간의 흐름에 따라 각각 그 변화를 모니터링하는 3개 지수의 평균이라고 할 수 있다.

지구생태지수는 크게 산림種지수(the forest species population index)와 담수種지수(the freshwater species population index) 그리고 해양種지수(the marine species population index)로 구분하는데 각 지수별 특징은 다음과 같다.

1) 산림種지수(the forest species population index)

산림種지수는 전 세계의 산림 생태시스템 내에서 존재하는 282종의 조류, 포유류, 파충류의 모집단의 추세에 대한 측정치로서 온대 산림과 열대 산림에 대한 2개 지수의 평균값으로 구성된다. 온대 산림 관련지수는 온대 산림에 서식하는 231종에 대한 모집단의 시간에 따른 추이에 근거하며, 열대 산림 관련지수는 열대 산림에 서식하는 51종에 대한 모집단의 시간에 따른 추이에 근거하여 작성한다.

2) 담수種지수(the freshwater species population index)

담수종지수는 호수와 강, 그리고 습지에 존재하는 195종의 조류와 포유류, 파충류의 모집단으로 구성되는데, 아프리카, 아시아-태평양, 호주, 유럽, 라틴 아메리카-카리브해 연안국가, 북미에 대한 각각의 지역 지수의 평균값으로 작성된다. 위의 6개의 지역 지수는 195종의 모집단에 대한 시계열자료를 포함하며, 아프리카(8), 아시아-태평양(31), 호주(8), 유럽(56), 북미(81), 라틴아메리카-카리브해 연안국가(11)로 분포한다. 하지만 자료는 유럽과 북미의 자료가 더 유용하며, 각 지역 지수의 가중치는 동일하다.

3) 해양종지수(the marine species population index)

해양종지수는 바다와 연안의 생태시스템에서 존재하는 217종의 조류와 포유류, 파충류와 어류 종에 대한 모집단으로 구성되는데, 북태평양, 북대서양, 인도양, 남태평양, 남대서양, 남반구 해양에 대한 각각의 하위 지수로 구성된다. 6개의 하위지수는 217종의 모집단에 대한 시계열자료를 포함하며, 각 하위지수의 분포는 북태평양(72), 북대서양(65), 인도양(16), 남대서양(17), 남태평양(35), 남반구 해양(12)이다. 자료는 북반구와 온대성 기후의 대양에 서식하는 모집단에 대한 자료가 유용하며, 6개 하위지수의 가중치는 동일하다.

나. 자연자본지수(Natural Capital Index: NCI)

자연자본지수(Natural Capital Index: NCI)는 생물다양성에 대한 국제협정(the Convention on Biological Diversity: CBD)을 위한 측정 도구로서 개발되었으며, 이 지수는 생태계의 양과 질의 생산과 같은 자연자본(natural capital)으로 정의된다. 자연자본지수 체계는 1997년 「UNEP 세계환경전망」 과 2001년 「OECD 환경전망」 을 위한 배경 연구에 사용되기도 하였다.

생태시스템 양(ecosystem quantity)은 한 나라의 자연 생태계의 실질적인 넓이로서 작성되고, 이것은 나라 전체 총면적의 비율로 표현된다. 생태시스템 양은 여러 생태질

변수(다양한 종의 수, 생태구조에서의 변수, 종류의 풍부함)들의 함수로서 계산되며, 현재와 기준 상태의 비율로서 표현되는데, 모든 종류의 유전자와 생태계 특징을 측정하기 어렵기 때문에 질 지표의 대표적인 핵심집단이 선택되어야 하며, 각각은 기준과 비교하여 비율로 표현된다.

자연자본지수는 0~100% 범위 내에서 작성되는데, 예를 들어 특정 국가의 50%가 아직도 자연적인 지역으로 구성되어 있고 이 지역의 질(quality)이 50%로 감소하였다면 이때 자연자본지수는 25%가 된다.

다. 독일 환경지수(The German Environmental Barometer and Index: DUX)

독일 환경지수(The German Environmental Barometer and Index: DUX)는 기후, 대기, 토양, 물, 에너지 그리고 원자재에 대한 독일의 환경 지표로 얻어지는 다양한 정보로 구성되는데, 모든 지표는 각각 1년에 한번 업데이트되어 독일환경지수로 환산되어지며, 각 환경 분야는 최대 1000 points 까지 기록된다. 만일 환경정책 설정목표가 모든 분야에서 달성되면 지수는 총 6000 points가 된다.

6개의 상이한 가치를 계산하기 위해 각 지수별로 상대적인 성취 목표를 계산해야 한다. 이때 기준년도의 값은 0이며, 목표가 최종 달성되면 최대 1000 points가 기록되며, 기준년보다 상황이 악화되면 음(-)의 값으로 기록된다. 단 수질 관련 지표는 제외되는데, 이는 points 숫자가 기준년도에 상관없이 절대적 달성목표를 기준으로 계산하여, 가능한 오역을 방지하기 위해서이다. 개별적 수치는 최종적으로 독일환경지수에 포함되며, 각각 동일한 가중치를 부여한다.

라. 생태학적 풋프린트(Ecological Footprint: EF)

생태학적 풋프린트(Ecological Footprint: EF)는 자연의 생물학적인 생산 능력을 자연자원의 소비와 비교하는 지표로서 한 국가의 풋프린트는 국가에서 소비하는 식량과 섬유를 생산하고, 이러한 에너지 소비를 유지하며, 또한 제반 여건을 위한 공간을

제공하는데 필요한 지역을 의미한다. 1999년 현재 지구의 생태적 풋프린트(global ecological footprint)는 1,370억 헥타르이며 1인당 2.3 지구 헥타르(global ha)⁴⁾이다.

지구 표면의 25% 정도인 약 1,140억 헥타르가 식물 자원을 보호하고 생산하게 하는 지역이며, 나머지 75%는 생물의 생산성이 낮은 사막과 빙하지대, 그리고 심해로 이루어져 있다. 생태학적 자취는 다음의 개별지수 합으로 구성되며, 각각의 가중치는 동일하다.

1) 경작지 풋프린트(cropland footprint)

한 국가의 경작지 풋프린트는 그 국가에서 소비하는 모든 종류의 곡류를 생산하는데 필요한 지역을 의미한다. 여기에는 가축을 사육하는데 필요한 농작물도 포함하며, 자연 서식하는 동물의 농작물은 방목지 풋프린트(grazing land footprint)로 간주된다. 경작되지 않은 지역, 일시적 방목지, 휴경지도 포함되는데, 단 침식, 염화, 퇴화된 지역은 제외하였다. 북미 지역의 평균 1인당 경작지 풋프린트는 세계 평균의 거의 3배 정도인 1.55 지구 헥타르인 반면, 아프리카나 아시아 지역의 1인당 경작지 풋프린트는 0.40 지구 헥타르에 불과하다. 1인당 경작지 풋프린트의 세계 평균은 대략 0.53 지구 헥타르 정도로 추산되고 있다.

2) 방목지 풋프린트(grazing land footprint)

한 국가의 방목지 풋프린트는 그 국가에서 사육하지 않고 목초지에서 나오는 가축으로부터 생산하는 육류, 낙농품, 가죽 제품, 양모 등을 소비하는 것과 일맥상통한 개념이다. 전 세계적으로 방목하고 있는 주요 가축은 양, 염소, 소, 말, 당나귀, 낙타 등이 있다. 방목지 풋프린트는 1961년의 41억 지구 헥타르에서 1999년에는 73억 지구 헥타르로 증가되었으며, 1999년 현재 1인당 평균 방목지 풋프린트는 12 지구 헥타르로 추산되고 있다.

4) 지구 헥타르(global ha)는 평균 1헥타르의 생물학적인 생산력을 의미한다.

3) 산림 풋프린트(forest footprint)

한 국가의 산림 풋프린트는 그 국가에서 소비하는 목제품을 생산하는데 필요한 지역을 의미하는데, 산림 풋프린트는 모든 목재, 제단 목제품, 나무 판넬, 펄프, 종이, 종이판 등을 포함한다. 산림 풋프린트의 계산은 한 국가의 산림 제품에 대한 소비를 제품을 생산하는데 필요한 산림 지역으로 환산함으로써 추정된다. 1999년의 세계의 1인당 평균 산림 풋프린트는 0.3 지구 헥타르로 추산되고 있다.

4) 어장 풋프린트(fishing ground footprint)

한 국가의 어장 풋프린트는 그 국가에서 소비하는 어류나 해산물을 생산하는데 필요한 지역을 의미한다. 여기에는 바다와 담수에 서식하는 어류와 갑각류, 연체류 그리고 양식어류나 동물을 사육하는데 필요한 사료 등도 포함된다. 결론적으로 한 국가의 어장 풋프린트는 소비되는 양 뿐만 아니라 어류의 종류도 고려하는 것이라고 할 수 있다. 1999년에 연간 1인당 어류 소비량은 22kg이며 이는 1인당 0.14 지구 헥타르에 해당한다.

5) 에너지 풋프린트(energy footprint)

한 국가의 에너지 풋프린트는 그 국가에서 소비되는 에너지를 유지하는데 필요한 지역을 의미하는데, 화석연료 연소에 대한 풋프린트는 해양지역을 제외하고 이산화탄소의 방출량에 대해서 이를 흡수하는데 필요한 산림지역을 의미한다. 생물자원 연료의 풋프린트는 생물자원이 성장하는데 필요한 산림 지역으로서 계산되는데 결국 위 두 계산법은 대략 소비된 에너지 단위당 요구되는 동일 지역으로 계산된다.

원자력은 비록 이산화탄소를 유발하지는 않지만 에너지 풋프린트에서 화석연료와 동일하게 계산된다. 한편, 수력 발전의 풋프린트는 수력발전소 댐과 저수량에 의해 차지되는 지역으로 간주된다.

마. 환경지속성지수(Environmental Sustainability Index: ESI)

세계경제포럼(World Economic Forum: WEF)에서 발표한 환경지속성지수(Environmental Sustainability Index: ESI)는 세계경제포럼의 환경대책반(the Global Leaders of Tomorrow Environment Task Force of the World Economic Forum)이 미국 예일대학과 콜롬비아대학 환경연구소⁵⁾와 공동으로 지난 1999년부터 연구하여 개발한 지수이다. 환경지속성지수는 전세계 국가 중 인구 10만명, 면적 5,000 km^2 이상의 국가를 대상으로 하며, 20개 지표(indicator) 68개 변수(variable) 중 40개 이상의 변수가 입수 가능한 국가를 원칙적으로 선정한다.

환경지속성지수는 5개 분야(component), 20개 지표(indicator), 68개 변수(variable)로부터 산출되며, 일부 누락된 변수는 상관관계를 갖는 다른 변수를 통해 최대한 추정하여 산정한다.

환경지속성지수의 구성체계는 압력-상태-반응(Pressure-State-Response: PSR)구조⁶⁾를 기본적인 틀로 개발하고 있으며 환경지속성은 핵심적인 구성요소들의 기능으로 나타낼 수 있다고 가정하였다.

2002년에 발표된 환경지속성지수에서는 핵심구성요소들로서 환경시스템(environmental system), 환경부하 경감(reducing stresses), 인간취약성 저감(reducing human vulnerability), 사회·제도적 대응역량(social & institutional capacity), 지구환경관리 기여도(global stewardship) 등 5가지의 구성요소들을 제시하고 있다. 비교의 기본단위로 20개의 환경지속성 지표가 기존연구 검토, 전문가 자문, 통계분석, 2001 ESI에 대한 비판 등을 고려한 연구과정을 통하여 선정되었다. 20개 지표는 68개 변수들로 구성되어 있으며 변수 선정기준으로 국가적용범위(coverage), 자료의 최신성(recency), 현상측정의 상관성(relevance) 등이 고려되었다.

5) Global Leaders for Tomorrow Environment Task Force는 CIESIN(the Center for International Earth Science Information Network, Columbia University)와 YCELP(the Yale Center for Environmental Law and Policy)이다.

6) PSR구조는 압력(Pressure)·상태(State)·반응(Response)의 지표인데 압력지표는 환경부하의 크기와 같은 인간과 환경과의 관계를 나타내며, 상태지표는 지역의 녹지, 물, 생물 등 기본으로서의 자연 그 자체를 반영하고, 반응지표는 환경오염을 저감시키기 위한 인간의 활동을 나타내고 있다.

<표 2-5> 환경지속성 5개 분야

분 야	논 리
환경시스템	한 국가의 핵심적인 환경시스템이 건전하게 유지되고, 악화되기보다는 개선되어야 환경적으로 지속가능하다.
환경부하 저감	한 국가는 인간활동에 의한 부하가 환경시스템에 해를 주지 않아야 환경적으로 지속가능하다.
인간 취약성 저감	한 국가는 인간과 사회시스템이 환경교란에 취약하지 않을수록 환경적으로 지속가능하며, 취약하지 않다는 것은 사회가 보다 향상된 지속가능성으로 향하고 있는 신호이다.
사회·제도적 대응역량	한 국가는 환경문제에 효과적으로 대응하는 능력을 배양하기 위한 제도와 기술, 태도, 네트워크의 사회유형을 가질수록 환경적으로 지속가능하다.
지구환경관리	한 국가는 공통의 환경문제를 대처하기 위해 타국과 협조할수록, 그리고 다른 국가에 미치는 부정적인 월경성 환경영향을 무해한 정도까지 줄일수록 환경적으로 건전하다.

<표 2-6>은 환경지속성지수의 기본적인 구성체계를 보여주고 있는데 환경지속성 지수의 핵심구성요소인 5개 분야는 2~5개의 지표들로 구성되어 있다. 예를 들면, 환경시스템은 대기질, 수량, 수질, 생물종, 토지이용 등 5개 지표로 구성되어 있으며 각 지표는 다시 2~8개의 변수로 구성되어 있는데, 수질의 경우 용존산소량, 인 농도, 부유물질, 전기 전도도 등 4개 변수로 구성되어 있다.

2001의 ESI와 2002에 발표된 ESI에는 몇 가지 차이점이 있는데 그 차이점은 다음과 같다.

첫째, 2002년의 환경지속성지수에서는 기후변화지표가 추가되었다. 2001년의 환경지속성지수에서는 온실가스배출, 생태효율성, 재생에너지 사용정도, 천연자원소비 등 기후변화문제와 연관된 많은 변수를 포함하였으나 독립된 기후변화지표가 없는 관계로 매우 높은 수준의 온실가스를 배출하는 국가의 경우 높은 점수로 평가될 가능성을 내포하고 있었다. 이러한 이유에서 2002년 환경지속성지수에서는 새로 독립된 지표로서 온실가스배출(greenhouse gas emissions)을 추가하고 구성변수로 1인당 CO_2 배출량과 GDP당 CO_2 배출량을 추가하였다.

<표 2-6> 환경지속성지수 분야별 지표 및 변수

분야	지표	변수
환경시스템 (Environmental System)	대기질	SO ₂ 농도, NO ₂ 농도, TSP농도
	수량	수자원량, 역외 유입량
	수질	용존산소량, 인 농도, 부유물질, 전기 전도도
	생물종	멸종위기 포유류(%), 멸종위기 조류(%)
	토지이용	형질보전, 훼손율
환경부하 경감 (Reducing Stresses)	대기오염	NO _x , SO ₂ , VOCs, 석탄소비량, 자동차 대수
	수질부하	비료 사용량, 농약 사용량, 산업체 BOD배출량, 오염우심지역
	생태계부하	산림면적, 산성화
	폐기물·소비부하	생태계과파, 방사능폐기물
	인구부하	출생률, 2001-2050 예측인구 변화율
인간 취약성 저감 (Reducing Human Vulnerability)	기본 생활조건	영양결핍율, 상수도 보급율
	환경보건(사망률)	아동호흡기 질환, 장 전염병, 유아 사망률
사회·제도적 대응역량 (Social & Institutional Capacity)	과학기술	기술성취지수, 기술혁신지수, 평균교육연수
	토론능력	IUCN 회원수, 정치적 자유, 민주적 제도, ESI자료접근정도
	환경 거버넌스	환경거버넌스 서베이, 보호지역, EIA지침수, FSC인증 산림면적, 부패대책, 가격왜곡, 에너지 보조금, 어업 보조금
	민간부문 대응	ISO 14001인증, 다우존스 환경친화기업, Eco value 평점, WBCSD 회원, 민간환경혁신 서베이
	생태 효율성	에너지효율성, 재생에너지
지구환경관리 (Global Stewardship)	국제협력 동참노력	국제환경기구가입, CITES 충족률, 비엔나협약/ 몬트리올의정서, 기후변화협약, 몬트리올의정서기금, GEF 참여, 국제협약준수
	온실가스배출	1인당 CO ₂ 배출량, GDP당 CO ₂ 배출량
	월경성 환경오염	CFC 소비량, SO ₂ 수출, 총 어획량, 해산물 소 비량

자료: 2002 Environmental Sustainability Index

둘째, 2002년의 환경지속성지수에서는 역량측정지표가 축소되었다. 2001년 환경지속성지수에서는 사회·제도적 역량과 관련된 7개 지표를 포함하였으나 이러한 역량측정지표들은 1인당 소득과 높은 상관관계를 갖고 있어 결과적으로 전체 환경지속성

지수의 거의 1/3에 해당하는 지표들이 소득수준 요인의 영향을 받게 되는 문제점을 가지고 있었다. 이러한 이유에서 전체 지수의 균형을 위해 2002년 환경지속성지수에서는 5개 지표⁷⁾만 포함하도록 하고 있다.

환경지속성지수는 지속가능한 절대적 수준을 제시하기가 어렵기 때문에 기본적으로 상대적 비교를 위해 설계되었으며 우선적으로 국가간의 비교를 위하여 상대변수화를 시도하였는데 대부분의 변수에 있어서 GDP와 인구를 분모로 사용하여 상대변수화를 시도하였으나, 환경부하 저감 변수에 대해서는 특히 '인구거주지역(populated land area)'을 변수의 분모로 사용하였다. 여기서 인구거주지역이란 1 km^2 당 5인 이상의 인구밀도를 나타내는 지역을 의미한다.

그리고 극단적인 관측치를 배제하기 위하여 상위 97.5 배분위(percentile rank)와 하위 2.5 배분위에 대하여 동일한 순위를 적용하였다.⁸⁾ 또한 지수 산정에서 변수들 간의 비교가 가능하도록 하기 위해서 정규분포에서 크게 벗어나는(skewness ≥ 4.0) 변수는 로그(logarithm)를 이용하여 변환하였다. 이러한 변수들은 FSC인증 산림면적, 어업보조금, 역외유입량, CFC소비량, 산업체 BOD배출량 등 5개 변수를 포함하고 있다.

일부 누락자료(missing data) 문제는 높은 상관관계를 갖는 다른 변수를 통해 추정하는 '전가 방법론(imputation methodology)'을 활용하였다.⁹⁾ 환경지속성지수 추정시 사용된 통계적인 방법은 정규분포화를 위한 z-값(z-score)¹⁰⁾과 백분위를 기본으로 사용하고 있다. 개별 국가에 대해 68개 변수별 z-값을 구하여 추정치의 평균값인 0을 중심으로 개별 국가들의 해당변수에 대한 상대적 위치를 추정하였다.

7) 2001년 ESI의 역량지표 중에서 환경정보(environmental information)지표는 토론능력(capacity for debate)지표와 통합하였고, 규제/관리(regulation/management)지표와 공공선택왜곡경감(reducing public choice distortion)지표를 합쳐 새로운 지표로 환경거버넌스(environmental governance)가 추가되었다.

8) 백분위는 수치들의 상대적 위치(등수)를 0에서 100사이의 숫자로 매기는 통계방법이다.

9) 연구진이 밝히는 누락변수의 추정방법(imputing missing values)은 콜롬비아대학 통계학과 Andrew Gelman 교수의 Sequential Regression Multivariate Imputation(SRMI) 접근법을 사용하였으며 Markov Chain Monte Carlo(MCMC) simulation에 바탕을 두고 있다.

10) z-score는 변수의 추정치에서 평균값을 뺀 후 표준편차로 나눈 값으로 그 값이 양이고 크기가 클수록 환경지속성이 상대적으로 높은 것을 의미하고, 음의 값을 가지면서 절대값의 크기가 크면 클수록 환경지속성이 상대적으로 낮은 것을 의미한다.

20개의 각 지표는 정규분포화한 68개 변수를 가지고 각 지표에 포함되는 변수에 적용한 z-값을 평균한 후 이를 백분위로 전환하였다. 예를 들면 대기질(air quality) 지표의 경우 이에 해당되는 변수인 SO_2 , NO_2 , TSP 농도의 z-값을 평균하고 이를 백분위로 전환하여 표시하였다. 따라서 각 변수는 동일한 가중치를 적용하였으며 빠진 변수에 대해서는 단순히 평균에서 제외하였다. 이와 같이 백분위로 매겨진 20개 지표들의 점수를 평균한 것이 환경지속성지수 수치이다.

5개 분야에 대한 수치도 각 분야에 해당되는 지표 백분위를 평균하여 도출하였는데 각 분야별 지표수가 같지 않으므로 환경지속성지수는 5개 분야에 대한 평균치와는 다른 수치임을 알 수 있다.

3. 환경부문지수

가. 지구온난화잠재지수(Global Warming Potential Index: GWPI)

지구온난화잠재지수(Global Warming Potential Index: GWPI)는 대기 중의 온실가스의 영향력을 이산화탄소를 기준으로 하여 지구온난화에 기여하는 정도를 측정하는 지수인데, 지구온난화잠재지수의 가중된 방출물은 이산화탄소를 기준으로 한 teragram¹¹⁾으로 측정된다.

모든 가스는 Tg CO₂ Eq의 단위로 표현되는데 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{Tg CO}_2 \text{ Eq} = (\text{Gg}^{12}) \text{ of gas} \times (\text{GWP}) \times (\text{Tg} / 1,000 \text{ Gg})$$

최근 발간된 국제전력보호 총회(International Plant Protection Convention: IPPC)의 3차 보고서(Third Assessment Report: TAR)에 의하면 지구온난화잠재지수가 국제전력보호 총회의 2차 보고서(Second Assessment Report: SAR)에 비하여 다소 변경되었는데, 기준지표인 이산화탄소의 방출량이 SAR에 비하여 약 12% 정도 낮아서 다른 가스의 지구온난화잠재력이 증가하는 경향을 보이고 있다. 하지만 미국의 경우 아직까지 SAR에 근거하여 지구온난화잠재지수를 작성하고 있다.

11) tera-는 10의 12제곱을 의미한다.

12) giga-는 10억을 의미한다.

<표 2-7> 지구온난화 잠재력(100년 기간)

Gas	GWP	Gas	GWP
CO_2	1	HFC-152a	2,900
CH_4	21	HFC-227ea	2,900
N_2O	310	HFC-236fa	6,300
HFC-23	11,700	FHC-4310mee	1,300
HFC-32	2,800	CF_4	6,500
HFC-125	1,300	C_2F_6	9,200
HFC-134a	3,800	C_4F_{10}	7,000
HFC-143a	140	C_6F_{14}	7,400

자료: IPCC 1996

<표 2-8> 2차보고서와 3차보고서에서의 지구온난화잠재력 비교(100년 기간)

Gas	SAR	TAR	변화	
CO_2	1	1	NC	NC
CH_4	21	23	2	10%
N_2O	310	296	-14	-5%
HFC-23	11,700	12,000	300	3%
HFC-32	650	550	-100	-15%
HFC-125	2,800	3,400	600	21%
HFC-134a	1,300	1,300	NC	NC
HFC-143a	3,800	4,300	500	13%
HFC-152a	140	120	-20	-14%
HFC-227ea	2,900	3,500	600	21%
HFC-236fa	6,300	9,400	3,100	49%
FHC-4310mee	1,300	1,500	200	15%
CF_4	6,500	5,700	-800	-12%
C_2F_6	9,200	11,900	2,700	29%
C_4F_{10}	7,000	8,600	1,600	23%
C_6F_{14}	7,400	9,000	1,600	22%
S_6	23,900	22,200	-1700	7%

나. 표준오염원지수(Pollutant Standards Index: PSI)

표준오염원지수(Pollutant Standards Index: PSI)는 미국의 인구 20만 이상이 거주하는 대도시의 대기상태를 매일 기록하는데, 주요 대기 오염물질에 대한 오염수준을 측정하는 기관인 미국환경청(US EPA)에 의해서 작성된다. 표준오염원지수는 미세먼지(Particulate Matter), 오존, 이산화질소, 이산화황, 일산화탄소 등 5가지 물질의 대기 수준으로 계산된 혼합지표이다. 하루 한차례, 5개 각각의 지표의 가장 높은 농축 수치가 기록되며, 이를 통해 표준 오염원지수 수치로 전환된다.

<표 2-9> 표준오염원지수(PSI) 대기질 범위

PSI Value	범위(Range)
0~50	Good
51~100	Moderate
101~200	Unhealthful
201~300	Very Unhealthful
300 이상	Hazardous

표준 오염원지수 크기의 범위는 0~500이며, 이 중 가장 중요한 수치는 100인데 이 수치는 청정대기법(Clean Air Act)상에 명시된 대기환경 기준수치이기도 한다. 예를 들어, 표준 오염원지수의 수치가 100 이상이라는 것은 대기 오염상태가 기준을 위반한 것을 의미하며, 그 날의 오염물질이 건강에 유해한 범위에 속해 있음을 의미한다.

다. 브리티쉬 콜롬비아 수질지수(Water Quality Index: WQI)

브리티쉬 콜롬비아 수질지수(Water Quality Index: WQI)는 브리티쉬 콜롬비아 지역에 있는 33개의 수자원의 평가에 근거한 지수로 해당 호수는 11개, 소규모 하천은 21개, 해양지역이 1개가 해당된다.

브리티쉬 콜롬비아 수질지수는 지수에 포함된 수자원에 공업, 농업 폐기물 및 생활하수의 유입이 있거나 잠재적으로 오염될 가능성이 있는 것으로 간주되는 수자원을 선택하여 작성되는데, 이때 수질은 질산염, 대장균, 전체 용해가스, 용해산소, 부유 고형물 및 침전물, 영양분, 동물성 플랑크톤, 금속, 철, 산성지수(pH) 그리고 온도 등에 의해 측정된다.

지수의 계산은 다음의 6단계로 구성된다.

1단계는 수자원에 대한 정의로서 지수를 적용하는 수자원은 소규모 하천, 강, 지하수 등이며, 지류, 호수, 강 하구, 만(bay) 등도 개별적으로 적용된다. 2단계는 기간에 대한 정의로서 지수를 적용할 기간은 모든 목표 달성 자료를 얻을 수 있는 기간으로 하며, 보통 최소 1년의 기간이 사용되는데 이는 자료가 대부분 연간 자료를 기반으로 하고 있기 때문이라 할 수 있다. 3단계는 충족하지 못한 목표의 수를 계산(F_1)하는 과정으로서 일반적으로 F_1 으로 불리워지는 첫번째 요소는 충족하지 못한 목표의 수로 측정하는데, 점검된 목표물의 숫자에 대한 백분율로 표시된다. 예를 들어, 어떤 강에서 10개의 목표가 측정되었는데 2개의 목표가 충족되지 않으면, F_1 요소는 20%라 할 수 있다. 즉, 요소가 0%이면 모든 목표가 충족되었음을 의미하며, 100%는 모든 요소가 충족되지 않음을 의미한다. 1년 이상의 F_1 을 계산하는 것은 그 기간동안 충족되지 않은 모든 목표를 합한 다음, 그 기간동안 점검된 모든 목표로 나누어줌으로써 계산할 수 있다. 예를 들어, 1990년에 5개의 목표가 측정되고, 1991년에는 8개, 1992년에는 7개로 총 20개의 목표가 측정되고, 매해 충족하지 못한 목표가 각각 1, 3, 2개라면 F_1 은 30%가 된다.

4단계는 충족하지 못한 목표의 빈도수를 계산(F_2)하는 단계로서 두번째 요소인 F_2 는 충족하지 못한 목표의 빈도수(횟수)를 계산하는 것으로, 주어진 기간동안 모든 장소와 시간에 대해서 점검된 목표의 모든 사례에 대한 백분율로써 표기된다. 즉, 1년 동안 충족되지 못한 목표의 모든 사례를 합산한 것을 그 해에 점검된 총 목표 사례수로 나누어준 다음 100을 곱해준다. F_2 의 범위 역시 0%에서 100%까지이며, 0%는 모든 지역에서 모든 목표가 충족되었음을 의미하며, 100%는 어떤 지역에서도 충

족된 목표의 횟수가 없음을 의미한다. 가령 1990년에 어떤 강의 2지점에서 10개의 목표가 측정되었고 각 지점별로 5번 점검되었으면, 목표 사례의 총 수는 $10 \times 2 \times 5 = 100$ 이며, 여기에서 충족되지 않은 목표수가 20이면 F_2 는 20%가 된다.

5단계는 충족하지 않은 목표에 의한 분량(F_3)을 측정하는 단계인데, 세번째 요소인 F_3 는 주어진 기간동안 충족되지 않은 목표에 의한 최대 분량을 측정한다. 예를 들어 어떤 강에 구리에 대한 목표가 최대 $2\mu\text{g}/\text{L}$ 이고 1990년에 구리의 최대 측정이 $10\mu\text{g}/\text{L}$ 이었다면, 구리의 최대편차는 $10-2=8$ 이 되어 80%가 된다. 만일 이 수치가 1990년에 모든 목표에 대해서 충족하지 않은 가장 큰 편차가 되면 F_3 은 80이 된다. F_3 요소의 범위는 0~100이며 0은 모든 요소가 충족되었음을 의미하며, 100은 목표로부터 매우 유의한 편차가 발생했다는 것을 의미한다. 마지막으로 6단계는 지수의 형식으로 요소들을 결합하는 단계이다. 지수 결합 과정을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$(Index)^2 = [(F_1)^2 + (F_2)^2 + (F_3)^2] / 3$$

$$\rightarrow Index = \langle [(F_1)^2 + (F_2)^2 + (F_3)^2] / 3 \rangle^{1/2}$$

<표 2-10> 지수값과 수자원 순위와의 관계

	F_1	F_2	F_3	Index Value	Index Rank
Excellent	0-2	0-1	0-9	0-4	0-3
Good	3-14	2-14	10-45	5-25	4-17
Fair	15-35	15-40	46-96	26-62	18-43
Borderline	36-50	41-60	97-99	63-85	44-59
Poor	51-100	61-100	99.1-100	86-145	60-100

라. 캐나다 대기질지수(The National Index of the Quality of the Air: IQUA)

캐나다 대기질지수(The National Index of the Quality of the Air: IQUA)는 캐나다 대기 상태를 실시간으로 캐나다 국민에게 제공하는 지수로 1976년에 연방 임시 소위원회(Federal Ad Hoc Sub-Committee)에 의해 고안되어 ‘국가대기질목표(National Air Quality Objectives)’의 기초가 된 지수이다. 캐나다 대기질지수를 고안할 당시 연방 임시 소위원회는 다음과 같은 특성을 갖는 지수를 고안하고자 하였다.

- 대중에게 신속히 납득시킬 수 있는 지수
- 보고 느끼는 대기 상태와 최대한 동일한 지수
- 주요 대기 오염원과 그와 관련된 영향력을 포괄적으로 표현할 수 있는 지수
- 다른 기타 오염원과 평균적인 횡수로의 확장 가능한 지수
- 지역간 비교 가능한 지수
- 경고 시스템으로서 사용 가능한 지수

연방 임시 소위원회는 이러한 목적을 달성하기 위하여 다양한 대기 오염원(오염 평균 횡수)에 대한 하위 지수를 고안하였는데, 다양한 대기 오염원은 ‘국가대기질목표’의 범주에 있는 “maximum desirable”, “maximum acceptable”, “maximum tolerable”에 의해 정의된 선형함수에 의해 계산된다. 지수는 0~25(good), 26~50(fair), 51~100(poor), 100이상(very poor)로 구분되며, 대중에게 공표되는 지수는 가장 많이 이용하는 지수이며, “단기 대기질지수”와 “연간 대기질지수”로 구분된다.

<표 2-11> 각 오염원에 대한 캐나다 대기질지수 범위 비교

오염원	기준 시간	Maximum Desirable IQUA Value(25)	Maximum Acceptable IQUA Value(50)	Maximum Tolerable IQUA Value(100)	Canada- Wide Standard Index Value(100)	Ontario AQI Concentrations Index Values		
아황산가스	연간	0.01ppm	0.02ppm					
	24시간	0.06ppm	0.11ppm	0.31ppm				
	1시간	0.17ppm	0.34ppm	2.0ppm		0.25ppm	0.35ppm	2.0ppm
고정미립자	연간	60 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	70 $\mu\text{g}/\text{m}_3$					
	24시간	60 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	120 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	400 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	($PM_{2.5}$) $30 \cdot \text{g}/\text{m}^3$			
오존	연간		0.015ppm			0.051ppm	0.080ppm	0.149ppm
	1시간		0.05ppm	0.15ppm				
	8시간				0.065ppm	9ppm	9ppm	13ppm
일산화탄소	8시간	5ppm				22ppm		31ppm
	1시간	13ppm						
이산화질소	연간	0.03ppm				0.21ppm		0.26ppm
	1시간	0.11ppm						
안개농도	1시간	1.7COH units	4.0COH nuits	6COH nuits				
	24시간	0.25COH units	0.84COH units	2.5COH units				
PM_{10}	24시간	30 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	55 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	95 $\mu\text{g}/\text{m}_3$				
전체 황 감소분	1시간	0.05ppm	0.01ppm	0.10ppm				

<표 2-12> 대기질지수에 사용되는 분기점상의 오염군의 영향

범위	일산화탄소 (1시간, 8시간)	이산화질소 (1시간)	오존 (1시간)	아황산가스 (1시간, 24시간)	고정미립자 (24시간)
Very Poor 100이상	심장이나 호흡기 질환을 가진 사람에게 육체적 스트레스	천식과 기관지염이 있는 환자에 민감	호흡기 질환 증세 증가	호흡장애, 사망을 증가	천식과 기관지염이 있는 환자에 민감
Poor (51-100)	심장병을 가지고 있는 비흡연자에게 심장질환 악화를 가져옴	장기간 노출시 호흡기 질환 증가	격한 운동활동 감소	천식과 기관지염이 있는 환자 민감하게 반응. 악취증가. 식물성장 장애 증가	유아의 호흡기 질환 증가. 시력 감소
Fair (26-50)	심장질환을 가지고 있는 흡연자에게 심장질환의 악화를 가져옴	인간에게 미친 영향에 대해 알려진바 없음	식물의 성장장애 증가	식물성장 장애 증가	시력 감소
Good (0-25)	영향 없음	영향 없음	물체들이 대기 산소 수준에 의해 영향 받음	영향 없음	영향 없음

<표 2-13> 장기(연간) 대기질지수 계산 사례

오염원	기준 시간	실제 측정량	지수화된 가치
SO ₂	1시간	150 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	8
	24시간	100 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	17
고정 미립자	24시간	130 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	53
CO ₂	1시간	8 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	13
	8시간	7 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	29
NO ₂	1시간	130 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	16
	24시간	91 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	23
O ₃	1시간	175 $\mu\text{g}/\text{m}_3$	56

장기 대기질지수 계산 사례는 다음과 같다. 먼저 가장 높은 수치를 나타내는 세 지수(O_3 (56), 고정미립자(53), SO_2 (29))를 선별한 다음, 세 지수 수치에 대한 평균값을 계산한다. (평균값 = 46) 마지막으로 평균값 46에 해당하는 범위(46 → Fair (26-50)에 해당)를 선정한다.

마. 미국 대기질지수(The US Air Quality Index: USAQI)

1999년 6월 미국 환경청(US EPA)에서는 표준오염원지수(Pollutant Standards Index: PSI)를 대체하는 미국 대기질지수(The US Air Quality Index: AQI)가 발표되었는데, 미국 대기질지수는 인체의 건강과 관련한 일일 대기 상태를 발표하는 지수로, 오염된 공기를 호흡한 후 몇 시간 이내에 혹은 몇 일 이내에 발생할 수 있는 건강상에 미치는 영향에 초점을 맞춘 지수이다.

미국 환경청은 청정대기법(Clean Air Act)의 규제를 받는 5가지의 주요 오염원(오존, 고정미립자, 일산화탄소, 이산화황, 이산화질소)에 대해서 지수를 작성하고, 각 오염원에 대한 대기질 표준을 설립하였다.

대기질지수의 수치는 높을수록 인체에 위험함을 나타내는데, 대기질(air quality)은 미국 전역에 분포한 대략 1000여 곳 이상의 지점에서 주요 오염원의 농축정도를 기록하는 모니터링원의 네트워크로 측정된다. 이들에 대한 기초 측정자료를 통해 지수 수치로 전환되며, 어느 특정 지역에서 개별 오염원에 대해서 가장 높은 수치가 그 날의 지수가 된다. 예를 들어, 7월 12일 특정 지역에서 오존 수치가 90이고, 이산화황 수치가 88이면, 그 날의 지수는 오존에 대해서 90을 나타낸다.

인구 35만 이상의 대도시에서 관계당국은 대중에게 매일 대기질지수를 발표해야 하며, 지역신문, TV, 라디오, 인터넷 그리고 각 지역별 핫라인을 통해 정보가 제공된다. 지수의 수치가 100이상이 나오면 당국은 오염원에 취약한 아이들이나 기관지 질환 혹은 심장질환을 가지고 있는 사람에게 정보를 제공해야 한다.

<표 2-14> 미국 대기질지수와 주의지표

Index Value	Color Code	건강 주의 수준	오존	고정미립자 25 μm^2	고정미립자 10 μm^2	일산화탄소	이산화황
0-50	Green	Good -대기상태가 거의 위험하지 않음	없음	없음	없음	없음	없음
51-100	Yellow	Moderate -대기상태가 대체적으로 양호하지만 오존에 민감한 사람은 주의	오존에 민감한 사람들은 외출을 자제하고 격한 활동 자제	없음	없음	없음	없음
101-150	Orange	Unhealthy -일부가 건강에 미치는 영향 변화를 감지. 취약한 사람은 심각한 건강상의 변화 감지	활동적인 아이들이나 성인들이 호흡기 질환에 노출. 외출 자제	호흡기나 심장질환을 가진 사람들과 아이들의 외출 자제	호흡기 질환을 가진 사람 외출자제	심장혈관질환을 가진 사람은 격한 운동과 배기가스와 같은 일산화탄소에 노출되지 않아야 함	천식을 가진 사람들의 외출 자제
151-200	Red	Unhealthy -모든 사람들이 건강상의 변화 감지. 특히 민감한 사람들은 매우 심각한 건강상의 변화 감지	활동적인 아이들이나 성인들이 호흡기 질환에 노출. 모든 사람들의 외출 자제	호흡기나 심장질환을 가진 사람들과 아이들 그리고 노인들의 외출 자제. 모든 사람들의 외출 자제	천식을 가지고 있는 사람의 외출 자제. 특히 노인과 아이들의 외출 자제	심장혈관질환을 가진 사람은 격한 운동과 배기가스와 같은 일산화탄소에 노출되지 않아야 함	천식을 가진 사람들의 외출 자제
201-300	Purple	Very unhealthy -건강경보 발생	활동적인 아이들이나 성인들이 호흡기 질환에 노출. 모든 사람들의 외출 자제	호흡기나 심장질환을 가진 사람들과 아이들 그리고 노인들의 외출 자제. 모든 사람들의 외출 자제	천식을 가지고 있는 사람의 외출 자제. 특히 노인과 아이들의 외출 자제	심장혈관질환을 가진 사람은 격한 운동과 배기가스와 같은 일산화탄소에 노출되지 않아야 함	천식을 가진 사람들의 외출 자제. 모든 사람 외출 자제
301-500	Maroon	Hazardous -건강 주의보와 응급상황 발생. 전체 국민들이 영향을 받음	모든 사람들은 외부활동 자제	호흡기나 심장질환을 가진 사람들과 아이들 그리고 노인들의 외출 자제. 모든 사람들의 외출 자제	모든 사람의 외출 자제. 특히 아이들이나 환자들은 실내에 있어야 함	심장혈관질환을 가진 사람은 격한 운동과 배기가스와 같은 일산화탄소에 노출되지 않아야 함	아이들 천식, 폐질환을 가진 사람은 실내에 있어야 함. 외부활동 자제 요망

제3장 지속가능발전지수 모형

지속가능발전지수(Sustainable Development Index: SDI) 개발 목적은 정책입안자나 일반 국민에게 지속가능발전에 대한 통합된 정보를 제공함으로써 지속가능한 국가 발전을 평가하고, 국제적으로 지속가능성을 비교하는데 유용한 자료로 사용하기 위함이다. 지속가능발전지수가 포괄하는 범위는 국가의 전반적인 지속가능성을 내포하는 경제, 사회, 환경 분야 등 사회 전반적인 분야를 포괄한다.

지수작성은 변수 선택(selection of variables), 지표 선정(selection of indicators), 정규화(normalizing), 통합화(aggregation)의 단계를 거치게 되는데, 지속가능발전지수 작성과정에서 가장 중요한 것은 실제 국가의 지속가능성을 가장 정확히 보여주는 이상적 지수를 작성하는 것이라 할 수 있으며, 이를 위해 각 부문을 충분히 설명해 줄 수 있는 지속가능발전지표가 충분하게 작성되어야 한다.

각 부문별, 지표별로 구체적 지속가능발전 기준을 효율적으로 마련하고 선정하기 위해서는 몇 가지 선정기준이 필요하다.

첫째, 지수의 적합성(relevance)이다. 해당 지수가 지니는 의미가 명확한 것인지, 그 지수를 관리함으로써 국가의 지속가능성 개선에 도움이 되는 것인지, 가용한 자료를 최대한 활용한 최선의 방법인지, 지속가능발전지수 설정이 국가가 책정한 정책이나 지향하는 방향에 부합되는 내용인지 등에 대한 종합적인 판단이 필요하다.

둘째, 지수의 측정가능성(measurability) 및 투명성(transparency)이 보장되어야 한다. 지속가능발전지수는 그 평가가 가능하여야 하며, 그 방법의 객관성이 보장되어야 하는데, 특히 외부 이해관계자의 정보요구를 충족시키기 위한 경우에는 그 투명성이 절대적으로 중요하게 다루어져야 한다. 즉, 아무리 개념적으로 훌륭한 지수가 개발되었다 하더라도 객관적인 측정이 불가능하다면 채택할 수 없기 때문이다.

셋째, 비교가능성(comparability)이다. 국가간 지속가능성 평가를 통하여 지속가능발전의 지속적인 개선을 도모하기 위해서는 시차적 평가 결과에 대한 객관적인 비

교·검토가 필요하다 할 수 있다.

넷째, 규칙성(regularity)이 보장되어야 한다. 경제지수, 사회지수, 환경지수 등 모든 지수가 갖추어야 할 핵심적 요소는 복합적 활동에 대한 정보를 축약하여 가시적인 형태로 일반에게 전달하는 것이며 시의 적절하고 정기적으로 알려주는 것 이여야 한다.

1. 지속가능발전지수 작성 과정

가. 부문지수(하위지수) 작성

지속가능발전지수를 작성하기 위해서는 먼저 부문지수 I_j 에 대한 함수를 구성해야 한다. 즉 지속가능발전 정도를 나타내고 있는 각 지속가능발전지표에 대한 부문지수를 구성한 다음 각각 구성된 부문지수별로 다음과 같은 함수 형태로 부문지수를 작성할 수 있다.

$$I_j = f_j(X_i), (i = 1, 2, \dots, n)$$

여기에서, $X_i = i$ 지속가능발전지표

$$I_j = j \text{ 부문 지수}$$

위의 수식에서 j 부문지수 함수의 구성요소 $f_j(x_1), f_j(x_2), \dots, f_j(x_n)$ 은 각 지표의 지속가능발전 특징을 보여주게 되므로 각각 다양한 수식으로 표현된다. 부문지수의 함수유형은 다음과 같다.

1) 선형함수

부문지수의 함수 유형으로 가장 보편적으로 사용되는 함수는 선형함수이다. 선형

함수는 계산하기가 단순하고 이해하기 쉬우며, 일상생활에서 많은 변수들이 선형으로 구성되어 친숙하게 느끼는 장점을 가지고 있다.

선형함수의 형태는 다음과 같다.

$$I = ax + \beta$$

I : 부문지수

x : 지속가능발전지표

a : 계수(일정)

β : 상수(일정)

여기에서 부문지수 I 와 지속가능발전지표 X 는 비례관계를 나타낸다.

2) 분할선형함수

분할선형함수의 단적인 예는 법적으로 정해진 배출허용농도 $X = X_s$ 이하에서는 어떤 오염 효과도 발생하지 않지만 $X > X_s$ 일 경우 극단적으로 심각한 효과가 발생한다고 가정할 경우 이 때 선형함수는 $X = X_s$ 지점에서 수평선과 수직선이 만나는 형태를 가지게 된다.

X 와 I 의 임계점 조합이 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_j, b_j)$ 로 표현되고 n 개의 분할선을 갖는 분할선형함수의 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$I = \frac{b_{j+1} - b_j}{a_{j+1} - a_j} (X - a_j) + b_j, \text{ 여기서 } a_j \leq X \leq a_{j+1}$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

분할선형함수의 극단적인 예는 '계단함수'라고 할 수 있는데, 예를 들어 용존산소

X 가 포화도 10% 미만인 경우 용존산소의 부문지수 $I=0$ 이며, 10%~30%일 때 부문지수 $I=30$, 포화도 70% 이상일 경우 부문지수 $I=100$ 이면 이들 점을 연결한 전체함수는 계단함수의 형태를 보이게 된다.

3) 비선형함수

비선형함수는 수식이 없고 그래프로만 나타낼 수 있는 경험적 함수라고 할 수 있다. 경험적 함수는 대개 일부 실증 곡선이 연구과정에서 얻어질 때 제기되는데, 예를 들어 수질 전문가들에게 1~100 사이의 척도로 수질 점수를 매기도록 요청하는 경우 응답을 그래프로 그리면 그 그래프는 평균화된 합성곡선이 된다.

한편, 수식이 있는 외형적 함수형태가 있는데, 외형적 비선형함수에서 곡률은 수학적으로 다음과 같이 표현 가능하다.

$$I = X^c (C \neq 1)$$

위의 일반적인 비선형함수는 C 값이 변화함에 따라 다양한 형태의 비선형 곡선함수가 될 수 있다.

4) 분할비선형 함수

분할비선형함수는 여러 개의 상이한 곡선 형태를 설명하기 위하여 사용되지만 그 식을 다루기는 어렵다. 쉬운 방법은 곡선을 구간별로 나누어 각 구간을 비선형식으로 나타낼 수 있는데, 결국 분할된 비선형함수는 지속가능정도에 따라 각각 상이한 형태로 나타나는 비선형부문들을 통합하여 표시한 것이라고 할 수 있다.

나. 부문지수 통합

부문지수의 통합과정은 지속가능발전지수를 계산하는데 가장 중요한 단계라 할 수 있다. 통상 통합과정에서 정보가 줄어들고 단순화되는데 그래서 지수작성과정에서 발생하는 오류도 대부분 이 단계에서 발생한다. 따라서 이상적인 종합지수를 작성하기 위해서는 통합과정에서의 손실을 최소화하고, 각각의 부문지수의 특징을 최대한 반영해야 한다.

위에서 언급한 것처럼 각 부문별 지수를 추정한 다음에는 이를 종합지수로 통합하여야 한다. 종합지수 I 의 구성은 다음과 같다.

$$I = g(I_1, I_2, \dots, I_n)$$

종합지수는 보통 개별부문지수를 합친 가법형이나 승법형 내지 최대치형, 최소치형으로 구분한다. 종합지수의 일반적인 함수 유형들은 다음과 같다.

1) 가법형 함수

가법형 함수는 가장 단순한 형태의 종합함수 형태로서 개별부문지수를 합한 형태이다. 하지만 개별부문지수를 모두 합하면 종합지수가 과대평가 될 수 있는 위험이 있는데, 이를 보완하기 위해 각 부문지수에 적절한 가중치를 곱하기도 한다. (가중치의 합은 1로 부여)

가중치가 부여된 일반적인 형태의 가법형 종합지수함수는 다음과 같다.

$$I = \sum_{i=1}^n W_i \cdot I_i, \quad \text{여기에서} \quad \sum_{i=1}^n W_i = 1$$

I_i : i부문지수

W_i : i부문지수의 가중치

한편, 가중화된 부문지수의 선형합은 종합지수를 과소평가할 위험이 있으며, 이러한 단점을 보완하기 위해 다음과 같은 지수승합계 단위근이 개발되기도 하였다.

$$I = \left[\sum_{i=1}^n I_i^p \right]^{1/p}$$

위 식에서 P값이 증가할수록 과대평가부분은 줄어들고, P가 ∞에 가까울수록 과대·과소부분이 사라지게 된다. 하지만 지수승합계 단위근 함수는 용도가 제한되어 있어서 사용하기 어렵다는 단점을 가지고 있다.

2) 승법형 함수

일반적으로 승법형 함수는 감소형 지수를 통합하는데 사용된다. 일반적인 형태의 승법형 함수는 다음과 같다.

$$I = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i}, \text{ 여기서 } \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

승법형 함수형태의 종합함수는 만일 하나의 부문지수라도 0이면 항상 0이 되는데, 즉 어떤 한 지수라도 나쁜 결과를 보이면 전체 종합지수는 나쁜 결과를 보이게 되므로 결과의 과소평가나 과대평가 문제가 발생하지 않는다는 장점을 가지고 있다.

3) 최대함수와 최소함수

최대함수는 일반 종합함수의 특별한 형태로 그 지수가 적어도 하나의 허용기준이나, 목표치가 위반되었는지, 얼마나 위반되었는지를 보고자 할 경우에 적합한 함수 형태이다. 하지만 지금까지 최대함수는 그 타당성이 제대로 검증되지 못했고 지수작성에 거의 사용된 적이 없다는 한계를 가지고 있다.

최대함수의 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$I = \max \{I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n\}$$

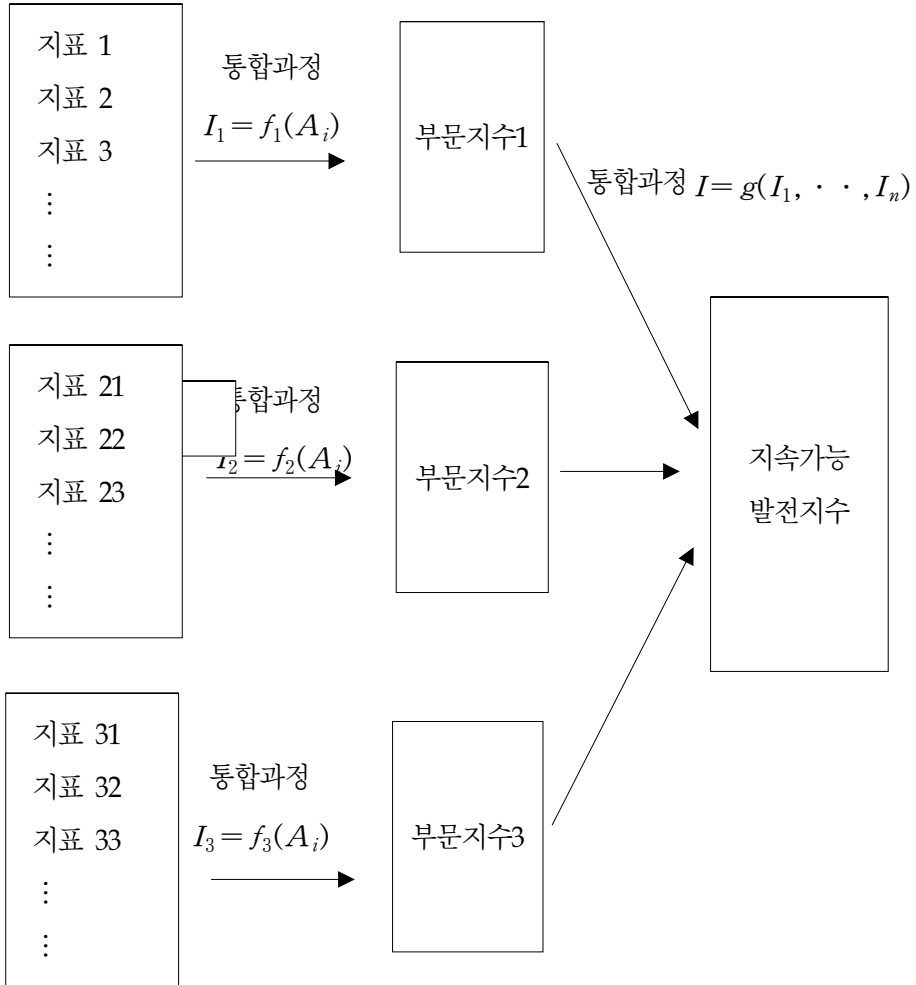
여기에서 I 는 부문지수 중 가장 큰 값을 종합지수로 결정한다.

한편, 최소함수에서는 가중치를 사용한 함수와 비슷하게 과소평가나 과대 평가가 발생하지 않는다는 장점을 가지고 있으며, 감소형 부문지수를 종합지수로 통합하는데 적합하다. 하지만 최대함수와 마찬가지로 지금까지 최소함수는 지수작성에 사용되지 않았고 그 잠재성도 아직 명확하지 않다.

최소함수의 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$I = \min \{I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n\}$$

<그림 3-1> 지속가능발전지수의 작성 단계



2. 계층분석법(Analytical Hierarchy Process: AHP)¹³⁾

가. 계층분석법의 개요

계층분석법은 1970년대 초 Saaty(1980)에 의해 처음 개발되었으며 평가, 선택, 예측을 위한 의사 결정문제의 우선 순위 결정에 주로 사용되는 방법이다. 계층분석법은 복잡한 의사결정 문제를 계층적으로 구조화하여 부분적으로 하나씩 단계적으로 접근하여 최종적으로 종합하는 과정을 거치게 된다.

계층분석법을 사용할 때 유의해야 할 하나의 기준은 카리스마적인 한 개인의 영향 없이 응답자의 순수하고 왜곡되지 않은 견해를 반영해야 한다는 점이다. 계층분석법은 전문가 집단간에 일관성과 수렴화를 조사하는 빠르고 손쉬운 방법을 제공한다는 장점을 지니고 있다. 계층분석법은 과거에 환경적 의사결정에는 별로 사용되지 않았으나, 최근에는 환경적 의사결정에서 주로 사용되는 방법이기도 하다.

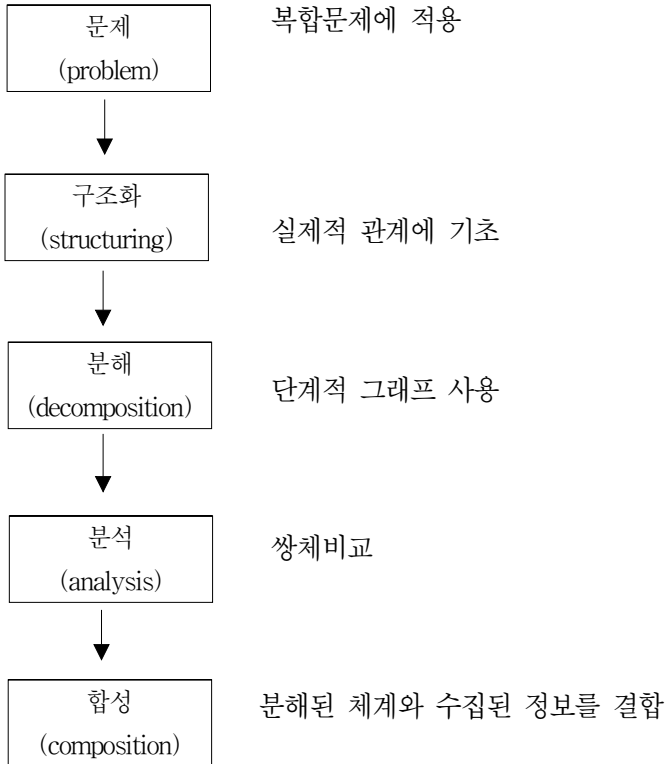
나. 계층분석법의 논리적 구조

계층분석법에서 준비된 문제는 상위수준에서 목표하는데, 가령 최선의 선택을 결정하도록 문제를 구성부분으로 분해하고 단계적으로 조직화한다. 중간 수준은 결정 대안에 대한 차별적 효과를 갖는 요소들로 구성되며, 반면에 대안적 결정은 가장 최종 단계에 위치하게 된다.

계층분석법은 여러 목표 중에서 적합한 선택을 하기 위해서, 복잡한 체계를 분해, 비교하여 다시 종합하는 과정을 거치게 되고 실질적인 분석은 동일수준에 대한 대안의 쌍체비교를 함으로써 이루어지는데, 이는 의사결정자가 가장 익숙한 내용에 관한 비교를 할 수 있어야 하기 때문이다. 계층화과정은 가장 낮은 수준에서 작성된 비교가 가장 높은 수준에서 제시된 실질적 문제에 영향을 주도하도록 형성되어야 한다.

13) Thomas L. Saaty. 1980. "Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation", McGraw-Hill

<그림 3-2> 계층분석법의 논리적 구조



계층분석법은 개별적 단계가 유추될 수 있는 양적인 수량화체계라고 할 수 있는데, 결과 유도는 체계의 복잡성으로 인하여 가시적인 형태로 제시되는 것이 아니라 수학적 공식과 논리적 설명으로 제시된다. 따라서 이 분석법은 조그만 차이가 전체 결과에 결정적으로 영향을 주지 못하므로 매우 확실하고 안정된 분석방법이라 할 수 있다.

다. 계층분석법의 적용과정

1) 문제설정 및 계층적 구조화 단계

이 단계는 의사결정을 해야 할 문제를 제시하고 각 문제의 구성요소를 계층화하는 단계인데, 계층화 과정에서 비교되는 각 요소들이 최종 목적을 결정하는데 영향을 주기 때문에 서로 비슷한 특징끼리 묶고 분류하여 계층화해야 한다. 이 단계에서는 어떤 문제를 구성하고 있는 가장 핵심요소들을 결정하고 그 다음으로 최선의 방법으로 이들 요소를 보완하고 대체하여 평가해야 한다. 최종적으로 해결 대안들을 가장 효과적인 방법으로 측정하게 된다. 이러한 과정은 중요한 모든 요소가 포함되었다고 간주될 때까지 계속해서 수정과 재검토를 반복하고 되고, 일련의 계층구조에 따라 순차적으로 수행하게 된다.

2) 문제별 쌍체비교 단계

문제별 구성요소들은 그들이 내포하고 있는 특징별로 상대적인 영향 측면에서 한 쌍씩 비교되는데, 즉 각 평가요소를 1대1로 비교하여 상대적 중요도를 결정하게 된다. 두 요소를 비교할 경우에 비교하는 방법은 A와 B중에 어느 것이 더 중요한가(심각한가)? 라고 질문하게 되는데, 그 심각성의 정도를 비교하는 데 사용되는 쌍체비교의 척도는 일반적으로 다음과 같이 1에서 9까지 사이의 점수를 사용하게 된다.

<표 3-1> 쌍체비교 척도

척도	정의	내용
1	동등하게 심각(equally)	해당 문제에 대한 A와 B의 심각도가 동일
3	약간 더 심각(weakly)	A가 B보다 약간 더 심각
5	꽤 더 심각(strongly)	A가 B보다 꽤 더 심각
7	상당히 심각(very strongly)	A가 B보다 상당히 심각
9	절대적으로 심각(absolutely)	A가 B보다 절대적으로 심각
2,4,6,8	인접한 두 판단사이의 중간 정도 중요	필요시 사용
이상척도의 역수	B가 A보다 중요할 경우 사용	

쌍체비교의 주된 이점은 인간 마음이 여러 문제를 동시에 구별하는 것보다 2개의 상이한 문제별로 세분하여 판단하면 중요도의 차이를 더 쉽게 구별할 수 있다는 점에 있다.

3) 가중치 산정 및 일치성 분석 단계

가) 가중치 산정

계층분석법의 최종단계는 각 문제별 가중치를 산정하고 응답의 신뢰성을 검증하는 단계이다. 이 단계에서는 전문가 집단이 응답한 쌍체비교의 값을 집계하여 해당 부문별 중요도 즉 가중치를 산정하고 이를 기초로 전체 응답자들이 신뢰성 있고 일관성 있는 응답을 하였는지 여부를 확인하게 된다. 가중치 계산방법은 문제별 쌍체비교값을 정방행렬로 배열하고 이를 이용하여 문제별 가중치를 산정한다.

각각의 지속가능부문 이슈를 $A_1 \cdot \cdot \cdot A_n$ 로 두고 지속가능 정도를 $V_1 \cdot \cdot \cdot V_n$ 이라 할 때 이슈별 쌍체비교값을 정방행렬[A]로 배열하면 다음과 같다.

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	$\frac{V_1}{V_1}$	$\frac{V_1}{V_2}$...	$\frac{V_1}{V_n}$
A_2	$\frac{V_2}{V_1}$	$\frac{V_2}{V_2}$...	$\frac{V_2}{V_n}$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
A_n	$\frac{V_n}{V_1}$	$\frac{V_n}{V_2}$...	$\frac{V_n}{V_n}$

위의 표에서 $\frac{V_1}{V_1}$ 은 A_1 자신에 비교한 것으로 그 값은 1이다. $\frac{V_1}{V_2}$ 은 A_2 에 비교한 A_1 의 심각정도를 나타낸 값이고 $\frac{V_1}{V_n}$ 은 A_n 에 비교한 A_1 의 쌍체비교값을 의미한다. 이러한 쌍체비교값을 이용하여 문제별 가중치를 구하는 방법에는 산술평균과 기하평균이 있는데, 산술평균으로 각 문제의 가중치 $W_1 \sim W_n$ 을 구하면 다음과 같다.

$$W_1 = (\frac{V_1}{V_1} / V_{T1} + \frac{V_1}{V_2} / V_{T2} + \dots + \frac{V_1}{V_n} / V_{Tn}) / n$$

$$W_2 = (\frac{V_2}{V_1} / V_{T1} + \frac{V_2}{V_2} / V_{T2} + \dots + \frac{V_2}{V_n} / V_{Tn}) / n$$

$$\vdots$$

$$W_n = (\frac{V_n}{V_1} / V_{T1} + \frac{V_n}{V_2} / V_{T2} + \dots + \frac{V_n}{V_n} / V_{Tn}) / n$$

(단, n은 부문별 지표수)

$$V_{T1} (= \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V_1}) \text{ 는 1열의 쌍체비교값의 합계}$$

$$\vdots$$

$V_{Tn}(= \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V_n})$ 는 n열의 쌍체비교값의 합계

위 식에서 각각의 가중치는 정방행렬[A]에서 각 행의 쌍체비교값을 당 열의 쌍체비교 합계치로 나눈값을 합하여 부문지수 전체 수(n)로 평균한 것이다. 표준화한 가중치의 합계는 1이 된다.

나) 일치성 분석

그 다음으로 전문가 집단이 주관적으로 판단한 요소간의 심각성이 이행성의 공리를 만족시키면서 얼마나 일관성있게 응답하였는가를 알기 위해서 일치성 분석이 필요하다. 일치성분석을 하려면 첫째, 최대고유치(principal Eigenvalue) λ_{\max} 를 구하고 둘째, λ_{\max} 를 이용하여 일치성지수(Consistency Index: CI)를 구해야 한다. 셋째, 최종적으로 일치성지수 CI를 가지고 일치성비율(Consistency Ratio: CR)을 구하는데, 이 일치성비율(CR)을 가지고 일치성 여부를 판단하게 된다.

먼저 λ_{\max} 는 다음의 과정을 통하여 도출한다. 즉 $n \times n$ 정방행렬[A]와 $n \times 1$ 가중치행렬[W]를 곱하면 새로운 $n \times 1$ 가중벡터행렬[Y]가 산정되는데, 이 가중벡터행렬의 구성요소 $Y_1 \cdot \cdot \cdot Y_n$ 과 가중치 $W_1 \cdot \cdot \cdot W_n$ 을 이용하여 λ_{\max} 를 얻을 수 있다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$[A] \cdot [W] = [Y]$ 이고,

$$\left(\frac{Y_1}{W_1} + \frac{Y_2}{W_2} + \cdot \cdot \cdot + \frac{Y_n}{W_n} \right) / n = \lambda_{\max}$$

그 다음, 일치성 여부 검증은 일치성지수(CI)와 각 행렬의 크기별로 결정되는 임의의 지수(Random Index)간의 비중을 의미하는 일치성 비율(CR)로 판단한다. 일치성 비율은 설문에 응한 응답자의 일치성이 임의적인 응답의 일치성과 얼마나 차이가 나는

지 보여주게 되는데, 일치성지수는 다음과 같이 정의된다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \lambda_{\max} \geq n$$

(단, n = 행렬의 차원)

여기서 주관적 쌍체비교가 임의적으로 이루어질 때 발생할 수 있는 값 즉, 임의지수와 일치성지수를 비교하면 일치성비율(CR)을 얻게 된다. 응답자들이 쌍체비교에서 완전히 일치되게 응답할 것으로 기대하지는 않지만, 통상 CR이 10%이하이면 양호하게 응답한 것으로 간주된다.

3. 종합지수 작성 방법

종합지수의 개발과정은 첫째, 지속가능지표를 전문가 설문조사에 기초하여 부문지수로 통합하고 둘째, 지속가능정도의 수량화를 통하여 부문지수의 가중치를 산정하고, 가중치와 부문지수를 통합하는 단계로 구분한다.

가. 부문지수의 표준화

지속가능발전지수는 각 지속가능지표를 수학적으로 부문지수화하는 과정과 산정된 부문지수를 통합하는 단계를 거쳐 작성되는데, 일반적으로 종합지수는 표준화된 부문지수를 가법형태나 승법형태로 합산하여 산정한다. 다음의 식은 가법형태로 지수를 산정하는 방식을 나타낸 수식이다.

$$\begin{aligned}
 SI_{jt} &= \frac{P_{1t}}{P_{10}} \times w_1 + \frac{P_{2t}}{P_{20}} \times w_2 + \dots + \frac{P_{nt}}{P_{n0}} \times w_n \\
 &= \sum_{i=1}^n \frac{P_{i,t}}{P_{i,0}} \times w_i
 \end{aligned}$$

SI_{jt} : t년도의 표준화된 j 부문지수

$P_{i,0}$: 기준년도 i 지속가능발전지표

$P_{i,t}$: 비교년도(t년) i 지속가능발전지표

w_i : i 지속가능발전지표에 대한 가중치

가법형 중에서 지수승합계단위근(root sum power : RSP)과 지수승평균단위근(root mean square : RMS)은 가중합에서 과소평가되기 쉬운 특정부문지수의 영향력을 확대시켜주는 역할을 하는데, 이들은 특정 부문지수값을 증대시킴으로써 오히려 문제를 크게 확대 해석하게 할 수 있기 때문에 그 특정 부문지수 값이 결정적인 영향을

미치는 특수한 상황에만 적용해야 한다는 제약을 가지고 있다. 가법형 중에서 가중합 방법이 부문지수를 다소 과대평가하는 경향이 있다고 하지만 종합지수의 과대평가부문을 축소시켜주는 이점이 있어서 지금까지 가장 널리 사용되고 있다. 다음의 식은 가중합방법에 따른 종합지수 작성모형 예이다.

$$w_1 = \left(\frac{V_1}{V_1} / V_{T.1} + \frac{V_1}{V_2} / V_{T.2} + \dots + \frac{V_1}{V_n} / V_{T.n} \right) / n$$

$$w_2 = \left(\frac{V_2}{V_1} / V_{T.1} + \frac{V_2}{V_2} / V_{T.2} + \dots + \frac{V_2}{V_n} / V_{T.n} \right) / n$$

⋮
⋮

$$w_n = \left(\frac{V_n}{V_1} / V_{T.1} + \frac{V_n}{V_2} / V_{T.2} + \dots + \frac{V_n}{V_n} / V_{T.n} \right) / n$$

(단, $w_1 \dots w_n$: 각 지속가능정도의 가중치)

$\frac{V_2}{V_1}$: 지속가능성 1과 비교한 지속가능성 2의 쌍체비교값

$V_{T.1} \dots V_{T.n}$: 각 열의 쌍체비교의 합계치

나. 종합지수 도출

최종적으로 종합지수는 표준화된 부문지수와 부문지수의 가중치를 다음과 같이 통합하여 도출하게 된다.

$$\begin{aligned} SDI_t &= SI_{1,t} \cdot W_1 + SI_{2,t} \cdot W_2 + \cdots + SI_{j,t} \cdot W_j + \cdots + SI_{n,t} \cdot W_n \\ &= \sum_{j=1}^n S_{j,t} \cdot W_j \end{aligned}$$

SDI_t : t년의 종합지수(지속가능발전지수)

$SI_{j,t}$: t년의 표준화된 j부문지수

W_j : j부문지수의 가중치

여기에서 W_j 는 표준화된 부문지수의 가중치이며 종합지수에 미치는 부문지수의 영향력을 의미한다. 즉, 부문지수가 한 단위 증대할 경우 종합지수는 W_j 만큼 증대되는데, 따라서 어떤 부문지수 중의 가중치가 다른 부문지수에 비하여 크면 종합지수에 미치는 상대적 영향은 그만큼 크게 된다.

제4장 지속가능발전지표 선정

1. 지속가능발전지표의 개념

일반적으로 지표란 추상적인 현상이나 개념을 일정한 속성을 가진 변수로 변환하고 이를 다시 측정·평가할 수 있는 수단으로 전환되어진 것을 의미한다. 지속가능발전지표는 국가 구성요소의 중심축인 사회, 환경, 경제, 그리고 제도 요소들 가운데 대표성이 있는 일부를 개관함으로써 현재와 미래에 영향을 미치는 정보를 확보하여 지속가능발전을 위한 현재의 상황을 평가하는 수단이라고 할 수 있다. 지속가능발전지표는 현재의 오염을 야기하는 행위, 환경상태 또는 그 변화만을 반영하고 있는 환경 지표와는 달리 지속가능한 발전의 정의에 충실해야 한다.

지표의 범위를 파악하고 결정할 때는 현재 알려진 최첨단 지식에 바탕을 두어야 하며, UN, OECD, EU 등 국제기구에서 발표한 위험물질 또는 과학적 지식을 참고로 체계적으로 수집된 자료를 검토하는 것이 필요하다.

2. 지속가능발전지표 선정 기준

지표는 자료를 간결하고 유용한 정보로 압축하는데 도움을 주어야 한다. 지금까지 제기되고 있는 지표들은 국가별 특성에 따라 서로 다르게 적용될 수 있기 때문에 지속가능성을 명확하게 평가하기 위해서는 지표의 선정기준을 고려할 필요가 있는데, 지표 선정에 있어서 우선 고려 사항은 측정가능성과 투명성으로 지표는 측정이 가능해야 하며, 측정 방법의 객관성이 보장되어야 한다. 특히 외부 이해관계자의 정보욕구를 충족시키기 위한 경우에 투명성이 절대적으로 필요하다 할 수 있다.

또 측정에 소요되는 비용을 고려해야 하는데, 완벽한 지속가능발전지표의 개발과 실행에는 많은 예산이 소요되므로, 지향하는 목적에 적합한 수준의 지표를 선별적으

로 적용할 필요가 있다.

지속가능발전지표는 국가발전의 정도를 나타낼 수 있어야 하며, 동시에 단순하고 효과적인 방법으로 발전정도를 수용할 수 있어야 하므로 환경정책의 기본 방향에 적합하고, 지구 환경 및 도시 환경 문제를 동시에 연계시킬 수 있는 지표가 바람직하다. 사회적 이슈를 독립적으로 보기보다는 총체적으로 보아야 하며, 각 분야별 이슈는 일시적으로 이해 당사자간에 상충될 수 있으나 장기적으로는 모든 이해당사자에게 도움이 되는 의사결정이 될 수 있어야 한다.

가. UNCSO가 제안하는 선정기준

- ① 규모와 범위는 주로 국가단위이다. 각 국가는 도시와 지역적 차원에서 지표를 사용할 수도 있을 것이다.
- ② 지속가능발전으로의 과정을 평가하는 중요한 목표와 연관되어야 한다.
- ③ 명확하고 간단하며 이해가 쉬워야 한다.
- ④ 정부의 수용범위 안에서 실행되어야 한다.
- ⑤ 개념적으로 근거가 확실해야 한다.
- ⑥ 지표의 수에 제한이 있으며, 개방적이고 미래에도 적용가능해야 한다.
- ⑦ 의제 21과 관련이 있고 지속가능한 발전의 모든 경향을 광범위하게 포괄해야 한다.
- ⑧ 가능한 넓은 범위 안에서 국가적으로 일치한 표본이 있어야 한다.
- ⑨ 쉽게 이용할 수 있고, 타당해야 하며, 정기적으로 추진되는 문서화된 정보에 의존해야 한다.

나. OECD가 제안하는 선정기준

- ① 자료제공 차원이 아닌 문제해결 차원에서 접근되어야 하며, 정부의 당사자에게 처한 주요 환경문제를 다루어야 한다.

- ② 올바른 과학지식에 바탕을 두고 계속되는 개선과정을 통해 지표가 개발된다는 점을 인식하여야 한다.
- ③ 정책 입안자와 중요한 정보를 교환할 수 있어야 한다.
- ④ 자료가 있고, 자료수집, 가공, 배포 측면에서 비용 효율적이어야 한다.

3. 지속가능발전지표의 선정 및 제약

지속가능발전지표는 우선 지표가 정책 분석에 체계적으로 통합되지 않아 일관성이 적기 때문에 국가 사이에 그 수준을 비교하기가 어렵고, 정책결정자가 지표를 해석하는데 제약이 따른다. 또 지표 개발에 필요한 자료가 상당히 부족하다는 점인데, 지표 작성에 포함되어야 할 기초 자료가 구축되지 못하고 있는 관계로 체계적이고 신뢰성 있는 지속가능발전지표 작성이 매우 어려운 실정이다.

그리고 사회, 환경, 경제 등에 관한 자료가 나라마다 다르기 때문에 이러한 특수성을 반영하는데 어려움이 있으며 국가 수준의 자료를 바탕으로 개발되는 지표의 경우 특정한 여건에 어떻게 영향을 주는지를 제대로 반영하지 못한다는 단점이 있다.

이밖에도 지표의 통합과 해석 및 연계를 이해하기 어렵다는 점인데, 지속가능성을 평가하는 수단으로서 지표는 통합된 집합으로 해석해야 하는데, 이는 개별 지표가 여러 요인에 의해서 영향을 받을 뿐만 아니라 그 제공하는 정보도 부분적이기 때문이다. 국가 수준에서 통합된 지표의 추이는 폭넓은 지역 또는 특정 지역 수치의 평균에 불과하므로 지표의 해석과 정책 활용에 주의가 필요하다.

다음의 <표 4-1>~<표 4-4>는 본 연구에서 사용한 각 지표들을 제시하였다. 본 연구에서 사용한 각 지표는 2001년 UNCS¹⁴⁾에서 발표한 핵심 지속가능발전지표를 근간으로 하여 이를 국내 상황에 맞게 보완하고 수정한 정영근¹⁵⁾(2001)의 연구결과를 기초로 선별하였다.

14) UN(2001). "Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies". New York. United Nations.

15) 정영근(2001). 「국가 지속가능발전지표 개발 및 활용방안 연구」. 환경부.

<표 4-1> 사회부문지표

	UN의 지속가능발전지표	한국의 지속가능발전지표	평가 ¹⁾	상관성 ²⁾
SOC-1	population living below poverty line	생활보호대상자수 비율	동일	-
SOC-2	Gini Index of income inequality	소득불평등에 관한 지니계수	동일	-
SOC-3	unemployment rate	실업률	동일	-
SOC-4		전체 취업자 대비 여성 비율	추가	+
SOC-5	ratio of average female wage to male wage	남성임금 대비 여성임금 비율	동일	+
SOC-6	nutritional status of population	1인당 하루 평균 총열량	수정	+
SOC-7	infant mortality rate	0세 사망자수	동일	-
SOC-8	life expectancy at birth	0세 기대여명	동일	+
SOC-9	population with adequate sewage disposal facilities	하수도 보급률	동일	+
SOC-10	population with access to safe drinking water	상수도 보급률	동일	+
SOC-11	immunization against infectious childhood diseases	홍역 예방 접종자수	수정	+
SOC-12	total national health expenditure as a proportion of GDP	의료·보건 지출비율	수정	+
SOC-13	secondary or primary school completion ratio	도시가구 연간 교육비 비율	수정	+
SOC-14	floor area per person	주택 보급률	수정	+
SOC-15	number of reported crimes per 1000 population	연간 범죄발생 건수	동일	-
SOC-16	population growth rate	인구 증가율	동일	-
SOC-17		인구밀도	추가	-

주 1) UNCSO에서 발표된 자료를 기본으로 해서 수정이 된 지표는 '수정'으로 표기하였고, 동일한 지표는 '동일'로 표기하였으며 새로이 추가된 지표는 '추가'로 표기함

2) 지속가능성과의 상관성을 의미하는 것으로 양의 상관관계를 가지고 있으면 +, 음의 상관관계를 가지고 있으면 -로 표기함

<표 4-2> 환경부문지표

	UN의 지속가능발전지표	한국의 지속가능발전지표	평가	상관성
ENV-1	emissions of greenhouse gases	이산화탄소(CO ₂) 배출량	동일	-
ENV-2	consumption of ozone depleting substance	CFCs 소비량	동일	-
ENV-3	ambient concentration of air pollutant in urban areas	서울지역 오존(O ₃) 농도	동일	-
ENV-4	land use change	농지면적 변화추이	수정	+
ENV-5	arable and permanent crop land area	1인당 경작지 면적	수정	+
ENV-6	use of fertilizers	비료사용량	동일	-
ENV-7	use of agricultural pesticides	농약 출하량	동일	-
ENV-8	forest area as a ratio of land area	산림면적 추이	동일	+
ENV-9	wood harvesting intensity	목재 벌채량	동일	-
ENV-10	area of urban formal and informal settlements	도시화율	수정	-
ENV-11	algae index	인천 연안의 용존산소	수정	+
ENV-12	annual catch by major species	연간 총 어획량	동일	-
ENV-13	ground and surface water as a % of total available water	연간 지하수 이용량	동일	-
ENV-14	consumption of water per capita	1인당 물 공급량	동일	-
ENV-15	BOD in water bodies	한강 팔당 BOD	동일	-
ENV-16	area of selected key ecosystems	자연공원 면적	동일	+
ENV-17		멸종위기 야생 동식물 비율	추가	-

<표 4-3> 경제부문지표

	UN의 지속가능발전지표	한국의 지속가능발전지표	평가	상관성
ECO-1	GDP per capita	1인당 GDP	동일	+
ECO-2	investment share in GDP	GDP내 純투자비율	동일	+
ECO-3	balance of trade in goods and services	서비스 수지 지급액	수정	+
ECO-4	debt to GDP ratio	부채/GDP	동일	-
ECO-5	total ODA given or received as a % of GNP	GDP 대비 총 ODA	수정	+
ECO-6	environmental protection expenditure an a percent of GDP	GDP 중 환경오염방지지출 비율	동일	+
ECO-7		민간 최종 소비지출	추가	+
ECO-8	annual energy consumption	1인당 총 에너지 소비량	수정	-
ECO-9	share of consumption of renewable energy resources	재생가능한 에너지자원 소비 비중 (수력+신탄)	수정	+
ECO-10	waste recycling and reuse	폐지 재활용율	동일	+
ECO-11	generation of industrial and municipal solid waste	산업 및 도시 고형 폐기물 발생량	수정	-
ECO-12	generation of hazardous waste	지정폐기물 발생량	동일	-
ECO-13	generation of radioactive waste	원자력 발전량	수정	-
ECO-14		자동차 등록 대수	추가	-

<표4-4> 제도부문지표

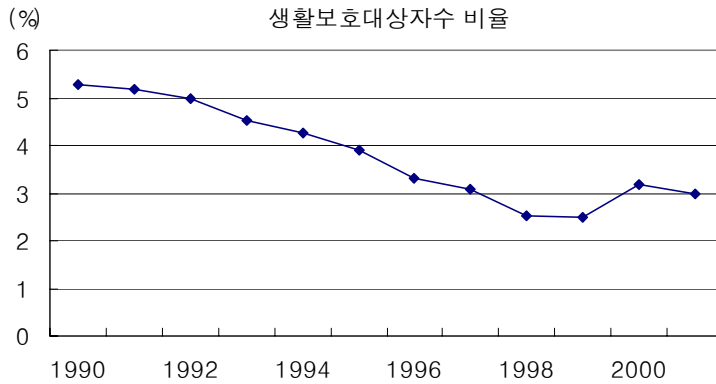
	UN의 지속가능발전지표	한국의 지속가능발전지표	평가	상관성
INST-1	implementation of ratified global agreements	국내에서 발효된 환경협약 수	수정	+
INST-2		PC통신 가입자수	추가	+
INST-3	main telephone lines per 100 inhabitant	100인당 전화가입률	동일	+
INST-4	expenditure on R & D as a percent of GDP	GDP 대비 R/D 지출 비율	동일	+
INST-5	expenditure on research and development as a % of GDP	자연재해로 인한 피해총액	동일	-

4. 부문별 지속가능발전지표

가. 사회부문

1) [SOC-1] 생활보호대상자수 비율

빈곤퇴치는 경제성장, 환경보전을 동시에 고려하기 위하여 꼭 필요한 목표이며, 이를 위하여 단기적으로는 인구증가를 억제하고 중·장기적으로는 절대 빈곤의 퇴치 및 상대 빈곤 감소에 중점을 두고 파악해야하는 기본지표이다. 본 연구에서는 생활보호대상자수 비율을 사용하여 가난한 인구의 비율과 부의 불균형 정도를 추정하였다.

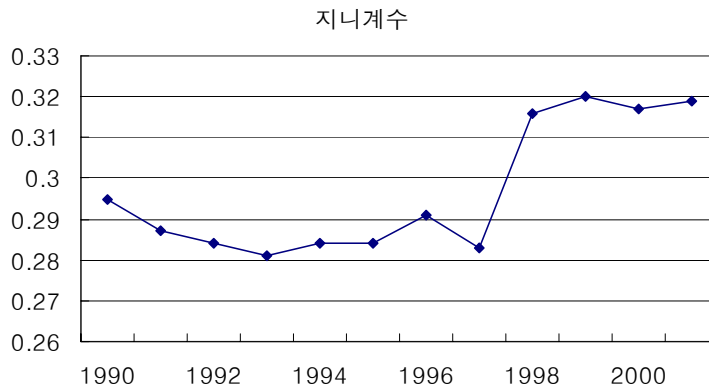


SOC-1 생활보호대상자수 비율(%)			
1990	5.26	1996	3.31
1991	5.19	1997	3.07
1992	4.97	1998	2.53
1993	4.53	1999	2.51
1994	4.26	2000	3.18
1995	3.89	2001	2.99

자료출처: 통계청 KOSIS(1990~2001)

2) [SOC-2] 소득불평등에 관한 지니계수

이 지표는 부의 분배 상태를 나타내는 지표로 절대적 빈곤보다는 상대적 빈곤을 측정하기 위한 지표라고 할 수 있다. '의제 21' 제3장의 빈곤퇴치와 관련하여, 모든 사회구성원에게 지속가능한 생활 여건을 얻을 수 있는 기회를 제공하기 위해서는 상대적 빈곤을 해소하는 것이 무엇보다도 중요하다. 경제학에서는 소득불평등을 객관적으로 측정하기 위한 여러가지 방법이 제시되고 있으나 로렌츠 곡선(Lorenz curve)과 연결하여 UN에서 제시하고 있는 지니 계수가 전통적으로 소득불평등을 측정하기 위해 가장 기본적인 지표로 제시되고 있다.

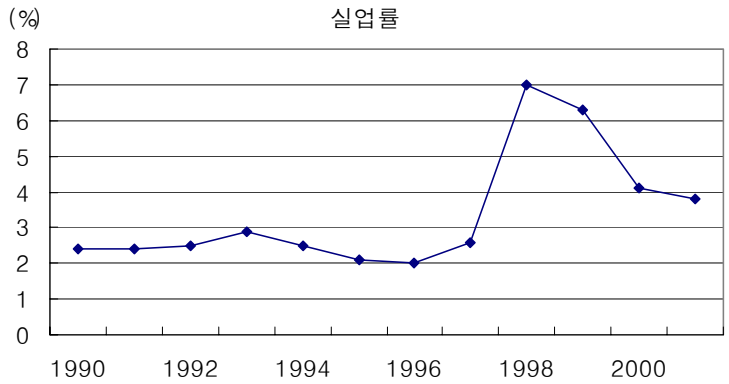


SOC-2 소득불평등에 관한 지니계수			
1990	0.295	1996	0.291
1991	0.287	1997	0.283
1992	0.284	1998	0.316
1993	0.281	1999	0.320
1994	0.284	2000	0.317
1995	0.284	2001	0.319

자료출처: 통계청 KOSIS(1986~2001)

3) [SOC-3] 실업률

실업률 측정은 조사기간 동안에 ① 일하지 않는 사람들 혹은 일시적으로 쉬고 있는 것이 아닌 사람, ② 작업 능력이 없는 사람, ③ 구직 노력을 하지 않는 사람 등의 노동력 비중을 측정하는 대표적 지표이다. 고용은 개인에게 소득을 제공하여 삶의 질을 향상시키고 그들의 사회적 욕구를 충족시키며, 궁극적으로는 인적자원을 최적으로 활용할 수 있으므로 지속가능성을 측정하는데 매우 유용한 지표이며, 연도별로 혹은 기간별로 측정되어 타 사회·경제 지표와 함께 분석할 수 있는 유용한 지표이다.

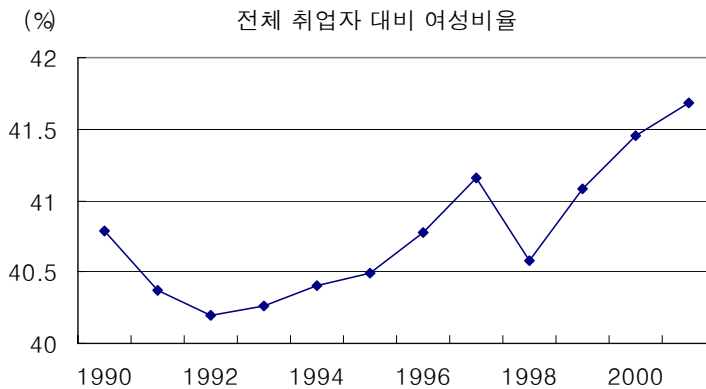


SOC-3 실업률(%)			
1990	2.4	1996	2.0
1991	2.4	1997	2.6
1992	2.5	1998	7.0
1993	2.9	1999	6.3
1994	2.5	2000	4.1
1995	2.1	2001	3.8

자료출처: 통계청 KOSIS(1980~2002)

4) [SOC-4] 전체 취업자 대비 여성비율

지속가능한 균형발전을 위한 여성 참여의 중요성을 강조하는 지표로서 환경을 포함한 사회·경제 모든 활동에 완전하게 평등하며 유익한 방향으로 여성을 참여시키는 것이 지속가능성을 향상시키는 중요한 요소라 할 수 있다. 그 동안 남성 근로자 선호 및 기타 각종 차별적 체계로 여성의 직업선택 및 취업자체에 불평등한 요소가 있어 왔고, 이러한 현상은 대표적으로 지속가능한 발전과 역행하는 것인데, 지속가능한 균형 발전을 위해서는 여성 참여의 양적인 증가도 중요하지만 사회가 고도화되면서 여성 참여의 질적인 향상이 더 중요한 요소가 되고 있다.

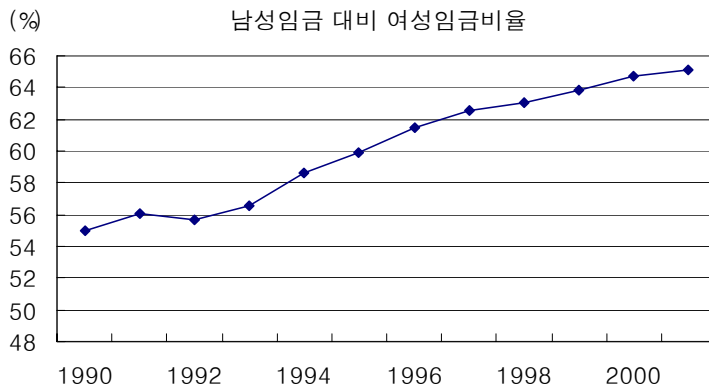


SOC-4 전체 취업자 대비 여성비율(%)			
1990	40.79	1996	40.77
1991	40.37	1997	41.16
1992	40.19	1998	40.58
1993	40.27	1999	41.09
1994	40.41	2000	41.45
1995	40.50	2001	41.68

자료출처: 통계청 KOSIS(1963~2002)

5) [SOC-5] 남성임금 대비 여성임금 비율

여성 노동은 경제적 생산성을 인정받지 못하는 경우가 많으며, 이로 인해 지속가능 균형발전도 저해되고 있는 현실이다. 남성과 여성의 임금차별은 많은 여성들의 생활 수준을 향상시키기 위하여 필요한 식료, 교육, 직업훈련 등의 획득을 어렵게 하여 지속가능발전을 역행시킨다. 따라서 지속가능한 균형발전을 위해서는 “여성발전을 위한 나이로비 미래전략”에서도 강조하고 있듯이 여성에 대한 모든 형태의 차별철폐가 필요하며 특히 경제적 형평성이 요구된다.

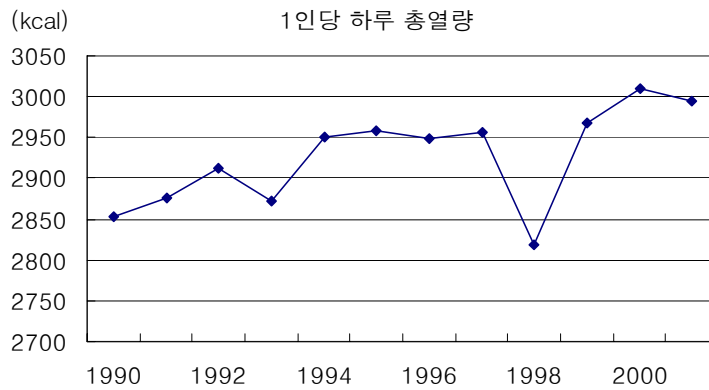


SOC-5 남성임금 대비 여성임금 비율(%)			
1990	55.02	1996	61.49
1991	56.04	1997	62.53
1992	55.72	1998	63.10
1993	56.52	1999	63.80
1994	58.64	2000	64.75
1995	59.86	2001	65.12

자료출처: 통계청 KOSIS(1975~2001)

6) [SOC-6] 1인당 하루 평균 총열량

이 지표는 인구의 영양상태를 나타내는 영양공급량으로써 인구 1인당 1일 평균 총열량을 나타내는 것으로 현재의 영양상태뿐 아니라 장기간 동안의 영양 균형과 영양 부족을 측정하는 지표라 할 수 있다. 건강상태와 영양상태는 지속가능한 발전의 기초인데, 특히 영양상태는 건강을 결정하는 핵심요소이다. 의제 21의 6장에서는 5세 미만의 어린이의 영양상태로 정의되어 있으나, EU 등에서는 이 지표를 인구 영양상태로 대체하고 있다.



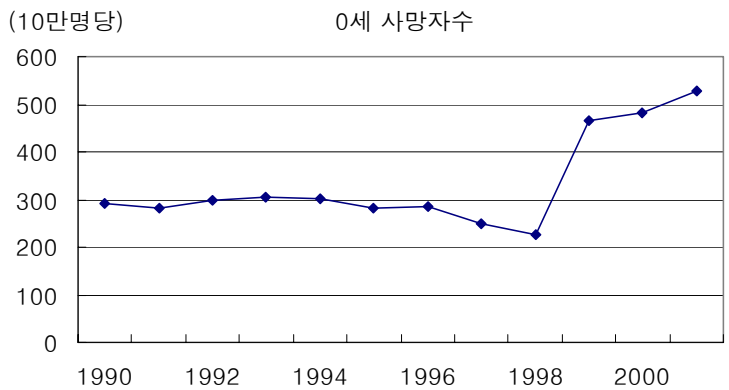
SOC-6 1인당 하루 총열량(kcal)			
1990	2,853	1996	2,948
1991	2,876	1997	2,957
1992	2,912	1998	2,819
1993	2,872	1999	2,968
1994	2,950	2000	3,010
1995	2,959	2001	2,994

자료출처: 한국농촌경제연구원(1979~2001)

7) [SOC-7] 0세 사망자수

전 인구의 약 30%에 이르는 영·유아 및 아동은 건강상 취약대상일 뿐 아니라, 이들의 건강보호가 곧 차세대 국민의 보건증진과 직결된다는 점에서 정책적 우선순위가 주어져야 한다. 특히 영아사망률은 특정 1년간의 총 출생아 중 이들이 1세 미만에 사망한 비율을 나타내는 것으로서 보건의료 정책에 중요한 지표가 된다.

영아사망률은 의료 혜택에 대한 형평성을 나타내는 지표로 EU의 Eurostat에서도 선정하였고, 개도국과 선진국 모두에 중요한 지속가능발전지표이다. 영아사망률은 1인당 GDP와 어머니의 교육, 건강 상태와 밀접한 관계가 있는 중요한 사회, 경제 지표 중 하나이다.

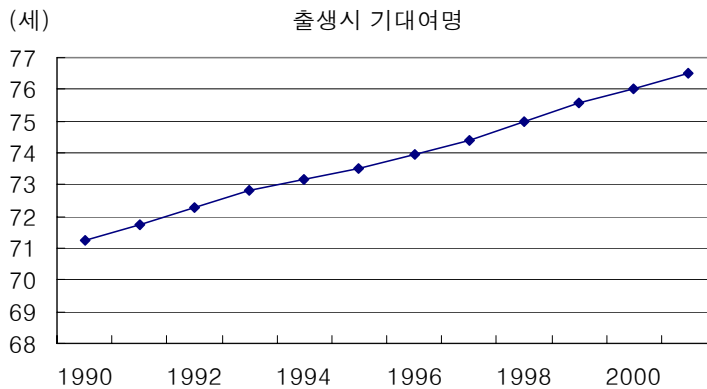


SOC-7 0세 사망자수 (10만명당)			
1990	293.4	1996	285.7
1991	283.6	1997	250.7
1992	297.2	1998	227.0
1993	304.7	1999	464.0
1994	303.0	2000	482.4
1995	280.9	2001	527.4

자료출처: 통계청 KOSIS(1983~2001)

8) [SOC-8] 0세 기대여명(평균수명)

기대여명은 국가 보건상태 및 보건정책의 정도를 나타내는 기초적인 지표로서 UN 과 Eurostat에서도 선정하여 사용하고 있는데, 잔여평균수명의 예측이 기본적 욕구와 직결되어 사용될 수 있다. 보건과 지속가능발전은 밀접하게 연결되어 있으며, 보건상태 악화는 선진국과 개발도상국 모두에게 심각한 환경건강문제를 야기할 수 있다. 인구정책이 동반되지 않은 기대여명의 증가는 평균 연령의 증가를 의미하고 이는 전체 인구의 증가, 고령 인구의 증가 등 많은 부수적인 문제들을 야기시킨다. 따라서 기대여명이 증가하는 것은 바람직하지만, 체계적인 인구 정책과 연동되어 추진하는 것이 지속가능한 사회를 지향하는 조건이 된다.

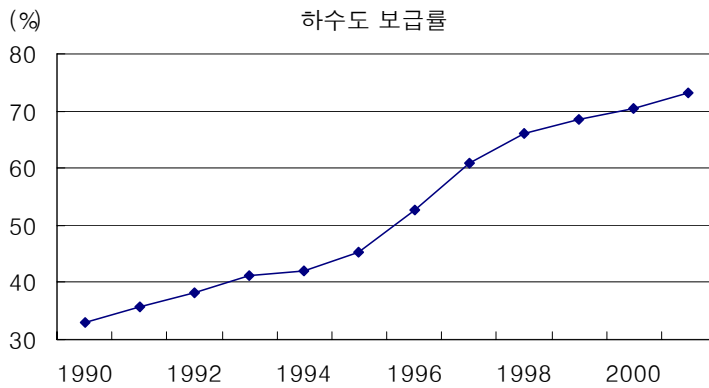


SOC-8 0세 기대여명(세)			
1990	71.27	1996	73.96
1991	71.72	1997	74.39
1992	72.27	1998	74.97
1993	72.81	1999	75.55
1994	73.17	2000	76.04
1995	73.53	2001	76.53

자료출처: 통계청 KOSIS(1971~1999, 2년주기)

9) [SOC-9] 하수도 보급률

폐수처리율은 오염에 의한 부하를 줄이려는 노력을 나타내는 지표인 동시에 공중 위생과 관련하여, 하수처리 향유인구비율을 나타내는 기본적인 지표이다. 이 지표는 가정과 산업에서 수계환경으로 유입되는 오염 물질의 수준을 평가하는 지표로 음용수 등으로 사용할 수 있는 수자원의 양과 밀접하게 연결되어 지속가능발전과 연관성이 높다. 하수처리 향유인구는 음용수 뿐만 아니라 하수처리비 투자 지표와도 밀접하게 연관되어 있다.

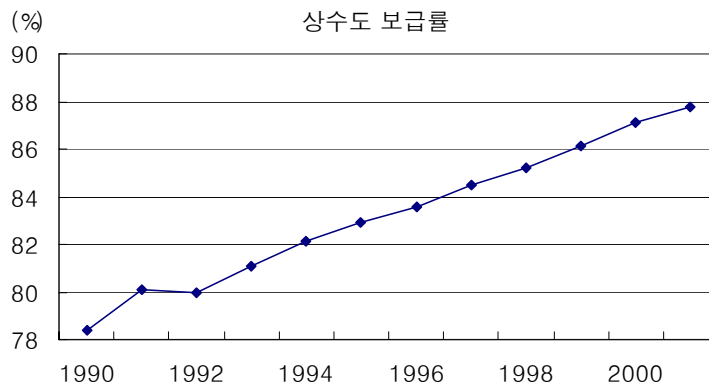


SOC-9 하수도 보급률(%)			
1990	32.9	1996	52.6
1991	35.7	1997	60.9
1992	38.2	1998	66.0
1993	41.3	1999	68.4
1994	42.0	2000	70.5
1995	45.2	2001	73.2

자료출처: 환경부 하수도과(1990~2001)

10) [SOC-10] 상수도 보급률

안전한 식수를 이용할 수 있는 인구를 측정하기 위한 지표이며, 이때 안전한 음료 수 확보는 상수원의 오염차단, 수질의 정기적 감시 및 관리를 위하여 지역사회 민간 감시 및 관리기구 구축 등을 통해 이루어진다. 이 지표는 오염물질에의 노출과 물과 관련된 질병의 빈도를 낮추는 것과 밀접한 관계를 갖는데, 보건학적 위해성 평가를 토대로 하여 적절한 수질 오염 방지기술을 개발하고, 주변 환경 및 주거지역의 오염 저감을 위한 정책개발은 지속가능성을 향상시키는 방향으로 작용한다.

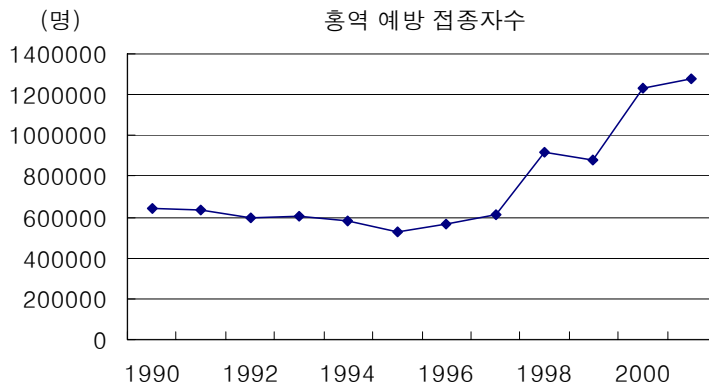


SOC-10 상수도 보급률(%)			
1990	78.4	1996	83.6
1991	80.1	1997	84.5
1992	80.0	1998	85.2
1993	81.1	1999	86.1
1994	82.1	2000	87.1
1995	82.9	2001	87.8

자료출처: 통계청 KOSIS(1990~2001)

11) [SOC-11] 홍역 예방 접종자수

전염병과 환경 위협으로부터 상대적으로 취약한 어린이들을 보호하는 것이 중요하며 이를 위하여 우선 전염병을 근절시키고 기초 건강과 위생서비스 향상을 위한 국가적 노력이 중요하다. 지속가능발전 목표를 성취하기 위해서 보건 정책의 전반적인 목표는 보다 높은 보건 복지수준을 성취하여 생산성과 사회적 발전 잠재성을 향상시키는 것이 중요하다. 전염병에 상대적으로 취약한 어린이들을 보호하기 위해 기초 건강과 위생서비스 향상을 위한 국가적 노력이 필요하다.

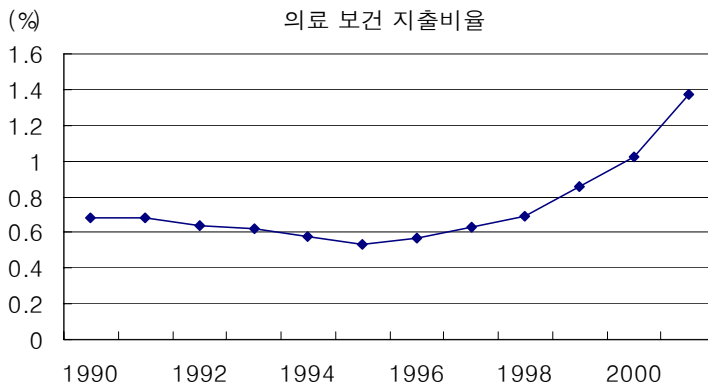


SOC-11 홍역 예방 접종자수(명)			
1990	641,558	1996	565,367
1991	635,140	1997	611,950
1992	592,982	1998	921,430
1993	601,128	1999	880,418
1994	581,929	2000	1,227,950
1995	524,166	2001	1,277,463

자료출처: 통계청 KOSIS(1970~2001)

12) [SOC-12] 의료·보건 지출 비율

보건 비용이 국가 경제규모에서 차지하는 비율을 나타내는 지표로서 개발도상국의 빈곤으로 인한 경제발전의 저해나 선진국의 과잉소비의 결과를 가져오는 부적절한 경제 발전은 심각한 환경건강문제를 야기할 수 있다. 이 지표는 공공부문과 민간부문으로 분류될 수 있으며, 선진국일수록 증가하는 추세를 보이고 있는데, 이는 정부예산 증가, 의료서비스 질 향상, 건강에 대한 관심증대, 그리고 의료수가 등 여러 요인에 의한 결과로 해석된다.

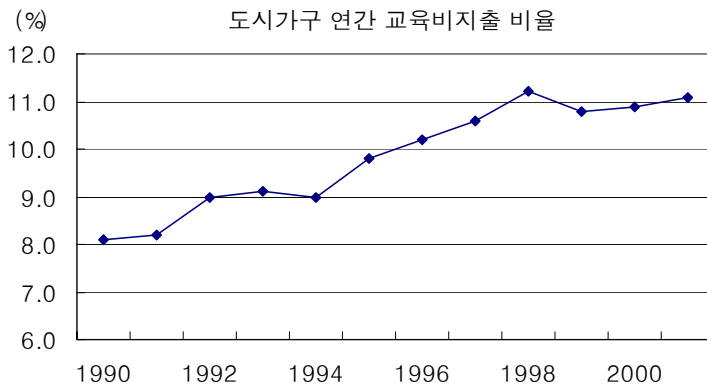


SOC-12 의료·보건 지출 비율(%)			
1990	0.68	1996	0.57
1991	0.68	1997	0.63
1992	0.64	1998	0.69
1993	0.62	1999	0.86
1994	0.58	2000	1.02
1995	0.53	2001	1.37

자료: 보건통계연감(1990~2002)

13) [SOC-13] 도시가구 연간 교육비 비율

교육 달성도와 관련하여 국가마다 교육시스템이 다르기 때문에 우리나라 고유의 지표 설정이 필요하다고 할 수 있는데, 이 지표는 국민들의 교육에 대한 관심 및 열의와 밀접한 관련이 있다. 환경 문제는 근본적으로 인간의 환경에 대한 잘못된 태도와 가치관에서 비롯되고 있으므로 현재의 기성 세대는 물론 자라나는 세대들에게 환경을 소중히 하는 마음을 심어주고 생활 속에서 환경보전을 실천하도록 유도하기 위한 환경 교육도 절실히 요구된다.



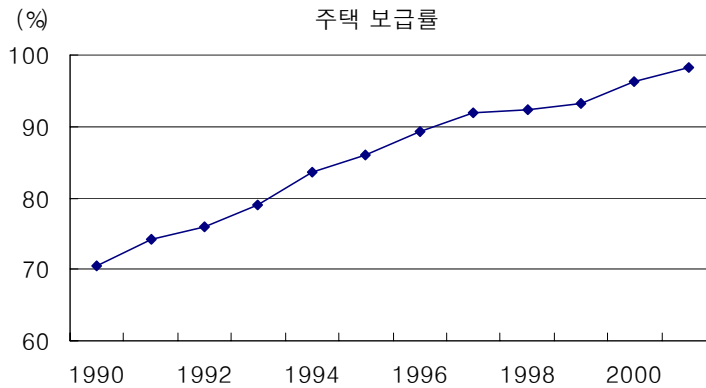
SOC-13 도시가구 연간 교육비 비율(%)			
1990	8.1	1996	10.2
1991	8.2	1997	10.6
1992	9.0	1998	11.2
1993	9.1	1999	10.8
1994	9.0	2000	10.9
1995	9.8	2001	11.1

자료출처: 통계청 KOSIS(1980~2002)

14) [SOC-14] 주택 보급률

다양한 주택을 안정된 가격으로 지속적으로 공급하여 주택의 절대량 부족을 완화하고, 국민 소득 수준에 맞는 인간 정주 환경을 조성하기 위해 꼭 필요한 지표이다.

주택의 소유 비율은 국가에서의 경제·사회적 행복도의 중요한 척도이지만, 적정 수준 이상의 주택 보급은 기존 주택들의 활용도를 떨어뜨리고 자연 환경의 훼손을 촉진한다.

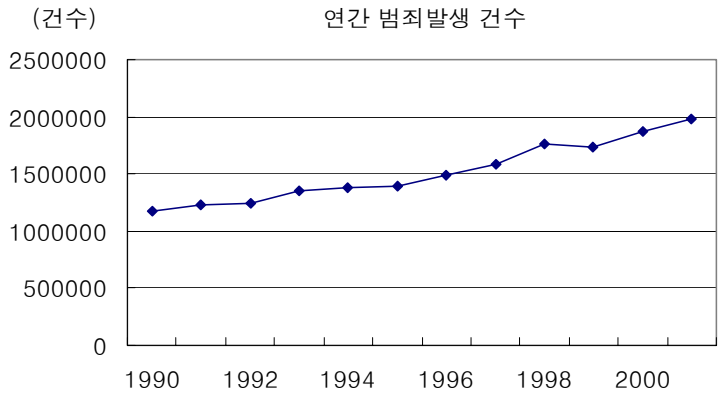


SOC-14 주택 보급률(%)			
1990	70.4	1996	89.2
1991	74.2	1997	92.0
1992	76.0	1998	92.4
1993	79.1	1999	93.3
1994	83.5	2000	96.2
1995	86.0	2001	98.3

자료출처: 건설교통부(1990~2002)

15) [SOC-15] 연간 범죄발생 건수

미국의 SDIs를 참고하여 UN이 새로 선정한 지속가능발전지표로 공공 안전을 통한 삶의 질 향상을 위한 가장 기본적인 지표라고 할 수 있다. 범죄 건수는 의제 21에 포함되어 있지 않은 이슈이나 사회의 지속가능성을 판단하는 중요 지표이며, 삶의 질 정도를 나타내는 지표이다. 범죄발생건수는 경제·사회·행정·정치 등 국가의 다양한 조직을 반영하고 있으며 범죄는 실업률, 빈곤, 경제상황 등 여러 요소와 연결되어 있으며, 유형도 다양하다. 본 연구에서는 연간 범죄발생 건수를 통해서 지속가능발전 정도를 측정하였다.

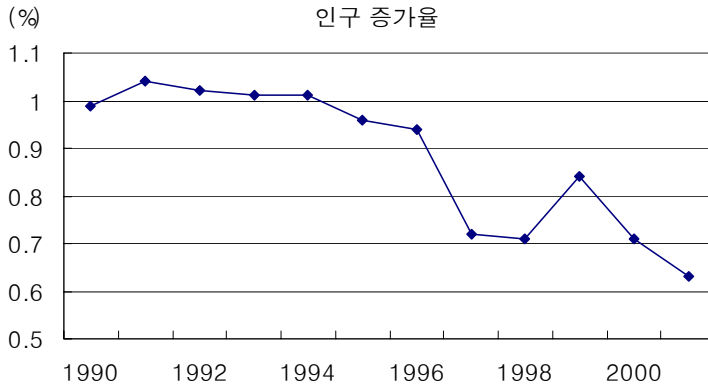


SOC-15 연간 범죄발생 건수(건수)			
1990	1,171,380	1996	1,494,846
1991	1,230,118	1997	1,588,613
1992	1,241,102	1998	1,765,887
1993	1,359,094	1999	1,732,522
1994	1,375,564	2000	1,867,882
1995	1,399,085	2001	1,985,980

자료출처: 통계청 KOSIS, 대검찰청(1972~2001)

16) [SOC-16] 인구 증가율

인구증가율은 지속가능발전과 관련하여 가장 광범위하게 인용된 지표로서 경제 성장과 교육, 보건 등 사회·경제적인 지속가능발전에 가장 기초가 되는 지표이다. 인구 증가율 및 출생률, 그리고 인구분포의 상대적 비율 등은 인구분포의 구조적인 요소로서 소비패턴과 폐기물 발생에 영향을 미치는데, 인구는 생산과 소비에 영향을 미치며 그 팽창은 자원에 대한 압력을 증가시켜 지속가능한 발전에 영향을 미칠 수 있다.

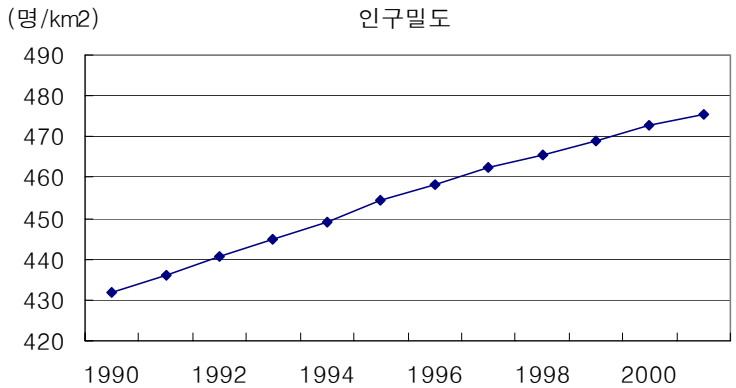


SOC-16 인구 증가율(%)			
1990	0.99	1996	0.94
1991	1.04	1997	0.72
1992	1.02	1998	0.71
1993	1.01	1999	0.84
1994	1.01	2000	0.71
1995	0.96	2001	0.63

자료출처: 통계청 KOSIS(1960~2002)

17) [SOC-17] 인구밀도

인간 활동의 밀집도를 반영하는 지표로 지속가능발전과 관련하여 인구 지표 중 가장 핵심적인 지표로서 인구증가와 인구밀도 증가는 자연자원의 필요성을 증가시키며 자원의 고갈을 초래한다. 인구가 증가함에 따라 발생하는 인구 밀도의 증가는 주거환경 악화 및 각종 오염 문제의 주원인으로 작용하여 지속가능성을 저해하는 요인이 된다. 우리나라는 1998년 1 km^2 에 거주하는 평균인구수가 467명에 이르고 있는데, 이는 세계최고 수준이며, 1996년 기준으로 OECD국가들의 평균치의 15배에 이른다. 적정수준 이상의 인구 밀도는 주거환경을 악화시키고 지속가능발전을 저해한다.



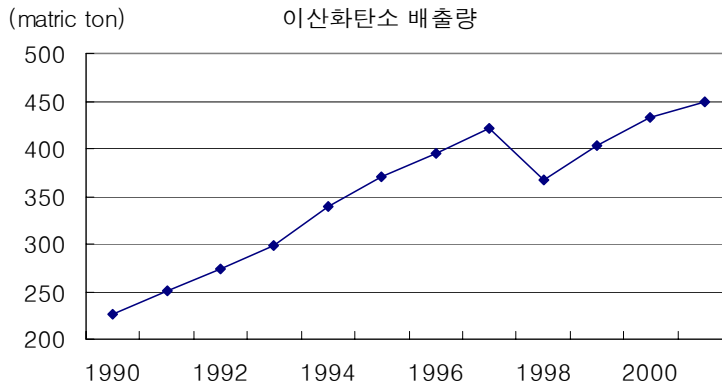
SOC-17 인구밀도(명/ km^2)			
1990	431.8	1996	458.4
1991	436.0	1997	462.4
1992	440.5	1998	465.6
1993	444.7	1999	468.8
1994	449.1	2000	472.6
1995	454.3	2001	475.6

자료출처: 통계청 KOSIS(1990~2001)

나. 환경부문

1) [ENV-1] 이산화탄소 배출량

산업화에 따른 인간 활동으로 인해 이산화탄소는 지구 온난화 가스 배출의 주 요인으로서, 에너지 사용 및 운송 등 경제지표와 오존층 등 환경지표와 밀접한 관련이 있으며, 다양한 단위의 배출량 비교 분석이 필요하다. 기후 변화는 오늘날 지구가 직면한 가장 심각한 환경 위협 중 하나로 이산화탄소 배출은 온실효과에 영향을 미치는 동시에 기후변화에 대한 국가의 대처능력을 판단하는 요소이다. 이 지표는 UN등 대부분의 기관과 국가에서 지속가능발전지표로 선정하여 사용하고 있다.

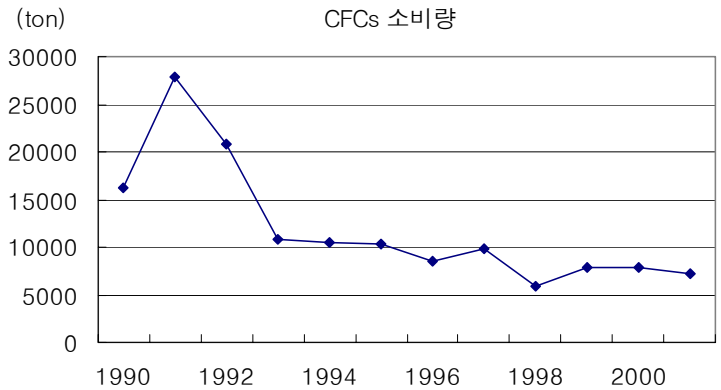


ENV-1 CO ₂ 배출량(metric ton)			
1990	226.17	1996	395.52
1991	251.00	1997	421.52
1992	273.19	1998	367.41
1993	298.1	1999	402.87
1994	339.28	2000	433.57
1995	370.18	2001	449.05

자료출처: IEA(1990~2000)

2) [ENV-2] CFCs 소비량

이 지표는 대기 중에 배출되어 유해자외선으로부터 지구 표면을 보호하는 성층권의 오존층을 파괴하는 물질을 나타내는 지표이다. Halon, CFCs 등의 사용이 인류의 장래를 위협하는 심각한 문제로 제기됨에 따라 이들의 소비량을 감축시키는 것이 의무화되고 있다(몬트리올 의정서). 우리나라의 경우 오존층은 지구 평균치에 비해 상대적으로 높은 값을 유지하고 있어 위험한 값은 아니지만 성층권 오존층의 양에 대한 지속적인 관찰을 통해 향후 지표 채택의 필요성이 높아지는 경우 활용할 수 있도록 준비할 필요가 있다.

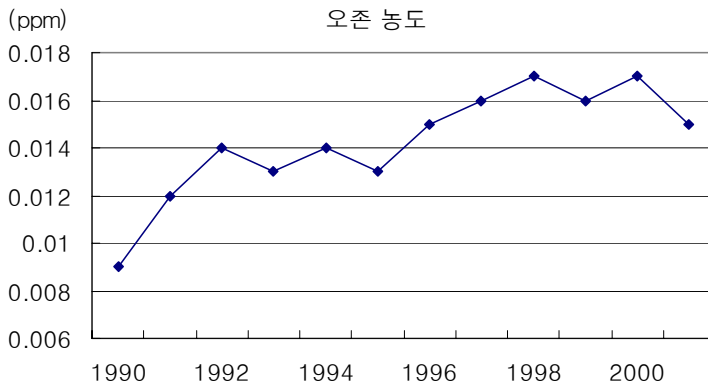


ENV-2 CFCs 소비량(ton)			
1990	16,203	1996	8,522
1991	27,814	1997	9,812
1992	20,849	1998	5,852
1993	10,794	1999	7,800
1994	10,535	2000	7,868
1995	10,362	2001	7,214

자료출처: 환경통계연감(1988~2001)

3) [ENV-3] 서울지역 오존(O₃) 농도

이 지표는 주요 도시별 대기 오염도 변화 추이를 나타내는 지표로서, 대기에 영향을 주고 또한 대기로부터 영향을 받는 자연 과정에 대한 연구 증진을 통하여 인류건강, 생태계, 경제 및 사회분야에 미치는 영향을 분석할 수 있다. 도시 지역의 대기오염 물질 배출은 도시지역의 환경파괴와 인류 건강위협, 지속가능한 인간거주공간 장애 등의 주요 요인으로서 지속가능성을 측정하는 주요 지표라고 할 수 있다. 도시의 대기오염도는 연료의 사용량에 따라 달라지는데, 본 연구에서는 한국을 대표하는 대도시인 서울을 대상으로 하여 지속가능성을 추정하였다.

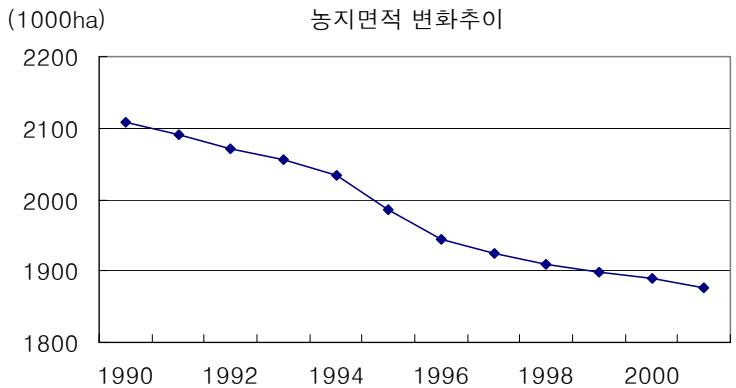


ENV-3 서울지역 오존 농도(ppm)			
1990	0.009	1996	0.015
1991	0.012	1997	0.016
1992	0.014	1998	0.017
1993	0.013	1999	0.016
1994	0.014	2000	0.017
1995	0.013	2001	0.015

자료출처: 환경통계연감(1985~2001)

4) [ENV-4] 농지면적 변화추이

토지사용변화에 대한 자료 부족으로 농지면적 변화 추이로 대체하여 간접적으로 사용한 지표이다. 토지는 사용방법에 따라 그 속성이 변화되는 한정된 자원이나 인간의 수요와 경제 활동의 증가로 부적절한 방식의 토지 이용이 만연되고 있는 바, 앞으로 환경을 파괴하지 않는 방법으로 토지를 합리적으로 효율적으로 이용해야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 토지 자원의 종합적 이용 및 관리방식이 적극 도입되어야 한다. 또한 토지사용의 변화는 토지자원 관리 및 장기 사용계획 수립과 관련하여 주요한 지표이다.

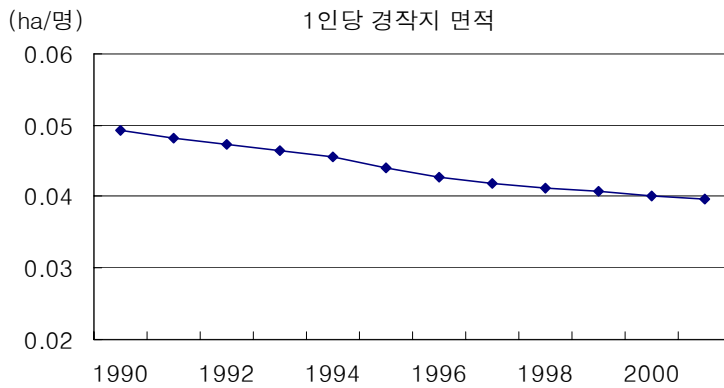


ENV-4 농지면적 변화추이(1000ha)			
1990	2,109	1996	1,945
1991	2,091	1997	1,924
1992	2,070	1998	1,910
1993	2,055	1999	1,899
1994	2,033	2000	1,889
1995	1,985	2001	1,876

자료출처: 환경통계연감(1990~2001)

5) [ENV-5] 1인당 경작지 면적

1인당 경작지 면적은 총인구와 농경인구로 구분하여 정의하며 총인구를 기준으로 한 1인당 경작면적의 감소는 농경지 면적의 감소와 총인구의 증가를 나타내는 것으로 지속가능발전의 차원에서 바람직하지 않다. 1인당 경작지 면적은 보호할 필요가 있는 생산성이 높은 경작 토지 및 우수한 임지가 타용도로 전환되는 것을 방지하고, 지역 및 토지의 여건상 상대적으로 부가가치가 낮은 토지는 환경보호를 고려한 개발을 추진하는 등 토지의 효율적인 이용 및 관리를 위해 필요한 지표이다.

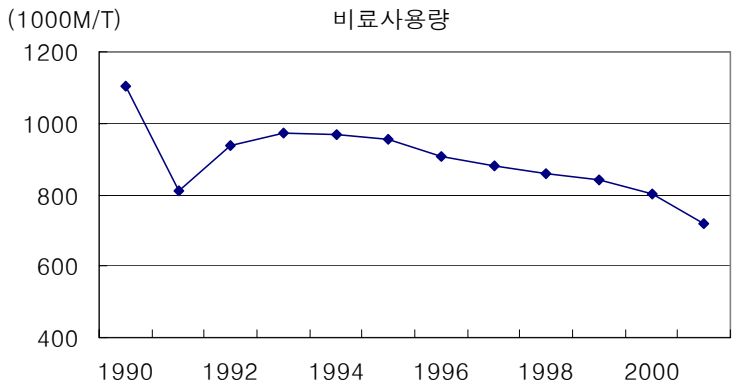


ENV-5 1인당 경작지 면적			
1990	0.0492	1996	0.0427
1991	0.0483	1997	0.0419
1992	0.0473	1998	0.0413
1993	0.0465	1999	0.0407
1994	0.0455	2000	0.0402
1995	0.0440	2001	0.0396

자료출처: 농림통계연보(1983~2002)

6) [ENV-6] 비료사용량

비료 사용량 지표는 물의 부영양화에 영향을 주는 비료 사용량의 적정량 사용을 유도하는 역할을 한다. 그 동안 농업 정책이 만성적 식량부족을 해결하기 위하여 식량 증산을 농업 정책의 근간으로 하여 다수확품종의 개발 보급을 위한 비료 사용의 확대가 정부 주도하에 적극적으로 추진되었으나, 최근 들어 제한적인 규제 정책이 시행되고 있다. 비료 사용은 토양의 질과 환경 친화성에 영향을 주며, 궁극적으로는 지속가능한 발전을 저감시키는 요인이 되기도 한다.

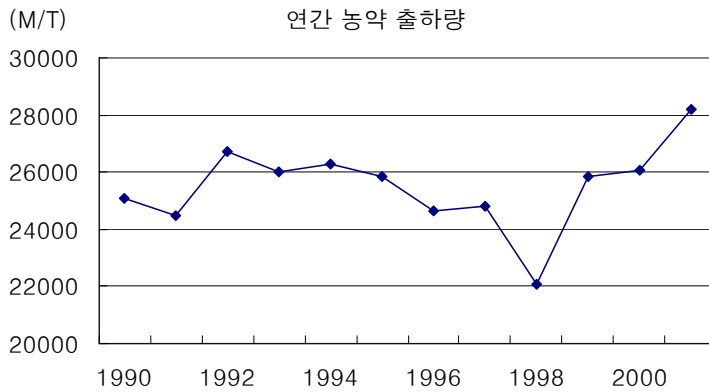


ENV-6 비료사용량(1000M/T)			
1990	1,104	1996	908
1991	813	1997	882
1992	936	1998	860
1993	974	1999	842
1994	970	2000	801
1995	954	2001	717

자료출처: 통계청 KOSIS(1964~2001)

7) [ENV-7] 농약 출하량

농약 사용은 유기화학물질을 생태계에 남기게 되며, 이차적으로 토양과 생명체에 축적되거나 지표와 지하수를 오염시키며, 특히 농약 남용은 일시적으로 농업생산성을 높이나 환경에 미치는 영향은 심각하며, 특히 생물다양성 등을 저감시키는 원인으로 작용한다. 농업병해충의 제거를 위해 화학적 방제가 일반화되어 있으나 농약 남용으로 인해 생산비용이 증가되고, 인간의 건강 및 환경이 해를 입고 있을 뿐만 아니라 농산물 국제무역에도 영향을 받는다.

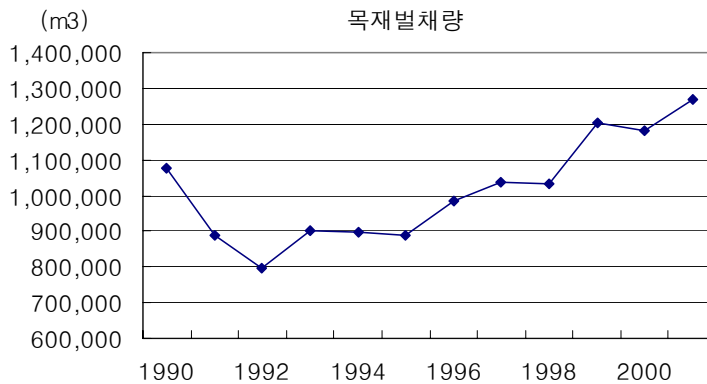


ENV-7 농약 출하량(M/T)			
1990	25,082	1996	24,641
1991	24,476	1997	24,814
1992	26,718	1998	22,103
1993	25,999	1999	25,837
1994	26,282	2000	26,087
1995	25,834	2001	28,218

자료출처: 환경통계연감(1985~2001)

9) [ENV-9] 목재 벌채량

목재는 경제 활동을 위한 소모품의 가치를 넘어서 지속가능발전을 위한 자연 환경으로서의 가치가 높으며, 벌목을 하는 것은 미래에 목재 제품에 대한 수요를 충족시키기 힘들게 만드는 것을 의미한다. 벌목은 경제적인 성장을 유도하지만 한편 복지와 생태계의 건강에는 엄청난 손상을 가하는데, 화폐 경제에 정확히 반영되지 않는 목재 외의 임산물을 파괴하며 기후를 변화시키는 가스들의 방출량 증가를 야기한다. 지속가능발전 차원에서 평가할 때 자연적으로 성장하거나 새로 조림 사업을 펴는 것 이상으로 목재 벌채 정도도 중요하다.

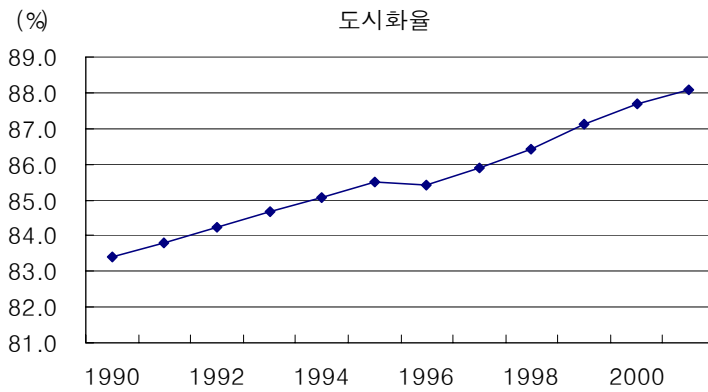


ENV-9 목재 벌채량 (m^3)			
1990	1,076,676	1996	986,004
1991	888,606	1997	1,037,123
1992	795,938	1998	1,032,019
1993	903,357	1999	1,203,270
1994	895,606	2000	1,180,771
1995	886,807	2001	1,267,366

자료출처: 환경통계연감(1990~2001)

10) [ENV-10] 도시화율

도시화 정도를 나타내는 지표라 할 수 있는데, 특히 개발도상국에서의 도시 정주는 여러 가지 많은 범지구적인 환경과 개발위기를 야기할 수 있다. 도시화 정도는 도시 주민 수요 충족을 위한 용수, 에너지, 주택공급 등의 증가를 가져와 지속가능발전을 저해할 수 있다. 특히 개발도상국에서의 도시 정주는 여러 가지 많은 범지구적인 환경과 개발위기를 불러올 수 있다.

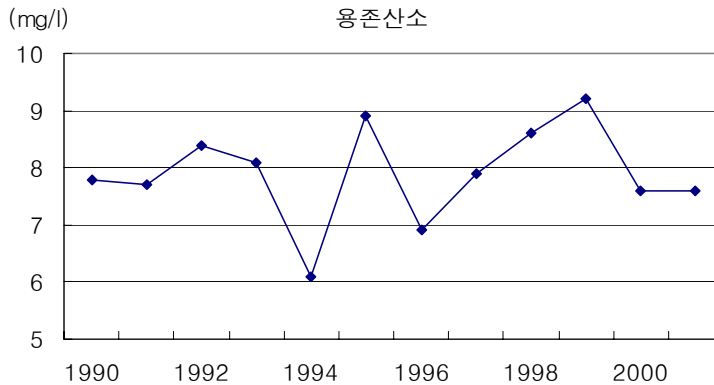


ENV-10 도시화율			
1990	83.4	1996	85.4
1991	83.8	1997	85.9
1992	84.2	1998	86.4
1993	84.7	1999	87.1
1994	85.1	2000	87.7
1995	85.5	2001	88.1

자료출처: 환경통계연감(1995~2001)

11) [ENV-11] 인천 연안의 용존산소

UN에서 선정한 Algae지수(Algae지수는 Algae종의 현재 유형, Algae종의 구성, Algae플랑크톤의 양 등 세 가지 측면의 정보를 포함)에 대한 대체지표로 사용한다. 지난 30년 간의 경제성장 과정에서, 공업단지 건설과 새로운 도시 형성 그리고 인구의 도시집중화 현상으로 산업폐수와 도시하수가 미처 처리되지 않은 채 바다로 유입되어 일부 연안에서 자정능력 한계를 초과함으로써 심각한 환경 문제를 야기하고 있다. 특히 연안수역은 인간의 정주, 발전 및 지역 경제에 중요하고 다양한 생산적인 서식처를 제공하는 지역이나 현재 지속적인 발전을 가능케 하는 해양 및 연안자원의 관리 대책이 제시되지 않고 있으며 연안 자원과 환경이 급속히 악화되고 있다.

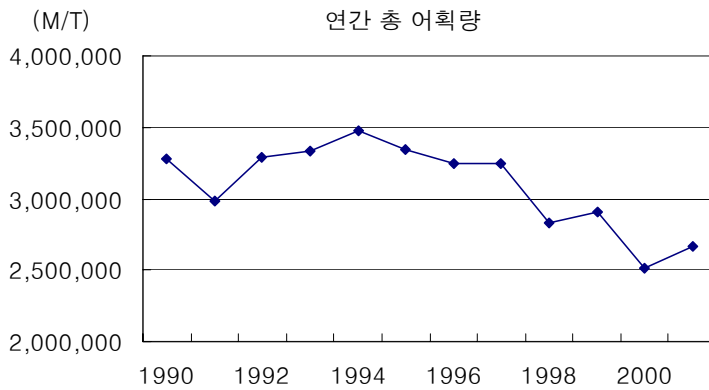


ENV-11 인천 연안의 용존산소(mg/l)			
1990	7.8	1996	6.9
1991	7.7	1997	7.9
1992	8.4	1998	8.6
1993	8.1	1999	9.2
1994	6.1	2000	7.6
1995	8.9	2001	7.6

자료출처: 통계청 KOSIS(1990~2002, 지역별)

12) [ENV-12] 연간 총 어획량

반 폐쇄성 해역인 우리나라의 잠재적, 배타적 경제수역의 생태계는 우리나라 뿐 아니라 러시아, 중국, 북한, 일본 등 인접국의 연안 활동에도 크게 영향을 받고 있기 때문에 이 해역의 생태계 및 어업자원의 보호를 위해서 지역적 차원의 국제 협력이 요구된다. 전지구적 측면에서 어획량의 증가는 어종의 멸종위기를 초래하여 지속가능성을 저해할 수 있으며, 장기적으로 해양 어획은 인근 지역사회에 미치는 영향뿐만 아니라 지구의 식량수요 충족에 기여하는 해양 자체의 역량을 감소시킨다.

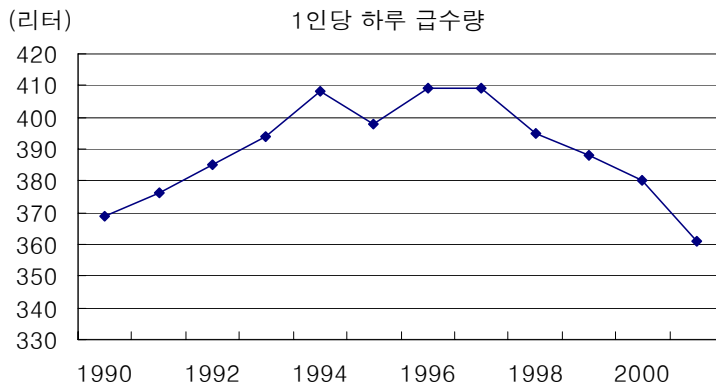


ENV-12 연간 총 어획량(M/T)			
1990	3,274,506	1996	3,244,288
1991	2,983,222	1997	3,243,725
1992	3,289,041	1998	2,835,015
1993	3,335,531	1999	2,910,569
1994	3,476,587	2000	2,514,225
1995	3,348,184	2001	2,665,123

자료출처: 통계청 KOSIS(1990~2001)

14) [ENV-14] 1인당 하루 급수량

이 지표는 특정사회에서 개인의 기본적 수요에 대응하기 위해 필요한 물의 양을 평가하는데, 기본적 요구에 대해 물공급 개발 관련 조치가 얼마나 이루어지고 있고 그 우선권이 어디에 있는가를 제시한다. 인간의 기본적 수요에 대응하는데 필요한 적절한 물의 양은 생활, 보건, 발전 등을 위한 필요조건인데, 수자원의 이용 효율을 높임으로써 물을 절약하는 것이 공급확대를 위해 새로운 댐이나 저수지를 만드는 것보다 경제적이다.

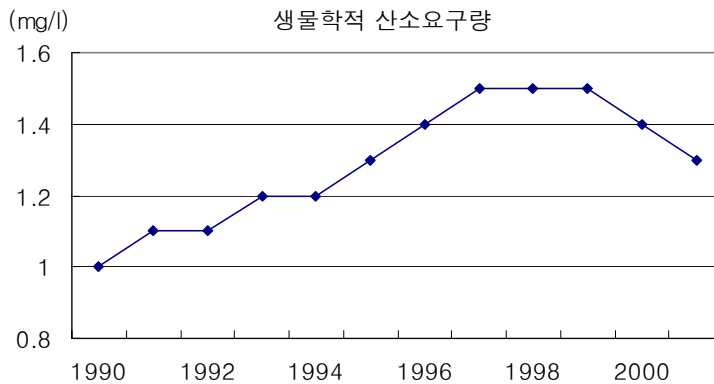


ENV-14 1인당 하루 급수량(리터)			
1990	369	1996	409
1991	376	1997	409
1992	385	1998	395
1993	394	1999	388
1994	408	2000	380
1995	398	2001	361

자료출처: 통계청 KOSIS(1982~2001)

15) [ENV-15] 한강 팔당 생화학적 산소요구량

이 지표의 목적은 그 지역 소비자의 기본적 수요에 대하여 이용가능한 수질을 평가하는 것으로 생화학적 산소요구량은 대표적인 수질 오염지표이다. 지속가능발전은 내수에서 산업용에 이르기까지 다양한 용도의 물이용 가능성에 크게 의존하고 있는데, 수질문제로 인한 보건상의 악화는 작업능력을 저하시키고, 청소년의 성장과 교육에 영향을 미칠 수 있다. 특히, 건강에 위협을 가하는 지역 및 오염원 규명, 적절한 하수처리, 물의 지속가능성 증진을 위한 정책결정에 필요한 정보 제공 등을 위해 유기물 오염을 감시하는 것이 중요하다 할 수 있다.

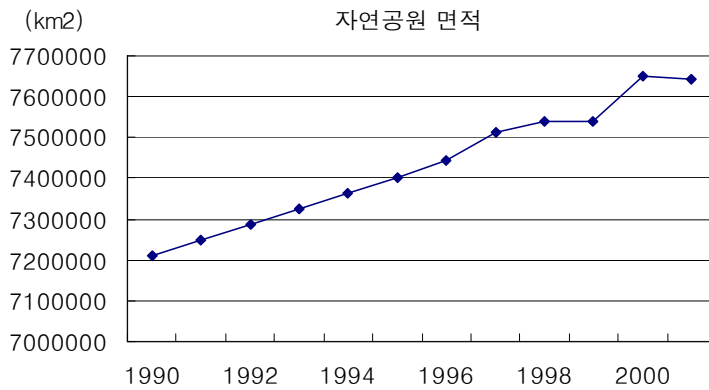


ENV-15 한강 팔당 BOD (mg/l)			
1990	1	1996	1.4
1991	1.1	1997	1.5
1992	1.1	1998	1.5
1993	1.2	1999	1.5
1994	1.2	2000	1.4
1995	1.3	2001	1.3

자료출처: 통계청 KOSIS(1985~2001)

16) [ENV-16] 자연공원 면적

우수한 자연생태계 보호를 위한 보호지역을 확대하고, 지정된 보호지역에 대한 보호시설의 설치, 모니터링 및 지역 공동체 참여 방안을 마련하여 생물자원 보전 및 지속가능한 이용체계를 구축하기 위한 지표이다. 자연공원, 자연생태계 보전지역, 천연보호구역 등 이미 지정되어 있는 각종 보호지역의 효율적인 보전 및 관리 등을 위하여 핵심지역, 완충지역, 전이지역 등과 같은 보호지역 개념 도입을 검토하여 보호지역의 효율적 관리를 도모해야 한다.

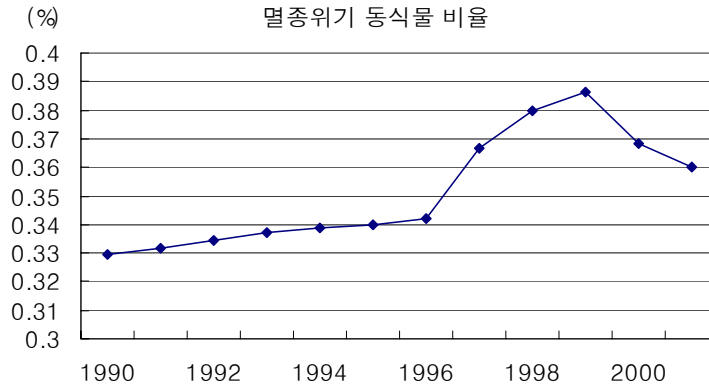


1990	7,208,654	1996	7,442,900
1991	7,247,143	1997	7,511,355
1992	7,285,838	1998	7,539,830
1993	7,324,739	1999	7,539,830
1994	7,363,847	2000	7,649,985
1995	7,403,166	2001	7,644,156

자료출처: 환경통계연감(1996~2001)

17) [ENV-17] 멸종위기 야생 동식물 비율

우리나라의 생물다양성은 그 동안의 급속한 경제개발로 인하여 점점 감소하고 있는 것으로 조사되고 있는데, 이러한 우리나라의 현황에서 유전적인 다양성을 유지하기 위하여 야생동식물의 멸종을 방지하기 위한 노력을 나타내는 지표가 필요하다. 멸종위기는 산림 등 주요 생태 면적의 감소에 기인하는 바가 크며 지속가능성과 여러 가지 면에서 연결되어 있다.



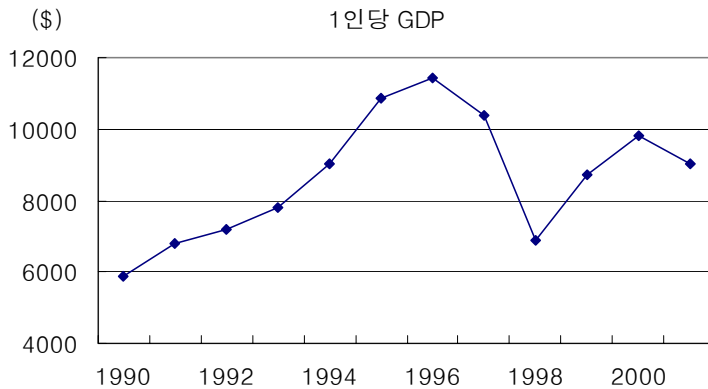
ENV-17 전체 생물 중 멸종위기 야생 동식물 비율(%)			
1990	0.32	1996	0.34
1991	0.33	1997	0.36
1992	0.33	1998	0.37
1993	0.34	1999	0.39
1994	0.34	2000	0.36
1995	0.34	2001	0.36

참고자료: 환경통계연감(1996~2001)

다. 경제부문

1) [ECO-1] 1인당 GDP

이 지표는 기본적인 성장지표로서, 총생산 수준과 범위를 측정하여 재화 및 서비스 총생산의 변화를 반영하는데, 1인당 GDP는 경제성장을 나타내는 총체적인 지표로, 경제발전상태를 알려주는 간결하고 명확한 지표이다. 1인당 GDP는 지속가능성을 직접 측정하는 것은 아니지만 국민의 소비유형과 재생가능자원의 활용 등을 포함한 지속가능발전의 경제적, 발전적 측면을 측정하는 수단이라 할 수 있다.

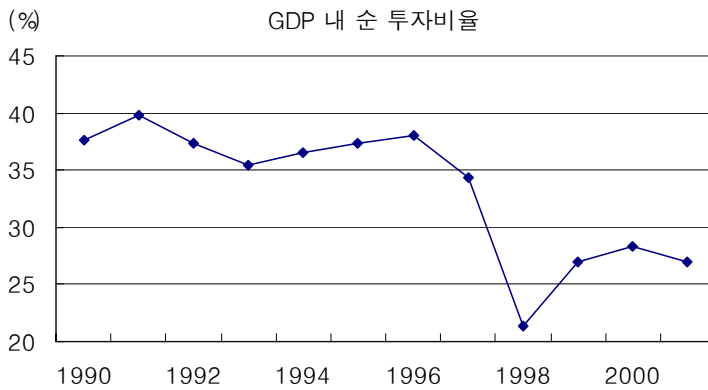


ECO-1 1인당 GDP(\$)			
1990	5,890.037	1996	11,422.30
1991	6,815.872	1997	10,371.24
1992	7,193.472	1998	6,863.698
1993	7,822.152	1999	8,704.979
1994	9,013.933	2000	9,821.732
1995	10,853.13	2001	9,025.622

자료출처: 통계청 KOSIS, 한국은행(1983~2001)

2) [ECO-2] GDP내 순투자비율

투자율은 경제발전에 대한 기초를 측정하는 것으로서, 발전과정에 재원을 공급하기 위한 필요자본의 투입을 반영한다. 이 지표는 경제활동의 과정과 유형을 다루는데, 개발도상국에 있어서 지속가능발전의 중요 요인으로, 지구촌 경제에 있어서 국가간 협력 강화를 목표로 하고 있으며, 발전의 속도를 가속화하는 것을 목적으로 하는 주요 재정요인을 반영한다. GDP 내의 순투자분은 경제발전에 대한 다른 지표들과 밀접한 관련이 있고, 특히 1인당 GDP 및 GDP 내의 제조업 비율과 관련성이 큰 지표이다.

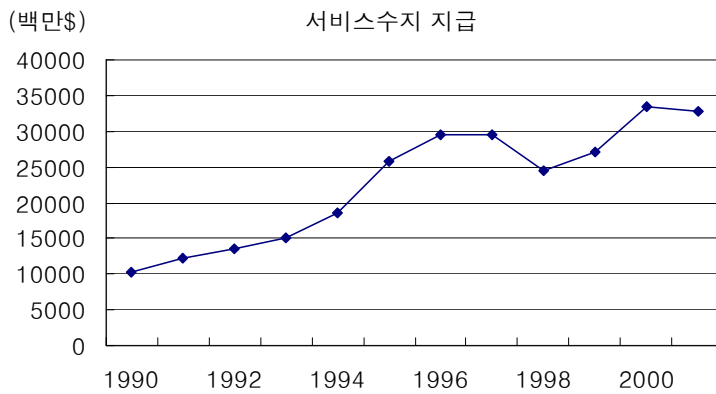


ECO-2 GDP내 순투자비율(%)			
1990	37.6	1996	38.1
1991	39.8	1997	34.4
1992	37.3	1998	21.3
1993	35.4	1999	26.9
1994	36.5	2000	28.3
1995	37.3	2001	27

자료출처: 통계청 KOSIS, 한국은행(1970~2002)

3) [ECO-3] 서비스 수지 지급액

서비스 무역의 활성화는 지속가능한 발전에 긍정적으로 기여하게 되는데, 무역을 통하여 지속가능발전을 촉진하기 위해서는 건전한 거시경제정책과 환경정책이 함께 추진되어 수출의 시장접근 개선이 환경에 긍정적인 영향을 미치고 따라서 지속가능 발전에 중요한 기여를 할 수 있도록 유도해야 한다. 무역에서 서비스가 차지하는 비중이 증가하면 그만큼 지속가능한 방향으로 진행되고 있다는 것을 나타낸다. 본 연구에서는 서비스 수지 지급액을 통해서 지속가능성을 측정하였다.

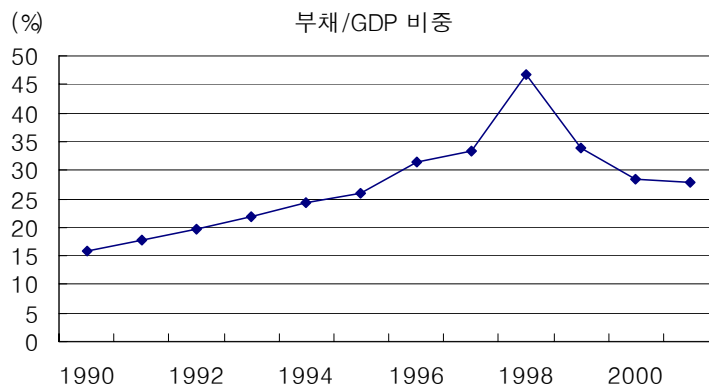


ECO-3 서비스 수지 지급액(백만\$)			
1990	10,251.8	1996	29,591.7
1991	12,166.4	1997	29,501.6
1992	12,605.4	1998	24,540.5
1993	15,076.1	1999	27,179.8
1994	18,606.0	2000	33,422.8
1995	25,806.1	2001	32,882.5

자료출처: 한국은행(1980~2002)

4) [ECO-4] 부채/GDP

이 지표는 부채 정도에 대한 측정으로, 한 국가의 대외부채상태를 평가하는 것을 도와준다. 부채/GDP 비율은 미상환부채의 규모를 측정하는 것으로, 경제의 소득창출을 가장 넓은 범위에서 측정하는 것과 관련되는데, 그 비율이 높을수록 부채의 상환을 위해 보류해야만 하는 지속가능발전의 산출부문이 커진다. 중장기 부채 규모가 채무국에서 상환한 금액을 초과하는 경우 부채 과잉이 존재하게 되는데, 적당한 부담이 어느 정도인지에 대한 단순한 원칙은 존재하지 않고, 국가별로 다양하다.

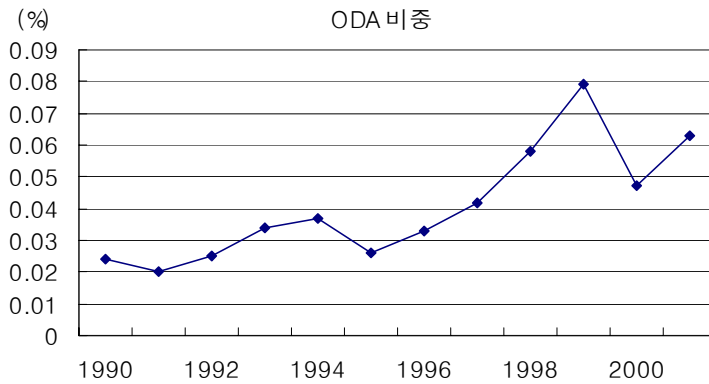


ECO-4 부채/GDP(%)			
1990	15.86	1996	31.44
1991	17.63	1997	33.41
1992	19.60	1998	46.80
1993	21.78	1999	33.77
1994	24.21	2000	28.51
1995	26.05	2001	27.80

자료출처: 한국은행(1994~2002)

5) [ECO-5] GDP 대비 총 ODA

이 지표의 목적은 공급자와 수혜자 양측에서 결정된 공급량 측정과 개발도상국의 발전과 복지를 촉진하는 것을 목표로 하고 있으며, 의제 21에서는 정확하고 믿을만한 자료를 기초로 개발도상국에 대한 국제 사회의 더욱 적극적인 재정 지원의 공급을 할 수 있도록 제안하고 있다. 다수의 환경문제들이 국지적인 차원을 넘어서 전지구적인 영향을 미치고 있기 때문에 개발도상국에 대한 개발원조는 지속가능성의 확보차원에서 긍정적 의미를 내포하고 있다.

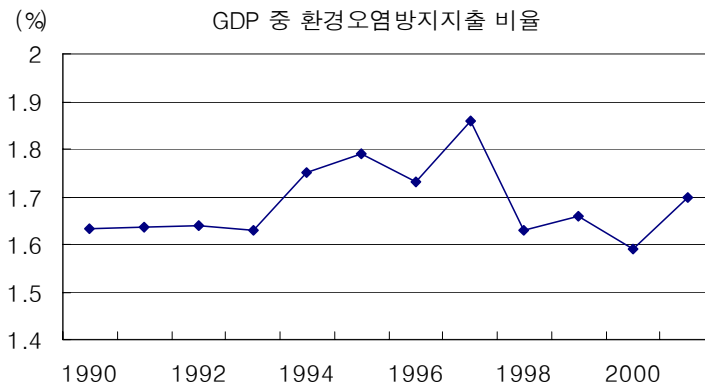


ECO-5 GDP 대비 총 ODA(%)			
1990	0.024	1996	0.033
1991	0.020	1997	0.042
1992	0.025	1998	0.058
1993	0.034	1999	0.079
1994	0.037	2000	0.047
1995	0.026	2001	0.063

자료출처: 외교통상부(1990~2001)

6) [ECO-6] GDP 중 환경오염방지지출 비율

이 지표는 한 국가가 환경을 보호하고 회복시키는데 들이는 노력을 측정하는데, 이는 환경보호를 위해 한 사회에 의해 부과된 경제 비용의 측정으로 해석된다. GDP 중 환경오염방지지출 비율은 환경을 보호하기 위한 사회의 노력을 측정하는 것이지만, 낮은 수준의 지출이 반드시 한 나라의 환경 수준을 저하시키는 것은 아니다. 환경오염방지 지출은 보다 적은 수준의 정화비용과 보다 효과적인 보호 수단을 강조하는 경향이 있다.

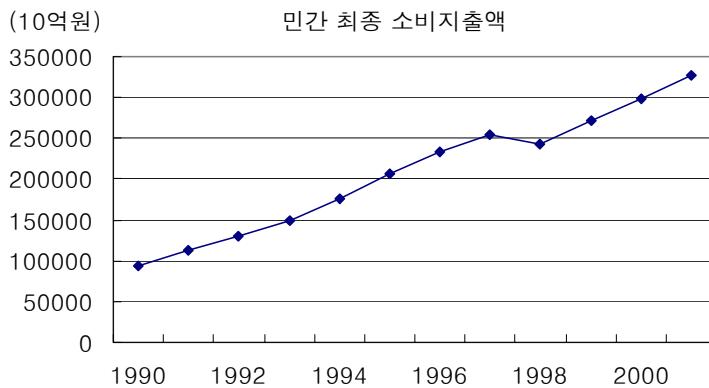


ECO-6 GDP 중 환경오염방지지출 비율(%)			
1990	1.63	1996	1.73
1991	1.64	1997	1.86
1992	1.64	1998	1.63
1993	1.63	1999	1.66
1994	1.75	2000	1.59
1995	1.79	2001	1.70

자료출처: 한국은행(1992~2001)

7) [ECO-7] 민간 최종 소비지출

개인 소비는 GDP 변화와 매우 유사한 변화추이를 보이는데, 이는 GDP 중 개인소비가 차지하는 비율의 수치가 단기간에 급변하지 않기 때문이다. 전체적으로 개인소비가 증가하는 것은 수송, 관광, 여가, 에너지 등의 사용 증가와 폐기물 발생을 의미하지만 동시에 환경친화적인 제품의 수요를 증가시키는 차원으로 해석 가능하다. 하지만 내구성이 강한 제품이나, 환경친화적인 제조 공정을 거쳐 만들어진 제품 등에 대한 구분이 이루어지지 않고 있는데, 추가의 보조적인 지표가 개발되는 것이 고려되어야 한다.

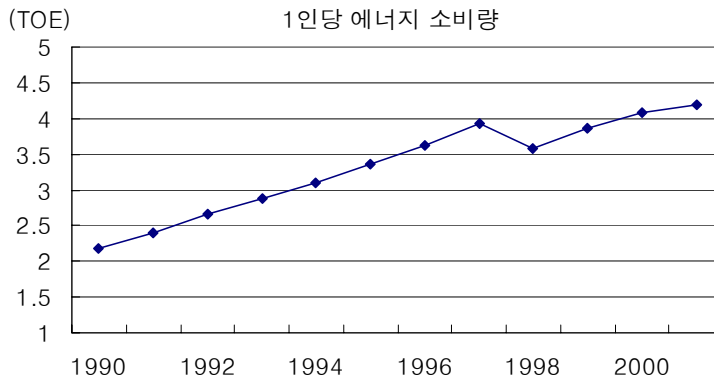


1990	93,504.9	1996	233,644.1
1991	113,225.6	1997	254,986.5
1992	130,028.4	1998	242,834.1
1993	148,264.4	1999	271,136.5
1994	175,969.9	2000	299,121.8
1995	206,406.5	2001	326,209.9

자료출처: 한국은행(1970~2002)

8) [ECO-8] 1인당 총 에너지 소비량

1인당 에너지 소비는 난방, 조명, 그리고 이동을 위한 개인의 에너지 소비를 반영한다. 에너지 사용은 소비와 생산의 핵심적인 측면 중 하나로서 전통적으로 경제발전의 엔진으로 간주되어 왔으나 에너지의 생산, 사용, 부산물 등은 환경에 커다란 영향을 미친다. 1인당 에너지 공급이 증가하는 것은 사회가 전반적으로 에너지 다소비형으로 바뀌고 있다는 것을 의미하며, 이는 지속가능한 발전에 저해 요인이 된다.

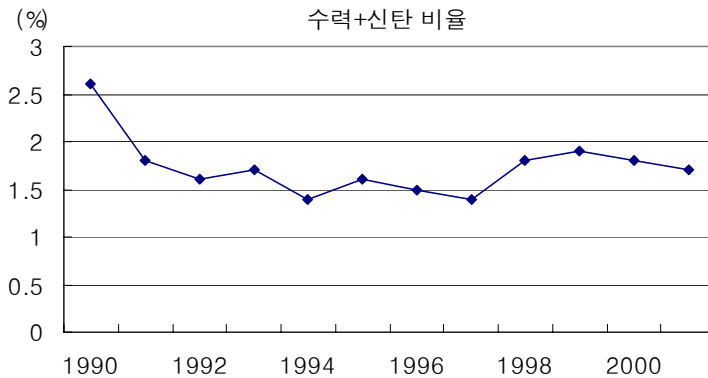


1990	2.17	1996	3.63
1991	2.39	1997	3.93
1992	2.66	1998	3.57
1993	2.88	1999	3.87
1994	3.09	2000	4.08
1995	3.35	2001	4.19

자료출처: 통계청 KOSIS(1971~2001)

9) [ECO-9] 재생가능한 에너지자원 소비 비중(수력+신탄)

이 지표는 재생가능한 에너지 즉, 수력과 신탄과 재생이 불가능한 에너지 사이의 혼합비율을 측정된다. 재생가능 에너지로서 환경문제를 유발하지 않고 개발할 수 있는 것으로 태양에너지, 풍력, 조력, 지열 등이 있는데, 이들은 이미 전지구적으로는 어느 정도 이상의 상업화 서비스가 이루어지고 있다. 우리나라의 경우 재생가능한 에너지원에 대한 구체적인 자료는 수력 이외에는 존재하지 않고, 현대화 과정에서 그 사용량이 급감한 신탄과 함께 한 종류로 구분되어 있다. 재생가능한 자원은 효율적인 관리하에서 지속적으로 에너지를 제공할 수 있는데, 재생불가능 에너지자원과 재생가능 에너지자원의 비율의 대비는 국가지속성의 척도가 된다.

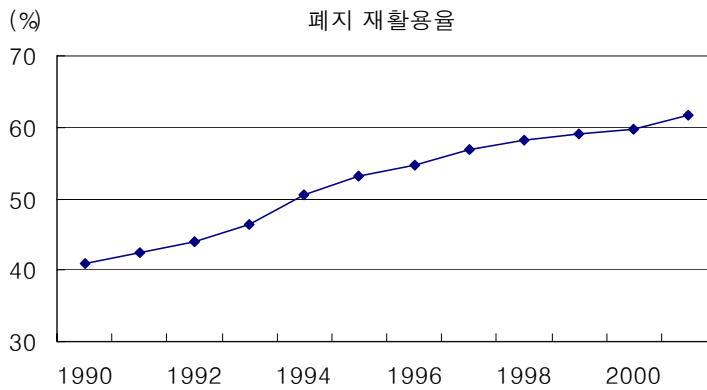


ECO-9 재생가능한 에너지자원 소비 비중(신탄+수력)(%)			
1990	2.6	1996	1.5
1991	1.8	1997	1.4
1992	1.6	1998	1.8
1993	1.7	1999	1.9
1994	1.4	2000	1.8
1995	1.6	2001	1.7

자료출처: 환경통계연감(1971~2001)

10) [ECO-10] 폐지 재활용율

우리나라는 재활용 제품의 수요가 저조하고 국내 재활용산업이 영세하여 관련산업의 활성화가 되지 않고 있는 실정이다. 폐기물처리와 관련하여 소각, 매립, 재활용이 가능하나 이 중 재활용이 지속가능성과 가장 잘 연결되어 있기 때문에 이 지표를 통하여 대책을 세우는 것이 필요하다. 폐기물관리는 각국의 환경정책에 주요한 위치를 차지하는데, 지금까지는 폐기물 수집 및 폐기에 중점을 두었으나 지속가능성 개념이 대두되면서 재활용에 대한 관심이 고조되고 있다.

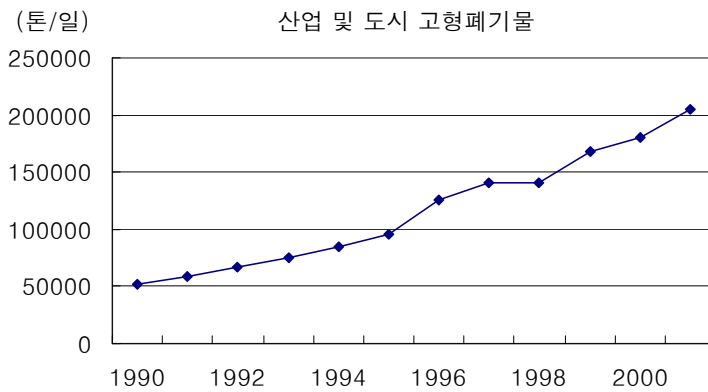


ECO-10 폐지 재활용율(%)			
1990	40.8	1996	54.7
1991	42.4	1997	56.8
1992	44.0	1998	58.2
1993	46.3	1999	59
1994	50.5	2000	59.8
1995	53.2	2001	61.6

자료출처: 환경통계연감(1992~2001)

11) [ECO-11] 산업 및 도시 고형폐기물 발생량

산업 및 도시 고형폐기물은 인간활동에서 생성된 것이며, 구성과 양은 소비와 생산 패턴에 영향을 미친다. 사업장에서 발생하는 일반 폐기물의 대부분은 광재, 연소재, 분진류, 오니 등이 차지하고 있으며, 또한 사업장에서 발생하는 특정 폐기물 중 폐산, 폐알카리, 폐유, 폐유기용재 등이 약 80%를 차지하고 있다. 폐기물은 심각한 환경오염을 야기시키고 유해할 수 있기 때문에 지속가능하지 않은 성향을 가진 활동이라 할 수 있다.

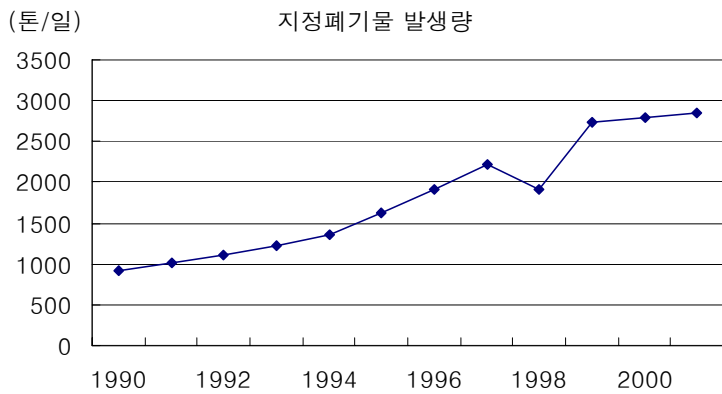


ECO-11 산업 및 도시 고형폐기물 발생량(톤/일)			
1990	51,916	1996	125,409
1991	58,686	1997	141,305
1992	66,339	1998	140,406
1993	74,990	1999	168,566
1994	84,769	2000	180,230
1995	95,823	2001	204,428

자료출처: 환경통계연감(1995~2001)

12) [ECO-12] 지정폐기물 발생량

지정폐기물의 절대량은 많지 않지만 그 유해성이 높기 때문에 주의를 요하므로 지표로 선정되어야 한다. 지정폐기물은 재생이 불가능하고 처리에도 주의를 요하므로 지속가능성을 저해하는 요소이다. OECD 회원국들 중에서 지정폐기물의 수출보다 수입량이 많은 국가들이 있지만, 이 수치 자체만으로 국가의 환경친화성을 판단할 수는 없으며, 중요한 것은 도입된 폐기물을 안전하게 처리해서 그로 인한 오염을 방지하는 것이다.

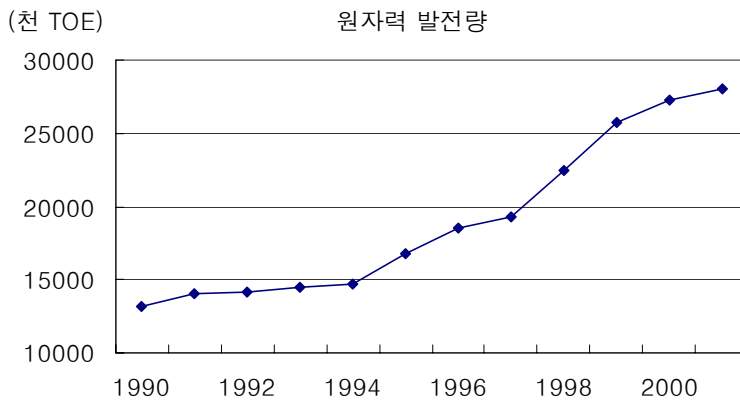


ECO-12 지정폐기물 발생량(톤/일)			
1990	918	1996	1,912
1991	1,011	1997	2,217
1992	1,113	1998	1,922
1993	1,226	1999	2,733
1994	1,351	2000	2,799
1995	1,622	2001	2,858

자료출처: 환경통계연감(1992~2001)

13) [ECO-13] 원자력 발전량

원자력 발전의 장·단점과 위험성에 대해서는 많은 논쟁이 있으나 핵에너지를 이용하면 발생하는 핵폐기물의 경우 인간에게 유해한 정도의 오염도가 장기간 지속됨으로 지표로 선정되어야 한다. 정부는 급증하는 전력을 원자력 발전에 의한 전력으로 충당할 계획을 세우고 있으므로, 이에 따른 장기적인 관리가 필요하며, 지속가능성 여부는 정책과 연결된다. 방사성 폐기물은 곧 원자력 발전량에 따른 부산물이므로 연간 원자력 발전량을 통해서 방사성 폐기물에 대한 예측을 할 수 있다.

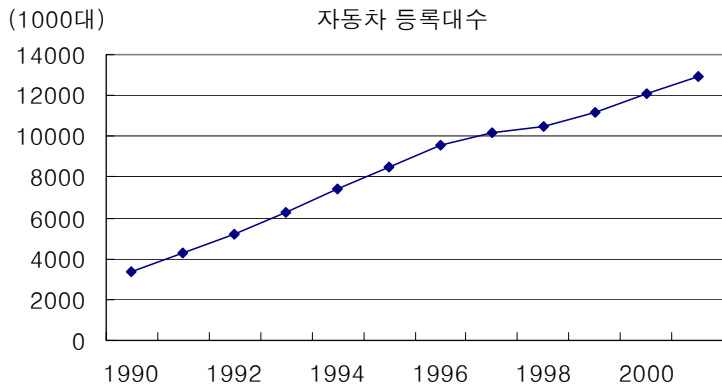


1990	13,222	1996	18,481
1991	14,078	1997	19,272
1992	14,133	1998	22,422
1993	14,535	1999	25,766
1994	14,663	2000	27,241
1995	16,757	2001	28,033

자료출처: 통계청 KOSIS(1990~2001)

14) [ECO-14] 자동차 등록 대수

1인당 운송모드에 의한 승차거리에 대한 대체지표로 자동차 등록현황을 통해 교통 부분의 지속가능발전지표로 사용된다. 지속가능성을 평가하기 위하여 교통부분을 고려하는 것이 중요하며 차량등록 현황은 이러한 속성을 잘 반영하지만 기초자료가 상대적으로 부족한 상태이다. 자동차 등록 현황은 에너지 소비와 연관하여 분석할 수 있으며, 대기오염과 관련된 환경지표와도 연관이 되어 있는데, 교통 및 물류의 발전 측면에서는 긍정적인 지속가능성을 내재하고 있지만, 이로 인한 대기 오염과 교통 정체로 인한 교통혼잡비용의 증가는 부정적인 지속가능성을 포함하고 있다.



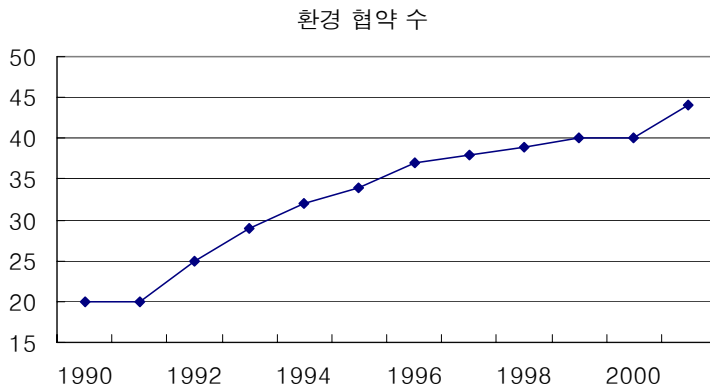
ECO-14 자동차 등록 대수(1000대)			
1990	3,395	1996	9,553
1991	4,248	1997	10,143
1992	5,231	1998	10,470
1993	6,274	1999	11,163
1994	7,404	2000	12,059
1995	8,469	2001	12,914

자료출처: 환경통계연감(1990~2001)

라. 제도부문

1) [INST-1] 국내에서 발효된 환경협약수

이 지표는 환경 보호와 지속가능발전을 위한 국제 협약에 대한 통합적 노력을 나타내는 지표이다. 환경문제의 특성 중 하나는 그 원인이나 영향이 한 국가에 국한되지 않고 전 지구적으로 미치는 경향이 있으므로, 국제적 합의에 대한 적극적인 참여가 필요하다. 지속가능한 발전을 추구하기 위해서는 서로 다른 영역의 여러 정책을 환경적 차원에서 종합적으로 고려해야 한다.

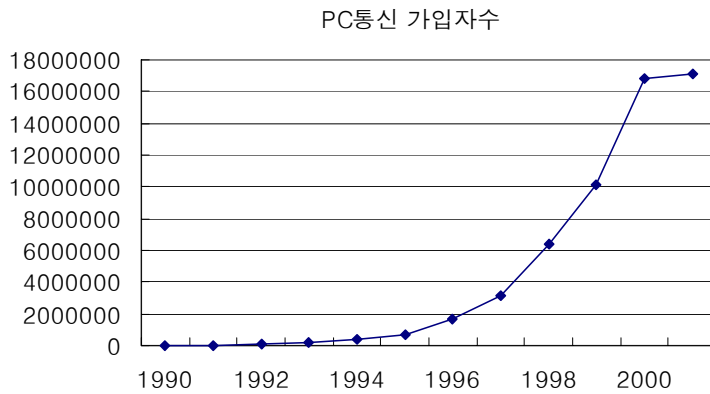


1990	20	1996	37
1991	20	1997	38
1992	25	1998	39
1993	29	1999	40
1994	32	2000	40
1995	34	2001	44

자료출처: 외교통상부(1990~1998)

2) [INST-2] PC통신 가입자수

정보통신망 발전과 정보접근 용이함, 형평성 등을 측정하는 지표로 사용가능한데, 정보통신망은 국가 기간산업으로 그 자체가 직접적으로 생산활동을 하는 것은 아니지만 이를 통하여 자원이 움직인다는 점에서 매우 중요하다. 최근 세계화와 정보화가 동시에 진행되면서 세계 빈부격차가 정보접근의 격차로 나타나면서 정보접근이 지속가능발전을 위한 중요한 지표로 부각되고 있다. PC통신 가입자수는 국민의 정보 접근성을 대표하는 지표로서 이를 통해 지속가능성을 측정하였다.

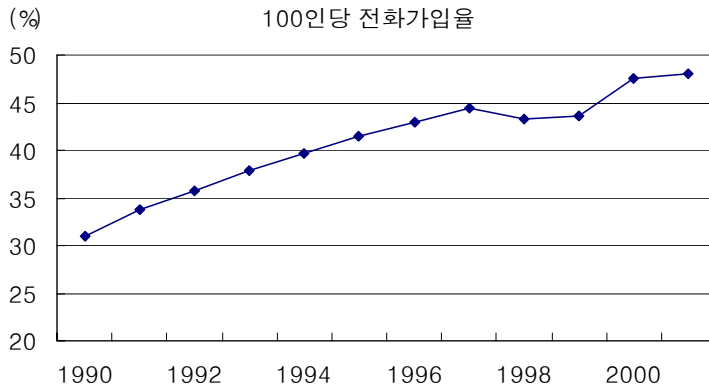


INST-2 PC통신 가입자수			
1990	11,729	1996	1,711,013
1991	34,463	1997	3,117,553
1992	117,151	1998	6,438,465
1993	216,192	1999	10,155,419
1994	427,623	2000	16,807,067
1995	718,188	2001	17,100,584

자료출처: 통계청 KOSIS(1987~2001)

3) [INST-3] 100인당 전화가입률

잘 발달된 통신체계는 수송의 필요성을 줄여 환경에 대한 부하를 저감시킨다. 지속가능발전에 적합한 지표 개발 및 보급, 효율적이고 적절한 데이터의 수집 및 평가, 그리고 종합환경정보체계의 구축 등이 중요하며 이에 따라 통신인프라의 구축정도를 측정하는 지표가 필요하다. 전화 가입자의 증가는 교통 유발을 감소시키고 시간을 절약시켜 지속가능발전에 긍정적이다.

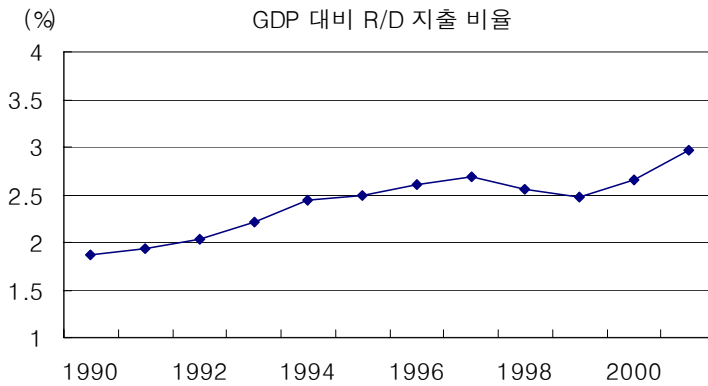


INST-3 100인당 전화가입률(%)			
1990	31	1996	43
1991	33.7	1997	44.4
1992	35.7	1998	43.2
1993	37.8	1999	43.6
1994	39.6	2000	47.5
1995	41.5	2001	48

자료출처: 통계청 KOSIS(1980~2001)

4) [INST-4] GDP 대비 R&D에 지출 비율

과학기술은 국가 발전을 선도하고, 경제·사회적 욕구 충족과 삶의 질 향상에 기여함과 동시에 지구와 인류의 공존 번영에 기여하기 때문에, 이를 위하여 과학기술부문 장기발전계획 수립이 필요하다. 경제 성장과 국가 재정이 적절하게 투자된 R&D 기금은 지속가능발전에 필수적 요소이다. 연구개발에 대한 투자는 과학기술의 진보를 촉진하고, 그 과학기술을 이용하여 지구 시스템에 대한 이해를 넓혀 여러 가지 경제, 사회, 환경적 상황에 대해 올바르게 대처해서 지속가능성을 증진시킬 수 있다.

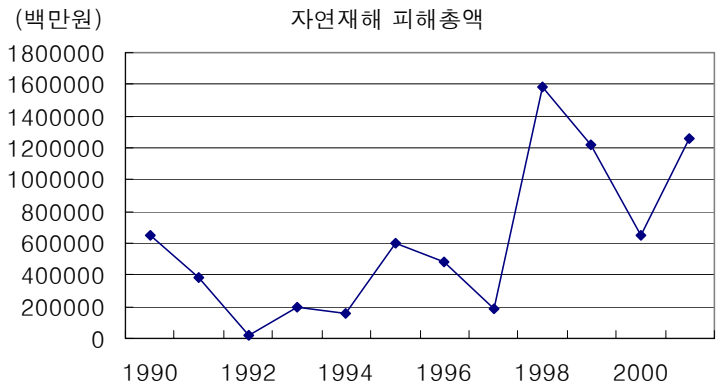


INST-4 GDP 대비 R/D 지출 비율(%)			
1990	1.87	1996	2.60
1991	1.93	1997	2.69
1992	2.03	1998	2.55
1993	2.22	1999	2.47
1994	2.44	2000	2.65
1995	2.50	2001	2.96

자료출처: 과학기술부(1992~2001)

5) [INST-5] 자연재해로 인한 인명피해 및 경제적 손실 - 피해총액

우리나라는 자연재해로 인한 피해를 최소화 하고자 국토종합개발계획 등의 수립을 통해 재해예방을 강구하고 있으나 최근 빈번히 발생하는 자연재해 및 인재 등의 방지를 위해 노력이 필요하며 이에 자연재해에 대한 기초적인 지표로서 이 지표를 사용하고 있다. 자연재해는 지속가능발전을 저해하는 요소로 이에 대한 지속적인 관측 및 관리가 필요하다. 이 지표는 특정한 해에 큰 재해가 발생하였는지의 여부에 의해 많이 좌우되는데, 자연재해의 발생은 재해를 최소화하는 장치 또는 시스템이 얼마나 잘 갖추어져 있는지를 판단하는데 사용될 수 있다.



1990	649,607	1996	483,050
1991	386,868	1997	190,915
1992	24,058	1998	1,582,811
1993	197,114	1999	1,219,681
1994	153,375	2000	645,451
1995	601,152	2001	1,256,168

자료출처: 통계청 KOSIS(1971~2001)

제5장 지속가능발전지수 작성

1. 지속가능발전지수 작성을 위한 가중치 산정

가. 표본의 구성과 처리

국가의 지속가능발전문제에 대한 전문가 집단의 의견을 종합하는 목적은 전문가 집단이 ‘어떤 부문을 국가의 지속가능발전에서 중요 요인으로 생각하는가?’ 그리고 ‘서로 다른 전문가 집단간에 하위 부문별 중요도는 어떻게 다른가?’ 를 살펴봄으로써, 부문별 중요도를 얻기 위함이다.

본 연구에서는 전문가 집단을 ‘KEI-1’¹⁶⁾, ‘KEI-2’¹⁷⁾, ‘환경부’, ‘PCSD(지속가능발전 위원회)’, KEI 이외의 ‘연구기관’, ‘학계’ 등 6개 그룹으로 분류하였으며 총 89명이 설문문에 응답하였다. 전문가 그룹별 분포는 다음의 <표 5-1>과 같다. 본 설문조사는 이메일(E-mail)조사를 원칙으로 하였으며 ‘KEI-1’과 ‘KEI-2’의 경우는 설문지를 직접 전달하여 설문지를 수집하였다. 설문내용에 가급적 영향을 주지 않기 위해서 구체적인 내용에 대해서는 질문을 받지 않았다. 다만 응답자의 이해를 돕기 위해서 설문지 부록으로 각 지표에 대한 정의와 설명을 추가하였다.

설문지의 기본 구성은 다음과 같다. 첫째 지속가능발전지수를 구성하고 있는 4개의 부문별, 즉 사회, 환경, 경제, 제도의 하위 부문지수를 작성하기 위한 각 지표별 가중치를 조사하였다. 이를 위해서 각 지표별로 0~10까지의 11단계로 분류하여 그 해당 지표가 가장 중요하다고 생각되면 10으로 표기하고, 가장 중요하지 않다고 생각되면

16) KEI-1은 한국환경·정책평가연구원의 정책연구부를 중심으로 설문지를 수집하였으며 정책연구부는 주로 정책총괄, 환경경제, 환경관리, 지구환경 부문을 중심으로 연구하는 부서이다.

17) KEI-2는 한국환경정책·평가연구원의 환경영향평가부를 중심으로 설문지를 수집하였으며 환경영향평가부는 주로 개발계획 및 개발사업을 수립·시행하는 과정에서 환경에 미치는 부정적인 영향을 미리 예측·분석하고 그에 대한 저감방안을 강구하는 것을 주 업무로 하고 있다.

0으로 표기하도록 하여 지표별 가중치를 산정하였다.

둘째, 지속가능발전지수를 구성하고 있는 각 부문에 대한 중요도를 비교한 것으로 써 문항은 응답자가 서로 다른 두 개의 부문에 대해서 중요도를 비교 평가하도록 구성하였는데, 응답자가 중요 정도를 1, 3, 5, 7, 9 점의 척도로 비교하도록 하였다. 그리고 이에 앞서 4개 부문에 대한 우선 순위를 묻는 문항을 먼저 제시하였는데 그 이유는 쌍체비교를 통한 계층분석법을 적용함에 있어서 일관성 있는 응답을 위해서 편의상 그렇게 제시하였다.

지표별 가중치 산정 및 계층분석법을 이용한 부문별 가중치를 계산하기 위하여 EXCEL 프로그램을 활용하였다.

<표 5-1> 전문가 집단별 설문조사표 구성

전문가 그룹	응답 설문지량	비율
KEI-1(정책연구부)	20	22.47%
KEI-2(환경영향평가부)	14	15.73%
환경부	27	30.34%
지속가능발전위원회(PCSD)	6	6.74%
연구기관	11	12.36%
학계	11	12.36%
Total	89	100%

나. 지표별 가중치 산정

각 부문지수를 작성하기 위한 지표별 가중치를 계산하기 위해서, 회수된 설문조사지를 응답결과를 바탕으로 부문별 평균비율을 계산하여 가중치로 사용하였다. 즉 각 부문지수의 가중치의 합을 1로 하여 각 지표당 응답자의 설문결과를 총합하여 해당 부문지수에서 그 지표의 중요도 비율을 계산하였다.

각 부문별 가중치에 대한 결과는 다음의 <그림 5-1>과, <표 5-2>에서 <표 5-5>까지

제시되어 있다. 전문가 집단에 대한 설문조사 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

첫째, 이번 설문에 응답한 설문응답자들은 상수도보급률(SOC-10)을 사회부문에서 가장 지속가능발전에 중요한 지표로 생각하는 것으로 나타났다. 상수도보급률의 가중치는 0.070으로 나타났는데, 전문가 집단별로 분석해보면 'KEI-1'(한국환경정책·평가연구원 정책연구부)에서 0.075로 가장 높은 가중치 결과가 나타난 반면, 'KEI-2'(한국환경정책·평가연구원 환경영향평가부)에서 0.062로 가장 낮은 가중치가 산정되어서 같은 연구원 내에서도 주 연구업무에 따라서 지속가능성에 상이한 견해를 보이고 있는 것으로 나타났다. 한편 사회부문에서 여성근로자비율(SOC-4)는 전체적으로 가중치가 0.049로 산정되어 가장 낮은 중요도를 나타내고 있다. 여성근로자비율은 각 집단별 가중치에서도 대체적으로 낮게 산정되어 전체 전문가 집단에서 이 지표를 지속가능성에서 중요도가 가장 낮은 지표로 생각하고 있는 것으로 나타났다. 대체적으로 사회부문에서 지속가능발전에 중요 지표로는 빈곤인구비율(SOC-1, 가중치 0.069), 지니계수(SOC-2, 가중치 0.065)와 상수도보급률(SOC-10, 0.070)로 분석되었다. 결과적으로 사회부문에 대한 전문가 설문조사를 요약하면, 사회불평등 문제, 즉 사회분배문제가 지속가능발전에 주요한 요인이며, 수자원 관리 역시 국가에서 주도적으로 관심을 가져야만 할 사항이라는 것으로 요약된다.

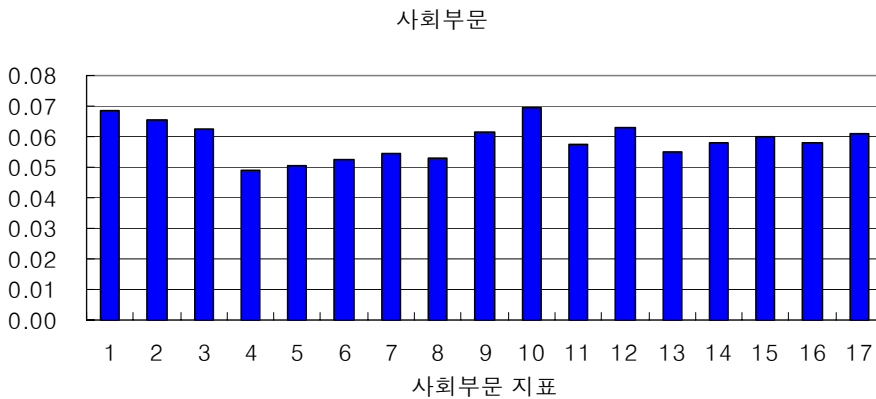
둘째, 환경부문에서는 대기 중 오존 배출량(ENV-3)이 지속가능발전에 가장 중요한 지표로 나타났다. 대기 중 오존 배출량은 가중치가 0.069로 산정되었는데, 특히 전문가 집단 중 'KEI-1'(한국환경정책·평가연구원 정책연구부)에서 가중치가 0.077로 나타나 가장 높은 가중치가 산정되었다. 하지만 KEI 이외의 '연구기관'에서는 가중치가 0.061로 산정되어서 환경 관련분야에 종사하고 있는 전문가들에 비해서 대기분야에 대한 중요도가 다소 낮게 평가되고 있는 것을 알 수 있다. 한편, 복합비료소비(ENV-50)는 가중치가 0.050으로 산정되어 환경분야 중 가장 낮은 중요도를 나타내고 있다.

셋째, 경제부문에서는 폐기물 재활용비율(ECO-10)의 가중치가 0.082로 산정되어 지속가능발전에 가장 중요한 지표로 나타났다. 폐기물재활용비율은 '환경부'에서 0.085로 가장 높은 수치를 기록한 반면, 'KEI-2'(한국환경정책·평가연구원 환경영향

평가부)에서 가장 낮은 수치를 나타내어 대조되었다. 경제부문에서 특이한 사항은 일반적으로 국가 경제에 중요 지표라고 생각되어지던 GDP, 투자, 경상수지 등 경제 실물지표보다는 에너지나 재활용과 관련된 지표들이 지속가능발전에 더 중요한 지표로 인식되고 있다는 점인데, 1인당에너지 소비량(ECO-8, 0.080), 재생가능한 에너지소비량(ECO-9, 0.081), 폐기물재활용비율(ECO-10, 0.082) 등이 높은 가중치를 기록하고 있다. 한편, 서비스수지 비율(ECO-3, 0.059)과 ODA 비중(ECO-5, 0.060)이 경제부문에서 지속가능발전에 비교적 낮은 중요도를 갖는 것으로 전문가 설문조사 결과 나타났다.

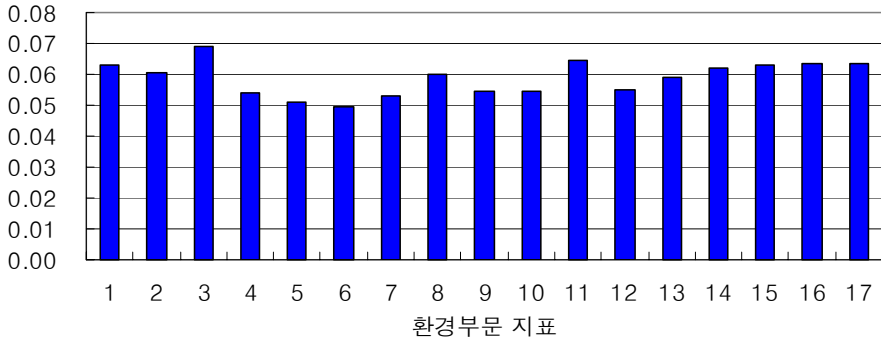
넷째, 제도부문에서는 인준된 국제적 협의사항에 대한 이행(INST-1) 지표가 지속가능발전에 가장 중요한 지표라는 결과가 나왔다. 인준된 국제적 협의사항에 대한 이행의 가중치는 0.230으로 산정되었는데, 6개 전문가 집단에서도 대체적으로 제도부문에서 가장 높은 중요도를 나타내었다. 반면, 100인당 전화가입률(INST-3)은 가중치가 0.165로 산정되어서 가장 낮은 중요도를 나타내고 있는데, 이미 유선 전화에 대한 인프라 구축이 상당 정도 구축이 되어서 현 시점에서는 지속가능발전 측면에서 낮은 중요도를 나타내는 것으로 분석된다.

<그림 5-1> 부문별 지표에 대한 가중치 비교

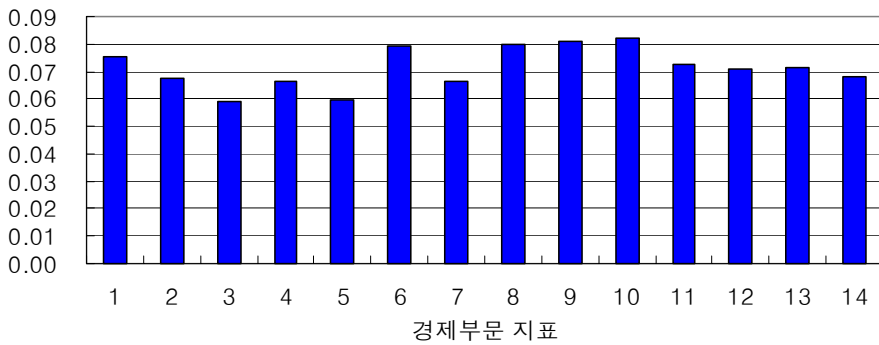


<그림계속>

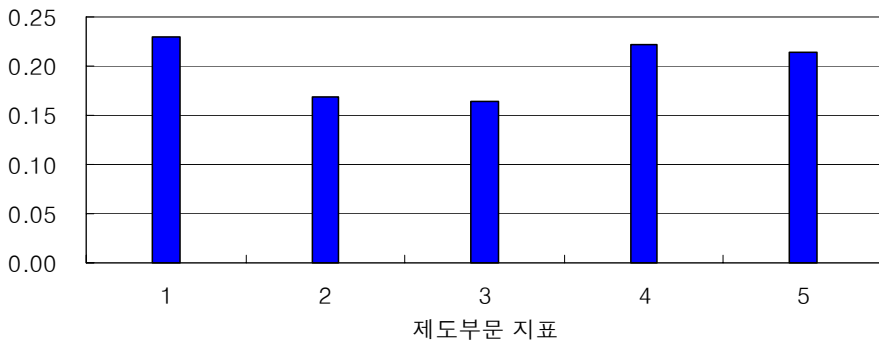
환경부문



경제부문



제도부문



<표 5-4> 경제부문 지수 구성을 위한 지표별 가중치

	Total	KEI-1	KEI-2	환경부	PCSD	연구기관	학계
ECO-1	0.075	0.075	0.078	0.075	0.072	0.074	0.076
ECO-2	0.068	0.065	0.070	0.068	0.067	0.067	0.067
ECO-3	0.059	0.057	0.070	0.059	0.056	0.055	0.053
ECO-4	0.066	0.064	0.071	0.068	0.060	0.065	0.066
ECO-5	0.060	0.055	0.070	0.064	0.065	0.058	0.044
ECO-6	0.079	0.078	0.080	0.082	0.077	0.071	0.083
ECO-7	0.066	0.063	0.066	0.065	0.063	0.074	0.072
ECO-8	0.080	0.080	0.076	0.079	0.083	0.081	0.083
ECO-9	0.081	0.086	0.077	0.080	0.086	0.074	0.085
ECO-10	0.082	0.084	0.073	0.085	0.081	0.082	0.083
ECO-11	0.073	0.075	0.065	0.072	0.076	0.079	0.072
ECO-12	0.071	0.075	0.068	0.067	0.076	0.076	0.070
ECO-13	0.071	0.073	0.067	0.069	0.077	0.078	0.073
ECO-14	0.068	0.069	0.068	0.068	0.062	0.064	0.074
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

<표 5-5> 제도부문 지수 구성을 위한 지표별 가중치

	Total	KEI-1	KEI-2	환경부	PCSD	연구기관	학계
INST-1	0.230	0.238	0.229	0.224	0.220	0.244	0.229
INST-2	0.168	0.173	0.170	0.168	0.170	0.158	0.175
INST-3	0.165	0.155	0.156	0.170	0.170	0.169	0.171
INST-4	0.222	0.208	0.235	0.217	0.220	0.248	0.216
INST-5	0.215	0.226	0.210	0.221	0.220	0.181	0.209
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

다. 계층분석법을 적용한 부문별 가중치 산정

1) 전체 가중치 산정

계층분석법을 적용하기 위해서는 지속가능발전을 구성하는 하위부문을 각각 두 개씩 서로 비교한 쌍체비교값을 구하고 이를 정방행렬로 배열한 다음, 이 정방행렬을 바탕으로 고유벡터(eigen vector)와 최대고유치(eigen value)를 구한다. 이때 얻은 고

유벡터는 지속가능발전 문제에 있어서의 가중치(중요도)를 나타내며, 최대고유치(λ_{\max})는 응답의 일관성을 검정하기 위한 수단으로 사용된다. 본 연구에서는 산술평균을 적용하여 각 부문에 대한 가중치(우선순위벡터)를 계산했다.¹⁸⁾ 한편, 응답의 일관성을 구하기 위해서 최대고유치와 일관성지수(Consistency Index: CI)를 구해야 하는데, 먼저 최대고유치(λ_{\max})는 4개 부문에 대한 쌍체비교 값으로 구성된 정방행렬의 각 행과 표준화된 가중치를 곱하여 가중벡터를 구한 다음 최종적으로 각각의 가중벡터를 표준화된 가중치로 나누어 구한 4개 값의 평균이 최대고유치(λ_{\max})가 되며, 일치성지수와 일치성비율(Consistency Ratio: CR)은 공식에 따라 도출이 된다.

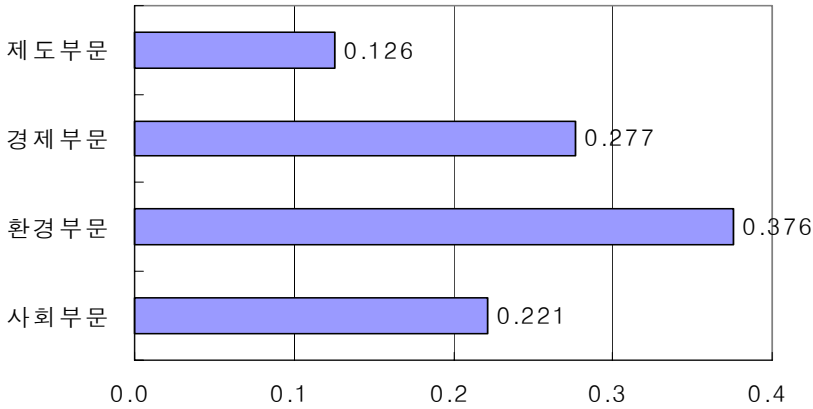
전문가 집단의 4개 하위 부문에 대한 각각의 표준화된 가중치와 최대고유치(λ_{\max}), 일치성지수, 일치성비율은 다음 <그림 5-2>와 <표 5-6>에 제시되어 있다.

설문조사에 응한 전문가 집단의 4개 하위부문에 대한 가중치는 환경부문 0.376, 경제부문 0.277, 사회부문 0.221, 제도부문 0.126의 순으로 나타났다. 환경부문에 대한 가중치가 가장 높게 나온 이러한 설문 응답 결과는 첫째, 지속가능발전의 정의에 충실한 결과라고 할 수 있다. 즉, 현재의 발전상황을 그대로 이어가면서 미래에도 현재와 같은 발전을 담보할 수 있는 지속가능발전을 이룩하기 위해서는 무엇보다도 환경적인 측면이 중요하다 할 수 있는데, 설문에 응답한 전문가들이 지속가능발전이라는 측면에서 환경부문에 보다 많은 중요도를 인식한 것으로 보여진다. 둘째, 설문 표본의 결과에 기인한 것으로 보여진다. 이번 설문 응답자 구성 중 환경분야와 연관이 있는 전문가 집단의 높은 구성비로 인해서 환경분야를 지속가능발전에 중요 요인으로 인식하고 있는 것으로 보여진다. 한편 본 연구에서 설문 응답의 일관성을 나타내는 일치성비율(CR)은 0.0019로 계산되었는데, 일반적으로 일치성비율이 10% 이하이면 신뢰성 있는 응답이라고 볼 때 이는 매우 양호한 결과라고 할 수 있다.

결과적으로 지속가능발전을 위한 부문별 가중치 산정 결과는 환경과 경제부문이 보다 우선적으로 중점을 두어야 할 부문으로 나타났다.

18) 산술평균과 기하평균으로 구해 본 결과 각 하위 부문에 대한 가중치는 거의 일치하는 것으로 나타났다.

<그림 5-2> 부문별 가중치 비교



<표 5-6> 전문가 집단에 의한 가중치, 최대 고유치, CI, CR 산정

	사회	환경	경제	제도	가중치	가중벡터
사회	1	0.565	0.775	1.893	0.221	0.887
환경	1.770	1	1.433	2.709	0.376	1.506
경제	1.291	0.698	1	2.243	0.277	1.108
제도	0.528	0.369	0.446	1	0.126	0.505
$\lambda_{\max} = 4.0052$				CI=0.0017	CR=0.0019	

2) 전문가 집단간 부문별 가중치와 일치성 비율 비교

지속가능발전에 대한 부문별 중요도 인식은 전문가별로 상이할 수 있다. 전문가 개인의 성향과 전문분야, 그리고 업종 분야별로 다양한 결과를 내포할 수 있다. 따라서 본 연구는 표본의 분류과정에서 종사 업종별로 분류한 6개 분야별로 부문별 가중치를 계산하여 분야별로 지속가능발전에 대한 중요도의 인식 차이를 분석하고자 한다. 전체 전문가 집단의 전체 가중치 값과 각 전문가 그룹간 가중치와 일치성비율(CR)을 산정한 결과가 다음 <표 5-7>과 <그림 5-3>에 제시되어 있다. 대체적으로 조사의 응답 일관성을 보여주는 일치성비율은 매우 양호한 결과를 보여주고 있다. 한편 가중치에 대해서는 4개 하위부문에 대한 6개 집단의 평가 결과가 비교적 비슷한 중요

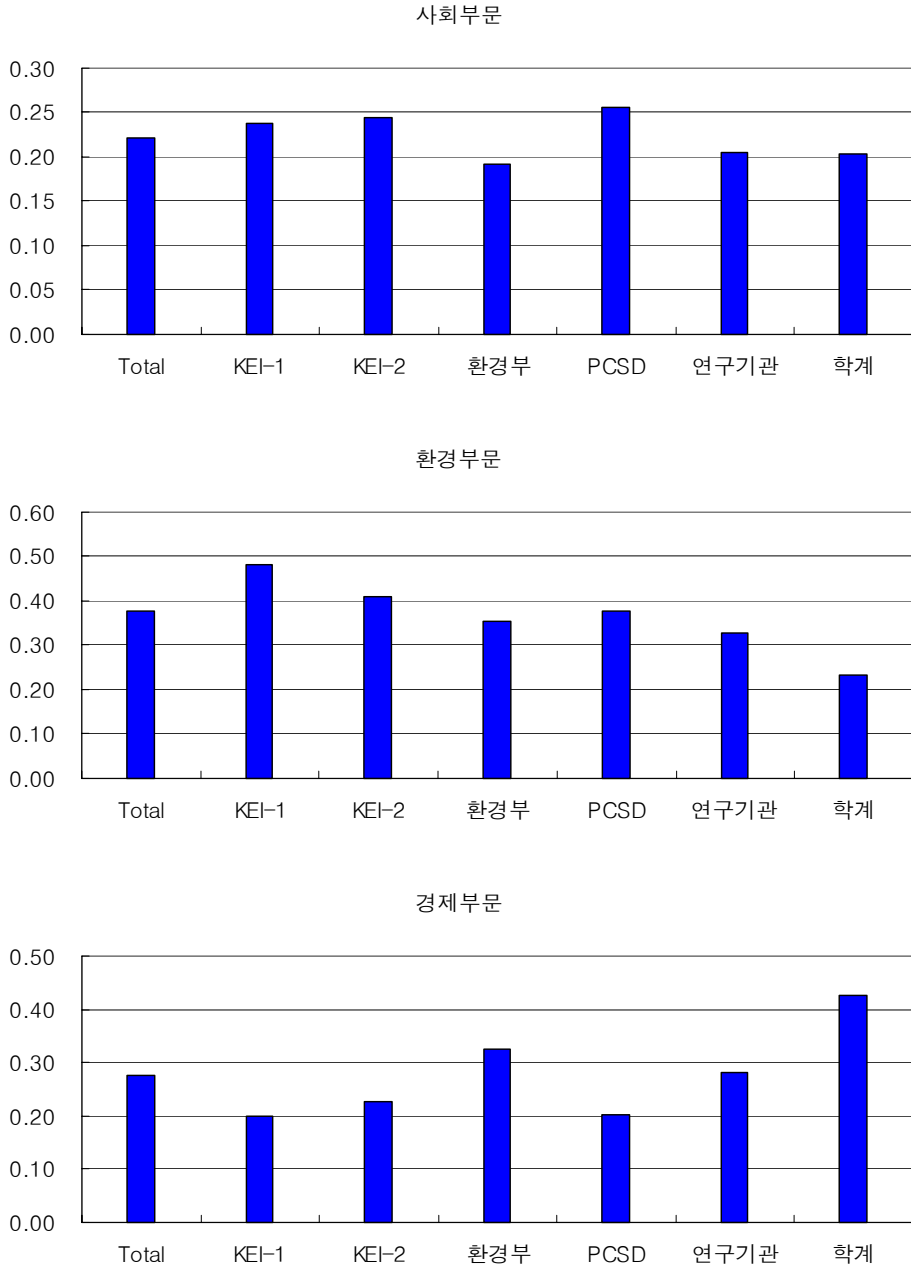
도 순서를 보여주고 있지만, '학계' 그룹에서는 환경에 대한 중요 선호보다는 경제부문에 대한 중요도에 더 많은 가중치를 두고 있음을 알 수 있다. 이는 '학계' 그룹의 설문 응답자 대부분이 경제학을 전공한 학자라는 점이 가중치를 결정하는데 있어서 큰 영향을 미친 것으로 보여진다. 세부적으로 'KEI-1'(한국환경정책·평가연구원 정책평가부)과 'KEI-2'(한국환경정책·평가연구원 환경영향평가부), 'PCSD' 그룹에서는 환경, 사회, 경제, 제도의 순으로 지속가능발전에 있어서의 중요도를 인식하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 '환경부', '연구기관' 그룹에서는 환경, 경제, 사회, 제도의 순으로 인식하고 있으며, '학계' 그룹에서는 경제, 환경, 사회, 제도의 순으로 중요도를 인식하고 있는 것으로 나타났다.

이는 지속가능발전에 있어서 성장과 분배 중 우선 순위를 어떻게 두는지에 대한 각 집단의 성향이 상이함을 보여주고 있는데, 'KEI-1'(한국환경정책·평가연구원 정책평가부)과 'KEI-2'(한국환경정책·평가연구원 환경영향평가부), 'PCSD' 그룹은 사회 형평과 분배에 우선 순위를 부여한 경향이 있는 반면, '환경부', '연구기관', '학계' 그룹은 성장에 우선 순위를 부여하는 경향이 있는 것으로 분석된다.

<표 5-7> 전문가 집단간 가중치와 일치성 비율 비교

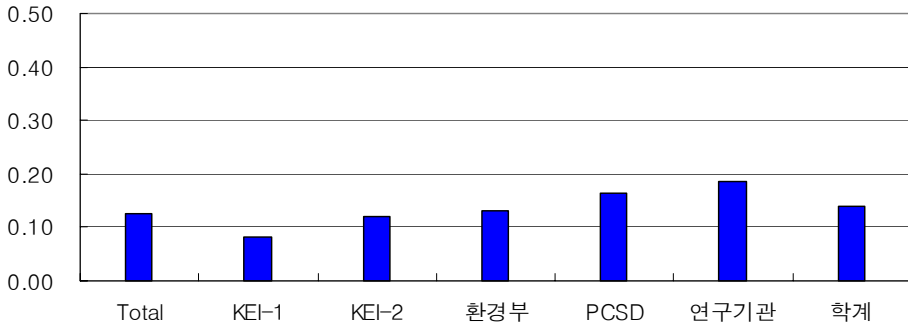
	사회	환경	경제	제도	일치성비율
KEI-1(정책연구부)	0.237	0.483	0.199	0.081	0.01416
KEI-2(환경영향평가부)	0.245	0.409	0.226	0.120	0.00023
환경부	0.191	0.354	0.325	0.130	0.00288
PCSD	0.256	0.378	0.203	0.164	0.00894
연구기관	0.204	0.328	0.280	0.187	0.01789
학계	0.203	0.232	0.426	0.139	0.00051
Total	0.221	0.376	0.277	0.126	0.00193

<그림 5-3> 전문가 집단간 부문지표의 가중치 비교



<그림계속>

제도부문



2. 지속가능발전지수의 산정

가. 부문지수 산정 결과분석

지속가능발전지수를 구성하는 각 하위 부문의 부문지수는 부문지수를 구성하고 있는 지표와 그에 대한 가중치를 결합하여 작성된다. 앞서 언급한 바와 같이 자료는 각 부처 및 통계청(KOSIS)에서 공식적으로 작성하고 있는 통계를 활용하였는데, 해당 자료가 없는 경우 지표 정의에 가장 근접한 자료를 대체 자료로 사용하였다.

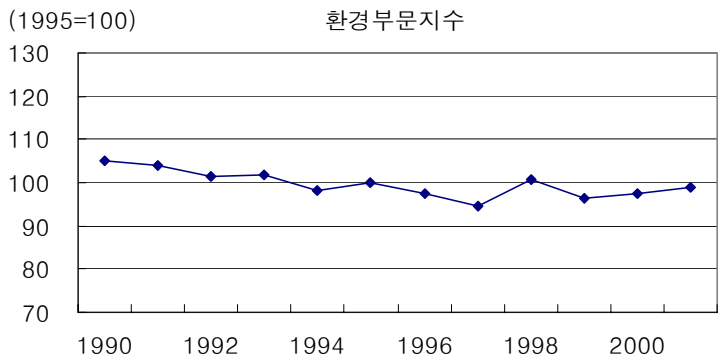
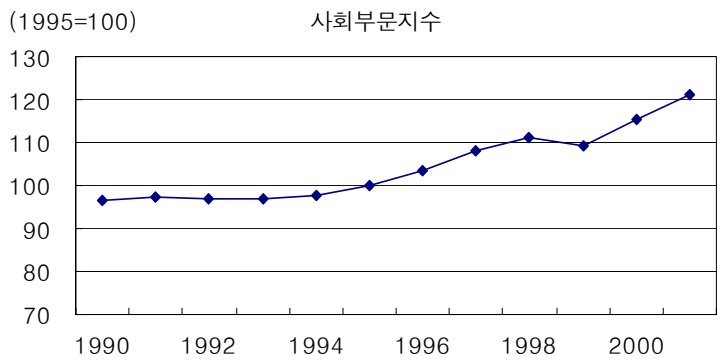
자료는 1990년~2001년의 연간자료를 사용하였으며, 부분적으로 누락된 자료(missing data)는 평균 성장률을 이용해 소급 적용하였다. 그리고 극심한 변동폭으로 인해 지수에 영향을 미칠 것으로 생각되는 PC통신 가입자수(INST-2)와 자연재해로 인해 발생한 피해총액(INST-5)은 그 변동폭을 줄이기 위해서 대수(logarithm)를 취하였다.

또한 지표별로 지속가능발전과 정(正)의 상관관계 혹은 부(負)의 상관관계를 가질 수 있기 때문에, 부의 관계를 갖는 자료는 역수를 취하여 모두 정의 관계를 갖도록 조정하였으며, 그 관계가 명확하지 않는 자료들은 연구진의 논의를 통하여 판단하였

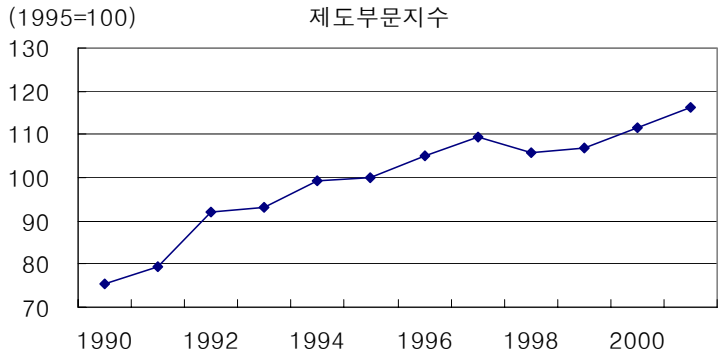
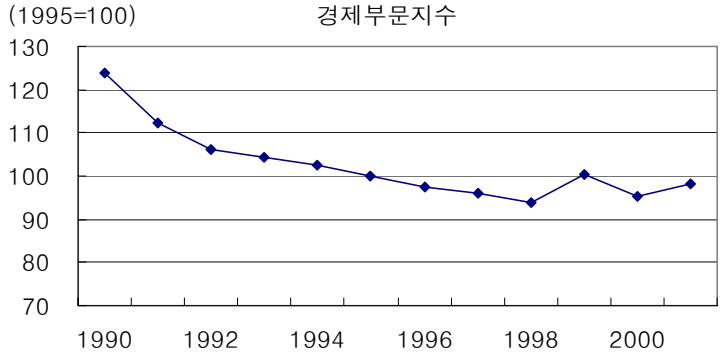
다. 이렇게 작성된 부문지수는 연도별 비교를 위하여 1995년을 기준년으로 하여 1995=100으로 환산하여 도출하였다.

앞에서 도출한 가중치와 각 자료들을 결합하여 도출한 각 부문지수는 다음의 <그림 5-4>와 <표 5-8>에 제시되어 있다.

<그림 5-4> 부문지수 추이



<그림 계속>



<표 5-8> 연도별 부문별 지수의 산정결과

(1995=100)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
사회	96.55	97.18	97.00	96.83	97.84	100	103.58	108.04	111.21	109.08	115.26	121.83
환경	105.18	103.80	101.53	101.92	98.37	100	97.33	94.44	100.89	96.43	97.62	99.04
경제	123.70	112.20	106.15	104.18	102.41	100	97.37	96.14	93.70	100.30	95.20	98.09
제도	75.49	79.39	92.01	93.12	99.16	100	104.96	109.41	105.80	106.87	111.61	116.28

연도별로 계산된 각 부문지수들을 분석해보면 다음과 같다.

첫째, 사회부문지수는 전반적으로 지속가능발전 측면에서 지속가능적으로 성장하고 있다는 것을 알 수 있다. 사회부문지수는 1990년 96.55로 시작해서 1998년 111.21까지 꾸준히 성장하고 있다. 하지만 1999년에 109.8로 약간의 하락세가 나타나는데, 이는 실업률의 상승과 영아사망률의 상승에 기인한다. 하지만 1999년 이후 꾸준히 사회부문지수는 상승 추세를 유지하고 있다.

사회부문지수의 상승추이는 몇 가지 이유로 인해 설명될 수 있는데, 첫째 점진적인 성(性) 형평성의 상승추세에 기인한다. 90년대 이후 여성근로자 비율이나 여성 임금 비율은 점진적인 상승추세를 보여주고 있다. 둘째, 상·하수도와 같은 사회 기초 인프라가 점차 개선되고 있다. 셋째, 국가의 경제력과 연관이 깊은 국민 보건 및 건강 관련 지표들 역시 상승 추이를 나타내고 있다. 반면, IMF 이후 급속히 악화된 분배구조로 인한 빈곤인구 비율 및 지니계수는 지속가능발전에 역행하고 있는 추세로 나아가고 있다. 결론적으로 우리나라는 사회부문 전체적으로 지속가능발전을 하고 있는 추세이지만 내부적으로는 사회 형평 측면에서 정책적 고려가 있어야 할 것으로 보여진다.

둘째, 환경부문지수는 전반적인 하향 추세를 그리고 있다가 1999년 이후 점차 상향 추세를 나타내고 있다. 환경부문지수는 1990년에 105.18을 최고점으로 하여, 1997년 94.44를 기록한 이후 점차적으로 상승하고 있는 추세를 나타내고 있지만, 90년대 초반과 같은 지속가능성은 아직 보여주지 못하고 있다. 환경부문지수에 나타나는 특징은 1998년에 잠시 구조적 변화가 있다는 점인데 1998년에 발생한 지수 상승은 CFCs 방출량 감소와 농약소비량 감소 그리고 총 어획량 감소 등에 기인한다. 특히 환경부문은 몇 개의 지표들의 등락폭에 따라서 지수가 변동되는데 대체적으로 CFCs 방출량(ENV-2), 복합비료 소비(ENV-6), 연간 총 어획량(ENV-12), 1인당 하루 급수량(ENV-14) 등의 지표에 의해서 지수의 변동이 발생하는 것을 알 수 있다.

셋째, 경제부문지수는 환경부문지수와 마찬가지로 지속적인 하향추세를 나타내고 있다. 경제부문지수는 1990년에 123.70을 기록하여 90년대 초반의 지속가능발전에 크게 기여하였지만 이후 가장 큰 하락폭을 기록하여 변동이 가장 큰 지수로 나타났다. 경제부문에서 이렇게 지수하락이 발생한 가장 큰 요인은 IMF와 같은 실물 경기 악화

요인과 원자력 폐기물과 같은 폐기물 관련 지표의 악화 그리고 자동차 등록대수 증가와 같은 대기 환경적 요인의 악화로 인한 요인들이 지속적으로 악화되어 전반적인 지수 하락을 주도한 것으로 보여진다. 경제부문지수가 전반적인 실물 지표(GDP, 환율, 주가 등)등으로만 구성된 것이 아니라, 경제·환경적인 측면이 고려된 재활용율과 폐기물 등 지속가능발전의 정의에 부합된 지표들도 포함되어서 구성되었기 때문에, 일반적인 경제상황을 반영한 지수와는 다소 다를 수 있다.

경제부문지수에서 특징적인 사항은 1999년에 큰 폭으로 지수 상승이 발생하였는데, 이는 ODA 비중(ECO-5) 증가와 민간최종소비지출(ECO-7) 상승에 기인한 것으로 보여진다. 하지만 지수 전체적으로 보았을 때, 환경부문과 마찬가지로 90년대 초반에 비해서 점차 하향 추세를 보여주고 있으며, 지속가능발전지수 하락 요인으로 작용하고 있음을 보여주고 있다.

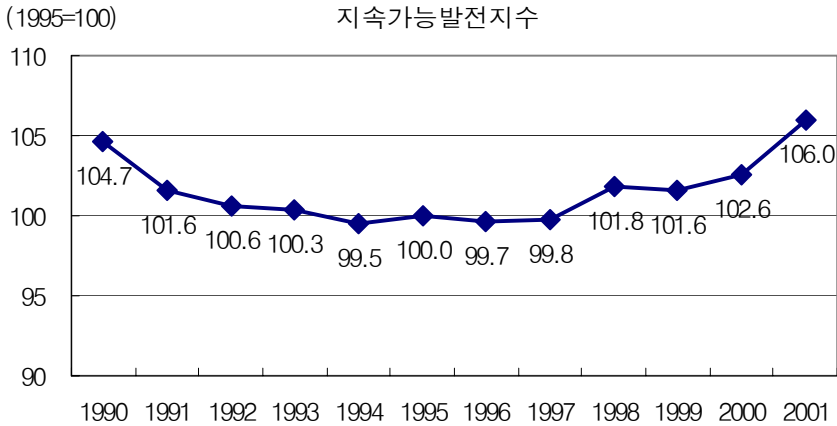
넷째, 제도부문지수는 4개의 부문지수 중 가장 큰 지수 상승률을 기록하고 있다. 1990년 75.45에서 시작하여 2001년에는 116.28을 기록하여 무려 54.11%의 지수 상승을 보여주고 있다. 제도부문지수의 상승 추세는 특히, 우리나라의 정보 인프라의 급속한 증대와 관련이 있는데, 90년대 이후 폭발적으로 증가한 IT 부분(PC통신 가입자수)의 성장이 제도 부문의 지수 상승을 견인했다고 해도 과언이 아니다.

이상 4개의 부문지수 분석 결과, 다음의 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 우리나라는 사회부문과 제도부문이 지속가능발전에 순응하는 방향으로 발전하고 있는데 반해서, 환경과 경제부문에서는 지속가능발전에 역행하고 있다는 점이다. 특히 경제·환경적 요인의 악화(대기 오염, 폐기물 분야 등)는 지수하락의 주 요인으로 작용하고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 사회와 제도부문의 상승은 몇몇 지수의 상승에 의해 발생하고 있는데, 특히 제도 부문에서는 정보부문 지표(PC 통신 가입자수)의 영향력이 매우 크게 나타났다. 따라서 전체 지수 변화에서 정보가 상쇄되기 쉬운 지표별 지속가능성의 하락 요인을 세밀하게 검토하여 향후 정책결정과정에 고려해야 할 것으로 보여진다. 즉, 사회부문에서는 사회형평 측면을 고려해야 하며, 제도부문에서는 자연재해로 인한 피해문제에 대한 정책 당국의 심각한 고려가 있어야 할 것이다.

나. 지속가능발전지수 산정 결과분석

지속가능발전지수는 최종적으로 4개의 부문지수(사회, 환경, 경제, 제도)와 각 부문별 가중치를 결합하여 산정된다. 지수를 연도별로 작성하면 지속가능발전 문제에 대한 추이 분석이 가능하다. 앞서 살펴본 바와 같이 지속가능발전지수를 산정하는 일반적인 방법은 가법형, 승법형, 최대·최소형이 있는데, 그 중 본 연구에서는 증가형 함수에 적용될 수 있는 가법형을 이용하여 지속가능발전지수를 도출하였다. 연도별로 작성한 부문지수와 전체 가중치를 결합하여 작성한 지속가능발전지수는 다음의 <그림 5-5>에 제시되어 있다.

<그림 5-5> 지속가능발전지수의 추이



기준년도인 1995년의 지수값을 100으로 보았을 때, 연도별 지속가능발전지수의 형태는 완만한 U자형 형태를 보이고 있다. 지수를 분석해보면, 1990년 104.7에서 시작하여 점차 하락하다가 1997년 이후 다시 완만하게 상승하고 있는 것을 알 수 있다. 이상의 지수 추이는 앞서 분석한 각 부문별 부문지수의 움직임을 통해서 설명할 수 있다. 각 부문에 부여된 가중치에도 불구하고 90년대 초반의 상승과 이후 90년대 중반까지

의 하락은 경제부문의 하락추세와 함께 환경부문의 하락이 큰 영향을 미치는 것으로 분석이 되었다. 물론 사회부문과 제도부문의 상승 추세가 포함되어 있지만 사회부문의 상승폭은 미미하고 제도부문의 상승 추세 역시 90년대 초반 지수가 낮았기 때문에 경제와 환경부문의 하향추세가 이를 상쇄하고 있는 것으로 보여진다.

반면, 90년대 중반 이후의 지수 상승 추세는 사회부문과 제도부문의 급격한 상승에 기인한 것으로 분석되었다. 특히 제도부문은 이 부문에 부여된 가중치가 가장 작음에도 불구하고 상승폭이 매우 커서 전체적인 지수 상승의 견인차 역할을 한 것으로 보여진다. 그리고 90년대 후반 이후 전 부문의 지수에서 나타나는 상승 기조 역시 전체 지수의 상승 추세를 이끈 것으로 보여진다.

이상의 지속가능발전지수 분석 결과는 다음과 같은 결론을 제시한다. 첫째, 우리나라는 지속가능발전 측면에서 점차 긍정적인 추세를 가지고 있는 것으로 나타났다. 부분적으로 경제부문과 환경부문의 지속가능발전에 역행하는 움직임에도 불구하고 사회부문과 제도부문의 긍정적인 추세로 인해 전체적으로는 뚜렷한 상승추세를 기록하고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 지속가능발전지수의 상승추세가 몇몇 부문의 상승에 기인한 것으로 분석되었기 때문에 부분적으로 하락하거나 보합적인 추세를 보이고 있는 부문에 대한 세심한 정책적 고려가 필요하다. 특히 경제활동 과정에서 필연적으로 발생하는 환경 악화 요인과 지속적인 경제성장을 이룩하기 위한 노력 등 전체적인 지속가능성을 담보할 수 있는 정책적인 배려가 필요할 것으로 보여진다.

제6장 결론 및 제언

지속가능발전지수는 우리나라가 지속가능한 발전방향으로 나아가기 위한 정책을 개발하는데 있어서 그 성과를 확인할 수 있는 중요한 정책수단이라고 할 수 있다. 이 지수를 통하여 우리는 사회, 환경, 경제, 제도 등 국가 시스템을 구성하고 있는 여러 부문에 대한 지속가능성을 가늠할 수 있으며, 이를 통합함으로써 국가 전체의 지속가능한 역량을 예측할 수 있다. 특히 일반 대중의 입장에서 이러한 종합지수의 발표는 이해하기 편리한 정보이며, 또한 정부 정책의 신뢰도를 높일 수 있는 수단으로서도 매우 용이하다.

본 연구에서는 국내·외적으로 개발 또는 개발 중에 있는 지속가능발전지표의 각 부문별 요인을 통합하여 국가의 지속가능발전정책 수립 뿐만 아니라 국제적인 비교를 통해서, 지속가능발전지수에 대한 작성방법을 제시하고, 이를 우리나라에 적용하여 우리나라의 지속가능발전지수를 작성하고 이를 기초로 정책적인 시사점을 제공하고자 하였다.

특히 지수 작성에 관해서, 일반적으로 종합적인 지수 작성을 위해서 사용되는 접근 방식 중 선정한 지속가능발전지표를 이용하여 먼저 부문별 지속가능발전지수를 작성하고 작성된 부문별 지수를 바탕으로 하여 종합적인 지속가능발전지수를 작성하는 2단계 방법을 사용하여 종합지수를 작성하였다.

한편, 부문지수를 작성하기 위하여 필요한 각 부문별 지표는 정영근(2001)¹⁹⁾의 연구결과에 기초하여 사회, 환경, 경제, 제도 등 4개 부문 53개 지표를 선정하여 각 부문 지수를 작성하였다. 지수의 특성상 그 지수를 구성하고 있는 변수들에 의해서 지수의 추세가 변할 수 있기 때문에, 지속가능발전이라는 다소 애매한 정의를 포괄할 수 있는 여러 가지 지표가 있을 수 있다. 하지만 향후 국제 비교와 지속적인 연구를 위해서 UN에서 발표한 지속가능발전지표를 한국의 실정에 맞게 수정·보완한 정영근(2001)

19) 정영근(2001). 「국가 지속가능발전지표 개발 및 활용방안 연구」. 환경부

의 연구결과를 바탕으로 지표를 선택하였으며, 이 지표를 가지고 부문지수를 산정한 결과 다음의 몇 가지 시사점을 제시할 수 있다.

첫째, 우리나라는 사회부문과 제도부문이 지속가능발전에 순응하는 방향으로 발전하고 있는데 반해서, 환경과 경제부문에서는 지속가능발전에 역행하고 있는데, 특히 경제·환경적 요인의 악화(대기 오염, 폐기물 분야 등)는 지수하락의 주 요인으로 작용하고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 사회와 제도부문의 상승은 몇몇 지수의 상승에 의해 발생하고 있는데, 특히 제도 부문에서는 정보부문 지표(PC 통신 가입자수)의 영향력이 매우 크게 나타났다. 따라서 전체 지수 상승에서 정보가 누락되기 쉬운 지표별 지속가능발전 상의 하락요인을 세밀하게 검토하여 향후 정책결정과정에 고려해야 할 것으로 보여진다. 즉, 사회부문에서는 사회형평 측면을 고려해야 하며, 제도부문에서는 자연재해로 인한 피해문제에 대한 정책 당국의 심각한 고려가 있어야 할 것으로 보인다.

이렇게 작성한 부문지수를 통합하여 지속가능발전지수를 산정한 결과, 1990년 이후 우리나라의 지속가능성은 1990년 104.7에서 시작하여 점차 하락하다가 1997년 이후 다시 완만하게 상승하고 있는 완만한 U자 형태의 추세를 보이고 있는 것으로 나타났다. 이상의 지속가능발전지수에 분석 결과는 다음과 같은 결론을 제시하고 있다.

첫째, 우리나라는 지속가능발전 측면에서 점차 긍정적인 추세를 가지고 있는 것으로 나타났다. 부분적으로 경제부문과 환경부문의 지속가능발전에 역행하는 움직임에도 불구하고 사회부문과 제도부문의 긍정적인 추세로 인해 전체적으로는 뚜렷한 상승추세를 기록하고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 지속가능발전지수의 상승추세가 특정 부문 및 특정 변수의 상승에 기인한 것으로 분석되었기 때문에 부분적으로 하락하거나 보합적인 추세를 보이고 있는 부문에 대한 세심한 정책적 고려가 필요하다. 특히 경제활동 과정에서 필연적으로 발생하는 환경 악화요인과 지속적인 경제성장을 이룩하기 위한 노력 등 전체적인 지속가능성을 담보할 수 있는 정책적인 배려가 필요할 것으로 보여진다.

앞으로 지속가능발전(Sustainable Development)에 대한 연구는 계속되어 질 것으로 전망되고 있으며, 이에 따른 지속가능발전지수에 대한 연구도 향후 지속적으로 진

행되어질 것으로 예측된다. 본 연구는 이에 대한 선행적인 연구로서 우리나라의 지속가능발전지수를 산정하고 이에 따른 결과를 분석하였지만, 향후 지속적인 연구를 위해서 다음과 같은 사항을 보완해야 할 것으로 보인다.

첫째, 지속가능발전지수를 구성하고 있는 지표들에 대한 국제적인 합의가 필요하다. 현재 UN, OECD, EURO 및 미국, 영국 등에서 각각 지속가능발전지표를 발표하고 있으며, 아직까지 학자들 사이에서 동의된 국제적 지표는 없는 실정이다. 향후 지속가능발전지수의 국제적 연구를 위해서는 전세계적인 지표통합작업이 선행되어야 할 것으로 보여진다.

둘째, 자료의 정확성과 신뢰성이 요구된다. 특히 측정방법이 곤란하고 절대적 기준이 없는 환경관련 자료의 경우 국제적 수준의 자료 축적이 요구되며, 이에 대한 시계열구축작업도 병행되어야 할 것으로 보여진다. 실제로 우리나라의 환경통계 중에는 통계의 응답조사, 작성절차 그리고 집계과정의 오류로 인해서 연도별, 횡단면별로 통계의 추이가 단절되고 정확도가 떨어지는 부문이 많으며, 시계열도 제대로 유지되지 않은 통계도 많다. 또한 국제적으로 비교해볼 때, 생산이 되어야 할 중요한 자료임에도 그 필요성을 인식조차 못하고 있는 자료도 많다.

참 고 문 헌

- 강광규 외. 1996. 「환경통계개발에 관한 연구」 한국환경기술개발원
- 강상목. 1997. “환경자원계정을 위한 환경지표·지수와 통계발전 방향”. 「Green GNP와 산림자원계정」. 임업연구원
- 강상목. 1997. 「우리나라 환경지수 작성에 관한 연구」. 통계연수원·국립환경연구원
- 강상인 외. 2001. 「에코-2 프로젝트 2001 연구자료집(환경경제팀)」. 환경부
- 변병설·주용준. 2000. “신도시의 지속가능한 토지이용 지표설정 및 평가”. 대한민국 토·도시계획학회지국토계획. 제 35권 제1호
- 서승진. 1999. 「지속가능한 산림경영을 위한 기준 및 지표의 개발」
- 유병호 등. 2002. 「야생동물 서식지표개발」. 국립환경연구원
- 임송수. 2000. 「농업환경지표(AEIs)와 정책활용 방향. 'OECD 농업환경지표와 정책 활용 방안」. 한국농촌경제연구원 연구자료 D142
- 정영근. 2003. 「환경지속성지수(ESI) 논의동향 및 개선방향」. 환경부
- 정영근. 2003. 「OECD 지속가능발전지표 개발에 따른 국내 통계 발전방향 연구」. 한국환경정책·평가연구원
- 정영근. 2002. “환경통계 현황과 발전방향”. 환경포럼(제6권 6호). 한국환경정책·평가연구원
- 정영근. 2001. 「국가 지속가능발전지표 개발 및 활용방안 연구」. 환경부

- 통계청 통계분석과. 2001. 「OECD 환경통계 회의결과 보고」. 통계청
- 표희동 외. 2000. 「수산부문의 지속가능성 지표개발에 관한 연구」. 한국해양수산개발원
- 환경부. 2002. 「국가 환경지속성지수 제고방안에 관한 연구
- 환경부. 2000. 「국가 환경성평가지표 개발·적용 연구-국가지속가능개발지표 개발」
- 한국농촌경제연구원. 2000. 「OECD 농업환경지표와 정책활용 방안」. 연구자료 D142
- 한화진 외. 2001. “환경지속성지수(ESI)의 의미 및 향후 추진과제”. 환경포럼(제5권 제 1호). 한국환경정책·평가연구원
- Atkinson et al. 1999. “Measuring Sustainable Development”. OECD
- Brief, E. 1999. “Eco-efficiency Indicators: A Tool for Better Decision-making”. WBCSD
- Chung, Y. K. 2002. “Sustainable Development Indicators for Korea”. Journal of Environmental Policy and Administration Vol. 10 No. 3. pp.115-128.
- Cobb, C., M. Glickman, and C. Cheslog. 2001. 「The Genuine Progress Indicator 2000 Update」
- Cobb, C., T. Halstead, and J. Rowe. 1995. 「The Genuine Progress Indicator」. Redefining Progress
- David, Niemeijer. 2002. “Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example”. Environmental Science & Policy 5 pp.91-103.

- EU European Communities. 1997. 「Indicators of Sustainable Development - A Pilot Study Following the Methodology of the United Nations Commission on Sustainable Development, Luxembourg」
- Hass et al. 2002. "Overview of Sustainable Development Indicators Used by National and International Agencies". OECD Statistics Working Paper STD/DOC(2002)2. Paris. OECD
- Hamilton, K. 2000. "Genuine Savings as a Sustainability Indicator". The World Bank Environment Department. Environmental Economics Series. Paper No. 77
- Hope, C and J. Parker. 1995. "Environmental Indices for France, Italy and The UK". European Environment. Vol. 5
- IISD. 2000. 「Measurement and Indicators for Sustainable Development」 . <http://iisd.ca/measure/faqs.htm>
- Jesinghaus, J. 1997b. "Pressure Indicators and Indices : Internal Working Document". Eurostat
- Jesinghaus, J. 1995a. "The Pressure Indices Project : Theory and Structure". Eurostat
- Jesinghaus, J. 1995b. "Green Accounting & Environmental Indicators : the Pressure Indices Project". Eurostat
- Joachim et al. 2002. "Toward indicators for institutional sustainability: lessons from an analysis of Agenda 21". Ecological Indicators 2 pp.61-77.
- Loh, J., 2002. 「Living Planet Report 2002」 . World Wildlife Fund

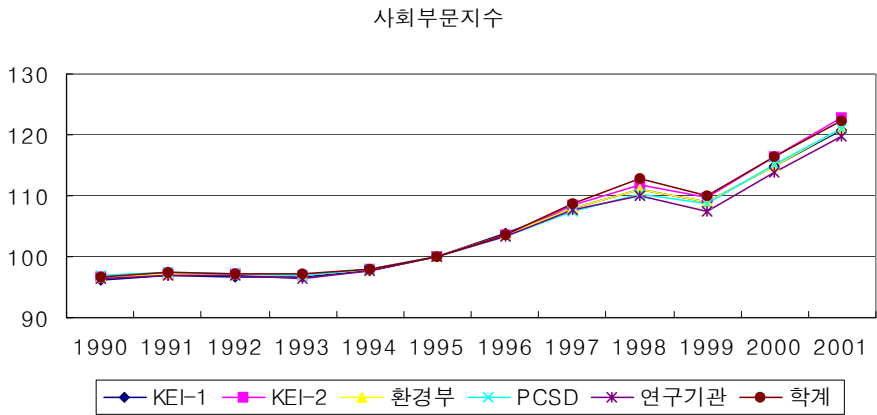
- Nick, Hanley., Ian, Moffatt., Robin, Faichney., Mike, Wilson. 1999. "Measuring sustainability: A time series of alternative indicators for Scotland". Ecological Economics 28 pp.55-73.
- NRTEE. 2001. "NRTEE Indicators Overview Paper". Stock Holder Workshop. National Round Table on Environment and Economy
- OECD. 2002. "Sustainable Development: A Framework for Peer Review and Related Indicators". ECO/EDR/DIV(3003)3
- OECD. 2002. "Uses and Limits of Sustainable Development Indicators". Report on a Meeting of Trade Union Experts
- OECD. 2002. "Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth". SG/SD(2002)1/FINAL
- OECD. 2000. "Toward Sustainable Development - Indicators to Measure Progress"
- Puolamaa, M., Kaplas, M., Reinikainen, T. 1996. "Index of Environmental Friendliness : A Methodological Study". Statistics Finland
- Parris, K. 1999. "Policy Context of OECD Agri-Environmental Indicators. In Environmental Indicators for Agriculture: Issues and Design". Volume 2 — The York Workshop. OECD. Paris
- Parris, K. 2000. "OECD Agri-Environmental Indicators- In Frameworks to Measure Sustainable Development". OECD. Paris. France
- Pearce, D. 2000. "The Policy Relevance and Uses of Aggregate Indicators: Genuine savings. In OECD". Frameworks to Measure Sustainable Development: An OECD Expert Workshop

- Saaty, Thomas L. 1980. 「Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation」. Mcgraw-Hill
- Stephen, Morse. 2003. "For better or for worse, till the human development index do us part?". *Ecological Economics* 45 pp.281-296.
- Swedish EPA. 1993. "A Swedish System of Environmental Indices"
- Turner, R. K., 1999. "The Place of Economic Values in Environmental Valuation; Valuing Environmental Preference". *Valuing Environmental Preference*. Oxford University Press
- UN. 2001. "Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies". New York. United Nations
- USEPA. STORET. 2002. <http://www.epa.gov/storet/>
- USEPA. 1997. "Literature Review of Environmental Indices". Washington DC
- USGS. NWIS. 2002. <http://waterdata.usgs.gov/nwis/>
- World Bank. 2000. *World Development Indicators 2000*. Washington DC. United States
- World Bank. 1997. 「Expanding the Measure of Wealth—Indicators of Environmentally Sustainable Development. *Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series*」. No. 17. Washington DC. United States
- WEF. 2002. *2002 Environmental Sustainability Index*.
<http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI>

부 록

부록 1. 각 전문가 집단별 부문지수와 지속가능발전지수

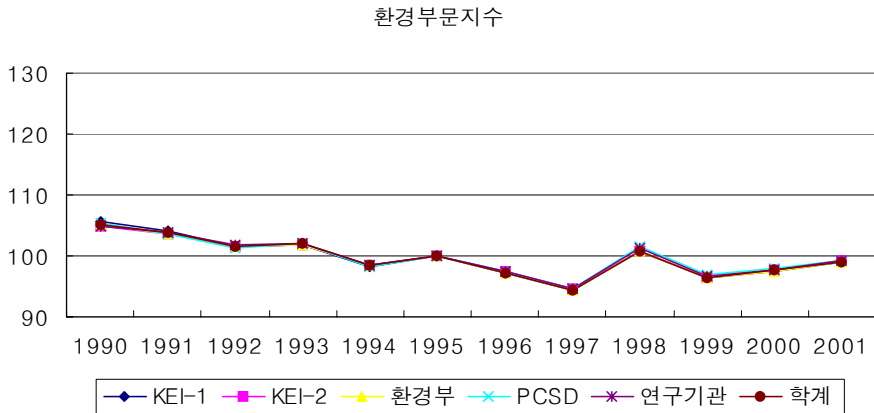
<그림 부록-1> 각 전문가 집단별 사회부문지수 추이



<표 부록-1> 각 전문가 집단별 사회부문지수

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
KEI-1	96.20	96.96	96.71	96.55	97.70	100	103.77	107.93	110.92	108.89	114.86	121.43
KEI-2	96.71	97.31	97.14	97.00	97.92	100	103.62	108.36	111.90	109.73	116.35	123.16
환경부	96.61	97.20	97.09	96.90	97.87	100	103.51	107.92	110.96	109.07	114.98	121.53
PCSD	96.99	97.47	97.22	96.94	97.96	100	103.46	107.56	110.37	108.80	115.12	121.59
연구기관	96.32	96.96	96.81	96.47	97.59	100	103.45	107.66	109.92	107.46	113.78	120.33
학계	96.76	97.37	97.15	97.18	98.05	100	103.52	108.66	112.91	110.03	116.44	122.87

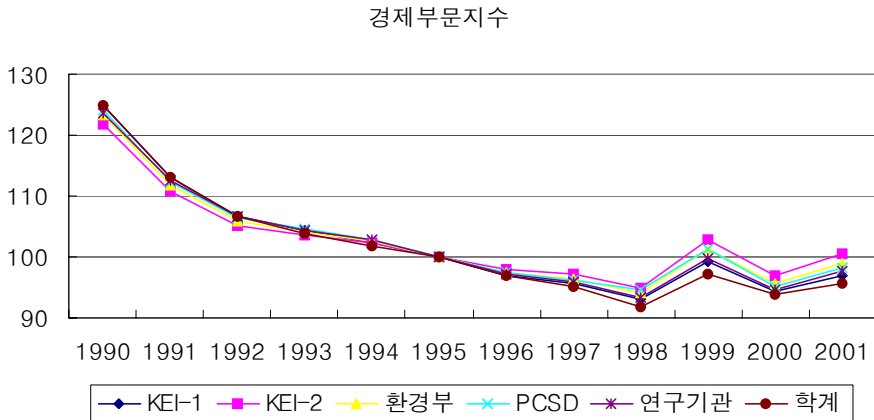
<그림 부록-2> 각 전문가 집단별 환경부문지수 추이



<표 부록-2> 각 전문가 집단별 환경부문지수

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
KEI-1	105.55	104.03	101.54	101.89	98.25	100	97.20	94.39	100.69	96.37	97.47	98.92
KEI-2	104.91	103.70	101.49	101.89	98.54	100	97.50	94.54	100.83	96.33	97.76	99.11
환경부	105.07	103.62	101.47	101.90	98.33	100	97.27	94.39	100.87	96.42	97.49	98.98
PCSD	105.46	103.62	101.32	101.96	98.27	100	97.48	94.63	101.44	96.87	98.01	99.27
연구기관	104.91	103.91	101.73	102.01	98.48	100	97.43	94.54	101.19	96.57	97.81	99.22
학계	105.22	103.93	101.62	101.95	98.37	100	97.28	94.34	100.86	96.32	97.61	99.05

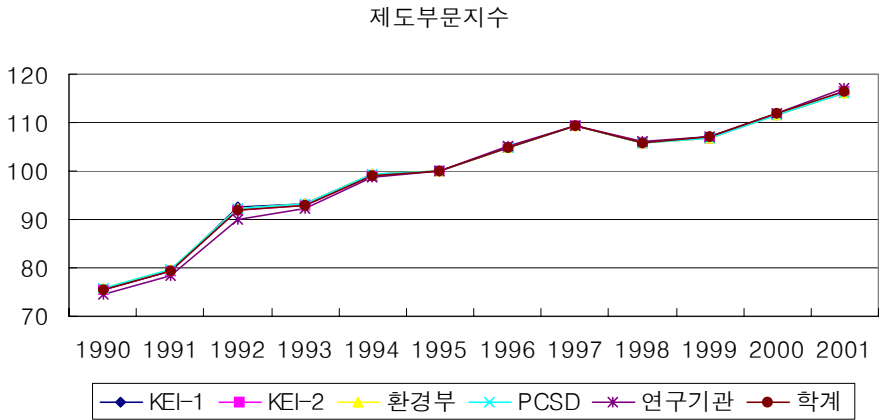
<그림 부록-3> 각 전문가 집단별 경제부문지수 추이



<표 부록-3> 각 전문가 집단별 경제부문지수

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
KEI-1	124.91	113.04	106.71	104.47	102.41	100	97.04	95.54	93.18	99.13	94.40	96.92
KEI-2	121.82	110.70	105.12	103.68	102.37	100	98.05	97.25	94.81	102.78	96.81	100.38
환경부	123.24	111.82	105.92	104.11	102.48	100	97.54	96.52	94.21	101.26	95.70	98.86
PCSD	124.01	112.31	106.43	104.71	102.86	100	97.35	96.21	94.61	101.19	95.15	98.29
연구기관	123.71	112.54	106.55	104.45	102.70	100	97.21	95.90	93.41	99.62	94.69	97.58
학계	124.87	113.16	106.57	103.94	101.84	100	96.84	95.08	91.75	97.09	93.80	95.76

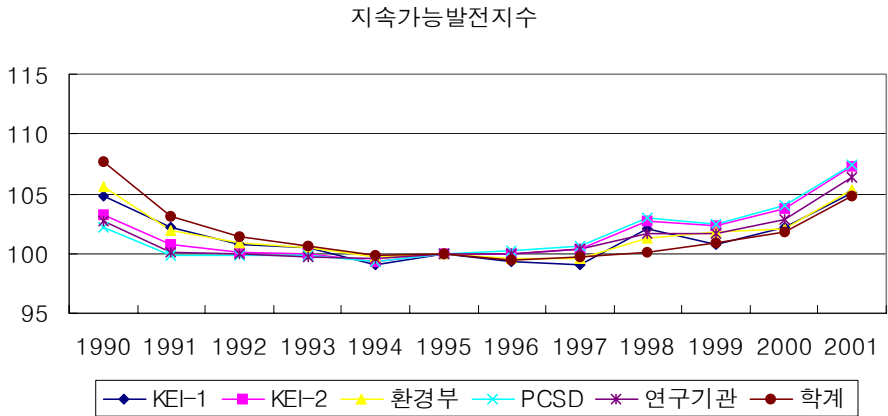
<그림 부록-4> 각 전문가 집단별 제도부문지수 추이



<표 부록-4> 각 전문가 집단별 제도부문지수

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
KEI-1	75.62	79.50	92.50	93.31	99.31	100	104.98	109.48	105.83	106.99	111.61	116.14
KEI-2	75.41	79.29	91.78	93.03	99.13	100	104.97	109.40	105.80	106.81	111.56	116.38
환경부	75.77	79.71	92.42	93.29	99.27	100	104.91	109.38	105.65	106.72	111.51	116.02
PCSD	75.78	79.74	92.39	93.28	99.26	100	104.90	109.37	105.65	106.71	111.53	116.03
연구기관	74.48	78.26	90.14	92.36	98.65	100	105.08	109.36	106.13	107.06	111.84	117.17
학계	75.33	79.28	91.78	93.03	99.07	100	104.98	109.41	105.94	107.04	111.79	116.42

<그림 부록-5> 각 전문가 집단별 지속가능발전지수 추이



<표 부록-5> 각 전문가 집단별 지속가능발전지수

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
KEI-1	104.77	102.16	100.69	100.44	99.03	100.00	99.35	99.05	102.04	100.75	102.13	105.26
KEI-2	103.18	100.79	100.08	100.03	99.33	100.00	100.02	100.32	102.77	102.33	103.75	107.36
환경부	105.54	101.95	100.90	100.54	99.72	100.00	99.54	99.62	101.25	101.75	102.08	105.47
PCSD	102.18	99.89	99.84	99.81	99.28	100.00	100.20	100.67	103.03	102.41	104.02	107.52
연구기관	102.74	100.12	99.91	99.76	99.51	100.00	100.03	100.37	101.72	101.61	102.83	106.43
학계	107.72	103.11	101.45	100.59	99.88	100.00	99.43	99.66	100.13	100.92	101.78	104.90

부록 2. 동일한 가중치를 부여하여 작성한 지속가능발전지수

일반적으로 지수 작성을 위해서는 각 지표(항목)에 대한 개별 가중치 부여가 중요하다 할 수 있다. 가장 친숙하게 접하게 되는 소비자물가지수(Consumer Price Index: CPI)의 경우 개별품목이 소비 지출에서 차지하는 비중에 따라 가중치를 다르게 부여함으로써 소비자물가지수 변화에 영향을 미치는 정도를 다르게 나타낼 수 있다. 즉 가격이 비쌀수록, 그리고 구입빈도가 높을수록 소비 지출금액이 커짐으로써 가중치가 높게 나타나게 된다.

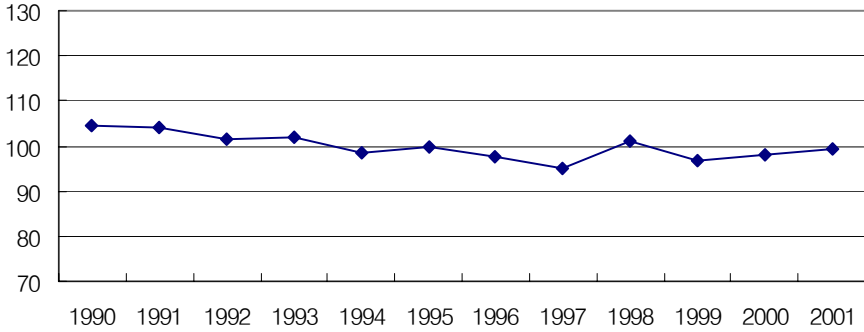
그러나 본 연구에서 도출하고자 하는 지속가능발전지수의 경우 소비자물가지수와 같은 경제 관련 지수와는 달리 가중치를 부여하는데 있어 많은 논란을 야기시킬 수 있다. 즉, 각자가 생각하는 부문(사회, 환경, 경제, 제도)들에 대한 중요도나 각 부문을 구성하고 있는 지표에 대한 중요도가 서로의 가치관에 따라 상이하게 나타날 수 있기 때문에 어떠한 가중치 산정 결과에 대해서도 합의를 도출한다는 것은 어려운 일이다. 또한 각 부문이나 지표에 대하여 아직까지 정확한 개념이 정립되어 있지 않기 때문에 이를 지속가능발전이라는 개념과 연계하여 가중치를 도출하는 데에는 많은 문제점을 내포하고 있다.

그래서 지금까지 국제 기구나 각 연구기관에서 작성한 환경관련 지수의 경우, 예를 들어 환경지속성지수(Environmental Sustainable Index: ESI)의 경우, 가중치를 산정하는데 있어서 각 부문에 대한 중요도를 동일하게 $\frac{1}{n}$ 로 부여하여 작성하고 있다. 가중치를 동일하게 부여하여 작성하는 이러한 방법은 어느 정도 가중치에 대한 논란에서 자유로울 수 있지만, 이 방법 역시 여러 가지 문제점을 가지고 있다.

본문에서 작성한 지속가능발전지수는 설문조사 결과를 근거로 가중치를 도출하고 이 가중치를 사용하여 작성한 지수 결과로 많은 논란이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 가중치를 동일하게 부여하여 작성한 지수 분석결과를 부록에 첨부하여 그 차이에 대한 이해를 돕고자 하였다.

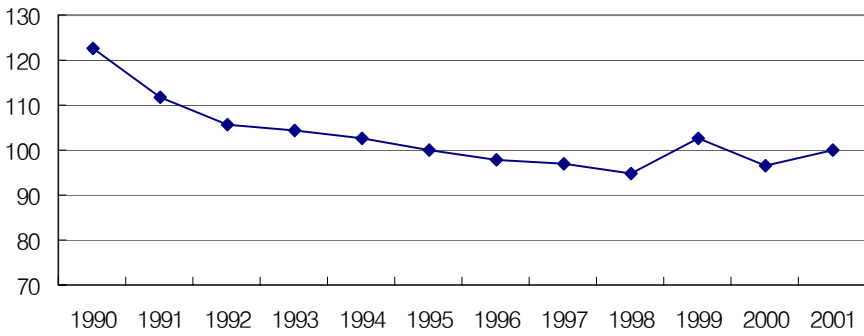
(1995=100)

환경부문지수



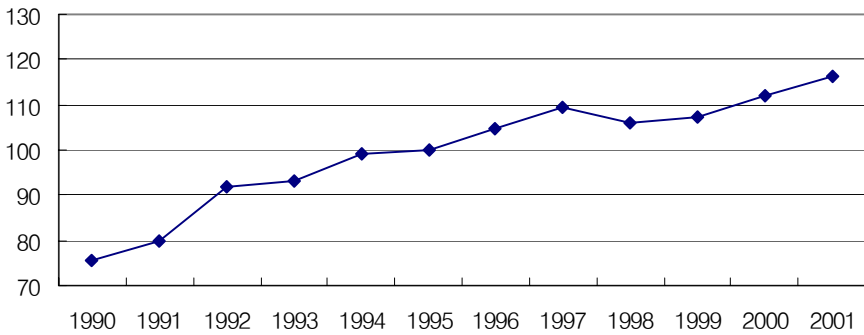
(1995=100)

경제부문지수



(1995=100)

제도부문지수



<표 부록-6> 연도별 부문별 지수 산정결과

(1995=100)

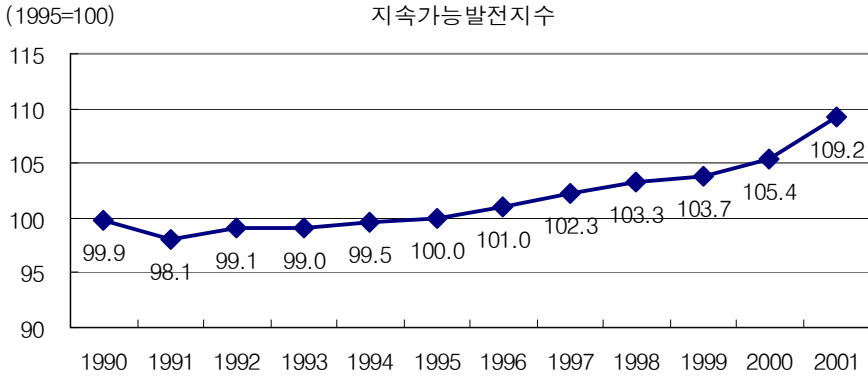
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
사회	96.68	97.28	97.11	96.91	97.90	100	103.38	107.89	111.10	108.53	114.95	120.76
환경	104.50	103.93	101.60	101.87	98.55	100	97.64	94.83	101.27	96.66	98.08	99.36
경제	122.78	111.57	105.85	104.18	102.75	100	97.94	97.14	94.78	102.57	96.54	100.21
제도	75.45	79.71	91.84	93.08	98.95	100	104.91	109.33	106.06	107.22	112.19	116.35

위의 <그림 부록-6>과 <표 부록-6>에 제시된 결과는 앞서 분석한 각 부문지수들과 거의 유사하다. 차이가 있다면 각 연도별로 소숫점 이하에서 약간 다를 뿐 거의 같은 지수라고 할 수 있다. 이와 같은 결과는 가중치를 산정하는데 있어서 설문조사 결과가 동일하게 가중치를 부여하는 것과 거의 유사하게 도출되었기 때문이다. 즉, 사회부문 지표의 경우 가중치는 최저 0.049에서 최고 0.070으로 그 편차가 소숫점 2자리 이하에서 변동하고 있는데, 동일하게 가중치를 산정한 경우 그 가중치는 $\frac{1}{17}$ 인 0.059로서 그 차이가 전체 지수를 산정하는데 있어서 미미하다고 할 수 있다. 따라서 지수 산정결과가 거의 유사하게 도출된 것으로 보여진다. 환경부문, 경제부문, 제도부문도 거의 평균에 가깝게 가중치가 산정되어 설문조사에 의한 가중치 결과와 거의 유사한 지수가 도출된 것으로 보여진다.

나. 지속가능발전지수 산정 결과분석

계층분석법을 이용한 가중치 산정 후 지속가능발전지수를 도출했던 본문의 방법과는 달리 여기에서는 가중치를 동일하게 즉, $\frac{1}{4}$ 인 0.25를 부여하여 각 지속가능발전 지수를 도출하였다. 그리고 본문의 방법과 마찬가지로 증가형 함수에 적용될 수 있는 가법형 함수를 이용하여 지속가능발전지수를 도출하였다. 연도별로 작성한 부문지수와 전체 가중치를 결합하여 작성한 지속가능발전지수는 <그림 부록-7>과 같다.

<그림 부록-7> 지속가능발전지수 추이



<표 부록-7> 각 방식별 지속가능발전지수 차이

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
개별 부여	104.7	101.6	100.6	100.3	99.5	100	99.7	99.8	101.8	101.6	102.6	106.0
동일 부여	99.9	98.1	99.1	99.0	99.5	100	101.0	102.3	103.3	103.7	105.4	109.2

가중치를 동일하게 부여하여 지속가능발전지수를 작성한 결과, 본문의 결과와는 상이한 형태의 지수가 도출되었다. 설문조사 결과에 근거하여 작성한 지속가능발전지수는 완만한 U자 형태인 반면, 가중치를 동일하게 부여한 경우 작성된 지속가능발전지수는 완만한 상승추이를 보이는 선형함수의 형태로 지수 형태가 도출되었다. 즉 설문조사에 근거하여 가중치를 산정한 후 작성한 지속가능발전지수의 경우 90년대 초반에 100 이상의 point에서 지수가 움직이지만, 동일하게 가중치를 부여하여 작성한 지수의 경우에는 90년대 초반 100 이하의 point에서 지수의 추세가 변동하고 있다.

이와 같은 결과는 결국 각 부문별 가중치의 편차가 크기 때문에 나타난 결과라고 할 수 있다. 즉, 설문조사에 근거하여 작성한 각 부문별 가중치가 사회 0.221, 환경 0.376, 경제 0.277, 제도 0.126으로 평균 가중치인 0.25와는 그 편차가 크다. 특히 환경 부문과 제도부문의 가중치가 평균치와는 큰 편차를 보여주고 있는데 이러한 가중치

편차가 지수의 추세에 상당한 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

90년대 초반 가중치를 동일하게 부여하여 작성한 지속가능발전지수가 설문조사에 근거하여 작성한 지속가능발전지수보다 낮는데, 동일한 가중치를 부여한 경우 환경부문의 가중치는 평균치 0.25로 상대적으로 작아지고 제도부문의 가중치는 상대적으로 커져서 90년대 초반 환경부문의 높은 수치 비중은 줄어들고 제도부문의 낮은 수치 비중은 늘어나 결과적으로 90년대 초반 100 이하의 point에서 지수의 추세를 나타내게 되었다.

마찬가지로 2000년대 초반 역시 설문조사에 근거하여 작성한 지속가능발전지수보다 동일한 가중치를 부여하여 작성한 지수 point가 더 크게 나타나는데, 이 역시 환경부문과 제도부문의 가중치 차이에 기인한다고 할 수 있다.

이와 같이 가중치를 동일하게 부여하여 작성한 지속가능발전지수 산정 결과를 분석하여 볼 때, 우리나라의 지속가능성은 90년대 이후 점차 상승하는 추세로 나아가고 있는 것으로 분석되었다. 특히 제도부문의 상승이 전체 지수 상승을 견인하고 있는 것으로 나타나고 있는데, 이는 역시 정보 인프라의 급속한 발달에 기인한다고 할 수 있다.

1. 사회부문

영역	항목	기호	Indicators	중요도										
형평성	빈곤	SOC-1	빈곤인구비율 (생활보호대상자 비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SOC-2	소득불평등에 관한 지니계수	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SOC-3	실업률	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	남녀 평등	SOC-4	남성근로자100명 대비 여성비율 (전체 취업자 대비 여성비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SOC-5	남성임금 대비 여성 임금비율	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
건강	영양 상태	SOC-6	인구 영양 상태 (1인당 하루 총 열량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	사망율	SOC-7	영아 사망률 (0세 사망률)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SOC-8	출생시 기대여명 (0세 기대여명)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	공중 위생	SOC-9	하수처리향유인구 (하수도 보급률)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	식수	SOC-10	안전한 식수 접근 인구 (상수도 보급률)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	건강 관리	SOC-11	유소년 전염병 예방주사 (홍역 예방접종 비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SOC-12	GDP 대비 보건지출 (의료, 보건 분야 지출 비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
교육	교육 수준	SOC-13	중등학교 순 졸업률 (도시가구 교육비 비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
주택	생활 환경	SOC-14	주택보급률	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
안전	범죄	SOC-15	1000인당 신고된 범죄건수 (범죄발생건수)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
인구	인구	SOC-16	인구증가율	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	변화	SOC-17	인구밀도	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. 환경부문

영역	항목	기호	Indicators	중요도											
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
대기	기후 변화	ENV-1	온실가스배출 (이산화탄소 배출량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	오존층	ENV-2	오존층 파괴물질 소비 (CFCs 소비량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	대기질	ENV-3	도시내 오염물질의 대기농도 (주요 도시별 대기오염도추이)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
토지	토지 이용	ENV-4	토지사용변화 (농지변적 변화추이)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	농업	ENV-5	경작에 적합하고 영구적인 경작지 (1인당 경작지 면적)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ENV-6	비료사용 (복합비료 생산·소비량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ENV-7	농약사용 (농약 소비량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	산림	ENV-8	토지지역 중 산림지역 비율 (산림면적 추이)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ENV-9	목재벌채 정도 (목재 벌채량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	도시화	ENV-10	도시의 공식적/비공식적 거주면적 (도시화율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	해안 연안	연안 지역	ENV-11	연안의 수질현황 (국내 주요 연안의 DO, BOD)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		어업	ENV-12	주요 종의 연간수확 사용변화 (연간 총 어획량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	담수	수량	ENV-13	지하수 및 지표수의 연간 취수량	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENV-14			1인당 물 소비량 (1인 1일 급수량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
수질		ENV-15	생화학적 산소요구량(BOD)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
생물 다양성	생태계	ENV-16	주요 보호지역	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	종	ENV-17	전체생물 중 멸종위기에 있는 종비율	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

3. 경제부문

영역	항목	기호	Indicators	중요도											
경제 구조	경제 이행	ECO-1	1인당 GDP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ECO-2	GDP의 純투자분	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	무역	ECO-3	상품과 서비스 무역의 균형 (서비스 수지 지급액)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	재정 상태		ECO-4	부채/GDP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			ECO-5	GDP 대비 총 ODA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			ECO-6	GDP 대비 환경보호 지출 (GDP대비 환경오염방지지출 비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
소비 생산	물질 소비	ECO-7	민간 최종 소비지출	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	에너지 사용	ECO-8	1인당 연간 에너지 소비 (1인당 총 에너지 소비량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ECO-9	재생가능한 에너지자원 소비비중 (신탄, 수력 등)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	폐기물 관리	ECO-10	폐기물 재활용 및 재이용 (폐기물 재활용율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ECO-11	산업 및 도시 고형 폐기물 (사업장 일반 폐기물 발생량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ECO-12	지정 폐기물 발생량	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		ECO-13	방사성 폐기물 발생량 (원자력 발전량)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	운송	ECO-14	자동차 등록 현황	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

4. 제도부문

영역	항목	기호	Indicators	중요도										
제도 형태	국제 협력	INST-1	인준된 국제적 합의사항에 대한 수행	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
제도 역량	정보 접근	INST-2	PC 공중 전산망 가입회선수 (PC 통신 가입자수)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	정보 인프라	INST-3	1000인당 주 전화수 (100인당 전화가입률)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	과학과 기술	INST-4	GDP 대비 R&D에 대한 지출 (GDP 대비 R&D 비율)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	재해준 비와 반응	INST-5	자연재해로 인한 인명피해 및 경제적 손실	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

II. 지속가능발전 부문의 우선도 조사

- 다음의 각 부문 중 보다 우선시 된다고 생각되는 부문의 우선 순위를 괄호 안에 아라비아 숫자로 기입하여 주시기 바랍니다.
(단 순위가 같다고 생각되시면 같은 순위를 주십시오)

지속가능대상부문	우선 순위
• 사회부문	()
• 환경부문	()
• 경제부문	()
• 제도부문	()

- 다음에서는 두 세부항목을 1대1로 비교하여 상대적 우선정도에 「○」 표 하여 주십시오.
우선정도(1, 3, 5, 7, 9)는 아래 제시된 <표>를 이용해 주십시오.

척 도	내 용
1	• A와 B의 중요도가 같다
3	• A가 B보다 약간 더 중요하다
5	• A가 B보다 꽤 더 중요하다
7	• A가 B보다 상당히 중요하다
9	• A가 B보다 절대적으로 중요하다

<예 1> 사회부문(A)이 경제부문(B)에 비해 꽤 더 중요하다고 생각되는 경우

사회부문	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	경제부문
------	------------	---	------------	------

<예 2> 경제부문(B)가 사회부문(A)에 비해 상당히 중요하다고 생각되는 경우

사회부문	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	경제부문
------	------------	---	------------	------

사회부문	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	환경부문
	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	경제부문
	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	제도부문

환경부문	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	경제부문
	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	제도부문

경제부문	9, 7, 5, 3	1	3, 5, 7, 9	제도부문
------	------------	---	------------	------

<설문지 부록>

1. 사회부문

- (1) SOC-1 빈곤인구비율 : 전체인구 중 생활보호대상자로 분류된 인구 비율
- (2) SOC-2 소득불평등에 관한 지니계수 : 지니계수는 0과 1 사이의 값을 가지는데, 값이 0에 가까울수록 소득분배의 불평등 정도가 낮다는 것을 뜻한다. 보통 0.4가 넘으면 소득분배의 불평등 정도가 심한 것으로 본다. 한국의 경우 1997년 국제통화기금(IMF) 외환위기 당시 0.389이던 것이 2002년에는 0.427로 높아져 소득분배의 불균형이 악화된 것을 볼 수 있다.
- (3) SOC-3 실업률 : 전체 노동인구 중 실업인구의 비율
- (4) SOC-4 남성근로자 100명 대비 여성 비율 : 전체 취업인구 중에서 여성이 차지하는 비율
- (5) SOC-5 남성 임금 대비 여성 임금 비율 : 남성 임금을 100으로 가정했을 때의 여성 임금의 비율
- (6) SOC-6 인구 영양 상태 : 인구 1인당 1일 평균 총 열량
- (7) SOC-7 영아사망률 : 특정 연도의 1세 미만의 사망자 수 대비 당해연도의 연간 총 출생아수
- (8) SOC-8 출생시 기대여명 : 0세의 기대여명
- (9) SOC-9 하수처리 향유인구 : 총 인구 중 하수처리 구역 내의 인구비율을 의미하며 여기에서는 하수도 보급률로 대체함
- (10) SOC-10 안전한 식수접근 인구 : 총인구에 대한 급수인구의 비율을 의미하며, 여기에서는 상수도 보급률도 대체함
- (11) SOC-11 유소년 전염병 예방주사 : 주요 전염병에 대한 예방 접종 실적으로 본 연구에서는 홍역 예방 접종실적을 사용
- (12) SOC-12 GDP대비 보건 분야 지출 : 보건분야 지출/GDP

- (13) SOC-13 중등학교 순 졸업률 : 25세 이상 성인 중 고졸 이상의 인구 비율로서 본연구에서는 도시가구의 연간 교육비 비율로 대체
- (14) SOC-14 주택보급률 : 전체 가구수에 대한 주택수의 비율
- (15) SOC-15 1000인당 신고된 범죄건수 : 유형별로 발생한 범죄발생건수를 의미함
- (16) SOC-16 인구증가율 : 전년대비 인구 증가 비율
- (17) SOC-17 인구밀도 : 단위면적 당 인구수

2. 환경부문

- (1) ENV-1 온실가스 배출 : 1년 동안 발생한 이산화탄소의 총량으로 정의
- (2) ENV-2 오존층 파괴물질 소비 : 1년 동안 발생한 Halon, CFCs 소비량으로 본 연구에서는 CFCs 사용량을 사용
- (3) ENV-3 도시내 오염물질의 대기농도 : 주요 도시에서 발생하는 아황산가스, 먼지(TSP), 오존(O_3), 이산화질소 등과 같은 대기 오염물질의 농도로서 본 연구에서는 오존 농도를 사용
- (4) ENV-4 토지사용변화 : 농지 면적의 변화추이
- (5) ENV-5 경작에 적합하고 영구적인 경작지 : 1인당 경작지 면적을 의미하여, 이는 전체 농지 면적을 농업종사자 혹은 전체인구로 나눈 값
- (6) ENV-6 비료사용 : 복합비료의 생산·소비량
- (7) ENV-7 농약사용 : 경작 면적당 농약 소비량
- (8) ENV-8 토지지역 중 산림면적 비율 : 국토 면적 중 산림 면적 비율
- (9) ENV-9 목재벌채 정도 : 연간 목재 벌채량을 의미
- (10) ENV-10 도시의 공식적/비공식적 거주면적 : 국토면적 대비 도시지역의 비율을 의미하는데, 여기에서는 도시화율로 대체함
- (11) ENV-11 연안의 수질현황 : 우리나라 주요 연안의 용존산소(DO), 화학적산소 요구량(COD)을 나타냄
- (12) ENV-12 주요 종의 연간 수확 사용 변화 : 1년 동안 잡은 총 어획량을 의미함

- (13) ENV-13 지하수 및 지표수의 연간 취수량 : 1년 동안 측정된 이용가능한 수자원 중 취수비율을 의미
- (14) ENV-14 1인당 물 소비량 : 1인당 국내 물 소비량은 정원용도를 포함하여, 음식물 섭취, 위생, 요리, 세척 및 기타 용도의 목적으로 소비되는 물의 양을 의미함
- (15) ENV-15 생화학적 산소 요구량(BOD) : BOD는 물 유기물의 미생물학적 분해에 요구되거나 소비되는 산소의 양
- (16) ENV-16 주요 보호지역 : 주요 보호지역은 자연공원, 도시공원, 개발 제한 구역 등을 의미함
- (17) ENV-17 전체생물 중 멸종위기에 있는 종 비율 : 알려진 종 수와 그 중 멸종위기에 있는 야생동식물의 비율

3. 경제부문

- (1) ECO-1 1인당 GDP : 1년 동안 발생한 국내총생산을 전체 인구수로 나눈 값
- (2) ECO-2 GDP의 투자분 : GDP에서 차지하는 순투자분의 비율
- (3) ECO-3 상품과 서비스 무역의 균형 : 경상수지에서 서비스 수지가 차지하는 비율로서 본 연구에서는 서비스수지 지급액으로 대체함
- (4) ECO-4 부채/GDP GDP에 대한 총 대외부채 비율
- (5) ECO-5 GDP 대비 총 ODA : 국내 총 생산 대비 공식발전원조액(ODA)의 비율
- (6) ECO-6 GDP 대비 환경보호지출 : GDP에 대한 환경오염방지지출로서, 환경오염방지지출이란 오염 및 환경의 황폐화를 막고, 줄이고, 제거하는데 드는 실제 비용을 의미함
- (7) ECO-7 민간최종소비지출, 재화형태별소비지출

$$1인당소비지출액 = \frac{\text{민간최종소비지출액}}{\text{인구수}} \times 100$$

$$\text{재화형태별소비지출액} = \frac{\text{각재화별소비지출액}}{\text{민간최종소비지출액}} \times 100$$

- (8) ECO-8 1인당 연간 에너지 소비 : 1인당 총 에너지 소비량을 의미함

- (9) ECO-9 재생가능에너지자원 소비 비중 : 전체 에너지 소비 중 재생가능한 에너지자원의 소비 비율
- (10) ECO-10 폐기물 재활용 및 재이용 : 1년 동안 발생한 종이, 유리, 고철, 금속캔 폐기물의 재활용
- (11) ECO-11 산업 및 도시 고형 폐기물 : 1년 동안 발생한 사업장 일반 폐기물의 총량
- (12) ECO-12 지정 폐기물 : 1년 동안 발생한 사업장 지정 폐기물의 총량
- (13) ECO-13 방사성 폐기물 : 1년 동안 발생한 방사성 폐기물 총량을 의미하는데 본 연구에서는 원자력 발전량으로 대체
- (14) ECO-14 자동차 등록 현황 : 자동차 등록령에 따라 일선등록기관에 등록한 자동차 수

4. 제도부문

- (1) INST-1 인준된 국제적 합의사항에 대한 수행 : 국내에서 발효된 국제 환경협약의 수
- (2) INST-2 PC공중전산망 가입회선 수 : 여기에서는 PC통신 가입자수로 대체
- (3) INST-3 1000인당 주 전화선 수 : 여기에서는 100인당 전화가입률로 대체
- (4) INST-4 GDP 대비 R&D 지출 : GDP 대비 과학분야에 대한 연구와 실험적 개발 총 지출액
- (5) INST-5 자연재해로 인한 인명피해 및 경제적 손실 : 자연재해로부터 발생하는 피해자수, 사망자수, 피해액, 발생건수 등을 의미

Abstract

Indexation of Sustainable Development Indicators

Although great amount of effort and investment has been made to maintain the economic statistics and information system, the research and statistics on the environmental information is insufficient to fully understand the status and condition of our environment, or to satisfy the public demands.

In this regard, various methods of indexation have been implemented in the field of environment, but standardized index system that can assess sustainable development has not been implemented at this point. Therefore, it is necessary to develop a simplified and integrated Sustainable Development Index (SDI) that can easily be understood by the general public.

Through the methodology for the SDI estimation, this study will first introduce the basic information that can evaluate the state of the national sustainable development, and based on the information, this study aims to provide general understanding for the public on the overall trend and status of the sustainable development.

So far, a number of private and public organizations have developed a wide range of Aggregated Environmental Indices, and some have already implemented their own indices.

In order to establish the SDI, in the first step, the function of the sub-index aggregated the sustainable development indicators(SDIs) should be made up. The next process is integrating the sub-index, which is the most important process in

estimation of the sustainable development index.

In this study, AHP (Analytical Hierarchy Process) introduced by Saaty(1980) is manipulated for calculation of weight, which is an important process in estimation of the SDI. The AHP is mainly utilized in policy decision-making, evaluation, selection and prediction processes, and used as a method of investigating the consistency and quantity among the expert groups.

Generally, indicators required for estimating the index need to condense data into concise and useful information. In selecting indicators, the first consideration is measurability, transparency, relevance and comparability. Also the cost for development of the index should also be taken into consideration.

However, cross-national comparisons of sustainable development is difficult, since the indicators have not been integrated for the policy analysis, making it difficult for the policymakers to compare and analyze different indices in each country. Another restriction is the lack of basic data needed for developing indicators. Finally it is difficult to interpret and integrate indicators.

Each indicators used in this study are based on the core sustainable development indicators that was published by the UNCSD in 2001. We chose a total of 53 indicators in 4 categories - social, environmental, economic, institutional sectors, that was revised added by Chung(2001), to fit the national demands.

As a result of calculation of a weight for estimation of the SDI, sectoral weight is 0.376 for the environmental sector, 0.277 for the economic sector, 0.221 for the social sector, and 0.126 for the institutional sector.

The environmental sector was the highest in survey, proving that it was faithful to the concept of sustainable development, and it is the result of population sampling.

As a result of estimation of SDI, if we assume the base year 1995 as 100 in terms of numerical index, the trend of SDI displayed a slowly curving U-shape. This

shows that in the beginning, Korea showed a positive trend toward the concept of sustainable development. Later, as the positive trend of SDI resulted in an upward tendency, there is a careful consideration about partly downward and steady indicator.

SDI could be an important policy instrument in verifying national policies towards sustainable development. This study establishes the national sustainable development policy, presenting a methodology of SDI that is necessary for the international comparison.

Using the method, this study estimated the SDI of Korea and analyzed the results of its implementation. However, for the further research, it is essential to come to a cross-national agreement on the sustainable development indicators, and collect accurate and reliable data.

집필자 약력

鄭英根

고려대학교 경제학 학사(1983)
미국 존스홉킨스대학교 경제학 석사(1990)
미국 존스홉킨스대학교 경제학 박사(1997)
한국환경정책·평가연구원 연구위원
광운대학교 국제통상학과 겸임교수
(현, E-mail: ykchung@kei.re.kr)

著書 및 論文

Inventory Behavior in Open Economies: an Empirical Analysis Based on the Comparison of Four Countries; Canada, Japan, U.K., and U.S. Ph. D. Dissertation The Johns Hopkins University 1997. 5
『환경정책의 발전방향과 추진전략』 한국환경정책·평가연구원 1998. 6
『거시환경경제모형 개발에 관한 연구 I』 한국환경정책·평가연구원 1998. 12
『거시환경경제모형 개발에 관한 연구 II』 한국환경정책·평가연구원 1999. 12
『새천년 국가환경비전과 추진전략』 환경부 2000. 6
『2002 월드컵 등 환경친화적 국제경기대회개최에 관한 연구』 환경부 2001. 4
『국가지속가능발전전략 수립을 위한 분야별 작업지침』 대통령자문지속가능발전위원회(PCSD) 2001. 6
『국가지속가능발전지표 개발 및 활용방안 연구』 환경부 2001. 8
「세계환경정상회의를 위한 정책과제」 『사회운동연구』 한국사회운동학회 제2권 제1호 2001. 11
“Sustainable Development Indicators for Korea” 『환경정책』 제10권 제3호 한국환경정책학회 2002. 9

- 『WSSD 논의결과 분석 및 후속과제 도출』 한국환경정책·평가연구원 2002. 11
- 『환경지속성지수(ESI) 논의동향 및 개선방향』 환경부 2003. 2
- 『OECD 지속가능발전지표 개발에 따른 국내 통계 발전방향 연구』 한국환경정책·평가연구원 2003. 2
- 『WSSD 이행계획 환경분야 영향분석 및 대응방안 연구』 환경부 2003. 5
- 『WSSD 이행계획 국가대응전략 작업지침서』 대통령자문지속가능발전위원회(PCSD) 2003. 6
- 『환경지속성지수(ESI) 추계의 문제점과 개선방향에 관한 연구』 『국토연구』 제 39권 국토연구원 2003. 12
- 『효율적 수자원 관리와 수리권 거래제도 도입의 전제 조건』 『환경법연구』 제25권 제2호 한국환경법학회 2003. 12
- “Specification of Domestic and Foreign Factors on the Inventory Model” *Korean Economic Review* Vol. 19, Num. 2 Winter 2003