

## *Section V*

# 가정, 선택된 산업 및 폐기물

이 섹션에서는 가정, 철강, 펄프 및 제지, 화학산업에 있어 개발의 환경적 의미를 다루고, OECD 국가의 폐기물 생성 및 관리에 대한 최근동향 및 전망을 분석한다.

가정에 관한 장에서는 에너지, 하수, 폐기물발생, 여행패턴 및 소비수준을 통한 환경에 직접적인 영향을 끼치는 가사활동에 초점을 맞춘다. 산업(철강, 펄프 및 제지, 화학물)을 다루는 장에서는 먼저 산업자체의 개발에 대한 최근동향 및 향후 전망에 대해 논의한 후, 이런 개발이 환경에 미치는 영향을 분석 제시한다. 폐기물에 관한 장에서는 다른 범주의 폐기물발생 및 폐기물관리의 발전에 대한 최근동향 및 향후 전망을 조사하고, 관련된 환경영향을 논의한다.

모든 장에서는 확인된 문제를 해결하기 위해 활용가능한 정책대안을 도출한다.

## 제 16 장 가정

### 개 요

- 가정에 의한 소비는 경제성장에 따라 지난 수십년간 OECD 국가에서 매우 증가하였고, 2020년까지 지속적으로 증가할 전망이다.
- OECD 국가에서 가정활동으로 인한 환경에 대한 압력이 최근 수십년간 증가하였고, 2020년까지 지속적으로 증가할 것으로 기대된다.
- 가정으로 인한 장래 환경압력은 에너지와 물소비 증가, 자동차와 비행기 여행의 더 많은 이용으로부터 야기될 것이며, 가정의 쓰레기 발생도 증가할 것이다.
- OECD 국가의 가정은 일반적으로 환경의 압력에 대해 인식하고 있고 관심도 있으나, 다양한 이유 때문에, 그 관심이 대부분 가정의 행동을 변화시키지는 못하고 있다.
- 가정의 구매와 행동으로부터 환경적 영향을 감소시키기 위해, 주요 소비품목의 라이프사이클을 표시하는 기존 정책을 좀더 확대 시행하고 새로운 조치를 도입할 필요가 있다. 이러한 노력들은 가정의 환경인식을 증진시키고, 그들이 더 환경적으로 지속가능한 방법으로 행동하도록 조장해야 할 것이다.

### 16.1 머리말

OECD 국가의 가정은 상품과 서비스의 구매와 이용에 관한 일상적인 결정과, 살면서 일할 장소, 소유할 집의 종류, 휴가지에 관한 결정을 통해 환경에 영향을 미친다. 개별 가정의 환경적 압력이 때때로 산업과 공공분야로부터의 환경적 영향과 비교하여 중요치 않음에도 불구하고, 많은 가정의 복합적인 영향은 대기과 수질오염, 서식지 변화, 그리고 기후변화를 포함한 수많은 환경문

체에 중요하게 기여한다. 가정의 에너지사용과 여행, 쓰레기 발생과 같은 분야에서, 물질과 에너지 효율성의 증대는 소비되고 버려지는 상품과 서비스 양의 절대적인 증가 때문에 보다 중요시되고 있다.

20세기의 특성을 규정짓는 것 중의 하나는 “소비자 문화”의 발전과 가정에 의해 주문되고 수요되어지는 상품과 서비스의 증가이다. 생활양식에서 1인당 소득증가와 그에 수반되는 변화는 보다개인적인 구매양식, 가공품과 포장상품으로의 이동, 더 수준높은 제품소유, 그리고 광범위한 서비스 이용으로 이어졌다. 더 높은 수입은 또한 가정 구매품목의 수도 증가시킨다. 예를들면, 이전에 가정은 대부분 세탁일을 위해 표준화된 한 개의 제품을 사용한 반면, 지금은 각기 특화된 일련의 제품을 사용한다. 몇몇 반영구제품(옷, 린넨, 작은 가전제품)과 영구제품(자동차, 대규모 가전제품, 컴퓨터)조차도 구매, 사용 그리고 처분이 제품스타일, 생산특성 또는 폐기를 고려하여 빨라지고 있다.

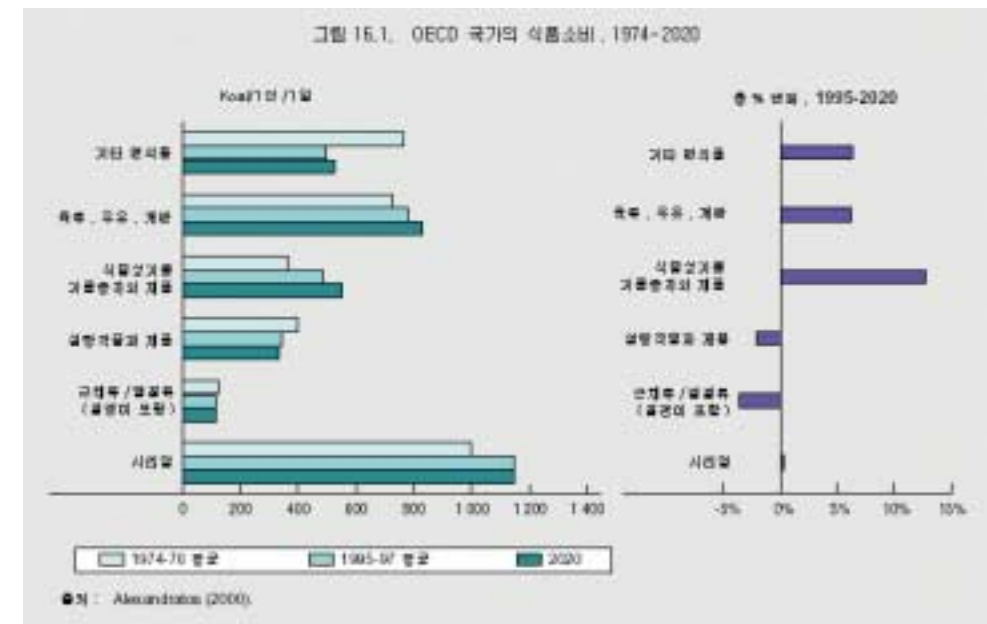
소비제품의 가정 구매와 사용으로 인한 환경적 영향은, 재료와 에너지 용량; 그 사용에 수반되는 자원(에너지, 물) 부담; 생산물 포장의 유형, 양 그리고 재사용 가능성; 유해한 오염물질 함유; 그리고 처리방법 등 그 상품의 특성에 의존한다.

### 16.2 가정의 식품소비

OECD 국가의 가정은 점차적으로 편리함과 다양성을 제공하는 식품 공급을 요구하고 있다. 생활양식의 변화와 가정내에서 시간할당이 보다 개별화됨에 따라, 이러한 경향은 가공품과 수입식품의 소비증가, 그리고 개별 포장으로 이어진다. 더 많은 식사가 집밖에서 준비되어 진다. 동시에 식품의 품질과 안전에 대한 소비자의 인식이 증대되었고, 유기농산물에 대한 소비도 더욱 커지고 있다.

가정은 과거보다 육류, 과일, 채소, 어류와 해산물을 더 많이 소비한다. 이미 높음에도 불구하고, 많은 OECD 국가에서는 칼로리 섭취가 증가하고 있다.

OECD의 많은 국가는 개별상품에 대한 1인당 소비 그리고/또는 집체한 식품 소비가 아직 포화수준에 도달하지는 않았으나, 1인당 소비는 국가의 소비수준이 매우 높은 나라에서조차 지속적으로 증가하고 있다. 2020년(1995/97년 수준과 비교하여)에 전망되는 식품수요는 멕시코, 한국 그리고 헝가리에서의 높은 증가로 인해, 대체로 OECD 지역내에서 1인당 육류소비가 7% 증가할 것이다(OECD, 2000). 시리얼(대부분 정제형태)과 식물성 기름의 1인당 소비 또한 증가할 것이다(그림 16.1).



식품이 어디에서 어떻게 생산, 가공, 포장, 보관, 분배, 그리고 조리되는지를 포함한, 몇 가지 요인들이 가정의 식품 소비패턴이 환경에 어떻게 영향을 미치는가에 있어서 역할을 한다. 가장 중요한 환경적 영향은 생산과정 초기에 일어난다. 그러나 OECD 국가의 가정은 음식의 선택과 식품과 관련된 서비스의 수요를 통해 이 지역에서의 추세에 영향을 미친다. 예를들면, 신선한 과일과 채소의 연중 이용가능성에 대한 요구는 온실생산을 위한 더 많은 에너지 사용 또는 육로나 항공기에 의한 장거리 수송을 의미한다. 육류 수요증가는 돼지와 가축의 집약적인 생산으로 이어지는데, 이것은 수질오염의 주요한 요

인이다. 다른 영향은 식품가공과 서비스 분야에서 발생한다(예를 들면, 냉장과 냉동식품의 조리과 분배를 위한 에너지 소비).

가정은 또한 식품을 구매, 보관, 그리고 준비하는 방법과 그들이 발생시킨 유기 및 포장 쓰레기의 양에 의해 직접적으로 환경에 영향을 준다. 한 OECD 국가에서 조사된 바에 따르면, 가정은 생산자가 그것을 상점에 옮기는 만큼의 에너지를 그 식품을 집으로 배달하는데 사용한다(OECD, 2001a). 음식물 쓰레기가 가정 쓰레기에서 차지하는 비율이 감소함에도 불구하고, 음식 쓰레기의 양은 많은 나라에서 증가하고 있는 것으로 나타난다. 식품의 포장 쓰레기 또한 가정쓰레기의 비율만큼 증가하고 있고, 일반적으로 재생하기가 보다 어려운 많은 양의 플라스틱 쓰레기를 포함하여 다양화되고 있다(OECD, 2001b). 몇몇 가정의 식품 소비패턴은 food chain에서 행위자간의 영향이 상호교환 되도록 이끌고 있다. 예를 들면, 집밖에서의 음식가공과 집에서의 빠른 조리의 결합으로 가정에서 음식을 준비하는데 더 적은 에너지를 사용하게 되었으나, 잠재적으로는 가정의 음식 보관에 더 많은 에너지를 사용하게 된다. 식품의 보관과 조리에 관한 전주기 분석은 이러한 경향의 순수한 효과를 확인하고, 환경적 영향이 가장 많이 일어나는 곳과 기술적 또는 정책적 조치가 가장 필요한 부분을 결정할 필요가 있다.

식품의 품질과 안전, 그리고 식품 생산에 따른 잠재적인 환경적 영향에 대한 소비자의 인식이 과거 수십년간 증가함에 따라, 유기물 생산에 대한 가정의 수요는 꾸준히 증가하고 있다. 유기농산물은 많은 OECD 국가에서 매년 20%가 넘는 성장률을 경험하고 있다(제7장 참조).

### 16.3 가정의 에너지 사용

두가지 추세가 OECD 국가에서 가정의 에너지 수요의 형태를 갖추고 있다. 수입의 증가는 더 큰집에 대한 수요로 이어졌다. 동시에, 가족의 규모가 줄어, 1인당 거주공간이 증가하였다. 더 큰 거주공간은 난방과 냉방 그리고 온수를 위한 에너지 수요의 증가로 이어진다. 에너지와 물소비를 요하는 제

품소유의 증가는 더 많은 에너지와 물 수요로 이어진다. 반면 가정의 난방 시스템과 가전제품이 더 효율화 되고, 더 많은 가정이 에너지 절약장치(예를 들면, 이중창과 절연재)를 장착한다. 게다가, 많은 나라에서, 가정은 이제 에너지 사용에 관한 믿을만한 정보(예를들면, 가정의 에너지 결산서)에 더 잘 접근할 수 있다.

더높은 에너지 가격, 더 엄격한 건물 규정, 기름에서 다른 에너지원으로 전환하는데 대한 보조금, 그리고 가정의 절연재 사용을 조장하는 프로그램은 거주공간과 온수의 에너지 강도<sup>1)</sup>.

를 획기적으로 감소시킨다. 가전제품의 에너지 강도는, 더욱 간소화 되었음에도 불구하고, 떨어지고 있다. 새로운 제품은 구제품보다 전기를 적게 사용하나, 가전제품, 전기통신 그리고 정보기기의 수적 증가는 거의 모든 사용제품의 효율성 개선을 능가한다. 특히 많은 OECD 국가에서의 식기 세척기, 세탁물 건조기, 냉장고, 그리고 에어컨 수의 급속한 증가는 중요하다(표 16.1). 이러한 경향은 일반적으로 에너지의 최종 수요처인 가정에서의 가전제품으로 전기의 사용량이 증가하는 것은 중요성을 설명하는 것이다.

가정의 에너지 수요는 중-단기에 걸쳐 지속적으로 증가할 것으로 기대된다(제12장 참조). Reference Scenario에서, 가정에 의한 전기수요는 모든 OECD 지역내에서 대체로 증가할 것으로 전망하였다. 1995년에서 2020년까지 기간중에, 중부와 동부유럽에서 상대적으로 가장 큰 변화가 전망(거의 200%)되고 있으나, 다른 OECD 지역에서도 심각한 증가가 전망되고 있다(그림 16.2).

가정의 에너지 소비 따른 환경적 영향은 주거공간과 온수(예를 들면,

가정의 에너지 수요는 2020년까지 OECD 국가에서 계속 증가할 것이다. 그러나 앞으로 에너지 효율성도 증가할 가능성이 크다.



1) 에너지 강도는, 난방과 온수 또는 가전제품 사용과 같이, 특히 최종 용도에서 필요한 전기의 양을 나타낸다.

표16.1. 선정된 OECD 국가에서의 가전제품 소유, 1973-1997(단위 : 100가구당)

		냉장고 & 컴비네이션	냉동고	세탁기	세탁물 건조기	식기 세척기	에어컨
미국	1973	100	34	70	38	25	47
	1997	115	36	79	55	50	86
일본	1973	104	..	101	..	..	15
	1997	120	..	107	23	..	191
영국	1973	73	8	68	4	3	..
	1997	104	42	92	51	21	..
덴마크	1973	97	42	41	1	6	..
	1997	107	65	72	30	35	..
노르웨이	1973	89	57	72	15	3	..
	1997	141	92	92	35	47	..


Sources: IEA(2000).

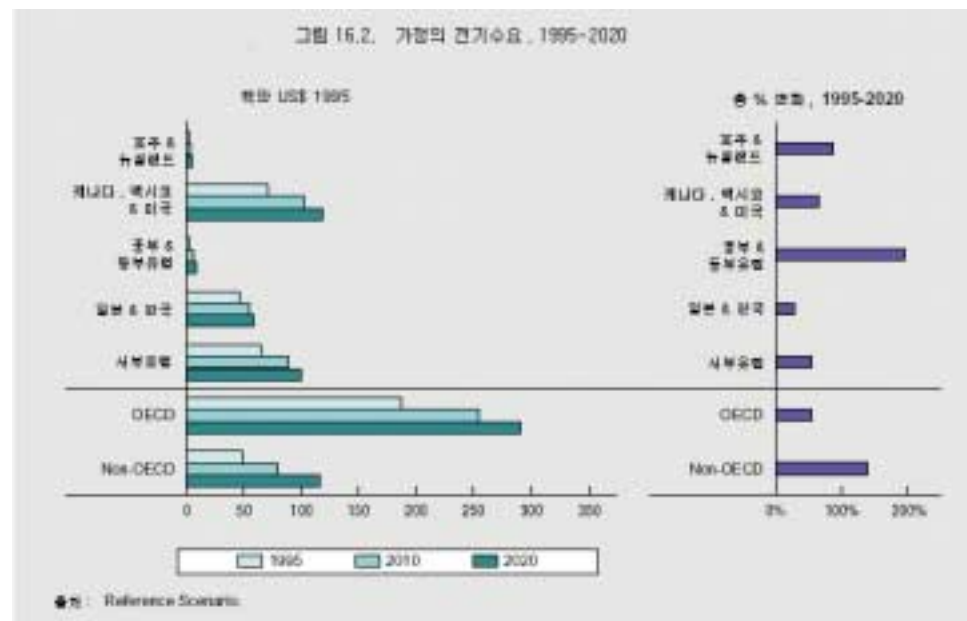
큰 거주공간과 고품질 제품 소유간의 상호작용 그리고 건물 표준화, 기술 또는 생산 조절 또는 가정 행동에서의 변화로 달성되는 에너지 효율성 개선, 에 대한 장래의 접근방법에 달려있다.

### 16.4 가정의 물 사용

가정의 물소비는 1인당 하루 100리터에서 300리터 범위로 OECD 국가간에 상당히 다양하다. 물공급에 대한 압력은 물을 소비하는 가정의 배관단위의 증가와 용량, 기구(예를 들면, 샤워기, 화장실, 온수기, 식기세척기, 그리고 세탁기) 그리고 다른 용도의 물사용(예를 들면, 잔디물주기, 수영장)으로부터 발생한다. 전체 물사용의 증가는, 도시의 배수관 누수 감소, 가전제품 또는 화장실에서 물 효율성 증가등, 물사용의 효율성 증가로 약간은 상쇄된다. 그 결과, 가정의 물수요는, 이미 소비수준이 낮은 나라(즉, 일당 100리터)들을 포함하여, 최근 수년간 많은 OECD 국가에서 감소하거나 안정적으로 되었다(OECD, 1999a). 한계비용(즉, 가정의 규모나 인원수보다는 사용한 물의 단위로 지불하는 곳)에 가까운 물 가격 체도를 사용하는 OECD 국가들은 가정의 물사용에서 상당한 감소를 보여주었다. 이러한 제도의 영향은 그들이 상대적으로 높거나 증가하는 물 세율과 결합할 때 강화된다(OECD, 1999a). 이러한 경향은 다른 OECD 국가(특히 1인당 물 소비수준이 높은 나라)의 가정이 그들이 적절한 정보, 물효율화기술과 강력한 동기가 있으면 사용수준을 감소할 수 있다는 강력한 잠재성을 암시한다.

물에 대한 가정의 수요는 많은 OECD 국가에서 안정적이거나 감소하고 있다.






소규모 폐열발전, 거주분야에서의 분산된 에너지 생산, 태양열) 그리고 보다

서 많은 수의 도시들은 거주자들에게 식수의 품질과 위생시설을 갖춘 물을 공급하기 위해 증가하는 비용에 직면하고 있다. 가정은 또한 수중 생태계에 있어서 산소의 이용가능성(생화학적 산소요구량 또는 BOD로 알려진)에 대한 폐수방류의 효과, 가정용품에 의한 오염(인산염 세제, 기름 그리고 윤활유를 포함한), 그리고 정원에 사용되는 잔디용 화학약품의 배출을 통해 수질에 영향을 미친다. OECD 국가들은 기초하수처리시설과 연계된 가정의 수를 증가시키고, 2차-3차처리를 확대하여 가정에 의한 기본적인 수질오염 감소를 개선시키고 있다. 그러나, 가정의 하수 배출로 인한 BOD 수준은 OECD 지역내에서 2020년까지 여전히 증가할 전망이다(제8장 참조).

### 16.5 가정의 여행

자가용 사용과 비행기 여행은 가정이 지구기후변화, 지역의 대기과 수질오염, 소음 노출, 그리고 도로와 운송 기반시설을 위한 토지변경을 포함하여 환경적 압력을 일으키는 가장 중요한 수단 중 2가지이다. 가정의 여행은 3종류의 이동수요와 마주친다: 통근과 기타 업무관련여행, 가족과 도시여행(쇼핑, 학교, 병원방문, 다양한 미팅 등등), 그리고 사회적이고 오락적 여행. 통근은 OECD 국가에서 가정여행의 약 25%를 차지한다(IEA, 1997). 가정은 사회적 또는 오락적 목적을 위해 대부분 차를 사용한다.

가정의 개인차 사용과 비행기 여행은 2020년까지 증가할 것이며, 온실가스의 배출증가에 크게 기여할 것이다.

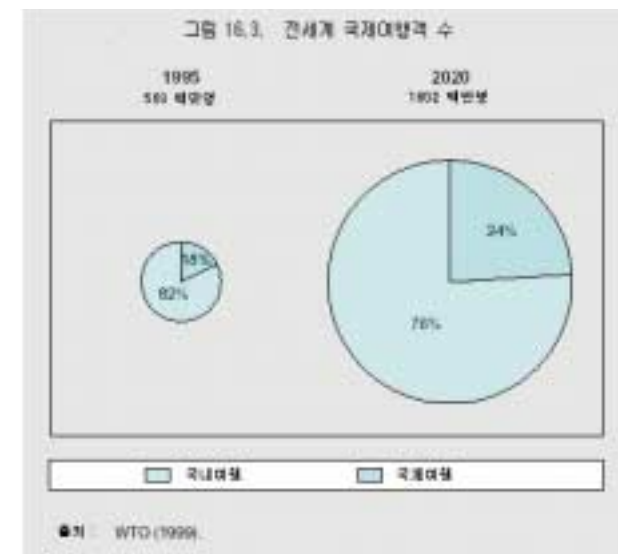


모든 형태의 수송에 대한 수요가 증가(제14장 참조) 했음에도 불구하고, 특히 자동차의 소유는 1970년 이래 지속적으로 증가하였다. 대체로 일상적인 자동차 사용이 증가하였고, 차로 여행하는 도로의 거리도 거의 두배가 되었다. OECD 국가에서는 수입의 증가가 자동차 소유의 증가와 더 무겁고 더 파워있는 차의 선호로 이어졌다. 가족규모와 생활양식, 어린이, 가정에서의 노동자 수 그리고 지리적 요인-사람들이 살고, 일하고, 쇼핑하는 곳-같은 변

수들도 중요하며, 그것은 대중수송으로 접근된다. 예를들면, 도시의 확대는 차로 여행하는 거리를 증가시킨다(제2장 참조). 2020년까지, 개인수송수단과 여행거리는 OECD와 비OECD 국가에서 대체로 증가할 것으로 전망된다(제14장 참조).

모든 OECD 국가에서는 차 연료의 효율성에서 중요한 발전이 있었으나, 더욱 큰차의 사용과 더 무겁고, 파워있고, 편안한 차에 대한 선호는 이러한 개선을 상쇄시켰다. 게다가, 차 1대당 사람의 수가 감소한 반면 여행의 빈도는 증가하였다. 다양한 수송형태 중에서, 차는 오염원인 일산화탄소(CO), 휘발성 유기화합물(VOC) 그리고 이산화탄소(CO2)를 가장 많이 집중적으로 배출한다.

가정의 여행패턴은 가정여행이 환경에 미치는 영향에서 두번째로 중요한 요인이다. 국제여행은 1950년대 이후 연평균 7.1%가 증가하였고, 2020년까지 연평균 4.3%가 증가할 전망이다(표 16.3). 전반적으로, 세계여행협회는 2020년까지 전세계의 여행은 1995년 수준보다 세배가 될 것이라고 전망하고 있다(WTO, 1999). 이러한 성장의 한가지 특성은 국제여행(세계지역간 발생하는 여행)이, 특히 유럽과 미국에서, 국내여행보다 더 빠른 속도로 증가



할 수 있다는 것이다. 국제지역(대부분 대륙간)의 여행은 환경적 영향이 가장 큰 장거리 항공여행을 수반한다.

가정의 레저여행은 현재 다른 가정여행(예를 들면, 통근, 쇼핑)에서 배출되는 것과 같은 양의 운송 에너지 사용과 이산화탄소를 배출하는 상대적으로 중요한 요인으로 나타난다. 그러나, 비행과 관련된 이산화탄소와 다른 배출은 최근 수년간 급속히 증가하였고, 대부분이 장거리 레저여행에서 나오는 것이다. 관광과 관련된 모든 활동 중에서, 여행은 에너지 사용과 온실가스 배출의 가장 중요한 요인이 나타났다.

### 16.6 가정의 쓰레기 발생

1인당 수입증가와 이에 수반된 생활양식의 변화는 가정구매와 폐기물을 증가시켰다. 1997년에, 가정은 도시 쓰레기(41-96%의 범위에서)의 평균 67%를 발생시켰다. 가정쓰레기는 유기물 쓰레기(정원과 음식찌꺼기), 영구제품과 비영구제품, 불활성물질, 금속, 용기와 포장(유리, 종이와 판지, 플라스틱, 합성 포장물), 모터 기름, 그리고 직물로 구성되었다. 가정은 또한 연무질(煉霧質) 캔, 페인트, 가정과 자동차용 전지, 그리고 집과 정원에서 나오는 화학물질 같은 유해한 쓰레기는 매우 적은 양만 배출한다. 가정 쓰레기의 구성은 상당히 변했다. 쓰레기의 흐름 중에서 음식쓰레기의 양은 증가했음에도 불구하고, 도시 쓰레기의 비율에서 음식 쓰레가 차지하는 비율은 감소하였다. 이것은 좀더 나은 보관(냉장고, 포장)과 가공음식의 소비증가에 기인한다(OECD, 2001b). 포장물은 가정 쓰레기에서 상대적으로 많은 비율을 차지한다. 이러한 경향은 대부분 사람들이 깨닫기 훨씬 이전부터 시작되었다. 많은 사람들이 현재의 생활양식이나 소비패턴과 같다고 말하는 “쓰고 버리는 사회(throw-away society)”라는 말은 플라스틱 포장재가 출현하기 전인 1955년에 만들어졌다(Brower and Leon, 1999).

대부분의 OECD 정부는 단순한 수집과 처리로부터 쓰레기 발생의 억제방지를 강조하는 “쓰레기 분류제(waste hierarchy)”로 쓰레기 전략을 바꾸고 있

다. 가정 쓰레기의 발생은, 쓰레기 관리에 있어서 가정의 인식과 참여가 상당히 개선되고 있음에도 불구하고 여전히 증가하고 있고 2020년까지는 더욱 증가할 것으로 전망된다(제20장 참조). OECD 지역내에서 도시 쓰레기의 발생은 1995년에서 2020년까지 43%가 증가할 전망이며, 전체 쓰레기 발생량은 2020년까지 연간 약 770백만톤으로 추정된다. EU에서는, 가정 쓰레기가 1995년에서 2010년까지 22% 증가할 것이며, 종이와 마분지 쓰레기가 44-62%, 유리 쓰레기가 24-53% 증가할 것으로 전망한다(Fischer, 1999). 수명이 다한(폐물) 자동차는 EU지역에서 대략 30%가 증가할 전망이다(European Topic Centre on Waste, 2000). 쓰레기와 관련된 환경문제에 있어서 가정의 인식과 참여 증가로, 재활용은 지난 20년에 걸쳐 눈에 띄게 개선되었다. 그러나, 더 많은 쓰레기의 발생으로 전반적인 환경적 영향을 상쇄하기에는 충분치 않다.

### 16.7 정책 대안

대부분의 OECD 국가들은 가정으로 인한 환경적 영향을 완화시키기 위해 적절한 조치를 취하고 있거나 개발중에 있다. 이러한 조치들은 종종 기후변화 또는 지역의 대기오염과 같은 중요한 환경문제를 다루기 위한 전략의 일부분이다. 그들은 직접적으로는 소비행동의 변화를 조장함으로써, 간접적으로는 환경적으로 더 이로운 상품이 시장에서 이용되도록 하거나 또는 더 부정적인 영향을 가진 상품의 상대가격을 증가시키는 단속기준을 부과함으로써 가정의 의사결정에 영향을 미치는 것을 목적으로 한다(OECD, 1998).

일부 정책은 행동에 있어서 제한적인 변화를 가져왔다. 그럼에도 불구하고, 가정의 의사결정으로 인해 야기되는 많은 환경적 영향들은 향후 20년간 증가할 것으로 전망되며, OECD 정부들은 가정이 낮은 비용으로 환경에 대한 일상적이며 중요한 투자결정을 하도록 돕기 위해 정책을 강화할 필요가 있다. 가정의 시각으로는 구매와 행동양식의 변화가 공공의 이익(예를 들면, 더 나은 대기질)을 위해 높은 사적 비용을 초래할 수 있다. 결과적으로 정부는 보다 지속가능한 가정행동을 증진시키는데 따른 여러가지 도전에 직면해 있다.

보다 일관성있게 이러한 문제들을 처리하기 위해서는 기술, 기반시설, 그리고 연구개발(R&D)정책의 환경적 목표가 확대될 필요가 있으며, 그리고 최소한의 노력수준(예를들면, 쓰레기 재생율, 최소한의 에너지 효율성 이행)을 정한 규정과 기준이 더 광범위하게 적용되어야 한다. 이것은 경제적 수단과 정보에 기반을 둔 수단 그리고 인식증진을 위한 이니셔티브의 사용과 함께, 의사결정과 관련한 비용에 관해 가정에 좀더 명확한 신호를 보내는데 있어서 중요할 것이다. 가정의 의사결정에 영향을 주는 광범위한 일련의 정책들이 있는데, 그 정책구상은 환경적 효과를 고려해야만 한다. 이것은 토지이용과 물리적 계획, 노동정책 그리고 교육과 사회정책(예를들면, 육아)을 포함한다.

### 기술, 기반시설과 연구개발 정책

가정부문의 환경압력을 감소시키기 위한 대안의 부족은 지속가능한 가정활동을 지원할 기술과 기반시설(에너지, 수송, 쓰레기)의 개발에 대한 정부의 중-장기적인 촉진이 중요함을 강조한다. 쓰레기 분야에서, 예를들면, 쓰레기 정책은 경제에 대한 물질적 투입을 감소시키고 경제적 비용이 환경적 이익을 초과하지 않는 범위까지 물질 사이클을 근접시키기 위해 전주기 자원관리의 경제적 접근방법으로 통합될 필요가 있다. 가정수준에서 자원의 효율성은 물질의 감소하는 흐름이 가정으로 이동하도록 해야 한다.

개인여행으로 인한 환경적 영향을 감소시키기 위해서는 새로운 또는 개량된 자동차 기술을 사용하도록 유인하고; 공공 수송체계를 위해 재교육과 투자를 증대하고; 그리고 자가용을 이용하는 동기를 재조사(예를 들면, 회사차정책, 유연한 노동시간)하는 조치들이 필요하다(제14장 참조). 그러나 수송체계의 목적보다는 오히려 수송수단에 초점을 맞추는 경향이 있는 현행 공공 대 개인의 수송논쟁은 그 한계를 뛰어넘을 필요가 있다. 다양한 이동서비스의 새롭고 전망있는 접근방법은 자가용 사용의 필요성을 감소시키는 “흠결없는(seamless)” 다양한 형태의 여행을 위해 폭넓은 수송수단의 선택을 제공한다. 그런 제도는 이미 많은 OECD 국가에서 성공적으로 시행되고 있다.

식품소비분야에서, 몇몇 OECD 정부는 가공과 식품서비스 분야에서 쓰레기

감소와 관리기술을 개선시키기 위해 기술적인 지원프로그램을 개발하기 시작했다. 또한 포장쓰레기와 혼합 유기쓰레기의 재활용을 개선하기 위한 조치들이 필요하다. 플라스틱의 낮은 재생율은 특히 관심사이며, 포장 플라스틱의 안전한 재사용을 가능(예를들면, 포장된 음식과 화장품의 최소한의 재활용)하게 하기 위하여 민간 분야에서의 기술과 공공정책에서의 발전을 요구하고 있다(OECD, 2001b). 장래 정책연구의 주요분야는, 식품분야에서의 가택음식 배달과의 연관성과 같은 확장된 전자교역의 환경적, 경제적 그리고 사회적 연관성일 것이다(제6장 참조).

### 규제수단

정부는 생산물 소유에 대한 할당이나 다른 제한을 통해 가정의 의사결정에 직접적으로 영향을 미치거나 또는 강제할 수 있다. 사례로서 교통흐름을 천천히 하거나 조화롭게 하기 위해 속도제한을 규정하거나, 또는 서비스 분야(레스토랑, 호텔등)에서 폐기물 사용의 제한을 시행한다. 몇몇 규정들은 가정의 물소비량을 감소시키기 위해 호스사용을 제한하거나 또는 오염이 제일 심한 날 자가용 사용을 금지시키는 것과 같이, 가정이 생산품을 조작하거나 사용하는 방법에 대해 직접적으로 영향을 줄 수 있다. 가정분야에서는 직접적인 단속규정의 사용이 상대적으로 드물다. 그러나 생산품과 생산과정에 대한 단속규정은 가정의 선택에 간접적으로 영향을 미친다. 예를 들면, 어떤 상품의 생산금지나 세일은 반드시 가정소비의 형태를 변화시킨다.

정부는 일반적으로 최소한의 생산기준(예를 들면, 가정용품에 대한 에너지 효율의 최소수준 또는 가정물품에 대한 물 효율성 또는 건물규정의 강화)을 부과하거나 또는 강화하여 가정의 소비형태에 영향을 미치는 보다 점진적인 접근방법을 취한다. 예를 들면, 가전제품과 장비에 대한 마크제도의 필요성과 최소한의 에너지 효율성 기준은 상대적으로 저렴한 비용으로 가시적인 결과를 야기하는 효과적인 환경정책 수단으로 판명되었다(IEA, 2000). 북미에서의 조기 성공에도 불구하고, 자동차에 대한 새로운 연료 효율성 기준을 확대하고 발전시키려는 최근의 시도는 순조롭지가 못했다. 효율성 기준은 소비 물품에 광범위하게 적용될 수 있다.

## 경제적 수단

경제적 수단 -완전비용, 환경세와 부담금, 그린세 개선, 그리고 환경적으로 해로운 보조금의 제거 등- 은 소비자의 행동에 영향을 주는데 있어서 중요한 역할을 한다. 에너지, 수송, 연료, 물 또는 쓰레기의 가격이 관계되는 환경비용에 완전히 반영되지 못하는 경우에는, 만약 가정이 소비에 따른 완전비용에 직면했다면 소비했을 양 이상으로 소비할 인센티브를 가지고 있다.

수송분야에서, 많은 나라들은 무연석유연료를 위한 소비시장 개발과 부차적인 무연석유연료 사용차로의 이동을 촉진하기 위하여 차등적 연료요금 부과제도를 성공적으로 시행하고 있으며, 그 결과 대다수가 무연석유연료차로 교체하였다. 몇몇 나라는 이제는 가스차와 저유황 디젤차의 사용을 권장하기 위하여 차등세율을 사용하고 있다. 국가는 예를 들어 생물학적 연료에 대해 낮은 세금을 부과하고 동시에 환경적으로 덜 해로운 방안이 급속히 도입되도록 장려하기 위해 그들의 생산과 분배를 지원하는 것과 같은 포괄적인 조치를 사용할 수 있다. 그러나, 가격결정권을 가지는 것이 필요조건이라면, 특히 구매와 사용이 문화적 습관과 같은 비경제적인 요소에 의해 결정되는 곳에서는, 그것이 반드시 가정의 소비패턴을 변경시키기 위한 충분조건은 아니다(OECD, 1998). 가격의 환경적 효과는 생산가격이 변하면 주어진 상품에 대한 소비자의 수요의 양이 변하는 가격탄력성과 밀접한 관련이 있다. 만약 환경적으로 유해한 생산물이 가격 비탄력적이라면 -즉, 생산품에 대한 소비자의 수요가 가격변화에 반응하여 별로 변하지 않는다- 가격신호는 희망하는 환경적 결과를 충분히 산출하지 못할 것이다. 그런 경우에는 생산금지 같은 단속수단이 경제적 수단보다 더 효과적일 것이다.

가정쓰레기배출 분야에서 새로운 정책은 쓰레기 관리비용을 가정에게 명확하게 해주는 단위가격을 사용한다. 단위가격("투기비용"-PAYT)정책은 쓰레기발생의 수준 이상의 배출에 대하여 벌칙을 부과하는 한계가격구조를 사용한다. 미국에서는, PAYT가 3900개 이상의 커뮤니티에서 채택되었다. 성공률은 다양함에도 불구하고, 평균적으로 PAYT를 채택한 커뮤니티는 총쓰레기 발생이 약 14-27% 감소되었고, 재활용은 약 32-59%가 증가하였다

(Miranda and LaPalme, 1997). 보조 프로그램(보도 재활용, 구내 쓰레기 수집, 부피가 큰 품목의 픽업, 그리고 교육 캠페인)이 오염원 감소와 재활용율에 대한 PAYT의 효과를 증가시키고, 불법투기를 담념시킬 수 있다.

## 정보와 기타수단

제공된 정보에 따라, OECD 국가들은 가정의 행동에 영향을 주기 위한 이니셔티브에서 기타 수단들을 사용한다. 이것은 인식 증진계획, 가장 넓은 의미에서의 교육, 마크제도와 정보 캠페인, 공동체와 소비자에 의한 행동 조장, 지속가능한 소비를 위한 비정부조직의 작업 지원, 그리고 자발적 협약을 통한 산업계와 타분야와의 작업과 같은 일련의 정책수단을 포함한다. 충분한 가격신호와 연계된 적절한 환경정보가 제공된다면 가정이 환경적으로 건전한 선택을 하고, 소비와 쓰레기 처리패턴을 바꾸도록 고무할 수 있다. 가정의 수요변화는 생산패턴의 변화를 수반할 것이다.

몇몇 OECD 정부는 소비자가 친환경적으로 결정하도록 자극하기 위해 다른 조치들과 함께 정보수단을 사용하고 있다.



OECD 국가들은 소비자들이 지속가능한 생활양식을 채택할 수 있는 방법을 인식하도록 하기 위해 다른 조치들을 사용한다. 집에서의 에너지 효율성 증진, 물사용 제한, 쓰레기감소와 재활용 확대를 위한 캠페인이 광범위하게 퍼져 있다. 지속가능성과 소비를 위한 적절한 국가지표의 발표는 주제에 대한 공공의 이해를 높일 수 있으나 현재까지 이것은 충분히 개발되지 못했다. 정보와 마크제도는 특정 환경문제 또는 상품의 환경적 효과에 대한 소비자의 이해를 개선시킬 수 있다. 생산 또는 서비스가 갖고 있는 환경적 영향의 몇 가지 중요한 양상에 초점을 맞추거나, 또는 라이프사이클에 기초한 상대적 영향을 평가할 시도하여 이를 알리고 소비자의 결정에 영향을 미치려는 광범위한 국가적 그리고 지역적 환경마크제도가 있다. 그러나 경마크 프로그램은 "green"마크제도와 주장이 확산됨에 따라, 종종 소비자를 압도하는 많은 환경정보를 만들어 내는 것과 같은 다양한 문제에 직면한다. 그 결과, 대부분의 환경정보에 대한 대부분은 소비자의 신뢰는 최근 수년간 감소하고 있다.

향후, 정부는 가정에 대해 더 나은 목표와 정보를 가질 것이다. 많은 정부는 신중한 상품구매에 관한 안내(예를 들면, 재사용 가능성, 생산년한, 최소 포장, 최소 유독성, 안사기 선택) 등과 같은 자발적인 쓰레기 최소화 전략에 관해 가정에 소개를 하고 있다. 모든 정보가 직접적으로 환경적 관심사일 필요는 없다. 환경적 목적은 가정이 금전적 건적적 고려에 더 많은 관심을 가질때에도 이루어질 수 있다.

일부 OECD 국가에서의 혁신적인 접근방법은 방송캠페인과 정보의 결합, 소매점 직원의 훈련과 동기부여, 친환경적인 생산과 서비스 선택을 확대하기 위한 제조업과 소매상간의 자발적 협약, 그리고 소비자의 선택시 환경적 인식을 갖도록 자극하기 위한 경제적 동기부여(예를 들면, 감세)를 포함한다. 이러한 접근방법은 정보는 소비자가 그 정보를 이용할 수 있는 환경에 있을 때에만 유용하다는 것을 인식한다.

마지막으로, 교육제도는 환경적으로 책임있는 가정의 태도와 행동을 자극하는 중심적인 역할을 하고 있다. 학교와 대학내에서, 학생들은 환경문제의 특성에 대해서 뿐만아니라, 그들 자신의 행동의 결과와 소비패턴의 변화가 환경적 영향을 어떻게감소시킬 수 있는지에 대해서 배울 수 있다. 게다가 교육기관은 스스로가 에너지, 물 그리고 다른 자원의 주요 소비자이다. 수적으로 증가하는 들은 그들 기관의 greening에 대처해야하는 학교와 대학의 숫자는 증가하고 있다. 학교의 활동을 공동체내로 통합하고, 지역사업과 연계하여 발전시키려는 노력이 장려될 수 있다. 전문적인 훈련, 지속적인 교육 그리고 비공식적 수업은 환경적인 선택과 결정과정에서 소비자를 교육하고, 권한을 부여하고 참여시키기 위하여 필수적이다.

#### 참고자료

Alexandratos, N. (2001), World Agriculture, Food Security and the Environment , background document for the OECD Environment Outlook, OECD, Paris.

Brower, M. and W. Leon (1999), The Consumer s Guide to Effective Environmental Choices: Practical Advice from the Union of Concerned Scientists, Three Rivers Press, NY.

European Topic Centre on Waste (2000), Scenarios and Projections, [www.etc-waste.int/activities/0000121.htm](http://www.etc-waste.int/activities/0000121.htm)], European Topic Centre on Waste, Copenhagen.

Fischer, C. (1999), Future Waste Amounts in the EU, European Topic Centre on Waste, Copenhagen.

Geyer-Allely, E. and H.-S. Cheong (2001), Consumption Patterns , background document for the OECD Environmental Outlook, OECD, Paris.

IEA (International Energy Agency) (1997), Indicators of Energy Use and Efficiency: Understanding the Link between Energy and Human Activity, IEA/OECD, Paris.

IEA (2000), Energy Labels and Standards, IEA/OECD, Paris.

Miranda, M.L. and S. LaPalme (1997), Unit Pricing of Residential Solid Waste: A Preliminary Analysis of 212 US Communities , [[www.epa.gov/payt/research.htm](http://www.epa.gov/payt/research.htm)].

OECD (1998), Towards Sustainable Consumption Patterns: A Progress Report on Member Country Initiatives, OECD, Paris.

OECD (1999a), The Price of Water: Trends in OECD Countries, OECD, Paris.

OECD (1999b), OECD Environmental Data: Compendium 1999, OECD, Paris.

OECD (2000), The Agricultural Outlook, 2000-2005, OECD, Paris.

OECD (2001a), Sustainable Consumption: Tourism and Travel Patterns Part I, Tourism Travel Trends and Environmental Impacts , [ENV/EPOC/GEEI(2000)5/FINAL], OECD, Paris.

OECD (2001b), Household Food Consumption, OECD, Paris.

WTO (World Tourism Organisation) (1999), Tourism: 2020 Vision, WTO, Madrid.

(출처) OECD, OECD Environmental Outlook, 2001 : 197-206.

## 제 17 장 철강산업

### 개 요

- 철강분야는 원재료와 에너지사용에 매우 집중적이다. 이 분야의 주요 환경영향은 대기오염, 온실가스배출, 수질오염 및 폐기물 생성 등이 내포된다.
- OECD 국가에서 철강산업은 지난 20년 동안 에너지 및 자원이용의 효율성을 촉진시키고 오염배출을 감소하는 등의 많은 기술적 진전이 이루어졌다. 이 산업에서 재활용 역시 꾸준히 증가되고 있다.
- Reference Scenario에 의하면 1995년과 2020년사이 OECD 국가에서 철강생산이 약65%증가되는 동안 세계철강 생산은 2배로 증가 될 전망이다. OECD 국가에서 철강분야의 CO2와 SOx배출은 63%와 51%로 각각 증가 될 것이고 물과 연료사용은 각각 79%와 64% 증가 될 것이다.
- 철강산업의 부정적 환경효과를 막기 위한 가장 중요한 정책 대안은 기술개발의 지속적인 지지 및 산업화의 자발적 협약 등과 같은 경제적 수단 사용(보조금철폐, 환경세부과, 배출권거래)이다.

### 17.1 머리말

철강분야는 가장 크고 중요한 야금 산업이다. 철강은 현대경제에서 중요한 역할을 하는데 그것의 물리적 특성과 화학적 저항이 구조와 엔진작업, 산업과 자동차 제조공장, 도로 및 철도기반사업, 건설과 기타 다양한 용도(전기성분, 포장, 의료장비)로 아주 중요한 재료로 사용된다.

철강생산은 환경과 건강에 상당히 부정적 효과를 가져온다. 이 분야의 가장

중요한 환경효과는 온실가스배출, 대기오염, 먼지배출, 물과 토양오염 등으로 인한 기후변화에 영향을 끼치는 것이다.

1970년대 이후 철강산업은 온실가스와 기타 다른 배출들을 감소하기 위해 노력을 했으며 오수처리 및 재활용을 위한 처리 과정을 도입했다. 에너지 수요에 있어 상당한 감소가 이루어졌는데 철강산업은 톤당 원강 투입에 대한 산출이 증가했다. 이는 천연철광채광(natural iron ore mining)의 수요가 감소했으며 재활용재료와 부산물사용이 더 증가했다. 세계철강생산이 2020년까지 증가될 것이기에 이 분야의 지속적인 성장으로 인한 철강생산의 환경적영향을 완화하기 위한 그 필요성이 지속될 것이다.

### 17.2 철강분야의 발전

표 17. 1 주요철강분야 통계 및 전망

		1980	1995	2020 (측정)	Total chnge (1995~2020)
총생산 (1995us\$ billion)	OECD	-	662	1,088	64%
	world	-	899	1,852	106%
경제적 부가가치	OECD	-	0.9%	0.9%	-0.6%
	world	-	1.0%	1.1%	9.7%
직접고용 (million persons)	OECD		0.9	-	-
	world		1.9	-	-
철강소비(million ton)	OECD		386	476	23%
	world		653	830	27%

자료 : OECD (1990), ILO(1997), IISI(2000), GTAP 데이터 베이스 및 Reference Scenario

### 철강수요

철강수요는 경제성장의 패턴과 밀접하게 연관되어 있고, 철강소비 수준은 OECD국가에서 최고이다. 현재 매년 1인당 철강소비는 아프리카에서 약 20kg, 유럽에서 약 340kg, 북미에서 435kg, 일본에서 635kg, 한국에서 830kg으로 추정된다. (IISI, 2000)

철강수요는 기반시설, 수송, 건설 및 자동차개발 등에 꾸준한 증가를 나타내고 있다.산업의 중간투입물로서 철강수요는 산업구조, 경제동향 및 특정생산물의 수요 등에 따라 변화된다. 오일쇼크, 신생독립국가 및 일부아시아국가에서의 경제위기 등은 최근 몇 년간 철강수요에 영향을 미쳤다. 오늘날 OECD 국가의 철강생산자들은 경제 성장의 주요 촉진제로서 주요 분야시장(건설 및 자동차)에 집중되고 있다.

세계철강소비에서 OECD 국가의 점유는 1980년 49%에서 1998년 58%로 증가하였으며, 그 추세는 2005년까지 유지될 것 같다. (OECD, 1990 ; IISI, 2000) Reference Scenario는 OECD 지역내 철강수요는 매년 2.1%씩 1995년부터 2020년까지 약 68% 성장할 것으로 전망한다. 세계수요의 전망은 동일기간에 105%로 성장할 것으로 보고 있다.

### 철강생산

철강은 통합과 비통합과정을 이용하여 제조된다. 통합제조공장은 코크스가 마와 기본적인 산소용광로(basic oxygen furnaces : BOF)에서 처리된 원료로서 광석, 고철, 석탄 및 석회암으로 철강을 생산한다. 비통합 제조공장은 소위 미니제조공장으로 불리우는 전기아크로(electric arc furnaces : EAF)로 고철을 정제함으로써 철강을 생산한다. 비통합과정은 그 분야에서 발생했던 주요 기술변화의 결과로서 생산효율성에 커다란 개선을 가져왔고, 환경영향을 감소시켰다. 원료로서 고철은 기본적인 산소용광로에서 철투입의 30%를, 전기공장에서 90%이상 차지한다. 옛날의 비효율적인 오픈노변(벽난로)용광로는 산소변환, 지속적인 주물(casting) 및 전기 아크로에 기초한 처리과정

을 통해 대부분이 교체되었다. 액체철강생산에서 전기아크로의 참여폭은 현재 33%이고 이는 계속 증가할 것이며 2010년 즈음 총생산량의 40%에 이르게 될 것이다. (IISI, 2000)

세계 원강생산은 1970년도 595백만톤에서 1999년 777백만톤으로 증가하였으나 1970년~1989년도의 철강생산 붐이후 그 성장은 1990년과 1998년 사이 매년 평균 0.1% 정도로 둔화되었다. (IISI, 2000)

동시에 많은 비 OECD 국가들, 즉 중국, 인도 등은 급격한 철강생산증가로 인해 생산량에 큰 변화를 보이고 있다. 일부 중·동부유럽 국가들 역시 세계 시장에 진입하고 있다. 세계철강생산의 OECD 국가들의 참여폭은 1995년도 54%에서 1998년도에 48%로 감소하고 있다.

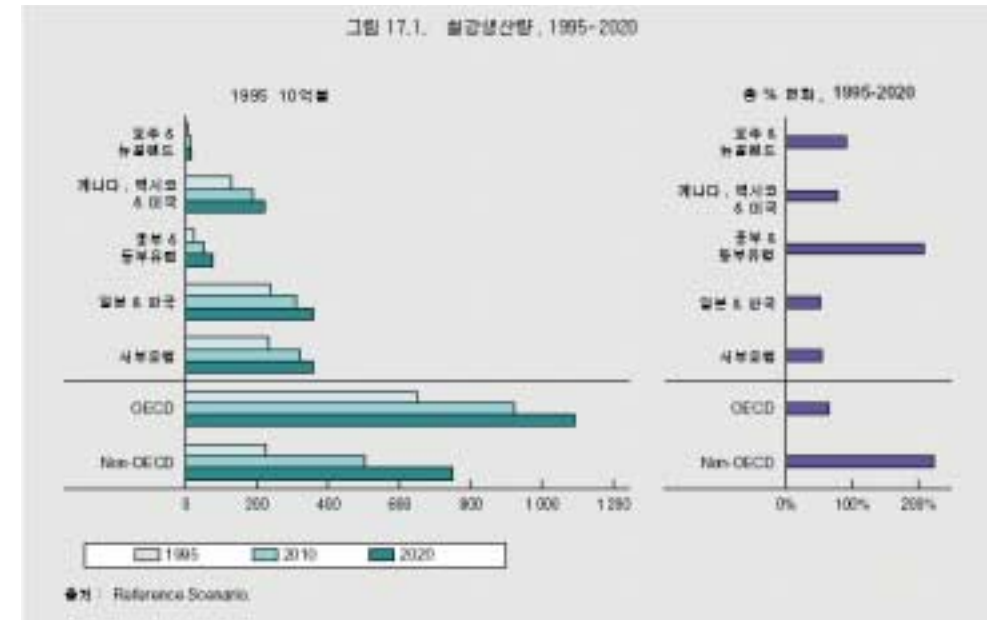
OECD 지역에서 2020년까지 철강생산의 가장 큰 증가는 중·동부유럽이 될 것이다. (표 17.1) 가장 큰 철강생산국가 (중국, 미국, 일본, 러시아, 독일 및 한국)는 그들의 생산능력, 거래시장, 높은 경쟁력에서 선점을 유지할 것이다. OECD 국가의 생산력은 향후 필요한 생산능력을 구축하기 위한 충분한 투자가 선행된다면 2020년까지 약 64%가 증가 될 것이며 세계 철강생산은 두 배 이상이 될 것이다.

### 철강제품 교역

아시아지역에서의 증가된 철강소비와 중요한 철강수출국으로서의 일부 중·동부유럽국가의 출현은 1990년대 동안 세계 철강무역의 급격한 팽창을 가져오는 원인이 되었다. 이런 무역증가는 구 소련과 일부 아시아의 주요 철강생산국의 경제적 불안정으로 인한 철강생산과 무역의 변화로 인해 상당한 무역흐름의 변화를 가져왔다.

비 OECD 지역의 철강생산증가는 일부 개발도상지역, 특히 경제개혁과 현대화로 수요가 증가하는 아시아와 남미지역에서의 변화가 직접적인 원인이 되었다. 이런 지역에서 철강소비의 증가는 국내생산의 급격한 팽창을 가져왔

고 OECD 지역에서 생산자들의 상당한 수출감소를 야기시켰다.



세계철강시장에서의 이런 변화들은 OECD 국가들이 철강순수입국으로 더 변화되게 할 것이며, 미국에서는 이미 이런 징후가 보이고 있고 서부유럽에서도 그럴 것이다. (ICSI, 2000 : plummer, 1999) OECD 지역에서 철강산업은 더욱 내부시장 및 선택 고부가가치 생산쪽으로 지향되는 것 같다. 비 OECD 지역에서 생산능력의 팽창과 경쟁력 증가는 상당한 수출증가를 촉진할 수 있었다. 그로 인해 아시아경제가 철강무역적자에서 벗어난 것으로 보이고, 다만 중국은 2015년 이후 무역흑자를 이룰 것이며, 중·동부유럽과 구 소련 경제는 2020년 즈음 철강무역 흑자를 나타낼 것이다.

### 조직의 변화

지난 20년동안 철강산업의 구조를 형성하는 주요 요소는 경제성장, 산업집중, 민영화, 기술개발, 국제무역증가 및 환경 관심이였다. 이전에 국가 경제를 위한 전략적요소로 간주되었을 지라도 최근 수십년 동안 많은 정부가 국영 철

강회사를 민영화하고 산업지원을 줄임으로써 철강산업에 그들의 관여를 감소시켰다. 산업의 규제완화와 민영화는 구조변화를 촉진했고, 국제무역은 관세를 낮추고 비관세장벽을 통하여 무역자유화를 증가시켰으며, 국제경쟁력제고 및 세계화를 촉진시켰다. 민영화제고 및 시장개방은 철강산업을 회사의 통합으로 더욱 유도하여 새로운 무역과 투자기회를 마련하게 해주었다. 기업간합병, 기술혁신적인 기술의 급격한 통합 및 더욱 융통성있고 환경 친화적인 생산이 다음 20년동안 계속될 것이다.

### 17.3 철강산업의 환경효과

철강공장에서 발생하는 폐수의 양과 형태에 따라 철강생산은 환경 및 인간 건강이 상당히 부정적 영향을 가져올 수 있다. 철강생산은 많은 양의 에너지와 광물 사용 뿐만아니라 막대한 채광과 쓰레기 처분장을 요구한다. (IEA, 1995) 결과적으로 철강생산은 상당량의 대기오염, 고형부산물, 슬러그 및 폐수슬러지를 생성한다.

그 영향은 대기오염, 생물다양성 손실 및 토양·수질오염 등을 통해 지방, 지역 및 지구적규모에 이를 수 있다. 이런 영향의 중대성과 심각성은 철강을 만드는 작업과 기술, 인근 작업지역의 환경민감성 및 환경조치의 효과성 규모와 형태에 의존하는 함수관계에 있다.

국제철강기구는 고철기준 전기아크로의 경우 향후 10년 후쯤 철강생산의 40%에 해당할 것이라고 추정한다(ICSII, 2000) 이것은 일부환경개선을 의미하지만, 한편으로 고철재활용 증가는 생산사이클에 투입되는 더 많은 불순 물질(tramp material)과 함께 자원의 질을 저하시키며 독성물질의 더 많은 생성을 가져오게 한다. (RIVM, 1999)

#### 대기오염과 기후변화

철강분야의 대기오염은 광물(철, 철산화물), 금속(카드뮴, 납 크롬, 니켈, 아연,


구리 및 비소) 및 다른 오염(polycyclic 향료탄화수소, 질소산화물, 유황, 다이옥신)을 포함하는 먼지의 배출로 생긴다. 전기아크로의 철강공장은 중금속 및 다이옥신을 포함한 일부 유기성분을 내포하고 먼지를 배출한다. (UNEP/IISI, 1997) 철강산업은 또한 1997년 OECD 국가에서 화석연료로부터 생성되는 CO<sub>2</sub> 배출의 3%에 해당될 정도로 CO<sub>2</sub> 배출의 한 주범이다. (IEA, 1997)

CO<sub>2</sub>는 송풍로에서 철산화물과 탄소반응의 결과 혹은 철강생산에서 사용되는 전기를 생성하는 발전소에서 철강을 만드는 작업중에 생성된다. 통합공장은 생성된 철강의 톤당 1.6~2.4톤의 CO<sub>2</sub>를 배출하는 한편, 원료로서 고철을 사용하는 전기아크로는 약 0.9톤의 CO<sub>2</sub>를 배출한다. (IISI/UNEP, 1997)

효과적 처리과정 및 오염통제시스템의 도입은 최근 몇 년째 상당한 배출감소를 가져오게 했다. 철강생산의 많은 폐기물 혹은 오염 배출의 상당량이 수집되어지고, 이를 공급원료로 재활용하거나 폐기물처분장으로 보내진다. 현재 최신기술(직물필터, 가스세정기, 바이오물처리공장)은 대기오염원의 90%이상을 수집할 수 있다.(IISI, 2000)

철강분야에서 2020년까지 생산증가는 환경적으로 함축된 의미를 갖게 될 것이다. 이는, 보다 많은 원재료와 에너지 요구로 채광작업 및 에너지 사용의 증가 또는 생산과정에서 보다 많은 오염배출을 통해 환경에 추가적인 영향을 미칠 것이기 때문이다. 철강생산으로 증가되는 기후변화의 잠재적 가능성을 고려할 때, 환경저해의 위험성은 보다 높다.

철강산업에서 CO<sub>2</sub> 및 SO<sub>x</sub>배출은 2020년까지 상당히 증가할 것으로 전망되나 신생산기술의 도입은 이런 증가를 상쇄시킬 수 있다.



향후 20년 동안의 CO<sub>2</sub> 배출은 생산수요의 제고로 인해 증가될 것이다. 그러나, 주요 신생산기술의 도입은 생산단위당 CO<sub>2</sub> 배출을 감소시킬 것이며 이런기술이 확산된다면 CO<sub>2</sub> 배출이 안정되거나 심지어 감소될 수도 있다. 1995년부터 2020년까지 Reference Scenario는 OECD 지역에서 철강생산

과 관련된 CO2의 배출은 63%까지 (세계적으로는 141%), SOx 배출은 51%까지 (세계적으로는 138%) 증가 될 것으로 추정한다.

### 수질오염

철강산업에서 수질오염은 부유고체 및 몇 개의 독성물질(중금속, 페놀, 청산칼리)을 포함한다. 평균적으로 통합공장은 생산된 철강의 톤당 1.6kg 부유물질(고체), 150g의 오일, 110g의 암모니아 질소 및 8g의 페놀, 메틸과 청산칼리를 포함하는 3m<sup>3</sup>의 폐기물을 배출한다. 부유고체는 주로 철산화물로 구성되어지는데 수질오염의 주된 부분이고, 지나친 배출은 물속의 산소공급을 감소시키며 수생생명에 해롭다.

용광로, 롤링(rolling) 및 도료 철강작업의 배출용수 또한 중금속의 미량원소와 분해되지 않은 유기성분을 포함할 수 있다. 철강산업은 용수의 주요 사용자이나 재활용시설은 현대화된 철강공장에서 97%까지 용수를 재사용토록 한다.

위에서 언급한 물질에 의한 수질오염을 방지하고 통제하는 주요 대안은 금속-제지 폐기물에 대한 수집과 처리시설의 이용뿐만 아니라, 사용된 오일과 그리스(유지)의 독성 성분에 대한 덜 해로운 생산을 대체하는 것 등이 포함된다. 철강분야는 현재 전세계의 총 산업용수 사용의 약 28%에 해당된다. Reference Scenario에 의하면, 산업에서 사용된 용수량이 87% 증가됨으로써, 사용량은 2020년에 약 29%정도 증가될 것으로 기대된다. OECD 지역에서 철강산업의 용수사용은 2020까지 70%까지 증가될 것으로 기대된다.

### 폐기물

철강제조는 많은 양의 고형부산물과 폐기물 및 슬러지를 생성한다. 석탄회는 생산된 코크스의 톤당 약 1kg을 차지한다. (약 600kg의 석탄과 1,500kg의 철광석이 통합공장에서 철강 1톤을 생산하는데 요구된다.) 통합철강공장은 원강 톤당 585kg의 고형부산물과 폐기물을 생산하는 반면, 전기아크로 공

장은 톤당 약 200kg을 생성한다. 그러나 생산된 원강의 톤당 70~80%의 부산물과 폐기물을 차지하는 슬러그(slag)는 거의 완전히 재순환된다. 그것은 공공작업과 도로공사에 사용되어지고 용광로로 다시 재순환 되어 질 수 있다.

모든 고형폐기물과 부산물의 90%이상은 내부적으로 재료투입이나 연료로 사용되어지고 다른 사용자에게 팔려질 수도 있다. 철강산업은 부산물과 고형 폐기물의 상당한 감소를 이루었는데, 특히 송풍로 작업시 더 감소하고, 1950년대부터 1995년까지 철제조로부터 생성된 부산물은 60%쯤 감소되었다. (UNEP/IISI, 1997)

### 자원과 에너지효율


철강산업은 세계산업에너지 수요의 10~15%범위의 에너지를 소비하는 에너지 및 자원 집약산업이다. (IISI, 2000). 통합공장에서 생산된 철강의 톤당 요구되는 원료의 양은 약 2.24톤이며 전기아크공장은 1.03톤이다 (UNEP/IISI,1997). 에너지가 철생산 비율의 약 15%를 차지하기 때문에 그 산업은 지난 30년간 보다 에너지 효율적인 처리 과정을 수행하기 위해 인센티브를 갖게 했다. 에너지를 대체하는 자원의 이용과(연료로서 사용된 슬러그와 폐기물)더 효율적인 처리과정은 연소효율성을 증가시키는데 기여한 반면, 에너지 손실과 에너지 수요를 감소케 했다. (Carson, 1999). 부가가치된 생산단위당 에너지 투입은 1971년과 1991년 동안 10개의 OECD국가들이 철강산업에 대한 매년 평균 1.9%정도 감소했으며, 1970년대 이래 철강분야의 에너지 소비는 거의 20%감소를 가져오게 했다. 총에너지 회수율은 총에너지 소비의 거의 30%까지 꾸준히 개선됐다. (OECD, 1999a)

철강의 고도 재활용 능력은 에너지 및 원재료 집중과 관련된 분야의 환경 이행을 개선하는데 중요한 역할을 했다 전기아크로 생산성제고는 총재료투입에 고철량을 증가시키도록 변환시켰고 그것은 다시, 총에너지 투입의 감소를 이끌었다.

고철로부터 생산된 강철은 광석으로부터 생산된 강철 보다 60% 적은 에너

지가 요구된다. 철강은 금속의 질을 저하함이 없이 완전히 재활용되어지고, 고철의 약 350만톤은 매년 재활용되어진다. (UNEP/IISI, 1997). 자원생산성 면에서 보다 효율적인 기술과 생산체제 및 환경친화적인 생산설비 채택과 보다 나은 포장디자인은 끊임없이 지난 20년 동안 원재료사용을 감소시켰다. (Angulo, 1955)

철강산업은 자원 및 에너지사용의 효율성을 증가시켰지만, 아직도 많은 양의 에너지, 용수 및 철광석을 사용한다.




**인류건강영향**

철강생산의 인간건강에 끼치는 잠재적 효과에 대한 일반의 관심은 먼지, 발암물질 및 중금속의 배출과 관련된 효과를 포함한다.

철강시설로 방사된 먼지의 60~90%는 10 $\mu$ m크기보다 작으며, 그것은 소화기관에 특히 위험하다. 먼지에 대한 단기노출은 눈, 코, 목염증 및 심장혈관질환을 유도할 수 있다. 장기노출은 영구폐손상, 발암 및 조기사망을 유도할 수 있다.

최근에, 철강산업은 직업건강과 안전 분야의 개선(IISI, 2000)을 했음에도 불구하고 중금속(납, 수은, 아연, 크롬, 망간)에 계속적인 노출은 철강노동자의 건강에 단기 및 만성적인 효과를 야기시킨다.

철강생산은 인간건강에 부정적인 영향을 끼치지만 근년에 이런 영향은 감소되고 있다.



노출의 수준과 비율에 따라 인간 건강에의 영향은 중추신경계, 뇌, 신장, 생식계의 손상을 포함한다. 철강노동자는 고혈압, 관절염, 기억상실 및 빈혈 뿐만 아니라 열, 한기, 메스꺼움, 호흡곤란 및 극도 피로로 특징되는 금속 투기열(metal fume fever)에 또한 고통받는다.

**17.4 정책대안 및 잠재적 효과**

OECD 국가가 철강생산, 소비의 주요 점유 국가라 할지라도 철강생산은 최근 수십년동안 비 OECD 국가에서 빠르게 성장했다. Reference Scenario는 비 OECD 지역이 2020년까지 철강분야에서 가장 성장률이 높을 것이며, 특히 철강생산에서 중국은 가장 절대적인 증가를 할 것이다.

최근 수십년동안 OECD 국가에서 철강산업은 환경영향에 대해 상당한 감소를 달성했지만, 대기오염 배출을 더 감소하고 통제하는 것, 고형폐기물관리, 재활용 및 폐수처리를 개선하는 것, 에너지 및 자원의 집중도를 감소시키는 것, 청정기술을 개발하는 것 등에 큰 도전이 남아있다.

**기술개발과 확산**

기술변화는 철강분야에서 환경개선이 주요한 요소가 되어진다. 철강생산에 기술혁신에 대한 인센티브를 주는 정책은 에너지 사용 및 원재료소비의 감소를 유도하고 철강부산물 및 고철의 재활용, 고철의 질적통제 및 대기·용수배출의 감소를 유도한다. 활용가능한 정책들은 철강생산으로 인한 환경과 건강의 영향을 최소화 하도록 돕는 강철생산처리과정, 공장 및 설비를 한단계 상승토록 연구를 장려하는 규제와 경제적 수단을 포함한다. 기술적 벤치마킹과 일부 규제는 철강산업에서 환경이행을 제고토록 최대 활용가능한 기술과 체제의 넓은 확산을 유도할 수 있다.

**규제수단**

철강생산의 환경적 영향을 감소하기 위한 규제적 대안은 철강공장을 가동하는데 통합적 접근방식을 채택하는 것을 포함한다. 특히 오염방지대책안에 더 많은 주의를 기울이고, 최근의 환경, 기술수준 뿐만아니라 질적으로 고려하는 접근방식이 필요하다. (OECD, 1999a). 마찬가지로, 염소화오일(chlorinated oil)과 유상액(emulsions)과 같은 위험한 성분에 대한 규제통제를 강화하는 것은 결국, 배출을 감소시키는데 이바지한다.

규제의 틀은 환경배출을 감소하는데 효과적이다. 그러나 산업활동의 영향을 처리하는 규제조치의 보다 나은 협력과 조화는 보다 높은 수준의 환경을 유도할 수 있다.

**경제수단**

환경의 질을 보존하고 개선하기 위한 시장을 기준으로 한 수단 사용은 철강분야에서 확충되어야 한다. 이것은 거래할 수 있는 배출허가(emission permit) 계획 혹은 CO<sub>2</sub> 및 다른 대기오염 배출을 감소하기 위한 Tax 사용을 포함한다. 예를 들어 에너지 사용에 관련된 묵시적 혹은 명시적 보조금 철폐 및 Tax 사용은 환경영향을 감소하는데 도움이 될 것이다. OECD 국가에 대한 모델시뮬레이션은 철강분야에의 모든 보조금 제거와 매년 2%씩 증가하는 철강사용에 증가세를 도입하는 것은 OECD 지역의 CO<sub>2</sub>와 SO<sub>x</sub> 배출을 R. Scenario와 비교하여 2020년에 각각 9%씩 감소되고, 13%의 용수사용이 감소 될 것이다. (표 17.2)

표 17. 2 보조금 및 Tax정책시뮬레이션 : OECD지역에서의 철강산업의 효과 및 환경영향 (% change from Reference Scenario in 2020)

	정책시뮬레이션	
	철강산업 보조금철폐 및 모든 강철사용에 Tax 부과	에너지보조금 철폐 및 모든 에너지 사용에 Tax 부과
철강총생산	-11%	-1%
CO <sub>2</sub> 배출	-9%	-35%
SO <sub>x</sub> 배출	-9%	-54%
물사용	-5%	-2%

자료 : Reference Scenario 및 정책시뮬레이션

모든 에너지 사용에 Tax의 적용을 결부시킨 OECD 지역의 모든 에너지 보

조금 철폐의 시뮬레이션은 OECD 철강생산과 용수사용량에 적은 효과를 나타낼 수 있다. 그 분야의 CO<sub>2</sub>(35%)와 SO<sub>x</sub>(54%)배출에는 상당한 감소를 가져올 수 있다.

**자발적 협약**

자발적 협약은 OECD 국가의 철강생산 회사에서 채택이 증가되고 있으며, 이는 기꺼이 환경이행을 개선하게 될 것이다. 이는 재활용 프로그램의 에너지 효율성 개선을 위해 철강산업의 CO<sub>2</sub>와 대기오염 배출을 억제하도록 돕는데 사용할 수 있다. 자발적 협약은 철강공장 관리에 경제적 수단과 환경표준의 채택과 함께 정책이 결합될 때, 철강생산의 환경영향을 감소하는데 가장 성공적이게 될 것이다. 이는 철강분야의 배출감소에 국제적으로 약속한 목표를 성취하는데 요구되는 여러 실행수단 중의 일부로서 사용되어질 수 있으며 가전제품과 컴퓨터 및 고철수집에 가정의 참여를 증대시키는 회수프로그램 개발에 사용되어 질 수 있다.

**정보와 기타수단**

철강제품의 전 과정 평가는 보다 정해진 규칙적 기반위에서 그리고 그 결과를 더 잘 확산되도록 수행되어야 한다. 철강제품의 전 과정 평가의 결과에 기초한 제품라벨링은 소비자 인식을 증가시키는데 공헌할 수 있다. 자원 및 에너지 이용, 폐기물 감소 및 철강생산 회사의 재활용 효율화에 관한 규칙적이고 비교적인 정보의 수집을 확보하는 것이 회사에게 환경이행을 촉진시키는데 기여 할 수 있다. 이것은 환경시스템을 협력구조로 통합하는데, 정책수립 과정에서 공공부문과 이해 당사자들을 참여시키는데 공헌할 수 있다.

참고자료

Angulo, F. (1995), Implications of the Globalisation Process in the Metallurgical Industry , First Global Consultation on Environmental Management/Cleaner Technologies in the Metallurgical Industry, UNIDO, Vienna, 16-18 October.

Carson, C. G. (1999), Steel Industry , Industry Sector Reports, BIAC/OECD/IEA Workshop on Climate Change, 8 March: 34-37, OECD, Paris.

IEA (International Energy Agency) (1995), *World Energy Outlook*, IEA/OECD, Paris.

IEA (1999), *CO2 Emissions from Fuel Combustion*, IEA/OECD, Paris.

IISI (International Iron and Steel Institute) (2000), *Worldsteel*, The global forum for the world steel industry and IISI/ISSF, various statistics and information, [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org).

ILO (International Labour Organization) (1997), Meeting at ILO Examines Future of Steel Industry Workforce , Press Release (ILO 97/24), 23 October 1997, [www.ilo.org/public/english/bureau/inf/pr/1997/24.htm](http://www.ilo.org/public/english/bureau/inf/pr/1997/24.htm).

OECD (1990), *The Steel Market in 1989 and Outlook for 1990*, OECD, Paris.

OECD (1999a), Environmental Requirements for Industrial Permitting: Vol. 2 , OECD Workshop on the Use of Best Available Technologies and Environmental Quality Objectives, 9-11 May 1996, Paris.

OECD (1999b), *Voluntary Approaches for Environmental Policy: An Assessment*, OECD, Paris.

Plummer, C. (1999), The Competitive Impact of Iron Ore and Steel Industry Consolidation ,Gorham Intertech Consulting Conference Iron Ore for Alternative Iron Units, Charlotte, NC, 26 October.

Rajotte, A. (2001), Iron and Steel Industry , background document for the *OECD Environmental Outlook*, OECD, Paris.

RIVM (Dutch National Institute of Public Health and the Environment) (1999), Long-Term Perspectives on World Metal Use A Model-Based Approach , RIVM report 461502 021, RIVM, Bilthoven. TRI (Toxic Releases Inventory) (1999), *Toxic Releases Inventory Data for Primary Metals*, Sic Code 33, Government Printing Office, Washington DC.

UNEP/IISI (United Nations Environment Programme/International Iron and Steel Institute) (1997) Steel Industry and the Environment Technical and Management Issues , Technical Report No. 38, UNEP/IISI, Brussels.

(출처) OECD, OECD Environmental Outlook, 2001 : 207-214.

## 제 18 장 펄프 및 제지산업

### 개 요

- 펄프·제지 및 출판분야의 전세계 생산은 1995년부터 2020년사이 77%의 증가가 기대되며, OECD 지역은 60%, 비 OECD 지역은 170% 증가가 예상된다.
- 자본, 에너지 및 천연자원의 집약산업으로서 펄프 및 제지산업의 2020년까지 생산증가는 물 71%, 에너지 53% 및 목재 및 재활용 제지가 더 많이 요구될 것으로 추정된다.
- 이분야의 환경영향은 삼림벌채, 수질오염, 토양 및 대기오염과 생물다양성 손실 등을 가져온다. 1995년에서 2020년까지 OECD 지역에서 이 분야의 CO<sub>2</sub> 배출은 62%, SO<sub>x</sub>는 23%의 증가가 기대되며, 전세계적으로 CO<sub>2</sub> 및 SO<sub>x</sub> 배출은 2 배가 될 것으로 예상된다.
- 가장 중요한 정책대안은 최적기술의 확산, 통합된 규제적 접근, Tax 이용 및 자발적 협약이다.

### 18.1 머리말

펄프 및 제지산업은 포장, 통신 및 인쇄분야와 위생 및 가정용으로 사용되는 많은 종류의 상품을 생산한다. 제지는 목재 및 비목재 섬유로부터 만들어지고 많은 양의 물과 에너지가 사용된다. 이 분야는 매우 자본집약적 산업이고 목재를 근간으로 하는 산업중에서 가장 급격하게 증가한다. 그 분야의 발전은 크게 주기적이고 세계시장의 경제적 불안정으로 강하게 영향 받는다. 제지제품 하류부문의 제조공업은 소규모단위이며 전통적인 기술로 여전히 특징지워지는 반면, 펄프 및 제지 제조공업은 대규모이며 세계적인 기업에 의해 지배

되고 있다.

펄프 및 제지생산은 삼림벌채 증가, 수질·대기오염 및 온실가스 방출과 연  
계되어 있다. 따라서 그산업은 토양의 비옥도 및 야생동물에 부정적 영향을 끼  
치며 인간 건강에 위해를 가져올 수 있다. OECD국가에서 지난 10년동안 환  
경영향을 감소시키고 자원 활용면에서 보다 효율적인 신기술을 개발하게 했  
다. 그럼에도 불구하고, 2020년까지 제지 및 골판지 소비는 계속적으로 확대  
될 것이며, 이는 그분야의 환경영향을 더 증가시키게 할 것이다. 제지제품에  
대한 수요증가가 목재펄프, 비목재섬유 및 재생제지에 대한 증가를 가져왔다.

## 18.2 펄프 및 제지산업 발전

### 펄프 및 제지 제품수요

지난 30년동안 펄프 및 제지생산은 3배로 증가했다. 산업제품, 정보기술, 가  
정소비 및 개인관리(Personal Care)의 발전은 많은 종류의 제지제품 수요를  
양산하게 했다. 1980년부터 1990년대 중반까지 제지제품의 총수요는 매년  
156백만톤에서 70%증가한 266백만톤으로 증가했다. 이 기간에 제지 및 판  
자가 포장 및 기타용으로 가장 큰 수요를 창출했으며 인쇄 및 기록용지수요가  
그 다음 순이었다. 신문용지로는 지난 10년간 약간의 증가를 보였다. OECD  
국가는 전세계 제지 소비의 약 70%를 차지하는데 OECD 국가의 수요는 질  
기고, 윤나고, 정교한 종이 제품쪽으로 지향했기 때문에 총 제지소비에 있어  
OECD 국가의 점유율은 다소 높다.

Reference Scenario에 의하면 전세계 펄프 및 제지수요는 매년 평균 증가  
율 2.3%로서 1995년부터 2020년까지 77%정도 증가하리라 본다. (표 18. 1  
참조) 특히, 중국 및 동남아시아 지역에서 그 분야의 제품수요가 빠르게 성장  
되지만, OECD 지역은 세계 제지제품 소비시장에서 지배적인 점유를 유지 할  
것이다.

표 18. 1 펄프·제지 및 출판분야의 주요통계 및 전망

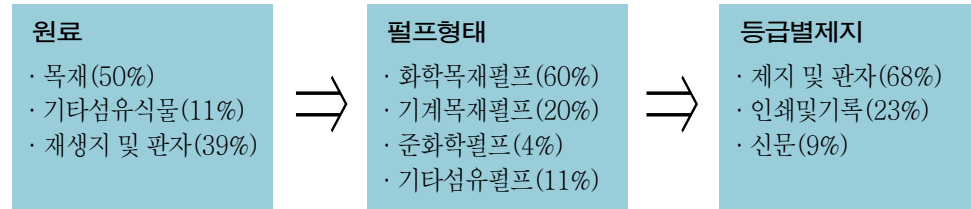
		1980	1995	2020	총변화 (1995~2020)
총생산 (1995us\$ billion)	OECD	-	1,029	1,646	60%
	world	-	1,213	2,150	77%
부가가치점유율(%)	OECD	-	1.9%	1.9%	-1.6%
	world	-	1.8%	1.8%	-2.1%
총제지소비 (Million Ton)	OECD	123,612	203,367	288,700	42%
	world	155,744	266,440	391,001	47%
자료 :FAO(1999), GTAP 데이터베이스와 Reference Scenario					

### 펄프 및 제지생산

펄프 및 제지산업에서 생산변화의 주요 원동력 중의 하나는 보다 질기고, 다  
용도적이고, 윤이나는 종이 제품에 대한 수요증가인데, 이는 제품의 다양성과  
기술개발에 커다란 장기적 영향을 주었다. 신제품 설명서는 운영비가 증가되  
고 일부는 환경영향을 증가시키는 고급·고가 펄프를 생산하는데 상당한 성  
장을 가져오게 했다. 반면에 생산비 증가는 보다 더 비용효율적이고 환경을  
덜 파괴하는 펄프제지 및 표백기술을 개발하기 위한 큰 인센티브를 마련하게  
했다.

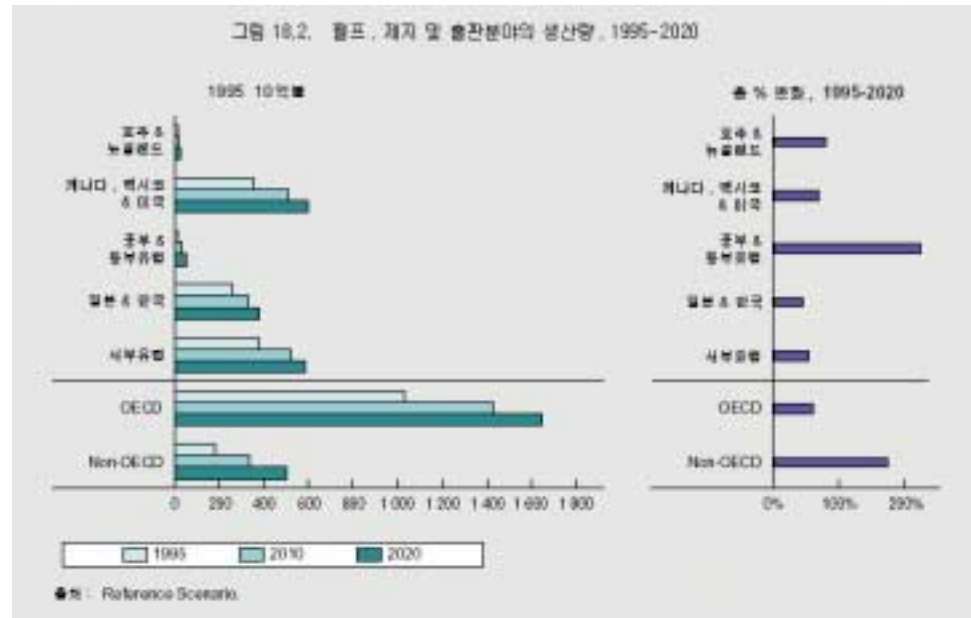
제지 및 골판지 총생산량은 1998년도에 294백만톤 이었고 목재펄프의 생  
산은 175백만톤(11%는 재생 혹은 비목재섬유)에 이르렀고 총제지의 약  
40%는 재생지 및 판자로 제조되었다.(FAO 2000). OECD 국가는 세계 펄프  
및 제지생산이 약 77%를 담당한다. 이들 중 주요생산자 (80%이상의 생산)는  
미국, 일본, 캐나다, 독일, 핀란드, 스웨덴, 이탈리아 및 한국이다. 그림 18. 1은  
펄프 및 제지산업의 생산이 어떤 구조를 갖는가를 보여준다.

그림 18.1 펄프 및 제지산업의 생산흐름도, 1998



출처 : FAO(1999)

Reference Scenario는 출판을 포함한 펄프 및 제지생산이 1995년부터 2020년까지 전세계적으로 77%의 증가를 예측하고 그림18. 2는 이 기간동안 펄프 및 제지생산이 가장 많은 생산량 점유율을 차지(세계생산량이 78%)하는 OECD 지역에서 보다 높은 증가를 나타내고 있다. OECD 지역에서 가장 높은 생산증가는 중·동부유럽, 호주, 뉴질랜드, 캐나다, 멕시코 및 미국지역으로 전망된다.



이 분야의 생산은 주로 국내시장에 국한된다. 펄프·제지 및 인쇄의 세계무역은 총생산의 약 30%에 해당되며 주로 OECD 국가들이 담당한다. (78% 수입, 88% 수출, 1998) 한편, 개발도상국은 세계수출의 약 12%를 점유하며, Reference Scenario에 하면 이 점유율은 2020년에 18%까지 증가될 것으로 본다.

### 기관의 틀

펄프 및 제지산업은 생산공장에 많은 자본투자를 요구한다. 높은 자본요구에 대처하기 위해 그 산업은 경제규모를 늘리거나, 보다 비용효과적인 기술을 도입하거나, 비효율적인 공장은 문을 닫게하고 있다. 특히, 지난 20년동안 펄프 및 제지회사는 지속적인 집중화 과정을 거쳤다. 1990년경에는 1980년에 존재했던 주요 OECD 펄프 및 제지 생산국의 제지공장 20%가 문을 닫았다. 문닫은 공장은 대체적으로 연간 5만톤의 평균생산능력을 가진 소규모 공장이었다. 크고 보다 효율적인 제지 생산시설은 연간 45만톤이상의 생산능력을 갖고, 가장 큰 생산라인은 1960년대 최대 10만톤과 비교하여 100만톤을 생산할 수 있다. 현 산업의 특징은 세계시장 개발에 집중적으로 참여하는 소수의 세계적 회사만 보일 뿐이다.

펄프 및 제지산업은 세계시장 참여 폭 증대와 개발도상국의 제지소비의 급격한 증가율과 함께 지구적이고 고도의 경쟁력을 갖는다.

단섬유(Short Fibres)를 보다 많이 사용함을 허용하는 제지생산기술에 보다 많은 투자정책과 변화는 새로운 경쟁자들의 참여와 개발시장의 제지소비를 팽창시키는 것을 용이하게 했다. 세계 수요를 충족하기 위해 생산능력을 팽창시키는 욕구는 개발도상국이 새로운 생산능력에 투자하기 보다는 비용을 낮추려는 방안으로 기존시설물을 획득하는데 동기부여를 제공했다.

### 18.3 펄프 및 제지생산과 이용의 경제적 효과

펄프 및 제지산업은 삼림채취부터 펄프 및 제지 처리와 폐기물 생성까지 전 과정에서 상당한 환경영향을 갖고 있다. 이런 영향은 윤나고 보다 질긴 제지 제품이 제조공업증가로 인해 확대된다. 그 산업은 환경친화적기술 및 생산단위당 목재, 물 및 에너지요구를 낮추는 보다 효율적인 처리과정을 이용함으로써 어느정도 상쇄 효과 및 영향을 갖게 된다. 이러한 개선에도 불구하고 2020년까지 제지 및 판자 소비의 지속적인 증가는 환경에 있어 부정적인 영향을 증가시킬 것이다. 보다 많은 생산요구와 그에 따른 목재펄프, 비 목재섬유 및 재생지에 대해 더 많은 수요가 증가 할 것이다.

#### 대기오염 및 기술변화

펄프 및 제지시설물은 NOx, CO2, 및 SO2를 배출하고 재를 날리며 염소와 염소산화물 또한 방사한다. 폐수보다 걱정이 덜 될지라도 화학펄프단계에서 방출되는 대기오염물질, 특히 황 화합물은 특별한 문제를 내포한다. 대기에 배출되는 화학물 중 일부는 발암물질이다 (EPA, 1999). 펄프 및 제지산업은 화학과 강철산업 다음의 3번째로 산업의 온실가스 배출자다. 1997년에는 연료 연소로부터 생기는 CO2 배출의 1%는 OECD 국가들이다. (EIA, 1999) 1995년도 펄프 및 제지산업으로 배출된 CO2는 175.4백만톤이며 SOx는 0.6백만톤 이었다. Reference Scenario의하면 OECD국가의 산업에서 방출될 CO2는 2020년에 62%까지 증가 될 것이며, SOx 배출은 23%로 상승할 것이다. 전세계적으로 CO2 및 SOx 배출은 1995년부터 2020년 사이에 대략 100%정도 증가 할 것이다. 다른 산업분야와 같이 새로운 생산기술도입과 에너지 효율개선 노력은 OECD국가의 배출을 감소시킬수 있을 것이다.

펄프 및 제지분야의 CO2 및 SOx 배출은 2020년까지 상당히 증가할 것으로 전망되나 신 생산기술의 도입은 이런 증가를 상쇄시킬 수 있다.



### 식수사용과 수질오염

펄프생산은 높은 오염배출량을 일으키는 많은 양의 용수와 화학물이 요구된다. 1995년도에 OECD국가에서 산업활동으로 사용된 총 용수량의 약 11%가 펄프 및 제지분야였다. Reference Scenario는 그 분야의 용수사용은 1995년부터 2020년까지 110~180억m³로 증가할 것으로 예측한다.

OECD 국가가 현재 펄프 및 제지생산을 위해 사용되는 용수의 97%를 사용 할지라도 비 OECD 국가들의 용수사용량은 증가하여 2020년까지 154%정도 증가 할 것이다.

펄프 및 제지생산과정으로 야기되는 배출물은 처리과정에서 형성된 화학 혼합물과 생산과정중 버려지는 목재섬유조각과 다른 목재 성분과 같은 자연 물질을 포함한다. 이런 배출물은 수역에의 산소수준을 낮게하고 미생물분해 잔유물을 천천히 퍼뜨리고 확인되었거나 되지 않은 혼합물을 지표 및 지하수에 유입되게 한다.


펄프 및 제지생산의 가장 중요하고 직접적인 환경영향 침해는 펄핑과 표백 단계에서 일어난다. 기계적 펄핑은 오염을 일으키지 않지만 화학펄핑 및 표백 공장은 상당한 환경 침해를 가져온다. 수역의 심한 부영양화와 산소결핍은 펄프공장 배출물의 화학물과 잔여물이 원인이다. 표백공장은 또한 염소화합물을 생산하고 이 오염물질의 겨우 반만 미생물에 의해 분해될 수 있다. 펄핑과 표백 작업에서 사용된 화학물은 유황방출로 인한 환경산업을 만들고 유기 염소를 생산하기위해 유기물과 반응하기도 한다. 1980년 이후 대부분 OECD 제지생산국의 펄프 및 제지분야 수질오염은 상당히 감소해왔고 염소유기혼합물은 90%이상 감소했다. (CEPI, 1998 : CPPA, 1999). 1988년 이후 캐나다 및 유럽지역 펄프 및 제지산업에서 다이옥신과 퓨란사용은 99% 감소했다.

#### 폐기물

제지생산에 재생지 사용은 세계적으로 증가추세이지만 아직도 매립 쓰레기

처리는 대부분 국가에서 폐지에 대한 처리방법으로 널리 이용되고 있다. 전세계 폐지 생성은 50백만톤에 이르고 1998년쯤 120%이상 증가하는 112백만톤에 이르게 될 것이다. 제지제품의 지속적인 소비증가전망과 함께 폐지는 더욱 재생되거나 버려지게 될 것이다. 폐지가 재생되거나 소각되지 않을시 그것의 분해는 매탄배출을 일으키게 한다. 사회인식과 더불어 기술개발이 폐지 재활용에 상당한 증가를 가져왔다. OECD 국가에서 폐지의 약 80%가 재생된다. OECD 국가에서 제지 및 골판지 생산을 위해 사용된 섬유에 재활용되는 제지량(수입포함)이 1980년 33%에서 1998년 45%로 증가했다. (FAO, 2000)

펄프 및 제지산업에서 재생지사용은 급격하게 증가하고 있다.



### 삼림

펄프 및 제지생산은 그 산업에 사용된 원료의 약 45~54%에 해당되는 원목섬유의 사용에 의해 세계삼림 황폐화를 이끌었다.

OECD 국가에서 둥근목재(round wood)요구와 삼림재생율을 조화하려고 애쓰는 지속가능한 관리실천은 비 OECD 국가들에게 있어서는 반드시 그렇지만은 않다. 펄프 및 제지산업은 목재를 사용(집, 가구 및 포장제품)하는 생산처리 과정으로 생긴 폐기목재 및 톱밥으로부터 많은 양의 원섬유를 이용한다.

제지생산에 재활용의 증가에도 불구하고 Reference Scenario는 1995년~2020년까지 둥근목재의 세계요구가 약 73%로 증가할 것으로 예측한다. (제 10장 참조)

### 자원효율성

펄프 및 제지산업은 생산과정에서 에너지 및 용수의 사용을 감소시켰다.

신기술의 이용을 통하여 생산과정에서 물사용을 감소시켰으며 버려지기 전에 물을 정화하는 재활용시스템이 도입되었다. 결과적으로 생산 단위당 제지산업에서 총 용수사용은 여전히 증가할지라도 1975년~1997년사이 용수사용량은 50~80%정도 감소됐다. (CEPI, 1998 : CPPA 1999). 대부분의 펄프는 제조공장사이트에서 시장펄프로서 선적되어지는 생산량의 약 11%만이 제지제품으로 전환되어졌다.

통합공장에서 목재부산물과 탄진액체(black liguor : 소비된 요리용화학물과 목재기반유기물)는 제지공장에 증가하는 에너지량을 공급하는데 충분하다. (MEB, 1993)재생지의 사용은 에너지절약에 상당히 기여했다. 왜냐하면 재생지로부터 처리되는 화학펄프는 약 1.3 Mwh/ton이 요구되는 반면, 목재로부터 생산된 화학펄프는 4.2 Mwh/ton이, 원섬유로부터 인쇄 및 기록용지를 생산하기 위해서는 5 Mwh/ton이 요구되기 때문이다.(UNIDO, 1993). 1990년 이후 캐나다 및 유럽펄프 및 제지산업이 생산량 톤당 총에너지 소비는 10.5%정도 감소했고 제지생산에서 평균적인 재생량은 1990년~1998년 사이에 22%정도 증가했다.(CPPA, 1999 : CEPI, 1998). 더욱더 원섬유로부터 펄프를 만드는게 필요한 대부분의 에너지는 현장에서 생산되며 주로 온실가스를 배출하지 않는 생물자원기반에너지원 (biomass-based energy sources)으로부터 생산되어진다. 그럼에도 불구하고 Reference Scenario는 2020년까지 그분야의 생산증가는 세계적으로 53%이상의 에너지가 필요하고 OECD지역의 펄프 및 제지 분야에는 38% 더 많은 에너지가 요구된다고 전망한다.

### 18.4 정책대안 및 잠재효과

새로운 규제와 산업기술혁신으로 생산단위당 펄프 및 제지로부터의 부정적 효과가 OECD 국가에서 감소되고 있다. 향후 생산의 압력증가가 이런 긍정적 결과를 상쇄시킬지도 모르지만, 현규제는 배출을 엄격히 통제하고 있으며 펄프, 표백 및 재활용에 사용된 새로운 공장기술은 많은 오염을 제한하고 있다. 그러나 이러한 경향은 환경효과를 개선하기 위하여 경제적수단, 자발적협약

및 정보제공과 같은 더 많은 정책수단의 활용을 통하여 촉진되어 질 수 있다. 사용된 정책수단의 일반적 목적은 오염방지 및 효과적 정책형성에 초점을 맞춘 최적기술과 제도를 채택하기 위한 인센티브가 마련되어지도록 해야한다. 삼림이용부터 제지생산 및 폐기물 생성까지 지속가능한 제도가 관련분야간에 강화되어지고 협력되어질 필요성이 있다. 보다 환경적으로 책임지는 펄프 및 제지 생산을 위한 중요한 목표는 지속가능하게 관리된 삼림으로부터 원섬유를 채취하는 것, 생산과정에서 자원 및 에너지 효율성을 개선하는것, 생산시 비목재류나 재생지의 양을 증가시키는 것이 포함된다.

### 기술개발과 확산

펄프 및 제지산업에서 생기는 환경문제 해결을 찾는 것은 새로운 환경기술의 개발과 기존기술의 현상을 요구하는 것이다. 펄프 및 제지분야에서 기술혁신의 진흥은 명백한 환경목표를 통합해야한다. 정책은 환경적으로 지속가능한 기술과 시스템에 계속적인 혁신을 촉진하기 위한 주요 관계자로서 산림관, 장비 및 화학물공급자, 연구기관과 펄프·제지 회사가 연루되는 군발성연구(cluster-orienteel research) 및 청정기술의 발을 고려해야되고 그 개발을 위한 동기부여를 마련해줘야 한다.

신기술은 에너지 및 자원사용에 기술혁신을 촉진할 수 있는데, 이는 보다 효율적이고 화석연료에서 새로운 형태의 에너지(알코올연료, 나무껍질, 톱밥 등)로 대체하는 비용효과 측면을 얻을 수 있기 때문이다. 더욱더 펄핑과 표백작업과 관련된 분야에 환경영향을 감소할 가능성이 더 크다. 예로 오염 저감처리과정 도입뿐만아니라, 제1, 제2의 정화처리시설의 도입은 산업의 총 오염량을 줄일 수 있다. (AET, 1999)

### 규제수단

규제는 다른환경매체에 오염배출을 통제하는데 사용되어진다. 폐수가 통제되어지고 유기염소의 첨부가 제한되어지고 부유물질 및 생화학적산소요구량(BOD)을 제한한다. 배기가스기준은 일반적으로 가스 및 미립자의 배출을 제

한한다. OECD 국가의 규제는 펄프 및 제지공장에서부터 방출되는 독성물질을 억제하는 미국의 EPA Cluster Rule과 EU의 Integrated Pollution Prevention and Control Directive를 준수하는 등 엄격하게 적용하고 있다. 환경통제와 결과의 상호관계는 펄프 및 제지 생산이 환경질의 개선과 비용효율적인 방법을 확보하기 위해서 평가될 필요성이 있다. 환경효과의 모니터링은 향후 펄프 및 제지분야의 규제요구를 형성하는데 있어 그 역할이 증대되어야 한다.

법제도는 각각 분리된 수질, 대기, 폐기물, 독성물질 및 직업병 등과 같은 규제분야의 분산을 피하기 위한 통합된 접근방식의 필요성이 고려되어야 한다. 펄프 및 제지공장부근의 오염배출 및 다이옥신방출을 방지하는 규제가 확대되어질 필요가 있다.

새로운 법률수단(예, Extended Producer Responsibility : EPR)의 개발은 폐지관리의 주요한 요소로서 오염생산자 책임개념을 통합할 수 있다. 오염생산자는 전과정이 일단 완성되면 생산관리를 위한 부분적 혹은 전적인 책임을 부여함으로써 재생을 위한 제지수집이 증가하여 섬유순환계를 차단(closing the fibre loop)하는데 기여할 수 있다. CO<sub>2</sub> 및 메탄 오염배출자에게 부과함을 목표로 하는 규제와 재생지 할당량 및 회수 프로그램 규제들이 고려되어 질 수도 있다.

### 경제적 수단

산업배출에 부과금을 적용하는 등의 펄프 및 제지산업의 환경효과를 조정하기 위한 시장을 기반으로 하는 인센티브의 적용은 더욱 평가되고 확산되어야 한다. 이것은 화석연료 배출을 조정하기 위한 탄소세 부여나 제지생산 폐기처분이 환경영향을 막기 위한 매립지 tax 부과와 같은 제지사이클의 단계에서 환경세 적용을 포함 할 수 있다.

시장과 정책 시그널(signal)을 최적화하는 것은 환경적으로 표백되어지고 재생되어지는 제품과 지속가능하게 관리된 삼림의 목재섬유와 같은 환경보호

를 장려하는 산업에 투자하거나 빠른 변화를 촉진시키는 강력한 전략이 될 수 있다. 인센티브는 생산량을 개선하고 펄프 및 제지생산에서 재생지 및 비목재 원의 비율을 제고하는데 사용되어 질 수 있다. OECD 국가에 대한 모델 시뮬레이션은 펄프·제지 및 출판산업에 모든 보조금을 제거하고 매년 2%씩 성장하는 산업의 제품사용에 증가세를 도입하는 것은 산업의 환경영향을 상당히 줄일 것으로 예측한다.(제12장 참조) Reference Scenario에 의하면 OECD 지역에서 그 분야의 CO<sub>2</sub>배출은 2020년 중에 약 15%로 저하될 것이고 SO<sub>x</sub> 배출은 13%, 물사용은 16%적게 될 것이다. (표 18.2). OECD 지역에서 모든 에너지사용에 Tax적용과 함께 모든 에너지 보조금을 철폐하는 정책 시뮬레이션은 펄프 및 제지생산과 그 분야의 물사용에 별다른 효과를 보지 못했으나 CO<sub>2</sub>배출 (15%보다 낮음)은 유사한 효과를, SO<sub>x</sub>배출(37%감소)에는 상당한 감소를 나타냈다.

표 18. 2 보조금과 Tax정책시뮬레이션 : OECD 지역에서 펄프 및 제지산업의 효과 및 환경영향 (% change from Reference Scenario in 2020)

정책시뮬레이션		
	펄프·제지 및 출판산업 보조금 철폐 및 모든제지제품 사용에 Tax부과	에너지 보조금철폐 및 모든 에너지 사용에 Tax부과
펄프·제지 및 출판 총생산량	-13.8%	-0.2%
CO <sub>2</sub> 배출	-15%	-15%
SO <sub>x</sub> 배출	-13%	-37%
물사용	-16%	0%
자료 : Reference Scenario 및 정책시뮬레이션		

자발적 협약과 정보

근년에 펄프 및 제지 산업에서 자발적 프로그램과 이행당사자간의 주도권

(initiatives)의 이용증가는 강제명령과 관리규제에 대한 보완책으로 나타난다.

ISO 14000기준, 삼림보호인증(Forest stewardship Certification) 및 환경관리제도(Environment Management Systems)와 같은 생산처리과정에서 질적관리 및 환경보호를 목표로 하는 프로그램들은 환경보호와 지속가능한 실천쪽으로 전환하도록 만들었다.

또한, OECD 국가간에는 몇 개의 주도권이 있다. 즉 제지생산에 강제적이고 자발적인 재활용 할당량 채택이나, 법적(and/or)자발적 산업계획에 의해 요구된 회수 및 재활용프로그램이나, 보다 포괄적인 자치폐기 관리와 같은 이런 접근은 전국에적인영향에 초점을 맞추고, 섬유의 수급의 경제를 고려하며, 에너지 재생과 같은 서로 다른 환경관계를 고려하면서 주의 깊게 기획되어야 한다.

펄프 및 제지산업의 자발적 협약은 그 분야의 탄소산화물 배출 감소에 기여할 수 있다. 그런 접근은 기후변화를 감소시킬 수 있고 제지 생산사이클의 모든 단계에서 기술, 제도 및 관리를 개선함으로써 에너지 효율을 증가하는데 기여할 수 있다. 자발적계획은 재활용을 위해 가정과 기업의 원천쓰레기에서 제지와 골판지를 분리하는데 사용되어 질 수 있다. 정부의 녹색조달정책(Green Procurement Policy) 역시, 보다 환경친화적 제지제품을 이용하는데 사용되어 질 수 있다.

펄프 및 제지산업은 전주기과정에 근거한 환경요구의 범위를 커버하면서 지속가능하고 비오염제도 증명을 주는 환경라벨링(ecolabel)의 이용을 확대해야한다. 소비자와 연계한 비정부기구는 펄프 및 제지수입자에게 펄프 및 제지 제품의 원료가 오염유발공장에서 사용되고 비보증된 삼림을 이용하는 것을 감소시키는데 기여할 수 있다. 펄프 및 제지산업에 최적기술과 체제의 이용을 고양하고 촉진시키는 것은 배출, 에너지 및 자원의 이용을 감소시키면서 한편으로 생산을 증가시키는 많은 환경적 이익을 가져올 수 있다.

참고자료

AET (Alliance for Environment Technology) (1999), *Sending Ripples Around the World*, AET, November 1999, [www.aet.org/facts/ripple.Ad.html](http://www.aet.org/facts/ripple.Ad.html).

CPPA (Canadian Pulp and Paper Association) (1999), *Reference Tables*, CPPA, Montreal.

CEPI (Confederation of European Paper Industries) (1998), *Environmental Report 1998*, CEPI, Brussels.

EPA (US Environmental Protection Agency) (1999), *Toxic Release Inventory: Release Inventory Data for Pulp and Paper* (SIC code 26), United States Environmental Protection Agency, Washington DC.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1999), *Global Forest Products, Consumption, Production, Trade and Prices: Global Forest Products Model Projections to 2020*, FAO, Rome.

FAO (2000), FAOSTAT November, <http://apps.fao.org/default.htm>.

IEA (International Energy Agency) (1999), *CO2 Emissions from Fuel Combustion*, IEA/OECD, Paris.

IIED (International Institute on Environment and Development) (1996), *The Sustainable Paper Cycle*, IIED, London.

MEB (Management Institute for Environment and Business) (1993), *Competitive Implications of Environmental Regulations in the Pulp and Paper Industry* (Draft), MEB, United States.

Rajotte, A. (2000), *Pulp and Paper Industry*, background document for the *OECD Environmental Outlook*, OECD, Paris.

UNIDO (United Nations Industrial Development Organisation) (1993), *Pulp and Paper: Case Study No. 1*, Conference on Ecologically Sustainable Industrial Development, Copenhagen, 14-18 October.

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) (1996), *A Changing Future for Paper*, WBCSD, Geneva, [www.wbcd.ch](http://www.wbcd.ch).

(출처) OECD, *OECD Environmental Outlook*, 2001 : 215-222

## 제 19 장 화학 산업

### 개 요

- OECD 국가에서 화학물질과 화학제품의 생산, 소비 및 무역은 꾸준히 증가해 왔으며, GDP(개발도상국이 더 빠른 성장을 보임) 성장과 비슷한 비율로 2020년까지 계속해서 성장할 것으로 전망하고 있다. 하지만, OECD 국가의 생산품들은 대량생산을 기반으로 하는 화학 제품에서 벗어나 생명공학의 중추가 될 특수화학물질과 그 제품으로 전환될 전망이다.
- OECD 국가에서 화학산업은 제조과정에서 오염물질이 환경으로 배출되는 것을 저감시키는데 상당한 진전을 이뤄왔다.
- 화학산업에 의해 생산되는 물질의 환경과 인간의 건강에 미칠 수 있는 영향이 주요한 관심사이며, 이러한 우려는 실제로 인간이 만든 거의 모든 제품에서 나타난다. 잔류성과 생물축적성, 독성이 있는 화학물질에 의해 기인되는 특정한 문제들이 환경에서 많이 발견되고 있다. 예를 들면, 내분비물의 교란을 일으키거나 환경에서 잔류성이 있는 화학물질에 대한 관심이 높아가고 있다.
- 시중에 유통되는 화학물질에 대한 큰 정보격차를 줄여 나가는 것이 중요하다. 격차를 줄이기 위해 과학적이고 규정에 근거한 접근방법이 바람직하나, 이 접근방법을 위해서는 위험관리결정(Risk Management Decisions)에 근거한 화학물질과 화학 물질 노출결과에 관한 정보를 필요로 한다. 다양한 수단들, 이를테면 경제적인 인센티브, 자발적인 접근법, 법적인 제재 등이 좀더 나은 화학제품 생산을 위한 정보 수집에 큰 도움이 될 수 있다. 이와 같은 정보를 이용할 수 없다면 점차적으로 많은 국가들이 사전예방적 접근방법을 사용하게 될 것이다.


### 19.1 머리말

화학산업에서 생산되는 화학물질은 실제로 모든 인공제품을 만드는데 사용

된다. 오늘날 전세계의 화학산업은 수 천가지의 물질을 생산하며 화학회사들은 이것들을 다른 산업, 기업 또는 소비자에게 판매한다. 이러한 물질들은 화학산업에서 혼합되기도 하고 조제품(preparations, 서로 반응하지 않는 두가지 이상의 혼합물)으로서 판매되며 또는 조제품으로 만들기 위해 화학산업내 다른 기업에 의해 사용되어진다. 오늘날, 시장에는 화학물질로 만들어진 수많은 품목들 뿐만아니라 1백만~2백만개의 조제품이 있는 것으로 추정된다. 화학산업은 세계 경제의 중요한 일부를 형성하고 있는데, 1998년 매출은 대략 1조5000억\$(US)이었으며(CMA, 1999), 이는 국제 무역의 9%를 차지한다(WEC, 1995).

여러해 동안, 화학산업이 환경에 미치는 영향에 대한 관심이 증가되어 왔다. 다른 산업과 마찬가지로 이 산업도 공기, 물, 토양에 부정적인 영향을 줄 수 있는 오염물질을 배출하고 있다. 이 산업에서 사용되거나 생산되는 제품의 특성 때문에, 직업병의 잠재적 위험 또는 위험한 물질과 관련된 사고는 중요하게 고려되어야 한다. 게다가, 어떤 화학물질들은 잔류성, 생물축적의 특성, 그리고 일부 독성학적인 영향때문에 다른 산업에 종사하는 근로자, 소비자, 일반 주민, 주변환경에 위험을 줄 수 있다. 오늘날 시급한 문제는 시장에 나와있는 대부분 화학물질(확대한다면 조제품과 그것으로 만들어진 소비자 제품까지)의 특성, 물리화학적 효과, 심지어 노출패턴에 관한 지식이 부족하다는 것이다. 잘 알려진 유해화학물질에 비해, 알려지지 않은 많은 유해화학물질이 있을 수 있는데 이는 필요한 정보가 없어서 잠재적인 위험에 대해 전혀 평가되거나 관리되지 않았기 때문이다.

시장에 유통중인 대부분의 화학물질에 대한 충분한 안전성 정보가 부족한 실정이다.



## 19.2 화학산업의 발전

화학산업은 매우 다양하여 기본적인 물질과 생활에 유용한 화학물질을 모

두 포함하고 있다 ; 기본적인 화학물질(접착제와 방수제, 촉매, 도료, 전자공학관련 화학물질, 플라스틱 첨가제 등)에서 유래되거나, 혹은 생명과학(제약, 살충제, 최근의 생명공학제품 등)에서 유래된 전문 화학제품 ; 그리고 소비자 위생제품(비누, 세제, 표백제, 머리와 피부보호 제품, 방향제 등)등이 있다. 기술혁신이 꾸준히 필요하고 사용되는 공정과정이 복잡한 화학산업은 분야에 따라 다양하지만 기업들이 연구개발(R&D)에 연간 매출의 4~6%를 할애하며 집중적인 연구가 이루어진다(CMA, 1999), 농화학, 제약, 식품산업처럼 일부 제조분야에서는 대규모 구조조정이 진행 중에 있으나, 생명공학은 장차 핵심적인 역할을 하기 위한 시작단계라고 할 수 있다.

표 19.1 핵심화학산업 통계와 전망

		1998 (혹은 최근년도)	2020 전망	총 변화율 (1995-2020)
총 생산 (1995 US십억달러)	OECD	2103	3388	62%
	세계	2655	4916	85%
경제적인 부가비율(%)	OECD	3.5%	3.4%	-0.1%
	세계	3.4%	3.4%	0.0%
수출(1995, US십억달러)	OECD	472	787	67%
	세계	570	1062	86%

참고 : 총생산값은 1995년 GTAP 통계이며 고무와 플라스틱제조업을 포함하고 있어서 화학산업의 다른통계와는 다를 수 있다.  
출처 : GTAP database and Reference Scenario

화학산업은 전세계적으로 1천만명 이상을 고용하고 있는 주요 고용주이다(CMA, 1999). 그러나 화학산업은 생산성이 향상되고, 생산공정이 고도로 자동화되어 왔기 때문에, 이 분야에서 전세계적인 고용수준은 지난 10여년 동안 7.5% 정도 떨어졌다.

### 화학물질과 생산제품에 대한 수요와 공급

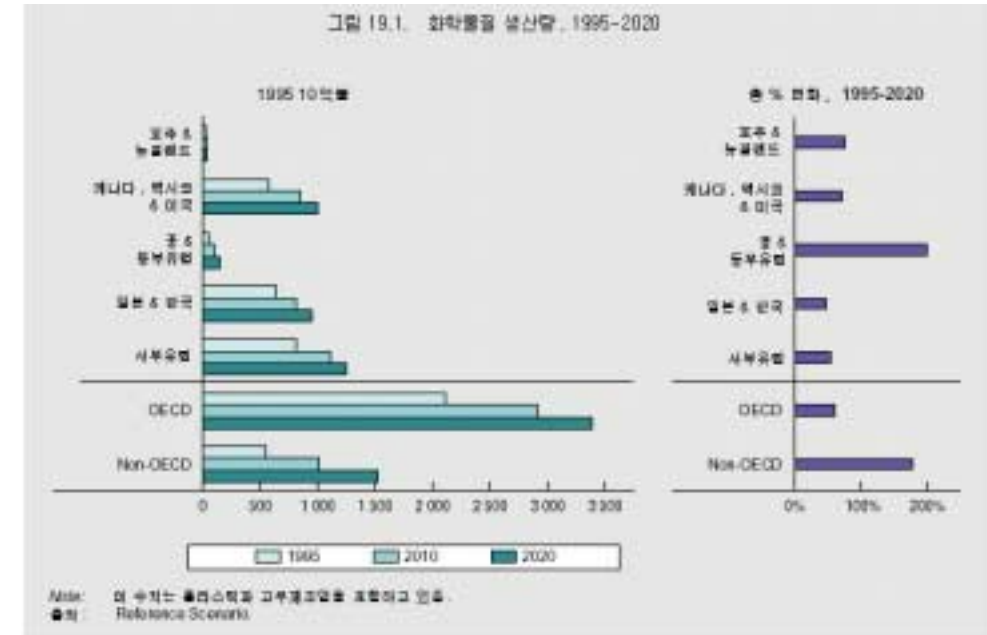
오늘날, OECD 국가의 1인당 화학물질 소비량은 비OECD 국가에 비해 훨씬 높다. 그러나, Reference Scenario는 향후 20년 동안 GDP가 증가할 것이고 개발도상국에서 화학물질의 사용이 증가함에 따라 이들 나라에서 내수가 선진국보다는 더 급격히 증가할 것으로 전망한다. 개발도상국은 1995년에 세계 화학수요량의 23%를 차지한 것에 비해 2020년까지 33%를 차지할 것으로 보고 있다.

거의 모든 국가가 화학산업을 가지고 있으나 대량생산은 아주 적은 산업화된 국가에서 이루어지고 있으며, 현재 전세계 총 생산량의 약 80%가 16개국에서 생산되고 있다. 생산량 순서로 나열하면, 미국, 일본, 독일, 중국, 프랑스, 영국, 이탈리아, 한국, 브라질, 벨기에/룩셈부르크, 스페인, 네덜란드, 대만, 스위스 그리고 러시아 순이다(CMA, 1999).

화학산업의 전체적인 규모가 증가하는 동안, 이러한 규모를 구성하는 하위 부문들은 다른 비율로 성장해 왔다. 모든 분야 중에서도 생산분야가 OECD 국가에서 가장 높았으며, 지금은 전문화학제품과 생명공학분야에서 가장 성장세가 빠르다. 1980년~1997년에 걸쳐 OECD 국가의 화학산업에서 주요 성장을 이룬 하위부문은 제약부문이었다. 기본 화학물질 생산은 일본에서 가장 크게 증가하였고, 개발도상국에 적용시킬 수 있는 각 분야별 기여도에 관한 자료를 찾을 수는 없지만, 같은 기간동안 기본 화학물질 부문은 중국을 비롯한 극동아시아의 국가, 중동에서 성장을 주도해왔던 부문중 하나였다는 것을 추정할 수 있다(CIA, 1999)

OECD 국가들이 2020년에도 세계 총생산량의 69%를 차지하여 여전히 세계화학물질의 상당부분을 생산한다고 예측될지라도 <그림 19.1>에서 보듯이 이는 1995년의 비율보다는 10%가 감소된 것임을 보여주고 있다.

분야별 기여도의 변화는 1980년에서 1997년 사이에 일어났던 것처럼 비슷한 경향으로 2010년까지 따라갈 것으로 전망하고 있다 : 제약부문이 직물과



기본화학제품, 농업화학제품, 전문화학제품에 이어서 성장을 이끌 것이다. 미국에서는 2010년까지 생명공학분야에서 총 매출이 기본화학제품의 총 매출에 근접할 것이며, 2020년까지 연간 기본화학제품의 수입을 쉽게 능가할 것이라고 보고 있다. 그때까지, 전문 화학제품의 수입은 기본 화학제품에 근접할 것으로 예측되고, 오늘날 주된 시장을 형성하고 있는 대량생산을 기본으로 하는 화학제품의 생산이 비OECD 국가로 이전될 것으로 예측하고 있다(Swift, 1999).

### 화학산업의 교역과 구조

화학물질과 관련된 수출입은 현재 OECD 국가들의 주도로 이루어지고 있는데, 이는 사실상 궁극적으로 세계 다른 모든 지역과 비교하여 초과교역이 이루어지고 있다는 것이다. OECD지역의 포화된 시장과 비교해서, 최근의 세계화 추세는 비OECD 국가들에 의한 수출입의 높은 성장률을 가져왔다.

지속적인 세계화, 그리고 강력한 경쟁력이 동반된 세계화학산업의 성장은

규모의 경제를 이루기 위해 제휴를 형성하는 기업들의 최근의 경향을 강화시킬 것으로 예측하고 있다. 이것을 위해서 지속적이고 엄청난 비용이 투자될 것으로 전망된다. 시장에 새로운 상품을 내놓고 라이프사이클을 통한 화학제품의 안전한 생산, 분배, 사용을 관리하고, 또 안전성과 환경성에 대한 요구를 충족시키기 위한 연구개발 비용들이 가장 크게 증가할 것이다. 소수 정예, 규모가 큰 다국적 기업들을 지향하는 경향은 지식을 기반으로 하는 사회 중심의 기업, 기존 화학제품보다는 생명과학과 전문 화학제품을 집중적으로 다루는 기업을 만드려는 노력이 OECD 지역을 중심으로 계속되리라 전망된다(CIA, 1999).

### 19.3 화학산업과 그 생산품의 환경영향

화학제품에는 전 일생동안 환경에 미칠 수 있는 부정적인 영향이 잠재되어 있다. 이러한 것은 제품의 생산, 저장, 수송, 사용 그리고 폐기 등 다양한 단계에서 어디서든 발생할 수 있다. 규제에 따르기 위해 혹은 기업의 출선수범(예를 들면, 자발적인 조치, 환경경영시스템)으로 각 단계에서 화학오염물질의 배출을 저감시키기 위한 독특한 기술을 도입해 왔다. 현재의 접근방법은 오염 제어설비(저장탱크를 밀폐하거나 혹은 유동상의 덮개를 덮음, 입자응집장치, 고열소각, 폐기물처리시설 등)를 사용하는 방법부터, 배출을 최소화시키는 공정설계, 특정물질의 유통과 생산을 금지, 또는 그 사용을 일부에 제한하는 방법까지 그 범위가 넓다. 그럼에도 불구하고 우려는 여전히 남아있다. 그 우려는 내분비계 교란, 잔류성, 생물축적성, 유독성 등의 문제를 일으키는 화학물질에 대한 환경체계에서 관리가 미흡하거나, 혹은 거의 알려지지 않은 많은 화학물질을 다루기 위한 관리체계가 미흡하다는 것이다. 오늘날 화학산업과 그 관리자들이 직면하는 가장 큰 환경적 과제는 이러한 화학물질의 특징과 영향, 심지어 노출형태에 대한 지식이 부족하다는 것이다. 이러한 문제는 앞으로 더욱 더 시장을 확대하고, 안전성과 관련해 특별한 우려가 존재하는 현대 생명공학기술의 전문화학물질과 제품에 의해 복잡해 질 것이다. 이들은 종종 작은 용량으로 생산되고, 그래서 현재 대량생산 화학물질을 평가하고 관리하는데 사용되는 전통적인 프로그램에 포함되어 있지 않다. 더욱이 특징과 영향이

알려진 현존하는 화학물질의 제어방법을 도입하는 것은 문제를 일으킬 수 있다. 대체로 널리 사용되고 있는 이러한 물질은 그것을 생산하기 위한 공장 설비를 위해 막대한 재원이 투자되면서 오랫동안 시장에서 유통되어 왔다. ; 이들 설비의 명확한 활용은 적당한 대체물질을 발견하고 이를 한시적으로 상품화하는 데에 어려움을 초래한다.


### 유해물질의 배출

화학산업에서 생산제품에서든 혹은 생산과정에서든 화학산업에서 공기, 수질, 토양으로 배출된 일부 화학물질은 인간의 건강과 환경에 직간접적으로 영향을 미칠 수 있다. 일부 유해성분에 노출되면 - PCBs, DDT, 중금속, 내분비계교란물질 등 - 인간의 건강과 때로는 환경에 직접적인 독성을 가져올 수 있다. 염화불화탄소(CFCs), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 황산화물(SO<sub>x</sub>)과 같은 성분들은 다른 성분과 2차반응을 일으킨 이후에 특별히 관심의 대상이 된다. 예를 들어, CFCs는 불연성, 무독성을 가지지만 이것이 대기 중 다른 성분과 2차반응을 일으킨다면 오존층의 일부를 파괴해 자외선 보호막의 감소를 가져오고 결과적으로 피부암 발병률을 높이게 된다. 간접적인 영향을 미치는 같은 경우로는 CO<sub>2</sub>와 기타 온실가스과 같이 기후변화를 가져올 수 있는 물질, 그리고 스모그 형성을 촉진시키는 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성 유기화합물(VOC) 등의 물질이 있다.

화학산업이 CFCs와 대류권 오존의 형성을 촉진하는 성분과 온실가스의 배출에 어느정도 책임이 있긴 하지만 유해오염물질의 배출에 가장 큰 관심을 기울여 왔다. 널리 확인된 기후변화를 일으키는 물질과는 달리, 생산과정과 사용시 배출된 유해물질의 특성과 양은 거의 알려지지 않고 있다. 그럼에도 불구하고, 활용가능한 데이터를 이용해서 정부는 인간의 건강과 환경에 위해성을 주는 것으로 여겨지는 물질과 국가적인 통제가 필요한 성분에 대한 목록들을 만들어오고 있다. 현재, 유해물질 중 아주 적은 수는 국제적인 협정의 목록에 포함되어 있다. 주요한 관심은, 유해할지도 모르지만 독성데이터가 부족해 아직 체계화되지 않고, 그래서 어디에서도 관련 목록을 찾을 수 없는 그러한 성분에 남아있다.

비록 OECD 국가에서 알려진 유해 물질의 배출에 관한 통합 정리된 데이터가 없다고 할지라도, OECD 국가들의 화학산업에서 이러한 배출이 전반적으로 줄어들고 있다는 것이다. 예를 들면, 미국 화학산업의 의해 공개된 1988 Toxic Release Inventory (TRI)에 목록으로 만들어진 '핵심' 유해화학물질의 배출은 크게 개선된 것을 알 수 있을 정도로 대기과 지표수에 배출되는 양이 줄어들었고 1998년까지 꾸준한 감소 경향을 보이고 있었다(US EPA, 2000). 또한 미국 표준 공업 분류법 코드 20-39에 적용받는 성분들의 미국 화학산업계의 배출은 다른 제조업으로부터 보고된 총배출량에 비해 상대적으로 더 감소하였다. 일본에서는 화학산업에서 12개의 주요 대기오염 물질의 배출은 1995년과 1998년 사이에 35%가 줄어들었다. 영국에서는 물이나 하수도로 버려진다면 특별한 관리가 필요한 27개 성분의 화학산업계의 배출량은 1998년에는 1990년에 비해 96%가 줄었다(CIA, 2000). 캐나다의 경우, 15개의 주요 성분에 대한 배출량은 1992년부터 1998년 사이에 73%까지 줄었다(Caswell, 2000). 비OECD 국가의 배출량 현황은 활용가능한 과거의 동향자료가 없어 명확하지 않다. 그럼에도 불구하고, 분명히 해야 하는 것은 목록화 되고 모니터되는 화학물질들은 화학산업과 그외 산업에서 배출되는 것의 아주 제한된 비율뿐이라는 것이다.

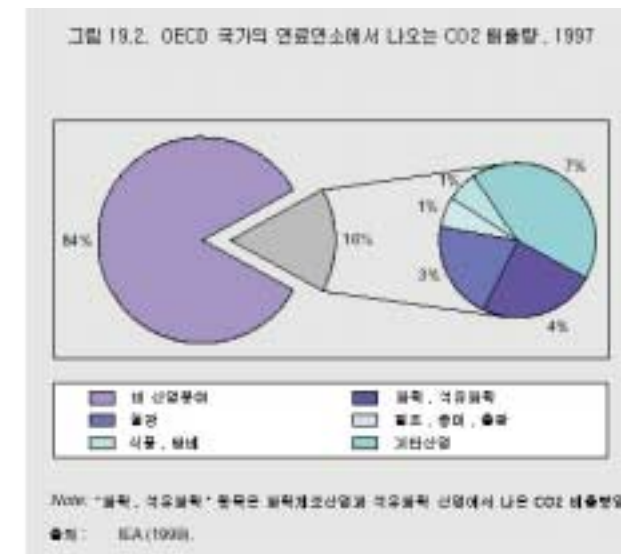
화학산업에서 일부오염물질의 환경으로 배출되는 양이 감소하고 있다.



### 대기질과 기후변화에 대한 영향

그림 (19.2)를 보면, 다른 산업과 비교해서 OECD 국가의 화학산업은 CO<sub>2</sub>의 주요 배출원이다(산업분야 연료소비의 총 배출량 1/4을 차지). 그럼에도 화학산업의 배출량은 전체분야의 연료소비로부터 나오는 배출량의 단지 4%만 차지하고 있다. 유럽과 미국 화학산업계에 의해 작성된 데이터는 생산량이 증가하는 동안 CO<sub>2</sub>의 배출량은 1985년 이래로 안정화되어 왔다는 것을 보여 준다. 이는 에너지원으로 석탄대신 석유를 훨씬 많이 소비하기 때문이다(OECD, 2001)<sup>1)</sup>. Reference Scenario는 OECD 국가에서 화학산업으로부터 나오는 CO<sub>2</sub>배출량은 1995년부터 2020년까지 66%까지 증가할 것(전체

산업분야의 추세를 따라감)이고, 반면 비OECD 국가에서의 같은 기간 동안 증가율은 165%라고 전망하고 있다. 그러나 화학산업에서 높은 에너지효율성이 달성된다면, CO<sub>2</sub>의 배출은 좀더 완만하게 증가하거나 OECD 국가에서는 안정화가 계속 될 것으로 보고 있다.




대류권 오존과 산성비의 생성을 촉진하는 성분(각각 VOCs, NO<sub>x</sub>와 SO<sub>x</sub>)에 대한 화학산업계 배출량의 전체기여도에 대한 전세계적인 데이터는 거의 없다. 그러나 화학산업계에서 나오는 이러한 배출이 일반적으로는 에너지사용과 화학공장의 운영에 영향을 주는 기술의 발전으로 인해 줄어들고 있다는 징후가 있다. 다음의 예는 이러한 가정을 뒷받침해주고 있다. The US Toxic Release Inventory (TRI) 데이터는 미국의 화학산업이 이러한 오염물질의 미국내 총배출량에 상대적으로 작은 기여를 하고 있으며, 일반적으로 1970년

1) 화학산업에서의 CO<sub>2</sub>배출에 대한 이 데이터는 제조업중에서 나온 것이다. 따라서 제품으로부터 발생하는 CO<sub>2</sub>와 온실가스에 대한 기여도는 계산되지 않았다. 만일, 제조에서 처리까지 전과정에 걸쳐 화학산업의 자세한 온실가스(GHG) 배출 기여도가 필요하다면, 그들의 하부단계의 배출은 보고된 제조업의 배출량에 추가되어야 한다. 게다가, 기후변화에 대한 화학산업의 기여도에 대한 논의가 CO<sub>2</sub> 배출에 국한되는 것은 다른 온실가스(GHG)의 배출 데이터가 쉽게 활용될 수 없기 때문이다.

이후로는 감소해 왔다는 것을 보여주고 있다(CMA, 1998). 일본에서는 화학산업의 황산화물 배출은 1980년과 1987년 사이 떨어졌으나 그 이후로는 약간 증가해 왔으며, NOx 배출량이 1990과 1998년까지 약간씩 증가했음에도 불구하고 단위 생산량당 배출량은 안정세를 유지하고 있다(JRCC, 1999). 그리고 영국에서는 화학산업계의 VOC배출량은 46%까지 떨어졌다(CIA, 2000).

1987년 몬트리올 의정서의 채택이후, 그림(19.3)에서 보듯이 오존층을 감소시키는 화학물질의 생산과 소비를 단계적으로 없애는데 상당한 진전을 이뤄냈다. 비록 수소염화불화탄소(HCFCs)의 생산이 증가되고 있긴 하지만 오존층을 감소시키는 성분의 대부분이 생산에서 비슷한 감소경향을 보이고 있다. 수소염화불화탄소(HCFCs)는 오존층 파괴 잠재력이 CFCs의 2~5%밖에 안되지만, 이것은 같은 조건에서 소멸되지 않고 적어도 20년이나 더 대기권에 오랫동안 남아있을 수 있다.

OECD 국가에서 오존파괴 물질의 생산과 소비를 줄이는데 상당한 진전을 보았다.




### 물의 이용과 수질에 대한 영향

모든 다른 제조산업과 비교해서 OECD 국가의 화학산업은 1995년의 경우 최대의 물 수요처였는데, 산업분야에서 전체 물 소비량의 43%를 사용해 철강분야(26%), 펄프·제지분야(11%)를 훨씬 초과하고 있다. 그러나 세계적으로는 농업이 현재까지 가장 큰 물 수요처이며, 그 다음이 제조산업 분야이다(제 8장 참조). 비록 화학산업에서의 물 소비량이 아직 문제를 일으킬 수준에까지 미치지 못한다 하더라도, 정부정책은 이 분야에서 물을 보전하고 효율성을 높이는 것에 초점을 맞추고 있다.

### 자연자원과 에너지 이용

화학산업은 재생불가능한 자원을 고갈시키거나 혹은 재생가능한 자원의 생산동기를 감소시킴으로써, 또한 자원을 사용하는 과정(연소)에서 오염물질을 만들어 냄으로써 환경에 영향을 준다. 화학산업은 천연가스, 석탄, 코크스, 광물, 물, 연료, 액화천연가스 그리고 에너지의 원천이 되는 전기, 원료 등을 종합적으로 사용한다. 화학산업은 에너지집약 산업이고 1998년의 전세계 총에너지 사용량의 약 7%를 차지하고 있다. 비 OECD 국가에서 화학산업의 에너지사용량은 점점 증가하고 있는데 1971년 세계 화학산업 에너지 사용량의 20%에서 1998년에는 43%로 증가했고, 반면 OECD 국가에서는 1971년 80%에서 1998년에는 57%로 줄어들었다(IEA, 2000).

OECD 국가의 화학산업에서 에너지효율성이 상당히 높다는 것은 1985년과 1996년 사이에 에너지소비량은 그대로이면서 생산량은 34% 증가시킨 EU의 예에서 찾아볼 수 있다(CEDIC, 1998). 비슷하게 미국에서도 단위생산량당 에너지소비량은 1974년과 1998년 사이에 43%가 감소하였다(CMA, 1998, 1999). 화학제품에 대한 수요가 2020년까지 증가할 것이고, 화학산업의 에너지사용도 증가할 것으로 예측되기 때문에 에너지효율성을 크게 개선할 특별한 노력이 필요할 것이다.

## 폐기물

화학산업은 여러 경로로 폐기물을 발생시키는데 기여한다. 먼저 제조상의 부산물로 만들어지는 유해물질은 땅에 버려지거나 재활용, 적정처리를 통해 처리되기도 한다. 화학산업에서 생산되거나 일련의 공급과정에서 제품에 포함된 유해화학물질은 결국 제품의 마지막 사용이후에 폐기될 것이다. 또한 화학산업은 유해하지 않은 폐기물도 만들어낸다.

핀란드와 아일랜드와 같은 일부 국가에서는 산업분야의 전체 유해폐기물을 별도로 구분한다. 핀란드에서는 1992년 모든 산업에서 발생한 전체 유해폐기물에서 석유와 화학산업이 46%를 차지하고 있다. 아일랜드의 경우, 유기화학 공정과정에서 나오는 유해폐기물이 1995년의 총 유해폐기물의 84%에 달했고, 또한 화학산업에서 유해하지 않은 폐기물은 0.16%를 차지했다(Ireland EPA, 1996). 일본의 경우 화학산업에서 발생하는 폐기물의 양이 1996과 1998년 사이에 약간 증가하였다. 그러나 폐기물의 약 71%를 공장내에서 재활용하거나 감량하였고, 최종 공장밖에서 처리되는 양은 1990년대 초반의 15%에서 1998년에는 9%로 줄어들었다. (JRCC, 1999)

### 19.4 정책 수단과 잠재적인 효과

전반적으로, OECD 국가의 화학산업은 제조공정에서 발생하는 오염물질의 환경배출을 줄이는데 큰 성과를 이루어왔다. 대류권 오존 전구물질의 배출이 낮아지고 있으며, 화학산업은 CFCs의 생산을 단계적으로 없애는데 상당한 성과를 가져왔다. 또한 현재의 정보는 OECD 국가에서 화학제품과 제조공정에서 나오는 알려진 다른 유해성분의 배출이 줄어들고 있다는 것을 보여주고 있다. 화학산업이 주요한 에너지 사용처임에도 불구하고, 효율성이 상당히 높아져서 생산량이 증가하고 있지만 CO<sub>2</sub>배출량은 안정적이다. 세계화학산업에서 발생하는 CO<sub>2</sub>배출량은 가까운 미래에는 증가할 것으로 보고 있는데, 주요한 원인으로는 에너지 저효율 기술을 사용하고 연료로서 석탄에 더 의존하는 비 OECD 국가에서 화학제품의 생산량이 증가할 것이기 때문이다.

OECD 국가에서 진전은 이용가능한 정보(예를 들어, 오염물질 배출 목록)를 모아서 만들고, 혹은 규제나 산업계의 자발적 이행, 그리고 의무, 유통허가, 세금과 같은 경제적인 수단을 통해서 오염물질의 배출을 감소시킨 정부정책에 기인하고 있다. 화학산업계는 다른 산업에 비해서 환경을 보호하기 위해 상당한 재원을 쓰고 있다. 국민, 언론, 환경NGO들로부터의 압력이 환경, 보건 그리고 화학산업의 안전한 산업활동에 계속해서 관심을 갖도록 하는데 중요하다.

그럼에도 불구하고, 화학물질로 만들어진 제품(예를 들어, 소비자 제품)에 의한 건강 및 환경영향과 관련하여 중요한 문제들이 남아있다. 이러한 제품들의 잠재적인 위험에 대한 관리의 성공이 규제되고 있는 화학물질(새로운 공업 화학물질, 살충제 등)의 특정그룹, 혹은 안전하지 않다고 증명된 특정화학물질(석면, 포름알데히드, PCBs 등)의 사용 등에 국한되어 왔다는 것이다. 시장에 유통되는 대부분의 화학물질에 대한 정보의 부족과 그 결과로 일반국민과 환경이 적절히 보호되고 있는지에 대한 불확실성이 정책입안자들이 직면한 주요 과제이다. 관련된 정책들은 모든 이해당사자를 포함해 빠르고 효과적으로 결정하고, 이러한 화학물질에 대한 최소한의 필요정보를 모으고 가장 잘 사용할 수 있도록 할 필요가 있으며, 그렇게 한다면 적절한 관리방안이 결정될 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 제품으로부터 화학물질의 배출결과 발생하는 위험을 평가하고 관리하기 위한 보다 적절한 방안이 강구될 필요가 있다. 종합적인 생산정책의 보완방안으로서 화학물질(그리고 화학물질을 포함한 제품)의 전과정관리가 장려되어야 하며, 이러한 제품들이 안전하게 개발되고 사용되어 처분될 수 있도록 하기 위한 정보공개정책(public information policies)과 연계하여 생산자를 중심으로 한 관리 계획이 장려되어야 한다.

화학제품들의 교역증가와 오염물질이 국가와 국가를 넘나든다는 인식이 높아짐에 따라 최근 10여년은 화학물질을 관리하기 위한 정부의 국제적인 노력의 증가가 현저하다. 국제적인 흐름에서, 정부간 조직들이 국가간 협력을 증진시키고 중복을 줄이고, 우려되는 화학물질과 관련한 일정한 행동을 취하기 위한 국제적 협약과 조약을 수립하고 있다. 이러한 협약들을 철저하게 추적함으로써, 적절히 따르고 있는지를 감시하고 필요한 이행사항을 취하는데 관심을

가져야만 한다. OECD 국가에서 지금까지 중요하게 다루어져왔던 환경문제들이 OECD 이외의 지역에서는 화학산업의 발달과 더불어 다시 재현되지 않도록 하는 점과 또, 비OECD 국가로부터 수입되는 제품들이 OECD의 안전기준에 충족되어야 한다는 점을 확실히 해두는 것이 중요할 것이다. 정부, 산업체, NGO들이 비OECD 국가들의 허용량(capacity)를 정하는 것이 국제적인 급선무라 하겠다.

OECD화학물질위원회는 OECD 국가에 걸쳐 조화를 이루고 있는 화학물질 통제정책을 진전시키는데 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 조치들을 통해 화학물질의 안전성이 확보되어야 할 뿐만 아니라 비관세장벽이 최소화되고 기업에 의해서 행하여지는 반복적인 실험을 통한 낭비를 피해야 한다.

### 기술의 발전과 확산

화학회사들은 관말(管末)에 도달하는(공정에서 나오는) 오염물질을 줄이기 위해 비용적으로 보다 효과적인 방법을 찾기 위해 모든 생산공정을 조사하여야만 한다; 그리고 정부는 산업계와 함께 오염을 예방 - 통제하기보다는 - 하기 위한 정책과 원천감량, 재활용, 적정처리, 처분을 촉진시키기 위한 정책을 발전시켜야만 한다. 산업계는 공정의 제어와 공정내에서의 재활용과 같은 기업 안에서의 변화, 그리고 보다 거시적인 “지속가능한 화학”을 이루는 것을 고려해야만 한다. 지속가능한 화학은 설계, 제조, 효율적이고 효과적인 이용, 보다 환경적으로 양호한 화학제품과 그 공정을 포함한다. 에너지, 재생불가능한 자원을 보존하고 오염을 예방하고, 제품의 라이프사이클 모든 단계에서 폐기물과 위험성을 최소화하고 내구성이 뛰어나고 재이용과 재활용이 가능한 제품을 개발하는데 노력하는 것이다. 연구를 촉진시키고 화학회사들이 이러한 새로운 화학물질을 개발하고 시장에 내놓을 수 있도록 도와주는 정책이 장려되어야 한다.

화학물질의 생산이 개발도상국으로 이전됨에 따라, OECD 국가들이 오염물질의 배출을 최소화하기 위해 OECD 국가에서 사용되는 극비가 아닌 기술적인 방법을 비OECD 국가로 이전하는 것을 고무시키는 정책이 점진적으로 필

요하다. 나아가, 개도국내에서 운영중인 OECD지역의 화학회사들은 그러한 국가에서 특별히 산업계의 현황에 맞추어 자율적인 Responsible Care (RC) 프로그램 등 비독점적인 기술에 대한 정보의 확산을 촉진할 수 있도록 도와주어야 한다.

### 법률 및 규제수단

최근 환경에 관계된 국제적인 많은 행사들이 개최되고 있거나 이미 마무리 결론단계에 있다. CFCs를 단계적으로 줄이기 위한 몬트리올 의정서는 잘 이행되고 있다. 화학물질과 주요한 재난에 관계된 ILO 총회가 이행될 수 있도록 많은 노력이 있어야만 한다. 사전통보승인절차(Prior Informed Consent, PIC)와 잔류성유기오염물질(Persistent Organic Pollutants, POPs) 관련된 새로운 협약의 이행이 당장 주목을 받게 될 것이다.

모든 국가는 오염물질 배출과 이동 기록(예를 들어, 배출원으로부터 배출된 오염물질의 목록)을 확립하도록 장려해야만 하는데, 이것은 공기, 물, 토양, 폐기물로 배출되는 유해물질의 감소에 도움이 되며 정부는 물론이고 산업계, 일반시민들이 대상을 설정하고 감시하는데 사용될 수 있다.

시장에서 유통되고 있는 많은 수의 산업용 화학물질은 일반적인 정보 부족으로 말미암아 중요도 결정과 중간적인 처리방법과 관련해서 많은 문제를 내포하고 있다. 화학산업계는 그 제품의 사용에 대한 정보를 제공하도록 적극 장려되어야 하며, 그래서 화학물질들이 좀더 잘 관리될 수 있어야 하고, 또한 평가를 위한 우선권 설정에 도움을 주어야 한다. 테스트, 평가, 관리를 위한 각 화학물질에 따른 적절한 평가방법은 가능한한 그들의 구조, 이용 혹은 다른 변수에 관계된 화학물질그룹의 체계안에서 대체되거나 적어도 추가될 필요가 있다.

현존하는 화학물질의 정보격차를 줄이기 위한 지금의 프로그램들은 대량생산에 기반하는 화학제품에 우선적으로 적용이 된다. 필요한 데이터가 산업계에서 만들어지게 하고, 그 화학물질들이 평가되도록 확실하게 하기 위해 강력

한 정책 수단들이 사용 될 필요가 있다. 데이터의 부족과 이러한 프로그램들의 더딘 실행에 직면하면, 점점 더 많은 국가들이 화학물질의 관리를 위한 데이터에 근거한 결정을 위한 대안으로 혹은 보완책으로 사전예방적인 접근을 사용할 것이다. 또한 관계된 자료를 정해진 기한까지 제출하지 않은 기존의 화학제품을 대상으로, 시장에 새로운 성분을 도입하게 하는 절차를 제시할 가능성도 있다. 더욱이 시장에서 유통되는 모든 화학제품 (대량생산을 기반으로 하는 대규모 화학제품에만 국한되지 않고)에 대한 필요한 자료를 해당 기업에 만들도록 요구하는 것 뿐만 아니라, 그에 상당한 평가보고서를 준비하고 이를 정부에 제출하도록 하는 관련 법규를 해당 기업들에게 부과하게 하는 정책을 제시할 수도 있다. 정부는 데이터 필요성과 데이터를 평가하고 보고서를 준비하기 위한 방법론에 대한 적절한 지침을 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 기업들이 정부의 지침을 정확히 따르고 있는지 평가하기 위한 감사를 실행하는 것도 고려해볼만 하다. 이와 병행하여 이러한 과정에서 중요한 이해당사자로 남아 있는 국민들에게 정보가 제공되어야만 한다.

게다가, 제품설계와 생산공정에 대한 통합정책은 제품이 전체 라이프사이클 걸쳐 인간의 건강과 환경에 미칠지도 모르는 영향을 고려하는 데 필요한 현행 및 계획되고 있는 규제 틀 안에서 장려되어야 한다. 정책개발에 관련된 이해당사자와 화학물질의 생산, 사용, 처분, 이 세가지의 이해관계를 통해 책임소지를 분명히 함으로써 중소기업도 포함하는 그러한 접근방식의 기본적인 원칙이 제시되어야 한다.

### 경제적 수단

지속가능한 화학과 관련한 연구개발에 대한 세금공제, 혹은 그들이 대체했던 원래의 물질보다 더 “환경적인” 새로운 화학제품에 대한 수수료 감면(신속한 법적인 심의뿐만 아니라)과 같은 경제적인 인센티브는 보다 친환경적인 대체화학물질의 개발을 촉진하는데 도움이 된다. 특허권에 대한 오랜 점유기간과 친환경적인 화학물질의 독점권은 비록 이러한 기술의 확산을 제한할 수도 있었지만, 역시 이러한 방향으로 화학산업계의 연구를 고취시킨다.

반대로, 경제적인 동기억제는 수용하기 어려운 위험성을 가지고 있는 화학제품의 마케팅을 위축시키는데 사용될 수 있다. 정부가 관심 있게 고려한 화학물질에 대한 과세는 기업이 과세된 화학물질의 생산을 줄이고, 세금이 없는 대체물질을 만드는 것으로 전환시키는데 동기를 제공한다. 가격에서 결과적인 차이는 소비자에게 보다 친환경적이고 저렴한 대체물질을 선택하도록 한다. 실례로서 유연 휘발유가 사라진 경우를 볼 수 있다. OECD의 20개 국가에서는 유연휘발유를 무연 휘발유로 대체하기 위한 일련의 정책수단과 동시에 무연 휘발유에 주는 차별적인 과세가 도입되었다(OECD, 1997). 화학물질에 대한 이상적인 세금부과는 그들의 환경적인 효과에 따라 구분되어야만 한다. 더 나은 정보수집과 이러한 효과의 연구를 장려하기 위하여 충분한 데이터가 없는 화학물질을 생산하는 회사에 벌금이 부과될 수도 있다.

화학정책 시뮬레이션(chemicals policy simulation)은 계속된 세계화와 무역자유화에서 예측될 수 있는 영향과 그리고 OECD지역에서 향후 10년에 걸쳐 환경독성화학물질의 사회적, 환경적 영향을 파악하기 위한 시도에서 예측될 수 있는 영향을 나타내기 위하여 진행되었다. 무역자유화의 효과를 보다 잘 나타내기 위하여, 이 시뮬레이션은 OECD 지역에서 농약을 포함한 화학물질의 생산과 사용에서 모든 보조금을 없애고, OECD 지역으로 들어오는 화학물질의 수입관세를 없앤 것을 포함하였다. 이상적으로 사회적, 환경적인 비용에 영향을 주는 제한된 수의 독성화학물질의 사용에 대해 세금은 부과되게 마련이다. 그러나 정책시뮬레이션에서 사용된 모델은 화학물질의 다른 유형에 따라 구분하지 않기 때문에, 모든 화학물질에 걸쳐 세금이 적용된다. 따라서, 이 시뮬레이션은 모든 화학물질의 사용에 대해 매년 2%씩 증가하는 종가세(ad valorem tax)의 적용을 포함해서 계산하였다(다시말하면, 2020년까지 화학물질의 과세전 가격의 50%에 도달한다).

정책 시뮬레이션의 결과는 Reference Scenario와 비교해서 OECD 지역에서 화학물질생산량이 2020년에는 20% 낮아지는 걸로 나타나고, 세계적으로는 약 12% 낮아지는 현저한 효과를 보여준다(표19.2참조). 보조금 철폐와 과세의 환경적인 효과는 상당하다. Reference Scenario와 비교해서, 화학분야의 CO<sub>2</sub> 배출량은 OECD 지역에서는 2020년에 24% 낮아질 것이다. 반면

비OECD 국가에서는 이 지역의 화학물질 생산량의 누출량 때문에 6%까지 초과해서 증가할 것이나, 이것이 OECD지역의 감소를 상쇄하지는 않을 것이다. 따라서, 화학산업은 정책이행의 결과인 Reference Scenario와 비교해 2020년에는 세계적으로 6%의 CO<sub>2</sub>배출 저감을 이룰 것이다. 게다가, 화학산업계의 SO<sub>x</sub> 배출량은 Reference Scenario와 비교하여 2020년에 세계적으로는 3%까지 증가하는 반면, OECD 지역에서는 24%까지 감소될 것이다<sup>2)</sup>. OECD지역에서 화학산업의 물 사용량도 역시 상당히 감소할 것이다. 결국, 7장에서 논의했듯이 화학분야에서 화학물질 사용에 대한 증가세(ad valorem tax)를 부과하게 되면 이는 OECD 국가의 농업에 있어서 화학비료의 사용을 줄이게 될 것이고 또한 농지로부터 유출되어 나오는 질소의 양을 상당부분 감소시킬 수 있을 것이다.

표19.2. 화학산업에 큰 영향을 미치는 보조금 및 조세정책의 효과와 환경적인 영향 (2020년의 Reference Scenario로부터 %변화)

		정책시뮬레이션	
		화학산업의 보조금철폐와 모든 화학물질사용에 과세	에너지보조금철폐와 모든 에너지사용에 과세
총생산량	OECD	-20%	-1%
	세계	-12%	-1%
CO <sub>2</sub> 배출량	OECD	-24%	-7%
	세계	-6%	-3%
SO <sub>x</sub> 배출량	OECD	-24%	-45%
	세계	+3%	-4%
물사용	OECD	-23%	-1%
	-	-	-

참고 : 에너지 보조금 및 조세 정책시뮬레이션은 화학분야 뿐만아니라 모든 분야에 적용되었다. 자세한 것은 12장 참조.  
출처 : Reference Scenario and policy Simulations

2) 화학물질생산이 비OECD지역으로 확대 이전되는 것은 공정효율성이 증가하거나 배출저감기술의 증가에서 기인하는 것은 아닌 것으로 가정한다.

또 다른 정책 시뮬레이션(제 12장 참조)은 OECD 국가에서 에너지 생산과 사용에서 모든 보조금을 없애는 것을 포함했고, 석탄, 원유, 그리고 천연가스 에 대해 각각 2%, 1.6%, 1.2%씩 매년 증가시키는 화석연료 사용에 대한 증가세(ad valorem tax)와 결합되어 있다 (다시 말하면, 2020년까지 세율이 각각 50%, 40% 그리고 30%가 된다). 이러한 정책이 2020년까지 OECD 지역과 그 외 지역 모두에서 화학물질 생산량이 단지 매우 적게 감소할 것으로 드러났으나, 특히 질산화물(SO<sub>x</sub>) 배출에서와 같이 OECD 국가에서 화학산업의 에너지관련 배출량이 현저하게 감소할 것으로 보인다. (표 19.2)

### 자발적 협약

OECD 국가에서 화학산업은 오염물질을 줄이고 그 생산제품의 안전성을 확보하기 위한 자발적인 노력이 계속 되고 있다. 주목할만한 실례를 들면 2004년까지 데이터의 격차를 줄이고 1000종의 대량생산 화학물질에 대한 최초의 유해성 평가를 수행할 국제 화학산업계의 현재의 노력을 들 수 있다 (ICCAI). 또다른 노력은 미국 화학산업계의 같은 방법(HPV challenge Programme)으로 2800종의 화학물질에 대한 데이터 격차를 줄이는 노력이다. 이러한 노력의 결과에 대한 정부의 검토(예를 들어, the OECD HPV Chemicals Programme을 통해서)와 마찬가지로 이러한 데이터에 대한 국민들의 접근과 NGOs의 공동감시는 그 성공에 필수적이다.

Responsible Care(RC)와 전과정 책임관리주의(Product Stewardship) 프로그램에 대한 유용성과 신뢰성을 높이기 위하여 산업계에서는 보다 많은 노력을 해야만 한다. 이러한 프로그램에서는 중소기업의 역할이 중요하다. 산업계의 핵심과제는 진행되고 있는 과정을 이해당사자에게 보여줄 수 있는 이행 수단 - 일반적인 개념에 관한 것 뿐만 아니라 특정 조치에 관해서 - 을 개발하는 것이다. 이러한 영역에서 신뢰성을 높이기 위해서 화학산업은 자체규제를 위한 틀거리를 만들고, 강화된 모니터링과 이행을 위한 어느 정도의 준비가 만들어져야 하는 ISO 14001 같은 환경경영시스템의 도입에 보다 적극적이어야 한다.

비OECD 국가에서 화학물질이 대량생산으로 전환되면, 화학업계는 어디에서 운영하든 효과적인 RC프로그램을 이행하기 위하여 노력을 해야만 한다. 만약 RC가 정말로 적용된다면, 현재로는 효과적인 화학물질규제가 없는 비OECD 국가에서 운영되는 화학기업의 환경적인 운영이 개선되어야만 한다. OECD의 다국적기업을 위한 새로운 지침서에 따라 화학업계는 긍정적인 발전을 할 것이다. 개선과정을 보기 위하여, 기업들은 범기업차원의 환경보고서를 만들도록 장려되어야 한다.

### 정보와 다른 수단

정책은 정보의 타당성을 둘째로 한다하더라도 화학물질의 유해성과 위험성에 대해 이용 가능한 정보는 신뢰성이 있다는 것(예를들어, 인터넷상으로)을 확실하게 확립할 필요가 있으며, 이는 일반 국민들과 비 OECD 국가들을 포함해 모든 잠재적 사용자에게 유용한 방식으로 신뢰성있게 내놓아야 한다. 이러한 초점은 어떻게 정보를 공개할 것인지에 관한 것 (예를들어 웹사이트에서, 인쇄물 배포) 뿐만아니라 존재하는 유해성, 노출, 위험정보의 자체에도 있음을 명심하여야 한다.

정보부족의 문제를 해결하기 위하여 화학물질에 노출되었을 때 인간의 건강과 환경에 미치는 영향을 예측할 수 있는 컴퓨터모델의 개발을 장려해야만 한다. 그러한 모델은 동물실험을 줄일 수 있고, 현재보다 더 많은 데이터를 보다 빠르게 만드는 것이 가능하다.

매년, 점점더 많은 화학회사들이 전세계에 있는 그들의 모든 공장으로부터 나오는 배출량문서를 보고서로 만들고 있다. 이러한 정보는 기존에 구성되어진 정보와 비교해 정확하지 않은 웹사이트를 통해 발표되고 있다. 그렇지만 모든 회사들이 같은 기준을 사용하고 의미있는 비교와 효과적인 관리결정을 할 수 있도록 협약된 지침이 필요하다.

### 참고자료

Caswell, B. (2000) personal correspondence with Claudia Fenerol, OECD, 7 September.

CEFIC (European Chemical Industry Council) (1998), *Facts and Figures 1998*, CEFIC, [www.cefic.be](http://www.cefic.be). CIA (Chemical Industries Association) (1999), *Main World Chemical Markets by Geographic Area, 1996-2010*, UK, CIA, London.

CIA (2000), *Responsible Care: UK Indicators of Performance 1990-99*, July, [www.cia.org.uk/industry/iop.htm](http://www.cia.org.uk/industry/iop.htm).

CMA (Chemical Manufacturers Association) (1998), *1998 Statistical Handbook*, CMA, Washington DC.

CMA (1999), *1999 Statistical Handbook*, CMA, Washington DC.

IEA (International Energy Agency) (2000), *Energy Balances of OECD Countries and Energy Balances of non-OECD Countries, 1971-1998*, on-live services and IEA Secretariat Estimates, IEA/OECD, Paris.

IEA (1999), *CO2 Emissions from Fuel Combustion*, IEA/OECD, Paris.

Ireland Environmental Protection Agency (1995), *National Waste Database: Report 1995*, Environmental Protection Agency, Dublin.

JRCC (Japan Responsible Care Council) (1999), *Responsible Care: 1998 Annual Report*, JRCC, Tokyo.

OECD (1997), *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*, OECD, Paris.

Sigman, R. (2001), *OECD Environmental Outlook for the Chemicals Industry*, background document for *the OECD Environmental Outlook*, OECD, Paris.

Statistics Finland (1992), *Teollisuuden ja kaupankäynnin tilastot 1992*, Statistics Finland, Helsinki, [www.stat.fi/tk/yr/ye142.html](http://www.stat.fi/tk/yr/ye142.html) Swift, K. (1999), *Where is the Chemical Industry Going?*, *Business Economics*, October; XXXIV, Number 4: 32-41.

UNEP (United Nations Environmental Programme) (1999), *Production and Consumption of Ozone Depleting Substances, 1986-1998*, Ozone Secretariat, UNEP, Nairobi.

US EPA (United States Environmental Protection Agency) (2000), *TRI 1998 Releases*, July, [www.epa.gov/tri/tri98/index.htm](http://www.epa.gov/tri/tri98/index.htm).

WEC (World Energy Council) (1995), *Efficient Use of Energy Utilizing High Technology; An Assessment of Energy Use in Industry and Buildings*, WEC, London.

(출처) OECD, *OECD Environmental Outlook*, 2001 : 223-234.

## 제 20장 폐기물

### 개 요

- OECD 국가들의 도시폐기물 연평균 발생량이 1980년과 1997년 사이에 약 40%가 증가하였다. 특히, 1997년에는 총 540백만 톤이 발생되었다. 지속적인 경제성장으로 2020년까지 도시폐기물이 770백만 톤 정도 발생될 것으로 기대되며, 이는 폐기물 발생 증가율이 43%(1997년 대비) 더 증가함을 의미한다.
- 1997년, OECD 국가들은 도시폐기물의 약 64%가 매립으로 처리되었으며, 18%는 소각, 18%는 재활용되었다. 폐기물관리정책의 지속적인 이행으로 미래에는 매립이 감소하고, 재활용이 증가할 것으로 기대된다. 2020년까지 도시폐기물의 약 50%는 매립 처리되고, 17%는 소각 그리고 33%는 재활용 것으로 기대된다.
- 1990년 중반 OECD 지역의 폐기물 총 발생량은 40억 톤으로 평가되었다. 미래에 있어서 도시폐기물과 산업폐기물은 높은 증가율을 보일 것으로 기대되는 반면, 농업과 광업부문으로부터의 폐기물 발생량은 2020년까지 증가율이 낮을 것으로 전망된다
- 법규, 경제수단, 정보의 전파, 그리고 생산자책임확대(EPR) 등과 같은 현존 폐기물과 관계된 정책은 OECD 국가에 있어서 보다 효율적인 폐기물관리에 기여한다. 미래의 환경문제와 관련된 폐기물을 감소하기 위하여 현존 정책의 보다 나은 이행뿐만 아니라 생산 및 소비행태의 변화가 필요하게 될 것이다

### 20.1 머리말

경제성장과 소비행태와 관련된 풍요의 증가로 인하여, OECD국가들의 1인당 폐기물 발생량은 과거 20년 동안 지속적으로 증가되어 왔다. 폐기물회수(재활용 또는 재사용)는 상당히 증가하였으나, 이러한 재활용은 최종처리를

위한 폐기물의 부피증가 추세를 역전시키는 데에는 충분치 못했다. 많은 국가들은 유해폐기물과 비 유해폐기물의 부적당한 관리 결과로 건강과 환경에 악영향을 경험하였다.

폐기물발생으로 인한 환경적 압력은 다양하다. 첫째, 폐기물은 물질과 에너지자원을 모두 잃어버리는 것을 의미한다. 둘째, 발생된 폐기물은 수집되어 처리된 후에 최종처리되어야 한다. 이러한 과정은 토지이용, 대기·수질오염 그리고 온실가스배출 등 여러 가지 환경에 영향을 준다. 이러한 영향을 감소하기 위해서는 폐기물발생량을 억제하거나 폐기물회수 및 재활용이 증가되어야 하고 그리고 어떠한 잔존 폐기물도 환경적으로 안전한 방법으로 최종 처리되어야 한다.

## 20.2 폐기물로부터의 환경적인 압력

### 폐기물 발생

#### 도시폐기물

OECD 국가에 있어서 경제성장과 소비행태의 변화는 도시폐기물 발생량을 계속적으로 증가시켜왔다. 1980년 이후 OECD국가의 도시폐기물 발생량은 절대기간에 있어서 약 40% 증가하였고, 1인당은 22%로 증가하였다. 1970년, OECD국가의 연간 폐기물 발생량은 540백만톤이 되었는데 이것은 1인당 약 500kg 해당된다.


최근 OECD국가의 도시폐기물 발생량 경향이 조금씩 변화되어 가고 있다. 총량은 계속적으로 증가하고 있지만 매년 평균 증가율은 매우 감소하고 있다: 1980년 약 3%에서 1990년 1%. 이는 많은 OECD 국가에서 실시된 폐기물최소화 정책의 첫 번째 결과를 반영한 것일 것이다(OECD, 1990). 그러나 이러한 경향은 신중하게 설명되어야 할 것이다. 이러한 경향은 폐기물에 대한 통계자료의 질과 대상 범위에 있어서의 변화도 반영된 것이다.

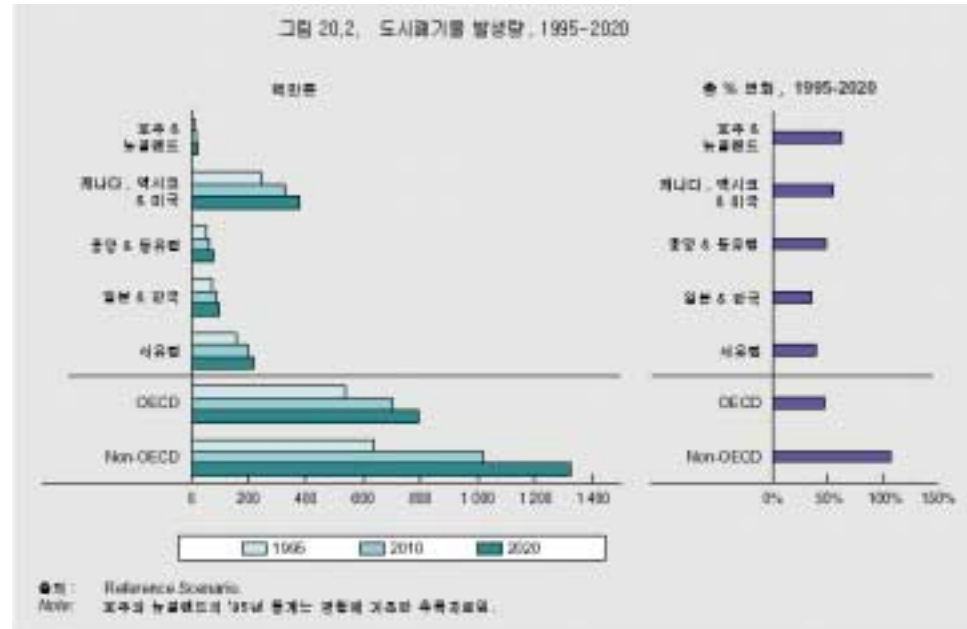
일반적으로 폐기물 데이터는 정의와 조사 방법이 시간 및 국가별로 상당히 다양하므로 서로 비교하거나 통합하기가 어렵다.



향후 20년 후, 핵가정화 경향, 풍요와 소비의 증가와 같은 사회-인구적 발전은 OECD지역에 있어서 1인당 폐기물 발생량도 더욱 증가시킬 것으로 전망된다.(그림20.1) OECD국가에 있어서 도시폐기물 발생량은 2020년까지 770백만톤으로 약 43% 증가되고, 연간 1인당 배출량은 640kg이다. 이 증가율은 2020에 예측된 GDP 성장율보다도 조금 낮다. 비 OECD국가에 있어서 도시폐기물 발생량은 GDP 성장률과 대략 같은 비율로 증가될 전망이다. 따라서 2020년까지 비 OECD지역에 있어서 도시폐기물 발생량은 1995년 대비 2배정도 증가될 것으로 본다(그림 20.2)

OECD 지역의 도시폐기물 발생량은 '95년부터 2020년까지 43%로 증가할 것으로 전망된다





**유해폐기물**

1990년중반 OECD국가에 있어서 총 유해폐기물 발생량은 연간 약 110백만톤으로 집계되었다. 이 중, 북아메리카는 55백만톤, 유럽이 43백만톤이다 (OECD, 1999a) OECD 지역에서의 연평균 유해폐기물 발생량은 1인당 100kg으로 평가되었다.

OECD국가에 있어서 유해폐기물에 대한 정의가 광범위하게 다양하고 끊임 없이 변화하기 때문에, 명확한 경향은 제공될 수 없다. 그러나, 대부분 OECD 국가들은 1985년과 1997년 사이에 유해폐기물 발생량이 증가된 것으로 보고하였으며, 극히 일부 국가들은 같은 기간에 감소되거나 또는 안정화되어 가고 있다고 보고하였다(OECD, 1998a and 1999a). OECD국가에 있어서 유해폐기물 발생량은 대략 향후 20년간의 경제성장과 비슷한 비율로 증가될 전망이다

**기타폐기물**

OECD지역에 있어서 제조산업에 의한 폐기물 발생량은 최근 10년간 증가

되어 왔다. 1980년부터 1990년 중반까지 제조산업폐기물 발생량은 40% 증가하였으며, '90년 중반에는 연간 약 10억톤으로 이는 OECD지역의 총 폐기물 발생량은 약 25%로 평가되었다. 제조산업으로부터 발생하는 산업폐기물은 대략 전체 산업생산의 비율로 증가하였으며(OECD, 91 and 1999a), 1990년과 1997년 사이에 약 15% 증가하였으며, 이 기간중 산업생산은 15% 증가하였으며, GDP 성장은 약 17%이었다.

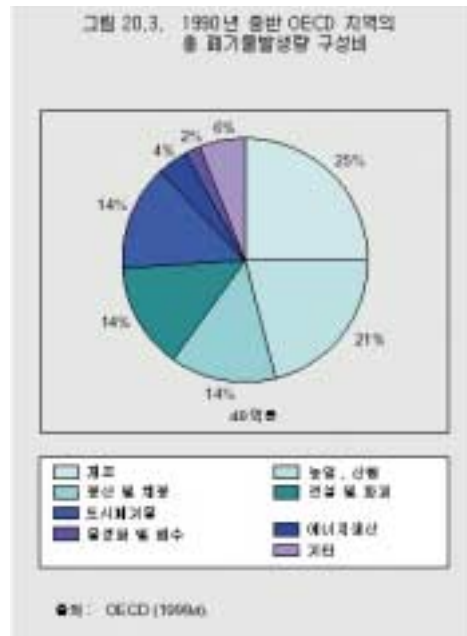
OECD 지역에서 제조산업폐기물의 1/3이상이 북아메리카에서 발생되고, 유럽 OECD 국가들이 거의 절반을 발생시키고 있다. 단위 GDP당 산업폐기물 발생량 강도는 주로 OECD국가들 사이에서의 청정기술 이용의 수준과 폐기물 정의차이로 인하여 매우 다양하다. 제조산업으로부터 발생하는 폐기물은 생산량 성장의 결과로 인하여 향후 20년간 OECD 국가에서는 증가될 전망이다. 그러나, 장비 또는 플랜트의 현대화와 청정생산의 확산과 더불어 산업에서의 구조조정은 단위산출량당 제조산업으로부터 발생하는 폐기물량을 점차적으로 감소시킬 수 있을 것이다. 이미 일부 OECD 국가들은 생산단위당 산업폐기물 발생량이 상당히 감소되고있음을 보고하였으며, 이는 자원사용 강도의 감소를 반영한 것이다.(제23장 참조)

OECD 국가에서 미래의 생산정책은 산업폐기물 발생량을 더욱 감소시키는데 성공할 것이다. 건설폐기물은 그 발생량이 많고 광범위한 회수 및 재활용 잠재력으로 인하여 OECD국가에서 최근 중요한 관심사가 되었다.(USEPA, 1998;EC, 1999)

자료가 이용가능한 국가에서 건설폐기물은 1990년 중반에서 연간 약 550백만톤으로 산출되었으며, 이는 총 폐기물 발생량의 14%에 해당된다(그림 20.3). 이용가능한 통계는 OECD국가에서 1990년초부터 중반까지 건설폐기물은 35~40%로 증가하였으며, 이러한 경향이 지속될 것이라고 지적하였다.

1990년중반 약 800백만톤의 폐기물(전체의 21%)은 농업과 산림부문에 의해서 발생되었으며, 550백만톤은 광산과 채광부문(전체의 14%)에 의해서 발생되었다. 이러한 두 가지 부문의 폐기물이 총 폐기물발생량의 35%를 차지

하지만, 이러한 폐기물들은 보통 현장(in situ)에서 관리된다. 예를 들면 농업 폐기물은 종종 농장의 퇴비화로 사용된다.



종합적으로 1990년 중반 OECD 국가에서 발생하는 폐기물량은 약 40억톤 정도 되는 것으로 평가되었다(그림 20.3) OECD 국가의 구조가 향후 20년간 서비스와 고도기술제조업으로 전이할 것이 기대되고, 1차 부문 생산에의 의존이 감소함에 따라, 총 폐기물의 비율이 상당히 바뀔 것으로 기대된다. 도시 폐기물과 제조산업폐기물, 그리고 건설 또는 파괴폐기물로부터 발생하는 폐기물의 양은 전체 폐기물의 평균 증가율보다도 더 빠르게 증가할 것으로 기대되며, 농업, 산림, 광업 또는 채광업과 같은 기초적인 부문으로 발생하는 폐기물은 증가율이 낮을 것으로 기대된다.

### 폐기물 예방과 관리

1980년말 이래, OECD 국가들은 폐기물 문제에 대한 주의를 증가시켜 왔으며, 폐기물에 대한 전략을 단순한 수집과 폐기에서 폐기물 발생예방에 중점을

두면서, 폐기물의 재사용 및 재활용과 이로 인한 에너지 회수가 뒤따르는 접근법인 “폐기물 계급체계” 접근법으로 그 전략을 바꾸었다. 더욱 관심을 가져야 될 것은 전과정 생산관리에 대한 관심이다. 전과정 생산관리는 생산에 사용되는 물질은 환경적 영향과 가능한 폐기 대안 등을 부분적으로 고려하여 선정된다. 생산자책임확대는 많은 OECD 국가에서 정착되어 가고 있으며 - 이 제도하에서 제조업자는 그들의 제품을 소비자가 최종적으로 사용하고 난 후 제품의 처리 및 폐기에 대한 책임을 일부 받아들인다- 전과정 접근법에 기초를 두어 제품의 개발과 원료물질을 선택하는데 도움이 된다.

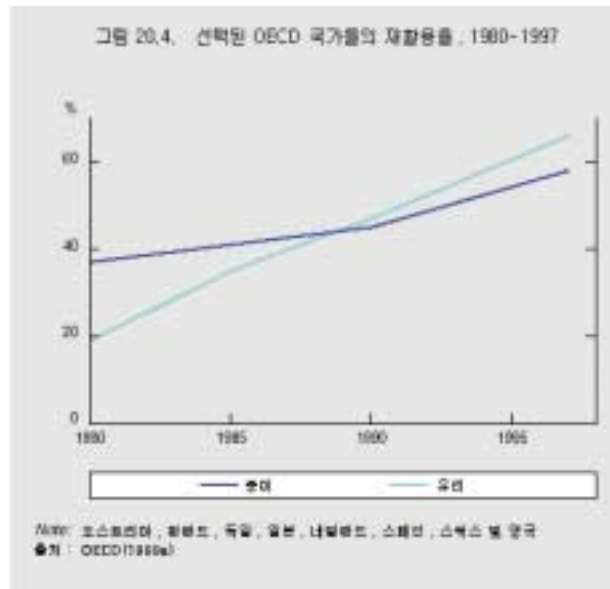
폐기물최소화 현황에 대한 1996년 한 조사에 따르면 비록 통계에 의한 국가들이 여타 폐기물 최소화 방식보다 폐기물 예방을 우선시 하고, 많은 국가가 도시폐기물 발생의절대적인 감소 목표를 도입하였지만, 단지 소수의 국가만이 도시폐기물의 실질적 감소에 대하여 보고하였다. 일반적 용어로, 폐기물 관리에서 이행증진과 개선은 능률과 재활용 및 회수에 기인한다. 폐기물 예방 프로그램의 합리성에 대한 구조적 평가를 위한 체계적인 기초가 모든 국가들에게 부족한 상태이다. 이러한 것에 대응하기 위한 초기 작업이 OECD에 의하여 착수되었다(OECD, 2001a)

### BOX 20.1. 재활용의 환경적 편익

많은 물질의 재활용은 상당한 환경적 이익을 가져온다. 예를 들면 재활용된 철, 알루미늄의 각 톤은 채굴된 철, 알루미늄 한톤 뿐만아니라 이러한 금속들의 추출 또는 처리과정과 관련한 수톤의 “숨겨진” 물질 흐름을 방지할 수 있다(Adriaanseetal, 1997). 추가적으로 재활용에는 채굴된 광석으로부터 이러한 금속들을 만들어 내는데 소요되는 것보다 적은 에너지가 요구된다. 새로운 물질보다 재활용된 물질을 사용한 상품에 대한 에너지 절약이 다음과 같이 보고되었다: 알루미늄 95%, 구리 95%, 납 65%, 아연 60%, 종이 64%, 플라스틱 80%(BIR, 1998)


### 도시폐기물

1990년 중반, OECD 인구의 95%가 조직화된 도시폐기물 관리 서비스에 접근할 수 있었다. 도시폐기물의 약 64%가 매립지로, 18%는 소각으로 또는 18%가 퇴비화를 포함한 재활용 등으로 처리되었다(OECD, 1999a). 비록 매립이 여전히 가장 널리 사용되는 방법이지만, 재활용이 대부분 OECD 국가에서 상당히 증가되어 왔다. 재활용 프로그램은 분리수거와 자발적 협약이 포함된다. 종이/골판지 그리고 유리의 재활용비율은 대부분의 국가들에서 증가되어 왔다.(그림 20.4)



일부 국가들은 사용된 포장지, 배터리 또는 타이어와 같은 종류의 재활용과 폐기물수집과 관련하여 생산자 책임확대개념을 도입하였다. 생물분해가능한 폐기물의 퇴비화는 최종처리장소로 보내지는 폐기물의 총 부피를 감소시키는 주요한 방법의 하나가 되었다. 폐기물의 소각은 사용이 증가하고 있고, 또한 에너지회수는 점차적으로 소각의 중

OECD 국가의 2020년 도시 폐기물 처리방법중 매립은 줄어들고 재활용과 소각이 크게 증가될 전망이다




합적인 부문이 되었다. 1990년 중반 OECD 지역의 도시폐기물 소각처리장 중 50%이상이 에너지회수체계를 갖추었다.

매립과 소각을 위한 기준은 많은 OECD 국가에서 강화되었다. 향후 20년 후, 폐기물 관리상황은 상당히 변화될 것 같다. Reference Scenario 프로젝트는 재활용으로 전환되는 폐기물의 몫이 상당히 증가되고 매립지로 가는 양은 줄어들 것으로 본다. 1990년 중반 매립지 64%, 재활용 18%, 소각 18%와 비교할 때, 2020년 OECD 지역에서 도시폐기물은 50%가 매립처리되고, 33%가 재활용, 17%가 소각될 것이다. 비-OECD 지역 또한 폐기물 처리방법에 있어서 상당한 변화가 있을 것이다. 즉 매립율을 1995년 80%에서 2020년 70%까지 감소시킬 전망이며, 재활용율을 '95년 10%에서 2020년 20%까지 끌어올릴 계획이다.

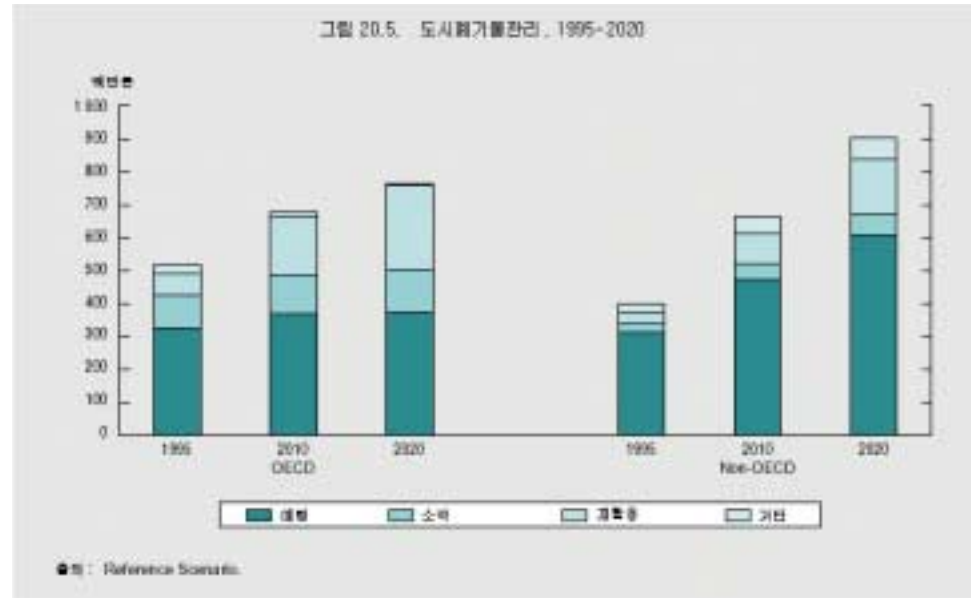
### 유해폐기물

유해폐기물의 관리는 비록 많은 국가들이 발달수준은 다르지만 개선되어 왔다. 취하여진 조치로는 유해폐기물에 대한 보다 나은 정의, 폐기물발생 요구 보고제 도입, 폐기물이동을 추적하는 제

유해폐기물 발생량은 OECD 국가에서 증가하고, 유해 폐기물 관리는 계속적으로 개선될 전망이다



도, 폐기물수송 및 최종처리를 위한 허가, 그리고 특별하게 설치되는 소각로 건설 등이 도입되었다. 주요단계는 유해폐기물 국가간 이동의 적절한 통제를 확실히 하기 위한 주요 단계적 조치들이 설정되었다. 지난 20년 넘게 유해폐기물 처리에 도입되었던 보다 엄격한 규정과 더불어, 물질의 보다 많은 재활용과 더 많은 고온소각로 이용은 미래에 있어서 실현될 것이다. 도시폐기물에 포함된 유해폐기물은 대부분 OECD 국가에서 관심사가 되었다. 일부 국가에서는 분리 수거 및 이러한 분류의 폐기물을 위한 관리체계가 도입되었다.



### 기타 폐기물

OECD 환경성과보고서로부터의 경험에 의하면 제조산업에서 발생하는 폐기물 관리를 위한 실행은 국가마다 상당히 다른 것을 보여준다. 일부 OECD 국가에서는 제조산업에서 발생한 대부분의 폐기물이 재활용 혹은 회수되며, 재활용되고 남은 폐기물들은 소각 또는 매립 처리된다. 다른 OECD 국가들은 대부분 산업폐기물을 매립 처리한다. 1990년 중반 EU 국가들은 건설 또는 파괴폐기물의 30%를 매립 처리하였으며, 25% 재활용되고, 45% 다른 방법으로 처리되었다. 다른 OECD 국가들은 건설 또는 파괴폐기물을 90%까지 재활용한다(US EPA, 1998).

## 20.3 폐기물의 환경영향

### 대기오염과 기후변화

폐기물처리과정 또는 소각과정에서 배출되는 관련 주요 대기오염물질은 산성가스, 다환 방향족 탄화수소화합물, 다이옥신과 퓨란, 먼지 및 중금속 등이

다. EU에서 많은 작은 소각로들의 폐쇄, 청정체계의 확산, 고온소각(다이옥신 및 퓨란과 같은 독성물질들이 감소)로 설치 등으로 인하여 소각로에서 배출되는 오염물질이 1990년 이후 감소되었다. 폐기물에서 배출되는 온실가스량은 1998년 OECD 국가들의 전체 온실가스 배출량의 2%정도 차지한다. 1998년 폐기물 발생과 처리과정(주로 매립)에서 발생하는 메탄가스 발생량은 전체 메탄가스 발생량의 34%를 차지한다. Reference Scenario에 의하면 OECD 지역의 폐기물에서 배출되는 메탄가스 발생량이 1995년에서 2020년까지 20%정도가 증가할 것으로 전망된다. 비 OECD 국가에서, 폐기물발생량이 2배로 증가하고 주요 처리방식이 매립인 국가에서, 폐기물에서 배출된 메탄가스 발생량은 같은 기간동안 약 140%가 증가할 것으로 전망하고 있다. 폐기물에서 생성되는 메탄가스배출은 유기물질의 매립 억제 또는 매립지에서의 가스 포집·이용에 의해 완화될 것이다.

일부 OECD 국가들은 유기물질의 매립금지를 이미 이행하거나 이슈화할 계획을 가지고 있다. 현존하거나 새로운 매립지에서 생물분해가능한 폐기물을 위한 가스 포집 시설 설치를 위한 노력들이 이미 이루어졌다.

### 수질 오염

일부 매립지의 침출수 독성물질과 영양분은 종종 표층수 및 지하수오염에 중요한 요인이 되고 있다. 이러한 문제의 정도는 폐기물형태, 매립지의 건설 방법 및 수리-지리적 조건에 따라서 다르다. 많은 지하수자원이 매우 느리게 채워지기 때문에 지하수 오염은 오염원이 제거된 몇십년 후에도 존속한다. 폐기물의 분리 및 사전처리(예, 소각)는 침출수의 해로움을 감소시킬 수 있다. 폐기물 해양투기는 1972년 런던협약에 의해서 금지되었지만, 국제해상기구(IMO)에 의해 실시된 지구폐기물조사는 OECD 국가에서 해양투기는 줄어들었지만, 완전히 없어진 것은 아님을 명백히 보여준다. 1991년 6개OECD 국가들은 15개 항목의 산업폐기물의 해양 투기를 허용하고 있으며, 5개 OECD 국가는 1992년 16개 항목을 허용하였다. 1996년 산업폐기물의 해양투기가 허용되지 않았으나, OECD 4개 국가는 총 35개 항목의 하수슬러지의 해양투기를 고려하였다. 그리고 1997년 2개 OECD 국가는 14개 항목의 하수슬러


지의 해양 처리를 허가하였고, 한 나라는 16개 항목의 해양에서의 소각을 허용하였다.

### 토양오염과 토지이용

폐기물과 관련한 주요 환경 및 건강 문제중의 하나가 지하수 또는 지표수 오염을 자주 유발하는 토양오염이다. OECD 국가에 있어서 오염지역의 25~50%가 폐기물 관리활동의 결과이다. 13개 OECD 국가는 잠정적으로 475,000 오염지역을 확인하였고, 이러한 오염지역의 복구비용이 약 3,300억 불이 소요될 것으로 평가되었다(Harjula et al, 2001). 토양오염은 종종 그 지역에 한정되지 않으며, 주변지역의 미래의 토지이용, 주변의 수질 및 공중보건에 영향을 준다.

더 나아가 오염지역을 복구하는데 수십년이 걸리고, 상당한 재원이 소요된다. 향후 몇년 이내에, 대부분 OECD 국가들은 토양오염에 대처할 명확한 책임 체계 및 재정 메커니즘을 설립할 필요가 있을 것이다. 오늘날 많은 국가들은 예측에 근거한 오염관리를 위한 종합적인 정책을 이행하고 있다(Prokop et al., 2000).

현재 폐기물 투기장소에 대한 토양오염이 계속적으로 확대되고, 토지이용 및 지하수오염에 영향을 준다



### 20.4 정책 대안

폐기물관련 환경문제에 대한 관심이 증가함에 따라, OECD는 폐기물발생을 최소화하는 방향으로의 정책 이동을 장려하고 있다. 이러한 정책은 활동 및 물질의 “요람에서 무덤까지” 전주기 관리활동을 고려함으로써 오염 및 유해의 최소화 혹은 예방하고자 하는 정부의 능력을 증진시키는 것을 포함하고 있다. 이러한 점을 반영하여 OECD는 “종합폐기물관리정책(1976년)”, “통합오염예방 및 규제”에 관한 이사회 권고(1991) 등과 같은 경제적으로 효율

적이고 환경적으로 건전한 폐기물관리를 위한 다수의 이사회 권고안을 채택하였다.

매립을 줄이기 위하여, OECD 국가의 정부들은 도시폐기물 발생감소 및 물질의 회수증가를 위한 노력을 강화할 필요가 있을 것이다. 폐기물최소화활동 및 생산재회수프로그램의 이행은 최종 폐기되는 폐기물의 양이 증가하는 것을 바꿔 놓을 수 있을 것이다. 또한, 보다 많은 OECD 국가들은 혼합타이어, 종이, 전자의 스크랩 등과 같은 일정한 지정된 회수 가능한 폐기물이 도시폐기물과 함께 매립되는 것을 전면 혹은 부분적으로 금지할 것이다. 미래의 목표는 비활성, 비유해 폐기물만이 매립되어야 하며, 주로 지하수오염과 매립지에서 배출되는 온실가스를 감소하기 위한 요구사항들에 의해서 정당화될 것이다.

### 기술개발과 보급

기술변화는 생산과 소비패턴에 영향을 미치는 관계로, 폐기물 발생 및 구성에 영향을 미친다. 청정기술개발은 폐기물을 배출하는 것 뿐만 아니라 폐기물의 독성을 감소시키는 환경-효율적 생산패턴에 기여할 수 있다. 증진된 기능과 더불어 적게 생산하는 것으로의 기술적인 변화는 - 이는 현재 전자장비의 전형적인 지향 사항이다 - 단위 산출량 당 보다 적은 폐기물을 발생시키는데 기여할 수 있다. 그러나 제품 수명을 줄임으로써 보다 잦은 제품교체 결과를 낳는 기술의 변화는 폐기물 발생 증가의 결과를 가져올 수 있다.

환경친화적인 제품 및 서비스 기술의 개발은 환경적으로 지속가능한 폐기물관리를 이루는데 기여한다. 예를 들면, 생물공학은 폐기물처리과정으로부터 오염을 감소시키는데 이용될 수 있다. 미생물은 추가로 토양 복구에 도움이 되며, 생물분해가능한 물질의 사용은 폐기물을 감량하는데 도움이 될 수 있다. 물질재회수 지역에 있어서 분리기술은 고비용을 요하는 수동 분리를 대체함으로써 버려진 생산품들을 보다 경제적으로 재생처리하게 만들었다.

최근, 새로운 연소기술개발로 인하여 상당한 량의 폐기물이 시멘트 킬른 소

각, 철용광로, 산업보일러 등에서 처리되었다. (EEA, 1999). 이러한 소각에 대한 환경영향이 더 면밀하게 조사될 필요가 있으나, 이러한 기술들은 보다 지속가능한 폐기물관리를 위한 가능성을 제시한다.

### 규제수단

폐기물 처리시설의 설치와 운영은 오염물질 배출을 최소화하기 위하여 요구되는 법적 기준 및 요구사항에 의해서 일반적으로 규제되어 오고 있다. 매립지 또는 소각장에 적용되는 규정들은 많은 OECD 회원국가들에 의해서 강화되어 오고있다. 배출허용기준과 운영기준은 도시 또는 유해폐기물 소각에 적용되어 왔다. 포장폐기물 발생 방지와 포장 및 축전지에 함유된 중금속 제한조치, 그리고 폐기물처리와 안전한 수집 등을 위한 조치가 10년동안 강화되었다. 그럼에도 불구하고, 이러한 조치들은 규칙을 지키는 것을 보장하기 위하여 폐기물처리시설물과 처리방법에 대한 보다 엄격한 감시가 필요하다. 추가적으로 매립지로 반입되는 폐기물의 양을 최소화 또는 배제시키기 위한 진지한 노력이 기울여졌다. 예를 들면, 유럽공동사회는 “폐기물 매립에 관한 지침서”를 채택하였다. 이 지침서는 15년안에 생물분해가능한 물질을 매립지로 반입되는 것을 1995년 대비 65%까지 감소하기 위한 계획을 도입하였다(EC, 1999). 일부 OECD 국가에서, 매립으로 처리된 폐기물의 분류와 전 처리는 점차적으로 폐기물처리과정의 일부분으로 되었다. 이는 매립으로 처리되는 폐기물의 양을 줄이거나 유해폐기물을 배제하는 것이다.

### 경제수단

경제수단은 - 예방효과(eg. 폐기물수립비용)를 권장하는 것에서 가장 바람직하지 못한 폐기물처리를 지양하는데 이르기까지 - 폐기물관리전략의 각각 다른 목적을 달성하기 위한 하나의 중요한 역할을 수행할 수 있다. 무엇보다도 경제수단은 소비자로서 하여금 재사용 또는 재활용이 불가능한 상품을 멀리하도록 장려함으로써 폐기물 발생에 영향을 미치는 일반적인 소비패턴을 변화시키는데 이용될 수 있다.(제5장 참조)

#### Box 20.2. 폐기물관리를 위한 경제수단의 사용 효과

도시폐기물에 대한 부담금과 세금은 많은 국가에 있어서 폐기물발생량과 매립을 감소시키는데 가장 좋은 효과를 가져왔다. 덴마크에 있어서 비-유해폐기물에 대한 세금은 폐기물투기비용을 두배로 증가시켰고, 소각비용을 70%까지 증가시켰다. 1987년과 1993년 사이에 가정폐기물 매립량은 16%까지, 건설폐기물은 64%까지, 여러 가지 잡다한 폐기물은 22%까지 떨어졌다. 재활용은 상당히 증가하였다 : 종이와 골판지 77%, 유리 50%(OECD, 1997). 미국 37개주의 약 3,400개의 지역공동협의체에서는 가정폐기물에 세금을 적용하였다. 폐기물부피에 따라 세금을 부과한다. 그 결과 최종 처리되는 폐기물부피가 현저하게 감소되었으며, 또한 재활용이 현저하게 증가되었다.

거의 모든 OECD 국가에서는 폐기물관리를 위해 경제수단을 이용한다. 도시폐기물 수집과 처리를 위한 사용자부담은 가장 널리 적용되는 수단이다. 많은 OECD 국가에서는 음식물 용기, 축전지, 자동차타이어 그리고 가전제품 등에 대한 재이용 및 재활용을 촉진하기 위하여 예치금 환불제도가 이용된다. 또한 각 가정소비자의 폐기물 수집과 회수를 주로 증진시키기 위하여 포장지, 축전지, 타이어 및 가전제품에 대한 생산자부담원칙이 많은 OECD 국가에서도 활용된다.

### 자발적 협약

자발적 협약은 폐기물관리를 위한 하나의 수단으로 관심이 증가되었다. 대부분 EU 국가들은 폐기물발생감소와 재활용증가를 위하여 그들의 폐기물관리노력에 자발적 협약을 포함시켰다. 이들 자발적 협약들은 현행 규칙의 잠정적인 결점을 보완 및 새로운 정책분야에 대한 시험으로 사용될 수 있다. 현재

밝혀진 증거들은 자발적인 협약을 전통적인 명령과 규제수단에 결합시키는 것이 행정비용감소뿐만 아니라 정책의 유연성 및 비용효율성을 개선시킬 수 있음을 보여주었다.

### 생산자 책임 확대(EPR)

폐기물발생량 증가측면과 폐기물 최종처리를 위한 적절한 장소의 부족에 직면하여, 많은 OECD 정부는 가용한 정책대안을 검토하고, 어떠한 상품의 소비자 이후의 책임(Post-consumer phase)이 그 상품을 생산하고 분배한 사람에게 있다는 것을 결정하였다. 생산자책임확대(EPR)는 생산자가 소비자 이후의 제품의 처리 또는 폐기를 위한 -재정 또는 물리적- 중요한 책임을 받아들이는 새로운 정책 접근법이다. 생산자책임확대(EPR) 프로그램은 특히 소비자 이후의 단계에서의 제품의 생산자, 분배자, 소비자, 정부간의 전통적인 책임의 균형에 변화를 준다(OECD, 2001b).

이러한 프로그램을 통하여 생산자는 후속조치를 위한 비용을 감소하기 위하여, 원료물질(또는 화학물질)의 선택, 생산과정, 생산계획, 포장 또는 시장 전략 등에 관한 결정을 재평가하도록 격려되었다. EPR 아이디어는 포장폐기물에 대한 초점으로부터 시작되었으나, 오늘날, 다양한 상품들을 위하여 그 운영에 있어서 EPR 프로그램은 광범위하게 적용된다.

현재의 경향은 EPR 정책이 보다 많은 생산, 생산자집단과 폐기물 흐름으로 확대되고 있다. EPR은 매립으로 처리될 물질을 적게 하고, 동시에 제품 디자인으로 하여금 새로운 물질투입을 감소시키고 쉽게 재이용되고 재활용되는 물질을 선택하게 하도록 영향을 미침으로써 자원의 효율을 높이는데 중요한 역할을 한다.

### 정보 및 기타수단

폐기물과 관계된 정책에서, 사업체, 환경조직 그리고 일반대중 - 특히, 소비자- 의 적극적인 참여는 매우 중요하다. 폐기물예방은 소비자로서 하여금 오염

을 적게 유발하고, 회수된 물질을 사용하고, 재사용 및 재활용이 가능한 제품을 구매하도록 격려함으로써 이루어질 수 있다. 이 분야에 대한 소비자교육과 정보전파 증진은 소비자패턴에 진보적인 변화를 주는데 기여할 수 있다. 경제활동에 대한 환경-회계감사 계획은 폐기물 발생량 및 그 폐기 비용에 대한 인식을 증대시키는데 사용될 수 있다. 그것에 의해서 폐기물예방전략을 개발하기 위한 하나의 인센티브제도가 형성된다. 또한 환경마크제도와 환경적 조달은 이 목적을 위하여 이용될 수 있다.

신뢰성 있는 자료에 기초한 폐기물관련정보는 실질적인 목적의 형성과 그 이행의 평가를 위해 중요하다. 이러한 목적을 위하여 모든 분야 및 가정에서 발생하는 폐기물의 발생과 처리에 관한 정확한 데이터의 정기적인 수집이 필요하다. 그리고 이것은 각각 다른 폐기물 흐름에 대한 정의와 범위에 보다 나은 조화가 요구될 것이다.

참고자료

- Adriaanse, A., S. Bringezu, A. Hammond, Y. Moriguchi, E. Rodenburg, D. Rogich, and H. Sch tz (1997), *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economics*, WRI, Washington DC.
- BIR (Bureau of International Recycling) (1998), personal correspondance with Henrik Harjula, OECD, Paris.
- EC (European Commission) (1999), *Construction and Demolition Waste Management Practices and Their Economic Impacts: A Report to DG XI*, EC, Brussels.
- EEA (European Environment Agency) (1999), *Environment in the European Union at the Turn of the Century*, EEA, Copenhagen.
- Harjula, H., J. Stutz, and S. de Tilly (2001), *Waste Outlook*, background document for OECD *Environmental Outlook*, OECD, Paris.
- IMO (International Maritime Organisation) (1996), *Final Report on Permits Issued in 1991 and 1992 LC.2/Circ.366 and 367*, IMO, London.
- IMO (2000a), *Revised Final Report on Permits Issued in 1996*, LC.2/Circ.404, IMO, London.
- IMO (2000b), *Final Report on Permits Issued in 1997*, LC.2/Circ.405, IMO, London.
- OECD (1991), *The State of the Environment*, OECD, Paris.
- OECD (1996), *Outcome of Session I: Definitions, Terms and Concepts Used in Waste Minimisation in Outcome of the International Workshop; Building the Basis for a Common Understanding on Waste Minimisation*, 16-18 Oct., Berlin, OECD, Paris.
- OECD (1997), *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*, OECD, Paris.
- OECD (1998a), *Towards Sustainable Development Environmental Indicators*, OECD, Paris.
- OECD (1998b), *Eco-Efficiency*, OECD, Paris.
- OECD (1999a), *OECD Environmental Data Compendium 1999*, OECD, Paris.
- OECD (1999b), *OECD Joint Workshop on Extended Producer Responsibility and Waste Minimisation Policy in Support of Environmental Sustainability, Waste Minimisation through Prevention*, ENV/EPOC/PPC(99)11/Final/Part 2, OECD, Paris.
- OECD (1999c), *Voluntary Approaches for Environmental Policy: An Assessment*, OECD, Paris.
- OECD (2001a), *Strategic Waste Prevention: Core Messages from the OECD Reference Manual*, OECD, Paris.
- OECD (2001b), *Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for*

*Governments*, OECD, Paris.

Prokop G., I. Edelgaard and M. Schamann (2000), *Management of Contaminated Sites in Western Europe*, topic report No. 13/1ppp, European Environment Agency, Copenhagen.

US EPA (United States Environmental Protection Agency) (1998), *Characterisation of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States*, June, US EPA, Washington DC.

(출처) OECD, OECD Environmental Outlook, 2001 : 235-245