

KEI/1998/RE-14
연구보고서

청정생산구축 사례연구

1998. 12

김 용 건
남 윤 미



한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

DISCLAIMER

Portions of this document may be illegible in electronic image products. Images are produced from the best available original document.

序 言

급속한 인구의 증가와 산업화의 진전에 따라 우리 삶의 터전인 지구의 환경은 지속성을 위협받고 있습니다. 현재의 생산과 소비양식이 계속된다면 환경오염의 악화와 자원의 고갈로 조만간 인류의 삶의 질이 크게 저하될 것이라는 인식이 점차 확산되고 있습니다.

청정생산은 사후처리 위주의 환경관리 개념에서 탈피하여 오염에 대한 사전예방을 통해 경제발전과 환경보전을 동시에 달성하고자 하는 적극적인 사고방식입니다. 이러한 개념은 이미 오래 전부터 많은 기업에서 실천되어 왔으며, 선진국은 물론 여러 개도국에서도 청정생산을 촉진하기 위해 다양한 정책을 실행하고 있습니다. 국내외의 다양한 사례들이 청정생산방식을 통해 오염저감은 물론 원가절감을 통한 경제적 이익을 함께 달성할 수 있음을 보여주고 있습니다. 바야흐로 청정생산은 지속가능한 발전의 핵심개념으로 정착되고 있습니다.

본 연구는 국내외의 청정생산 관련 정책현황과 함께 기업체에서의 구축노력을 광범위하게 조사, 분석하고 이를 통해 우리나라의 정책개선방향에 대한 시사점을 도출하기 위해 수행되었습니다. 이를 위해 오염예방, 폐기물 최소화, 제로에미션, 환경친화적 설계, 산업생태학 등 다양하게 제시되고 있는 청정생산 관련개념들의 특징을 분석하고, 청정생산을 실행하기 위한 기법과 정부의 정책대안을 종합적으로 정리하였습니다. 특히 유엔환경계획과 유럽연합 등 국제기구와 함께 주요 국가의 관련 정책을 살펴보고 우리나라의 관련정책과 비교함으로써 향후 정책방향을 제안하고 있습니다. 아무쪼록 본 연구결과가 청정생산에 관심있는 연구자와 정책담당자, 그리고 산업계에 종사하는 여러분에게 작으나마 도움이 될 수 있기를 바랍니다.

끝으로 본 연구를 맡아 수행한 본원의 김용건 박사와 자료정리와 편집을 맡아준 남윤미 연구원에게 감사를 표합니다. 그리고 바쁘신

와중에도 불구하고 본 연구의 심사를 맡아주신 서울대학교 이정학 교수, 삼성지구환경연구소 황진택 박사, 환경부 환경기술과 이지운 사무관, 본원의 최상기 박사, 이희선 박사, 장기복 박사의 노고에 감사드립니다. 아울러 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식견해가 아닌 연구자 개인의 견해임을 밝혀 드립니다.

1998年 12月

韓國環境政策·評價研究院

院長 李 相 垠

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 추진방법	3
II. 청정생산의 개념	5
1. 청정생산의 개념	5
1.1 청정생산과 청정기술	5
1.2 사후오염관리와 청정생산	6
2. 청정생산 관련 개념	7
2.1 에코효율성	8
2.2 오염예방	9
2.3 폐기물 최소화	10
2.4 전과정평가(LCA)	11
2.5 환경친화적 설계	14
2.6 제로에미션	15
3. 산업생태학	18
III. 청정생산체계 구축을 위한 실행기법 및 정책수단	23
1. 기업에서의 청정생산 실행기법	23
1.1 조사기법	23

1.2 개선안 도출기법	26
1.3 대안평가기법	29
1.4 관리기법	33
1.5 실행기법의 적용환경	39
2. 청정생산 구축 촉진을 위한 정책수단	40
2.1 정보공개	40
2.2 정보제공	47
2.3 자발적 협약	50
2.4 환경라벨링제도	55
2.5 공공구매	56
2.6 포괄적 생산자책임	57
 IV. 청정생산구축을 위한 각국의 정책현황	 62
1. UNEP	62
1.1 훈련 및 기술지원	62
1.2 출판	63
1.3 작업그룹 활동	64
1.4 국립청정생산센터 프로그램	65
1.5 ICPIC	65
1.6 UNEP과 WBCSD의 공동노력	66
2. 유럽연합	67
2.1 EUREKA	67
2.2 EnviroWindows, LEAD, PREPARE	71
3. 미국	72
3.1 청정생산의 개념	72
3.2 정책현황	73

3.3 주요 정책수단	75
3.4 NPPR	82
4. 영국	83
4.1 청정생산의 개념	83
4.2 정책 현황	84
5. 일본	87
5.1 관련 법률	87
5.2 정책현황	89
6. 독일	91
6.1 청정기술 개념과 정의	91
6.2 정책현황	92
7. 프랑스	93
7.1 청정기술 개념	94
7.2 기술개발	94
7.3 정책현황	95
8. 덴마크	98
8.1 청정기술 개념	99
8.2 청정기술개발정책	99
8.3 정책현황	102
9. 네덜란드	104
9.1 청정기술개념	106
9.2 정책현황	107
9.3 시범프로젝트, 홍보 및 교육	109
10. 중국	112
10.1. 정책현황	112
10.2 B-4 프로젝트	113
11. 태국	119
11.1 태국-독일 기술협력 프로그램	119

11.2 녹색생산성 프로젝트	120
11.3 DANCED 프로젝트	121
11.4 IEM 프로젝트	122
11.5 CDG 프로젝트	122
11.6 Green Label 프로그램	123
11.7 기타	123
12. 대만	124
12.1 청정생산 정책현황	124
12.2 CSS-CP 프로그램	125

V. 우리나라의 현황 및 외국사례의 시사점129

1. 관련 법령과 청정기술의 개념	129
2. 청정기술개발 지원정책	131
3. 기업의 청정생산 구축 촉진제도	136
3.1. 정보정책	136
3.2 자율관리 프로그램	141
3.3 기타	143
4. 청정생산에 대한 인식과 구축실태	147
4.1 우리나라 기업의 청정생산에 대한 인식과 구축실태	147
4.2 사례조사의 시사점	149

VI. 결론153

< 참고문헌 >158

<부록 I> 제5차 청정생산 고위급 국제회의 개요164

1. 『청정생산 고위급 국제회의』의 목적과 의의	164
2. 제5차 『청정생산 고위급 국제회의(CP5)』의 개요	165
2.1 행사개요	165
2.2 국내 개최의 목적과 의의	165
3. 주요 행사내용	166
3.1 국제청정생산 선언문 공표 및 서명	166
3.2 분과회의 개최	166
4. 국제청정생산 선언문(국문)	167
5. 국제청정생산 선언문(영문)	169

<부록 II> 기업에서의 청정생산 구축사례171

1. 식품	171
2. 피혁	174
3. 펄프 및 제지	176
4. 섬유	182
5. 화학	185
6. 솔벤트	190
7. 금속	191
8. Biotechnology	195
9. 호텔	196
10. 기타	199
11. 생태공단	207

포 목 차

<표 II-1> 사후오염관리와 청정생산방식의 차이점	7
<표 II-2> 산업생태학에서의 제품설계원칙과 사례	21
<표 II-3> 청정생산을 위한 실행수단	22
<표 III-1> 단계별 청정생산 실행기법	39
<표 III-2> 청정기술확산을 위한 정책수단	41
<표 III-3> 기업체를 위한 청정생산정보	48
<표 III-4> 주요국의 에코라벨 제도	56
<표 IV-1> 미국의 자율환경관리협약 사례	77
<표 V-1> 각국의 청정기술 관련 법령 및 청정기술 개념	132
<표 V-2> G-7 환경과학기술개발사업 중 청정기술연구과제의 연구비 현황	133
<표 V-3> 1998년도 환경기술연구개발사업 중 청정생산 관련 과제 ..	134
<표 V-4> 우리나라의 선진국 수준 대비 환경관련 기술수준	135
<표 V-5> 각국의 청정생산 관련 프로그램	137
<표 V-6> 연도별 환경기술지원 실적(환경부)	146
<표 V-7> 업종별 청정생산 사례의 실행수단 및 경제성	150
<표 V-8> 사례조사별 내용	150
<표 V-9> 청정생산에 따른 투자회수기간	152
<표 V-10> 사례조사 비교분석	152
<부표 1> 아사히맥주회사의 환경정책 목표	172
<부표 2> 청정생산 구축사례(식품산업)	175
<부표 3> 청정생산 구축사례(피혁산업)	177
<부표 4> 청정생산 구축사례(펄프 및 제지산업)	181
<부표 5> 청정생산 구축사례(섬유산업)	186
<부표 6> 청정생산 구축사례(화학산업)	189
<부표 7> 청정생산 구축사례(솔벤트산업)	192

<부표 8> 청정생산 구축사례(금속산업)	193
<부표 9> 청정생산 구축사례(생물학적 방법)	197
<부표 10> 청정생산 구축사례(호텔)	200
<부표 11> 청정생산 구축사례(기타)	206
<부표 12> 제로에미션 시행사례(일본)	210

그 림 목 차

<그림 III-1> TRI 프로그램하에서의 유해화학물질 변화 추이	43
<그림 III-2> TRI 물질의 처리현황	43
<그림 III-3> 기업환경보고의 단계	46

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

급속한 산업화의 진전에 따라 자원의 소비와 환경의 파괴가 인류의 삶의 터전인 지구의 용량을 넘어서고 있다는 데 대한 위기감이 고조되고 있다. 지난 45년간 세계 경제규모는 4배 증가하였다. 이에 따라 화석연료 사용량과 이산화탄소 배출량도 4배 증가하였으며 육류와 물 소비량은 3배 증가하였고, 종이사용량은 6배가 늘었다. 현재 1톤의 완제품을 생산하기 위해서 8톤의 원재료가 소비되고 있으며, OECD 국가의 생활폐기물 발생량은 1980년 3.47억톤에서 1995년에는 4.84억톤으로 증가했고, 일인당 발생량도 410kg에서 510kg으로 늘었다 (UNDP CSD, 1997). 이와 같은 대량소비와 물질집약적 생산양식은 지속될 수 없다는 것이 점차 현실로 다가오고 있다. 독일의 Wuppertal 연구소에 따르면 세계인구의 20%가 자원의 80%를 소비하고 있으며, 지구의 용량을 감안할 때 현재의 자원소비는 75-90%가 감소되어야 한다고 지적하고 있다. 현재의 소비수준을 유지하기 위해서는 4배-10배의 생산성 증가가 필요하다는 지적도 있다.

환경과 개발에 대한 세계위원회(WCED)는 1987년 『Our Common Future』라는 보고서에서 "미래 세대가 자신들의 필요를 위해 취할 수 있는 능력을 해치지 않고 현 세대의 필요를 만족시키는 개발 방식"으로 지속가능한 개발(Sustainable Development)의 개념을 주창하였다. 이를 계기로 효율을 높이고 환경오염을 줄이기 위한 범세계적 노력이 가속화되고 있으며 이러한 요구에 부응하는 대안의 하나로 1989년 UNEP에 의해 청정생산(Cleaner Production)의 개념이 구체화되었다. 청정생산은 과거의 오염에 대한 사후처리개념을 탈피하는 사전오염예방의 개념으로 환경오염을 줄이면서 원가도 절감하자

는 일거양득의 전략(Win-win strategy)이다. 민간기업을 비롯한 다양한 경제주체가 점차 환경과 경제의 대립적 개념에서 벗어나 환경과 경제의 조화를 통한 지속가능한 발전의 가능성을 인식해가면서 청정 생산을 위한 노력은 급속히 확산되고 있다. 3M은 과거 20년간 4,590건의 오염예방 프로젝트를 실시하여 37억달러의 폐수를 절감하였고 7억9천만불의 비용을 절감하였으며, Proctor & Gamble사는 표백방법 전환 및 염소사용 공정대체를 통해 아황산가스와 암모니아 발생을 저감시키고 연 2,500만불의 생산비를 절감하고 있다. 또한 UNEP 등 국제기구는 물론 유럽 및 미국의 선진국가에서는 청정기술을 수출하고 자국 산업의 경쟁력을 강화하기 위한 수단으로서 청정생산을 보급하기 위한 정책적 노력을 강화하고 있으며, 다양한 사례분석과 기업에 대한 청정생산 지원 프로그램이 확산되고 있다.

우리나라에서도 기업의 자율적 환경관리를 촉진하기 위한 여러 가지 지원제도에 의해 청정생산기술 및 관리체계의 개발 및 보급이 추진되어 왔다. 그럼에도 불구하고 청정생산을 위한 노력이 아직 대기업들 중심으로 한 일부업체에 한정되어 있다. 상공회의소(1997)에 따르면 국내기업의 20.8%만이 청정생산공정으로의 변경필요성에 대해 긍정적으로 생각하고 있다. 중소기업의 현실은 훨씬 열악하여 청정생산에 대한 정보입수경험업체의 비중이 33.6%에 불과한 형편이다 (장기복 외, 1998). 더욱이 청정기술분야의 우리나라 수준은 선진국의 10-30%에 불과한 것으로 조사되어 문제의 심각성을 잘 나타낸다.¹⁾

환경규제기준의 강화와 국내외적인 압력에 따라 우리나라 전체 산업계의 연간 환경비용지출은 '92년 1조7,958억원에서 '95년에 2조 8,912억원으로, '97년에는 3조4,627억원으로 급속히 증가고 있는 것으로 추정되고 있다 (대한상의, 1997. 5.; 한국은행, 1998). 반면에 각종

1) 신동식(1996)에서는 청정생산기술분야의 우리나라 기술수준은 선진국의 10% 정도에 불과한 것으로 추정하고 있고 한국과학기술연구원(1997)에서는 20-30% 수준으로 평가하고 있다.

대기오염과 수질오염사고는 아직도 국민의 삶의 질을 위협하고 있다. 전국의 오존오염도 단기환경기준 초과회수는 '95년 33회에서 '97년에는 486회로 급증하였고 이산화질소의 경우에도 '95년 16회에서 '97년 158로 10배 가까이 증가하였다. 이와 같은 대기오염이 유발하는 호흡기질환에 따른 사회적 비용만 해도 '96년에 7조7천억원에 달해 GDP의 1.9%에 이르는 것으로 추정되고 있다(김용건 외, 1997a). 이러한 수치는 청정생산방식의 구축을 통한 비용절감과 환경오염문제 해결의 필요성을 나타내는 것이라 하겠다. 본 연구는 국내의외의 청정생산 구축노력을 조사하고 성공요인을 분석함으로써 향후 정책방향에 대한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구의 범위 및 추진방법

본 연구는 청정생산의 개념과 실행기법, 청정생산 구축축진을 위한 정부의 정책수단, 외국의 관련정책환경을 조사하고 이를 통한 시사점과 향후 정책방향을 제시하는 것이 주요내용이다. 먼저 제II장에서는 다양하게 제시되고 있는 청정생산의 개념과 이를 구성하는 여러 가지 요인을 살펴봄으로써 청정생산의 개념적 기초를 정리하고 있다. 제III장에서는 기업차원에서 청정생산을 구축하기 위해 활용할 수 있는 방법들과 함께 정부의 촉진정책수단들을 살펴보도록 한다. 제IV장에서는 주요 선진국과 개도국이 지금까지 추진해온 청정생산 구축노력을 정부시책을 중심으로 조사, 정리하고 있다. 제V장은 청정생산과 관련된 우리나라 기업 및 정부정책의 현황과 함께 본 연구에서 조사한 각국의 사례로부터의 시사점과 향후 정책방향을 제시하고 있다. 마지막으로 부록에서는 세계각국의 기업체에 있어서 청정생산 구축 추진사례들을 수집·정리하였으며, 이를 통한 시사점과 경제성 관련 자료는 제V장에 간략히 정리하였다.

본 연구에서는 광범위한 문헌조사와 함께, 전문가 면접조사, 기업체에 대한 설문조사결과를 분석하였으며, UNEP의 ICPIC, US DOD의 청정기술사례집 등 다양한 DB의 사례정보와 함께 인터넷을 통한 정보검색을 적극적으로 활용하였다. 특히, 본 연구원에서 주관한 제5차 UNEP 청정생산 고위급 국제회의의 개최과정에서 참여 전문가와의 면담결과와 논문발표 및 토론내용을 반영함으로써 최근의 논의동향을 정리하고자 노력하였다.

II. 청정생산의 개념

1. 청정생산의 개념

1.1 청정생산과 청정기술

청정생산(cleaner production)의 개념 확산을 주도하고 있는 UNEP IE에서는 청정생산의 개념을 “인간과 환경에 대한 위험을 최소화하고 에코효율성을 높이기 위하여 서비스, 공정, 제품에 대한 종합적이고 예방적인 환경전략을 지속적으로 적용해가는 것²⁾”으로 정의하고 있다. 구체적으로 ① 생산공정에 있어서 원재료와 에너지의 절약, 유독물질 사용량의 감소, 오염물질과 폐기물 발생량의 최소화를 도모하고, 또한 ② 서비스 부문에 있어서도 환경친화적인 서비스의 설계와 제공을 포함한다. ③ 제품과 관련하여서는 원재료의 채취에서 최종 폐기단계까지 전과정에 걸쳐서 부정적 영향을 줄이는 것이다. 이는 사후처리를 위주로 하였던 과거의 생산방식에서 탈피하여, 제품설계 및 생산단계에서부터 오염물질의 발생을 사전에 예방하고 원자재와 에너지의 사용을 최소화함으로써 환경보전과 원가절감을 동시에 추구하는 Win-Win전략의 개념이다.

이와 같이 청정생산의 개념은 에코효율성, 오염예방, 지속적 개선, 전과정접근, 폐기물최소화, 환경친화적 제품설계(DfE)등 다양한 접근방법을 포괄하고 있다. 특히 오염예방, 에코효율성, DfE 등은 청정생산과 유사한 독립적 개념으로 사용되기도 하며, 지속적 개선, 전과정접근 등의 개념은 청정생산이란 개념의 기초를 형성하는 사고의

2) "The continuous application of an integrated preventive environmental strategy to processes, products and services to increase eco-efficiency and reduce risks for humans and the environment" (UNEP IE, 1996)

틀로 이해될 수 있다. 이러한 개념들에 대해서는 2절에서 보다 상세하게 검토하도록 한다.

청정기술(Cleaner Technology)은 청정생산을 위하여 구체적으로 적용되는 기술을 말하는 것으로서 사후처리기술(Clean-up Technology)과 대비되는 개념이다.³⁾ 이는 생산공정에서 환경오염을 제거하거나 감축하기 위한 기술 및 환경친화적인 제품을 생산하기 위한 기술을 포함한다. 원료부터 제품생산까지의 전과정에서 에너지 및 자원사용과 환경오염을 최소화할 수 있는 총비용 측면에서의 경제적인 기술로서 사후처리기술과는 달리 사전예방적인 기술이다. 이는 자원을 덜 사용하고 환경에 피해를 덜 주면서도 경제적으로 경쟁력이 있으며 인류에게 이익을 제공하는 수단으로서의 의미를 갖는다. 청정기술은 혁신적인 신기술뿐만 아니라 실제 공정에 적용되어 환경오염을 줄이고 상품의 생산성을 높이는 작은 노력들을 강조하는 개념이다.

1.2 사후오염관리와 청정생산

환경보호에 관한 전통적인 관점은 폐기물과 배출물이 발생된 후 어떻게 할 것인가에 초점이 맞추어져 있었다. 청정생산의 초점은 발생단계에서 오염물질 발생을 억제함으로써 비용과 위험을 줄이고 새로운 사업기회를 모색하는 것이다. 청정생산은 공정과 생산, 제품, 그리고 서비스 공급을 위한 가장 효율적인 방법에 대한 고민으로부터 시작되며, 폐기물과 오염물질배출, 환경적·보건적 위험과 이에 따른 비용을 감소시키고 재활용과 새로운 시장의 개척으로 또다른 이득을

3) 환경기술은 과거의 오염에 따른 피해를 치료하거나 원상태로 복구시키는 "복구 및 치료기술(Remediation)", 배출구(end-of-pipe)에서 배출되는 오염물질을 처리하는 처리기술(Clean-up Technology), 그리고 오염물질의 발생을 원천에서부터 줄이는 청정기술(Cleaner Technology)의 세가지 종류로 구분될 수 있다.

취하려는 시도이다. 청정생산방식과 사후오염관리의 주요 차이점을 요약하면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 사후오염관리와 청정생산방식의 차이점

사후오염관리	청정생산
여과나 폐기물처리장치 이용	오염물질의 발생시점에서 종합적으로 관리
제품 및 공정이 개발되고 환경문제가 발생한 후에 오염관리가 평가됨	오염예방이 제품 및 공정개발 과정에 핵심적 부분임.
오염관리나 환경개선노력이 기업의 원가요인으로 인식됨	오염물질 및 폐기물이 잠재적 자원으로 인식되며, 유용한 제품 및 부산품으로 전환됨.
환경문제의 해결을 외부의 환경전문가에 의존	환경문제의 해결을 전 사원의 책임으로 인식
환경개선이 기술이나 기법에 의존	환경개선에 기술적·비기술적 기법을 동원
환경개선목표를 주어진 환경기준의 만족에 둠.	환경개선과정이 점차 강화되는 기준의 지속적 준수 및 사전대비를 목표로 함.
품질의 결정요인은 소비자의 욕구만족	품질의 기준이 소비자의 욕구만족 및 건강 및 환경위해성의 최소화에 있음

2. 청정생산 관련 개념

앞에서 살펴본 바와 같이 청정생산은 여러 가지 다른 개념들을 포괄하고 있다. 하지만 청정생산에 관련되어 있는 개념들은 청정생산의 개념을 구성하는 일부분으로서 사용되기보다는 독립적인 개념으

로 활용되는 경우가 많다. 특히 대부분의 관련개념이 특정기관의 환경운동이나 프로그램의 제목이나 표어로서 사용되고 있으며, 그 자체로 청정생산과 양립하는 개념적 독립성을 추구하고 있다. 아래에서는 이처럼 청정생산과 관련된 개념들에 대하여 보다 상세히 살펴봄으로써 청정생산의 개념에 대한 이해를 돕고자 한다.

2.1 에코효율성

"에코효율성(Eco-efficiency)" 혹은 "생태경제효율성"의 개념은 1992년 WBCSD의 보고서 "Changing Course"에서 제시된 것으로 1993년 11월에 열린 제1회 "Antwerp Workshop on Eco-efficiency"에서 구체화되었는데 "지구의 자정능력을 넘지 않도록 전과정에 걸친 생태계에의 영향과 자원의 사용을 줄이면서 인류의 욕구를 충족시키고 삶의 질을 향상시키는 제품과 서비스를 경쟁적 가격을 통해 제공함으로써 달성할 수 있는 상태⁴⁾"로 정의된다. 이는 통상적인 효율성(efficiency) 개념의 일종이라기 보다는 이루고자 하는 바람직한 상태에 대한 표현이라고 볼 수 있다. 청정생산에 대한 UNEP의 활동과 에코효율성에 대한 WBCSD의 노력은 서로 독립되어 진행되어 왔으나 두 가지 개념의 상호연계성과 보완성을 인식함에 따라 UNEP의 청정생산에 대한 정의에도 에코효율성의 개념이 포함되게 되었다.

WBCSD는 에코효율성의 달성을 위한 성공요인(success factor)으로 다음의 7가지를 제시하고 있다.

- ① 상품과 서비스의 물질 사용(material intensity)을 감소시킨다.

4) "as being reached by the delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life cycle, to a level at least in line with the earth's estimated carrying capacity"

- ② 상품과 서비스의 에너지 사용(energy intensity)을 감소시킨다.
- ③ 유해물질의 확산(toxic dispersion)을 감소시킨다.
- ④ 물질의 재활용(material recyclability)을 증대시킨다.
- ⑤ 재생가능자원의 지속가능한 사용(sustainable use)을 최대화한다.
- ⑥ 물질의 내구성(material durability)을 늘인다.
- ⑦ 상품과 서비스의 서비스 의존도(service intensity)를 향상시킨다.

에코효율성은 기본적으로 경제적 효율성에서 출발하여 환경적 이익을 고려하는 개념으로서 청정생산이 환경적 효율성에서 출발하여 경제적 이익을 포함하는 개념이라는 점에서 두 가지 개념의 차이를 표현하기도 한다.

2.2 오염예방

"오염예방(Pollution Prevention: P2)"은 1975년 3M이 Pollution Prevention Pays(3P) 프로그램을 추진한 것을 계기로 거론되었으며 1988년 미환경청 (US EPA)이 오염예방국(Pollution Prevention Office)를 설립하면서 본격적으로 논의되었다.

미국에서 1990년 제정된 오염예방법(Pollution Prevention Act)에 따르면 오염예방이란 "재활용이나 처리, 폐기단계 이전에 유해물질, 오염물질등을 줄이는 방법⁵⁾"으로 정의함으로써 발생량 감소(source reduction)의 개념으로 파악하고 있다. 하지만 실제 오염예방의 개념을 활용하는 다양한 프로그램들에서는 발생원 감량뿐만 아니라 재활용 등을 통해 폐기물 및 오염물질의 발생량을 줄이거나 없애는 것을

5) "any practice which reduces the amount of any hazardous substance, pollutant, or contaminant entering any waste stream or otherwise released into the environment (including fugitive emissions) prior to recycling, treatment and disposal"

포함하는 것으로 인식하고 있다. 따라서 오염예방과 청정생산을 구별하는 것은 현실적으로 큰 의미가 없는 것으로 판단된다. 유럽지역에서 청정생산이란 용어를 상용하는 반면 미국에서는 오염예방이란 용어를 자주 사용하고 있다.

2.3 폐기물 최소화

OECD에서는 폐기물 최소화(Waste Minimisation)의 실용적 개념을 “폐기물 발생의 예방 및 감소, 발생된 폐기물의 질 향상, 위험의 감소, 재이용·재활용·회수의 증진⁶⁾”이라고 정의하고 있다. 하지만 이에 대해서는 국가 간의 이견이 많은 상태여서 완전히 합의된 개념이라 볼 수는 없다. 특히, 폐기물 발생의 예방 및 감소가 가장 우선적 개념이라는 데는 대부분 동의하면서도 재이용, 재활용이나 회수의 우선순위나 소각의 역할에 대해서는 아직도 개념정립이 진행중이다.⁷⁾ 폐기물최소화가 청정생산에서 중요한 의미를 갖는다는 점은 분명하지만 폐기물최소화의 대안으로 안전매립과 같은 사후처리방법이 포함된다는 점에서 작은 차이는 존재하는 것으로 판단된다.

6) "preventing and/or reducing the generation of waste, improving the quality of waste generated, including reduction of hazard, and encouraging re-use, recycling and recovery"

7) OECD에서 수행한 설문조사에 따르면 국가마다 폐기물 최소화를 위한 대안들간에 다양한 우선순위를 부여하고 있는 것으로 나타났다. 대부분의 국가에서 재활용이나 회수보다는 발생의 예방 및 감소를 우선시하지만 일본의 경우에는 동등한 우선순위를 부여하고 있다. 10개의 국가에서 외부재활용(off-site recycling)보다 내부재활용(on-site recycling)을 우선시하는 반면 7개의 국가에서는 동일시하고 있다. 또한 물질재활용이 에너지회수에 우선하며, 매립보다는 회수나 재활용이 우선시되고 있다.

2.4 전과정평가(LCA)

유럽환경청(European Environment Agency)에 따르면 “전과정 평가(Life Cycle Assessment: LCA)”란 “생산시스템의 전과정에 걸친 투입, 산출, 환경적 영향의 수집 및 평가⁸⁾”로 정의된다. LCA는 원료의 채취에서부터 생산, 판매, 이용, 폐기, 재활용 등 제품 및 생산과정의 전과정에 걸쳐서 환경영향을 조사, 평가하는 방법론이자 사고의 틀이다. 이는 제품의 개선 및 신제품 개발, 전략적 경영, 마케팅, 에코라벨링, 녹색구매(Green Purchasing), 폐기물관리 등과 같은 정부정책등 다양한 영역에 적용되고 있다.

LCA는 환경문제를 바라보는 하나의 시각임과 동시에 환경문제와 관련된 의사결정을 지원하는 분석기법이기도 하다. 또한 분석의 깊이에 따라 다양한 수준의 LCA개념이 사용되고 있는데, 개념적(conceptual) LCA에서부터 개략적(streamlined) LCA, 부분적(partial) LCA, 전과정리뷰, 간략화된(simplified) LCA, 전과정사고, 상세(detailed) LCA, LCA기법 등 다양한 용어들이 사용되고 있다. 이들 간의 구분은 명료하지 않으며, 생산주기상의 모든 단계를 고려하고 모든 투입 및 산출물을 포함한다는 면에서 공통점을 갖는다.

LCA는 어떤 제품이 환경친화적이라고 판단할 수 있는 절대적 평가방법이라기 보다는 몇 가지 제품들간에 어느 것이 더 환경친화적인가를 비교할 수 있는 상대적 평가방법이다. 따라서 청정생산을 위한 대안들간에 우선순위를 평가하는데 유용한 방법론이라 할 수 있다. LCA적 사고에 입각한 제품 및 서비스의 설계는 청정생산의 핵심적 구성요소일 뿐만 아니라 과거의 사후처리 중심의 오염관리에 서 탈피한 진보적 환경관리를 위해 반드시 고려되어야 하는 기초개념이라 할 수 있다. 특히 LCA는 청정생산을 위한 방법론으로서 청

8) "compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts of a product system through its life cycle"

정생산 기획의 파악, 대안간의 평가 등에 있어서 광범위하게 활용되는 기법이기도 하다. 아래에서는 LCA를 구성하는 목표 및 범위설정, 목록분석, 영향평가 및 해석의 네 가지 단계에 대해 개략적으로 살펴 보도록 한다.

2.4.1 목표 및 범위설정

LCA의 수행은 먼저 LCA를 통해 얻고자 하는 목표를 설정하는 것으로부터 출발한다. 이는 LCA의 적용분야와 밀접하게 관련되는데, 동일한 기능을 갖는 몇 가지 제품간의 비교, 기존 제품보다 환경성이 우수한 제품의 개발, 에코라벨링의 부여를 위한 기준의 개발 등을 예로 들 수 있다.

목표가 설정된 다음에는 LCA에 포함되어야 하는 생산시스템 혹은 공정의 범위, 기능단위(functional unit), 데이터 품질 및 최종보고서의 사양 및 보고대상 등이 결정되어야 한다. LCA는 반복적 과정이므로 분석의 범위는 분석과정에서 필요에 따라 변경될 수 있다.

2.4.2 목록분석

목록분석(inventory analysis)은 데이터의 수집, 계산, 일정한 기준에 따른 정량화, 합산, 시스템별 할당 등을 포함한다.

2.4.3 영향평가

영향평가(impact assessment)는 먼저 고려하고자 하는 환경문제의 유형을 설정하는 것으로부터 출발한다. 예를 들어 고갈성 자원, 재생에너지, 토지이용, 지구온난화, 오존층파괴, 산성비, 부영양화, 독성물질, 발암성물질, 작업환경 등이 분석대상으로 결정될 수 있다. 다음에는 목록분석에서 얻어진 자료들이 이들 환경문제 중 어느 분야와 관련되는지에 따라 데이터를 분류하는 작업이 필요하다. 다음에는 각 환경문제별로 관련된 여러가지 유형의 데이터를 일정한 기준에

따라 일관성 있는 계량적 기준으로 변환하여 합산하는 과정이 필요하다. 마지막으로 각 문제별로 종합된 지표들을 모든 환경문제에 대하여 합산함으로써 종합적인 지표를 생산한다. 이러한 합산과정은 객관적이고 보편화된 방법론이 존재하지 않으며 LCA에서 가장 어려운 작업이기도 하다. 여러가지 대안들이 개발되고 있지만 결국은 분석자의 전문적 식견에 따를 수 밖에 없다.

특히 개별 환경문제에 대해서는 여러가지 관련 데이터를 해당 오염문제의 관점에서 계량적으로 종합할 수 있지만 서로 다른 오염문제간에 가중치를 부여하여 합산한다는 것은 매우 어렵다. 예를 들어 지구온난화라는 하나의 오염문제와 관련된 여러가지 오염물질(이산화탄소, 메탄, CFC 등)은 IPCC에서 개발한 온난화지수(Global Warming Potential Index)를 사용하여 하나의 단위로 합산하여 표현하는 것이 비록 과학적 불확실성에도 불구하고 상당한 설득력을 갖지만 지구온난화와 산성비, 그리고 부영양화와 스모그 등 다양한 환경문제간에 어떤 가중치를 부여한다는 것은 현재로서는 매우 어려운 작업임이 틀림없다. 그럼에도 불구하고 여러 제품간에 LCA를 통한 비교분석을 완성하기 위해서는 단일한 비교기준이 필요하며 이를 위해 여러가지 방법론이 개발, 적용되고 있다. 몇 가지 방법론을 소개하면 다음과 같다.

- ▶ 대안적 지수(Proxy) 방법: 에너지소비량, MIPS, 물질사용량, 공간이용량 등 간편하게 구할 수 있는 지수중 하나를 가중치로서 사용한다.
- ▶ 기술적 접근(Technology abatement approach): 저감기술을 이용한 환경부하의 삭감가능성에 따라 가중치를 부여한다.
- ▶ 금전적가치화(Monetarisation): 환경개선에 대한 소비자의 지불의사 등을 화폐적 가치로 평가하여 이에 따라 가중치를 부여한다.
- ▶ 목표 및 기준에 근거한 비교: 법적인 배출허용기준이나 환경의 질에 대한 정책적 목표 및 기타 바람직한 도달목표를 설정하고

이로부터의 이탈 혹은 초과달성정도에 따라 가중치를 부여한다.

- ▶ 의견수렴: 소비자, 환경단체, 전문가, 정부 및 국제기구로부터 일정수의 대표자가 참여하는 위원회를 통해 가중치를 도출하는 방법이다. 설문지, 델파이법, 계층화 의사결정기법(Analytical Hierarchical Process: AHP) 등이 활용될 수 있다.

2.4.4 해석

해석과정(interpretation)은 먼저 중요한 환경문제를 추출하여 해당 문제별로 LCA결과를 평가한다. 그리고 전반적인 결론과 함께 권고사항을 제시한다. 이 과정에서는 분석결과에 대한 엄격한 검증과정과 대외발표에 따른 파급효과에 대한 검토가 신중하게 이루어져야 하며, 특히 데이터의 신뢰성 및 과학적 불확실성에 따른 오류가능성, 여러가지 여건변화와 가정의 변경을 고려한 감도분석(sensitivity analysis)을 통하여 분석결과가 보완될 필요가 있다.

2.5 환경친화적 설계

환경친화적 설계(Design for Environment: DfE) 혹은 에코디자인(Eco-design)이란 제품의 전과정을 통해 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화시킬수 있도록 환경을 고려하여 제품을 설계하는 것을 의미한다. 제품에 사용되는 원료, 제조과정, 폐기물 흐름 등에 따른 환경적 특성이 상당부분 설계단계에서 결정되므로 DfE의 중요성은 매우 크다. DfE는 폐기물을 감소시키는 동시에 재활용, 재사용, 재제조가 가능한 설계를 통해 제품의 전과정이 순환 고리(closed loop)를 형성하도록 하는 데 초점을 맞추고 있다.

DfE의 내용은 적용하는 기업마다 많은 차이점을 나타내고 있는데, WICE(World Industry Council for the Environment)에서는 다양한 DfE간의 공통점을 다음과 같이 요약하고 있다.

- ▶ 물질선택: 유해화학물질사용의 최소화, 재활용물질의 사용, 내구성이 높은 물질의 사용, 물질사용의 회피
- ▶ 생산과정: 폐기물, 에너지소비, 유독성 화학물질사용의 감소
- ▶ 제품이용: 에너지효율, 오염물질배출 및 폐기물 감소, 포장최소화
- ▶ 재활용 및 재이용을 위한 설계: 재생원료의 사용, 용이한 분해, 사용물질의 단순화, 제품의 단순화(부품수 감소), 제품의 표준화
- ▶ 제품 및 부품의 수명기간 연장: 재생산(remanufacture), Upgrade 가능제품, 유지 및 보수에 필요한 부품의 제공
- ▶ 안전한 처리

DfE는 제품의 전과정을 통한 환경적 성과를 최대화하고자 하는 것으로서 LCA와 밀접한 관계에 있으며, 에너지효율을 제고하고자 하는 청정생산, 에코효율성과도 관련되는 개념이다. DfE의 개념은 미국의 DfE 프로그램, 스칸디나비아의 NEP(Nordic project on Environmentally Sound Product development) 프로젝트, 일본과 네델란드의 Eco-Design 프로그램, 덴마크의 EDIP 프로젝트 등에 적용되고 있다.

2.6 제로에미션

제로에미션(Zero emission)의 개념은 UN대학에서 적극적으로 개발되고 있는 개념으로서 “산업계에서 생산활동의 결과 배출된 폐기물을 제로로 하여, 순환형 산업시스템을 목표로 하는 것으로, 전산업의 제조과정을 재편성함으로써 새로운 산업집단을 구축하도록 하는 것”으로 정의된다.⁹⁾ 1996년 UN대학 고등연구소를 중심으로 설립된 ZERI(Zero Emissions Research Initiative)에서는 불량을 제로(Zero

9) 1998년 일본 국립 공중위생원 특별과정 조사연구 보고서, 이동훈(1998)에서 재인용

defects; TQM), 재고율 제로(Zero inventory; Just-in-time), 태만 제로(Zero defections; Total customer loyalty), 갈등 제로(Zero conflicts; Consensus decision making)와 함께 제로에미션을 다섯가지 제로개념의 하나로 연구하고 있다. ZERI의 제로에미션의 핵심내용은 다음과 같다.

- ▶ 완전한 사용(Total throughput): 모든 투입물이 완전 이용되도록 한다.
- ▶ 산출-투입모형(output-input model): 경제학자들에 의해 개발된 input/output table에서 탈피하여 생산되는 제품은 물론 발생되는 폐기물이 다시 생산과정에 투입되어야 한다는 의미의 '산출=투입' 개념이다.
- ▶ 산업의 집단화(Clustering of industries): 과거에 서로 무관한 것으로 인식되어 왔던 다양한 산업체들의 상호연계성을 발견하고 이들을 집단화함으로써 폐기물 교환, 재활용 등을 통해 생산성을 높인다. 이는 최근 기업경영에서 강조되고 있는 축소지향(downsizing)과 달리 상호연계성이 큰 산업체를 대규모의 단일 집단화하는 UpSizing의 개념으로 평가된다.
- ▶ 기술혁신(Breakthrough technologies): 현재의 기술과 지식이 산출물과 투입물의 경제적 결합(economical coupling of outputs and inputs)을 효과적으로 달성하기 어려운 경우 이를 가능하게 하는 혁신적 기술과 시스템설계노력이 추진되어야 한다.
- ▶ 산업정책(Industrial policy): 산업집단의 개발과 기술개발의 추진은 적절한 정부정책의 설계와 연계되어야 한다.
- ▶ 세계정보경제(Global information economy): 급속한 인터넷의 확산은 정보의 확산을 위한 획기적인 기회로 다가오고 있다. 인터넷을 위한 제로에미션 개념의 확산과 정보교류를 위해 ZERI는 "http://zeri.org"라는 웹사이트를 개설하고 있다.

이와 같은 여섯 가지 개념적 요소와 함께 총생산성(Total productivity)이 평가되어야 한다. 총생산성은 노동과 자본에 한정되어 왔던 과거의 생산성에 원자재의 생산성(productivity of raw materials)을 포함하는 확장된 개념이다. 이는 현재 원자재중 최종적으로 이용되는 부분은 10%에도 못미치며 따라서 이는 엄청난 개선 잠재력을 갖고 있다는 인식에 기초한다. 현재 UN대학에서는 제로에미션 개념의 확산을 위해 매년 전세계적 대회를 개최하고 있다. 1995년 동경에서 개최된 이래 미국, 인도네시아, 나미비아에서 개최되었으며, 제5차 대회는 콜롬비아에서 1999년 10월 개최될 예정이다. 또한 포상제도(ZERI award)와 함께 전국적인 네트워크를 운영하고 있다.

1997년 8월 UNU대학의 IAS(Institute of Advanced Studies), EC, European Telework Development Initiative, OECD 환경국에 의해 공동 후원으로 개최된 제로에미션에 관한 Internet Conference에서는 청정생산과 제로에미션을 포괄하는 다음과 같은 '산업오염예방에 대한 3단계 진화적 방법론(evolutionary approach)'이 제시되었다.

- ① 사후오염관리(End-of-pipe pollution control): 폐기물과 배출이 발생된 후에 처리
- ② 청정생산(Cleaner Production): 인간과 환경에 대한 위험을 최소화하고 효율성을 높이기 위하여 서비스, 공정, 제품에 대한 종합적이고 예방적인 환경전략을 지속적으로 적용해가는 것
- ③ 제품-서비스 변환(Product-to-Service Transformation): 최종소비자에 대한 부과금의 사용과 함께, 생산기술 및 접근방식을 변경함으로써 개인 및 사회가 투입 및 자원소비를 크게 줄일 수 있도록 산업을 이끌어 가는 것

제로에미션은 단계 ③에 해당하는 개념으로써 자원의 채취, 처리, 소비의 지속적인 증가가 지구의 지속가능성에 배치된다는 인식에 기초하고 있다는 점에서 청정생산과 차별화된다. 이는 경제성장이 장

기적으로 물질소비의 증가로부터 해방되어야 한다는 의미를 갖는 것으로서 폐기물과 오염을 최소화한다는 개념에서 더 나아가 투입된 자원에 대한 부가가치의 최대화라는 목표를 제시하는 것이다. 이를 달성하기 위해서는 원자재의 채취, 처리의 감소와 물질순환의 점진적 폐쇄(gradual closure of materials cycle) 뿐만 아니라, 제품과 서비스의 물질·에너지 의존도와 함께 유독물질의 확산을 최소화 하여야 한다. 동시에 물질의 재활용성을 증진하고, 재생가능자원의 지속가능한 사용을 최대화하며, 제품의 내구성과 제품 및 서비스의 서비스 의존도(service intensity)를 확대해 나가는 것을 포함한다. 이러한 노력을 촉진하기 위해서는 에너지 가격의 인상과 같은 정부정책이 뒷받침되어야 하며, 제품의 탈물질화(dematerialization), 내구재의 수명가치 증대, 운영효율성을 제고하기 위한 재설계(redesign), 재사용(reuse)·재조건화(reconditioning)·재생산(remanufacturing)을 통한 자산가치의 회수(recovery) 등을 통해 환경보전과 비용절감을 동시에 달성할 수 있다.¹⁰⁾

3. 산업생태학

최근 관심이 고조되고 있는 산업생태학(industrial ecology)의 개념은 아직까지도 정립단계에 있다. 산업생태시스템(industrial ecosystem)이란 개별 제조과정에서 원자재를 사용하고 상품 및 폐기물을 발생시키는 전통적인 산업활동의 개념과 달리, 에너지와 물질의 사용을 최적화하고 한 공정에서의 폐기물이 다른 공정에서의 원자재로 사용될 수 있도록 하는 통합시스템(integrated system)의 개념이다.

10) B. Barrett, "Contribution by the United Nations University/Institute of Advanced Studies", UNEP Fifth International High-level Seminar on Cleaner Production, Phoenix Park, Republic of Korea, 1998.

산업생태학은 Ayres(1989)의 산업물질대사(Industrial Metabolism)에 관한 연구를 계기로 시작되었다. Tibbs(1992)는 산업생태학을 “마치 산업이 자연의 생태시스템과 조화를 이루는 일련의 인위적인 생태시스템인 것처럼 산업의 인프라를 설계하는 것”으로, 그리고 Frosch(1995)는 “물질과 에너지를 보존하고 환경을 보호하기 위해 물질순환루프를 효과적으로 폐쇄하는 것”으로 정의하고 있다. 이 외에도 산업생태학에 대한 정의는 다양하지만 산업생태학을 통해 달성하려는 목적은 비교적 명확하다. 대개의 산업생태학자들은 자원이용을 극대화하고 동시에 환경에 대한 영향을 극소화하기 위해 현재와 같이 자원을 추출하고 결국은 버리게 되는 직선적인(Linear) 산업시스템을 탈피하여 자연생태계를 모델로 한 ‘폐쇄적인 생산루프시스템(Closed-loop System)’, 혹은 자원이용의 순환구조를 만드는 것이 산업생태학의 주목적이라고 보고 있는 것이다. (최정석, 1998)

청정생산의 주목적이 오염예방과 위험감소인 반면에 산업생태학의 주목적은 자원흐름의 최적화와 지속가능성의 촉진이다. 청정생산이 개별 기업에 초점을 두고 있는 반면 산업생태학에서는 통합시스템의 개념에 입각하여 업체간 네트워크에 주안점을 두고 있다. 실행 기법상에서도 청정생산은 전과정평가(LCA), 물질회계(materials accounting), 폐기물 감사(waste audits), 총원가회계(full cost accounting) 등인데 반해 산업생태학은 생애주기평가, 물질회계와 함께 DfE, 산업물질대사, 산업생태시스템(Industrial Ecosystem), 동적 투입산출모형(Dynamic Input-Output Model) 등을 주된 기법으로 사용한다. 두 가지 개념의 차이로 재활용(recycling)의 역할도 차이를 보이게 되는데, 청정생산에서는 재활용이 주로 공정내에서 의미를 갖는 반면 산업생태학에서는 기업간 그리고 공장 외에서도 중요한 역할을 하게 된다. 생태산업단지 혹은 생태공단(Eco-industrial Park)이란 자원을 보존하고 생산, 물질, 에너지, 보험 및 처리비용과 책임을 줄이며, 운영효율, 품질, 작업환경과 공공이미지를 높이고, 폐기물의

사용과 판매에 따른 이익창출의 기회를 제공하는 산업시스템으로서 산업생태적 접근방식의 핵심적 개념이다. 이는 에너지와 원료의 사용, 폐기물을 최소화하고 지속가능한 경제/생태/사회관계를 구축하기 위해 물질과 에너지의 계획적 교환체계를 갖는 산업시스템이다.

물질교환, 에너지와 수자원의 단계적 재활용(Cascading), 회수 및 재활용 등에 의한 산업공생(symbiosis)관계의 예는 많이 볼 수 있지만 다차원적인 산업생태시스템의 예는 아직 흔하지 않다. 미국에서는 EPA와 대통령직속 지속개발위원회의 지원에 따라 몇 개의 생태공단 추진사업이 진행되고 있으며, 캐나다에서도 전국에 걸친 생태공단 조성노력이 추진되고 있다. 캐나다 온타리오의 사르니아에서는 정유공장, 합성고무공장, 석유화학공장과 스팀발전소 간의 공생관계가 점차 다른 분야로 확대되고 있으며, 브루스에너지센타에서는 온타리오수력의 원자력발전소를 중심으로 이로부터 발생하는 폐열과 스팀을 이용하는 단지가 조성되었다.¹¹⁾

오염예방, 청정생산, 산업생태학 등 다양한 개념은 구분하기 애매하고 서로 중첩되는 부분이 많다. 하지만 오염예방이 청정생산에 비해 원천에서의 예방적 사고를 특히 강조한다는 점과 산업생태학이 외부재활용을 추가적으로 중시한다는 점은 중요한 차이점이다. 따라서 오염예방이 현장관리의 개선(better housekeeping), 원료대체, 공정변경, 제품설계 등의 실행수단들을 포함하는 예방적 관점의 개념이고, 청정생산은 내부재활용을 명시적으로 포함하며, 산업생태학은 외부재활용의 중요성을 강조하는 개념으로 보는 것이 타당하다고 판단된다. 이 경우 청정생산은 오염예방보다 넓고 산업생태학보다 좁은 중간수준의 개념으로 볼 수 있다. 하지만 청정생산의 범위에서 외부재활용을 배제할 특별한 이유는 없다는 판단에서 본 보고서에서는 청정생산의 개념에 외부재활용을 포함하는 넓은 의미로 인식하도록 한다.¹²⁾

11) 가장 모범적인 생태공단 사례인 덴마크의 칼룬버그 공단의 개요는 부록의 생태공단 사례 참조

〈표 II-2〉 산업생태학에서의 제품설계원칙과 사례

(A) 물질대사 경로관리(Controlling metabolic pathways) 산업물질대사(industrial metabolism) 경로의 이해와 표현 오염예방(P2)과 환경친화적 생산(Environmental clean manufacturing: ECM) 유해물질 사용의 감소 On-line production (AT&T) 사후오염관리 및 폐기물관리
(B) Loop-closing 재사용(Reuse) Remanufacturing(Demanufacturing) Asset management (Xerox), Asset Recycling (Nortel), Inverse-Manufacturing (일본) End-of-life product materials recycling 제품포장 재활용 EPR(독일, 네델란드) 회수(Recovering), 재이용을 위한 부산물 설계 통합산업단지(산업공생: industrial symbiosis) Kalundborg 산업단지(덴마크) 에코타운 (일본)
(C) 탈물질화(Dematerialization) Selling function rather than consumption Telecommuting, paperless office, information society 제품연장(Product prolongation) 경량화(Light-weighting), 재활용품 사용
(D) 체계적 에너지 사용 에너지 소비의 최소화 에너지 캐스케이드(Energy cascades) 재생에너지 이용

자료원) J. Ehrenfeld(1997) 수정, 보완

- 12) 오스트리아에서 실시된 Ecoprofit-Styria-Prepare 프로젝트의 사례분석 (Fresner, 1998)에 따르면 청정생산수단중 가장 큰 경제적 이익이 발생하는 분야는 외부재활용(52%)이며, 공정변경(26%), 내부재활용(11%), 원료대체(6%), 현장관리개선(5%)의 순인것으로 조사되었다. 제안된 대안의 실현가능성에 있어서도 외부재활용이 67%로서 가장 높았으며, 다른 수단들은 40-60%의 성공가능성을 나타냈다. 제안된 대안이 실행되지 않는 원인으로는 기술적 문제가 48%로 가장 높았고, 시간적 제약(25%), 경제성 결여(16%) 등의 순으로 조사되었다. 중소기업에 있어서 가장 현실적인 청정생산 수단은 정리정돈과 같은 현장관리의 개선인 것으로 평가되었다.

<표 II-3> 청정생산을 위한 실행수단

청정생산 실행방안	사 례
현장관리 개선	- 정리정돈 - 공정의 작동조건, 보수일정 최적화 - 원료의 유출, 낭비를 줄인다. - 에너지 절약, 이면지 사용 - 수송량이 최소화되도록 장비의 위치를 조정
원료대체	- 청정원료로의 전환, 재활용 재료의 사용 - 포장폐기물을 고려한 구입 의사결정 - 원료 및 부품조달업체와의 협력을 통한 전과정 관리
공정변경	- 세척공정 등 시설관리 및 공정의 자동화 - 배관라인 축소
제품설계	- 폐기물 발생이 적고 재활용율이 높은 제품의 설계 - 내구성이 큰 제품의 설계 - 제품보다는 서비스를 판매하자는 개념의 기능설계
내부재활용	- 용수재활용 - 폐기물 분리수거를 통한 재활용 향상
외부재활용	- 생태공단의 조성 - 발전소나 정유공장의 스팀을 지역난방을 위해 공급

III. 청정생산체계 구축을 위한 실행기법 및 정책수단

1. 기업에서의 청정생산 실행기법

기업이 청정생산체계를 구축해 나가기 위해서는 일정한 절차와 분석틀이 필요하다. 기업의 입장에서 청정생산체계를 구축하는 과정은 먼저 ① 무엇이 문제인가를 밝혀내고, ② 해결 대안을 모색하며, ③ 대안들을 비교평가하여 ④ 도출되는 최적의 안을 실행하는 것으로 이해할 수 있다. 이와 같은 절차를 따를 때 각 단계별로 활용할 수 있는 다양한 기법을 소개하도록 한다.¹³⁾

1.1 조사기법

조사기법(Inventory tools)은 무엇이 문제인지를 밝혀내기 위한 사전조사를 위한 방법론이다. 이는 공정 혹은 제품의 환경적 영향을 평가하는 기법으로서 투입과 산출을 모두 고려해야 한다. 조사기법에는 LCI, Product Screening, MET Matrix, Eco Balance, 물질·에너지 균형 등의 종류가 있다.

1.1.1 전과정 목록분석(Life cycle inventory)

전과정 목록분석(LCI)는 제품의 전과정에 걸쳐서 환경적 영향을 파악하는 대표적인 기법이다. 이를 위해서는 먼저 제품의 전과정을 원료채취, 원료처리, 제조, 사용, 폐기 등의 단계로 구분한다. 각각의 단계별로 원료사용량, 에너지사용량, 대기오염, 수질오염, 토양오염,

13) 본 절은 Berkel(1997), Fet(1998), Reijnders(1996) 등을 참고하여 재정리하였음.

폐기물발생량 등을 계량화한다. 물론 소음이나 방사능과 같은 자료도 수집하여야 한다. 마지막으로 모든 단계에서의 자료가 취합됨으로써 전과정에 걸친 제품의 환경적 영향도를 나타낼 수 있다. 이러한 작업은 매우 복잡하고 시간이 길게 소요된다. 일단 이상의 자료가 취합될 수 있다면 이는 개선대안의 도출이나 대안의 평가에 유용하게 이용될 수 있다.

1.1.2 Product Screening

Product Screening은 단순 LCI라 불리기도 하는데, 제품의 환경영향중 가장 핵심적인 부분을 간략히 분석하는 것을 목적으로 한다. 즉, 상세한 전과정 분석 대신에 각 단계별로 중요한 투입물과 산출물을 선택하여 분석의 범위를 제한한다. 따라서 원료채취단계에서도 중요한 투입물에 대해서 분석을 한정하며, 제조단계 이후에 대해서는 이용단계까지 감안하되 최종처리단계는 생략하는 것이 보통이다. 이러한 과정을 통해 심각성이 큰 환경적 효과나 간편하게 얻을 수 있는 데이터를 중심으로 분석함으로써 단기간내에 일차적인 분석이 수행될 수 있으며, 개선대안의 도출이나 평가에 기초자료를 제공하게 된다.

1.1.3 MET Matrix

물질·에너지·독성행렬(MET 행렬)은 제품주기에 대해 투입물과 산출물을 분석함으로써 중요한 환경적 효과를 파악하는 기법이다. MET행렬에 따른 투입-산출모형에서는 ① 자원의 사용과 폐기물의 발생에 따른 물질순환과정(Materials cycle), ② 제품주기의 각 단계별 에너지 사용량(Energy use), ③ 대기, 수질, 토양으로의 유독물질 배출량(Toxic emissions)을 세 개의 범주로 인식하고, ① 원료채취에서 제조단계까지의 생산과정(Production), ② 제품의 사용 및 수리 등을 포함하는 사용과정(Use), ③ 제품의 폐기, 폐기물의 처리 및 폐기를

포함하는 폐기과정(Disposal) 등의 제품주기단계에 따라 정성적으로 분석한다.

1.1.4 Eco Balance

Eco Balance는 LCI와 같이 전과정에 걸친 환경영향 평가기법으로서 LCI가 제품의 기능적 단계에 따라 분석하는 데 반해 기술적 공정에 따라 분석한다는 점에서 다르다. Eco Balance의 첫 단계는 기업을 하나의 블랙박스로 보고 모든 투입물과 산출물을 파악하는 것이다. 그 다음에 전체 공정에 대한 원재료, 에너지 등의 투입물의 환경성과 함께 제품 및 부산물의 소비, 폐기단계에서 발생하는 환경적 영향을 평가한다. 그리고 다양한 투입물과 산출물 및 그에 따른 환경적 영향이 개별 공정별로 어떻게 귀속될 수 있는가를 파악한다. 마지막으로 생산공정에 직접적으로 관련되지 않는 활동과 그로 인한 환경적 영향을 분리하여 할당한다. 이 방법은 모든 생산공정에 걸친 환경영향을 상세하게 분석할 수 있도록 하며, 각 공정별로 환경적 측면에서의 중요성과 개선잠재력을 평가할 수 있도록 한다.

1.1.5 물질·에너지균형

물질·에너지균형(Material and Energy Balance)기법은 공정흐름도에서 구분될 수 있는 각 생산공정별로 투입 혹은 산출되는 물질과 에너지량을 정량적으로 분석하는 것이다. 이 방법은 제조 공정별로 폐기물의 발생과 에너지 사용량을 상세하게 분석함으로써 공정개선을 위한 사전단계로 활용될 수 있다. 하지만 상세한 분석을 위해서는 많은 시간과 노력이 소요되기 때문에 통상 중요한 물질에 한정하여 분석하는 경우가 많으며, 이 경우 물질별 사용량(혹은 폐기물 발생량), 원가, 환경부하의 크기를 기준으로 물질흐름과 공정을 선택하게 된다.

1.2 개선안 도출기법

개선안 도출기법(Improvement tools)은 기존의 공정 혹은 제품에 대하여 환경적으로 우수한 대안을 모색하는 방법으로서 성공사례로부터 추출된 체크리스트가 중요한 역할을 한다. 이에는 생태원칙, 제품개선, 제품개선행렬, 오염예방 체크리스트, 청사진, 벤치마크 등과 같은 방법이 포함된다.

1.2.1 생태원칙과 제품개선

제품의 설계는 전략설정(strategy), 개발(development), 상세설계(specification)의 순서로 진행된다. 각각의 단계별로 개선방안의 도출을 위한 체크리스트도 주안점을 달리해야 한다. 생태원칙(Ecological principles)은 제품의 전략설정과 같은 초기단계에 적합한 개념이다. 생태원칙에는 다음과 같은 사항들이 포함된다.

- ① 기능의 최적화/생태적 효율성
- ② 내구성 향상을 위한 설계
- ③ 재생불가능 자원 사용의 최소화
- ④ 제품이용과정에서 소비되는 에너지와 소비성 자원(물, 세제 등)의 최소화
- ⑤ 유해물질 함유량의 최소화
- ⑥ 재활용률과 제품 회수율을 높이는 설계
- ⑦ 폐기물 처리의 최적화

제품의 상세설계 단계에서와 같이 제품개발의 후반부나 기존 제품의 개선을 위해서는 다음과 같은 고려사항을 포함하는 제품개선접근법(Product improvement approach)이 유용하다.

- ① 제품수명의 연장
- ② 재료의 선택과 효과적 이용
- ③ 물질순환의 폐쇄

- ④ 생산, 이용 등 전과정에 걸친 에너지의 절약
- ⑤ 청정생산
- ⑥ 효율적인 유통 및 수송

생태원칙과 제품개선접근법은 제품설계사, 공정엔지니어, 마케팅 담당자 등 다양한 부서의 관련자가 참가하는 심층토론을 거쳐 개선안을 도출하는 데 이용될 때 최대한의 효과를 거둘 수 있다. 이를 통해 도출된 대안들은 환경성, 경제성, 기술성 등을 포함하는 종합적 시각에서 평가되어야 한다.

1.2.2 제품개선행렬

제품개선행렬(Product Improvement Matrix)은 제품, 공정 및 설비의 개선절차 후에 남게 되는 환경적 부담을 분석하기 위한 도구로서 AT&T에 의해 개발되었다. 제품개선행렬은 다섯 단계의 제품수명주기 단계(원료채취, 원료처리, 제조, 사용, 폐기)와 다섯 가지의 환경적 측면(물질선택의 생태적 영향, 에너지 사용, 고형폐기물, 액상폐기물, 가스상폐기물)으로 이루어진 5×5의 행렬로 표현된다. 구체적인 투입산출물은 분석대상에서 제외된다. 행렬의 각 항은 영향의 크기에 따라 0-4의 숫자로 채워진다. 이렇게 작성된 행렬은 제품설계가 초래하는 환경적 영향을 개략적으로 보여주며, 모든 항의 숫자를 합한 값은 해당 제품의 환경성지수를 나타낸다. 이러한 DfE 프로젝트의 일환으로 제품의 개선여지를 평가하기 위해 사용될 수도 있으며, DfE 프로젝트의 결과로 도출된 개선대안들을 비교평가할 때도 사용될 수 있다.

1.2.3 오염예방 체크리스트

오염예방 체크리스트는 오염예방을 위해 핵심적으로 고려되는 다섯 가지 요인(제품변경, 기술변경, 일상적 관리의 개선, 투입물 대체, 현장 재활용)을 중심으로 폐기물과 오염물질 배출량의 양을 줄이고 성분을 개선할수 있는 잠재적 가능성을 나열한 목록이다. 이 방법도 제품설계나 개선을 위한 토론자료로 활용됨으로써 바람직한 개선의 방향을 제시해 주고 대안의 도출을 촉진할 수 있다. 이러한 체크리스트는 업종별 특성에 맞게 작성될 경우 효과를 극대화할 수 있다. 공정개선에 활용될 수 있도록 업종별로 유용한 개선항목을 목록화한 체크리스트를 Option Inventory라 부른다.

1.2.4 청사진

제품별 혹은 공정이나 기술별로 달성하기 위한 구체적 목표를 설정된 것을 청사진(Blueprint)이라 하며, 이는 제품설계 및 개선에 하나의 이정표로서 활용될 수 있다. 환경마크의 획득기준은 유용한 청사진이 될 수 있다. 네델란드의 PRISMA 시범사업의 일환으로 진행된 '녹색도금공장(Green Anodising Plant)'은 모범 환경관리업소의 청사진을 통하여 성공적인 청정생산의 구현을 이룩한 사례로 평가된다.¹⁴⁾

1.2.5 벤치마크

벤치마크(Benchmarks)는 같은 업종의 기업군 혹은 비슷한 입장에 있거나 경쟁상대인 업체의 성과를 하나의 비교기준으로 삼는 방법이다. 다른 기업체의 자료와 자신의 자료를 비교하고 차이가 발생하는 원인을 살펴봄으로써 미진한 점을 발견하고 개선안을 도출할 수 있다.

14) Green Anodising Plant에 대한 사례분석은 Molier 외(1995)를 참조

1.3 대안평가기법

대안평가기법(Prioritisation tools)은 여러 가지 대안에 대하여 환경성, 경제성, 기술성 등에 대한 평가기준을 도출하고 이를 이용하여 최선의 대안을 선택하기 위한 기법으로서 일종의 비용편익 분석기법이라 할 수 있다. 총원가계산, 전과정원가계산, 전과정평가, 에코포트폴리오분석, 제품종합행렬, Eco-Opportunity, 에코지수, MIPS등의 기법이 이에 해당한다.

1.3.1 총원가계산

총원가계산(Total Cost Calculation)은 폐기물과 오염물질의 배출에 따른 총 원가를 비교하는 단일기준 평가기법이다. 이를 통해 예방적 조치가 가져오는 재정적 이익을 추정함으로써 원가절감효과가 큰 방법에 보다 많은 노력을 기울일 수 있다. TCC의 첫 단계는 폐기물과 오염물질의 수집, 운반, 처리 및 폐기비용과 손실된 물질 및 제품비용 등 다양한 환경적 비용을 평가하는 것이다. 사회적 책임, 기업 이미지 등 비계량적 요소들도 가능한 한 계량화할 필요가 있다. 다음으로 이러한 환경적 비용을 각 생산공정별로 배분함으로써 공정별로 개선의 여지를 발견함은 물론 대체공정과의 비교평가가 가능하다.

1.3.2 전과정원가계산

전과정원가계산(Life Cycle Cost Calculation)은 단일기준 평가기법으로서 제품의 전과정에 걸쳐 TCC를 적용함으로써 환경적 비용이 가장 큰 단계를 파악하고 다른 대안과 비교평가할 수 있는 기법이다. 이를 통해 환경친화적으로 설계된 제품이 원가 측면에서 어떤 차이를 나타내는지를 평가할 수 있다.

1.3.3 전과정평가

전과정평가(Life Cycle Evaluation)는 전과정분석(LCI)를 통해 수집한 환경영향자료를 평가하고 대안간 우선순위를 도출하는 기법으로서 분류와 평가의 2단계로 이루어진다. 분류(Classification)단계에서는 지구온난화, 오존층파괴, 산성비, 폐기물, 에너지사용 등 환경적 이슈별로 관련된 환경영향을 취합, 요약한다(Intra-effect evaluation). 평가(Evaluation)단계에서는 각 환경이슈들간의 가중치를 구하고 이를 이용하여 제품의 환경적 영향을 총체적으로 평가한다 (Inter-effect evaluation). 이 단계에서는 모든 환경문제를 고려하는 단일지수를 개발하여 적용하여야 한다. 환경문제간의 가중치는 NSAEL법이나 전문가 의견수렴 혹은 경제적 평가법이 이용될 수 있다.¹⁵⁾

1.3.4 에코포트폴리오분석

에코포트폴리오분석(Eco Portfolio Analysis)은 환경성과 경제성의 관점에서 대안을 평가하기 위한 방법으로서, 수평축에 제품 혹은 특정 기업활동의 수익성을 나타내고, 수직축에 환경부하를 표현하여 비교평가한다.

1.3.5 제품종합행렬

제품종합행렬(Product Summary Matrices)은 환경(environmental), 제조(manufacturing), 독성(toxicity/exposure), 사회정치(social/political)의 네 가지 문제에 대한 행렬로 이루어진다. 각 행렬은 제품주기단계(life cycle)를 한 축으로 하고 네 가지의 각 문제에 대한 항목들을 다른 축으로 하는 표로 작성된다. 예들 들어 환경

15) NSAEL법은 중대한 환경적 영향이 초래되지 않는 수준(No Significant Adverse Effect Levels)을 기준으로 현재의 배출수준을 평가하여 상대적 중요성을 계량화하는 방법이고, 전문가 의견수렴(Panel method)은 설문조사 등을 통해 환경문제 전문가 그룹의 전문적 식견에 의존하는 방법이며, 경제적 평가는 환경적 영향을 제어하기 위해 소요되는 관리비용의 대소에 따라 가중치를 부여하는 방법이다.

행렬표에서는 제품주기에 따른 단계를 나타내는 축과 함께 원료선택, 에너지사용, 고형폐기물, 액상 및 가스상 폐기물 등으로 하나의 축을 형성할 수 있다. 행렬의 각 항목은 정성적으로 평가되며 모든 항목은 동등하게 취급된다. 네 개의 행렬은 종합되어 하나의 행렬로 요약되며 이를 통해 대안간 비교평가를 수행한다.

1.3.6 Eco-Opportunity

Eco-Opportunity는 경제성, 환경성, 정치, 사회, 개선잠재력 등 여러 가지 기준을 정성적 혹은 정량적으로 평가하는 다기준 평가기법이다. 이 기법은 공정별 환경부하에 대한 자료를 통해 작성되는데, Eco-Balance와 같은 조사기법이 함께 이용될 수 있다. 각 기준에 대한 평가결과는 정량적으로 재평가될 수 있으며, 기준별로 평가된 결과는 다시 종합되어 LCA에서와 같이 단일지수로 평가될 수 있다.

1.3.7 에코지수

에코지수(Eco-Indicator)는 물질 혹은 공정이 발생시키는 환경부하를 표현하는 종합지수의 하나이다. 에코지수는 LCI에 따른 조사결과를 환경문제 영역별로 분류하여 일정한 기준에 따라 가중합한 결과이다. 유럽에서는 환경문제별로 목표수준과 현재수준의 차이에 기초한 가중치를 사용하여 LCI에 따른 부하량을 가중평균한 에코지수를 개발하여 이용하고 있다. 구체적인 활용사례는 네델란드의 Eco-indicator 프로그램, Philips사 등을 들 수 있다.

1.3.8 MIPS

MIPS(Materials Input Per unit Service)는 제품이 창출하는 서비스(기능)에 대하여 전과정에 걸쳐 발생하는 잠재적 환경영향을 표현하는 지수이다.

1.3.9 기업환경비용의 평가

환경과 관련된 기업의 비용(혹은 이익)은 폐수처리비용, 유해폐기물 위탁처리비용 등과 같이 기존의 기업회계시스템 하에서도 쉽게 평가될 수 있는 비용뿐만 아니라 기업의 이미지제고에 따른 이익, 사고위험, 관련 인건비 등의 공통비용 등과 같이 계산을 위해 별도의 노력을 필요로 하는 경우가 많다. 청정생산대안의 평가를 위해서는 기업의 환경비용에 대한 정확한 평가가 선행되어야 한다. 이는 대안간의 선택을 위한 기초자료가 됨은 물론 새로운 대안의 개발을 위해서도 중요한 기능을 할 수 있다.

기업의 환경비용은 매우 다양한 형태를 띠고 있어 이에 대한 개념을 정의하는 것도 매우 어렵기 때문에 많은 기업에서 구체적인 환경비용액을 산출하는데 어려움을 겪고 있다. 또한 기존의 재무 및 관리회계관행상 대부분의 환경관련 원가가 간접비로 배분되어 별도의 산정이 어려움을 뿐만 아니라 배분기준도 오염에 대한 양적·질적 기준을 제대로 반영하지 못하는 경우가 많다. 실제로 환경비용을 산출하는 작업을 위해서는 회계제도의 개편을 필요로 하게 되므로 별도의 팀을 구성하여 많은 시간과 노력을 기울여야 함으로 청정생산의 도입단계에 있는 중소기업에 대해서는 정부차원의 기술적, 재정적 지원이 수반되지 않는다면 어려움을 것으로 판단된다.

기업에서 환경관련 비용을 취합할 때 참고할 수 있는 간단한 기업환경비용 목록을 소개하면 다음과 같다.

- ▶ 처리 및 폐기비용: 폐기물의 위탁처리 및 폐기에 따르는 운반비용 및 수수료, 자체처리시설의 설치, 운영 및 유지관리비용
- ▶ 인력관리비: 환경관리인력의 인건비, 환경관련 연구, 조사, 교육, 훈련 및 각종 사임비용
- ▶ 외부 서비스비용: 환경관련 외부전문가로부터의 자문비용, 홍보비용
- ▶ 외부효과비용: 대기 및 수질오염물질, 유해폐기물, 폐열 등의 경

제적 가치

- ▶ 감가상각비용: 처리시설의 감가상각비용, 에너지 및 자원의 절약을 위한 투자비용, CIP(Cleaning in place)와 같은 청정생산시설의 투자비용
- ▶ 기타: 사고위험에 따른 잠재적 비용, 기업이미지 훼손에 따른 비용 혹은 이미지 개선에 따른 이익

이와 같은 환경비용은 측정상의 어려움으로 인해 순현재가(Net Present Value: NPV)나 내부수익률(Internal Rate of Return: IRR)의 평가를 통한 정교한 분석기법보다는 투자회수기간(Pay-back period)과 같은 단순한 기법에 의존하는 경우가 많다. 하지만 앞으로는 보험계약이나 금융기관의 신용평가에서도 환경비용에 대한 평가자료를 요구하는 사례가 점차 증가하고 있음은 물론 청정생산 대안의 발굴과 선택을 위해서도 환경개선활동에 수반되는 비용과 편익에 대한 평가활동이 적극적으로 이루어져야 할 것이다. 특히 총원가평가(Total Cost Assessment: TCA)나 완전원가회계(Full Cost Accounting: FCA), 활동기준원가분석(Activity-based Costing: ABC)가 같은 방법론이 활용될 필요가 있다.

1.4 관리기법

관리기법(Management tools)은 공장단위에서 청정생산 프로젝트의 선정부터 실행까지 전과정을 포함하는 관리기법이다. 환경경영체제(EMS), DfE, CP Indicator, 공정 및 제품감사, CP Guide, EIoPC 지침 등이 활용되고 있다.

1.4.1 환경경영체제

환경경영체제(Environmental management system: EMS)란 환경의 질을 유지 또는 제고할 뿐만 아니라 환경에 부정적인 영향을 사전에 예방하기 위하여 책임, 권한 및 자원을 지닌 체계적 조직구조에 의해 운영되고, 계획되고, 조정되는 경영활동의 한 부분을 말한다. 환경경영체제는 청정생산의 목적을 달성할 수 있는 유용한 수단으로 활용될 수 있다. EMAS, ISO14001과 같은 국제적인 EMS규정에 청정생산에 대한 명시적 언급이 있는 것은 아니다. 오히려 EMS에는 청정생산의 정신에 반하는 결과를 초래할 수 있는 오염피해의 복구나 사후처리과정을 포함하는 광의의 오염예방개념을 이용하고 있다.

EMS를 통한 청정생산의 구현은 몇 가지 조건에 크게 의존한다. 그 첫 번째는 “지속적 개선(continual improvement)”의 추구에 대한 해석이다. EMS에서는 지속적 개선을 전반적인 환경성과의 향상을 위한 도구로서의 관리체제에 대한 개선을 의미한다. 따라서 환경성과 평가(Environmental Performance Evaluation: EPE)와 전과정평가(LCA)에 대한 개념정의와 EMS에로의 효과적 통합이 청정생산의 구현을 위한 EMS의 역할을 결정할 것이다. 두 번째는 EMS의 인증기준이 사전적 오염예방의 정신을 얼마나 반영하는가의 여부가 EMS와 청정생산의 조화 가능성을 결정할 것이다. 실제로 EMS 인증을 획득한 기업이 과연 얼마나 환경적 성과를 높였는가에 대하여 회의적인 시각도 많다. EMS가 청정생산을 실현하기 위한 바람직한 도구라는 점은 확실하지만, 구체적인 성과를 나타내기 위해서는 EMS내에 환경감사, 환경영향평가, 환경보고, 전과정평가, 환경성과평가, 총원가회계 등과 같은 유용한 접근들이 충분히 반영될 수 있어야 한다. (UNEP IE, 1996)

1.4.2 환경을 고려한 설계

환경을 고려한 설계(Design for Environment, DfE)는 환경친화적

인 제품을 개발하기 위한 체계적 절차의 하나이다. DfE는 다음과 같은 7가지 단계로서 요약될 수 있다.

- ① 프로젝트팀의 계획 및 조직: 제품설계사는 물론 생산관리, 마케팅, 환경팀 등으로부터의 담당자로 구성된 프로젝트팀을 구성한다.
- ② 제품선정: 구성된 프로젝트 팀의 학습 및 토론을 통해 환경성과의 개선이 가능하고 시장성과 기술적 가능성에 대한 개략적 평가를 통해 대안적 제품의 특성을 결정한다.
- ③ 우선순위결정: 기존의 제품과 대체제품에 대한 배출량 및 물질 분석을 통해 추가적 대안의 창출과 설계의 개선을 위한 기초자료를 만들고 명확한 설계목적에 도출한다.
- ④ 심층토론: 설계목적에 입각하여 기존 제품과 대안제품 간을 비교평가한다.
- ⑤ 제품개념의 완성: 기술성, 경제성, 환경성 등의 기준에 따라 바람직한 제품 개념을 완성한다.
- ⑥ 시장조사: 시제품을 작성하고 시장조사를 통해 잠재적 배출량을 평가한다.
- ⑦ 프로젝트의 평가: 프로젝트를 평가하고 향후 신규프로젝트의 수행을 위한 시사점을 도출한다.

1.4.3 CP지수

CP지수(CP Indicators)는 환경관리의 개선을 추진한 비교대상 기업의 환경적 성과와 상대적 비교가 가능하도록 고안된 환경성과지표이다. CP지수는 잠재적 청정생산기회의 파악과 도출된 대안의 비교평가에 활용될 수 있다. 특히 일상적 관리의 개선과 같이 간편한 CP대안을 실행함으로써 얻을 수 있는 효과의 크기에 대해 과소평가하고 있는 기업에서는 CP지수의 분석을 통해 모범적인 청정생산을 실현할 때의 잠재적 성과를 파악함으로써 청정생산 노력을 촉진할 수

있다. CP지수를 이용한 관리기법은 다음과 같은 네가지 단계로 추진된다. (Molier 외, 1995)

- ① 기초조사(Orientation): 생산공정의 유형화, 중요한 투입(물질 및 에너지) 및 산출(제품, 부산물, 폐기물)의 기술
- ② 개선대안 분석(Improvement): CP 시범사업, 벤치마킹, 기술조사 등을 통해 CP 대안의 목록을 작성
- ③ 잠재력 평가(Potential estimate): 개별 공정별로 CP 대안의 실행 시 예상되는 성과를 평가한다. 특히 물질 및 에너지 소비, 폐기물 발생 등에 미치는 효과와 실행가능성을 평가한다.
- ④ 시범실시(Pilot test): CP대안을 실행하고 CP 지수에 대한 설문 조사를 통해 효과를 평가한다.

CP지수는 정량적 지수와 정성적 지수를 모두 포함하는데, 정량적 지수로 MIPP(Material Input Per unit of Production)와 같은 효율성지표가 사용될 수 있고, 정성적 지수는 산업별로 적용되고 있는 개선노력에 대한 체크리스트를 활용할 수 있다. 정량적 지수는 개선노력에 대한 사전적 잠재력 평가와 사후 성과평가시에 유용하게 이용될 수 있으며, 정성적 지표는 개선노력의 선택하는데 활용될 수 있다. CP지수는 표준화된 공정을 갖는 산업부문으로서 신뢰성 있는 데이터의 수집이 가능한 분야에 활용가능성이 크다.

1.4.4 감사

감사(Audit)는 일련의 공정 혹은 제품에 대하여 환경적 개선대안을 종합적으로 평가하는 체계적 기법이다. 이는 표준화된 공정에 따라 제품을 생산하는 화학산업에서 주로 이용되어 왔으며, 다음과 같은 네 가지 단계에 따라 진행된다.

- ① 계획 및 조직: 경영층의 관심과 주도적 역할을 유도하고 목표설정 및 프로젝트 팀을 구성한다.

- ② 평가: 생산공정에 대한 상세한 분석을 통해 환경적 개선대안을 개발한다.
- ③ 실행가능성 분석: 개선대안에 대해 기술적, 경제적, 환경적, 조직적 실행가능성을 평가한다.
- ④ 실행: 실행가능한 최선의 대안들에 대한 종합적 개선계획을 집행한다. 대안 수행의 결과는 2단계인 평가과정으로 피드백되어 반복적 과정으로 진행된다.

감사는 제품을 중심으로 하는 제품감사(Product Audit), 공정을 중심으로 하는 공정감사(Process Audit), 공급자를 포함하는 생산사슬감사(Production Chain Audit) 등이 있다. 제품감사는 네덜란드의 PRISMA 프로젝트에서 적극적으로 활용되어 성공적 결과를 얻은 바 있다.

1.4.5 CP Guide

CP Guide는 공정감사와 비슷한 환경개선실행기법으로서 특히 중소기업에 적용가능성이 큰 간편한 방법이다. 이는 공정에 대한 간단한 감사와 함께 용이한 개선대안의 시행에 따른 '경험적 학습(learning by experiences)'과 이를 통해 얻어진 성과를 발판으로 보다 혁신적인 개선대안을 실행하는 '결과에 의한 동기부여(motivation by results)'가 핵심개념이다. CP Guide의 4단계 절차는 다음과 같다.

- ① 준비: 경영층의 몰입(commitment)과 프로젝트팀의 발족
- ② 사전평가: 생산공정의 환경적 개선에 대한 기회와 제약요인을 파악한다. 물질소비, 공정, 활동, 폐기물 및 오염물질 배출에 대한 자료의 수집을 통해 우선적인 개선대상을 파악한다.
- ③ 관찰 및 실행: 전단계에서 파악된 용이한 개선대안을 실행하고 중요성이 크지만 용이하지 않은 대안들에 대해서는 상세한 분석을 병행한다.
- ④ 지속적 활동: 예방적 환경경영체제를 구축한다.

CP Guide는 공정감사에 비해 단기적인 시행절차로 진행되므로 중소기업에서 청정생산활동을 시범적으로 시행할 때 유용한 기법이다. 단, 단기적인 시행 이후에 청정생산활동의 중단을 초래하기 쉬우므로 지속적인 활동을 위해서는 최고경영층의 의지와 지원이 뒤따라야 한다.

1.4.6 EIoPC 지침

EIoPC 지침(Guide for Environmental Improvement of Production Chain)은 환경친화적 구매(공급자관리), 환경마케팅(구매자관리) 그리고 기업내부의 환경관리를 종합적으로 고려하는 관리기법이다. EIoPC는 다음의 네 가지 요소로 구성된다.

- ① 환경친화적 제품설계: 제품의 기능적 특성에 입각하여 환경적 영향을 최소화하는 설계
- ② 환경친화적 구매: 기존의 공급자 혹은 잠재적 경쟁자를 대상으로 환경적으로 건전한 부품을 조달하기 위한 행위
- ③ 환경친화적 하청: 부품조달업체의 생산과정에 대하여 환경성 평가를 통해 개선을 요구하는 행위
- ④ 오염예방: 공정개선, 현장관리 개선, 내부재활용 등을 통해 생산공정의 환경부하를 최소화함.

EIoPC는 이상의 네 가지 전략을 실행하기 위하여 다음과 같은 3단계 절차로 진행된다.

- ① 준비단계: 제품의 환경성, 공급자 및 수요자에 대한 사전분석을 통해 개선프로그램을 도출한다.
- ② 환경친화적 개선: 제품설계, 공급자와의 협력, 내부적 오염예방 노력등을 통해 환경개선프로젝트를 수행한다.
- ③ 평가 및 지속: 전 단계에서 수행한 프로젝트의 결과를 평가하고 공급자에게도 이를 피드백한다.

1.5 실행기법의 적용환경

지금까지 살펴본 다양한 기법들은 청정생산을 구현하기 위한 절차별로, 공정 혹은 제품별로, 그리고 기법의 복잡도에 따라 서로 다른 적용잠재력을 갖는다. 다음의 표는 이러한 기법별 활용환경을 정리한 것이다. 청정생산 구축을 처음 시도하는 기업이나 중소기업은 비교적 간편한 분석기법을 이용하는 것이 좋으며, 경험이 축적됨에 따라 보다 상세한 기법을 적용하는 것이 바람직하다. 일단 청정생산 프로젝트를 관리할 수 있는 관리기법 중 하나를 선택하여 전체적인 관리프로그램을 수립한 뒤 환경관리상황의 조사, 청정생산 대안의 도출, 대안의 평가 등의 절차별로 적당한 기법을 활용할 수 있다.

〈표 III-1〉 단계별 청정생산 실행기법

단계	공정	제품	복잡도
조사	공정흐름도 물질균형분석 Eco Balance	MET 행렬 Product Screening LCI	간편 ↓ 복잡
대안도출		생태원칙	간편 ↓ 복잡
	청사진, 벤치마크		
	Option Inventory	제품개선행렬	
	오염예방 체크리스트		
대안평가	벤치마크 총원가계산(TCC) Eco Opportunity	에코포트폴리오 제품종합행렬 에코지수 MIPS 전과정원가계산 전과정평가(LCE)	간편 ↓ 복잡
관리기법	CP Indicator 공정감사 CP Guide	제품감사 DfE	간편 ↓ 복잡
	EIoPC 지침, 공급사슬감사		

2. 청정생산 구축 촉진을 위한 정책수단

대부분의 환경정책수단이 기업의 환경관리에 영향을 미치며 직·간접적으로 청정생산활동에 영향을 준다. 즉, 배출허용기준이나 연료 규제와 같은 직접규제나 경제적 유인제도와 같은 전통적인 규제수단들이나 새롭게 대두되고 있는 정보공개, 자발적협약, 환경마크제도 등이 모두 기업의 청정생산체계 구축을 강요하거나 유인하는 효과가 있다. 본 절에서는 전통적인 직접규제와 경제적 유인제도 외에 청정생산의 확산을 촉진할 수 있는 새로운 정책수단들에 대하여 정리하도록 한다.¹⁶⁾

2.1 정보공개

환경문제를 해결하기 위한 가장 전통적인 접근방법은 배출허용기준과 같은 명령 및 통제(command-and-control)방식의 “직접규제(direct regulation)”이다. 하지만 환경문제의 심각성과 복잡성이 증가함에 따라 기존의 직접규제는 비용상의 비효율성과 경직성으로 인해 점차 한계를 드러내게 되었다. 이를 보완하기 위해 등장한 것이 배출부과금, 배출권 거래제도, 예치금 등 소위 “경제적 유인제도(economic incentives)”이다. 이러한 경제적 유인제도는 직접규제의 단점을 보완하며 비용효율성과 유연성을 향상시키는 데 어느정도 기여한 것으로 평가된다.

하지만 경제적 유인제도 또한 다양한 오염물질에 의해 발생하는 복잡한 환경문제에 대응하기에는 전문인력과 재원이 턱없이 부족하다는 점을 깨닫게 되었다. 특히 부실한 정책기반과 부정부패의 만연은 정교한 규제수단을 통한 환경문제의 해결을 더욱 어렵게 하는 요인으로 상존하고 있었다.

16) 우리나라의 현황에 대해서는 IV장 참조

<표 III-2> 청정기술확산을 위한 정책수단

정책수단	적용형태(사례)
· 직접규제 - 규제완화 및 조정 - 강제적 재활용 · 유인책 - 기술개발지원 - 재정적 유인 · 배출권 거래제도 · 책임(Liability) · 훈련 - 업체 종업원 훈련 - 규제공무원 훈련 · 정보제공 및 자문 - 정보제공 - 기술적 지원 · 정보공개 - 정보공개 - 보고의무 · 자발적 협약 - 자율관리 프로그램 - 자발적 협정 · 정부구매	처벌완화, 통합오염관리, 부처간 조정 제품회수율 및 재활용율 설정 보조금, 융자, 연구지원 세제혜택, 융자, 보조금, Deposit-Refund System, Performance Bond EPR(독일, 네델란드), 책임보상제도 교육세미나, 워크샵, 대학교과목 개설 지도단속매뉴얼, 훈련 정보센터, 매뉴얼, 잡지, 폐기물교환센터 현장지원, 기술지원 포상, 환경마크, 교육 및 홍보, 환경보고서 폐기물감사, TRI(미국) ISO14001, 33/50(미국) XL, Common Sense Initiative(미국) 환경마크제품 구입의무화, EPP(미국)

이러한 근원적 문제점에 대응하는 새로운 접근방식으로 등장한 것이 기업의 환경관련 정보를 공개함으로써 청정생산활동을 촉진하는 정보정책(information policy)이다. 이는 시간이 지남에 따라 증가해가는 규제대상 오염물질과 복잡성을 더해가는 오염현상에 대응하여야 한다는 필요성과 함께 급속한 정보기술의 발전에 의해 가능성이 커져가고 있다.¹⁷⁾ 아래에서는 모범적인 사례로 평가받고 있는 미

17) 정보정책은 자발적 협약과 함께 코즈정리(Coase theorem)에 근간을 두고 있다. 환경문제란 (사회적으로) 비효율적인 오염행위에 따라 발생하는 것이며,

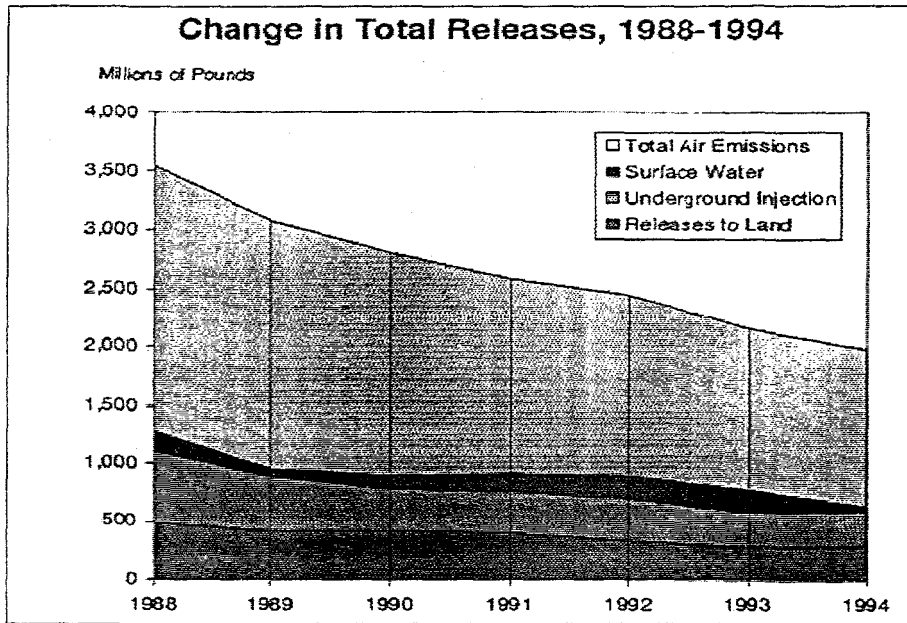
국의 TRI제도와 인도네시아의 PROPER, 필리핀의 EcoWatch에 대한 사례를 소개하고 자율적 정보공개수단인 환경보고서에 관해 살펴보고도록 한다.

2.1.1 TRI

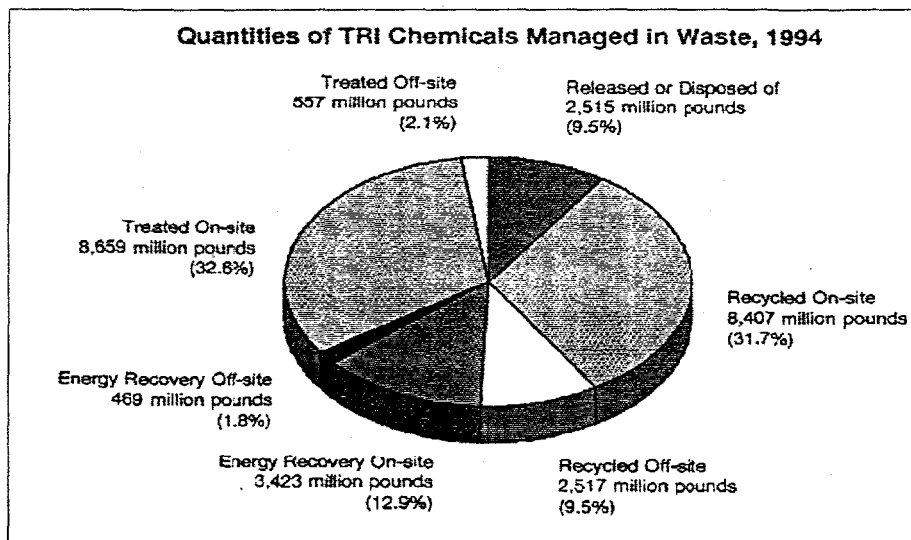
미국의 TRI(Toxic Release Inventory)는 대표적인 정보공개제도이다. TRI는 미국의 환경보호 및 알권리법(Environmental Protection and Community Right to Know Act: EPCRA)의 일부분으로서 1986년 제정되었다. 이 프로그램의 목적은 유해물질 배출량을 국민이 알 수 있도록 공개하는 데 있으며, 적용받는 유해물질의 대부분은 배출 허용기준이 없는 것들이다. TRI 프로그램에 따르면 10인 이상의 사업장으로서 연간 1만파운드 이상의 유해물질을 사용하거나 2만5천파운드 이상의 유해물질을 수입, 처리 혹은 제조하는 업체는 해당유해물질의 항목별 보유량, 배출량, 배출빈도 및 처리방식 등에 대하여 주정부, 지방정부, 소방서 등 관련기관에 매년 보고하여야 하며, 이는 일반에 공개된다.

TRI 프로그램의 결과 총 유해물질 배출량은 1988-1994년간 44.09% 감소하였다. 1994년에는 대상시설의 32%가 발생원 감소활동을 추진한 것으로 보고되었는데, 이중 현장관리 개선이 총 31,047건의 29.3%인 9,100건으로 가장 많았고, 다음이 공정개선 19.9%, 유출방지 15.9%, 원료변경 10.2%, 목록관리 7.5%, 세척 5.4%, 제품변경 5.0% 등의 순이었다.

완전한(충분한 양의 공개된) 정보와 이해당사자간이 협상이 이를 해결할 수 있다. 이러한 관점에서 기존의 환경정책이 갖고 있었던 문제점은 피해자들이 오염자와 협상할 수 있도록 충분한 정보를 제공하지 못했다는 점이다. 피해자가 받고 있는 피해에 대하여 충분한 정보를 제공하지 못하는 데 따른 결과는 오염자가 자신이 발생시킨 사회적 비용을 제대로 지불하지 않도록 방조했음을 의미한다. 국민의 알권리를 보장하는 정보의 공개는 오염자부담원칙을 구현하는 윤리적 의미도 갖는다.



<그림 III-1> TRI 프로그램하에서의 유해화학물질 변화 추이



<그림 III-2> TRI 물질의 처리현황

2.1.2 PROPER와 EcoWatch

인도네시아의 오염관리정책은 예산과 인력의 부족으로 매우 열악한 환경에 처해 있었다. 급속히 성장하는 산업부문과 이에 따른 환경문제에 대응하기 위해 인도네시아 오염관리청(BAPEDAL)은 PROPER(Program for Pollution Control, Evaluation and Rating)라는 환경성과공개제도를 시행하였다. PROPER하에서 배출업소는 환경 성과에 따라 단일의 종합적인 환경지수에 의해 평가되며, 다음 여섯 개의 등급중 하나로 분류된다.

- ▶ 흑색(black)사업장: 심각한 피해를 유발하면서 오염관리노력을 하지 않는 업체
- ▶ 적색(red)사업장: 지역 환경기준을 만족하지 못하는 업체
- ▶ 청색(blue)사업장: 국가규제기준을 만족하는 업체
- ▶ 녹색(green)사업장: 지역기준을 크게 상회하는 오염관리 및 환경 경영을 수행하는 업체
- ▶ 금색(gold)사업장: 세계적으로 첨단인 청정공장을 운영하는 업체

PROPER는 단기적으로도 주목할 만한 성과를 거두었다. 1995년 6월 시행초기만 해도 청색 사업장 61개, 적색 115개, 흑색 6개소이던 것이 1995년 12월에는 각각 72, 108, 3개소로 개선되었고, 1996년 9월에는 각각 94, 87, 1개소로 괄목할 만한 개선이 이루어졌다. 즉, 흑색 사업장의 50%가 반년만에 최하위등급을 벗어났으며, 많은 수의 적색 사업장들도 개선노력을 기울인 결과 등급이 상향조정됐다. 금색 및 녹색 등 최상위등급 배출업소의 수가 증가하지 않고 있는 것은 이러한 등급에 포함되기 위해서는 장기적인 기술개발 및 청정생산노력이 요구된다는 점을 고려할 때 오히려 자연스런 현상이라 하겠다. 반면에 최하위 등급 사업장의 숫자가 단기적으로 줄 수 있었던 것은 사후처리시설에 대한 투자만으로도 쉽게 상향조정될 수 있기 때문인 것이라 사료된다.

필리핀 환경자원부(DENR)에서도 PROPER와 비슷한 EcoWatch라는 정보공개프로그램을 도입하였다. 1996년 필리핀의 라모스 대통령은 20개의 주요 기업협회 회장들과 함께 EcoWatch프로그램의 추진을 위한 적극적 노력을 천명하였으며, 관련협회들은 DENR과 프로그램의 시행을 위한 정보의 제공에 관한 협정을 체결하였다. 1997년 4월 프로그램이 출발할 때만 해도 청색 사업장이 4개, 적색사업장이 39개이던 것이 1998년 12월 현재 청색 26개, 적색 9개로 획기적인 개선이 이루어졌다. 더욱 중요한 것은 이와 같은 등급별 사업장 명단은 인터넷을 통해 국민은 물론 전세계적으로 공표된다는 점이다.

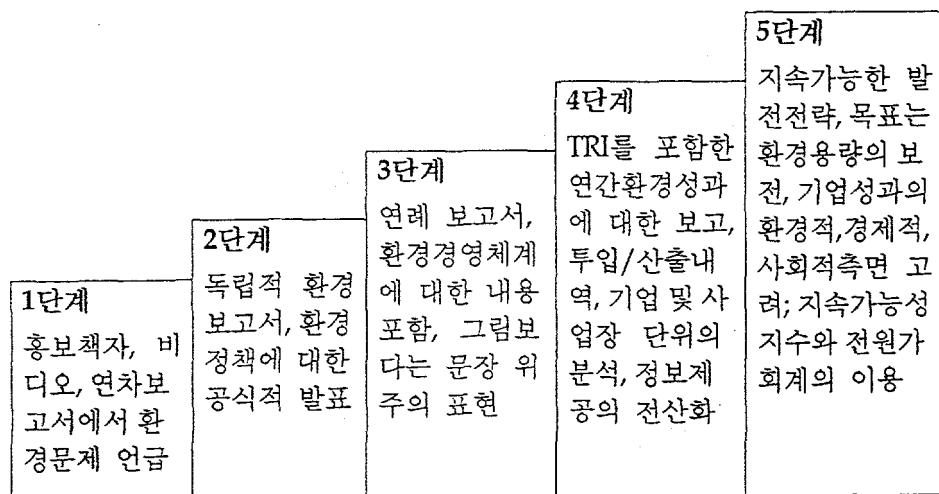
(www.worldbank.org/nipr/index.htm 참조)

2.1.3 환경보고서

기업의 환경적 책임과 역할이 점차 강조되면서 주주, 종업원, 금융기관, 지역주민, 일반 대중 등 다양한 이해관계자에게 기업활동 전반에 관련된 환경성과를 적극적으로 공개해야할 필요성과 이에 대한 압력이 높아지고 있다. 기업환경보고서(Corporate Environmental Report: CER)는 이와 같은 추세에 따라 기업이 자신의 환경적 성과를 일반에 공개하고자 하는 자발적 노력의 하나이다.

Lober(1997)에 따르면 미국의 Fortune지 선정 500대 기업 및 S&P 선정 500대 기업중 596개 기업에 대한 설문조사 결과 1989년 Polaroid사가 환경보고서를 발간한 이래 1995년에 이중 108개 기업이 환경보고서를 발간한 것으로 조사되었다. 출간되고 있는 환경보고서는 다양한 형태를 취하고 있으나 UNEP(1994)에서 제시하고 있는 50가지 원칙이나 CERES 원칙(1991), CEFIC 지침(1993) 등을 근간으로 하고 있다. UNEP(1994)에 따르면 환경보고서는 경영정책 및 시스템, 생산공정 및 제품의 환경영향에 대한 투입/산출 내역, 환경적 활동의 재정적 함의, 환경관련 이해당사자와의 관계, 지속가능한 개발전략 등을 주요 내용으로 포함한다.

현재 일부 선진국에서는 1990년대 초부터 정부나 민간 차원에서, 환경경영의 투명성과 객관성을 보장할 수 있는 환경보고서를 구성하고, 거기에 수록해야 할 내용에 대한 기본적 연구를 다양하게 진행해 왔다. 그 예로 유럽연합의 환경경영규격인 EMAS를 들 수 있다. 여기서는 환경성과의 공개를 의무화하고 그 수단으로 환경보고서에 담겨야 할 내용을 명시하고 있으며, 일본 정부는 1992년 '환경에 대한 자율계획'이라는 지침을 통해 일부 대기업들에게 환경보고서를 만들 것을 권고했다. 또한 영국 공인회계사회(ACCA)는 다년간의 연구를 통해 환경보고서에 대한 평가기준을 마련하여, 환경활동의 결과를 잘 반영한 환경보고서를 매년 선정해 시상하고 있다. (이병욱, 1997) 환경보고서는 강제적 정보공개에 대한 기업의 반발을 완화하고 투명성 제고를 위한 준비활동을 유도할 수 있다는 점에서 바람직한 자율적 정보공개수단이라 평가되며, 강제적 정보공개가 추진되기 사전단계로서 정부 차원의 적극적인 권장 및 지원정책을 실시할 필요가 있다.



시간, 노력 →

<그림 III-3> 기업환경보고의 단계 (UNEP, 1994)

2.2 정보제공

청정생산에 대한 올바른 정보를 적시에 제공하는 것은 청정생산 활동을 지원하는 가장 중요한 요소이다. 1990년대에 들어서면서 청정생산에 대한 정보는 다양한 방식으로 방대한 양이 제공되고 있다. 하지만 이러한 정보의 수요자가 효율적인 방법으로 필요로 하는 정보를 얻기란 오히려 어려워졌는지도 모른다. PC를 통한 Internet정보의 검색이 가장 저렴한 정보획득방법이지만 너무나도 많은 정보의 홍수로 인해 유용한 정보를 찾기엔 어려움이 크고 정보의 양이 많을 경우 오랜 시간을 소비해야 할 수도 있다.

원하는 정보의 성격도 기업마다 다를 수 있다. 대기업은 최첨단의 기술정보를 원하는 반면 중소기업은 간편하게 실행할 수 있는 청정기법에 대한 정보를 더 필요로 할 것이다. 정책담당자들은 국가별 정책현황이나 업종별 청정기술의 특성에 대한 통계적 자료를 원할 것이고 금융기관은 기업체의 환경적 위험을 평가하기 위해 청정생산 실행노력에 대한 정보를 얻고 싶어 할 것이다.

정보제공방식에 있어서도 대기업의 경우에는 인터넷을 이용한 검색이나 상업적 DB의 구입을 통해 정보를 획득할 수 있지만 중소기업에서는 외부 전문가의 조언이나 쉽게 접하는 대중매체, 지역상공회의소, 그리고 자주 접하는 동료 기업인의 역할이 클 수 있다. 또한 정책담당자들은 청정생산기술이나 사례에 대한 자료보다는 통계적 처리에 의한 가공된 지수들과 국가별 비교분석결과에 대한 전문가의 자문을 필요로 할 것이며, 인터넷이나 전산화된 DB보다는 잘 정리된 문서형태가 효과적인 정보제공수단이다.

<표 III-3>에 예시된 것과 같이 기업체가 필요로 하는 정보는 다양하지만 아직 유용한 정보를 제공하는 정보시스템의 개발은 빈약하다.

<표 III-3> 기업체를 위한 청정생산정보

정보 수요	현황 개요
CP란 무엇인가? CP가 도움이 되는가?	현재 대부분의 CP 정보시스템이 CP개념에 대한 설명을 제공한다.
우리 사업장에서 CP가 이미 적용되고 있는가?	업종별·특성별 체크리스트의 개발이 필요하다.
같은 업종 혹은 주변에서 누가 CP를 수행하고 있는가?	아직까지 대부분의 정보시스템이 이에 대한 정보를 제공하지 못하고 있다. SQL과 같은 특별한 기법을 이용한 DB의 설계가 필요하다.
CP의 이익은 무엇인가?	많은 정보시스템에서 이에 대한 정보를 제공하려 하고 있지만 아직 만족할 만한 수준이 못된다. 이로 인해 CP에 대한 기대를 포기시키는 경우가 많다.
왜 해야 하는가?	일부 업종별 벤치마크정보가 있기는 하지만 신뢰성과 대표성이 작다. 업종별, 규모별, 특성별 에너지/자원 소비원단위, 재활용율 등에 대한 DB가 구축되어야 한다.
누가 지금 우리에게 도움이 될 수 있는가?	많은 DB에서 이 문제에 대한 중요한 정보를 제공하고 있다. 하지만 필요로 하는 CP의 성격과 전문가의 능력이 조화되기는 쉽지 않다.
저비용으로 단기간에 수행할 수 있는 대안과 장기적 고비용 대안을 알고싶다.	CP 사례연구들을 통해서 이런 정보를 검색하는 것은 어렵다. 각각의 사례들을 분야별로 정리한 checklist와 매뉴얼이 보다 효과적인 방법이다.
공정변경이나 화학물질 대체, 설비구입 등이 필요할 경우 이에 대한 공급자는?	CP정보시스템의 대부분은 중립을 지키기 위해서 상업적인 정보제공을 피한다. 하지만 이 정보는 중소기업에게 있어서 매우 중요한 요소이다. 설비업체나 컨설팅회사의 DB가 개발되고 있다.
어떻게 경제적/환경적 평가를 수행할 수 있는가?	이 요구는 CP평가에 대한 안내메뉴얼을 작성함으로써 해결될 수 있다.
위험평가는 어떻게 하는가?	CP사례연구들이 위험에 대한 정보를 제공할 수는 없다.
재정적인 보조는 어떻게 받는가?	현재의 CP정보시스템에서 이에 대한 정보는 매우 빈약하다. 앞으로 많은 보완작업이 필요하다.

자료원) Modak(1998) 수정, 보완

UNEP의 ICPIB DB가 광범위한 사례와 국가별 정책현황자료를 정리하여 제공하지만 기업에게 실질적인 도움을 줄 수 있는 수준과는 괴리가 크다. 청정생산에 대한 다양한 경험들을 통해 중요성에 대한 인식을 제고할 수 있는 효과를 거둘 수 있다는 장점이 있는 정도일 것이다. UNEP(1998)에 따르면 청정생산에 대한 정보제공에서 가장 중요한 것은 청정생산과 관련된 정보의 필요성에 대한 인식의 확산인 것으로 평가되었다. 아직 청정생산의 필요성 자체에 대한 공감대 형성이 부족하다는 의미일 것이다. 중소기업에 대한 정보제공, 인터넷의 역할, 인적 접촉 등이 정보제공에 있어서 중요한 요소들로 평가되고 있다. 중소기업은 환경기술수준이 낮고 환경부하는 크므로 청정생산을 통한 효율향상의 기회가 많은 반면 관련정보의 수집능력은 부족하다는 점에서 정보제공의 최우선대상으로 지적된다.

중소기업에 있어서 인적 접촉은 가장 중요한 정보전달수단으로 평가된다. 또한 단기적으로 간편하게 수행할 수 있는 청정기법에 초점이 맞추어져야 한다. 이를 위해 지역별 상공회의소나 친목단체와 같은 비공식 조직들을 활용할 필요가 있다.

참고로, WBCSD는 “환경개선을 위해 노력한 결과 사업기회가 확장된다(begin with environmental improvement, and end with business opportunities)”라는 개념에서 다음과 같은 8가지 사례평가 기준을 엄격하게 적용하여 모범사례를 홍보하고 있다.¹⁸⁾

- ① 환경성과 지속가능성: 환경적 사고와 서비스 향상을 위한 노력
- ② 경제적 이익과 기업활동에의 적합성: 이윤 및 시장점유율의 증가여부, 예상되는 규제에의 진취적 대응
- ③ 개선과 혁신의 수준: Factor 4 혹은 Factor 10 등 혁신적인 효율성의 개선, 특허 획득 및 기술이전

18) WBCSD에서는 이러한 평가기준에 의거하여 원가절감, 위험관리, 사업확장 등 3개 부문에 대해 7가지의 성공사례를 선정하여 인터넷을 통해 홍보하고 있다. (www.wbcsd.ch/eedata/qualcrit.htm 참조)

- ④ 협력과 Win-win 효과: 관련 이해관계자와의 협력노력
- ⑤ 정보의 품질과 계량적 데이터의 가용성
- ⑥ 실현된 성과의 평가: 목표 대비 실적의 평가, 실현된 성과의 크기
- ⑦ 외부 관계자에 대한 유용성: 이해의 용이성 및 정보의 유용성
- ⑧ 입증가능성: 외부 감사의 유무 혹은 자료원의 명확성

이와 같이 엄격한 평가기준에 따라 사례를 선별하여 홍보하는 것은 기업체의 정보수집노력을 절약할 수 있도록 도와준다는 점에서 매우 필요한 접근방식이라 평가된다.

2.3 자발적 협약

자발적 협약(Voluntary Agreement)이란 법적 규제수준보다 더 우수한 환경성과를 거두기 위해 기업체 스스로 약속하고 추진하는 자율환경관리방식이라 정의할 수 있다. 자발적 협약은 정부와 기업체 혹은 업체사이의 자발적 협정(Negotiated agreement), 정부의 자율관리 프로그램(Public voluntary programme), 기업의 독자적 자율관리 노력(Unilateral commitment)등 다양한 형태로 광범위하게 활용되고 있다. EU국가에서만도 300여개의 업체-정부간 자발적 협약이 추진되었고, 미국에서는 40여개에 달하는 EPA의 자율관리 프로그램이 보고되고 있다. 또한, 일본에서는 3만건 이상의 지자체-기업간 자율협정이 조사되고 있다. 자발적 협약은 명령 및 통제방식의 직접규제나 경제적 유인제도와 같은 기존의 규제수단이 갖고 있는 단점을 보완하기 위한 보조적 규제수단으로 사용될 수도 있고, 온실가스 감축, 폐기물 재활용과 같은 새로운 문제를 해결하기 위한 규제수단으로 활용되기도 한다.

2.3.1 자발적 협약의 유인과 효과

VA에 대한 기업의 참여유인은 예상되는 규제강화를 회피할 수

있다는 가능성으로부터 기인한다. 산업체는 VA를 통해 능동적인 환경관리를 선도함으로써 규제당국이 보다 강화된 규제를 시행하는 것을 전략적으로 예방할 수 있는데, 이로 인한 이익은 두 가지로 구분할 수 있다. 하나는 규제당국이 고려하는 강화된 규제수준보다 낮은 수준의 환경관리로서도 규제수준의 강화를 예방할 수 있는 가능성이 크며, 이는 그 차이만큼 산업체가 안게되는 부담의 경감으로 나타날 수 있다는 점이다. 다른 하나는 동일한 수준의 환경관리라 하더라도 규제당국에 의한 강제규제시보다는 자율적 환경관리가 보다 폭넓은 유연성을 제공하고 보다 덜 번거로운 감시 및 강제로 인해 환경관리 비용과 거래비용의 감소가 가능하다는 점이다.

이처럼 경제학적인 정태적 이익 외에도 VA는 현실적으로 다른 중요한 다양한 이익을 가져다 주는 것으로 평가되고 있다. 먼저, 자율적 환경관리는 자원과 에너지의 절약, 환경오염의 예방 등을 통해 기업이 지불해야 하는 여러가지 비용의 절감을 가능케 한다. 예를 들어 미국의 Green Lights 프로그램은 연간 100만달러의 이익과 함께 평균적으로 50%의 투자수익율을 얻은 것으로 조사되고 있다. 두번째는 환경친화적 소비행태의 확산과 함께 환경마크 등 우수한 환경성적을 소비자에게 홍보함에 따라 상품의 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 점이다. 실제로 독일에서는 Blue Angel이라는 환경마크를 부착한 상품이 다른 제품에 비해 비싼 가격으로 판매되는 것이 일반화되고 있다. 마지막으로 이상과 같은 경제적 측면의 이익을 훨씬 상회할 수 있는 것이 기업의 이미지 제고효과이다. 환경친화적인 기업이미지의 구축은 종업원들의 애사심을 고취시키고 작업환경을 개선함으로써 노동의 효율성을 제고시키고, 노사관계를 증진함은 물론, 지역사회와의 유대관계를 개선함으로써 많은 무형의 이익을 가져다 줄 수 있다. 미국 화학산업협회의 Responsible Care 프로그램에 참여한 기업에 대한 설문조사한 결과 90%의 업체가 이러한 기업이미지 제고가 VA의 가장 큰 이익이었다고 답변하였으며, 실제로 미국 소비자의 화학

산업에 대한 우호도가 이 프로그램의 추진전인 1989년의 44%에 비해 1994년에는 80%로 증가하였다고 보고되고 있다.

이 외에도 예상치 못한 사고시에 기업의 책임소재를 논의한다든지 할 경우에도 자율적 환경관리에 보다 적극적인 노력을 기울인 업체는 여러가지 경로를 통해 심각한 책임부담에서 벗어날 수 있는 기회가 많을 것이다. 이러한 위험의 감소효과 또한 무시할 수 없는 장점이다.

VA는 규제당국의 입장에서든 전통적인 규제방식에 비해 다양한 이점을 제공한다. 무엇보다도 다양해져가는 환경문제를 다루기 위해 새로운 규제정책을 개발하고 집행하는데 따른 행정비용과 인력을 절약할 수 있다. 특히 새로운 규제에 따른 감시 및 강제절차를 기업에 일임함으로써 제한된 자원으로 환경관리의 효율을 높일 수 있다.

이러한 이유로 학계에서는 VA를 규제당국과 배출업소 간 호혜적인 협상과정으로 분석하는 시각이 지배적이다. 이러한 협상과정은 당사자간의 담합가능성을 초래하는데, 소위 포획이론(Capture Theory)에 따른 부정행위가 개입할 가능성이 있다. 즉, 규제당국은 업체의 VA를 핑계로 강화된 규제를 포기하는 대신에 뇌물이나 사후적 취업보장 등의 비공식적 보상을 받을 수 있다. 이와 같은 담합의 가능성은 실제로 추가적인 노력없이 성취할 수 있는 환경관리성과에도 못미치는 환경관리목표에 기초한 VA를 추진하는 기만적 행태를 유발할 수 있다. 실제로 독일연방산업협회(BDI)가 추진하고 있는 이산화탄소 저감을 위한 VA는 독일산업계의 BAU기준 이산화탄소 삭감시나리오에도 못미치는 감축목표를 자발적 노력이라는 미명하에 추진함으로써 정부의 기후변화협약 대응을 위한 규제를 저지하는 방편으로 사용하였다는 의심을 받고 있다.

이와 같이 규제당국이 산업계로부터 포획될 수 있는 가능성은 산업계가 우수한 정보력, 재정적 능력과 함께 비교적 소수의 주체가 동일한 이해관계로 집단화될 수 있다는 가능성에 의해 환경문제의

피해자인 소비자집단에 비해 훨씬 강력한 로비능력을 보유하기 때문에 가능성이 높을 것으로 예상된다. 더욱이 담합을 계기로 하는 VA는 경쟁을 제한하는 카르텔적 성격으로 변모할 수도 있다는 위험성이 내포하고 있다. 이러한 이유로 제삼자의 개입이 없는 VA는 특히 환경단체나 소비자로부터 우려의 눈초리를 피하기 어렵다.

규제당국과 산업계의 VA를 통한 담합은 사회적으로 바람직하지 않은 환경정책과 이에 따른 불충분한 환경관리로 사회적 손실(dead-weight loss)을 야기할 뿐만아니라, 불필요한 협상에 따른 거래비용의 초대로 추가적인 비효율을 발생시킨다. 특히 산업계와 규제당국 간의 정보의 비대칭성(information asymmetry)은 전략적 협상에 따른 거래비용을 증폭시킨다. 이러한 비효율적 담합을 예방하기 위해서 환경단체나 소비자단체의 참여를 통한 투명성의 제고는 바람직한 대안으로 평가될 수 있다. 물론 이에 따라 협상과정이 보다 복잡해지고 이에 따른 추가적 거래비용도 무시할 수 없지만 부정한 전략적 행태를 예방할 수 있음으로써 발생하는 이익이 충분히 클 수 있다. 이처럼 담합적 행태에 따른 부정과 비효율을 적절히 예방할 수 있다면 VA는 적은 행정적 노력으로 민간의 자율성에 기초한 효율적인 환경정책수단, 특히 기업의 청정생산 촉진정책으로 활용될 수 있을 것이다.

2.3.2 유럽연합의 자발적 협약¹⁹⁾

유럽연합에서는 1992년 제5차 환경행동계획(5th Environmental Plan of Action)에서 자발적 접근과 시장메카니즘의 활용을 통한 규제개혁을 천명한 이해 자발적 협약을 통한 자율적 환경관리노력이 광범위하게 추진되고 있다. 1996년의 조사결과에 따르면 이미 300여 개의 자발적 협정(Negotiated Agreement: NA)가 시행되고 있으며, 화학산업계의 Responsible Care 프로그램을 위시한 업계의 독립적

19) 미국과 일본의 자발적 협약 사례는 IV장 각국의 정책현황을 참조

행동계획(Unilateral Commitment: UC)과 정부가 주도하는 자율관리 프로그램(Public Voluntary Programme: PVP)도 다수 추진되고 있는 것으로 파악되고 있다.

자발적 협정(NA)은 독일과 네델란드에서 광범위하게 활용되고 있으며, 분야별로는 산업부문과 에너지부문에서, 그리고 매체별로는 폐기물과 온실가스에 대해 집중적으로 추진되고 있다. NA는 규제당국과의 공식적 계약여부에 따라 법적 구속력을 갖는 경우도 있으며 그렇지 않은 경우도 있다. 네델란드의 경우는 90%가 법적 구속력을 갖는 형태인 반면 대부분의 다른 국가에서는 법적 구속력이 없는 형태로 운용되고 있다. 예를 들어 독일은 2%, 영국은 0%, 프랑스 19%, 덴마크 15%, 이탈리아 0% 등 법적 구속력이 있는 NA의 비중은 매우 작다.

강제성이 강한 네델란드의 NA는 업종별로 목표가 설정되지만 협정은 개별기업과 정부 간에 이루어진다. 반면 독일의 온실가스 저감 NA에서는 산업계가 집단적으로 정부와 협정을 맺고 있는데, 흥미로운 점은 산업계와 합의한 저감목표가 달성되는 한 새로운 규제를 도입하지 않는다는 정부의 약속이 전제되어 있다는 점이다. 뿐만 아니라 독일과 네델란드의 NA는 몇 가지 중요한 차이점을 나타낸다. 독일의 NA가 정부와 산업계의 저감목표에 대한 협상과정인 반면에 네델란드의 NA에 있어서 저감목표는 정부에 의해 미리 정해져 있고 단지 달성시점과 실행수단만이 협상의 대상이 된다.

또한 대부분의 EU국가에서와 같이 독일의 집단책임(Collective Liability)에 입각한 강제정책을 취하는 반면 네델란드는 개별책임(Individual Liability)의 원칙에 의존하고 있다는 점이다. 독일에서는 산업계의 총량적 삭감목표가 지켜지지 않은 경우 개별 위반기업에 대한 제재 대신에 업계에 대한 추가적인 규제의 도입을 강제수단으로 채택하고 있는 반면, 네델란드에서는 개별기업이 저감계획을 규제 관청으로부터 허가받아야 하며, 계획이나 이행상태가 불충분할 경우

보다 엄격한 심사기준이 적용된다.

EU에서의 PVP 활동은 활발하지 않은데 기껏해야 20개 내외의 PVP가 운영중인 것으로 추정된다. 대표적인 사례는 유럽수준의 EMAS와 에코라벨링제도이다. 또한 1998년 UNEP의 조사에 따르면 EU에서 27개의 UC가 진행중인데, 이중 50% 이상이 Responsible Care 프로그램의 일환으로 화학산업계에서 추진되고 있다. 전세계적으로는 화학산업에서 44개, 에너지분야 9개, 철강 4개, 그리고 관광업계에서 12개의 UC가 선언된 것으로 조사되고 있다.

2.4 환경라벨링제도

환경라벨링제도는 제품의 환경정보를 간단하고 객관적인 형태로 소비자에 전달함으로써 이들의 구매의사결정이 가격이나 품질뿐만 아니라 환경적 성과도 고려하여 이루어질 수 있도록 하기 위한 정책수단이다. ISO에서는 제3자의 인증여부와 부여기준에 따라 세 가지의 유형을 구분하고 있다. 첫번째(타입I라벨링)는 제3자 기관의 인증에 의거하여 부착하는 라벨로서 보통 에코라벨이라 부른다. 제품의 전과정에 걸친 환경부하를 평가하고 이를 기준으로 라벨을 부여하게 된다. 두번째(타입II라벨링)는 제3자의 인증과 관계없이 기업 스스로 선언하는 환경성에 대한 자기주장 및 환경광고로서 Environmental claims라고도 한다. 예를 들면 무연휘발유, CFC-free 스프레이 등의 광고가 이에 해당된다. 세번째(타입III라벨링)는 환경선언(Environmental declaration)이라 불리는 것으로서 제품의 전과정에 걸쳐 발생하는 환경영향(혹은 환경부하)을 정량화된 제품정보의 형태로 표현한다. 이는 일정기준을 만족하는 경우에 부여되는 타입I라벨과 달리 객관적인 정보만을 제공하고 이에 대한 판단을 소비자에게 맡기게 된다. 타입III라벨링은 제3자 인증으로 운영할 수도 있고, 자기선언 방식으로 운영될 수도 있다.

2.5 공공구매

정부나 공공기관에서 구입하는 기자재는 전체시장에서 차지하는 비중이 크기 때문에 이들이 제품의 환경친화성을 고려하여 구입하는 행위(Green Procurement)는 기업의 환경관리에 지대한 영향을 미친다.²⁰⁾ 특히 최근에 환경문제의 중요성이 커짐에 따라 정부의 공공구매활동에 환경적인 고려가 점차 광범위하게 확산되고 있다. OECD에서도 가입국 정부가 환경적으로 건전한 제품 및 서비스를 구입하는 정책을 이행할 것을 권고하고 있다. 특히 환경마크제도가 운영되고 있는 국가에서는 점차 환경마크가 부착된 상품을 구입하는 것을 의무화하고 있다.

〈표 III-4〉 주요국의 에코라벨 제도

국가	제도명	도입 연도	국가	제도명	도입 연도
독일	Blue Angel	1977	한국	환경마크	1992
일본	Eco-Mark	1989	싱가포르	Green Label Singapore	1992
북구제국	White Swan	1989	프랑스	NF-Environment	1992
캐나다	Environmental Choice	1990	네덜란드	Stichting Milieukeur	1992
미국	Green Seal	1991	EU	European Flowr	1992
스웨덴	Good Environmental Choice	1990	크로아티아	Environmentally Friendly	1993
뉴질랜드	Environmental Choice	1990	대만	환경보호마크	1993
인도	EcoMark	1991	태국	Green Label	1994
오스트리아	Austrian Eco-Label	1991			
호주	Environmental Choice	1991			

자료원) 이병욱(1997), 일부 국가 추가

20) OECD 국가에서 제품 및 서비스의 소비가 전체 GDP 지출에서 차지하는 비중은 70-75%로 추정되고 있으며, 이 중 공공부문이 차지하는 비중은 GDP의 5-15%에 달하는 것으로 평가된다. (Jean Cinq-Mars, "A new policy tool for the environment: Green public purchasing in the OECD", 1998)

하지만 환경마크제도에서 관리하는 제품의 종류가 아직 많지 않기 때문에 환경마크제도 자체만으로 공공구매의 녹색화를 보장하는 것을 한계가 크다. 이러한 점을 보완하기 위해 덴마크 정부는 정부, 기업계, 소비자 대표들로 구성된 위원회를 통해 공공구매시에 고려하여야 할 사항을 도출하고, 공공구매에 응찰하는 업체에 대하여 환경관련 질의서에 응답토록 함으로써 이를 구매의사결정에 반영토록 하고 있다. 또한 스웨덴을 비롯한 몇몇 국가에서는 공공기관의 감사시에 구매과정의 환경친화성을 평가하고 있다.

미국에서는 EPA의 주관으로 연방정부차원의 환경친화적 구매운동(Environmentally Preferable Purchasing: EPP)을 전개하고 있으며, 오염예방을 비롯한 7가지 구매원칙을 제시하고 있다.²¹⁾ 연방정부의 구매담당자는 행정명령 13101과 FAR(Federal Acquisition Regulation)에 따라 제품과 서비스의 환경성을 평가하여 환경친화적 제품을 우선구매하여야 한다. 캐나다에서도 1994년 시작된 환경산업 전략에 의거하여 정부부처별 녹색구매실적을 일반에 공개하도록 하는 GPR(Green Purchasing Reporting) 제도를 운영하고 있으며, 일본에서는 민간주도의 GPN(Green Purchasing Network)가 조직되어 현재 1,600개 이상의 기관이 가입하고 있다.

2.6 포괄적 생산자책임

2.6.1 포괄적 생산자책임의 개념

많은 OECD국가들이 오염자부담원칙에 따라서 자원과 에너지를 보존하고 방출하는 오염물질의 양과 최종처분되는 폐기물을 감축하기 위해 민간부문(통합적인)책임을 확대하는 조치들을 취하고 있다. 포괄적 생산자 책임(Extended Producer Responsibility: EPR)이란 제

21) 미국 연방정부는 제품 및 서비스 구입에 매년 2천억불 이상을 지출하고 있다. EPP에 대한 상세한 내용은 'www.epa.gov/opptintr/epp' 참조

품의 생산자와 수입자가 그 제품의 전과정(product life cycle)에 걸쳐 발생하는 환경적 영향에 대해 상당한 정도의 책임을 부담해야 한다는 원칙이다. 즉, 생산자는 자신이 만드는 제품을 전과정에 걸쳐 환경영향을 최소화할 수 있도록 설계하여야 하고, 나중에 발생하는 환경적 영향에 대한 법적, 사회경제적 책임을 진다.

그러나 생산자들이 혼자서 EPR로 인한 전체부담을 감내할 수는 것이며, 그 부담은 사회전체의 책임이다. 제품의 전과정의 다양한 시점에서 제품에 대한 책임이 생산자 이외의 경제주체들에게 놓여져 있기 때문에 제품에 수반되는 책임은 생산자를 넘어서 소비자, 정부, 그리고 기타 경제주체들에게 분담되어 있는 것이며, 따라서 EPR보다 더 수용성 있는 용어로서 "제품에 대한 공유책임(Shared Product Responsibility: SPR)"이 사용되고 있다.

EPR은 환경적으로 건전한 제품관리에 대한 제품책임과 재정적 책임 두 가지 모두가 생산자에게 부여된다는 점에서 오염자부담원칙에 일맥 상통한다. 실제로 자유시장경제하에서는 비용이 소비자에게 전가될 수 있기 때문에, EPR법제는 단지 궁극적인 제품책임이 생산자에게 있다는 것을 보장할 뿐이다. 그럼에도 불구하고 생산자는 제품변경을 통하여 이러한 비용을 최소한으로 줄임으로써 법제에 대응할 것이라고 추정할 수 있다. 따라서 EPR의 일차적 목적은 생산자들에게 제품을 환경적으로 보다 수용가능한 것으로 바꾸도록 인센티브를 제공하는 것이다.

2.6.2 포괄적 생산자책임의 적용사례

현재 EPR접근방식의 대표적 사례는 네델란드의 포장협정(Packaging Covenant)과 독일의 포장시행령(Packaging Ordinance)이다. 네델란드의 포장협약은 체육주택 및 환경부, 농업부, 경제부에 의해 개발된 지속가능한 산업발전모델(SIDE-model)의 견지에서 추진되었다. 포장협약은 NA(Negotiated Agreement)의 일종으로서 기업들

이 공동으로 협상된 목표에 자발적으로 서명하지만 일단 그렇게 하고 나면 협약조건에 대해 법적으로 구속된다. 이 협약은 포장환경재단(Foundation on Packaging and the Environment: FPE)에 의해 서명되었는데, 회원사들이 협상된 공동목표를 달성하지 못할 경우 민법상의 강제가 가능하며, 특히 협약에 서명하지 않은 기업에 대해 개별 기업이 충분한 조치를 취하지 않으면 규제가 법제화될 것이라는 위협이 있었다.

네델란드는 EPR을 생산정책과 폐기물정책 간의 연결고리로 인식하고 있다. 네델란드의 생산정책은 제품의 환경영향을 부단히 감축하는 데 있어서 특히 생산자의 책임을 강조하고 있다. 그 책임은 생산 공정에서의 오염물질 배출을 넘어서 원재료의 선택과 사용, 그리고 제품 디자인에까지 확대되어 있다. 또한 그 책임은 제품의 사용단계 뿐만 아니라 소비이후의 단계까지 걸치는 것이다. 따라서 폐기물 발생 억제 및 재활용은 네델란드 폐기물정책의 핵심요소이다. 네델란드의 포장협정은 자발적 EPR접근방법의 사례를 보여주고 있으며, 엄격하게 강제적으로 EPR을 적용하고 있는 독일의 포장시행령과 대조적이다. 네델란드 접근방법의 흥미로운 점은 포장 및 포장폐기물에 관한 오염감축의 최적해법을 찾는 데 있어서 공유책임, 전과정평가(LCA) 및 시장경제분석(Market Economic Analysis: MEA)을 적용하고 있다는 점이다.

1991년 발효된 독일의 포장시행령은 네델란드의 접근방법과 같이 공유책임(shared responsibility)이 적용된 사례로서, 현행 EPR관련 법제중 가장 광범위하며 규제자가 접근가능한 정책대안중 가장 어려운 방식을 취하고 있는데, 강제적인 통제를 통해 재료의 재이용, 재활용에 대한 연차별 쿼터를 이행하도록 하고, 소매업자에게 포장폐기물을 의무적으로 회수하도록 요구하고 있다. 이 포장시행령은 결과적으로 생산자들로부터 자금을 제공받아 수집과 재활용을 하는 완전한 형태의 SPRO시스템이라 할 수 있는 DSD(Duales System Deutschland)

를 탄생시켰다.

DSD는 포장폐기물을 수집, 선별하여 재활용업자에게 넘기기 위해 조직되었으며, Green Dot심볼 판매를 통하여 비용을 충당하는 비영리조직으로 운영된다. DSD설립자들은 다양한 포장분야에 경험에 있는 재활용업자들과 협력할 필요를 인식하고 주요 재활용부문에 중사하는 사람들로 재활용협회(보증제공자)를 조직하였다. 재활용협회는 DSD의 모든 폐기물을 재활용하고(스스로 또는 제3의 당사자를 통하여), 재활용활동과 관련된 서류를 작성하며, DSD에 자료를 보고하는 책임을 진다. 재활용 보증제공자를 설정하는 일은 재활용시장의 불안정에 기인한 병목현상에 영향받지 않고 DSD시스템이 원활하게 작동하도록 보장하는 데 필수적이다.

재활용쿼터는 2단계로 구분, 실행되었다. 1993년 최초의 쿼터는 유리(60%)를 제외한 모든 물질에 대하여 20-40%의 수집률을 요구하였다. 1995년의 쿼터는 모든 포장물질그룹에 대해 유통된 포장재의 무게로 80%의 수집을 요구하였다. 선별쿼터는 1995년까지 유리, 양철 및 알루미늄에 대하여는 수집된 물질의 90%, 종이, 플라스틱 및 복합포장재에 대하여는 수집된 물질의 80%를 선별하도록 요구하였다. 수집률과 선별률을 곱하면 사실상의 수집 및 선별쿼터를 구할 수 있으며, 1995년 기준으로 유리, 양철 및 알루미늄에 있어서는 72%, 종이, 플라스틱 및 복합포장재에 대하여는 64%의 수집 및 선별쿼터가 적용되는 것이다.

Green Dot시스템하에서의 면허요금은 당초 포장재의 유형이나 밀도와는 무관하게 양적 기준에 따라 부과되었다. 이는 제조업자들로 하여금 플라스틱, 복합재질과 같이 재활용이 어려운 물질을 감량화하거나 바꾸도록 하는 유인을 제공하지 못함에 따라 1993년 10월 무게와 포장재 유형을 기초로 하는 오율체계가 도입되었다. 새로운 오율 체계에서는 플라스틱과 복합재에 대해 상대적으로 높은 오율(종이와 유리보다 7-20배 높은 수준)을 부과하고 있다. 또한 공통비용(간접비

용)을 충당하기 위하여 1994년 10월에 품목요금이 도입되었다.

포장시행령의 영향으로 불필요한 포장재의 발생억제와 제거, 포장폐기물의 재활용이 촉진되어 1992-1993년 사이에 포장재 양은 50만 톤까지 감소되었다. 포장시행령 통과이후 전체 포장재는 백만톤까지 줄어들었는데, 이는 1인당 15kg을 감량한 것이다. 이러한 감량은 수축포장재나 투명포장재와 같은 형태의 불필요한 포장의 제거와 재이용이 가능한 포장재 사용의 증가에 따른 것이다. 복합포장재와 플라스틱 포장재의 사용은 다른 물질로 대체되면서 줄어들었으며, 포장에 사용되는 물질의 양을 줄이기 위해 상당한 설계변경이 이루어졌다. 부피를 줄이기 위해 용기의 형태와 크기가 바뀌었으며, 얇은 필름과 용기가 도입되었다. 또한 열분해, 수소첨가, 합성가스 생산기술, 철강 산업에서의 환원제로서 플라스틱 이용 등 다양한 재활용기술이 개발되었다. 포장재에 사용된 종이의 재활용은 1993년 55%에서 1994년 70.6%로 증가하였으며 독일 전체의 종이생산량 1,450만톤중 820만톤이 재활용되고 있다.

IV. 청정생산구축을 위한 각국의 정책현황

1. UNEP

UNEP IE(Industry and Economy)는 Goverment Council의 요구에 따라 1990년에 “청정생산프로그램”을 발족하였다. 이 프로그램의 주요 목적은 ① 청정생산 비전의 전세계적 공감대 형성, ② 청정생산을 위한 정책 및 전략의 실행, 환경경영시스템, 환경적으로 건전한 기술과 제품, UNIDO-UNEP 국가청정생산센터 설립프로그램의 촉진, ③ 청정생산 및 에코효율성을 위해 노력하는 기관들을 연결하는 네트워크 지원, ④ 훈련 및 교육을 통한 역량 증진 지원, 그리고 ⑤ 시범사업 지원 및 기술지원이다.

UNEP에서는 전세계적인 청정생산의 보급을 위해 훈련 및 기술 지원, 다양한 인쇄물의 출판과 함께 분야별 작업그룹을 운영하고 있다. 특히 ICPIIC(International Cleaner Production Information Cleaninghouse)는 청정생산분야에서 각광받는 DB로서 세계각국에서 이용하고 있다. 또한 1989년 영국에서 제1차 회의가 개최된 이래 매2년마다 청정생산 고위급회의를 개최하고 있다. 1998년 대한민국에서 개최된 제5차 회의에서는 국제 청정생산 선언을 선포함으로써 청정생산분야의 범세계적 노력을 선도하고 있다.

1.1 훈련 및 기술지원

CP 프로그램은 개발도상국 CP프로그램의 자립성 향상에 초점을 두고 있으며, 기업, 정부, 연구기관 등의 기반구축이 CP 보급을 위해 가장 효과적인 방법이라는 인식에 기초하고 있다. 1991년 11월에 UNEP IE는 개도국의 기업 및 정부 관련 전문가들이 이미 CP프로그

램을 수행하고 있는 나라들로부터 온 전문가들과 함께 토론할 수 있도록 하기 위한 워크샵을 개최하였다. 여기에는 중국, 인디아, 말레이시아, 필리핀, 이집트, 폴란드, 러시아, 멕시코, 베네수엘라, 에콰도르, 브라질등의 개도국이 참가하였고. 워크샵의 마지막에 참가자들은 지역적/국가적 CP활동계획의 초안을 작성하였다. UNEP IE와 공동으로, 그리고 Word Bank의 부분적인 지원을 받은 중국의 CP programme도 이 회의에서 시작된 것이다. 이 초안에 따라 기업체의 시범사업, 개도국에서의 NCPC 설립, 그리고 기술, 관리, 정책 등에 관한 워크샵 및 훈련프로그램의 개발이 추진되고 있다. 또한 UNEP IE는 CP프로그램에서의 훈련과정과 다른 조직들을 지원하기 위해 CP훈련 매뉴얼을 개발하고 있다.

1.2 출판

환경친화적 설계, LCA, 에코효율성 등 다양한 주제에 대하여 다량의 출판물이 발간되고 있다. "Ecodesign: A promising Approach to Sustainable Production and Consumption", "Life Cycle Assessment: what it is and how to do it", "Cleaner production in china: A story of Sucessful Cooperation" (Chinese National Environmental Protection Agency, the World Bank와 공동출간), "Eco-Efficiency and Cleaner Production: Charting the course to Sustainability" (WBCSD와 공동으로 출간) 등이 최근에 발간되었다.

가장 최근의 출간물인 "Cleaner Production Worldwide" 시리즈는 산업의 CP적용의 실례들을 설명한다. 4번째 시리즈인 "Cleaner Production in the Mediterranean"은 비정부조직인 이탈리아 ECOMED와 공동으로 편찬되었는데 CP기술과 Mediterranean지역에서 수행된 방법들에 관한 13개의 실례를 설명하고 있다. 이 외에 "Cleaner Production Volume I, and II", "Cooperation Region"은 CP

작업의 실풃들을 예시하고 있는데 선진국과 개도국의 기업에 유용하다. CP Newsletter는 "the Industry and Environment Review"의 부록으로서 1년에 2회 출간되는데 영어, 불어, 스페인어, 중국어, 폴란드어로 발간되며 서울대학교에서 한국어판으로도 발간되고 있다. 이것은 프로그램의 활동보고와 CP에 관한 뉴스를 제공한다. 그 외 다른 출판물로 "The Audit and Reduction Manual for Industrial Wastes"(UNIDO와 공동출간)와 "Climate Change and Efficiency in Industry"(IPIECA와 공동출간)이 있다. 또한 식품, 피혁, 금속, 섬유 등 특정 산업별로 CP에 관한 소책자 시리즈가 1998년부터 발간 중에 있다.

1.3 작업그룹 활동

UNEP CP프로그램에는 현재 9개의 정식 작업그룹이 있다. 2개는 교육과 정책 전략 및 수단에 관한 이슈를 다루고 나머지 7개는 특정 산업분야별로 조직되었다. 작업그룹은 ① Metal Finishing, ② Textiles, ③ Leather Tanning, ④ Biotechnology, ⑤ Food, ⑥ Sustainable Product Development, ⑦ Pulp and Paper, ⑧ Policies and Strategies, ⑨ Education 등이다.

작업그룹의 멤버들은 자발적으로 참여하여 시간과 노력을 기울이고 있다. 예외적으로 "Sustainable Product Development 그룹"과 같이 특정정부나 기관(이 경우 덴마크 환경부)의 지원을 받기도 한다. 작업그룹은 세계각지의 전문가들로 구성되어 CP program을 지원하고 ICPIC의 정보와 출판에 대한 기술적 검토를 담당한다. 또한 이들은 새로운 사례연구를 개발하기도 하며 정보보급에도 많은 노력을 기울이고 있는데 Textile Working Group은 News letter을 출간하고 기술 가이드를 발간했다. 정책 및 전략에 대한 작업그룹은 Sweden, Lithuania, Netherlands, United Kingdom에서의 세미나 개

최를 준비해 오고 있고 Education 작업그룹은 NCPC의 지도자를 위한 훈련워크샷을 조직하였다.

1.4 국립청정생산센터 프로그램

국립청정생산센터(National Cleaner Production Centres: NCPC) 프로그램은 개도국의 CP활동 지원을 위한 UNEP의 야심찬 활동의 하나이다. 이 프로그램은 UNIDO(United Nations Industrial Development Organization)와 UNEP IE가 공동으로 시작했다. 이 프로그램은 5년 동안 약 20개 국가에 NCPC의 설립과 운영을 지원할 계획이다. NCPC는 기술적 정보와 자문제공, CP기술을 증명하여 유인하는 산업 및 정부의 전문가 훈련을 통해 CP를 향상하는 촉진역할을 한다. NCPC는 경험국가에 의해 관리되도록, 그리고 오히려 현재의 비정부조직에 의해 주도(hosted)되도록 계획되었다. 프로젝트의 지원은 오스트리아, 덴마크, 네덜란드 정부와 UNEP, UNIDO로부터 이루어진다. 1995년 12월 13일에서 15일에 UNIDO 와 UNEP는 NCPC 프로그램의 파트너간에 the first annual experience exchange meeting을 주최하였는데 여기에서 NCPC의 성과와 UNIDO/UNEP 공동 이니셔티브에 대한 평가와 공동프로그램을 위한 개선전략이 도출되었다. 현재 중국, 튀니지, 짐바브웨, 체코, 슬로바키아, 인도, 멕시코, 탄자니아 등 8개국에 NCPC가 설립되었으며, 네덜란드의 IVAM과 에라스무스대학, 덴마크의 기술연구소(DTI)와 덴마크공과대학(DTU), 미국의 메사추세츠대학(로웰) 등이 협력기관으로서 지원기능을 수행하고 있다.

1.5 ICPIC

ICPIC(International Cleaner Production Information Clearinghouse)

는 CP에 관한 정보공유(사례연구, 출판물 초록, 전문가 목록 등)를 위한 온라인 DB시스템으로 미국의 EPA에 의해 처음 계획되었다. 1994년 UNEP IE는 ICPIC를 개선하기 위한 노력을 시작하였다. 현재 ICPIC는 디스켓, 인터넷을 통한 E-mail 과 Web page접속, 인쇄 간행물 등을 통해 보급되고 있다. CP는 각각의 현황에 따라 이루어져야 하기 때문에 UNEP IE는 산업, 연구기관, 정부, 대학들이 서로 그들에게 적당한 CP 해결방법들을 네트워크를 통해 찾도록 지원하고 있다. ICPIC-DV는 기술적, 정책적 적용, 관련출판물의 초록, 전문연구기관 및 연락처 목록, UNEP IE에서 나온 이용가능한 정보의 CP database의 모음으로 Key-word 또는 관련단어로도 쉽게 검색할 수 있을 뿐만 아니라 출력속도도 비교적 빠르다. 또한 ICPIC의 웹 페이지에서는 디스켓의 데이터와 UNEP IE에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있다. (<http://www.unepie.org>)

1.6 UNEP과 WBCSD의 공동노력

UNEP과 WBCSD는 청정생산과 에코효율성이라는 유사한 개념을 발전시키던 중 상호협력을 통해 이 개념들의 확산을 촉진하기로 하였다. 1996년 뉴욕에서 개최된 UN CSD회의에서 양 기구는 ① 지속가능한 개발을 위한 두 가지 개념으로서 에코효율성과 청정생산을 촉진하기 위한 산업계와 정부의 협력을 활성화하고, ② 이를 위한 UNEP과 WBCSD의 국제적 노력의 성과를 설명하고, ③ 기업계의 실천노력과 이에 따른 경제적 가치를 홍보하기로 결정했다.

양 기관의 협력은 청정생산과 에코효율성의 개념을 통합하는 지속가능한 생산과 소비(Sustainably Production and Consumption: SP&C)의 개념을 탄생시켰다. SP&C는 1995년 2월 오슬로에서 열린 장관급 원탁회의에서 "미래 세대의 욕구를 저해하지 않도록 전과정에 걸친 자연자원의 사용, 유해물질, 폐기물과 오염물질의 발생을 최

소화하면서 인간의 욕구와 보다 나은 삶의 질을 달성하기 위한 제품과 서비스의 생산과 사용(the production and use of goods and services that respond to basic human needs and bring a better quality of life, while minimising the use of natural resources, toxic materials, and emissions of waste and pollutants over the life cycle, so as not to jeopardise the needs of future generations)"으로 정의된 바 있다. WBCSD는 SP&C를 넓은 의미의 지속가능한 개발을 위한 핵심 개념으로 파악하고 있다.

2. 유럽연합

유럽연합(EU)에서는 CP와 관련된 산업계, 학계, 정부의 전문가들 간의 교류와 정보제공을 촉진하기 위해 EUREKA, EnviroWindows, LEAD, PREPARE 등의 다양한 프로그램을 운영하고 있다.

2.1 EUREKA²²⁾

2.1.1 EUREKA란?

EUREKA는 유럽의 산업과 연구소 간 RTD(Research and Technological Development) 협력을 통해 유럽의 경쟁력을 강화하기 위한 네트워크조직이다. 1985년에 발족한 EUREKA는 EU와 유럽 25개국의 산업계 및 연구소가 참여하고 있으며, 세계 경쟁력과 삶의 질 개선을 위한 기술의 개발 및 교류를 목적으로 하고 있다.

EUREKA 프로그램은 시장성이 있는 제품과 서비스개발을 지원하고 있으며 Bottom-up방식으로 이루어진다.

22) 상세한 내용은 'www.eureka.be/home/wants/state.htm' 참조

지속가능한 생산과 소비를 위한 기업과 정부의 역할

기업의 역할:

- 최고경영자를 비롯한 전사원의 참여와 제품 전과정을 고려한 책임의식
- 종업원에 대한 훈련과 소비자에 대한 홍보/교육
- 인식의 전환: 유한한 지구자원과 급속한 개발
- 관리기법의 적용
- R&D, Design for eco-efficiency: 물질의존도를 줄이는 공정변화, 제품개선
- 환경친화적 구매와 마케팅
- 판매후 서비스(After-sales service)
- 순환구조의 폐쇄(closing the loop)

정부의 역할:

- 기업의 환경성과 향상 및 청정기술 적용을 촉진할 수 있도록 규제 개혁
 - 자발적 협약
 - 청정기술의 활용을 저해하는 규제 개선
- 경제적 유인제도 활용
 - 환경책임, 보조금, 지원프로그램
 - 수자원, 에너지 등 자원에 대한 보조금 철폐
 - 중소기업에 대한 경영 및 기술지원
 - 청정공정, 제품 및 서비스에 대한 R&D 지원
- 지원: 청정생산의 개념과 경제적 이익에 대한 인식 제고
 - 청정생산의 기술적, 관리적 측면에 대한 정보 제공
 - 청정생산 프로그램 지원, 교육 프로그램 개발
 - 기술이전 지원
- 외부 지원 활용
 - 선진국 및 국제기구로부터의 재정, 기술, 정보, 교육/훈련 등의 지원을 받을 수 있도록 노력한다.

자료원) UNEP/WBCSD(1996)

곧 EUREKA 또는 정부조직에 의해서가 아니라 EUREKA의 각 파트너가 프로젝트를 제안하고 프로젝트의 목적, 관계대상자, 프로젝트 운영자, 파트너의 업무, 연구결과의 활용방안도 파트너가 결정한다. 또한 프로그램의 추진도 중앙기관에 의한 지휘감독에 의해서가 아니라 파트너들간의 사업동의에 의해서 이루어진다. 이들의 자금처도 분산화되어 있는데 "EUREKA label"을 획득함으로써 국가의 자금지원을 받을 수 있는 기회를 가질 수가 있다. 그리고 프로젝트의 연구결과는 파트너의 소유로 인정된다²³⁾.

2.1.2 EUREKA의 구성

EUREKA는 비교적 단순한 구성조직을 가지고 있으며 비정부적 조직으로 NPC, NIPs, HLG, Ministerial Conference, EUREKA Secretariat으로 이루어져 있다. EUREKA가 비록 국제수준의 조직이지만 프로젝트의 참여자들은 단지 각 지역에 위치한 Eureka office 즉 NPC(National project Coordinator)와 접촉한다. NPC는 EUREKA 프로젝트를 제안하고 시도하는 데 관심을 보이는 회사 및 연구센터에 필요한 정보를 제공한다. NPC는 EUREKA 멤버 각지에 위치하여 프로젝트 제안서를 위한 국제파트너를 모색하는데 도움을 주고 EUREKA Label을 획득한 프로젝트를 지원한다.

NIP(National Information Point)는 1990년대 초에 중유럽과 동부유럽의 몇몇 국가에 설립되었고 비회원국가에게 EUREKA 프로젝트를 제안하고 함께 참여하도록 유인하는 역할을 담당한다. HLG(High Level Group)는 각 국가의 고위급 대표자들로 구성되어 있고 1년에 4차례의 회의를 가진다. HLG은 EUREKA 전략을 결정하

23) EC(European Commission)는 EUREKA의 구성멤버이지만 프로그램의 추진 성격은 EUREKA와 매우 다르다. EC의 프로그램은 Precompetitive R&D에 중점을 두고 있고 Top-down 방식을 취하고 있다. EC의 지휘감독에 의해 이루어지고 있으며 중앙에서 자금이 지원되고 연구결과는 EC와 파트너의 소유로 된다.

고 각료회의(Ministral Conference)의 결정사항들을 수행하며 각료회의의 동의를 필요한 프로젝트를 결정한다.

Ministreral Conference는 각국의 장관 및 EC의 대표자들로 구성되어 있고 매년 6월에 회의를 개최하는데 이 회의에서 새로운 프로젝트를 공표하고 새로운 방향을 설정한다. 또한 신규회원을 결정하며 새로운 의장을 선출한다. 마지막으로 EUREKA 사무국(Brussels)은 정보센타로서 EUREKA의 국제 정보교류를 담당하고 EUREKA의 데이터베이스를 관리한다. 그리고 네트워크 접속과 의장의 활동을 지원한다.

2.1.3 청정기술개발

EUREKA의 프로젝트는 해양환경, 대기오염, 청정생산기술, 폐기물관리, 문화유산보존, 환경회복 및 모니터링에 중점을 두고 있다. 환경기술 프로젝트에는 특별전략분야(Umbrella)가 있는데 이것은 EUREKA의 커다란 네트워크 안에 있는 Mini-network으로서 "Technology providers"와 "Problem owner"를 연결하는 Brokerage Event와 회의를 구성하고 기준(standard)의 개발과 이용향상, 참가자의 파트너 모색을 도와준다. EUREKA의 Umbrella는 5가지가 있으며 EUROENVIRON, ENROMAR, EUROCARE, CARE, WOOD INITIATIVE가 있다. 이 중 EUROENVIRON이 청정생산기술개발을 담당하고 있다.

1989년에 시작한 EUROENVIRON Umbrella는 다른 Umbrella와 마찬가지로 관련 프로젝트를 만들어 내는 것이다. 유럽의 회사들은 그들의 제품, 공정, 서비스가 가능한 한 환경친화적이도록 하는 부담을 안고 있다. EUROENVIRON은 이러한 회사들과 연구기관들이 협력관계를 맺음으로써 유럽의 중요한 환경문제를 해결하도록 하고 있다. 만약 어떤 기업이 프로젝트를 함께 협력 수행할 유럽국의 파트너를 필요로 한다면 EUROENVIRON을 통해서 이를 해결할 수 있다.

EUROENVIRON은 EUREKA에 속한 국가에 있는 관련 전문가 및 기관들을 네트워크로 연결하고 있다. 산업이나 연구소의 대표자들은 국가 프로젝트 리더(The National Project Leader, NPL)로서 네트워크의 핵심구성원이 된다. NPL은 네트워크 상에서 유통되고 있는 EUROENVIRON의 프로젝트 제안서를 위한 파트너 선정을 쉽게하기 위해 정기적인 모임을 가진다. 산업대표자들은 각국에 위치한 EUREKA 지사와 협력하고 두 번째로는 각 국에 있는 NPC를 통해 공공기관과 협력한다. 어떤 조직이 프로젝트 아이디어를 가지고 EUROENVIRON에 연결된 전문가를 찾고자 할 경우 먼저 기술, 희망하는 파트너 타입, 개발가능성, 기간 등에 관한 프로젝트 제안서 양식을 작성한다. 이 양식은 EUROENVIRON 사무국에 의해 EUREKA회원국으로 보급된다. 다양한 국가별 EUROENVIRON 네트워크가 모든 국가에게 아이디어를 보급하면 산업이나 연구소들은 자신들이 관심있는 아이디어에 대해 이를 제시한 조직과 직접 접촉하게 된다. EUREKA각료회의가 1994년 네덜란드에서 열리기까지 알려진 EUROENVIRON 프로젝트는 49개였고 다른 77개의 Proposal이 네트워크에 유통되고 있었다. 지금도 새로운 프로젝트는 추진되고 있으며 가능한 많은 산업들의 참여와 연구조직 및 기업의 협력을 확대해 나가는데 중점을 두고 있다. EUROENVIRON은 또한 특별영역에 초점을 둔 많은 Working Group를 발족시켰는데 대표적인 예로 네덜란드의 PREPARE(Preventive Environmental Protection Approaches in Europe)를 들 수 있다.

2.2 EnviroWindows, LEAD, PREPARE

덴마크에 위치한 European Environment Agency(EEA)는 청정생산 실행에 필요한 정보를 확산시키기 위해 몇 가지 프로젝트를 EnviroWindows프로그램에 따라 시행하였다. EnviroWindows 프로그램

에는 전자출판, 가상도서관(Virtual libraries)과 다양한 이해당자들을 위한 공개토론회에 관한 것들이 포함되어 있고 기업체, 중소기업, 지자체 등과 같이 환경정책을 결정하거나 환경과 관련된 프로그램을 추진하는 그룹들을 주요대상으로 하고있다. 현재는 환경평가, LCA, 청정생산이 주로 다루어지고 있으며, 중소기업과 지자체에 관한 프로젝트는 중소기업에 적용가능한 환경관리도구와 향상된 폐기물 관리, 지속가능한 개발을 촉진하기 위한 것이며 이에 관한 안내책자를 보급하고 있다.

LEAD (Leadership for Environment and Development)는 1995년에 유럽지역의 지속가능한 개발과 중유럽, 동유럽, 서유럽 국가간의 시너지효과를 극대화하기 위해 시작된 것으로 이들 국가들이 지역 또는 세계적으로 효과적인 상호작용을 할 수 있도록 하는데 노력하고 있다.

사전예방에 관한 정보교환을 위한 PREPARE(PREventive Environmental Protection appRoaches in Europe)는 그룹활동에 관한 발행물을 보급하고 있는데 여기에는 유럽의 관련 프로그램, 정보교환활동에 관한 정보, 그리고 에코디자인과 청정생산에 관한 설명서도 포함하고 있다. 또한 이 그룹은 고위급 산업회의와 R&D 프로젝트 개발회의를 개최하고 있으며 각 국가들은 PREPARE network을 통해 청정생산 관련 활동과 프로젝트의 발굴을 촉진하고 있다.

3. 미국

3.1 청정생산의 개념

미국에서는 청정기술 대신에 "오염예방(pollution prevention 혹은 P2)"이라는 용어를 사용하고 있다. US EPA는 P2를 "오염물질 및

폐기물의 원천적 발생을 줄이기 위한 물질·공정·방법의 사용(the use of materials, processes, or practices that reduce or eliminate the creation of pollutants or wastes at the source)"으로 정의하고, 유해 물질, 에너지, 수자원 등 자원의 사용을 줄이고, 보전과 효율적 이용을 통해 자원자원을 보호하는 방법을 포함하는 개념으로 파악하고 있다. 1990년 제정된 미국의 오염예방법(Pollution Prevention Act)에는 청정생산체제 구축을 위한 적극적 의지를 다음과 같이 표현하고 있다.

“오염은 가능한 한 발생단계에서 예방되거나 감소되어야 한다. 그렇지 못할 경우 환경적으로 안전한 방법으로 재활용되어야 하고, 사후처리나 배출은 마지막 수단으로 사용되어야 하며 이 경우에도 환경적으로 안전한 방법이 사용되어야 한다.”

또한 1990년 개정된 연방 대기정화법(Clean Air Act)에서도 유해 대기오염물질, 산성비, 도시 스모그, 오존층 파괴 등 심각한 대기오염 문제를 해결하기 위해 혁신적 전략과 예방적 접근방식을 강조하고 있다. 1991년 2월 EPA는 기존의 규제와 정책에 있어서 기업의 오염 예방노력에 대한 방향과 지침을 제공하고 오염예방을 위한 구체적인 목표달성을 위한 프로그램을 수립하는 내용의 「오염예방전략」을 발표하였다. 또한 에너지성(DoE)은 1990년 “폐기물저감정책(Waste Reduction Policy Statement)”에서 폐기물 저감이 연구개발, 공정설계, 설비개선, 신규공장설계, 운영관리 등에 있어서 최우선의 고려사항이 되어야 하며, 발생억제를 시발점으로 환경보전을 위한 모든 분야에서 추진되어야 한다고 선언하였다.

3.2 정책현황

3.2.1. 연방 오염예방 프로그램

EPA는 1991-1992년에 전체예산의 2%를 할애하여 P2 프로젝트를

지원하기 위한 일련의 프로그램을 시행하였다. 프로젝트 대상은 휘발성유기화합물(VOC) 면오염원에서의 오염예방을 위한 시범사업, 오염원천에서의 발생억제 및 재활용을 위한 업체와의 협약, 납 오염예방 등이다. EPA는 모든 매체와 지역별 오염예방 활동을 조정하기 위해 오염예방국을 설치하였다.

EPA는 고효율 조명기구의 사용을 촉진하는 Green Lights 프로그램, 에너지 사용을 최소화하는 Green Star Computer 프로그램, 유해화학물질 사용감소를 촉진하는 33/50 프로그램 등을 시행하고 있다. DoE는 에너지 소비증가율을 억제하기 위하여 오염예방활동에 대한 무상 기술평가와 \$10,000이하의 재정지원을 수행하고 있다. 국방부(DOD)는 EPA와 함께 연방설비의 오염물질 배출억제 및 재활용 기회를 평가하고 오염예방기술의 이전을 촉진하기 위해 Waste Reduction Evaluations at Federal Sites(WREAFS) 프로그램을 시행하고 있다. 또한 미국 우편성에서는 1992년 기준 폐기물을 1993년까지 25% 줄이고, 1995년까지 추가적인 25%를 줄이는 폐기물 저감프로그램을 시행하였다.

3.2.2 주 오염예방 프로그램

1991년 4월에 이미 과반수의 주정부가 오염예방법을 제정하여 P2 프로그램을 시행하고 있다. P2 프로그램의 핵심요소는 정보센타, R&D, (현장에서의) 기술지원, 업계 및 지방정부에 대한 재정지원, 폐기물 교환, 폐기물 감사, 세미나의 개최, 조사 및 평가, 잡지의 발행, 학계의 참여와 포상제도 등이다.

3.2.3 중소기업 지원정책

미국은 「소기업 오염예방(P2 by and for Small Businesses)」이라는 특별 프로그램을 통해 오염예방을 위한 혁신적 접근을 보여주는 소기업에 대하여 \$25,000을 포상하고 있다. 신시네티에 있는 EPA

RREL(Risk Reduction Environmental Laboratory)는 콜로라도 주립대학, 테네시 대학 등이 참가하는 University City Science Center 프로그램(1989-1993)을 통해 90여개의 중소기업에 대한 오염예방평가를 지원하고 있다. 이 프로그램은 1994년 이후에 6개의 센터를 설립하여 운영하고 있으며, EPA와 함께 DoE의 에너지효율·재생에너지국에서 지원받고 있다.

3.3 주요 정책수단

3.3.1 정보정책

EPA는 오염예방정보센터(PPIC)를 설립하여 연방·주·지방 정부, 국제기구, 산업 및 무역협회, 민간, 학계, 타 국가 등 광범위한 대상에게 오염예방정보를 배포하고 있다. PPIC는 UNEP와 EPA가 공동후원하는 ICPIIC(International Cleaner Production Information Clearinghouse)와 협력하고 있다. 관련 DB는 전화나 인터넷을 통해 접속할 수 있다. EPA가 지원하는 프로젝트는 반드시 결과보고서를 작성하여 일반에게 공개하여야 하는데, 이러한 방침이 풍부한 정보를 축적하는 데 도움이 되고 있다. 한편, EPA가 운영하는 EnviroSense 데이터베이스는 청정생산에 관한 풍부한 정보를 인터넷을 통해 제공하고 있다. 특히 International CP Cooperative는 각국의 정책현황, 기업의 성공사례, 청정기술 및 보유기업, 전문가 목록 등 다양한 정보를 제공하여 UNEP의 ICPIIC와 함께 이 분야의 대표적인 DB로 평가된다. (<http://es.epa.gov> 참조)

또한 미국에서는 기업의 환경정보를 공개함으로써 청정생산활동을 촉진하고 있다. 대표적인 예는 앞장에서 소개된 TRI와 캘리포니아주에서 실시되고 있는 Proposition 65 등이다. 1986년에 수립된 Proposition 65에서는 480종의 지정 화학물질중 하나 이상의 물질을 생산, 사용하거나 수송하는 업체일 경우에 그 물질로 인해 영향받는

잠재적 피해자를 공시하도록 규정하고 있다. 각 유해물질은 발암물질 등의 설명이 첨가되며, 전문가들에 의해 정해진 임계치를 초과하는 수준의 노출(혹은 사용)이 발생할 경우 해당되는 피해자에게 이 사실을 통보해야 한다. 이러한 보고의무를 적절히 이행하지 않은 업체에 대해서는 환경단체나 시민이 소송을 제기할 수 있으며, 승소할 경우 대부분의 소송비용은 보상받는다. 이와 같은 정보공개와 시민소송의 활성화를 통해 기업의 환경관리에 대한 감시가 보다 효과적으로 이루어지고 있으며, 기업체의 환경관리노력이 증대되고 있는 것으로 평가되고 있다.

3.3.2 자발적 협약

미국은 기후변화협약과 함께 오염예방(즉, 청정생산)에 VA를 적극적으로 활용하고 있다. 특히 EPA가 주도하는 PVP는 1993년에 클린턴 행정부가 발표한 기후변화행동계획(Climatic Change Action Plan: CCAP)과 1990년 채택된 오염예방법의 목표를 달성하기 위한 수단으로 활용되고 있다. 참여업체의 수는 1991년 33/50 프로그램이 발족한 이후 꾸준히 증가하고 있어 1996년의 경우 6,882개 업체에 달하며 2000년경에는 13,000개를 상회할 것으로 예상되고 있다.

가. XL과 CSI

1990년대 중반에 두개의 자발적 협정(Negotiated Agreement: NA)을 발족하였다. 하나는 Common Sense Initiative(CSI, 1994)이고 다른 하나는 XL 프로젝트(1995)이다. CSI는 중복 보고의무의 제거, 인허가의 간소화, 지역단체의 참여, 오염예방에 대한 유인의 제공과 애로요인의 제거 등을 목적으로 하고 있다. CSI가 자동차, 컴퓨터 및 전자, 철강, 금속, 정유, 인쇄 등 6개 업종의 기업군을 대상으로 하고 있는 반면 XL 프로젝트는 화학 및 컴퓨터 분야의 7개 업체에 대하여 추진되었다.

<표 IV-1> 미국의 자율환경관리협약 사례

PUBLIC VOLUNTARY		UNILATERAL	NEGOTIATED
Climate Change Action Plan	Pollution Prevention		
1. AgStar Program(1993)	1. 33/50(1991)	1. Responsible Care(1988)	1. Project XL(1995)
2. Climate Wise(1993)	2. Design for the Environment(1991)	2. Responsible Distribution Process(1991)	2. Common Sense Initiative(1994)
3. Chlorofluorcarbon Substitutes(post 1993)	3. Environment Accounting Project(1992)	3. Responsible Recycling Code	
4. Coalbed Methane Outreach Program(1994)	4. Environmental Leadership Program(1994)	4. Responsible Carrier(1994)	
5. Commuter Choice(post 1993)	5. Green Chemistry(1992)	5. Coatings Care(1996)	
6. Energy Star Buildings(1994)	6. Indoor Environments Program(1995)	6. Encouraging Environmental Excellence(1992)	
7. Energy Star Homes(1995)	7. Pesticide Environmental Stewardship Program(1993)	7. Sustainable Forestry Initiative(1995)	
8. Energy Star Office Equipment(1993)	8. Waste Minimization National Plan(1994)	8. Strategies for Today Environmental Partnership(1990)	
9. Energy Star Transformer Program(1995)	9. Water Alliance for Voluntary Efficiency(WAVE)(1992)	9. Great Printer Project(1992)	
10. Environmental Stewardship Initiative(1997)	10. Voluntary Standards Network(1993)		
11. Green Lights(1991)			
12. HFC-23 Reductions(post 1993)			
13. Landfill Methane Outreach Program(1994)			
14. Natural Gas Star(1993, 1995)			
15. Ruminant Livestock Methane Efficiency Program(1993)			
16. Seasonal Gas Use for the Control of Nitrous Oxide(post 1993)			
17. State and Local Climate Change Outreach Program(1993)			
18. Transportation Partners(1995)			
19. The U.S Initiative on Joint Implementation			
20. Voluntary Aluminum Industrial Partnership(1995)			
21. Waste Wise(1992)			

자료원) OECD(1998), 정회성(1998)에서 재인용

미국에서의 NA는 유럽이나 일본과는 상이한 배경속에서 탄생하였는데, 연방환경규제의 복잡성과 번거로움에 대한 산업계의 불편을 해소하기 위한 규제개혁과정에서 출범하게 된 것이다. 따라서 기업체의 자율적 환경관리성과에 대한 반대급부로 연방정부는 규제완화를 통한 편의를 제공하는 형태를 띠고 있다. 이처럼 미국의 NA는 규제당국과 오염업소 간에 규제간소화와 환경성과개선을 거래하는 협상과정으로 볼 수 있다. 그 결과 참여업체가 자율관리목표를 달성하지 못하는 경우에는 다른 업체와의 형평성 관점에서 참여업체에 제공된 규제완화조치에 상응하는 벌칙이 뒤따르는 것이 자연스럽다. 따라서 원칙적으로 미국의 NA는 법적 강제성을 포함하여야 한다. 하지만 미국의회는 EPA에 대하여 법적 규제를 완화할 수 있는 권한을 부여하지 않고 있다. 이에 따라 몇 가지 제도적 모순이 발생하는데 그 첫 번째는 규제당국이 기업체에 제공할 수 있는 규제완화수단이 극도로 제한되어 있어 업계의 참여를 유도하는 데 어려움이 크다는 점이다.

XL프로젝트에 참여하고 있는 업체가 단지 7개에 불과하다는 점 - EPA는 당초 50여개 업체의 참여를 예상했었다 - 은 이를 잘 나타내준다. 또 다른 문제점은 규제관청이나 협회가 법적 지위를 부여받지 못함에 따라 개별 업체의 거부권 행사가능성이 크고 이에 따라 광범위한 참여를 유도하지 못하고 있다. CSI의 경우 지금까지 추진된 44건의 시범프로젝트가 모두 기존 법규의 틀 내에서 미미한 변화만을 가져오는데 그치고 있다. 마지막으로 지역주민, 환경단체 등 다양한 이해당사자들의 참여는 협상과정을 복잡하고 지리하게 만들으로써 NA의 최대효과를 얻는 데 대한 장애요인으로 작용하고 있다.²⁴⁾

24) INTEL사의 XL프로젝트의 경우 EPA의 요구조건에 따라 10여개의 관련부처, 지자체 등으로부터 23인의 공식대표를 선정하여 9개월간 100여번의 공식미팅과 수십번의 비공식회합을 가져야만 했다. 이 협상과정에만 5명의 직원이 40-60일간 매달려야 했다. 게다가 환경단체들의 반대 의견도 만만치 않아 130개의 환경단체 및 환경운동가가 협약의 체결에 반대하는 소송을 제기하였다.

나. 33/50 프로그램

아래에서는 미국에서 실시된 성공적인 자율관리 프로그램으로 평가받고 있는 33/50 프로그램의 사례를 살펴보고 시사점을 도출하도록 한다. 33/50 프로그램은 1991년 시작한 USEPA의 첫 번째 자발적 오염예방프로그램이다. 유해성, 사용량 및 저장가능성에 따라 선택된 17종의 주요 유해화학물질의 배출량을 1988년 대비 33%(1992년) 및 50%(1995년) 삭감하는 목표를 설정하고, TRI에 등록된 배출업소 중 33/50 프로그램에서 지정한 17개 유해화학물질 중 하나 이상에 대해 보고한 16,000개의 사업장에 대하여 참여신청을 받았다. 이 결과 600개의 TRI 다량배출업소 중 60%이상이 참여하는 등 총 1300개 기업이 참여하였다. 참여기업은 삭감목표 및 일정에 대한 계획을 포함하는 "letter of commitment"를 EPA에 발송하게 되며, EPA로부터 참가증명서를 받게 된다. 이는 각종 공사를 수주하는 데 반영될 수 있다. EPA는 1988년 대비 33%(1992년) 및 50%(1995년) 삭감목표를 권고하지만 업소별 계획은 기준년도, 삭감비율은 물론 오염물질별로 자유롭게 설정할 수 있고 (EPA에 편지 한통으로) 변경할 수도 있다.²⁵⁾ 즉 배출업소는 1995년까지 30%만 줄이는 계획을 수립하여도 무방하며, 어떤 물질은 50%를 또 다른 물질은 40%를 삭감하는 계획을 수립할 수 있고, 기준년도를 1988년이 아닌 1990년으로 하여도 된다.

EPA는 원천에서의 감소를 권유하였지만 재활용이나 사후처리에 의한 감축도 인정하고 있다. 이처럼 33/50 프로그램은 저감수단의 개발과 선택을 참여업체의 자율에 맡겼으며, 이를 감시하거나 강제하기 위한 어떤 요구사항도 부담시키지 않았다. 단지 기존의 TRI 보고에 따라 성과를 평가할 뿐이다.

25) 33/50 프로그램의 실행과정에서 실제로 많은 기업이 계획을 변경하였는데, 감축목표의 축소조정이 아니라 목표의 조기달성에 따른 상향조정이 대부분이었다.

33/50 프로그램은 33%(5억 파운드) 감축목표를 계획년도보다 1년 빠른 1991년에 달성하였고, 50%(7.57억 파운드) 감축목표도 계획년도보다 1년 빠른 1994년에 달성하였다.

특히 1991-1994년간 33/50 프로그램에 참여한 업체의 총 폐기물은 1% 감소한 반면에 비참여업체의 폐기물은 9% 증가한 것으로 조사되어 이 프로그램의 성과에 대한 긍정적 평가를 뒷받침하고 있다.(OECD, 1998)

또한 EPA는 ICF Kaiser 컨설팅 회사를 통해 33/50 프로그램의 참여업체들이 어떤 방법으로 감축목표를 달성하였는지를 파악하고, 모범적인 사례들을 확산시키기 위한 목적으로 서베이조사를 실시토록 하였다. ICF Kaiser는 30개의 다양한 업체에 대한 자료수집과 함께 125개에 달하는 업체로부터 성공사례를 접수하여 이를 홍보하였다. 이 결과에 따르면 33/50 프로그램의 자율성으로 인해 업체들이 전통적인 재활용이나 사후처리는 물론 다양한 혁신적인 방법들을 적용한 것으로 나타났다.

33/50 프로그램의 성공요인으로는 ① 아무런 제재도 없는 자발적 참여방식, ② 목표, 일정, 수단 선택의 자율성(flexibility), ③ 추가적인 보고 및 감시부담의 부재, ④ 참여업체와 성공적 결과의 확인²⁶⁾, 그리고 ⑤ 정해진 계획기간에 한정된 프로그램 운영방식²⁷⁾을 들 수 있다.

26) 참여업체는 EPA가 부여하는 33/50 프로그램 참여 확인서(certificate of commitment)를 생산품의 품질에 대한 홍보나 환경포상 신청시에 효과적으로 이용(free advertising)할 수 있었고, 환경보고서 등 다양한 문건에 프로그램의 로고를 사용할 수 있다는 간접적인 이익을 얻을 수 있었다.

27) 명확한 종료시점을 지정하는 것은 업체의 참여를 유도하고 정책시행의 성과를 평가하는데 유용하다. 실제로 자발적 프로그램일지라도 끝없이 지속되는 경우에는 이에 참여하려는 업체가 많은 부담 - 예를 들면 권고하는 목표수준이 강화될 것이라는 - 을 느낄 수 있다.

33/50 프로그램 참여업체의 청정생산 구축 성공사례

White Consolidated Industries, Inc.(WCI): Chemical Replacement

WCI는 스웨덴의 AB Electrolux 소유로 미국에서만 30개 공장에서 25,000명의 종업원을 고용하고 있는 가정용품 회사이다. 이 회사는 냉장고, 식기세척기, 건조기 등 다양한 제품을 생산하고 있는데 미네소타에 위치한 한 공장에서 만도 북미에서 판매되는 냉동기(freezer)의 70%를 생산하고 있다. 1992년 이 공장은 솔벤트를 이용하여 내외장 페인트 스프레이 작업과정에서 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤, 톨루엔, 크실렌 등의 유해물질을 배출하고 있었다. 33/50 프로그램에 참여하기로 결정한 이후 이 공장은 스프레이식 페인트작업을 파우더식 도색방식으로 변경하였는데, 이에 의해 대부분의 유해물질 발생을 예방할 수 있었다. 이 방법은 \$3백만의 초기투자로 연간 \$30만의 원가절감효과를 가져왔으며, 4개의 라인에 추가로 설치·운영중이다.

Eaton Corporation: Waste Exchange

1911년 설립된 Eaton사는 미국, 캐나다, 멕시코를 비롯한 17개국에서 5만명의 종업원을 고용하고 있는 자동차·산업·상업·군수용품 제조회사이다. 1995년의 순이익이 \$65억에 달하는 Eaton사는 33/50 프로그램에 참여하여 약 80%의 유해물질을 저장하였다. 이 회사가 적용한 혁신적 방법의 하나는 인근에 위치한 다른 공장과의 크롬 교환이용이었다. 미국 네브라스카 Kearny에 있는 한 공장은 33만파운드의 크롬산을 이용하고 있었는데, 이 공장의 환경·보건·안전 관리자는 폐 크롬산이 근처에 있는 Monroe Shock Absorbers 공장에서 유용하게 사용될 수 있다고 생각하게 되었다. Monroe 공장 관리자와 논의한 결과 이 크롬산이 Monroe 공장에서 원료로 사용하는 크롬보다 더 유용한 것이라는 점이 확인되었고 양사간에는 폐기물의 교환이 이루어지게 되었다. 양사는 매년 4차례 약 14,000갤런씩의 폐크롬산 용액을 전달하고 있는데, Monroe사는 크롬 구입비용을 절약하게 되었고 Eaton사는 매년 \$25,000의 폐기물 처리비용을 절감하게 되었다.

Romo, Inc.: Chemical Recycling and Reuse

Romo사는 종업원 85명의 스크린 프린터 제조회사로서 1992년에 33/50 프로그램에 참여하여 스크린 세척제 성분인 톨루엔과 메틸이소부틸케톤의 사용을 줄이는 데 노력하였다. 이 공장은 하루에 20-40갤런의 스크린 솔벤트(톨루엔과 메틸이소부틸케톤의 혼합물)를 사용하고 있었다. 사용된 솔벤트는 여과된 후 탱크에 담겨진 다음 여과·재사용되고 있었는데, 작업과정에서 프린트 작업용 잉크에서 나오는 색소가 남게 되어 솔벤트의 재활용을 저하시켰다. 이 문제를 해결하기 위해서 \$2,900의 비용으로 가열·여과에 의해 잔류색소를 제거하는 내장형 처리기를 도입하였다. 이 새로운 시스템으로 이 공장은 4주동안에 약 55갤런의 솔벤트로도 작업할 수 있었고 연간 \$20,750의 스크린 세척용 솔벤트 비용을 절약할 수 있었다.

자료원: Zatz and Harbour (1997)

33/50 프로그램은 지나친 자율성, 기준년도(1988)와 시작년도(1991)의 차이에 따른 과거 삭감량 인정의 형평성 문제 등으로 비판받기도 하지만 청정생산방식을 확산시키고 규제기관과 산업계와의 우호적인 관계를 구축하였다는 점에서 성공적인 프로그램으로 평가받고 있다. (Zatz and Harbour, 1997)

3.4 National Pollution Prevention Roundtable(NPPR)

NPPR은 Pollution Prevention(P2)의 촉진을 위해 활동하고 있는 미국의 가장 큰 멤버쉽 조직이다. NPPR은 오염예방을 위한 대안의 개발, 실행 및 평가를 촉진하기 위한 다양한 활동을 수행하고 있다. 연방정부, 주정부, 산업계, NGO 등의 다양한 오염예방프로그램이 NPPR에 참여하고 있으며, Public Sector member는 매년 많은 P2정보와 산업적, 상업적, 농업적 시설의 기술보조를 제공하는 프로그램을 운영한다. 이 정보는 생산 및 환경적 비용을 절감하는데 많은 도움을 주고 있다. NPPR의 주요기능은

- ▶ P2기술정보의 제공, 기술지원, 관련제도 및 규제의 개발
- ▶ 주정부, 지방정부 등의 관련 프로그램으로부터의 간행물을 포함하는 국가적 P2 정보센타
- ▶ 전세계에 있는 P2전문가들이 참여하는 연2회의 국제세미나 지원
- ▶ 정책결정자를 교육하는 출판물과 워크샾을 지원하고 정책방향을 제시
- ▶ 정부 및 국제기구, 민간단체 등과의 협력을 통한 전략적 제휴 등이다.

1996년 10월에 NPPR은 U.S.-Asia Environmental Partnership(US-AEP)와 협력하여 아시아태평양의 8개국에 국가별 NPPR의 설립을 지원하기로 하였다. 이 프로젝트의 목적은 미국과 아시아의 P2전문가간의

장기적인 관계를 강화하는 것이다. 현재 필리핀, 인도네시아, 말레이시아, 태국, 한국, 인도, 대만, 싱가포르 등에 국가별 NPPR을 설립하였거나, 설립하기 위해 노력하고 있다. 특히 한국에서는 NPPR의 설립을 위해 한국환경정책평가연구원(KEI)과 함께 협조하고 있다.

NPPR은 또한 "Global P2/CP Network"를 발족시켰다. 이것은 세계의 P2/CP Roundtable 조직들간의 협력을 강화하기 위한 것이다. US-AEP 등의 지원과 함께 NPPR은 국제환경분야의 적극적 활동을 지속시키기 위해 조직상의 지원도 아끼지 않고 있다. 1997년에 NPPR은 US-AID Project 가이드라인의 준수와 진행, 많은 US-AEP 파트너와의 관계를 위해 국제담당전문가를 고용하는 등 자체조직능력을 강화하였다. 아시아의 Roundtable 구축노력을 통해 NPPR은 UNEP, 아시아개발은행(ADB), 세계은행과 같은 다국적 및 쌍무적 조직과의 관계도 촉진하고 있다.

4. 영국²⁸⁾

4.1 청정생산의 개념

영국의 환경정책은 무엇보다 기업이 폐기물의 감소가 비용절약의 실제적인 기회라는 점을 인식시키는 데 중점을 두고 있다. 이들은 폐기물 감소를 통해 쓰레기 배출 비용, 벌금, 청소비용을 절감할 수 있고 환경친화적인 제품에 대한 소비자의 요구만족에 부합될 수 있으며 또한 환경친화적인 기업이미지를 증가시킬 수 있음을 강조하고 있다. 특히 중소기업이 폐기물최소화에 필요한 정보보급이 충분하지 않음을 인지하고 이들에 대한 지원을 강화하고 있다.

28) 영국, 독일, 프랑스, 덴마크 및 네덜란드의 현황은 UNEP(1997)을 참조하여 보완, 정리함.

영국의 환경정책은 청정기술의 개념을 명확하게 나타내지는 않는다. 그러나 '원천에서부터 폐기물을 감소'하는 "폐기물 최소화(waste minimization)"를 무엇보다도 중요시 한다. 폐기물 최소화를 위한 방법으로 ① 대체원료 사용, ② 솔벤트의 회수, ③ 부산물의 재활용, ④ 공장의 개선, ⑤ 폐기제품의 재활용을 강조한다. 영국에서 청정기술이란 통상적으로 원료 및 에너지사용, 폐기물 배출, 그리고 제품 및 서비스 과정에서 발생가능한 환경영향을 감소하는 기술을 의미한다.

4.2 정책 현황

영국 환경부는 일반적 환경문제, 폐기물최소화와 같은 청정기술, IPC(Integrated Pollution Control), 환경마크 및 감사와 관련된 정책을 추진한다. 통상산업부는 기업활동과 정부정책사이의 중요한 연결체 역할을 수행하는 환경부서를 설치하였다. 이러한 통산부의 환경부서는 오염감소, 폐기물최소화, 환경감사를 위한 상업적 정보제공에 관한 업무를 수행한다.

환경부와 통산부는 관련법률의 입안과정에서 환경부의 주도하에 공동협력한다. 하지만, 청정기술의 촉진에 있어서는 환경부와 통산부는 법적으로 통산부가 주도하는 협력관계를 유지하는데 산업분야(산업협회, 연구협회) 및 유관분야(수자원회사, 전력회사, 전문조직)와 협력하여 업무를 수행한다. 폐기물최소화를 위한 영국의 전략은 먼저 폐기물최소화를 통한 경제적 이익과 환경적 이익을 인식하도록 하고 또한 엄격한 법률적 제재와 폐기물배출에 대한 벌금 인상, 처벌 및 사회적 조치로써 오염을 억제시키고 검증 및 R&D 프로젝트를 지원한다.

4.2.1 관련 법률

폐기물 최소화와 관련한 평가규정은 환경보호법령에 명시되어 있다(The 1990 Act, Part 1). 1991년 1월부터 유효한 이 법령은 IPC(Integrated Pollution Council)에 대해서 명시하고 있다. IPC는 가장 심각하게 오염을 유발시키는 기업 및 산업체, 또는 공정의 운영자들로 하여금 계속적인 운영을 하기 위해서 HMIP(Her Majesty's Inspectorate of Pollution)의 허가서를 받도록 요구하였고 공정에 사용되거나 발생하는 물질의 양과 성분을 통제하고 있다. 1990년의 법령에도 오염최소화에 관련된 BATEEC(Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs)에 대해 명시하고 있는데 이는 산업공정에서의 오염발생을 최소화하고 방지하는 개념이다. IPC와 BATNEEC 시스템은 BPEO(Best Practicalbe Environmental Option)의 실행을 위한 것인데 BEPO는 대기, 토양, 수질환경으로의 방출을 관리하기 위한 Schedule A Process와 대기오염물질 배출을 관리하기 위한 Schedule B Process로 구분된다. 1990년 법령 Part 2는 "Duty of Care"규정을 포함하고 있는데 이는 폐기물 배출에 따른 모든 비용을 배출자에게 부담시키는 개념으로 폐기물 최소화를 촉진하는 요인으로서 작용한다.

4.2.2 정보, 교육, 연구 및 개발

청정기술 및 폐기물 최소화에 대한 정보의 보급이 부족함을 인식한 정부는 산업계에 적용가능한 관련문헌을 출간하였다. 무엇보다 기업에게 폐기물 최소화를 통해 얻을 수 있는 비용절약을 인식을 심어주는 것에 초점을 두었다. 이러한 견지에서 통산부는 정기적인 강의나 전시회, 저널을 통한 보급에 힘썼다.

통산부는 P. A. Consulting Group에게 시장조사연구를 위탁하였고 이를 통해 얻은 보고자료를 상업협회에 배포하였다. 이 연구는 가장 오염물질을 많이 유발하는 12개 분야의 산업활동현황과 해결을

위한 종합적인 기술, 그리고 청정기술의 장애 및 추진방안에 관한 것이다. 통산부는 또한 환경회의, 세미나, 기술문제, 현재의 법률적 요구 및 새로운 기술정보를 제공하는 "Environmental helpline"과 중소기업의 제품디자인과 제조에 관련된 관리부분을 위한 컨설팅을 수행하는 "Enterprise Initiative"를 운영하고 있다.

1993년 12월에는 중소기업의 청정기술 확산촉진을 위해 새로운 통산부/환경부 공동 프로그램을 발족하였다. 이는 중소기업의 경쟁력 향상과 오염감소를 목적으로 마련된 것으로 각종 사례연구, 기존 환경기술의 확산을 위한 시범사업 및 행사, 동종 기업간에 환경성파를 비교할 수 있도록 하는 가이드 제공 등을 수행하고 있다.

이 프로그램은 이전에 통산부와 환경부의 지원으로 수행된 ETIS(Joint DTI/DoE Environmental Technology Innovation Scheme), DEMOS(DTI's Environmental Management Options Scheme)와 같은 프로그램에서 얻은 연구개발결과를 기초로 추진되고 있다. 환경부는 환경정보의 공개를 위해 HMIP가 관리하고 있는 Chemical Release Inventory를 공개하도록 제안하고 있다. 정부는 폐기물 최소화에 의한 이익을 구체적으로 증명하고 보급하기 위해 시범프로젝트를 지원하고 이러한 배경에서 통산부는 기업체들의 단체인 Waste Minimiztion Clubs의 설립을 추진하였는데 통산부는 이들에게 공동프로젝트를 지원한다. 현재 Aire & Calder 프로젝트와 Catalyst²⁹⁾가 폐기물 최소화에 초점을 두고 진행되고 있다.

29) Catalyst 프로젝트에서는 약 400개의 폐기물 최소화 대안이 개발되었는데, 이중 123건이 현장관리의 개선, 155건이 공정변경, 93건은 재사용이나 재활용, 17건이 제품설계변경, 11건이 원료대체를 필요로 하는 것이었다. 투자비용 회수기간은 329건 가운데 227건이 1년 이내, 45건은 2년 이내, 28건이 3년 이내였고, 3년 이상인 것은 29건에 불과하였다.

5. 일본

지난 40년 동안 일본은 환경관리분야의 발전으로 대기 및 수질의 눈부신 개선을 이루었다. 이러한 성과는 비록 청정기술 정책이 완전하게 적용되지는 않았지만 사후처리기술보다 청정기술에 의해 이루어진 것으로 평가된다. 일본의 환경문제는 유럽보다 훨씬 먼저 산업발전정책에 통합된 것으로 보인다. 1970년대에 수행된 일본의 오염 관리는 통상산업성(Ministry of International Trade and Industry: MITI)의 노력에 의해 이루어졌다고 볼 수 있는데 통상산업성은 환경 문제를 별도의 문제로 다루기보다는 기존의 산업 및 에너지 정책에 환경적 고려를 감안하는 방식으로 대응하였다.

5.1 관련 법률

일본의 청정기술 관련법률로는 '재생자원의 이용촉진에 관한 법률'과 '폐기물처리 및 청소에 관한 법률'을 들 수 있다. 재생자원 이용촉진에 관한 법률은 환경청, 통산성, 건설성, 농림수산성, 대장성, 후생성 및 운수성이 공동입안한 것으로서 폐기물로 분류되기 이전에 재생 가능한 자원의 이용촉진을 위한 것이다. 재생자원의 이용촉진에 관한 법률은 폐기물의 재활용을 촉진하기 위한 사회체계를 구축을 위하여 제정되었으며 사업자가 재생자원을 원료로 이용하는 것을 촉진하는 가이드라인을 설정하고 이에 따라 사업자를 지도하는 방식이다. 그리고 이러한 리사이클법의 현실적 적용을 위해 에너지 등의 사용합리화 및 재생자원의 이용에 관한 사업활동의 촉진에 관한 법률이 1993년에 제정되었다.

이들 법안은 환경정책의 집행을 구체적으로 규정하지 않고 가이드라인 수립이나 지방자치단체장에 의한 조언, 지도 또는 권고와 각 경제주체와 행정기관에 대해 책무를 부과하는 방식으로 추진하도록

되어 있다. 1992년 “산업폐기물의 처리에 관계되는 특정시설의 정비에 대한 법률”을 제도적인 후속조치로서 시행하고 있다. 폐기물관리에 관련하여 통산성은 폐기물재활용에 관한 조사, 연구, 실험 및 재생사업 등을 추진을 담당하며 건설성은 건설산업폐기물의 저감촉진 정책을 수립하는 역할을 수행한다.

일본의 통상산업성은 1993년 3월 “환경조화형 경제사회 구조의 구축”을 위한 종합시책의 임시조치법인 ‘성에너지리사이클지원법’을 제정하였다. 이미 에너지 이용 합리화법 등의 관련법률이 있었으나 산업계지원강화를 위해 이러한 임시조치법을 마련하였다. 주요내용은 통상산업성 대신은 환경친화적 사업활동을 촉진하기 위하여 자주적인 노력지침을 지정, 발표하고 사업자는 사업활동계획을 작성, 제출하여 그 타당성을 승인 받을 수 있으며 설비의 설치, 개선 및 기술개발에 대한 산업기반정비기금의 자금지원을 받을 수 있을 뿐 아니라 승인 받은 계획에 따라 사업을 추진할 경우엔 관세특례의 혜택까지 받을 수 있다.

통산사업부 산하 산업구조심의회는 1994년 6월에 「산업환경비전」을 수립, 발표하였는데 이는 산업별로 환경을 고려하여 추진하여야 할 과제를 구체적으로 제시하고 있다. 여기에서 제시한 대상업종은 철강산업, 알루미늄산업, 비철금속제련업, 소형재산업, 화학산업, 합성섬유제조업, 펄프산업, 가전산업, 전자·사무기기 산업, 전기산업, 가스산업, 석유산업, 유통산업, 시멘트산업, 자동차산업의 15개이며 원료조달에서부터 제조, 유통, 판매 사용, 폐기에 이르기까지 각 단계별로 구체적인 대응방향을 제시하고, 다른 산업과의 협력과 대응이 요구되는 과제와 성장유망산업으로 부상하고 있는 환경산업에 대한 현황분석 및 미래전망을 포함하고 있다.

5.2 정책현황

5.2.1 기술개발정책

일본의 에너지, 환경기술연구개발은 통산성이 중심이 되어 신에너지 및 산업기술개발기구(NEDO)와 지구혁신기술연구소(RITE)에 의해 추진되고 있으며 정부가 지원하는 환경기술의 대부분은 청정에너지기술과 청정생산공정의 연구개발에 투자되고 있다. NEDO의 뉴선샤인계획은 청정에너지의 개발과 에너지 절약기술개발, 환경기술개발 등을 모두 포함하는 기술개발이 필요함에 따라 기존의 신재생에너지 일명 선샤인계획과 지구환경기술계획, 문라이트계획(에너지절약기술개발)의 3가지 에너지·환경기술프로그램을 통합한 것으로 제조원가의 감소와 이로 인한 수요의 증가를 유발하여 상업화를 비교적 빨리 달성할 수 있는 기술로 평가되는 Acceleration Project와 주요기술들의 결합으로 고도의 기술을 얻을 수 있을 것으로 기대되는 Innovative synthetic system Projects를 구분하여 추진하고 있다.

또한 통산성에서는 UN대학의 Zero emission 개념에 기초를 둔 Eco-Town 프로젝트를 수행하고 있다. 이는 생태공단 개념의 일종으로 한 산업에서 배출된 폐기물을 다른 분야에서 원료로 사용함으로써 폐기물발생을 완전하게 예방하자는 것으로 새로운 자원순환형 산업사회의 모델로 구상되었다.

Ecomaterial에 대한 국가 R&D프로그램이 과학기술성에 의해 1993년부터 추진되고 있으며, 환경성에 의해 환경리포팅네트워크사업이 진행되고 있다. 1995년에 LCA-Japan Forum이 조직되었으며 1998년부터는 통산성에 의해 LCA 공공DB에 대한 국가 R&D프로젝트가 추진되고 있고, 통산성과 환경성 공동으로 Type III 라벨링제도의 도입이 논의되고 있다. 또한 통산성은 Inverse Manufacturing(재이용 및 재활용을 위한 기술)과 Zero Emission(폐기물 최소화를 위한 산업단지 조성)을 위한 연구사업을 진행하고 있다. 그리고 산업계의 에코

효율성 사례조사 및 에코디자인 매뉴얼작성작업도 50여개의 주요기업의 도움으로 추진되고 있다.

5.2.2 공해방지협약

일본에서는 공해방지협약(Pollution Control Agreement)이라는 지방자치단체와 기업 간의 자발적 협약(VA)이 오래전부터 활성화되어왔다. 1964년 요코하마와 한 전력회사 간에 처음 체결된 공해방지협약은 현재 30,000개 이상이 보고되고 있으며, 전통적인 규제수단을 사실상 대체하고 있는 일본 환경정책수단의 핵심으로 자리잡고 있다. 일본에서 UC(Unilateral Commitment)는 최근에 대두되고 있는데, 경제단체연합의 지구환경실천계획이 대표적이다.

5.2.3 재정지원제도

1965년에 설립된 JEC(Japan Environment Corporation)는 오염관리평가를 위한 재정적 지원과 투자를 위해 정부로부터 전적인 지원을 받았다. 1960년대에는 산업지역, 상업지역, 주택지역이 함께 위치했었는데 이는 후에 심각한 문제를 발생시켜 마침내 산업지역이 주택지역으로부터 분리되어야만 했다. 그래서 JEC는 공장을 이전하려는 산업체(특히 SMEs)와 오염부하가 적은 공정이나 오염관리시설의 설치를 원하는 산업체에 대한 용자를 지원했다. JEC는 최근에 산업에 의한 오염관리를 위한 국제적인 협력에도 힘쓰고 있는데 한 가지 예를 들면 JEC가 재정적으로 지원하는 6,000건의 사례로부터 얻은 600건의 유용한 사례에 관한 데이터베이스를 마련하였고 이 중에서 많은 사례들이 청정기술개발의 모범사례들로 활용되고 있다.

5.2.4 기타

GPN(Green Purchasing Network)이 40개의 기업과 20개의 행정기관, 13개의 민간 그룹, 8명의 전문가에 의해 설립되었으며 현재

1,600개 이상의 기관이 가입하여 일본의 산업계와 소비자에게 상당한 영향력을 갖고 있다. GPN은 환경친화적 구매를 촉진하기 위해 소비자를 겨냥한 환경친화적 쇼핑가이드, 업체를 상대로 한 녹색구매원칙 등을 도출하여 홍보하고 있다.

6. 독일

지금까지 독일 연방정부는 청정기술에 대한 특별프로그램을 운영하지는 않지만 통합된 기술과 청정기술의 개념은 환경정책에 종합적으로 나타나 있다. 독일의 환경정책은 LCA와 재활용을 주요개념으로 명시하고 있지만 “청정기술”이라는 단어는 거의 사용하지 않고 있다. 최근 몇 년 동안에 법률적인 영향으로 많은 관심이 폐기물관리와 리사이클링에 모아졌는데 현재의 초점은 제조, 수송, 중간산업 분야의 포장 및 제품에 관한 회수의무의 강화와 실천에 두고 있다. 특히 리사이클 공장의 수용능력이 수집된 많은 폐기물의 양에 대처하지 못함에 따라 가정폐기물을 포함하여 분류 및 수집, 리사이클링이 점점 확대되어가고 있다.

6.1 청정기술 개념과 정의

독일에서는 “Cleaner technology”이라는 말보다 “Low-emission technologies”를 더 많이 사용한다. 독일 정부는 1986년에 환경규정에 대한 설명서에서 “Low-emission technologies”를 원천에서의 일차적 조치에 의한 저배출 프로세스와 제품으로 정의하고 있다. 일차적 조치란 원천에서 오염물질 발생을 예방하는 것으로 산업공정과 소비의 새로운 개념도입과 동시에 더욱 효율적인 원료와 에너지의 개발을 요구한다. 이런 관점에서 독성투입 물질의 대체는 독일 예방환경

정책에 매우 중요하며 최근에 사용되고 있는 "Production-integrated environmental protection"이란 용어는 독일판 청정기술로 해석될 수 있다.

6.2 정책현황

6.2.1 관련 법률

독일의 청정기술은 아직 환경정책의 일부분으로서 고려되지 않고 청정기술을 위한 특별한 제도적 활동도 없다. 그러나 기체상, 액상, 고체상의 폐기물 최소화에 대한 법률은 있다. 현재 연방정부는 전체적인 경제순환과정을 중요하게 다루는 새로운 폐기물 관리법률("economic cycle law")에 대한 작업을 진행중이다. 이 새로운 법은 이차원료로서 재사용이 가능한 것에 대해서는 폐기물로 정의하지 않고 있다.

6.2.2 기술개발

독일에는 국가적 차원의 청정기술 전략은 없다. 청정기술 활동은 연방전부에 의해 재정지원되는 환경프로젝트를 통해서 개별적으로 이루어진다. 그래서 FME³⁰⁾와 FMRT³¹⁾ 및 UBA³²⁾ 간에 청정기술의 협력은 거의 없다. 일반적으로 환경정책과 전략은 먼저 폐기물 방지, 두번째로는 재생, 그리고 마지막으로 폐기물 폐기 순으로 관리하는 법률에 초점이 맞추어져 있다. 그리고 산업계와의 자발적인 동의에 의한 협약이 있다. 이러한 배경에서 FME와 FMRT, 그리고 산업체 및 협회와의 협력이 이루어지고 있는데 이는 혁신적인 R&D프로젝트의 추진을 유도하고 입증된 기술의 확산을 목적으로 하고 있다.

30) the Federal Ministry of the Environment

31) the Federal Ministry of Research and Technology

32) the Federal Environmental Agency(Umweltbundesamt)

6.2.3 재정적 도구

청정기술에 대한 특별한 재정지원프로그램은 없다. 그러나 통합된 수단의 개발과 개선을 위한 프로그램과 데몬스트레이션 프로젝트를 통한 환경기술의 도입을 위한 재정적 지원을 하는 FME의 종합적인 투자프로그램 등 몇 가지 프로그램이 있다. FME와 FMRT는 EUREKA에 따른 PRPARE에 참여하고 있다. R&D 분야에서는 German Foundation for the Environment가 SMEs를 특별히 고려한 프로젝트를 재정적으로 지원한다. 또한 독일은 재정적 도구로서 오염물질 배출에 대한 배출부과금 제도를 실행하고 있다.

6.2.4 기타

FMRT에 의해 지원받는 환경기술프로젝트의 문헌들이 지속적으로 출간되고 있고, 환경기술의 노하우를 보급하는 워크샵도 개최되고 있다. FMRT와 UBA의 저배출 기술에 대한 R&D 프로그램 이외에 별도의 청정기술개선프로그램은 없으며 SMEs를 위한 R&D 프로젝트 지원제도에도 청정기술을 별도로 지원하고 있지는 않다. 1977년에 "Blue Angel"로 불리는 환경마크제도가 도입되었는데 75개 제품그룹에 4천개 이상의 제품이 이 마크를 획득하였다.

7. 프랑스

1979년부터 정부결정의 기반이 된 청정기술에 대한 프랑스 정책은 한편으로는 산업공해를 줄이기 위해서 수자원과 오염물질을 리사이클링하는 기술을 개선하도록 하고 다른 한편으로는 폐기물을 적게 방출하거나 완전제거하는 공정에 대한 지도가 이루어지고 있다. 1990년 9월에 수립된 "국가 환경계획(National plan for the environment)"

에서는 폐기물 관리정책의 목적을 ① 폐기물과 독성물질에 대한 원천에서부터의 발생 억제, ② 생산과 수송에서의 폐기물 관리, ③ 폐기물 리사이클링과 에너지 재생 촉진, ④ 폐기물 처리 기술 향상, 그리고 ⑤ 공공 의식의 고양으로 정하고 있다.

지금까지 청정기술의 수행에 대한 주요 장애는 투자회수기간이 너무 길고, 기술적 위험이 있으며 또한 기존의 것을 바꿔야 한다는 부담에 있다고 생각해 왔다. 그러나 업체간의 기술이전에서는 산업체의 기밀, 새로운 공정 도입에 따르는 경쟁력 저하, 새로운 시장에 대한 지식 부족, 업체별 공정의 특수성 등이 주요장애로 지적되고 있다. 이에 따라 인식고양과 교육을 위한 활동을 활성화하고 있다.

7.1 청정기술 개념

프랑스환경정책의 청정기술의 개념 도입 목적은 폐기물 발생의 감소와 예방에 있다. 그러나 아직 대부분의 활동들은 전통적인 폐기물 관리정책에 머물러 있다. 프랑스환경정책에서 청정기술은 새로운 제조공정으로 대체하고 이를 통해 원료와 현재의 가능한 에너지의 효율적 사용을 최대화하고 방출물을 최소화하는 것을 의미한다. 목적은 현재 공정의 최적화 및 개선, 공정의 변경에 의한 폐기물 예방에 있다.

7.2 기술개발

환경부 청정기술/폐기물국(Department of Cleaner Technology and Wastes)이 폐기물 관리정책과 세부적인 추진을 담당한다. 1991년에 폐기물, 대기, 에너지를 위한 기존의 3개 Agency가 합병하여 세워진 ADEME(Agency for the Environment and Energy Management)는 정보, R&D프로그램의 기술 및 재정적 보조, 교육, 환경분야

(대기, 수질, 토양, 소음) 및 에너지분야의 데몬스트레이션 프로젝트의 향상과 함께 청정기술 및 폐기물 최소화를 담당하며 이 Agency에는 산업, 청정제품, 청정기술을 담당하는 부서가 있다.

수자원청(Water Agencies)은 폐기물의 침출수와 오염물질을 관리한다. 프랑스에는 각 지역을 담당하는 6개의 수자원청이 있고, "polluter-pays"원칙에 따라 세금을 징수하고 청정기술의 개발과 개선된 폐기물관리를 위한 보조를 하고 있다. 예를 들면 Seine Normandie지역의 수자원청은 청정기술 향상 산업에게 25%의 재정 지원을 하고 있다.

프랑스의 청정기술전략은 현재의 공정을 환경적인 영향이 적고 에너지 사용량이 적은 새로운 공정으로 대체하도록 하는것이다. 이러한 목적에서 청정기술에 대한 정보의 제공과 교육에 특히 초점을 두고 있으며 청정기술은 경제적인 개선프로그램에 포함되어 있다. 마지막으로 청정기술, 에코제품, 환경관리, 환경보호에 대한 제3세계 국가와의 노하우 교환 분야에 대한 포상을 포함하는 "Enterprise-Environnement"대회를 매년 개최하고 있다.

7.3 정책현황

7.3.1 관련 법률

프랑스의 환경정책은 폐기물 폐기 및 물질 재생에 대한 법률(1975)과 산업활동의 환경보호에 관한 법률(1976)에 기초하고 있다. 이 두 법률은 1992년 개정되었는데 청정기술의 개념은 특별하게 언급되지 않는다. 이 법률과는 별개로 오염예방에 관한 새로운 법률이 1993년 5월에 통과되었다. 여기에서는 청정기술이 리사이클링 기술의 개발, 폐기물 분리수거, 폐기물 처리 및 end-of-pipe기술과 함께 폐기물최소화 수단으로서 명확하게 언급된다. 이 법률은 주요 산업체에 대한 폐기물 감사를 요구한다. 이러한 폐기물 감사를 바탕으로 정부

기관은 Regional Directorate of Industry, Research and Environment와 협력하여 허가요강(approval schemes)을 작성하되 기술 및 재정적으로 여건이 가능하다면 공장의 청정기술의 도입까지 내포할 수 있는 허가 요강에 대한 규제여부를 결정한다. 새로운 창업기업은 승인을 얻기 위해서 기술적인 가능성 및 재정적 가능성과 함께 가장 환경친화적인 기술이 적용된다는 것을 증명해야 한다.

7.3.2 재정적인 도구

청정기술은 물론 사후처리기술을 포함하는 환경기술을 도입하는 기업을 보조하는 수자원청과 ADEME의 촉진프로그램이 있다. R&D와 데몬스트레이션 프로젝트는 청정기술도입을 위한 공정개선비용의 50%까지 지원받을 수 있다. The Water Agencies는 청정기술을 두 가지 형태로 분류하고 서로 다른 지원형태를 취하고 있다.

- ▶ 1개의 공정을 대체하는 경우 생산에 대한 투자와 오염제한에 대한 투자를 구분하기가 어렵다. 그래서 재정적인 지원은 투자액의 70%를 낮은 이자율(법정이자율의 25%)로 융자해 준다.
- ▶ 폐기물 최저화를 위한 물질재생의 공정 개선인 경우 청정기술의 투자는 쉽게 규명될 수 있다. 따라서 재정적인 지원은 투자비용의 40%를 무상지원하고 추가적으로 20%를 융자 지원한다.

개선프로그램을 위한 재정적 수단은 일반조세로부터 충당되며 수자원청은 물소비, 수질 악화, 그외 다양한 수질 오염에 대한 3가지 종류의 세금을 징수한다. 또한 국가 환경계획은 매립에 대한 세금을 규정하고 청정기술과 청정제품의 개발에 대한 자금이 필요한 제품을 지원한다.

1991년에 청정기술/폐기물국은 6개의 데몬스트레이션 프로젝트에 대해 287만 FRF를 지원하였다. 이 중 50%는 폐기물 감소를 위해서, 나머지 50%는 대기오염방지를 위해서 지원되었다. 연구프로젝트

에는 총 160만 FRF가 지원되었는데 이 중에서 절반이 폐기물 감소에 지원되었고 1993년에는 4,000만 FRF가 R&D 프로젝트에 지원되도록 계획되었다. 1992년부터 93년까지 ADEME는 대기오염물질의 감소를 위한 청정기술 프로젝트에 특별 지원을 하였다. 약 35개의 프로젝트에 전체 7,000만 FRF가 공여되었는데 이 프로젝트는 전체비용의 10-20%를 지원받을 수 있었고 기금은 대기오염에 대한 세금에서 마련되었다.

7.3.3 정보 및 교육

산업의 청정기술에 대한 인식고양을 위한 몇 가지 프로그램이 현재 진행되고 있다. 수자원청의 전문가들이 청정기술에 대한 정보 제공 및 자문을 수행하며 관련회의에 참여하고, 회의결과는 관련잡지에 의해 홍보된다. "Letter ADEME"가 산업 및 지방기관에 발송되고 청정기술활동에 대한 내용을 담은 "Technical Association for Energy Efficiency"의 "Energie Plus"가 매달 발행된다.

또한 공학전문대나 대학 등의 학생들과 산업 근로자들을 위한 교육가이드가 만들어졌는데 청정기술의 필요성과 방법에 대한 교육을 기본으로 하여 1일 과정으로 계획되어 있다. 또한 폐기물 문제와 청정기술이 기술 및 재정적으로 실현가능함을 보여주는 10가지 사례를 소개함으로써 청정기술의 개념에 대한 인식을 높이고자 "산업을 위한 가이드"를 마련하였다. 몇 년 전까지만 해도 대기업에 대한 재정지원에 초점이 맞추어져 있었으나 현재 환경성은 중소기업 지원에 더욱 힘쓰고 있다. 그 중에서도 R&D 프로젝트와 정보공급에 대해 더욱 중점을 두고 있다. 대표적인 중소기업 업종을 지원하기도 하며 상업협회를 통한 중소기업에 대한 정보보급에도 노력을 기울이고 있다.

1992년부터 93년까지 ADEME는 600만 FRF의 예산으로 모든 산업분야에 10가지 데몬스트레이션 프로젝트에 대한 자금지원을 제공

하였다. 또한 CNRS와 공동으로 청정공정에 대한 R&D 프로젝트를 재정적으로 지원하였다. 11개의 프로젝트가 320만 FRF의 지원을 받았다. 한편 국가표준기관인 AFNOR은 에코라벨링을 위한 기준을 마련하였는데 새로운 "NF Environment"는 LCA에 대한 특별 요구사항을 만족하는 제품을 알려줄 것이며 이 라벨은 환경친화적인 제품의 소비를 촉진시킬 것이다. 에코라벨링의 기준은 Ministries of the Environment, Industry and Consumption에 의해 승인된 것이며, 이러한 에코라벨링의 적용은 자발적인 것이고 요구사항을 유지하는 제한된 기간동안 품질보장을 받을 수 있다.

8. 덴마크

덴마크는 청정기술을 위한 다양한 정책과 전략프로그램을 시도해 왔다. 1973년에 첫 번째 환경 보호법령이 통과되어 1974년부터 시행되었는데 이 법에서의 환경전략은 오염자부담원칙과 산업에서의 BAT(Best Available Technology) 이용원칙을 포함하고 있다. 청정생산에 관한 예방적 전략은 1983년 리사이클링과 청정기술에 관한 환경청의 성명으로부터 도입되어 1984년에 처음으로 법률로서 시행되었다.

1988년 덴마크 환경부(MOE)는 "환경과 개발에 대한 행동계획"을 공표하였는데 이 계획의 핵심개념은 청정기술과 리사이클링, 생산자 및 소비자의 책임을 강조하는 시장메카니즘의 이용, LCA에 의한 예방활동, 모든 경제분야에서의 환경적 접근의 통합 등이다. 이 행동계획은 ① 발생원천에서의 오염물질을 감소하기 위한 청정기술을 촉진, ② 자원의 소비와 폐기물의 증가억제를 위한 리사이클링, ③ 열회수가 가능한 폐기물 소각처리, ④ 재생이 불가능한 폐기물 투기의 순으로 우선순위를 설정하고 있다. 최근에 환경보호를 위한 법률적

프레임웍이 재검토되었고 행동의 방향은 더욱 확장되어 대기, 수질, 토양의 오염물질을 예방하고 감소하는 것 뿐만아니라 원료 및 에너지의 폐기와 사용을 제한하고 청정기술의 사용을 촉진하고 있다. 이 결과 청정기술은 덴마크의 환경법령에서 중요한 부분으로 자리잡아가고 있다.

8.1 청정기술 개념

덴마크는 청정기술을 원료의 효율적인 사용부터 전반적인 오염 감소를 위한 제품의 디자인 및 개선된 기술의 적용까지 고려한다. 환경부의 청정기술 개념은 "생산과 사용, 그리고 제품의 폐기와 관련된 오염물질과 폐기물은 가능한 한 원천에서, 그리고 최대한으로 최소화시켜야 하며, 물질 순환의 전반적인 환경영향을 최소화하기 위하여 제품과 생산공정이 변경되어야 함을 내포한다"고 명시되어 있다.

8.2 청정기술개발정책

덴마크 청정기술정책은 여러 가지 프로그램과 활동계획을 통해 수행되었다. 다음은 Environmental Protection Agency에 의한 프로그램 및 활동계획들이다.

8.2.1 청정기술 개발프로그램(1986-1989)

운영비 총 9,000만 DKK가 소요된 이 프로그램의 주요 목적은 산업의 청정기술을 활성화하는 데 필요한 분위기를 창출하고, 예방전략을 통해 환경영향을 감소하는 것이다. 이 전략은 청정기술에 대한 지식을 수집하고 청정기술의 범위와 가능성을 조사하며 청정기술 시범사업을 포함하고 있다. 특히 가구, 철강 및 금속, 식품의 청정공정 기술 개발과 시범사업을 중심으로, 금속물질과 Xenobiotic, 유기솔벤

트, 유기하수방류에 초점을 두고 있으며 다음을 포함하고 있다.

- ▶ 청정공정의 기초기술 개발
- ▶ 업종간 기술이전과 적용
- ▶ 데몬스트레이션 프로젝트
- ▶ 업종별 조사 프로젝트(환경과 기술/경제적 관점)
- ▶ 분야별로 전산화된 정보시스템의 개발
- ▶ 특별분야에 대한 정보캠페인

8.2.2 1차 청정기술 행동계획: 1990-1992

총 운영비 23,000만 DKK로서 추진된 이 프로그램은 생산과 제품에 청정기술을 적용함으로써 산업화에 의한 환경적 위험과 문제를 예방하는 데 목적이 있다. 1차 행동계획은 먼저 산업공정, 에너지발생, 교통, 건축 및 구조물, 농업 및 양어업, 산업제품 및 가정폐기물, 공공하수처리장에 우선을 두었고 특히 역점을 둔 환경문제는 중금속과 Xenobiotic, 유기적 수질오염, 휘발성유기물질, 산성퇴적물, 용수 및 에너지 소비이며 다음을 포함하고 있다.

- ▶ 데몬스트레이션 프로젝트
- ▶ 업종별 조사 프로젝트(환경과 기술/경제적 관점)
- ▶ 휘발성 유기물질, 연, 수은, PVC에 대한 연구프로젝트
- ▶ 자문제공을 통한 지식전달
- ▶ 북부 Jutland를 위한 특별프로그램
- ▶ 지방 기관을 위한 특별프로젝트
- ▶ 정보에 관한 프로젝트(예, 정보시스템 관련활동)

8.2.3 2차 청정기술 행동계획: 1993-1997

총 운영비 38,000만 DKK로 추진된 이 계획은 새로운 환경보전법을 집행하는 활동계획으로 이전 계획의 지속적인 추진과 함께 이전에 우선하였던 '공정'보다 '제품'에 더욱 우선을 두었다. 2차 행동

계획의 대상분야는 도살장, 수산업, 낙농업, 목재 설탕산업, 화학산업, 드라이 크리닝설비 및 세탁소, 그래픽 및 인쇄산업, 생물학적 기술공장, 농업, 수송 및 에너지 분야이다. 이러한 분야 외에 특별히 관심을 둔 몇 가지 제품은 건축자재, 가구, 생물학적 기술 제품, 화학제품, 나무, 콘크리트 등과 같이 대량으로 사용되는 자재들이다. 이 계획에서는 폐기물 부피, 생산에 이용되는 자연 자원의 소비량(에너지, 물 등), 하수방류, 화학물질 방출로 인한 환경문제에 중점을 두었고 주요 활동들은 다음과 같다.

- ▶ 기술개발
- ▶ 추가적인 분야조사 프로젝트(오염과 기술/경제적 관점에서 조사)
- ▶ 개발 프로젝트의 지속적 추진
- ▶ 제품개발 프로젝트
- ▶ LCA와 전과정관리(LCM)를 위한 방법개발
- ▶ 환경친화적이며 경제적인 투자를 위한 유인제도 개발

2차에 걸친 행동계획은 환경청에 의해 운영되며, 비용은 재활용 및 청정기술위원회(Recycling and Cleaner Technology Council)가 승인한 프로젝트 기금으로 수행된다. 행동계획에서 지원하는 활동형태는 다양하다.

- ▶ 업종별 조사: 각 분야의 기술적인 상황을 개관하고 환경문제와 청정기술의 문제점의 해결을 모색하기 위하여 수행된다.
- ▶ 기술개발: 행동계획의 핵심적 활동으로서 새롭고 특별한 생산과정, 물질, 제품을 개발하기 위하여 수행된다. 목적은 각 분야에 있는 몇몇 기업에 적용될 저오염 기술, 물질, 제품의 개발에 있다.
- ▶ 적용 및 데몬스트레이션 프로젝트: 적용 및 데몬스트레이션 프로젝트는 새로운 청정기술 공정이나 물질, 그리고 제품을 실제적으로 도입하는 것으로 청정기술이 환경문제의 해결방안임을 증명

하는 것이다.

- ▶ 환경평가와 LCA: 청정기술과 제품의 평가를 위한 방법을 개발하는 것이다. 이 활동은 보통 기술 서비스기관, 연구기관 등에 의해 이루어진다.
- ▶ 지역별 프로젝트: 지금까지의 지방 프로젝트는 청정기술의 수행과 지방기관의 조사활동에 치중하였다. 최근 지방기관의 청정기술 전략개발에 관한 프로젝트가 허가 및 기업의 점검조사와 관련하여 착수되었다.
- ▶ 공공구매(Public Procurement): 환경친화적인 구매를 도입하고 발전시킴으로 공급자로 하여금 이러한 공공구매의 요구에 응하는 청정기술을 실천하도록 한다.
- ▶ 컨설턴트 지원: 지금까지 자문지원에 관한 프로젝트는 도살장, 전기도금 산업의 두 분야에 치중하였다. 목적은 정보와 자문을 통해 청정기술 이용의 확대 가능성을 조사하는 데 있었으며 대상그룹에 중소기업이 많이 포함하고 있다.
- ▶ 정보활동: 특별정보활동에는 데이터베이스개발, 핸드북 및 매뉴얼, 회의 및 워크샵, 출판, 회지, 필름에 관한 것이 있으며 이 중 환경청은 청정기술 데이터베이스 개발을 일찍부터 시작하여 철, 금속, 플라스틱, 어업공정, 목재 및 가구산업의 공정, 물질, 제품에 관한 데이터들을 전산화하여 판매하고 있다.

8.3 정책현황

8.3.1 관련 법률

덴마크에서 심각하게 오염을 유발하는 기업은 설립시 또는 생산 활동 확장시에 환경기관의 허가양식에 따라 오염허가를 받아야 한다. 이 규칙은 행정명령으로써 수행되는데 허가를 받기 위한 보고서에는 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

- ▶ 현재 사용중인 기술과 환경보호수단에 대한 설명
- ▶ EPA가 발간한 “산업의 청정기술을 위한 가이드 라인”에 따른 새로운 기술선택에 대한 설명
- ▶ 오염물질 감소율이 청정기술보다 더 큰 사후처리방식의 기술을 선택하였을 경우 이에 대한 설명
- ▶ 회사가 BAT를 수행할 수 있는가에 대한 재정적 정보

8.3.2 자발적 협정

환경부장관은 환경보호법(EPA)에 따라 산업계와 자발적인 협정을 맺을 수 있다. 몇 가지 예를 들어 배터리 제품에 관한 협정의 목적은 NiCd 배터리를 수집하기 위한 시스템을 세우는 것이었고, 이로써 최소 75%의 배터리가 재생되었다. 그리고 PVC에 대한 협정이 있는데 1991년에 체결된 이협정은 PVC의 사용을 최소화하기 위한 것으로 PVC의 제품경쟁력을 잃지 않으면서 환경친화적인 PVC를 사용하는 것을 목표로 하고 있다. 마지막으로 자동차 타이어에 대한 협정은 1993년에 체결되었고 주요목적은 1996년까지 80%의 타이어를 리사이클 하는 것이다.

8.3.3 재정적 도구

덴마크의 청정생산과 관련된 재정적인 도구는 채찍과 당근으로 표현될 수 있는데 전자는 의무와 세금을 의미하고 후자는 포상과 보조를 의미한다. 덴마크의 폐기물에 대한 세금은 리사이클링을 증가시키고 폐기량을 최소화하기 위해서 재생이나 리사이클링을 제외한 모든 폐기물에 부과된다.

▶ 세금부과의 예

맥주 또는 레몬수 병: 일괄적으로 1.5DKK

1Kg이하의 상자로 된 화학물질과 제품: 포장재 도매가격의 20%

식탁용식기류: 도매가격의 50%

CFC와 Halons : 30DKK/Kg (수출일 경우 반환됨)

용수: 1998년에 1DKK/m' 에서 5DKK/m'로 인상

폐기물: 소각폐기물: 160 DKK, 그외 매립폐기물: 195 DKK

CO₂: 100DKK/톤

반면 금전적 지원에 관해서 산업자원부(the Ministry of Industry)는 청정기술을 포함하는 환경기술 개발의 상업적 이용을 지원하기 위한 프로그램을 운영하였다. 이 프로그램은 1991년부터 1994년까지 운영되었는데 총 운영비는 13,000만DKK가 지원되었다. 이 프로그램의 주요 목적은 환경기술의 수출 증가, 청정기술의 수출 증가, 오염을 적게 유발하는 제품에 대한 경쟁력 제고, 제품의 질을 개선하고 환경제품과 시스템의 세계표준화 등에 있었다.

한편, 이 프로그램과 별개로 환경부는 행동계획의 수행을 위해 실제적이고 광범한 지원을 하고 있는데 연비용은 행동계획에 따라 산업분야의 조정활동 또는 단일프로젝트에 대한 부분적 재정지원을 담당하고 있다.

9. 네덜란드

네덜란드는 1970년부터 오염예방의 중요성을 인식하였지만 실제 환경정책은 단지 양적 및 질적인 기준과 법률을 세우는 데 그쳤었다. 그러다가 1979년에 폐기물 관리에 대한 "Motion Lansink"를 마련하였는데, 이는 예방을 가장 우선시하고 그 다음에 리사이클링, 소각, 매립의 순서로 정하고 있다. "Motion Lansink"는 1989년에 "prevention memorandum"에 명시되었고 이와 동시에 오염예방과 8가지 폐기물에 대한 프로그램도 공식화되었다. 고형폐기물은 2000년까지 10%를 감소하기로 하였고 또한 1990년에서 94년까지의 국가환경정책계획(National Environmental Policy Plan(Plus))를 수립하였는

데 이 계획은 다음과 같은 오염예방활동을 포함하고 있다.

- ▶ 환경친화적인 제품으로 전환
- ▶ 산업과 협력하여 생산공정과 제품에 대한 진보된 기준을 개발(종합적인 전과정 관리(LCM), 에너지 효율 확대, 품질 향상)
- ▶ 8가지 폐기물에 대한 오염예방의 수행계획
- ▶ 원료사용의 효율성을 증가시키기 위한 환경감사
- ▶ 폐기물의 양과 질에 대한 기준과 화학물의 기록, 허가제도에 예방 계획을 통합
- ▶ 환경친화적제품에 "Green label"을 도입

1991년 발간된 "기술과 환경보고서(Technology and Environment Report)"에는 환경정책계획의 목표를 달성하기 위한 환경기술의 체계와 정책수단 및 활동에 대해 설명하고 있다. 1993년에 폐기물 방지 프로그램이 DMEA(Dutch Ministry of Environmental Affairs), 지역 정부, 국가폐기물관리조직인 AOO와 함께 공동으로 발족되었다. 1994에서 95년까지의 이 프로그램은 기업의 폐기물 방지를 유도하기 위한 많은 활동들을 수행하였다. 또한 오염예방, 목표설정, 평가 및 기록, 매개조직의 역할, 기술정보의 보급에 대한 가능성에 대한 연구를 수행하였다. 오염예방개념의 법적 통합은 이 프로그램에서 아주 중요한 사항이다.

1994년에 정책문서 "Product and Environment"가 DMEA에 의해 마련되었는데 제품에 대한 정책의 주요 목적은 생산자, 중간자, 소비자가 제품의 연결체인에서 폐기물 및 배출물을 감소하도록 하는 것으로 가장 중요한 것은 제품의 환경영향에 대한 정보시스템개발이다. 규제와 재정적 도구의 실제적인 적용과 제품정책에 대한 다른 유럽국가들과의 유기적 협력을 강조하고 있다.

국가 환경정책계획을 위한 준비과정에서는 네덜란드에서 현실적으로 필요로 하는 환경 개선에 대해 상세한 연구가 수행되었다. 2010

년의 생태계의 회복기능을 초과하지 않을 만한 폐기물 및 배출물의 목표량을 세워 놓았는데, 이에 따르면 실질적인 방출감소 요구량은 이산화탄소 60-80%, 오존-파괴물질 100%, 산성화 물질 75-85%, 부영양화 물질 60-70%, 중금속 및 기타 난분해성 물질 100%로 나타났다. 재생이 불가능한 자원사용량에 대한 감소는 20-85%까지 자원량에 따라 다양하다. 토양침식과 지하수 사용도 또한 자연의 보존을 위해 감소되어야 하며 고형폐기물도 방지 및 리사이클링을 통해 70%까지 감소되어야 한다.

9.1 청정기술개념

네덜란드 청정기술의 정의는 대부분 오염예방의 접근과 관련되어 있다. 네덜란드에서 이루어지고 있는 오염예방은 “원천에서의 오염발생 감소, 내부재활용, 환경에 대한 피해저감에 의한 폐기물 및 배출의 감소 또는 최소화(The avoidance or minimization of the creation of waste and emission by reduction at source, by on-site recycling and/or by reducing the total level of its harmfulness to the environment)”로 정의하고 있다. 여기서의 “폐기물과 배출물”은 대기, 수질, 토양으로 배출되는 모든 고체, 액체, 가스상의 물질을 말하고 오염예방은 오염물질이 각 단계마다 오염 가능성이 달라지는 것에 중점을 두고 있으며 현장밖에서의 리사이클링은 포함하지 않는다.

오염예방은 기본적으로 물질과 에너지의 효율적인 사용을 위한 도구이다. 오염예방은 환경성과분석방법과 이러한 성과를 개선하기 위한 해결방안을 평가하는 방법을 제공하는데 여기에 PRISMA 프로젝트의 가이드라인이 활용되는 경우가 많다. 오염예방은 또한 환경제품개선 부분도 포함하는데 제품의 환경성과의 향상은 대부분 LCA에 기초를 둔다. 환경영향의 분석은 제품의 전주기를 통한 영향분석이

며, LCA는 또한 환경적 성과의 측면에서 제품을 비교하는데 이용된다.

9.2 정책현황

9.2.1 관련기관

MHPPE(Ministry of Housing, Physical Planning and Environment)가 중앙정부의 환경정책을 담당한다. MEA(Ministry of Economic Affairs)는 환경기술의 보급을 활성화하기 위하여 Environmental Technology Unit을 만들었는데 여기서의 기술은 생태학과 환경을 연결하는 관점에서 고려되었다. 한편, Ministry of Transport, Public Works and Water Management와 같은 타 정부들은 환경이슈를 이들의 관련된 정책에 통합시켰다. Ministry of Housing의 부서인 Physical planning and Environment는 다른 정부기관들과의 협력을 유지하고, Department of the Environment는 연구기관들로 부터 자문을 얻으며 중앙정부는 상업조직, 연구조직 및 다른 지방기관의 연구조직과의 협력을 통해 업무를 수행하고 있다.

9.2.2 법률

1980년대 후반에 정부기관들은 "Law on the Pollution of Surface Water"만 제외하고 개별적인 법들과 허가제도를 하나의 법률("Wet Milieubeheer")로 통합하였다. 이 법에는 오염예방을 허가제도에 통합하는 몇 가지 옵션이 있다. 규제에 대한 다양한 옵션을 개발하기 위해 연구 및 파일럿 프로젝트가 수행되었다. 이에는 감소 목표량의 설정(고형폐기물과 배출물의 %), 청정기술의 적용, 오염예방계획과 감사, 폐기물 및 배출물을 위한 규제시스템 등이 포함되어 있다.

가장 주목할 만한 점은 오염예방계획을 규제제도에 통합시킨 것

이다. 오염예방과 규제시스템통합의 실제적인 경험은 드물다. 노하우를 전환하고 경험을 구축하기 위한 워크샵이 지역기관을 위해 마련되었는데 오염예방을 허가제에 조화롭게 통합하는 데는 더 많은 시간과 노력이 소요될 것으로 보인다.

9.2.3 자발적 협약

네델란드는 국가기관과 통상기관 또는 기업간에 자발적 협약(VA)이 활성화되어 있다. 이는 법률적인 방법과는 달리 많은 준비 및 수행기간을 필요로 하지 않는다. 환경정책계획의 목표는 특별한 분야별 목표로 구체화되었다. 이에 따라 포장, 플라스틱, 제조, 프린팅, 전자-금속, 화학물질, 음식 및 음료, 물질산업과의 VA가 체결되었다. 이러한 VA에는 종종 오염예방에 관한 것들이 포함되어 있는데 예를 들면 공정폐기물의 방지에 관한 플라스틱제조산업과의 VA와 포장폐기물을 2000년까지 10% 감소하기 위한 포장체인과의 VA가 그것이다. 포장폐기물에 대한 VA에 의해 많은 회사가 10%의 재료사용량을 감소한 포장제품을 디자인 하기 시작하였고 물질사용의 감소는 오염예방과 함께 비용절약을 가져왔다. 마지막으로 탄화수소의 감소를 위한 프로그램이 있는데("KWS 2000"). 이 프로그램에 따라 국가기관과 많은 상업조직간의 VA가 체결되었고, 이는 2000년까지 50-80%의 배출을 감소하는 것을 목표로 하고 있다.

9.2.4 재정적 도구

국가조직은 환경기술의 개발과 적용을 더욱 활성화하기 위해 다양한 보조제도를 설립하였다. 예를 들어 "환경기술개발촉진계획"에 따라 1993년에 1,000만 NLG의 예산이 세워졌는데, 청정기술의 개발이 더욱 중요하게 다루어짐에 따라 이 예산의 반 이상이 청정생산을 위해 책정되었다. 그리고 "환경에너지자문계획(Environemtn and Energy Advisory Scheme)"과 같은 에너지절약 프로그램을 위한 보

조계획안에 따라 회사는 에너지 절약프로그램을 개발하기 위한 자문 비용의 40%를 보조받을 수 있다. 이 계획안의 예산은 2백만 NLG이다.

국가 및 지방기관은 지하수, 화석연료, 미네랄 오일과 같은 원료 사용과 고형폐기물 및 폐수 배출에 대해 세금을 부과하고 있다. 그리고 가정 폐기물의 방지를 촉진하기 위해 차등화된 세율을 적용하는 파일럿 프로젝트를 착수하였다. 가정 폐기물의 비용은 부피 또는 무게에 따라서 부과되고, 물질과 제품의 재활용을 유도하기 위하여 특정 제품에는 예치금을 부과하고 있다.(병이나 플라스틱 박스)

9.3 시범프로젝트, 홍보 및 교육

9.3.1 PRISMA 프로젝트

기업체의 환경성과 개선을 달성하기 위한 예방적 해결방안 도출을 지원하기 위해 여러 개의 데몬스트레이션 프로젝트가 진행되었다. 이러한 시범사업은 미국과 네덜란드 간의 경험교환에 기초하고 있다. 1990년에 시작된 PRISMA 프로젝트는 통합적 오염예방개념을 확산시키기 위해 네덜란드에 있는 10개의 기업(Food-processing, metal-finishing, metal-working, public transport, chemicals industries)에 대하여 수행되었다. PRISMA 프로젝트는 기업의 오염감소를 위해 실행가능하고 비용효율적인 예방적 해결방안으로 164개의 방지 옵션을 규명하였으며 이 중에 60개가 실행되어 특정 폐기물의 30-80%를 감소시켰다.

예방적 방안에서 가장 중요한 것은 비용효율성인데 단지 몇 개의 해결방안만이 3년 이상의 회수기간을 필요로 하였고 대부분은 비교적 짧은 회수기간이 소요되었다. PRISMA프로젝트로 인해 오염예방에 대한 상세한 매뉴얼을 마련하였고 국내 및 국제적 차원의 폐기물과 배출 감소를 위한 비용효율적 방안을 제시하였다.

이 외에 로테르담 지역의 STIMULAR, 네덜란드-벨기에 접경지역의 PROSA, Gelderland의 PROGRES 등 많은 청정생산에 대한 데몬스트레이션 프로젝트는 지역적 수준에서 성공적으로 수행되었는데, 이 프로젝트들은 심각한 오염을 유발하는 모든 산업을 포함하고 있다. 그리고 MILION, ECODESIGN, PRIMA 등 환경친화적인 제품디자인에 관한 몇 가지 데몬스트레이션 프로젝트들이 이미 이루어졌거나 현재 진행중에 있다. ECODESIGN 프로젝트는 제품디자인팀과 환경전문가들이 10개의 기업과 공동으로 수행하였는데 주요 목적은 제품의 환경성과를 향상시키고 성공사례를 다른 기업에게 알려주기 위해서이다. 데몬스트레이션 프로젝트는 단지 제한된 몇 개의 회사에 대해 이루어 졌고, 그 결과는 매뉴얼, 회사보고서, 워크샵 또는 세미나를 통해 보급된다. 프로젝트에 소요되는 비용은 PRISMA(10개 기업) 2.5백만NLG, ECODESIGN(10개 기업) 1.5백만NLG, KOMPAS(9개 기업) 0.7백만 NLG 등이다.

9.3.2 기술개발 시범프로젝트

환경기술에 대한 투자는 시장과 정부기관의 엄격한 환경기준에 따라 점차 이익의 기회로 인식되고 있다. 회사, 연구소, 대학에는 환경기술의 개발 분위기가 조성되었고 정부는 보조 계획을 수립하였다. 네덜란드 정부의 환경에 대한 투자는 최근 몇 년 동안 평균 10%씩 투자를 증가하고 있는데 이로 인해 환경적 제품과 서비스는 더욱 활성화되었다. 1990년 환경적 제품 및 서비스 분야에 투자된 금액은 1,650만 NLG를 초과하였고 네덜란드 및 외국회사는 6,000만 NLG를 환경기술 연구소와 대학에 투자하였다. 투입된 Man-hour 기준으로 볼 때 1992년 기술연구는 Add-on Technology 43.5%, 측정 및 기록 12%, 공정개선 21%, 제품 및 물질 대체 5%, 환경친화적 건설 5%, 기타 13%로서 청정기술에 대한 총 투자비중은 44.3%에 달하였다.

9.3.3 청정기술의 개발과 적용

1993년 네덜란드는 기술개발을 위해 DTO Programme(sustainable technological development)을 발족하였다. 네덜란드 프로그램의 중요한 관건은 지속가능한 환경에 대한 사회적 요구에 부합될 수 있는 기술개발에 있었다. DTO의 목적은 지속성을 획득하기 위한 기술개발의 패턴을 알아내는 것이었다.

Noord Holland, Zuidholland, Gelderland에서 이루어진 프로젝트는 각 지역의 오염예방에 관한 Know-how를 보급하기 위해 폐기물방지팀(Waste prevention team)을 구성하였다. 이들의 주요활동은 오염예방 프로젝트를 시작, 관리하며 그 결과를 발전시키고 보급하는 것이다. 또한 네덜란드 남부지방에서의 오염예방 기술이전을 촉진하기 위한 IMPRES 프로젝트가 중소기업의 12개 산업체들을 목표그룹으로 하여 수행되고 있다. 이 프로젝트는 업종별 전문지 발간, 기업을 위한 회의, 환경전문가들의 자문 등의 역할을 수행한다. 북부지방에서도 데몬스트레이션 프로젝트를 진행하고 있는데 2개의 지역 정부기관과 공동으로 수행한다. 이 프로그램의 목적은 지역의 오염예방 전략과 지역기업의 오염예방수행을 위한 것이다. 이 프로그램의 결과는 북부지방의 30개 지역정부기관에게 보급되고 있다.

9.3.4 기술자문 지원

기술분야의 중소기업에게 자문을 제공하는 연구소 네트워크를 구축하는 일을 해 오던 Innovation Center는 오염예방활동을 추가하여 중소기업에게 예방적 기법들을 자문하고 있다. 1992년에 이 센터의 자문을 얻은 회사는 수백개에 이르며 Ministry of Economic Affairs의 보조를 받고 있다. 또한 허가제도와 환경문제에 대한 자문을 위한 "BMD", 에너지 절약에 관한 자문을 위한 "GEB", 직업상의 건강과 안전을 위한 "BGD", 상공회의소 등이 분야별로 자문역할을 수행하고 있다.

9.3.5 매뉴얼 발간

오염예방에 관한 매뉴얼에는 PRISMA 프로젝트에 의해 미국 EPA 매뉴얼을 기초로하여 마련된 공해방지 매뉴얼과 네델란드 실정에 맞게 업체와의 협력으로 마련한 업종별 매뉴얼(PRISMANUALS)이 있다. 특히 PRISMANUALS는 오염예방의 단계적 실행방안과 업종별 대안을 설명하고 있다. 이 매뉴얼은 회사가 예방적 대안을 이해하고 평가하도록 도와주고 최신 기술정보를 제공한다. 살충제산업, 금속처리, 병원, 페인트제조산업에 대한 PRISMANUALS가 있으며 가격은 약 20만 NLG이다. 그 외 많은 Industry-specific 정보지가 IMPRES 프로젝트의 일환으로 준비되고 있다. 특히 비용효율적인 방안의 적용은 중소기업에게 있어서 매우 중요하게 받아 들여지고 있다. 가격은 약 7만NLG이며, 플라스틱 제조, 목재 및 가구, 화학세탁, 건설, 금속처리, 병원, 서비스업 등에 대한 매뉴얼이 발간되고 있다.

10. 중국³³⁾

10.1. 정책현황

중국에서의 청정생산 성공사례는 국제조직과 중앙·지방정부, 그리고 지역산업간의 협력이 얼마나 중요한지를 대변하여 준다. 중국은 주요 업종에 대하여 미래 청정생산프로그램을 실행할 수 있도록 국가시스템을 정비하였고, 전문가들에 대한 철저한 교육을 실시했다.

1993년 이래로 진행된 중국의 청정생산체계 구축 노력은 중국국가청정생산센터(China's National Cleaner Production Centre: CNCPC) 창설로부터 시작되었다. 이후 600명이 청정생산교육회의에 참여하였고,

33) 중국의 사례는 중국환경청(NEPAC) 외, "Cleaner Production in China: A Story of Successful Cooperation"(1996)의 내용을 요약 수록한 것임.

이 중 150명의 전문가가 현재 공식적으로 청정생산에 대한 감사자격을 부여받아 활동하고 있다. 또한 청정생산에 대한 관련기관간 네트워크를 확립하였고, 27개의 기업에 대한 29건의 청정생산 감사를 수행하였다. 그 결과는 놀라운 것이었는데, 투자를 거의 요구하지 않는 경영·기술 변화프로그램의 적용으로부터 연간 US\$2.9백만의 경제적 효익을 얻을 수 있고, 감사된 공정에서 평균 30-40%의 오염물질 감소가 있었으며, 최고 95%의 감소를 보인 경우도 확인되었다. 이와 함께, 중국에서는 효과적인 청정생산정책 구축을 위한 5건의 정책연구를 수행하였다.

10.2 B-4 프로젝트

10.2.1 개요

중국에서는 중국환경보호청(National Environmental Protection Agency: NEPA) 주도로 'B-4'라 불리는 프로젝트가 Word Bank의 재정지원을 받는 환경기술지원프로젝트 중 하나로 수행되어 왔다. 이 프로젝트는 NEPA, UNEP IE와 Word Bank가 공동으로 설계, 개발하였으며, NEPA가 집행을 담당하고 있다. Word Bank가 NEPA에 대부한 US\$6.2백만의 자금은 i) 청정생산에 대한 체계적인 접근법의 개발 및 시험, ii) 잠재력 있는 25개 내지 30개 기업에의 자금지원, iii) 청정생산 정책의 개발, iv) 요구되는 기술에 대한 투자 등을 위해 사용되었다.

'프로젝트 B-4'는 현재 청정생산을 보급시키기 위해 추가적인 쌍무적·다자간 공동노력에 대한 기폭제 역할을 하고 있다. 이 프로젝트의 목표는 향후 5년 동안 3,000여 개의 기업이 청정생산프로그램을 도입하도록 하는 것인데, 중국 내의 주된 오염유발업체 100대 기업이 주요 대상이다. 이를 위해서, 아태지역의 UNEP지부는 중국의 여섯 도시에서 펄프제지산업에 대해 청정생산 프로젝트를 지원하고, 다양

한 쌍무 프로젝트를 통해 중국의 관련기관들이 다른 산업부문에 대해 청정생산을 도입하는데 도움을 줄 수 있도록 하며, World Bank와 UNEP IE는 미래 프로젝트에 대한 재원조달에 도움을 주기 위해 회전자금(revolving funds)을 적립한다. 산업체는 이 회전자금으로부터 청정생산 개발을 위한 자금을 대출받을 수 있으며, 향후 절약을 통해 대출금을 상환하면 된다.

프로젝트는 4단계의 철저한 계획 하에 수립, 집행되었는데, 첫 번째 단계인 준비단계에서는 청정생산을 담당하는 범국가적 조직이 발족하였으며, 청정생산 자료 및 메뉴얼 발간, 전문가 교육, 청정생산 감사의 순으로 1994년 3월까지 1년 동안 이루어졌다. 두 번째 시범단계에서는 청정생산 감사가 세 도시(Beijing, Shaoxing, Yantai)에서 18개 기업을 대상으로 수행되었고, 투자가 거의 필요하지 않은 안전한 사업들이 성공적으로 수행되었다. 추가적으로 8% 내지 10%의 투자가 더 요구되는 사업이 World Bank 대여금을 통해 자금을 조달 받음으로써 집행되고 있다. 세 번째 정책연구 단계에서는 청정생산의 주요정책에 대한 분석이 수행되었다. 이는 중국에서의 청정생산에 대한 정책상의 장애요인들을 평가하고, 청정생산접근법의 장기 확산 전략을 설정하기 위한 것이다. 이 연구는 NEPA의 감독 하에 환경·경제정책연구원(Environment and Economic Policy Research Institute: EEPRI)에 의해 수행되었으며, 1996년에 완료되었다. 마지막으로 보급 단계는 1995년 3월에 시작되었는데, 5년에 걸쳐 3,000개 기업에 대해 청정생산을 보급하기 위한 준비단계이다. 이를 위해 '청정생산의 경제적효익에 대한 국제회의'가 1995년 가을에 Shanghai에서 개최되었다. 청정생산에 대한 여러 개의 대규모 실무단이 조직되었고, 청정생산에 대한 부문별 지침서가 중국어로 발간되었으며, 많은 뉴스레터와 팜플렛도 발간되었다.

10.2.2 협력구조

청정생산프로그램의 가장 중요한 성과는 앞으로 광범위한 청정생산 보급 프로그램을 수행할 수 있는 국가시스템을 확립하였다는 데 있다. 중국에서 청정생산의 개념은 프로젝트가 시작되었던 1993년에 이미 새로운 것은 아니었다. 그러나 청정생산접근법에 의해 환경성과를 개선하기 위한 산업계의 노력은 광범위하게 실행되지 않았으며 효과적으로 조직화되지도 않았고 단지 '배출구(end-of-pipe)' 관리에 집중되어 있었다. 다행스럽게도 청정생산프로젝트는 환경보호를 위한 중국의 포괄적 제도구축을 가능하게 하였다.

이 프로젝트의 최상급단체는 모든 관련부서와 기관의 대표를 포함하는 환경보호 국가위원회(State Commission on Environmental Protection)이다. 이 위원회는 NEPA의 지원에 크게 의존하는데, NEPA는 모든 측면의 환경정책을 규제하는 책임을 지고 있으며, 지방·자치도시·군 수준의 환경보호청과 같은 지역 조직과 연락을 취하는 역할도 맡고 있다.

중국환경과학연구학회(The Chinese Research Academy for Environmental Sciences: CRAES)는 i) 청정생산 간행물 개발과, ii) 시범프로젝트에 대한 기술지원을 하는 조직으로 선정되었다. 이 학회는 곧 국가청정생산의 효과적인 운영의 중심점이 될 것이다. 1995년에 CRAES는 UNEP/UNIDO National Cleaner Production Centre Programme(브라질, 체코, 인도, 멕시코, 슬로바키아, 탄자니아, 짐바브웨에서의 센터설립을 지원함)을 통해 창설되었던 CNCPC의 주체조직이 되었다.

B-4프로젝트는 NEPA, World Bank와 UNEP IE 간의 주의 깊은 계획안으로부터 도출된 것으로서 시작할 때부터 관심은 제한된 지리적 영역과, 규모와 정부의 접근법이 상이한 세 도시(Beijing, Shaoxing, Yantai)에 집중되었다. 이 세 도시의 지방환경보호청에 대한 지원이 이루어졌으며, 여러 산업조직들이 공공기업이 참여하고 청

정생산 정보를 보급하는데 중요한 역할을 하였던 이 프로젝트에 참여하였다. 이러한 여러 조직간에 요구되는 포괄적인 협력의 결과의 하나는 청정생산에 대한 정보와 경험을 공유하는데 이용될 청정생산 네트워크의 확립이었다. 이 네트워크는 현재 실행되기 시작한 청정생산접근법의 광범위한 보급에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

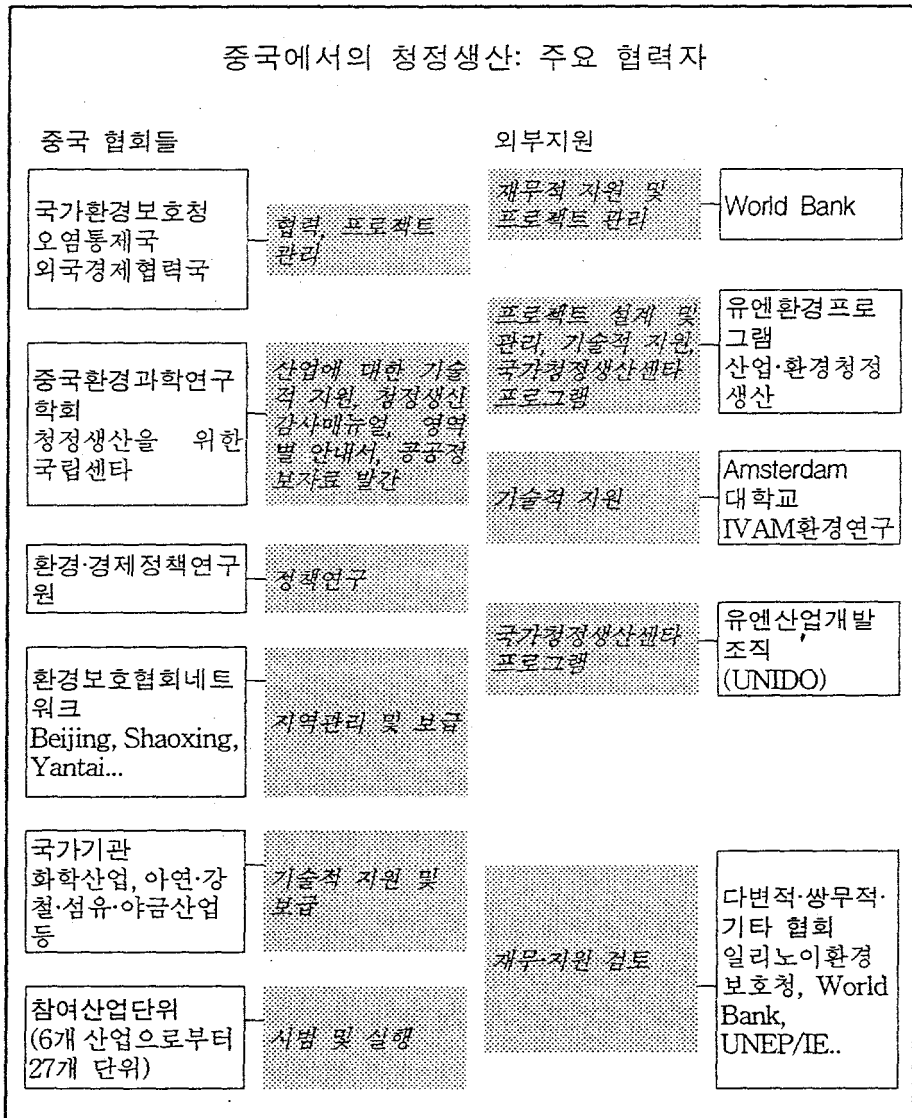
10.2.3 성과

중국의 B-4프로젝트는 많은 중요한 성과를 달성하였는데, 특기할 만 한 것으로 다음을 들 수 있다.

- ① 중국 기업들이 동일한 형식·방법으로 청정생산감사를 수행할 수 있고, 다양한 산업부문에서 유용하게 사용할 수 있도록 기업에 대한 중국청정생산 감사메뉴얼(The Chinese Cleaner Production Audit Manual for Enterprises: CPAME)을 발간
- ② 청정생산감사를 수행할 150명의 중국전문가들에 대한 훈련
- ③ 프로젝트의 준비·시범단계의 일환으로써 27개 산업단위에서 29가지 청정생산프로그램의 실행
- ④ 실질적인 환경개선 및 경제적 절약을 가능케 하고, 추가적 투자가 거의 필요하지 않은 690가지 청정생산의 실행
- ⑤ 주요 업종에 대해 청정생산방식을 도입하기 위하여 잠재력을 지닌 중국전문가들이 통제하는 제도적 체계의 정립
- ⑥ 효과적인 청정생산정책을 형성하기 위한 일련의 정책연구
- ⑦ 중국의 관련산업 및 기타분야에 대한 실질적인 파급노력

1993-95에 실시된 청정생산감사에서 나타난 뚜렷한 결과는 투자를 거의 하지 않고서도 실질적인 경제적·환경적효익을 산출했다는 것이다. 확인된 사항의 대부분은 housekeeping techniques의 개선이나 기존 기술에 대한 단순한 변경에 관한 것이었다. 즉 경제적 효익은 대부분 공통적으로 자재의 사용량의 절약, 폐수의 저감, 이용되는 水

량의 절약으로부터 달성되었다. 또한 이러한 사항의 반이상은 회수기간이 6개월 미만이었다(63%의 회수기간이 1년 미만이었음).



자료원) NEPAC 외(1996)

10.2.4 시사점

중국청정생산의 사례는 이러한 종류의 기업이 무엇을 할 것인가와 무엇을 하지 말아야 할 것인가에 대해 가치있는 교훈을 준다. 프로젝트의 주요 성공요인들을 요약하면 다음과 같다.

- ① 기업을 위한 중국청정생산 감사메뉴얼(CCPAM)은 현 프로젝트의 성공에 결정적 역할을 하였다. 메뉴얼은 상세하면서도 어떻게 청정생산감사를 실시할 것인가가 정확하게 기술되어 이해가 용이하다. 참여하는 산업체는 무엇이 관련되고 무엇을 기대해야 하는지 이해할 수 있기 때문에 접근하는데 어려움이 없다.
- ② 프로젝트 초기의 집중적 교육·훈련은 프로젝트의 성공을 가능하게 하는 중요한 요인 중의 하나이다. 청정생산감사를 수행하고 프로젝트의 다른 측면을 조직화 할 수 있는 자질을 갖춘 충분한 인력과 적극적인 정부의 참여가 필수적이다.
- ③ 화학물의 이용 최소화, 분산된 산출물의 회복, 누출의 개선과 같이 투자가 거의 필요하지 않고 간단히 실행할 수 있는 청정생산방식의 적용에 중점을 두어야 한다. 참여 산업체는 그들의 성공과 그들이 달성한 실증가치가 클수록 더 많은 용기를 얻는다.
- ④ 참여산업체는 청정생산활동에 근무하는 근로자에게 보다 많은 권한과 보상을 제공함으로써 참여를 유인할 수 있다. 이는 집행의 효과를 증진시키고 'Top-down' 방식을 피할 수 있도록 한다.
- ⑤ 실제작업과 이론적인 연구는 B-4프로젝트에 의해 통합되고 융화되는데, 이러한 것은 청정생산의 가치를 설명하고, 건전하고 투명한 정책을 제공하며, 효과적인 제도체계를 구축하는데 기여한다.
- ⑥ 청정생산감사와 함께 기술·정책연구의 수행이 청정생산사업의 효과적 집행과 함께 동시에 이루어져야 한다. 이것은 2년간의

프로젝트 기간을 줄이고, 추진력과 적극성을 지속시키는 데 큰 역할을 하였다.

또한 이러한 성공을 가능케 한 핵심요소로서 청정생산센터, 교육, 감사메뉴얼, 업종별 가이드, 정책연구, 결과의 홍보, 청정생산네트워크, 시범사업의 8가지가 강조되고 있다.

11. 태국

태국은 제조산업의 급속한 성장과 함께 대기, 수질, 토양오염도 급격히 악화되어 이에 대한 대책으로 "Command and Control"(CAC) 접근법을 도입하였다. 이는 유럽과 아메리카의 모델을 기초한 것으로 법률 및 규제수단에 의한 배출제한방법이다. 하지만 CAC의 초기 도입은 태국의 실정에 맞지 않았다. 계속적인 환경악화와 CAC의 한계를 인지한 태국은 민간부문의 오염관리 및 감소에 중점을 두는 8차 국가 경제사회개발계획(National Economic and Social Development Plan)을 수립했다. 이는 오염물질의 원천발생예방과 현재의 오염문제 해결을 통해 정부, 사기업, 지방 공동체간의 환경보전을 위한 협력을 촉진하고 있다. 다음은 태국의 주요 청정생산관련 프로그램 및 프로젝트를 간략하게 살펴보도록 한다.

11.1 태국-독일 기술협력 프로그램

태국-독일 기술협력 프로그램(Thai-German Technical Co-operation Programme)은 산업계에 대한 환경기술자문을 위한 것으로 산업부의 산업국 소속인 산업환경기술위원회(Bureau of Industrial Environmental Technology)에서 수행하고 있으며, Deutsche Gesellschaft fur Techni

-sche Zusammenarbeit(GTZ)가 지원하고 있다. 1994년에서 2001년까지 진행되는 이 프로그램의 목적은 산업폐기물의 효율적인 관리를 위하여 제도적 시스템 및 기술적 시스템을 도입하고 개발하는 데 있으며 이것은 선정된 산업체를 대상으로 데몬스트레이션과 청정생산기법을 평가하여 폐기물 최소화, 재생, 리사이클링, 부산물 재이용을 통한 자원의 효율적 이용을 향상시킨다. 또한 환경관리 가이드라인을 개발하여 비용효율적인 환경기준 준수와 생산공정을 어떻게 관리할 것인지를 알려준다. 더욱이 산업환경관리를 위한 경제적 도구로서 "오염원인자 부담원칙"과 인센티브를 강화하는 프로젝트를 개발한다. 이 프로그램의 운영 그룹은 산업대표자, 환경관련 정부기관, 전문가로 구성되어 있다. 프로젝트의 대상그룹이 오염원인자들(선정산업체)이므로 프로젝트 수행기관은 주로 환경법률의 시행과 관련한다. 하지만 기술개발 활동은 수행인력과 직접적인 지령이 없어서 기술적 업무의 실행과 평가를 위해 다양한 R&D 및 교육기관과 계약을 맺고 있다.

11.2 녹색생산성 프로젝트

녹색생산성(Green Productivity: GP) 프로젝트는 APO(Asian Productivity Organization)의 지원을 받아 태국생산성연구재단(Foundation for Thailand Productivity Institute: FTPI)이 수행하고 있다. 1996년에 FTPI는 그린생산 및 청정기술활동을 위해 APO와 공동으로 태국실정에 적합한 기술과 기법을 개발하고 EMS, GP, 그리고 CP의 개념을 확산시키기 위한 활동에 들어갔다. 방콕의 소규모 전기도금공장에 대하여 물질수지 분석과 물질손실의 원인 규명을 통해 손실을 감소하는 공정 및 설비변경을 제안하기 위한 조사(audit)를 하는 APO Factory Demonstration Project를 수행하였다. 이 프로젝트는 먼저 감사와 산업계의 자료수집부터 시작했다. 자세한 공정연구와 물질수지

분석을 수행한 다음 간단한 변경대안을 제안하였다. 제안에 따라 변경이 수행되었고, 이로 인한 절약된 원료와 용수량을 계산하기 위해 상세한 폐기물 감사를 하였다. 이 결과 연간 US\$12,000의 절약을 실현한 것으로 평가되었다. 그리고 프로젝트의 결과홍보를 위해 1996년 6월에 워크샵과 비디오 및 보고서 등을 발간하였다.

11.3 DANCED 프로젝트

DANCED 프로젝트는 청정기술의 촉진을 위해 Danish Cooperation for Environment and Development(DANCED)의 지원 하에 태국산업연합/태국환경연구소의 산업환경관리국에서 수행하고 있다. 1996-1998년간 이 프로젝트는 주요 오염원인산업인 전기도금, 섬유, 식품산업의 중소기업들을 위한 것으로서 목적은 타일랜드의 환경감사전문지식 확산을 위한 제도적 기반을 강화하고 청정기술정보센타를 설립하는 것이다. 훈련 및 능력형성(capacity building)을 위한 활동과 함께 타일랜드 산업의 청정기술향상을 위한 프로그램을 수행하고 있다. 이 프로그램에서는 특정산업에 대한 워크샵, 기술매뉴얼의 준비, 폐기물 감소, 감사, 데몬스트레이션 프로젝트 등을 수행한다. 그리고 특히 각 산업체에 대한 폐기물 감사 매뉴얼이 개발될 것이다. 또한 위의 3개 산업에 대한 전체 50건의 자원관리 감사와 함께 각각의 데몬스트레이션 프로젝트가 추진되고 있다.

태국 산업의 청정기술의 인식고양을 위해 많은 훈련 및 세미나가 몇몇 산업을 위해 마련되었으며, 40개의 중소기업에 대한 자원관리감사가 진행되고 있다. 산업에서는 데몬스트레이션 프로젝트를 수립하기 위해 덴마크의 연구연수를 계획하였다. 그리고 태국환경연구소에 CTIC(The Cleaner Technology Information Center)가 설립되어 자료수집 및 보급활동에 착수하였다. 또한 CT-News와 CTIC Newsletter의 발간과 함께 CTIC의 홈페이지를 개설하였고 아시아 태평양

지역의 청정생산을 위한 E-mail discussion forum인 "AP-CP Net" 운영에 동참하고 있다.

11.4 IEM 프로젝트

IEM(Industrial Environmental Management) 프로젝트는 USAID (US Agency for International Development)의 지원 하에 타이산업 협회의 산업환경관리국이 추진하고 있다. 1990년 3월에 USAID와의 협력으로 시작된 IEM 프로젝트는 산업분야의 환경에 대한 인식과 환경관리 측면의 기업이미지 향상을 위한 것으로 IEM활동의 핵심은 청정기술과 효과적인 환경관리의 향상이다. 산업경영, 더 나은 내부 관리수행, 청정생산, 자원의 효율적 사용, 실제적인 오염관리수단의 지속가능한 형태를 발전시키는 데 중점을 두고 있다. 이 프로그램은 내부평가, 환경인식, 훈련프로그램, 연구를 위한 연수, 데몬스트레이션 프로젝트, 사례연구개발을 포함하고 있다.

11.5 CDG 프로젝트

CDG프로젝트는 태국 중소기업에서의 환경관리를 지원하기 위한 것으로서 Carl Duisberg Gesellschaftus South East Asia Program Office(CDG-SEAPO)의 지원하에 Asian Institute of Technology (AIT), Chulalongkorn University(CU), Chiang Mai University(CMU) 및 산업부가 공동으로 추진하고 있다. 이 프로젝트는 태국에서 가장 역동적인 역할을 하고 있는 중소기업에 의해 야기되는 오염문제를 해결하는 목적으로 AIT와 CU의 기존 교과과정 내에서 종합적인 연구프로그램 수행, 정부, 산업, 대학 간의 관계 통합, 그리고 포괄적인 오염관리수단의 개선을 추진하고 있다. 대상 그룹은 환경 및 산업공학도, 중소기업의 관리자 및 기술자들이다.

11.6 Green Label 프로그램

태국의 Green Label은 전주기를 중요시하고 폐기물 감소, 에너지 및 수자원보존과 같은 국가목표를 강조한다. 이 그린 라벨 프로그램은 TBCSD(Thailand Business Council for Sustainable Development)에 의해 시작되었고 Thailand Environment Institute가 Thailand Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, Ministry of Science Technology and Environment와 공동으로 추진하였다. 그린 라벨의 제품선택과 기준은 테스트 및 모니터링을 수행할 수 있는 지역별 능력을 고려해서 개발되었다. 기준이 정해진 제품유형에는 리사이클된 플라스틱을 재생한 제품, 절전형 형광등, 절전형 냉장고, 저오염 페인트, 용수절약형 화장실 용품, 수은을 첨가하지 않은 배터리 등이 있다.

11.7 기타

NSTDA(the National Science and Technology Development Agency)는 환경에 대한 악영향을 감소하고 방지하는 혁신적인 제조 공정 계획, 자원이용, 제품개선을 위한 연구개발과 학제, 연구계, 기술계의 청정기술 개념에 관한 정보보급, 그리고 청정기술의 효율적인 수행을 위한 운영관리와 청정기술의 정확한 이해를 위한 활동을 하고 있다. 그리고 교육과정의 개발에 있어서, Kasetsart대학 화학공학 과에서는 1996년부터 청정기술개념의 교육을 위한 2개의 강좌를 마련하였다. 첫 번째 과정은 "Pollution Prevention and Control"로 대학 4학년에 개설되어 있고 또 다른 과정은 "Clean Technology and Eco Design"로서 대학원의 선택과목으로 되어 있다. 그리고 Chulalongkorn 대학의 환경공학과도 청정기술에 관한 강의 개설을 추진하고 있다.

지난 1997년 11월 태국은 지역적 협력이 청정생산에 관한 효과적인 전략지식을 향상시키고 환경보호가 경제개발과 더불어 이루어 질 수 있음을 인식시키는 데 유용하다는 생각에서 Asian Development Bank의 지원을 받아 Asia-Pacific Cleaner Production Roundtable을 개최하였는데 이는 아시아 태평양 지역의 청정기술 정보교환의 좋은 기회가 되었다.

12. 대만

12.1 청정생산 정책현황

대만에서의 CP에 대한 관심은 1989년 유안 수상이 행정명령을 통해 산업폐기물최소화(Industrial waste minimization: IWM)가 환경문제의 해결에 핵심요소라고 천명하면서 확산되었다. 뒤이어 MOEA (Ministry of Economic Affairs)와 환경부가 대만에서의 IWM 추진을 위한 폐기물감소대책단(Waste reduction Task Force: WETF)을 창설하였다. WETF는 다음과 같은 내용을 포함하는 5개년계획(1991-1995)을 추진하였다.

- ① 국민의 관심 제고: 일반국민과 산업계의 관심을 제고하기 위해 책자, 포스터, 잡지, 매뉴얼, 비디오 등 다양한 홍보자료를 발간하였다. 특히 우수한 IWM활동을 수행한 기관에 대해서는 포상을 실시하였는데, 총 50개의 기업과 47인의 개인, 17개의 기관이 수상하였다.
- ② 훈련 및 교육: 산업계의 IWM 실행을 지원하기 위해 기술담당자 및 의사결정자를 대상으로 분야별 훈련프로그램을 개설하였다. 총 256개의 훈련코스가 개설되었으며, 22,000명이 참여하였다.
- ③ 정보의 교류: IWM기술의 특성과 효과에 대한 일반정보와 함께

적용사례와 전문가에 대한 정보를 제공하기 위해 두 개의 컴퓨터 정보시스템이 구축되었다. 또한 산업폐기물교환정보시스템이 1987년부터 가동되어 200여건의 거래를 성사시켰다.

- ④ 기술지원: WRTF와의 계약에 따라 CTCI(China Technical Consultants, Inc)와 FTIS(Foundation of Taiwan Industrial Services)가 산업체에 무상 기술지원을 수행하고 있다. 89개의 기업과 30개의 산업부문이 심층기술지원을 받았고, 수백 개의 기업이 자문을 받았다.
- ⑤ 기술개발 및 시범사업: 국가연구위원회와 산업기술연구소가 대만의 실정에 맞는 기술의 개발 및 시범적용을 위해 IWM기술에 대한 R&D 프로젝트를 수행하고 있다.
- ⑥ 재정적 지원: IDB의 후원으로 여러 개의 은행이 IWM프로젝트에 대한 저리융자를 제공하고 있다. 정부는 세제혜택, 수입관세면제, 가속상각 등을 통해 지원하고 있다. 1994-1995년간 IWM 및 오염관리설비 1,200건에 대하여 관세면제판정이 내려졌다.

1995년부터는 ISO14000과 전과정설계(Life Cycle design)를 촉진하기 위한 새로운 프로그램이 시작되었다. 그 동안의 성과에 대한 계량적 평가자료는 없지만, 적어도 청정생산에 대한 대국민 홍보와 기업계의 인식전환에 있어서는 상당한 발전이 있었던 것으로 평가되고 있다.

12.2 CSS-CP 프로그램

대만은 약 9만개의 기업중 96%가 중소기업(자본금 \$150만 이하, 자산 \$450만 이하, 혹은 종업원 200인 이하)이며, 산업부문 GDP의 50%를 생산하고 있다. 이처럼 대만경제에서 차지하는 비중이 큰 중소기업체는 규모에 비해 오염물질 배출량이 큰데다 환경관리의 능력

이 상대적으로 부족함에 따라 대만 정부에서는 중소기업의 환경관리에 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 1989년 시작된 자발적 청정생산 프로그램에 참여한 200여개의 업체중 중소기업은 20%에도 못 미치는 것으로 나타남에 따라 대만정부는 1995년 중소기업에서의 청정생산을 촉진하기 위해 IDB(Industrial Development Bureau) 주도로 Corporate Synergy System(CSS)을 활용하기로 결정하였다.

CSS는 공급사슬상에 있는 여러 제조업체가 공동으로 일정한 목적 하에 협력하는 방식이다. CSS는 주로 대기업인 선도업체(central firms)와 중심업체에 대한 납품 혹은 구매관계에 있는 중소기업인 위성업체(satellite manufactures)로 구성된다. CSS는 기업의 생산성, 기술능력, 관리효율을 향상시키기 위한 목적으로 1984년 IDB와 MOEA의 지원으로 비영리조직인 CSD센타(Corporate Synergy Development Center)를 설립하면서 시작되었다. 지금까지 100개 이상의 CSS가 구성되었으며 이들에 의한 생산량이 대만 산업부문의 1/3을 점하고 있다. CSS의 기획, 조직, 유지에 있어서 대기업은 중추적 역할을 한다. CSS는 치열한 국제경쟁에서 경쟁력을 제고하는 데 활용되어 왔는데 최근에는 환경적 성과에도 높은 관심을 기울이고 있다. 대기업에 납품하는 중소기업은 대기업의 요구에 순응적이며, 대기업은 중소기업의 성과에 신용, 직원훈련, 품질검사의 완화 등을 통해 보상할 수 있다. 따라서 대기업의 환경관리의지는 공급사슬상의 중소기업에 효과적으로 전달될 수 있다.

CSS-CP 프로그램의 첫단계는 선도업체를 선정하는 것이다. 최고경영자의 의지와 다수의 납품업체를 갖고 있으면서 왕성한 CP 활동을 수행하고 있는 대기업이 좋은 후보가 된다. IDB는 매년 선도업체를 모집하는 공고를 낸다. 선정된 선도업체는 CP 활동을 위해 협력할 납품업체를 선택하고 세미나를 통해 협력방안을 논의한다. IDB는 참여기업들 독려하고 지원하며 자문회사(consulting firm)에 대하여 참여기업에 기술적 지원 및 조정역할을 할 수 있도록 재정지원 및

감독 역할을 한다. 구체적인 CSS-CP 진행과정은 다음과 같다.

- ① 참여기업 담당직원에 대한 훈련: 경영층을 상대로 CP 개념, 이익과 장애, 일반원칙 등을 교육하는 인식제고강좌(awareness class)와 현장관리자에 대하여 공장감사, CP 대안개발, CP 기법 및 지표 등을 교육하는 기술강좌(technical class)가 있다.
- ② CP 팀의 구성: 각 기업별로 CP 프로그램을 추진한 팀을 구성하고 경영층이 지휘하는 체제를 구축한다.
- ③ 공정감사: 개별 기업별로 폐기물의 발생원과 흐름을 분석하는 감사를 실시한다.
- ④ 대안도출: 문헌조사, 전문가면담, 심층토론 등을 통해 CP 대안을 도출한다.
- ⑤ 최적대안의 선정 및 실행
- ⑥ 평가: 개별기업 및 CSS 단위의 실행결과를 평가한다.
- ⑦ 지속적 수행: 개별기업 및 CSS 단위의 CP 프로그램을 지속적으로 수행하도록 한다.

CSS-CP 프로그램은 1년 주기로 운영되며 정기적으로 기업별 세미나를 통해 전사적 참여와 의견제시를 촉진하며, 다양한 CSS가 모여서 서로의 경험을 교환할 수 있도록 워크숍을 개최한다. 연말에는 1년간의 성과에 대한 평가와 다음해의 계획을 수립한다. CSS-CP 프로그램의 성공은 정부, 자문회사, 선도기업, 위성기업 간의 긴밀한 협력에 달려 있다. 특히 이들간의 조정역할을 수행하는 자문회사의 기능은 매우 중요한데, 현재 FTIS가 IDB와의 계약 하에 이 역할을 맡고 있다. FTIS는 다년간의 경험을 통해 축적된 CP 관련 지식과 노하우를 활용하여 참여기업을 지원하고 있다.

1995년 이후에 두 개의 CSS-CP가 구성되었다. 하나는 대만 최대의 전기기계회사인 TECO Electric and Machinery에 의해 주도되었으며, 다른 하나는 첸룽제지회사에 의해 조직되었다. TECO는 오래

전부터 다양한 CP 프로그램을 추진하여 왔는데 이 시점에 이르러 다른 업체와 협력하지 않고는 더 이상의 CP 활동이 무의미하다고 판단하였다. 이에 따라 관련업체와의 CP를 위한 협력방안으로써 CSS-CP를 조직하였다. 처음에는 대부분의 납품업체가 무관심하고 수동적이었으나 TECO의 사장이 CSS-CP에 참여하지 않는 업체와는 거래하지 않겠다는 단호한 의지를 천명하고 나서 적극성을 보이게 되었다. TECO CSS-CP 시스템은 TECO의 전기제품공장 2개와 전기모터조립공장 2개 등 총 4개의 선도기업과 14개의 위성기업(중소기업 10개)으로 구성되어 있다. 이 시스템은 1995년에만 2,119건의 CP 활동에 \$453,000을 투자하여 \$5백만의 이익을 얻은 것으로 평가되고 있다. 또한 첸통제지회사가 주도하는 두 번째 CSS-CP 프로그램도 첸통타이완 제지공장과 신추제지공장이 선도기업으로 참여하고 이 공장들에 폐지, 기계, 화학재료, 에너지, 수송수단 등을 제공하는 10개의 상류공급업체(up-stream supplier)와 3개의 하류구매업체(종이컨테이너 제작업체)가 위성기업으로 참여하여 운영되고 있다. 이들은 1996년 7월에서 1997년 6월까지 868건의 CP 활동에 \$10만을 투자하여 \$350만의 이익을 창출한 것으로 보고되고 있다. 1997년말 현재 3개의 추가적인 CSS-CP 프로그램이 추진중이며, IDB는 CSS-CP 참여기업에 대해 기술개발지원기업 선정시 우선권을 부여할 예정이다.

V. 우리나라의 현황 및 외국사례의 시사점

국내에서 청정기술에 대하여 관심을 갖기 시작한 것은 1980년대 말이다. 이후 1990년 9월 유엔환경계획(UNEP) 주최로 영국 Canterbury에서 개최된 청정생산에 관한 국제회의 자료집이 국내에 소개되면서부터 청정기술에 관한 개념이 보급되기 시작하였다(이철호, 1997). 서울대학교 환경안전연구소, 한국화학연구소 등에 의한 초기의 보급활동이 활성화되던 중 1995년에는 한국 청정기술 학회가 창설되어 한미 청정기술심포지움 개최 등 활발한 사업을 추진하고 있다. 환경오염 사전예방 연구회가 1994년 11월에 환경부 등의 협찬을 얻어 실시한 제1회 청정기술대상 시상식을 통하여 국내에서 자생적으로 개발된 청정기술사례를 30종 이상 수집하였으며 이의 보급에 의해 얼마간의 성과를 얻은 것으로 평가된다.³⁴⁾

1. 관련 법령과 청정기술의 개념

청정생산과 관련된 법률로는 환경부의 “환경기술개발 및 지원에 관한 법률(이하 환경기술법)”과 산업자원부의 “환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률(이하 환경친화법)”이 있으며, 폐기물 최소화 및 재활용과 관련된 환경부의 “자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률”이 있다.³⁵⁾

환경기술법은 1994년말 제정되었으며, 10년단위의 환경기술개발 계획 수립(기술개발투자, 기술인력육성, 기술도, 기술연구지원), 환경

34) 청정기술 대상은 1994년 말 환경부가 입법한 “환경기술 개발 및 지원에 관한 법률”에 따라 제정된 환경기술상의 5개 부분 중 하나로 흡수되어 시행되고 있다.

35) 우리나라의 폐기물관리정책은 감량, 재이용, 재활용, 에너지회수, 소각, 매립의 순으로 우선순위를 정립함으로써 청정생산의 개념을 반영하고 있다.

오염 사전예방기술개발, 연구자금지원, 기술의 사업화 자금지원, 환경 기술개발센터 지정 및 운영, 환경관련 협회의 육성, 중소기업 기술지원, 환경기초시설 기술진단, 측정기기 형식승인, 환경마크 사용인증 등을 주요 내용으로 하고 있다.

환경친화법은 1995년 12월 제정되었으며, 5년단위 종합계획의 수립(생산공정개선, 청정생산기술개발, 환경경영인증, 환경설비산업육성), 환경친화적 산업구조로의 효율적 전환 추진을 위한 원료조달, 생산, 유통 등 기업활동전반에 걸친 실천과제 발굴, 생산공정개선, 설비개체, 신증설 자금지원, 기술개발소요자금지원, 청정생산기술개발지원센터 지정 및 운영, 환경설비 품질인증제도 도입, 환경경영체제 인증 등이 주요 내용이다.

이와 같이 두 개의 주관부서에서 각각 운영하고 있는 두 가지 법제는 상당한 내용이 중복되어 부처간 역할조정 문제를 발생시키고 있다. 환경기술법에서는 “환경기술”을 “환경의 자정능력을 향상시키고 인간과 자연에 대한 환경피해유발요인을 억제·제거하는 기술로서 환경오염을 사전에 예방·저감하고 오염된 환경을 복원하는 등 환경의 보전 및 관리에 필요한 기술”로서 매우 광범위하게 정의하고 있으며, 방지기술, 사전예방·저감기술, 제품기술, 재활용기술, 복원기술, 평가기술, 측정기술 등을 포함시키고 있다. 한편 환경친화법에서는 “청정생산기술”을 “생산공정에서 환경오염을 제거하거나 감축하기 위한 기술 및 환경친화적인 제품을 생산하기 위한 기술”로 정의하고 있다. 환경친화법상의 청정생산기술에 비해 환경기술법상의 환경기술은 훨씬 광범위한 개념으로 정의되고 있음을 알 수 있다. 하지만 환경기술법에서 정의하고 있는 환경기술과 환경친화법에서 정의하는 청정생산기술 모두 청정기술의 개념을 포함하고 있어 동일한 기술에 대하여 양 법률이 서로 다른 계획과 지원, 상이한 주관기관을 지정하고 있다.

또한 두 법은 모두 환경시설(혹은 환경설비)에 대한 정의를 포함

하고 있는데, 환경기술법에서는 “환경시설”을 “환경오염물질 등으로 인한 자연환경 및 생활환경에 대한 위해를 사전에 예방·저감하거나 오염물질의 적정처리 또는 폐기물 등의 재활용을 위한 시설·기계·기구 기타 물체로서 환경부령이 정하는 것”이라 정의하고 있고, 환경친화법에서는 “환경설비”를 환경오염을 제거·감축하기 위한 기기 및 장치”로 정의함으로써, 환경기술법에서 보다 포괄적인 개념을 사용하고 있다.

이상과 같이 우리나라에서는 비록 늦은 감이 있지만 청정생산 구축을 위한 법적 토대와 개념적 기초가 구비되었다고 평가된다. 다만 상이한 부처간의 역할 정립과 법률간의 중복성을 해소하려는 노력이 필요하다고 판단된다. 외국의 사례를 보면 국가마다의 상황에 따라 환경관련부처와 경제관련부처의 역할이 달라지고 있음을 알 수 있다. 대부분의 선진국에 있어서 주로 환경관련부처에서 적극적인 역할을 담당하고 있지만 일본, 대만, 영국 등에서는 산업관련부서의 역할이 중요함을 알 수 있다. 우리나라의 경우에도 환경부와 산업자원부의 역할에 관해 다양한 의견이 제시되고 있는데, 청정생산의 개념이 환경보전과 경제적 이익을 동시에 추구하는 것인 만큼 양 부처간 기능별 특성을 살린 협력구조의 정착이 무엇보다도 중요하다고 판단된다.

2. 청정기술개발 지원정책

환경기술과 관련된 정부의 기술개발사업은 환경부의 환경공학기술개발사업, 환경기초 및 기반기술 개발사업, 민간기술 및 산업화자금지원, 과학기술부의 환경복원 및 재생기술개발사업, 산업자원부의 공업기반기술개발사업, 청정에너지 기술개발사업, 청정생산기술개발사업 등이 있다. 이 중 청정기술개발과 밀접한 관련이 있는 것은 환

경부 주관의 “G-7 환경공학기술개발사업 중 청정기술개발사업”과 산업자원부 주관의 “청정생산기술개발사업”이다.³⁶⁾

〈표 V-1〉 각국의 청정기술 관련 법령 및 청정기술 개념

국가	주관부처	관련 법령 및 사업	청정기술의 개념
미국	환경청(EPA)	오염예방법(1990)	Pollution Prevention(P2)
영국	환경부	환경보전법(1990)	통합오염관리(IPC) 폐기물최소화(WM)
캐나다	환경부	오염예방을 위한 연방행동전략('95)	오염예방(P2)
일본	환경청 통산성	재생자원이용촉진에 관한 법률('91) 성에너지·리사이클지원법(1993)	폐기물 재활용 Zero Emission
독일	연방환경부	Economic Cycle Law	저배출기술, 폐기물 최소화
프랑스	환경부	폐기물처리및물질회수에관한법('75) 산업활동 환경보호에 관한 법('76) 사업장의 오염예방에 관한 법(1993)	청정기술(CP) 폐기물 최소화
덴마크	환경청 환경부	재활용및폐기물최소화에대한법('84) 환경과개발에대한국가행동계획('88)	청정기술
네델란드	환경부(DMEA)	Motion Lansink (1979) Prevention memorandum(1989)	오염예방
대만	경제부 환경부	폐기물감소를 위한 5개년 계획('91)	산업폐기물최소화
한국	환경부 환경부 산업자원부 환경부	환경기술개발및지원에관한법률('94) G-7 환경공학기술개발사업 환경친화적 산업구조로의 촉진에 관한 법률(1995) 폐기물관리법, 자원절약 및 재활용 촉진법 등	환경기술 사전오염예방 청정생산기술 폐기물최소화

36) 각종 환경관련 기술개발사업에 대한 개요는 환경백서(1998) 참조

환경공학기술개발사업(환경부)은 우리의 환경기술수준을 G-7 선진국수준으로 끌어올리기 위해 대기, 수질, 폐기물, 청정, 환경보건 등의 환경공학기술을 개발하는 민관협력 기술개발사업으로서 정부와 기업이 연구개발비를 공동출연하여 개발한 기술을 참여기업에 이전시켜 줌으로써 기술의 실용화 및 상용화를 촉진하고 있다. 사업규모는 '98년의 경우 약 446억원으로서 '92년의 65.2억원에 비해 매년 증가추세에 있고 총괄주관기관은 국립환경연구원이다. 이 중 청정기술분야의 사업규모는 '98년도 기준 총 사업비 466억원 중 19.5%인 약 87억원이며, 이 중 정부가 약 54%를 지원할 예정이다. 청정기술분야의 사업비중은 '93년도의 1.4%에서 꾸준히 증가하고 있다. 환경부/과학기술부의 1998년도 환경기술연구개발사업 추진계획에 따르면 청정생산 관련분야의 세부과제는 다음의 <표 V-3>와 같다.

<표 V-2> G-7 환경공학기술개발사업 중 청정기술연구과제의 연구비 현황
(단위: 억원)

구 분		1단계			2단계			3단계
		1차년도 (1992)	2차년도 (1993)	3차년도 (1994)	4차년도 (1995)	5차년도 (1996)	6차년도 (1997)	7차년도 (1998)
세부과제수(개)		4	4	8	17	30	26	40
청정 기술	정부(%)	1.00 (48%)	1.33 (50%)	7.00 (69%)	15.15 (69%)	32.92 (66%)	26 (64%)	47 (54%)
	민단(%)	1.10 (52%)	1.33 (50%)	3.21 (31%)	6.85 (31%)	16.68 (31%)	15 (36%)	40 (46%)
	소계	2.1	2.66	10.21	22.0	49.6	41	87
총 사업비		65.2	187.58	298.3	379	545	397	446
청정기술 투자비중		3.2%	1.4%	3.4%	5.8%	9.1%	10.3%	19.5%

주) 1998년도 자료는 1998년도 말 현재 계획이므로 바뀔 수 있음.

자료원: 이정학(1997), 이순실(1997), 환경부 내부자료

〈표 V-3〉 1998년도 환경기술연구개발사업 중 청정생산 관련 과제

사업명	분야	중점 기술명	세부과제 번호 및 제목
G-7 환경공학기 술개발사업	폐기물	폐기물 자원화기술	31. 음식물 쓰레기로부터 제조한 유기산을 이용한 제설제 CMO 제조기술 개발 32. 폐기물을 이용한 유용자원 회수기술 개 발(자유제안)
	사전오 염예방	오염예방 공정기술	33. 유용물질 내부 재이용 기술 34. 자연친화형 공정개선 기술 35. 오염물 저감을 위한 대체공정 개발 36. 청정원료 사용기술 37. Connector 단말접점용 Au도금공정의 Pd도금공정으로의 대체에 의한 시안 합유폐수의 원천방지
		오염유발억 제제품기술	38. 청정제품 개발 39. 재생화 에너지원인 고효능 대용량의 고 체고분자 전해질 전지의 개발
		공공기반기 술개발사업	62. 청정기술 교육 및 보급 프로그램 개발 63. 국가기반사업/기초소재별 국가표준 환 경성정보(LCI INFR A D/B)구축
벤처형 중소기업 기술개발 지원사업	종합환 경기반	관리 및 정보시스템	68. 비철금속 공정슬러지를 이용한 부분학 산 합금분말의 제조공정 개발

자료원: 환경부, 「1998년도 환경기술연구개발사업 추진계획」, 1998. 8. 31.³⁷⁾

청정생산기술개발사업(산업자원부)은 환경친화적 산업구조 형성
의 목적으로 생산공정 내에서 환경오염을 제거하기 위해 '95년에 착
수된 사업으로 저오염공정기술, 환경상품기술, 자원재이용기술 등을

37) 환경부 공고 제1998-43호, 과학기술부 공고 제1998-42호

개발하고 있다. 사업규모는 '95년 14개 과제에 21.3억원(민간 16.2억원)이 지원되었으며, '96년 40.6억원(민간 34.6억원), '97년 120억원(민간 65.1억원), '98년에 174억원(민간 100억원)으로 증가추세에 있으며 총괄주관기관은 생산기술연구원이다.

〈표 V-4〉 우리나라의 선진국 수준 대비 환경관련 기술수준

분 야	대기	수질	폐기물	토양/ 지하수	청정 기술	지구 환경	해양 환경	생태	환경 보전
수준(%)	30-70	30-60	20-60	30-50	20-30	30-50	20-30	10-20	10-30

자료원) 한국과학기술연구원(1997)

이와 같이 정부의 기술개발지원은 선진국에 비해 비록 늦은 감은 있지만 해가 갈수록 강화되고 있다. 또한 기술분야에 있어서도 오염예방공정 및 제품설계, 폐기물 자원화, 전과정평가, 정보시스템 및 교육자료 개발, 중소기업 등 다양한 분야를 포괄하고 있다. 아직 선진국 수준과는 격차가 큰 것이 사실이나 양적 측면에서는 괄목할 만한 실적을 보이고 있다고 평가된다.

하지만 기술개발지원체계에 있어서 환경부와 산업자원부의 기능적 특성에 따른 역할정립이 미흡한 점은 개선되어야 할 것이다. 청정생산이 환경과 경제를 함께 고려하는 접근방식이라는 점에서 어느 하나의 부처가 청정기술개발을 독자적으로 추진하는 것은 바람직하지 않다. 현재와 같이 과제선정시 중복을 방지하기 위한 부처간 조정활동을 넘어서 범부처적인 과제선정 및 추진체계를 정립할 필요가 있다.

3. 기업의 청정생산 구축 촉진제도

3.1. 정보정책

3.1.1 환경친화기업 지정제도

1995년 상반기에 환경친화기업 지정제도 도입기반을 구축하기 위하여 「환경친화적 기업경영체제 운영규정」 및 동 제도 운영지침을 제정하여 사후규제중심의 환경정책기조를 자율관리를 촉진하는 방향으로 바꾸는 계기를 마련하였다. 대기·수질환경보전법 제10조의2에 동 제도운영에 관한 근거규정을 마련(1995.12.29)하여 1996년 7월 1일부터 시행 중에 있으며, 1996년 8월 12일에는 수질환경보전법 시행규칙을, 1996년 9월 14일에는 대기환경보전법 시행규칙을 각각 개정하여 환경친화기업 지정기준 등에 대한 근거를 마련하였다. 1995년 6월 처음으로 환경친화기업 지정신청을 받기 시작한 이래 1997년 12월말 현재 122개 사업장이 환경친화기업으로 지정되었다. 환경친화기업으로 지정된 업체에 대하여는 정기 지도·점검을 원칙적으로 면제해 주고 배출시설 설치허가를 신고로 대체해 주며 중소기업 용자 우선지원 등의 혜택을 주고 있다.

3.1.2 환경마크제도

제품의 제조·유통, 사용 또는 폐기 과정에서 동일 용도의 다른 제품에 비하여 환경오염을 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품임을 인증하는 환경마크제도가 도입되었다. 이 제도는 기업체로 하여금 저공해제품의 개발 및 생산을 촉진하고, 소비자가 이러한 환경상품을 선택·사용하게 함으로써 환경보전운동에 스스로 참여토록 유도하는 토대를 마련하였다. 환경부는 1990년 말부터 환경마크제도 도입의 타당성을 검토하기 위해 외국 자료수집 및 분석, 실행계획 수립, 전문가 공청회를 개최하는 등 국민의 의견수렴과 환경마크 도안공모를 실시하였다.

<표 V-5> 각국의 청정생산 관련 프로그램

국 가	프 로 그 램	추 진 주 체
미 국	· 33/50 프로그램, DfE, Green Chemistry 등 · Green Lights 등 기후변화협약 VA · TRI, Proposition 65 등 정보공개정책 · Environmentally Preferable Purchasing · International CP Cooperative (EnviroSense) · Global P2/CP Network, NPPR 프로그램	EPA(오염예방을 위한 VA) EPA('96예산 \$2천만 등) EPA, 캘리포니아 주정부 연방정부, EPA EPA(CP 정보제공 프로그램) NPPR
영 국	· BACT의 확산촉진을 위한 환경부·통산부 공동프로그램('93-'97) · Catalyst ('93-'94) · Environmental helpline, Enterprise Initiative	청정기술관 관련된 업무를 환경부(법 률 입안)와 통산부(기술개발 촉진)의 역할 분담 (예산: \$16백만) 정보제공 및 자문프로그램(통산부)
프 랑 스	· R&D 및 시범프로젝트 · 대기분야 청정기술 프로젝트('92-'93) · 시범프로젝트	ADEME (청정기술도입 50% 지원) ADEME (예산: FRF7천만) 환경부 (예산: '93 FRF 4천만)
덴 마 크	· 청정기술개발 프로그램('86-'89) · 제1차 청정기술 행동계획('90-'92) · 제2차 청정기술 행동계획('93-'97)	환경부 (예산: \$1,417만) 환경부 (\$3,622만) 환경부 (\$5,984만)
노 르 웨 이	· 청정생산 프로젝트('89) · 환경기술 프로그램('90) · 국가환경기술 프로그램('91) · 에너지/청정생산 종합평가 프로그램('92)	환경부 오염관리청(예산: 120만ECU) 중소기업 지원(120만 ECU) (75만ECU)
네 델 란 드	· 폐기물 예방 프로그램('94-'95) · PRISMA ('90) · ECODESIGN, KOMPAS · 환경에너지자문지원제도('93) · 지속가능기술개발을 위한 DTO프로그램('93)	IDES, NOTA(10개 개업, 25백만 NLG) 19개 개업, 25백만 NLG 1천만 NLG 2백만 NLG, 자문비용의 40%보조

〈표 V-5〉 각국의 청정생산 관련 프로그램(계속)

국 가	프로그램	추진주체
일 본	· 뉴선사인 계획('93-2020) · 환경리포팅 네트워크('93) · Eco-town, Inverse-Manufacturing · Type III 라벨링 제도 도입 추진('98) · Zero Emission('94) · LCA 공공DB 국가 R&D 프로젝트('98) · Green Purchasing Network(GPN)	NEDO(15,500억엔) 환경성 통산성(에코타운지원 20억엔) 환경성, 통산성 ZERI 통산성
중 국	· 국가청정생산센터(CNCPC, '93) · B-4 프로젝트('93)	UNEP IE 및 세계은행(WB) 지원 환경부, UNEP, WB(\$620만 지원)
태 국	· 태국-독일 기술협력 프로그램('94-2001) · 녹색생산성 프로젝트('96) · DANCED 프로젝트('96-'98) · 산업환경관리 프로젝트('90) · 중소기업환경관리지원을 위한 CDG프로젝트	산업부 FTPI 태국환경연구소 태국산업협회
대 만	· 폐기물감소를 위한 5개년 계획('91) · CSS-CP 프로그램('95)	경제부/환경부 산업개발위원회(IDB), 경제부 (MOEA)
호 주	· 청정생산센터(ACCP) 프로그램('93) · EcoReDesign('93)	환경부
한 국	· G7 환경공학기술개발사업('92) · 청정생산기술사업('95)	환경부 ('98예산 265억원) 산업자원부 ('98예산 174억원)

이를 통해 1992년 4월 “환경마크제도운영에관한규정”을 제정하여 같은 해 6월부터 시행하게 되었다. 이후 1994년 12월 22일에는 「환경기술개발및지원에관한법률」을 제정하여 정부·지방자치단체, 정부투자기관 등에서 환경마크 부여상품을 우선 구매하도록 하는 등 환경마크제도의 법적 근거를 마련하였다.

환경마크제도는 소비자와 기업, 정부가 함께 참여하여 운영하고 있다. 환경부에서는 관련법령의 제정, 관련기관과의 협의 등 제도의 전반적인 사항을 관장하고, 민간단체인 환경마크협회에서 대상제품 선정, 환

경마크사용의 인증, 인증제품의 사후관리 등 실질적인 집행업무를 수행하고 있다. 환경마크 대상제품의 경우 제도 도입 첫째인 1992년에 재생종이제품류, 재생종이를 이용한 화장지류 등 4개 품목을 선정하였고, 그 후 내구성제품을 중심으로 대상제품을 확대하여 1998년 5월 말 현재 29개 품목을 선정하였다.³⁸⁾

3.1.3 환경배출량보고제

석유화학, 정제업종 등 화학물질을 많이 취급하는 대형업소를 대상으로 환경배출량보고제를 확대, 실시해 나가고 있다. 현재 한화종합화학, LG화학, SK(주), LG-CALTEX, 한화에너지, 현대정유, 쌍용정유에 대하여 시범사업을 실시하고 있다.

3.1.4 환경기술관련 정보제공

환경부에서는 인터넷 홈페이지(www.moenv.go.kr)를 통해 환경관련 국내의 기술정보를 제공하고 있다. 청정기술 분야에서도 공정기술, 미래기술, 요소기술, 제품기술 등에 대한 청정기술의 국내 관련정보와 해외동향정보를 제공하고 있다. 1998년 12월말 현재 35건의 공정기술, 6건의 요소기술, 6건의 제품기술, 기타 1건 등 총 48건의 기술정보가 제시되어 있다. 기술정보에는 관련기술의 연구·개발기관, 연구·개발일자, 정보유형(단행본, 연구보고서 등), 주제어, 기술개요, 경제적·환경적 효과, 활용방안, 기타 특허내용, 연락처 등이 포함되어 있다.

하지만 아직 관련정보의 양이 부족하고 기존에 수행된 연구결과 위주의 제한된 정보만이 제공되고 있으며, DB화되어 있지 않아 항목

38) 제품의 환경성과 관련된 인증제도로는 환경마크제도 이외에 1992년부터 에너지관리공단에서 추진하고 있는 「에너지효율등급제도」, 국립기술품질원에서 시행하고 있는 「우수재활용품 품질인증제도(GR마크)」, 산업기술시험평가연구소에서 시행하고 있는 「K마크 품질인증제도」가 있다.

별로 검색하기가 곤란하다. 또한 해외동향정보의 경우에도 「해외과학기술동향(과학기술부)」 등 국내 잡지로부터의 인용수준에 머물고 있어 적극적인 정보제공역할이 미흡하다고 평가된다. 청정기술의 국내외 시행사례, 각국의 정책사례, 전문가 현황 등에 대한 체계화된 DB의 구축과 정보제공의 활성화를 위해 정보제공 및 기술자문을 위한 국가차원의 청정생산센타와 같은 전문관리기관의 설립이 시급하다고 사료된다.

3.1.5 외국사례의 시사점

정보공개 및 정보제공을 포함하는 정보정책(Information policy)은 통신기술의 발전과 힘입어 갈수록 중요성이 증대되고 있는 환경정책분야이다. 청정생산 분야에서도 예외가 아니어서 선진국은 물론 여러 개도국에서도 정보정책의 활용분야를 넓혀가고 있다. 미국의 TRI사례는 물론 인도네시아의 PROPER, 필리핀의 EcoWatch 등 다양한 사례들을 통해 정보정책의 효과를 알 수 있다. 우리나라도 이미 1992년부터 환경마크제도를 도입하였고, 환경친화기업제도를 운영하고 있으며, 최근에는 환경배출량 보고제도의 시범실시를 추진하는 등 적극적인 노력이 지속되고 있다.

우리나라의 정보공개정책에서 가장 중점을 두어야 할 분야는 환경배출량 보고제도와 판단된다. 환경배출량 보고제도는 정보공개정책 중 가장 포괄적인 수단으로서 향후 적극적인 확대실시가 필요하다. 특히 인터넷이나 PC통신을 통한 기업배출량의 공개를 통해 소비자의 관심을 제고하고 기업의 청정생산 노력을 활성화하여야 하겠다. 또한 우리나라에서 실시하고 있는 배출업소 등급별 지도단속 차별화제도는 배출업소의 환경성과에 대하여 의미있는 평가결과를 제공하는 것으로서 효과적인 정보공개정책수단의 하나로 평가된다.³⁹⁾ 하지만 아

39) 우리나라에서는 배출업소를 과거 위반실적에 따라 청색, 녹색, 황색, 적색의 4가지 등급으로 구분하여 지도단속회수를 차별화하고 있다.

직 정부에서는 사업장 등급에 대한 평가결과를 적극적으로 공개하고 있지 않다. PROPER나 EcoWatch 등의 제도들은 사실상 우리나라의 등급별 지도단속제도와 크게 다르지 않음에도 불구하고 인터넷 등 통신매체를 통한 공개에 의해 배출업소의 환경개선노력 유인에 큰 효과를 거두고 있다. 한편, 환경친화기업에 대한 지도단속 면제 등의 혜택은 사업장으로 하여금 단지 인증의 취득만을 추구하고 사후관리를 게을리하게 하는 결과를 초래할 수 있다. 마지막으로 우리나라의 정보정책에서 가장 취약한 부분은 정보의 제공을 위한 노력이 부족하다는 점이다. 청정생산의 사례, 전문가 목록, 기술현황 및 경제성 등에 대한 사례를 체계적으로 적시에 제공하는 것은 공공부문에서 해야 할 가장 중요한 정책수단이라는 점에서 이에 대한 적극적 노력이 요구된다.

3.2 자율관리 프로그램

3.2.1 재활용목표율 설정제도

재활용목표율 설정제도는 종이, 고철 등 재활용 가능자원의 재이용율을 높이기 위해 정부와 사업자단체가 협의하여 재활용목표율을 설정하고 개별기업은 배분된 목표를 자율적으로 달성토록 하는 제도이다. 이 제도는 폐자원의 이용을 촉진시키고 자원순환형 사회기반을 구축하는 데 큰 기여를 한 것으로 평가받고 있다. (전병성, 1998) 1997년 재활용지정사업자중 일정 생산규모 이상의 중점관리대상 사업자의 폐자원 이용실적을 보면 폐지 56.8%, 폐유리 67.8%, 폐철캔 43.9%, 폐PET용기를 제외한 기타 폐플라스틱용기 12.7%로서 97년도 이용목표율(폐지 50%, 폐유리 47%, 폐철캔 30%, 기타 폐플라스틱용기 10%)을 초과 달성하였다. 하지만 폐PET용기의 경우에는 23.5%로서 1996년도 이용목표율 25%에 미달하고 있다.

3.2.2 사업장폐기물 감량화제도

환경부는 1995년 『폐기물관리법』을 개정하여 일정규모 이상의 사업장폐기물 배출자로 하여금 환경부장관과 관계 중앙행정기관의 장(산업자원부장관)이 정하는 바에 따라 폐기물의 발생억제를 위한 조치를 취하도록 법제화하고, 1996년 12월 동 법률에 근거하여 환경부와 산업자원부가 공동으로 『사업장폐기물감량화지침』을 고시하였다. 이 제도는 공정개선, 재활용 등의 방법으로 생산과정에서 발생하는 폐기물을 감량화하도록 하고 있다. 대상사업장은 지정폐기물을 연간 200톤이상 발생시키는 14개 업종의 사업장이며, 1995년 말을 기준으로 556개 사업장이 해당된다. 대상사업장의 수는 전체 지정폐기물 배출사업장의 1%에 불과하지만, 이들 업체가 배출하는 지정폐기물은 우리나라 전체 지정폐기물 배출량의 86%를 차지한다. 대상사업장은 공정분석, 감량요인 분석, 재활용가능성 등을 분석하고 목표율, 이행수단 등의 내용을 담은 사업장폐기물 감량화계획을 수립하고 실적을 관리할 의무가 있다.

사업장폐기물 감량대상사업은 사업장별로 그 특성에 따라 감량계획을 수립하여 추진하고, 사업자 단체는 그 성과를 분석·평가하여 다음해 3월까지 우수사업장 지정을 지방환경관서의 장에게 요청할 수 있다. 그리고 우수사업장으로 지정되었을 경우에는 폐기물관리법에 의한 지도·점검면제, 환경친화기업 지정시 가점부여 및 시설개선자금 지원 등의 각종 인센티브가 주어진다. 1998년에 우수사업장이 최초로 지정되면 업종별로 1개 사업장을 선정하여 폐기물최소화평가(WMA)를 실시하고 그 성과를 유사업체에 보급하여 사업장폐기물 감량체도를 활성화시켜 나갈 계획이다. (환경백서, 1998)

환경부는 자율환경관리를 촉진하기 위한 노력을 가속화하고 있다. 앞에서 언급한 재활용 목표를 설정제도, 사업장 폐기물 감량화제도는 물론 최근에는 산업자원부와 공동으로 에너지절약 자발적 협약제도의 시행을 검토하고 있다. 이 과정에서 지도점검면제, 용자 등 기업체에 대한 다양한 유인을 제공하려고 노력하고 있다.

3.2.3 외국사례를 통한 시사점

미국의 자발적 협약 사례에 대한 검토결과는 33/50 프로그램과 같이 정보공개에 기초하여 자발적 노력을 유도하는 단순한 정책이 큰 효과를 거둔 반면, XL, CSI 등과 같이 정보공개보다는 규제완화 등 실질적 유인을 제공하려 했던 경우에는 많은 장벽에 부딪혀 큰 효과를 보지 못하고 있다는 점을 상기할 필요가 있다. 규제완화나 경제적 유인의 제공을 위해서는 관련법률, 타 기업과의 형평성, 다양한 이해관계자의 입장 등 여러 가지 측면을 고려하여야 하며, 이 과정에 서 긴 시간과 높은 거래비용을 초래하게 된다. 우리나라에도 특별한 유인책이 없는 단순한 재활용목표를 설정제도가 설정된 목표를 대부분 초과달성하고 있다는 점은 특히 주목할 필요가 있다. 현재 추진하고 있는 에너지절약 자발적 협약제도에 있어서도 금융/제재 지원 등 특별한 경제적 유인책에 매달리기보다는 적극적 홍보와 관련정보공개에 중점을 두는 것이 바람직할 것으로 판단되며, 아울러 재활용 목표 설정제도나 폐기물 감량화제도에 있어서도 참여업체의 목록, 업체별 성과 등에 관한 정보를 환경부 인터넷 홈페이지에 공개하는 등 적극적인 정보공개수단을 활용할 때 보다 큰 효과가 기대된다.

3.3 기타

3.3.1 공공구매

“공공기관의 폐기물 재활용 촉진을 위한 지침(국무총리훈령)”에 의거 중앙행정기관, 지방자치단체, 정부투자기관, 특별법인 등 110개 공공기관은 환경부장관이 공고하는 재활용제품(1998년도: 31개 품목)을 우선적으로 구매, 사용토록 의무화하였고, 향후 대상기관과 대상품목을 대폭 확대할 계획이다. 또한 민간의 재활용제품 소비확대를 위해 백화점에서 10m² 이상의 재활용제품 판매매장을 설치하도록 의무화하고 있으며, 재활용제품 판매매장의 설치의무를 유통산업발전법

상의 대형점, 쇼핑센터, 도매센터까지 확대할 계획이다. 한편, 「환경 기술개발및지원에관한법률」에서는 정부·지방자치단체, 정부투자기관 등에서 환경마크 부여상품을 우선 구매하도록 하고 있다.

하지만 아직 환경친화적 제품에 대한 우선구매를 권장하고 있을 뿐 보다 적극적인 촉진노력이나 의무조항이 결여되어 있어 실질적인 효과는 크지 않은 것으로 평가된다. 공공기관의 구매예산은 규모면에서 볼 때 시장에 대한 영향력이 크기 때문에 미국, 덴마크 등 선진국에서도 녹색구매(green procurement)의 촉진을 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라도 공공기관의 환경친화적 제품 구매실적 및 계획에 대한 보고의 의무화, 공공기관에 대한 환경성 평가제도 도입 등의 제도적 보완을 통해 녹색구매의 활성화를 촉진할 필요가 있다.⁴⁰⁾

3.3.2 폐기물교환제도

한국자원재생공사에서는 폐기물교환제도를 통해 폐기물유통정보, 기술정보의 수집, 관리, 보급업무를 수행하고 있다. 하지만 현재 유통 정보제도를 담당하고 있는 인력이 2-3인에 불과하고 정보지, 협조공문 등 제한적인 정보제공수단으로 인해 신청 및 알선회수가 감소하고 있다(이희선, 1998 참조). 대한상공회의소는 최근 인터넷을 이용한 폐기물 재활용 교환정보시스템을 운영하고 있으나 아직 이용률이 저조한 상태이다. 하지만 통신매체를 이용한 정보시스템의 시도라는 점에서 앞으로 지속적 관리와 개선이 뒷받침된다면 높은 활용도가 있을 것으로 기대된다.

40) 환경마크협회의 공공기관(중앙정부, 지방정부, 정부투자기관 포함)에 대한 환경마크제품 우선구매실적 조사결과에 따르면 '96년의 경우 82개 응답기관의 구매실적이 871억원(전년대비 390억원 증가)이었으며, '97년에는 125개 응답기관의 우선구매실적이 약 481억원이었던 것으로 나타났다.

3.3.3 포상제도

환경부는 환경과학기술 우수연구개발자(팀) 및 환경기술 산업분야에서 뚜렷한 업적을 이룩한 자(팀)를 발굴, 포상하여 환경기술개발 유도 및 환경기술 연구개발자의 연구개발 의지를 높이고자 '95년부터 매년 환경기술상 제도를 시행하여 '97년까지 3회의 시상식을 개최하였다. 환경기술상 제도에는 대기, 수질, 폐기물, 환경기반기술과 함께 청정기술분야가 5개 대상분야에 포함되어 있으며, 선정기술 중 대상 1인(대통령상 및 상금 1천5백만원), 우수상 2인(국무총리상 및 상금 각 1천만원), 장려상 5인(환경부장관상 및 상금 각 7백만원)을 선정하여 포상하고 있다.⁴¹⁾ 청정기술분야에서는 제1회 시상에서 자동차용 Seat Foam 제조공정의 CFC 삭제기술(현대자동차 김용만)이 장려상을, 제2회 시상에서는 폐 스티로폴 감용기술(경북기계공작소 최병수팀)이 우수상을, 제3회 시상에서는 환경친화형 메틸아세테이트 재활용공정기술(선경인더스트리)이 우수상을 각각 수상한 바 있다.

(www.moenv.go.kr/wj/wj5-3.html)

3.3.4 기타 재정 및 기술지원제도

환경개선지원자금, 재활용산업육성자금, 중소기업기반조성자금, 중소기업진흥기금, 공업발전기금, 공업기반기술개발사업, 산업은행공해방지설비자금, 신용보증기금, 기술신용보증기금등의 금융지원제도와 공해방지시설투자에 대한 세제지원, 폐기물 재활용촉진을 위한 부가가치세 매입세액공제, 오염방지기기 및 폐기물 처리기기에 대한 관세감면 등의 세제지원제도, 그리고 환경관리공단에서 실시하고 있는 기술지원제도 등 기업의 환경관리를 지원하는 다양한 제도가 운영중에 있고 일부 재활용시설에 대한 지원이 이루어지고 있지만 사후

41) '98년부터는 정부가 주관하는 각종행사는 내실화, 간소화하여 국가경제위기 극복에 동참한다는 취지하에 시상식을 격년제로 시행키로 함에 따라 제4회 시상식을 '99년도에 시행할 예정이다.

처리시설에 대한 지원이 주를 이루고 있다.

환경부에서는 기술지원을 체계적이고 효과적으로 수행하기 위해 '90년 5월부터 환경부내에 기술상담실을 설치·운영하기 시작하였으며 보다 적극적인 기술지원을 위해 환경기술현장지원을 시범적으로 실시하여 왔다. '91년 부터는 정식으로 중앙환경기술지원단을 설치하여 환경기술지원을 실시하여 왔다. 그러나 그동안 기술지원이 정부주도로 이루어짐에 따라 민간기업이 단속으로 오인하여 기피하는 사례가 빈번하여 민간주도의 기술지원이 이루어지도록 '94년 8월부터는 중앙환경기술지원단을 환경관리공단으로 이관하였다. 환경관리공단에서는 '97년에는 배출업소 및 환경기초시설에 대해 526회의 기술지원을 실시하였고 시설의 개선이 필요한 283개 업소에 대하여는 660억원의 자금융자와 병행하여 기술지원을 실시하였다. 전년과 비교할 때 융자금액의 경우 증가한 반면 융자업소와 기술지원 횟수는 감소하였다. 기술지원은 무료로 실시하고 있으며, 민간 환경전문가가 지도함으로써 업체의 기밀이 보호될 뿐 아니라 방지시설을 증설·개선할 때 필요한 설치자금을 우선융자 추천해주는 등 혜택을 주고 있다. 환경관리공단의 융자지원은 3년거치 7년 분할상환이며, 이자율은 '97년의 경우 연리 6.5%로 시장금리보다 낮은 수준이다.

〈표 V-6〉 연도별 환경기술지원 실적 (환경부)

구분	1992	1993	1994	1995	1996	1997
융자업소(개소)	304	277	322	348	423	283
융자금액(억원)	325	289	319	398	586	660
기술지원(횟수)	230	333	339	322	592	526

자료원: 환경부 홈페이지(www.moenv.go.kr/wj/wj5-3.html)

산업자원부에서는 청정생산시설에 대해 산업기반자금을 우선 지원하고 있다. '98년의 경우 산업기반기금 460억원 중 390억원이 청정생산시설에 지원되었는데, '96년의 280억원, '97년의 350억원에 비해 계속적인 증가추세에 있다. 산업기반기금의 지원조건은 3년거치 5년

분할상환이며, 연리는 이자율변동에 따라 조정되는데 '97년의 경우 약 6.5%로 시장이자율보다 낮은 수준이다.

4. 청정생산에 대한 인식과 구축실태

4.1 우리나라 기업의 청정생산에 대한 인식과 구축실태

대한상공회의소(1997)의 설문조사결과에 따르면 우리나라 기업체 중 청정생산공정으로의 변경필요성에 대하여 긍정적으로 답변한 업체는 20.7%에 불과한 것으로 나타났다. 특히 소규모 업체에 있어서는 그 비율이 16.5%로 떨어지며, 대규모업체에 있어서는 30.1%에 그치고 있다. 또한 국내외 환경규제에 대한 기업의 대응전략으로서 청정생산기술의 개발을 선택한 업체는 전체의 9.4%에 그치고 있어 청정생산에 대한 우리나라 기업의 인식과 의지는 아직도 매우 낮은 것으로 평가된다. 하지만 공정 및 설비의 개선과 재활용률의 향상을 국내외 환경규제에 대한 대응전략으로 답변한 업체가 58.4%인 점을 고려할 때 광의의 청정생산 개념에 대해서는 필요성을 느끼고 있다고 볼 수 있다. 다만, 오염예방과 경제적 이익을 함께 추구하는 청정생산에 대해서는 인식의 확산이 시급한 것으로 판단된다.

대한상공회의소에서 국내 주요업체를 대상으로 한 환경관련투자에 대한 조사에 따르면 대기오염방지시설, 수질오염방지시설 등과 같은 최종처리시설에 대한 투자가 1995년에 1994년 대비 35% 증가(8,169억원)한데 비해 청정생산공정 및 환경친화적 제품개발투자는 289% 증가(7,626억원)하였다. 이는 앞으로 기업들이 최종처리시설보다는 청정생산투자에 보다 중요성을 부여하고 있음을 예고하는 변화로 볼 수 있다. (산업연구원, 1998)

장기복 외(1998)에 따르면 중소기업의 경우 청정생산에 대한 정

보입수경험업체가 33.6%에 불과했으며, 청정생산도입을 시도한 것으로 응답한 업체는 30.6%에 불과한 것으로 조사됐다. 청정생산에 관한 정보의 원천도 신문, 방송 등 언론매체가 29.6%로서 가장 큰 비중을 차지하고 있어 대부분의 중소기업에 있어서 청정생산에 대한 인식은 상식적인 수준에 머무르고 있다.

또한 청정생산의 도입을 시도한 이유는 오염물질의 예방과 작업 환경의 개선이 중요한 점으로 지적되었으며 경쟁우위의 확보나 비용 절감과 같은 동인은 거의 작동하지 않는 것으로 나타났다. 실제로 청정생산공정설비의 투자성과는 오염물질 저감효과, 환경관리 경상지출 감소효과, 생산비용 감소효과의 순으로 나타났으며, 환경관리 수준이 높을수록 투자성과가 높게 나타나고 있었다.

청정생산 도입의 성공요인으로서는 최고경영자의 관심과 지원, 일선관리자의 노력이 가장 중요했으며, 전문가의 조언이나 정부의 지원은 큰 역할을 하지 못하는 것으로 조사되었다. 반면 실패요인은 적용상의 기술력 및 노하우부족이 주된 이유였다. 환경문제가 발생할 경우 대부분이 자체적인 해결에 의존하고 있었으며, 정부의 기술지원이나 자문을 받은 경우는 거의 없었고, 받은 경우에도 거의 도움이 되지 않고 있는 것으로 나타났다.

또한 환경관련 인증보유업체는 조사대상 132개 업체중 21개에 불과했으며, ISO14000이 8개 업체, 환경친화기업 7개, 환경마크를 획득한 업체는 1개에 불과하였다. 그리고 환경관련전담부서가 있다고 답한 업체는 전체의 34.7%이고 이들 부서의 평균인원 3.58명이었으며, 내부감사제도를 운영하고 있는 업체는 28.6%였다. 한편 환경관리 비용중 폐기물처리비용이 40.1%에 달해 폐기물 처리비용 감소를 위한 청정생산기법의 활용잠재력이 큰 것으로 나타났고, 환경관련 비용의 지출항목은 오염방지시설 가동유지비용이 34.7%, 재활용시설 가동유지비용 17.9%, 배출부과금 10.6% 등인 것으로 조사되었다.

4.2 사례조사의 시사점

본 연구에서는 UNEP(1994; 1997), USDOD(1998), WBCSD(1998), 한국환경기술개발원(1997), 삼성지구환경연구소(1997), 현대환경연구원(1998) 등으로부터 관련데이터가 포함되어 있는 66개의 사례를 선택하여 청정생산을 위한 실행수단과 경제성에 대한 분석을 수행하였다. 청정생산의 실행수단은 물질대체, 공정개선, 재활용, 신기술에서 일상적 관리의 개선까지 다양한 형태를 취하고 있었는데, 특히 공정개선과 재활용에 대한 비중이 각각 27%와 28%로 높다. 청정생산을 위한 투자에 대한 평균 회수기간은 18.3개월(1.53년)로 나타났으며 이 중 절반은 회수기간이 6개월 미만인 것으로 조사되었다. 솔벤트, 식품, 피혁, 제지 등에서는 평균 회수기간이 1년 이내인 것으로 분석되어 청정생산기술의 적용이 단기적인 성과를 낼 수 있는 분야로 평가된다. 또한 호텔분야도 일상적 관리개선 등 간편한 노력을 통해서 단기적인 효과를 거둘 수 있다고 판단된다. Biotechnology와 철강, 자동차 등 기타부문에서는 투자비용도 크고 회수기간도 낮게 나타나 청정생산의 적용을 위해서는 자금지원 등 정부의 지원이 뒷받침될 필요가 있는 것으로 판단된다.

외국에서는 다양한 청정생산 프로그램을 수행하고 그 결과를 분석하는 노력이 활발히 이루어져 왔다. 아래에서는 이들 사례분석결과와 본 연구에서 검토한 사례를 종합적으로 살펴봄으로써 보다 충실한 결론을 모색해보도록 한다. 보고서 앞부분과 부록에 수록되어 있는 많은 청정생산 사례 중 관련 데이터를 입수할 수 있었던 8가지 사례분석결과의 개요는 <표 V-8>과 같다.

〈표 V-7〉 업종별 청정생산 사례의 실행수단 및 경제성

분야	업체수	물질 대체	공정 개선	재활용	신기술	관리 개선	투자 비용 (천US\$)	회수 기간 (개월)	연간 이익 (천US\$)
Biotech- nology	5	2	0	3	0	0	1,258	71.7	365
식품	8	1	2	4	2	4	308	9.4	1,934
피혁	5	1	3	3	0	1	518	7.0	770
펄프 및 제지	6	1	5	3	2	1	1,869	6.4	2,670
섬유	6	3	2	2	2	1	2,270	18.8	737
화학	7	1	4	4	1	1	844	7.3	1,413
솔벤트	5	3	2	2	0	3	439	3.2	695
호텔	5	3	0	5	1	5	81	8.0	58
금속 처리	9	0	5	2	3	2	563	16.2	653
기타	10	1	6	2	2	0	12,336	35.4	57,040
전체	66	16(15%)	29(27%)	30(28%)	13(12%)	18(17%)	20,485	18.3	14,998

주1) 일부업체가 두 가지 이상의 실행수단을 사용함에 따라 실행수단의 합계가 더 클 수 있음.

주2) 기타는 철강, 자동차, 건설, 전자, 중공업, 기계, 농업 등임.

〈표 V-8〉 사례조사별 내용

사례조사	대상 국가	기간	업체수	대상업종
본 연구	세계 각국	'94-'98	66	식품, 피혁, 제지, 섬유, 화학, 호텔 등
B-4	중국	'93-'94	27	양조, 화학, 정유, 염색, 전기 등
CSS-CP	대만	'95-'96	33	자동차, 제지, 전기, 금속, 화학 등
DESIRE	인도	'93-'94	12	제지, 섬유, 살충제
EP3	튀니지	'93-'95	12	배터리, 비누, 피혁, 금속, 섬유 등
NIEM	중국	'95-'97	15	제지
Catalyst	영국	'93-'94	14	화학, 양조, 컴퓨터, 음식, 제약, 서비스, 섬유
PRISMA	네델란드	'90	10	음식, 금속, 수송, 화학
PREPARE	오스트리아	'95	13	금속, 전력, 제지, 식품, 섬유

외국의 사례분석결과는 청정생산에 따른 투자회수기간이 본 연구에서 검토한 사례보다 훨씬 낮게 나타나고 있다. CSS-CP, DESIRE, EP3, NIEM 모두에 있어서 평균투자회수기간은 4개월 이내로 나타나 청정생산의 경제성이 높다는 점을 말해준다. 특히 청정생산을 위한 중소기업과 대기업의 협력사례인 CSS-CP의 경우에는 모든 개별사례의 투자회수기간이 1년 이내이며 평균 회수기간도 0.17년으로서 공급사슬관리(Supply chain management)를 통한 청정생산노력이 큰 잠재력을 갖고 있음을 알 수 있다. 여러 개의 사례분석결과를 종합적으로 검토해본 결과는 청정생산을 위한 노력이 공정의 변경과 현장관리에 집중되어 있음을 알려준다. 특히 일상적 관리의 개선을 통한 청정생산 노력이 전체의 33%나 차지하고 있는데, 이는 청정생산을 위한 노력이 혁신적인 신기술의 개발에만 의존하는 것이 아니며 어느 기업에서나 실천할 수 있는 작은 노력에 의해 가능하다는 점을 다시 한번 확인시켜주는 것이라 하겠다.

중소기업과 대기업과의 협력을 통한 청정생산 노력인 CSS-CP 프로그램과 단일산업(제지), 단일국가(중국)에서 실시된 NIEM 프로그램의 사례분석결과는 청정생산 대안의 개발과 실천과정에서 높은 실행율을 보여준다. 청정생산의 핵심적 절차인 대안의 발견과 평가, 그리고 실천의 과정에서 이 두 가지 사례가 보여준 높은 실행율(각각 80% 및 63%)과 낮은 회수기간(각각 0.17년 및 0.11년) 청정생산 프로그램이 상호관련성이 많은 기업군을 대상으로 집중적으로 추진될 때 큰 효과를 거둘 수 있다는 점을 시사하는 것이라 하겠다.

〈표 V-9〉 청정생산에 따른 투자회수기간

사례	6개월 미만	6개월-1년	1년-2년	2년-3년	3년 이상	평균
본 연구	27	8	11	1	7	1.53
B-4	362	69	90	48		n.a.
CSS-CP	28	3	1			0.17
DESIRE	267		54		128	0.33
EP3	49	17	7	12		0.28
NIEM	14					0.11
Catalyst	227		45	28	29	n.a.
비율(%)	47.5	22.4	11.8	5.7	13.7	0.45

〈표 V-10〉 사례조사 비교분석

구분	대안수	실행대안수 (실행율:%)	관리 개선	원료 대체	공정 변경	제품 설계	재활용	회수기 간(년)	투자액 (천US\$)
본 연구	n.a.	n.a.	18	16	29	13	30	1.53	20,485
B-4	n.a.	n.a.	272	43	43	17	101	n.a.	n.a.
CSS-CP	3,713	2,987 (80)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.17	1,445
DESIRE	549	294 (54)	112	37	258		17	0.33	277
EP3	n.a.	n.a.	34	10	48	1	19	0.28	1,062
NIEM	492	308 (63)	83	43	261	5	100	0.11	635
Catalyst	400	n.a.	123	11	155	17	93	n.a.	n.a.
PRISMA	164	60 (37)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,330
PREPARE	264	137 (52)	60	12	45	11	8	0.55	1,250
전체	5,182	3,786 (73)	33%	8%	39%	3%	17%	0.45	26,969

VI. 결론

최근 각종 환경관련 문구에는 오염의 사전예방, 에코효율성, 산업생태학, 폐기물 최소화, 에코디자인, 제로에미션 등 청정생산과 관련된 다양한 용어를 발견할 수 있다. 이러한 용어들이 각기 강조하는 초점은 약간씩 다르지만 모두 오염에 대한 사후관리에서 탈피하여 사전예방을 통한 환경보전과 경제적 이익의 실현을 추구하는 청정생산(Cleaner Production)의 개념을 나타내고 있다. 청정생산은 유한한 지구의 자원과 수용능력하에서 인류의 지속가능한 발전을 달성하기 위한 핵심개념으로 정착되고 있다.

본 연구에서는 청정생산에 대한 각국의 정책사례와 기업의 성공 사례를 조사하고, 그 결과를 토대로 우리나라에 대한 시사점을 도출하고자 하였다. 먼저 다양하게 제시되고 있는 개념들의 정의와 상호관계를 알아봄으로써 청정생산의 개념적 구조를 살펴보고, 청정생산을 구축하기 위한 실행기법과 대안들에 관하여 기존의 문헌과 사례를 고찰하였다. 다음으로 청정생산의 구축을 촉진하기 위한 각국의 정책사례를 조사하였고, 다양한 산업분야의 청정생산 구축사례를 검토하였다.

사례조사를 통해 얻을 수 있는 가장 중요한 시사점은 우리나라의 경우 청정생산의 개념에 대한 인식의 확산이 미흡하다는 점이다. 학계나 정부 정책담당자 등 관련 전문가 사이에서는 청정생산에 대한 인식이 확산되고 있지만 아직도 기술개발의 관점에 치우치고 있으며 생태공단(Eco-Industrial Park)과 같은 확장된 개념으로 발전하지 못하고 있다. 기업의 경우에는 더욱 열악하여 소수의 대기업을 제외하고는 청정생산에 대한 개념조차 공유되지 못하고 있다.⁴²⁾ 앞에서

42) 청정생산 구축 활성화를 위해 가장 먼저 추진되어야 할 과제중의 하나는 청정생산에 관한 홍보 및 교육자료의 개발이라 할 수 있다. 환경부와 과학기술부에서는 1998년도 공공기반기술개발사업으로 "청정기술 교육 및 보급 프

검토한 사례를 바탕으로 우리나라 기업의 청정생산을 활성화하기 위한 정부의 정책방향을 도출해 보면 다음과 같다.

첫째, 청정생산에 대한 기업체의 인식을 확산시키고 이의 실행을 지원하기 위한 시범사업(demonstration project)이 추진되어야 한다. 이는 기술개발 지원정책과 별도로 업종이나, 지역, 규모 등에 있어서 유사성이 크거나, 공급사슬망을 통한 거래관계와 같은 상호연관성이 큰 기업군을 대상으로 작은 규모에서부터 출발하는 것이 바람직하다.⁴³⁾ 이는 일상적 관리의 개선이나 재활용과 같이 초기투자비용이 낮은 대안의 개발과 실행을 통해 오염예방을 위한 지속적 개선의 결과가 기업체에게 환경문제의 해결과 경제적 이익의 증대라는 두 가지 성과를 동시에 실현시켜줄 수 있다는 인식을 확산시키는 데 초점이 맞추어져야 한다. Catalyst(영국)나 PRISMA(네델란드)와 같은 선진국의 사례나 B-4(중국), DESIRE(인도), EP3(튀니지)와 같은 개도국의 사례는 모두 청정생산의 구축을 위해 어떤 대안이 개발될 수 있으며, 이의 실행에 따른 환경적, 경제적 성과가 어떠한지에 대한 체계적인 사례조사를 바탕으로 청정생산의 핵심적 개념을 광범위하게 확산시키는데 중요한 촉매역할을 하였다. 중국이나 인도는 물론 아프리카의 미개발국에서도 실시되었던 이와 같은 노력이 아직 우리나라에서 실시되지 못하고 있다는 점이 청정생산의 개념이 보급되지 못하는 데 중요한 이유라고 판단된다.

이와 같은 시범사업은 II장에서 살펴보았던 다양한 청정생산의 개념과 연계시켜 업종별로 강조되어야 하는 부분을 부각시킬 수 있는 '운동'의 형태로 발전할 수 있을 것이다. 예를 들면 시멘트·철강산업에서는 CO₂를 축으로 하는 'CP 운동'의 전개, 화학산업에서는 유해화학물질 저감 및 사고예방을 중심으로 하는 'P2 운동', 전자업계

로그래밍 개발"과제를 추진하고 있다.

43) IV장 2절에서도 살펴보았듯이 우리나라 정부(환경부, 산업자원부 등)의 청정 기술개발 지원정책은 규모 측면에서 팔목할 만한 실적을 나타내고 있다.

에서는 LCA에 기초한 환경친화적 제품개발전략으로서 'DfE 운동' 등 다양한 종류의 실천운동이 가능할 것이다. 시범사업과 실천운동의 경험을 기초로 「업종별 청정생산 매뉴얼」을 작성하여 홍보, 교육하는 후속작업의 추진도 청정생산의 확산을 위해 반드시 필요한 노력이다.

둘째, 우리나라에서는 이미 청정생산구축을 촉진할 수 있는 다양한 정책수단이 활용되고 있는 것으로 평가된다. 환경마크제도, 환경친화적 기업 지정제도와 최근 시범적으로 실시되고 있는 환경배출량 보고제도와 같은 정보공개정책, 재활용 목표율 설정제도, 폐기물 감량화제도, 최근 추진되고 있는 에너지절약 자발적 협약제도 등의 자율관리 프로그램, 그리고 폐기물 교환제도, 환경기술상(청정기술분야), 환경친화적 상품에 대한 정부구매 의무화규정, 지속적으로 증가하고 있는 기술개발지원과 관련법규에 이르기까지 다양한 정책수단이 활용되고 있다. 이러한 상황에서 중요한 것은 관련제도의 내실 있는 운영이라 하겠다. 자원재생공사의 폐기물 교환제도와 대한상공회의소의 폐기물 재활용 교환정보시스템은 전자의 경험과 데이터, 후자의 인터넷 정보시스템의 결합을 통해 시너지효과를 거둘 수 있을 것으로 보이며, 재활용제품 및 환경마크제품 우선구매와 같은 정부구매의 녹색화 규정은 구매실적 보고의 의무화, 공공기관 구매의 환경성 평가제도 도입 등의 보완책을 통해 실효성을 제고할 필요가 있다.

셋째, 기업환경정보의 공개를 위한 정부의 노력이 강화되어야 한다. 미국의 TRI 사례에서 볼 수 있듯이 정보의 공개는 기업의 자율환경관리를 촉진하는 수단임은 물론 자발적 협약과 같은 자율관리프로그램의 효율성을 증대하는 중요한 요소이다. 최근 환경부에서 시범적으로 실시하고 있는 환경배출량 보고제도는 환경분야의 정보정책 수준을 한 단계 상승시킬 수 있는 바람직한 시도로 평가된다. 궁극적으로 기업체의 환경정보가 인터넷이나 PC통신을 통해 일반에게 투명하게 공개되어 기업의 환경책임을 강화하고 자율적 환경관리를 촉진

할 수 있도록 지속적인 추진이 필요하다. 우리나라 정부의 정보정책과 관련하여 한 가지 아쉬운 점은 배출업소에 대한 등급별 지도단속 차별화 규정이 보다 내실있게 운영되지 못하고 있다는 점이다. 배출업소의 등급에 대한 평가정보가 일반에게 공개될 수 있다면 인도네시아의 PROPER 제도보다 더 기업의 환경관리 개선효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다. 적극적인 정보공개정책에 따르는 산업계의 부담을 완화하기 위하여 중간단계로서 기업환경보고서의 작성지침을 개발, 권고하고 기업체의 자발적 공개노력을 촉진하는 것도 바람직한 방안일 것이다. 중장기적으로는 타입 III 라벨링제도의 시행을 추진할 필요가 있다.⁴⁴⁾

넷째, 청정생산정보의 제공을 위한 체계적 노력의 부재는 청정생산을 촉진하기 위한 정부정책상에서 취약점으로 지적될 수 있다. 미국 환경청의 EnviroSense, UNEP의 ICPIIC를 비롯하여 많은 정보제공 프로그램이 기업의 청정생산 구축 활성화에 기여하고 있다. 청정생산의 '청정(Cleaner)'이 내포하는 상대적 개념이 보여주듯이 기업의 청정생산을 위한 노력은 다른 기업의 사례를 통한 벤치마킹을 통해 효과적으로 유발될 수 있다. "Eco-Efficiency"(WBCSD)나 "Joint Service P2 Opportunity"(US DOD)의 사례홍보 및 기술정보관리 프로그램과 같이 엄격한 기준에 따른 사례의 선택과 광범위한 보급은 청정생산의 확산을 위해 꼭 필요한 부분이다. 특히 청정생산활동에 대한 비용편익분석기법의 개발과 환경회계의 정착노력이 이와 병행된다면 청정생산정보의 유용성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 정보제공을 위한 수단으로서 인터넷의 역할은 매우 중요하다. 첫 번째로 지적하였던 시범사업의 효과도 경험을 통한 교훈이 광범위하게 확산되

44) 환경부와 과학기술부에서 1998년도 공공기반기술개발사업으로 추진하고 있는 "국가기반산업/기초소재별 국가표준 환경성정보(LCI INFRA D/B) 구축" 과제는 타입 III 라벨링제도의 기준설정을 위한 사전연구로서 중요한 의미를 갖고 있다. 이와 함께, 청정생산활동에 대한 비용편익분석기법의 개발과 환경회계지침의 개발이 정보공개정책의 실효성(투명성) 제고를 위해 필요하다.

지 않는다면 크게 줄어들 것이다. 이러한 점에서 "Eco-efficiency 경진대회"나 "Zero Emission 사례발표회"와 같은 홍보행사를 추진하는 것도 고려해 볼 수 있다.

다섯째, 정부의 환경 및 산업정책상에 보다 적극적인 청정생산의 개념으로 산업생태학적 접근이 필요하다는 점을 지적할 필요가 있다. 덴마크의 Kalundborg 공단사례가 보여주듯이 개별기업의 범위를 넘어서 공단 차원의 산업공생(Industrial Symbiosis) 개념은 청정생산의 성과를 한 차원 높여준다. 오스트리아의 PREPARE 프로그램에서도 외부재활용이 다른 청정생산 대안에 비해 높은 경제성을 갖는다는 점을 입증하고 있다. 현재의 환경영향평가와 같은 소극적인 개입에서 더 나아가 일본의 에코타운 프로젝트와 같이 공단의 계획과 운영과정에서 산업공생을 실현하려는 정부의 노력이 필요한 시점이라 판단된다. 포괄적 생산자책임(EPR)의 도입과 폐기물 교환제도의 개선은 산업생태학적 접근의 효과를 높이기 위한 요소로서 함께 추진되는 것이 바람직하다.

마지막으로 청정생산 시범사업과 정보제공 및 기술개발을 일관성 있게 추진하기 위한 국가 청정생산센터(National Cleaner Production Center: NCPC)의 설립이 필요하다는 점을 지적하지 않을 수 없다. 선진국은 이미 오래전부터 기업체와 정부의 공동노력이 진행되어 왔고, 후발개도국은 미국, 네델란드, 덴마크 등의 선진국과 UNEP, 세계은행 등의 국제기구에서 청정생산센터 설립을 지원하고 있는 상황에서 우리나라는 자체적인 노력도 미흡한데다 외부로부터 지원을 기대하기도 어려운 입장이다. 특히 환경부와 산업자원부 등 관련부처간 역할정립이 미흡하고 집중적인 노력이 부족한 상황이다. 청정생산의 특성이 환경과 경제를 포괄하는 종합적인 접근방식이므로 환경부와 산업자원부 등 관련부처의 공동노력을 통해 NCPC의 설립이 조속히 추진되어야 하겠다.

< 참고문헌 >

- 국립환경연구원, 『21세기 환경기술개발 장기종합계획』, 1997. 4.
- 김좌관, 산업공생을 통한 새로운 공단조성방안에 관한 연구, 부산환경운동연합부설 환경과 자치연구소, 『청정시스템의 구축 - 우리 산업계의 새로운 도전과 기회』, 1998. 11.
- 김용건, 조준모, 한화진, 이영순, 『자동차공해저감대책의 비용효과분석 및 경제적 유인제도 적용방안』, 한국환경정책·평가연구원, 1997a.
- 김용건, 정희성, 이영순, 『배출규제 위반행위에 대한 감시감독제도 개선방안』, 한국환경정책·평가연구원, 1997b.
- 대한상공회의소, 『환경친화적 산업구조 전환을 위한 산업계 과제』, 1997. 12.
- 대한상공회의소, 『환경친화적 생산 및 경영전략』, 1997. 5.
- 대한상공회의소, 『해외선진기업의 환경친화적 생산과 그린회계전략』, 1997. 2.
- 문석웅, 한국의 산업발전과 청정생산, 부산환경운동연합부설 환경과 자치연구소, 『청정시스템의 구축 - 우리 산업계의 새로운 도전과 기회』, 1998. 11.
- 민병승, 『환경오염예방기술개발의 국제동향과 국내개발촉진 방안』, 한국환경기술개발원, 1996. 4.
- 산업연구원, 『환경친화적 산업발전』, 1998. 2.
- 삼성지구환경연구소, 『녹색경영 우수사례집』, 1997. 5.
- 신명교, 『환경청정기술 개발의 국제적 동향과약 및 종합추진전략 방안에 관한 연구』, 한국환경기술개발원, 1996. 4.
- 윤서성, 청정생산 촉진을 위한 환경정책 방향, 『청정생산 국내외 동향 및 도입성공사례 국제세미나』, 현대환경연구원/한국환경정책학회, 1997. 11.

- 이동훈, 폐기를 관료화 방안과 일본 기업의 사례, 『환경전략과정』, 현대인재개발원/현재환경연구원, 1998. 6.
- 이병웅, 『21세기 환경시장 성장에 대응한 기업 경영전략』, 대한상공회의소, 1997. 12.
- 이병웅, 폐기를 재활용 촉진을 위한 기업의 역할, 『환경보전』, 1998. 10.
- 이병웅, 『환경경영론』, 비물출판사, 1998.
- 이순진, 『청정생산의 현황과 실행 방안』, LG경제연구원, 1997. 12.
- 이정학, 환경친화적 제품과 환경경영기를 개발 방안, 서울대학교 환경안전연구소 『환경연보』, 1996. 3.
- 이정학, 『환경친화적 기술』, 1997.
- 이철호, 청정기술, 『21세기 환경기술개발 장기종합계획』, 국립환경연구원, 1997. 4.
- 이희선, 『유해폐기를 재활용산업의 활성화 방안』, 한국환경정책·평가연구원, 1998.
- 장기복 외, 『중소기업의 환경관리 유인정책 개선방안』, 한국환경정책·평가연구원, 1998.
- 한국환경정책학회, 『환경정책과 환경경영』, '96 국제세미나 자료집, 1996. 2.
- 서정대, 신명표, 김수환, 『중소기업 환경경영 및 청정생산체제 실태 조사 연구』, 중소기업연구원/한국환경기술개발원, 1997. 3.
- 정희성 외, 『종합적 환경관리체제의 개선방안: 자원환경관리체제와 환경성과평가제의 확대방안』, 한국환경정책·평가연구원, 1998.
- 최정석, 산업생태학의 개념 및 적용사례, 그린산성(48), 1998.
- 한국과학기술연구원, 『21세기 환경기술개발 장기종합계획』, 1997. 7.
- 한국은행, 1997년 중 환경오염방지기술 추계결과(보도자료), 1998. 8.
- 한국환경기술개발원, 『중소기업에서의 청정생산체제 구축을 위한 프로그램 개발』, 1997. 1.

한국환경기술개발원, 『기업 환경경영 지침』, 1997. 7.

한국환경정책·평가연구원, 『소비형태변화에 관한 국제웍숍: 폐기물 억제 및 감소』, 1997.

현대인재개발원/현대환경연구원, 『환경전략과정』, 1998. 6.

현대환경연구원/한국환경정책학회, 『청정생산 국내외 동향 및 도입 성공사례 국제세미나』, 1997. 11.

현대환경연구원/현대정공기술연구소, 『제5차 현대환경포럼 21』, 1998. 10.

환경관리공단, 『환경산업육성방안에 관한 연구』, 1998. 12.

환경마크협회, 『녹색구매 네트워크 모델 개발을 위한 연구』, 1998. 5.

환경부, 『포괄적생산자책임제도』, 1997.

환경부, 『환경백서』, 1998.

환경부/한국환경정책·평가연구원, 『자율환경관리제의 확대를 위한 토론회』, 1998. 11.

Berkel, R., E. Willems and M. Lafleur, Development of an industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises I, II, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, 1997.

Business Council for Sustainable Development Latin America, *Latin America on the Road to ECO-EFFICIENCY*, 1998.

Chiu, Shen-yann and Shen-Chia Su, Corporate Synergy System: A Power Tool to Promote Cleaner Production in SMEs, *First Asia-Pacific Roundtable on Cleaner Production*, 1997. 12.

Modak, P., Cleaner Production Information Exchange & Sharing, *UNEP 5th International High-level Seminar on Cleaner Production*, 1998.

- European Environment Agency, *Life Cycle Assessment*, 1998.
- Fet, A., *Environmental Management Tools and Their Application, UNEP 5th International High-level Seminar on Cleaner Production*, 1998.
- Hutchinson, A. and F. Hutchinson, *Environmental Business Management: Sustainable Development in the New Millennium*, The McGraw-Hill Companies, 1997.
- Kirkwood, R. and A. Longley, *Clean Technology and the Environment*, Blackie Academic and Professional, 1995.
- Ledgerwood, G., E. Street and R. Rherivel, *The Environmental Audit and Business Strategy: A Total Quality Approach*, Pitman Publishing, 1992.
- Lober, D., *The 100 Plus Corporate Environmental Report Study, Business Strategy and the Environment*, Vol. 6, No. 2, 57-73, 1997.
- Molier, T., E. Willems, and C.W.M. van Berkel, *Competitive and Employment Effects of Cleaner Production*, IVAM Environmental Research, 1995.
- NEPAC/CNCPC/UNEPIE/WB, *Cleaner Production in China: A Story of Successful Cooperation*, 1996.
- OECD, *Technologies for Cleaner Production and Products*, 1995.
- OECD, *Voluntary Approaches for Environmental Policy in OECD Countries*, ENV/EPOC/GEEI(98)30, 1998.
- Oldenburg, K. and K. Geiser, *Pollution prevention and...or industrial ecology?*, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, 1997.
- Reijnders, L., *Environmentally Improved Production Processes and Products: An Introduction*, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- Schmidheiny, S., *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*, BCSD, 1992.

- Socolow, R., C. Andrews, F. Berkhout and V. Thomas, *Industrial Ecology and Global Change*, 1994.
- Stockholm Environment Institute, *Clean Production Strategies*, 1993.
- Tietenberg, T., Information Strategies for Pollution Control, 8th Annual Conference of European Association of Environmental and Resource Economics, 1997.
- UNDP CSD, Main Sources and Types of Waste and their Trends, *International Workshop on Changing Consumption Patterns: Waste Prevention and Minimization*, Korea Environment Institute, 1997.
- UNEP, *Cleaner Production in the Asia Pacific Economic Cooperation Region*, 1994a.
- UNEP, *Company Environmental Reporting*, 1994b.
- UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.
- UNEP, *Cleaner Production in Asia Pacific*, 1998.
- UNEP IE, *Cleaner Production*, 1996.
- USDOD, *Joint Service Pollution Prevention Opportunity Handbook*, 1998.
- USEPA, *Partnerships in Preventing Pollution: A Catalogue of the Agency's Partnership Programs*, 1996.
- USEPA, *Tools for Encouraging Pollution Prevention and Recycling*, 1997.
- Vancini, F., Effective Approaches to Waste Minimisation, *International Workshop on Changing Consumption Patterns: Waste Prevention and Minimization*, Korea Environment Institute, 1997.
- WBCSD, *Eco-Efficiency Case Study Collection*, www.wbcd.ch, 1998.
- WBCSD/UNEP, *Eco-efficiency and Cleaner Production: Charting the Course to Sustainability*, 1996.

Zatz, M. and S. Harbour, The US EPA's 33/50 Program: The Anatomy of Successful Voluntary Cleaner Production Program, *First Asia-Pacific Roundtable on Cleaner Production* (Bangkok, Thailand), 1997.

〈부록 I〉 제5차 청정생산 고위급 국제회의 개요

1. 『청정생산 고위급 국제회의』의 목적과 의의

『청정생산』이란 사후처리 위주의 과거 환경관리개념에서 탈피하여 제품설계 및 생산단계에서부터 오염물질의 발생을 사전에 예방하고 원자재와 에너지사용을 최소화함으로써 환경보전과 원가절감을 동시에 추구하고자 하는 개념이다. 『청정생산 고위급 국제회의』는 청정생산체계의 전세계적 확산을 통해 환경친화적 경제사회체제의 구현과 지속가능한 개발의 촉진을 위한 UN차원의 시도로서 UNEP 과 개최지 정부의 공동주최로 2년에 한번씩 열리며, 1990년 영국 캔터베리의 1회 대회를 필두로 지금까지 모두 4회가 개최된 바 있다.

제 1 회	1990년	영국	환경성
제 2 회	1992년	프랑스	환경성
제 3 회	1994년	폴란드	정부
제 4 회	1996년	영국	환경성
제 5 회	1998년	대한민국	환경부, 산자부

2. 제5차 『청정생산 고위급 국제회의(CP5)』의 개요

2.1 행사개요

- 공식명칭: UNEP 제5차 국제 청정생산 고위급 회의
The UNEP 5th International High-Level Seminar on
Cleaner Production
- 주 최: 대한민국 환경부, 산업자원부
- 주 관: 한국환경정책·평가연구원(KEI)
- 일 시: 1998년 9월 28일(월) - 1998년 10월 1일(목)
- 장 소: 강원도 평창군 휘닉스파크 리조트
- 참 가 자: 국외 47개국 156명, 국내 73명

2.2 국내 개최의 목적과 의의

제5차 『청정생산 고위급 국제회의』는 UNEP의 청정생산 프로그램의 10년을 결산하는 회의로서 지금까지의 추진 성과를 평가하고 다가오는 21세기의 추진방향을 모색하는 뜻 깊은 행사이다. 금번 회의는 우리나라에 청정생산(CP)의 개념을 확산하고 보급함으로써 국내환경보전에 기여하는 동시에 산업경쟁력을 강화하여 지속가능한 개발을 확산시키는 데 기여하고자 추진되었다. 또한 이번에 우리나라에서 열리는 CP5는 유럽이외의 지역에서 열리는 최초의 『청정생산 고위급 회의』로서 CP프로그램의 전세계적인, 특히 아시아지역에서의 확산을 촉진하는 계기가 될 것으로 기대된다.

3. 주요 행사내용

3.1 국제청정생산 선언문 공포 및 서명

개회식에서 현재 위협수위에 이른 지속불가능한 지구의 생산과 소비행태 극복을 위해 청정생산체계의 구축에 헌신한다는 내용의 “국제청정생산 선언문”을 공포하고 참가요인들의 서명식을 개최하였다. 서명대상자는 퇴퍼 UNEP 사무총장, 최재욱 환경부 장관을 비롯한 정부고위관료, 기업의 최고경영자, 비정부기구(NGO) 등으로 추후에도 계속적인 서명작업이 이루어질 것이다.

국제청정생산 선언문의 목적은 환경문제의 심각성에 대한 인식을 새로이 하고 예방적인 전략의 필요성에 대한 인식을 확대하며, 지역사회의 각계 지도자들의 청정생산의 확산에 대한 다짐을 새로이 하고 청정생산에 대한 이용범위 확대, 재원확보, 국제협력 증진 등을 도모하기 위한 것이다.

3.2 분과회의의 개최

전세계의 청정생산 활동에 대한 지역별 보고, 산업별 청정생산 사례발표, 청정생산 정책에 대한 분야별 과제에 대하여 발표와 토론이 진행되었다. 지역별 보고는 아시아·태평양, 남미, 아프리카, 서아시아, 유럽, 북미 등의 사례가, 산업분과회의에서는 식품, 마케팅, 중소기업, 기타산업 등이, 정책분과회의에서는 청정생산의 실행방안, 환경관리의 청정생산, 공급구조, 환경친화적 설계, 정보교환 등이 논의되었다.

4. 국제청정생산 선언문(국문)

우리는 지속가능한 개발을 이룩하는 것이 공동의 책무임을 깊이 인식하고 있다. 그리고 지구환경 개선을 위한 조치에는 지속가능한 생산과 소비를 위한 실천적 방안의 채택이 포함되어야 한다고 본다.

우리는 생태효율, 녹색생산, 오염예방 등 청정생산이나 여타의 예방적 전략들이 우선되어야 할 정책대안이며, 이들 전략들에 대한 적절한 실천수단의 개발과 지원 그리고 실행이 필요하다고 믿는다.

우리는 청정생산을 경제적, 사회적, 보건상, 안전상 그리고 환경적 편의들을 동시에 추구하기 위한 생산과정, 제품 그리고 서비스 등에 대한 통합적이고 예방적인 전략의 지속적인 활용과정을 이해한다.

우리는 청정생산체계의 구축이라는 우리의 당면한 소임을 다하고자 한다.

지도력 우리가 가지고 있는 모든 영향력을 행사하여:

- 이해관계자들과의 협력증진을 통한 지속가능한 생산과 소비관행이 채택되도록 권장한다.

홍보교육훈련 청정생산체계 운영역량 배양을 위해:

- 우리의 조직내부에 청정생산에 대한 홍보, 교육 그리고 훈련 프로그램을 개발하고 실천하며,
- 모든 단계의 교과과정에 청정생산의 개념과 원리가 도입되도록 한다.

전략통합 사전예방적 전략의 통합을 위해:

- 환경경영체계에 부는 물론,
- 우리 조직의 전단계에,
- 환경성과평가, 환경회계, 전과정환경영향평가, 그리고 청정생산평가 수단들을 활용한다.

연구개발

혁신적인 해결방안의 발굴을 위해:

- 연구개발 정책과 활동의 우선순위를 사후오염관리에서 사전예방적 관리로의 전환을 촉진하고,
- 환경적으로 효율적이고 소비자의 욕구에 잘 맞는 상품과 서비스의 개발을 지원한다.

정보교류

우리의 경험을 두루 나누기 위해:

- 청정생산의 이득에 대한 정보를 외부 이해관계자에게 제공하고, 사전예방적인 전략 추진에 대한 활발한 대화를 추구한다.

실천

청정생산의 확대 적용을 위해:

- 도전적인 목표설정 그리고 경영체제를 통한 주기적인 개선상황 보고관행을 정착하고,
- 사전예방적인 기술대안에 대한 신규 및 추가적인 재정확대와 투자촉진 그리고 국가간 청정기술 협력과 이전을 촉진하며,
- UNEP와 동반기구 그리고 이해관계자간의 긴밀한 협력관계를 유지하면서 본 선언문에 대한 지지를 확산시키고 그 실천성파를 평가·개선해 간다.

5. 국제청정생산 선언문(영문)

INTERNATIONAL DECLARATION ON CLEANER PRODUCTION

We recognize that achieving sustainable development is a collective responsibility. Action to protect the global environment must include the adoption of improved sustainable production and consumption practices.

We believe that Cleaner Production and other preventive strategies such as Eco-efficiency, Green Productivity and Pollution Prevention are preferred options. They require the development, support and implementation of appropriate measures.

We understand Cleaner Production to be the continuous application of an integrated, preventive strategy applied to processes, products and services in pursuit of economic, social, health, safety and environmental benefits.

To this end we are committed to:

- | | |
|---|--|
| LEADERSHIP | <i>using our influence</i> |
| | ▪ to encourage the adoption of sustainable production and consumption practices through our relationships with stakeholders. |
| AWARENESS,
EDUCATION AND
TRAINING | <i>building capacity</i> |
| | ▪ by developing and conducting awareness, education and training programmes within our organization; |
| | ▪ by encouraging the inclusion of the concepts and principles into educational curricula at all levels. |
| INTEGRATION | <i>encouraging the integration of preventive strategies</i> |

- into all levels of our organization;
- within environmental management systems;
- by using tools such as environmental performance evaluation, environmental accounting, environmental impact life cycle and cleaner production assessments.

RESEARCH AND
DEVELOPMENT

creating innovative solutions

- by promoting a shift of priority from end-of-pipe to preventive strategies in our research and development policies and activities;
- by supporting the development of products and services which are environmentally efficient and meet consumer needs.

COMMUNICATION

sharing our experience

- by fostering dialogue on the implementation of preventive strategies and informing external stakeholders about their benefits.

IMPLEMENTATION

taking action to adopt Cleaner Production

- by setting challenging goals and regularly reporting progress through established management systems;
- by encouraging new and additional finance and investment in preventive technology options and promoting environmentally-sound technology cooperation and transfer between countries;
- through cooperation with UNEP and other partners and stakeholders in supporting this declaration and reviewing the success of its implementation.

<부록 II> 기업에서의 청정생산 구축사례

1. 식품

1.1 아사히 맥주⁴⁵⁾

일본 도쿄에 위치한 아사히맥주회사는 1949년에 세워졌으며 4,233명의 근로자를 고용하고 있다. 주요사업은 알코올 음료를 생산 판매하고 있으며 1997년의 연간 매출액은 약 972천만 엔이고 주요맥주브랜드는 “아사히 슈퍼 드라이”로 1997년에 제1위 브랜드로 선정되었다. 이 회사는 9개의 양조장과 3개의 실험실, 82개의 지방본부와 지사를 두고 있다.

1997년 12월 교토에서 개최된 기후변화협약 제3차 당사국총회를 계기로 일본에서는 온실가스의 배출억제와 환경친화적 산업구조로의 전환에 대한 인식이 커져가고 있었다. 이러한 흐름에 따라 이 회사는 1993년 환경보호에 관한 기본정책과 실행목표를 수립하였고 환경문제를 해결하기 위한 전사적 조직을 만들었다.

이러한 목표는 연도별 수익성 목표 달성을 위한 중기 계획에 반영되었다. 아사히맥주회사는 일본기업체 중 가장 먼저 환경을 고려한 디자인(DfE)을 도입하였으며, 환경에 대한 부담을 줄이고 지구환경과 사회의 조화로운 공존을 위해 “양조장 폐기물의 완전한 무방출”을 실현하려고 노력하고 있다. 이러한 노력은 21세기의 산업발전의 새로운 모델로 평가받고 있다.

45) Hikaru K., Asahi Breweries' Environmental Preservation Efforts, UNEP 5th International High-level Seminar on Cleaner Production, 1998.

〈부표 1〉 아사히맥주회사의 환경정책 목표

목 표	수행완성 시기
모든 양조장의 폐기물을 제거 (양조폐기물의 제로화)	1998년 가을까지 모든 양조장에 적용
에너지 보존과 CO ₂ 배출 삭감	CO ₂ 방출의 기본단위감소 2000년까지 1990년의 80%감소, 2005년까지 1990년의 50%감소
CFC의 완전한 제거	1998년 말까지 나고야 양조장
맥주용기의 재활용 향상	맥주병: 96.8% 이미 수행 맥주캔: 70.2% 이미 수행
환경관리시스템의 개발	기본환경정책지침 환경관리기관의 구성 환경감사 2000년까지 9개의 양조장에 대 해 ISO14001 인증 획득

이바라키 양조장에서는 1996년에 이미 1년 동안 발생하는 폐기물 중 98.5%(46,000톤)를 재활용하고 있다. 양조과정 동안 발생하는 쓸모 없는 맥아는 소의 비료로 다시 사용되고 사육이 끝난 쓸모 없는 효소는 장에 관련한 의약품의 원료나 음식재료로 재활용된다. 또한, 폐수처리에서 발생하는 슬러지를 유기비료로 재사용하고 병세척 과정에서 발생하는 라벨조각들은 포장박스를 위한 종이로 사용한다.

그러나 양조폐기물의 1.5%인 700톤은 주로 땅에 매립시켰었다. 최근에 이 회사는 폐기물의 전량을 완전히 재활용하는 방법으로 폐기물을 제거하는 것에 목표를 두었다. 34가지의 폐기물이 있었고 이 중의 21가지는 재활용되지 않고 있었다. 이 회사는 폐기물의 각 종류별로 재사용 및 재활용방법과 재활용업체를 선택하였다. 이러한 노력의 중요한 이슈는 “어떻게 하면 폐기물을 정확하게 분류하고 모을 수 있을 것인가”였다. 이 목표를 위해서 조직을 구성했고 모든 양조

장의 사원들의 참여를 얻기 위한 교육캠페인을 실시했다. 그리고 양조장안에 22개의 분류장을 만들었고 종류대로 분류된 폐기물을 모으기로 결정했다. 자동 분류장치를 설치했고 리사이클링과 양조공정에서 사용되는 물질의 균일성을 향상시켰다. 그리고 재활용업체와의 계약을 통해 제품화하였으며 이 결과 "zero waste"의 목표를 성취했고 또한 폐기물감소의 가능성과 폐기물 분류만 잘 된다면 완전재활용이 가능함을 입증하였다.

1997년에는 환경관리감사를 위한 가이드라인을 세웠고 그들의 양조장을 대상으로 하는 자체감사(self-audit)를 시작했다. 이 환경관리시스템은 문제의 자발적인 발견과 개선으로 발전되는 시스템으로 점차 정착되고 있다.

아사히맥주회사의 환경감사절차

1. 환경감사는 양조장 환경감사를 책임지는 환경관리위원회(Brewery Environmental Management Committee; BEMC)가 지명한 감사원에 의해 실시된다.
2. 감사결과는 BEMC에 보고된다.
3. 한 달 안에 감사에 의해 밝혀진 문제점을 개선하거나 BEMC의 지도하에 개선계획을 수립하여 실행한다.
4. 감사원은 개선결과를 체크하고 BEMC에 보고한다.
5. 양조장은 감사와 문제점 개선조치의 결과를 본사에 보고한다.

이 회사는 1998년 말까지 후쿠시마 양조장의 ISO14001 획득을 계획하였고 2000년까지 9개의 모든 양조장이 인증을 획득하도록 노력하고 있다. 또한 이 회사는 근로자들이 지구환경을 위한 관리규정을 숙선수범하여 따르도록 하기 위해, 그리고 모든 근로자들이 환경

이슈에 관심을 가지고 개인 각자의 문제로 인식하도록 하기 위해 다양한 교육활동을 수행하고 있다.

2. 피혁

2.1 피혁산업에서 크롬의 회수 및 재활용(그리스)⁴⁶⁾

그리스 아테네 근처에 위치한 Germanakos SA 피혁공장은 1978년에 설립되었다. 이 공장은 소가죽을 이용한 고품질 가죽제품을 생산하는데, 연간 2,200톤을 처리하고 있으며, 연간 매출액은 US\$8.4백만, 종업원은 65명이다.

그리스와 네덜란드 정부는 환경보호에 대해서 양자협력체제를 구축하고 있다. 이에 따라 TNO⁴⁷⁾에서 개발된 청정기술을 두 나라와 Germanakos피혁공장의 협력 R&D 프로젝트를 통해 적용하였다. 이 프로젝트는 1988년에서 1990까지 EU의 후원으로 진행되었다.

제혁(tanning)은 부패하기 쉬운 가죽을 안정한 물질로 전환하는 화학공정이다. 가죽을 각각 다른 성질로 생산하기 위해서 식물원료, 미네랄, 그리고 기타 제혁약품들을 사용한다. 3가 크롬은 신발가죽, 의복, 가구에 쓰일 가죽을 유행에 맞도록 얇고 가볍게 만드는 공정에 사용되는 중요한 약품이다. 그러나 최근에 3가크롬에 대한 방류기준이 2mg/l로 강화되었다. 이에 따라 3가크롬을 피혁액에서 회수하는 기술과 재활용(Internal Recycling)하는 기술개발이 추진되었다.

46) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

47) TNO(Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek)는 네덜란드의 국가과학 연구소로서 환경기술과 에너지기술연구를 수행하는 기관이다.

<부표 2> 청정생산 구축사례(식품산업)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	참고
Campbell Soup Company (USA)	공정개선 관리개선 재활용	리사이클링으로 70%의 폐기물 감소 에나멜 폐기물 80% 감소 용수 50% 감소 /단위생산	리사이클링으로 100만 달러 절약 에나멜 폐기물의 감소로 50,000달러 절약 용수감소로 125,000달러 절약	청정생산프로그램 개발: 통조림 식품의 고형폐기물과 scrap 물질의 리사이클, 제조공정에서 발생하는 에나멜과 용제(thinner)폐기물의 감소; 바닥과 장치의 건조식 청소로 용수량 감소
Peter Paul Philippine Cproration & Taiwan's Chia Meei company (Philippines)	재활용	the Peter Paul facility의 BOD 50% 감소, 폐수처리장의 운영비용 10% 감소	처리비용 연 3,700달러 절약 생산량 연 370,000달러 증가	Chia Meei사와 합작하여 Peter Paul사 옆에 이 회사 공장을 설립한 후 Peter Paul사에서 나오는 코코넛 폐수를 수집하여 Chia Meei 공장에 보내면 여기서 농축, 냉동하여 마지막 처리를 한 후 중국의 공장으로 보내면 중국에서는 이를 일반 코코넛 주스로 생산
Del Monte (Philippines)	관리개선	폐기물 감소 과일의 산성 성분으로부터 노동자들의 피부와 의복 피해 감소	투자: 17,800달러 모니터링 개선으로 주스생산량 증가하여 연24,000달러의 이익 회수기간 9개월	Pollution Management Appraisal(PMA) 수행 과일손질 테이블에 과일수집용 팬 설치 시간당 60kg의 파인애플 손실을 회수하기 위해 모니터링과 감시를 개선
CPC International Inc. (Spain)	관리개선, 신기술	연 20톤의 폐수감소 폐기물 처리 및 폐기 비용 감소	투자: 4,000달러 폐기물 감소에 의해 9,600달러 절약 회수기간 2.4년	환경개선팀 구성; 폐기물 발생의 원인 규명, 기술변경, 자원재생가능성 평가 등을 수행. 마요네즈의 병주입에 물대신 공기에 의한 실리콘 볼을 사용하여 폐수를 감소하고 폐수로부터 분리한 마요네즈를 동물사료제품으로 판매
Qiqihar Brewery (China)	관리개선 공정개선	전체 약 25360톤/년의 용수절약	점검강화에 의한 이익: 매년 16,133달러/년의 이윤 콘베이어의 속도조절에 의한 이윤: 81,542달러/년 filling 기계밸브에 의한 이윤: 11,169달러/년	원료의 저장, 수송 및 회수되는 병과 상자의 점검강화; 용수 및 전기 이용의 점검 강화로 용수, 병, 맥아, 쌀 등의 소비 감소; 체인 콘베이어의 속도 조절로 병의 손실 및 깨짐 방지; 일정한 압력 유지를 위한 filling 기계밸브의 바른 사용
Avebe Foxhol (Netherlands)	재활용	역삼투공정의 여과수 재생으로 인한 공정수의 감소, 7m ³ /톤감자의 용수량이 0.6 m ³ /톤감자로 감소	역삼투장치비용은 약 0.54달러/m ³ 처리된 감자즙 17백만m ³ /년의 용수 절약 폐수방출비용감소 재활용에 의한 부산물 생산으로 인한 소득	감자로부터 전분을 생산하는 이 회사는 용집이 가능할 정도의 단백질 농도만큼의 감자즙을 역삼투장치를 이용하여 농축하고 단백질은 스티핑고로 인해 추출, 건조됨. 생산된 고급단백질농축물은 동물사료로 이용함. 그리고 역삼투공정의 여과수 1.1백만m ³ /년을 재생함.

제혁과정은 pH 3.5-4.0의 상태에서 염기성크롬황산염을 이용하여 진행된다. 제혁공정 후에 발생하는 용액(solution)은 집수한 후 걸러서 가죽으로부터 나온 입자와 섬유질을 제거한다. 걸러진 용액은 처리조로 펌프되고 여기에 산화마그네슘이 pH8이 될 때까지 교반되면서 주입된다. 교반 후 크롬은 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 의 고형슬러지로 침전하고 상등수는 다른 곳으로 이동된다. 침전 슬러지는 pH2.5가 될 때까지 계산된 황산을 주입하여 줌으로써 용해($\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$)되고 이 용액은 저장탱크로 이동되어 재활용된다. 이전의 제혁공정에서는 사용된 20%-40%의 크롬을 폐수에 그대로 버렸으나 새로운 공정에서는 이러한 폐3가크롬의 95-98%를 재사용할 수 있다.

하루에 12m^2 의 크롬을 재활용하는 Germanakos tannery에서 새로운 공정을 운영하는데 드는 비용은 연간 30,200달러이며, 재사용에 따른 이익은 73,750달러로 연간 순이익은 43,550달러이며 초기투자비 40,000달러를 감안한 새로운 공정의 투자회수기간은 11개월이다. 새로운 기술은 생산공정을 거의 변화시키지 않으면서 높은 품질의 제품을 생산할 수 있고, 용수량과 화학약품 사용량을 측정하기에도 용이하며 방류수에 포함된 크롬을 크게 줄이는 효과적인 기술로 평가된다.

3. 펄프 및 제지

3.1 펄프 및 제지 생산에서 재사용, 대체, 섬유질의 회수 (인도네시아)⁴⁸⁾

제지 공정은 먼저 자연상태에서의 목재건조와 수액산화를 위한

48) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

30일간의 저장으로 시작된다. 저장소에서 나무는 원료물질 준비(껍질 제거, chipping, 스크리닝, 저장), 펄프 생산(cooking, 스크리닝, 세척, 표백), 화학물질 회수, 그리고 펄프 건조 기계에서 펄프 sheet를 생산하는 단계를 거친다.

<부표 3> 청정생산 구축사례(피혁산업)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	참고
Gembanacos SA (Greece)	재활용	95-98%의 3가 크롬 리사이클	초기투자: 4만달러 공정운영비: 30,200달러/년 재사용으로 인한 73,750 달러/년 절약 순이익: 435,050달러/년 회수기간: 11개월	폐기 tannery액의 3가 크롬의 재생과 재이용: 피혁 후 중 성에서 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 의 형태로 침 전한 고형슬러지에 황산을 주입하여 $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ 로 한 다음 이를 재활용함
Agence de leau adour-Garon ne (France)	원료대체 공정개선	질소폐기물 제	CO_2 feeding비용: 113,000FF(1993년) 피혁제품의 질적 개선 기업이미지 개선 오염세감소	- Carbonic anhydride을 사용 하는 deliming process를 적 용하여 잔류 크롬의 감소 - 탄소가스로 장감 deliming - 소금으로 20분간 predeliming을 한 후 탄소가 스로 신발 deliming
EP3 (Tunisia)	공정개선 관리개선 재활용	황화물과 악취 무발생 크롬 황화물 소 비 1/4감소 검은 염색 소비 3/4감소	투자: 2만달러/년 크롬리사이클: 4만달러/년 염색리사이클: 1만달러/년 회수기간: 5개월	황화물발생 방지를 위해 생 석회와 세척수 분리; 크롬고 착을 증가하기 위해 제혁용 액의 pH를 조절하고 온도를 상승시킴; 크롬방류수에 1/3 의 새로운 크롬을 추가하여 리사이클; 사용한 검은 염색 용액에 1/2의 염소용액을 추 가하여 리사이클
The Nakro State Joint Stock Company (Estonia)	공정개선	finishing 약품의 절약으로 폐수 에 의한 오염부 담 감소, 고형 폐기물의 발생 감소	투자: 600달러 4,130달러/년 절약 회수기간 2개월	가죽의 수분축청기 마련으로 실험의 수분축정 소요시간 절감 및 결과의 신뢰도 향상 World Environment Center가 프로젝트 추진, USAID가 재 정지원
PREPARE (Austria)	재활용	폐기 가죽 조각 45%감소 아세톤 85%감소	투자: 70만달러 45만달러/년 절약 회수기간 1.6년	가죽폐기물을 재사용: 가죽 시계줄 생산에서 큰 가죽의 장식을 위한 편치 기계에서 나오는 긴 가죽조각을 다음 의 생산단계의 제작 물질로 이용. 45%의 가죽을 재사용 함; 관리개선으로 솔벤트를 세척시에 두 번사용

〈부표 3〉 청정생산 구축사례(피혁산업)(계속)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	참고
Bonlac (Australia)	원료대체 재활용	- CIP 세척제 교체: 세척수량, 배출수 감소, 폐수내의 인산, 질산 농도 감소, 폐수처리장 의 부하감소 - 폐수의 토양살포: 수로에 방류되는 폐수량이 30% 감소 - 폐수내 치즈고형물 회수 - 폐수의 유기물 부하 감소	- CIP 세척제 교체에 의 한 Stablon 사용비 감소 571.5\$/일, - 폐수내 치즈고형물 회수비: 30,500달러 - CIP 세척제 교체에 따 른 이익: 882.8\$/일(순이익: 311.8\$/일) - 폐수내 치즈고형물 회수 17,700kg/년의 치즈생 산량 증가로 10만달러/년 이익 - 회수기간: 4개월	치즈생산업체인 Bonlac은 CIP세척에 사용하는 산성 세제를 Stablon세척제로 교체함으로써 CIP시스템의 주기적인 산체적 단계를 생략하고 또한 용수량도 감소함. - 부유·용존 고형물의 양 이 적은 폐수는 토양에 살포함으로 폐수처리수량 을 감소함. - 치즈함유폐수를 스크린 을 통해 치즈회수.
Fuyang General Distillery (China)	신기술	폐수발생량 감소	투자: 1,097,000Yuan 알콜생산량 증가, 에너지 사용량 감소, 연 874,000Yuan 절감, 회수기간은 1.5년	Fuyang General Distillery는 증류잔사를 발효시켜 알콜, 메탄, 하이퍼 알부민을 생산하고 있으며 메탄은 자체의 연료로 사용하고 하이퍼 알부민은 마초로 판매함. 이 회사는 청정생산을 위한 감사결과 생산과 운영에 관한 102가지 제안 중 농축발효기술개발을 착수하여 알콜을 농축발효함.

PT Indah Kiat Pulp and Paper(PT IKPP)는 환경영향을 최소화 하기 위하여 청정생산 기술을 도입하였는데 예를 들어, Perawang 공 장에서는 폐수를 최소화하기 위해 펄프의 리그닌감소에 화학물질을 사용하는 대신 산소를 사용함으로써 배출수에서 화학적·생물학적 산소요구량을 감소시키고, 단계적(cascade) 시스템을 이용하여 펄프 건조 기계로부터 cooking 화학물질을 재회수함으로써 펄프 1톤당 23%의 물 소비량을 감소시키고 있다. 그리고 반출된 펄프에서 좋은 섬유를 회수하기 위한 섬유 재생 시스템으로 하루에 40톤을 회수하여 \$7,000의 이익을 얻고 있다.

3.2 목재 처리 산업에서 용수사용량과 유해폐기물 발생의 절감 (미국)⁴⁹⁾

Crown Wood(미국)는 환경적 이익과 비용을 감소를 위해 Total Quality Management(TQM)의 원리를 적용하였다. 1987년 Crown Wood는 'people involvement'의 향상을 위한 Quality Leadership Process를 수행하였는데 이를 통해 용수 사용량의 감소와 유해폐기물 발생의 감소를 이룰 수 있었다.

5명씩으로 이루어진 팀들이 구성되어 Quality Problem Solving 과 Statistical Process Control에 관한 16주 교육과정을 받았다. 교육을 마친 각 팀은 작업자의 안전, 품질, 비용 등 운전상의 문제점을 모색하였다. 이렇게 조직된 5개 팀에서 달성한 성과는 다음 표와 같다.

팀명	청정생산기술	폐기물 저감	비용절감	투자비용	회수기간
Hazardous Five	화학첨가제를 이용한 폐기물 분류	유해폐기물 54,000kg, 물 5.7백만 l	\$100,000	\$26,000	3개월
Millroom Madness	섬유판 조각 재 활용	섬유판 34톤	\$15,000	-	0
OOC/ Fineliners	불량접착제 제거로 불량패널 감소	2년간 8,000 panels	\$250,000	-	0
Mixups	대용량-저압 분무기 개발, 적용	도료 연간 51,000 l 절약	&137,448	\$21,350	2개월
Lay-down/ Roll-on Printing	도장공정 개선	도장과정의 오염물질 저감	\$200,000	-	0

자료원) UNEP(1994)

49) UNEP, *Cleaner Production in the Asia Pacific Economic Cooperation Region*, 1994.

"Hazardous Five"라 명명된 팀에서는 유해폐기물을 줄이기 위한 대안을 모색하였다. 조사결과 이 회사가 일년에 발생하는 유해폐기물의 양은 약 54,000kg이고 폐기물의 저장, 운송, 매립 비용은 \$93,299(200ℓ 드럼 당 \$367)라는 사실을 알게 되었다. 유해 폐기물과 무해한 폐기물의 흐름을 분석한 후 "Hazardous Five"는 고형물과 액체를 분리하기 위한 화학물질첨가방법을 제안하였다. 이 처리는 폐기물 흐름을 플랜트에서 재순환하기에 적당한 물과 매립해야 하는 무해 고형물의 두 가지로 분류하였다.

이를 기초로 Crown Wood의 고형폐기물 배출을 줄이기 위해 알루미늄 캔, 모든 종류의 종이, 물결모양의 보드 등에 대한 재활용 프로그램을 추진하였다. 이 결과 400톤 이상의 물결모양 보드와 트렉트 트레일러 8대 분량의 알루미늄캔이 재사용되었고 연간 물 사용량을 5,820,450ℓ 감소시켰다. 그리고 유해폐기물의 운송과 매립에 소요되는 비용을 연간 \$549로 감소시켰다.

또한 "Millroom Madness"팀은 스피커상자 제작과정에서 나오는 섬유판 조각들을 TV용 선반제작에 이용할 수 있도록 하는 공정변경을 통해 연간 \$15,000을 절약하고 있으며, "OOC/Fineliners"팀은 불량접착제의 제거를 통해 2년 동안 접착불량에 따른 불량패널 8,000개가 매립장으로 가는 것을 예방하였다.

"Mixups"팀은 1991년 "Pollution Prevention Program Challenge"에 따른 \$10,000의 지원자금을 이용하여 대용량-저압 분무기를 개발하여 도장공장에 적용함으로써 폐기물 저감에 따른 \$137,448의 원가 절감효과를 얻었다.

<부표 4> 청정생산 구축사례(펄프 및 제지산업)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
M/s Ashoka Pulp and Paper Mills (India)	공정개선 신기술	폐수의 섬유 손실 0.5톤감 소 COD 800Kg 감소 Kerosene 소비 540리터 감소	초기투자: 25,000달러 운영비: 15,000달러/년 순수익: 118,000달러/년 절약 회수기간 3개월	펄프분말을 감소하는 새로운 기술 적용, 경질의 roll을 부드 러운 강철 roll로 대체, 단일 felt를 더블 felt 시스템으로 변 경, 제지기계의 입구에 조절 을 위한 정확한 표시기 설치, dedusting에 대한 새로운 기술 적용
PT Indah Kiat Pulp and Paper (Indonesia)	원료대체 공정개선	에너지 절약 청정수 사용 절감 원료 절약 처리해야 할 방류수 감소	환경보호시스템 비용: 4,200만 달러 섬유재생시스템비용: 180만 달러 섬유 재생: 7,000달러/일	소화장치의 열 재생을 위한 시스템 이용, 펄프의 리그닌 감소에 표백제 보다 산소사용, 단계적 시스템인 펄프건조기 계에서 나오는 Cooking 화학 물질을 리사이클, 반출된 섬 유에서 좋은 섬유를 리사이클 하는 섬유재생시스템, 손실된 펄프분말을 다시 모아 재이용
Pyramids paper Mills (Egypt)	재활용 공정개선	50-20m³/톤의 용수소비 감소 부유물질이 19-48ppm으로 감소	용수감소: 155,000달러/년 원료감소: 55,000달러/년	새로운 티슈기계와 스톡제지 시스템을 용수소비 감소, 리사 이클링 증가, 유출수의 오염물 질 감소, 특별유출수 감소를 고려하여 설계함.
Beijing No.7 Paper Mill (China)	관리개선 공정개선	용수 30%감소 COD 36%감소 SS 46%감소	투자:1. 22,000Yuan (회수1.1년) 2. 50,000Yuan (회수4.3년) 3. 100,000Yuan (회수1년)	1. 파이프입구의 밸브 변경, 2. 에너지 소모를 줄이기 위해 표준 프레스roll 대신 홈이 있 는 프레스 roll을 사용, 3. 비 누형 rosin 보다 분산형 rosin 사용
St Regis Paper Co. Ltd. (United Kingdom)	공정개선 재활용	종이폐기물 감소	염소표백없이 깨끗 한 종이 제조 에너지 소비 작다. 유출 및 폐기물 처 분 부담 작다.	적당한 온도와 농도, 효율적인 기계 작동으로 종이를 파쇄하 여 펄프화하고 2단계의 탈잉 크과정으로 제지를 재활용하 고 장치에서 발생하는 물은 최대한으로 재활용.
Wood finishing / Thomson Crown Wood (USA)	신기술	유해폐기물 54,000kg 물 5.7백만 l 도장과정의 오 염물질 저감	5개의 팀에 투자된 비용: 47,350달러 총이익: 577,448달러/년 회수기간: 약 1개월	화학첨가제를 이용한 폐기물 분류, 섬유판 조각 재활용, 불 량접착제 제거로 불량패널 감 소, 대용량저압 분무기 개발, 적용, 도장공정 개선

4. 섬유

4.1 폴리에스테르 생산에서 폐기물의 감소(인도네시아)⁵⁰⁾

합성섬유(폴리에스테르)는 인도네시아의 섬유산업에서 중요한 부분을 차지하는데 폴리에스테르 생산의 첫 번째 단계는 원료물질-에틸렌 글리콜, 테레프탈린산, 첨가제, 촉매 포함-의 중합공정으로 인한 칩(chip)의 생산이다. 이 공정은 폐수처리장에서 처리되는 액상 폐기물과 RG-Residue라는 고형폐기물의 두 가지 형태의 폐기물을 발생한다. 청정생산 기술이 적용되기 전에 RG-Residue는 소각처리되었다. 공정을 위한 동력에는 7개의 보일러가 사용되는데 세 개는 디젤엔진에서 회수된 열을 이용하고 두 개는 산업용 디젤 오일, 하나는 천연가스, 나머지 하나는 디젤 연료를 사용한다.

P.T.TIFICO는 RG-Residue의 재사용, 산업용 디젤 오일을 천연가스로 대체, 산업용수의 재순환, 그리고 열 회수의 청정생산을 도입함으로써 공정효율성을 증가시켰다. 이전에는 하루 1.5톤의 RG-Residue가 소각로에서 처리되었는데 이러한 방법은 많은 비용과 대기오염물질을 발생시켰다. 이에 따라 RG-Residue를 카펫트 생산공정의 첨가제로 사용하는 방안을 마련하였다.

RG-Residue를 첨가제로 사용함에 따라 기존의 소각공정이 필요 없게 되었고 카펫트의 질도 향상되었다. 동시에 대기오염물질을 감소할 수 있었고 소각로의 연료를 절약하여 생산비용을 감소시킬 수 있었다. 또한 산업용 디젤오일을 사용하였던 보일러 1대를 천연가스로 대체함으로써 대기오염물질과 에너지 비용을 감소할 수 있었다. 천연가스의 사용은 초기 투자비가 \$673,700이었고 회수기간은 1.7년으로 전체적으로 연간 \$387,000의 이익을 얻었다.

50) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

P.T.TIFICO는 발생하는 액상폐수를 폐수처리장에서 활성슬러지법으로 10,000~12,000 ppm의 COD를 20-40ppm으로 낮추어 처리하였다. 이는 처리수 기준 200ppm을 만족하는 것으로 이중 약 32%의 처리수는 공정용수로 재사용함으로써 약 2,450L/min으로 용수 사용량을 감소시킬 수 있다. 또한 디젤엔진에서 나오는 폐열을 12톤/h의 스팀에 사용하고 있다.

4.2 반응염료를 이용한 셀룰로스 섬유의 cold pad batch 염색(오스트리아)⁵¹⁾

대부분의 오스트리아 섬유공장은 여전히 전통적인 염색방법을 사용하고 있는데 염료의 섬유 착색을 증가시키기 위하여 많은 종류의 화학물질과 온수 및 냉수를 사용하고 있다. 섬유 톤당 0.5kg의 염이 사용되고 100% 면직물의 전표백(prebleach) 과정은 적어도 8시간이 소요된다. 이 과정 다음으로 스팀, 압착, rolling을 거친 후 포장되어 운반된다.

두 공장에서 일주일에 20만kg의 직물을 처리하는 Australia Dyeing Company는 1992년 비용을 절감하고 생산량과 효율을 증진시키기 위한 구조조정 프로그램을 마련하였는데 이 프로그램은 염색방법의 변경과 환경영향 감소를 위한 방법을 고안하였다. 이로써 cold pad batch 염색법과 Cibacron C 염료 사용의 두 가지 새로운 공정이 도입되었다.

Cold pad batch 염색법은 환경친화적이면서 고율 염색법이다. 이 방법은 배출수의 염을 제거하고 용수와 에너지의 사용량과 배출수량을 감소시키고 또한 화학물질의 사용량을 절감하며 염료

51) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

Cibacron C의 배출수 색도 유발을 감소시킨다.

직물을 염색하는 padding 기계와 세정기계의 구입에 대한 비용 발생은 환경 개선에 의한 비용감소로 충당할 수 있으며 이를 통해 생산된 직물은 질감이 더욱 부드러우며 외형 색상이 일정하고 동일 색상의 넓은 직물을 생산할 수 있다. 이와 같이 Cold pad batch 염색법은 기존의 염색법과 비교하여 비용은 비슷하면서 질은 향상시킴으로 회사 이미지개선에 큰 도움을 주고 있다.

4.3 섬유염색에서 용수와 화학물질의 회수(태국)⁵²⁾

섬유염색 공정은 고온의 알칼리성 과산화수소와 첨가제를 사용하여 원료를 처리한 후 이를 다시 회석된 포름산으로 세척한다. 세척된 섬유는 염색, 세척, 건조과정을 거치게 된다. 그리고 마무리 공정으로 그리스 세정과 건조, 교정(curing), 광택(plating down), rolling up을 거치며 이 단계에서 송진(PVAC)과 유연제가 사용되고 어두운 색의 경우에는 염색후 고정과정이 추가된다.

공정수와 보일러수로 일일 775m³의 물을 소비하는 Chieng Sang 플랜트에서는 청정생산을 위하여 EVAC 진공 흡입 시스템을 설치하여 최종 화학물질을 재사용하도록 하고 있다. 이 시스템은 또한 화학물질의 분산(distribution)에도 영향을 미쳐 마무리 공정의 개선에 도움을 주고 있다. 재생된 용액은 깨끗한 용액과 혼합되어 재사용된다. 이 흡입 시스템으로 화학물질의 25%를 회수할 수 있다. 또한 Chieng Sang Industry 사는 색상을 보다 정확히 착색하기 위하여 전산화 된 스펙트로포토미터를 설치하였다. 이 장치는 염색 공정의 효율을 증진시키고 재염을 70% 감소하여 화학물질 소비를 20% 감소시켰고 동시

52) UNEP, *Cleaner Production in the Asia Pacific Economic Cooperation Region*, 1994.

에 폐기물 발생도 감소시켰다.

한편, 공정의 습식성 스팀은 응축기가 있는 스팀트랩으로 이동하는데 이 응축기($140\text{m}^3/\text{day}$)를 통한 물은 보일러로 보내어지고, 재생된 $30\text{m}^3/\text{day}$ 의 냉각수는 염색 공정에서 직물을 세정하는데 사용된다. 스팀 파이프의 설치는 약 1/5의 열 손실을 감소시켜 에너지를 절약하고 근로자의 안전을 증진시켜준다.

최근 미국에서 도입된 진공 시스템인 EVAC는 마무리 단계에 장착되어 섬유에 흡입된 과량의 화학 용액을 흡입한 후 이것을 재사용하기 위한 저장탱크로 이동시킨다. 그리고 정확한 색상 검사를 위하여 전산화된 스펙트로포토미터는 시료에서 반사되는 광을 측정된 후 기준색상과 비교측정하여 염색하기 전에 염료 용액을 설정함으로 재염색하는 일이 없도록 해준다. 마지막으로 스팀 트랩, 저장탱크, 그리고 파이프의 네트워크는 냉각수와 스팀 응축기의 오염을 예방한다. 이러한 노력으로 생산량의 증가, 화학물질, 용수, 연료의 절감, 오염부하와 폐수처리, 비용의 감소를 얻을 수 있다. 진공 시스템과 스펙트로포토미터의 사용으로 인한 비용 감소는 산정되지 않았으나 유입되는 화학물질을 절약할 수 있으며 응축기와 용수 재사용으로 인해 $140\text{m}^3/\text{day}$ 의 스팀 응축과 $30\text{m}^3/\text{day}$ 의 냉각수, 3%의 연료를 절약할 수 있다. 순이익은 284,400Baht/년이고 기본 자금은 100만Baht/년, 회수기간은 3.5년이다.

5. 화학

5.1 다우 케미컬⁵³⁾

다우케미컬(Dow Chemical)은 기업의 자발적 노력이 정부의 규

53) 이 사례는 이순실(1997)에서 인용한 것임.

〈부표 5〉 청정생산 구축사례(섬유산업)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
Century Textiles and Industries Ltd. (India)	원료대체	황산화물방류 감소 작업장의 황산 화물 악취제거	방류수처리시설 설치비 절약: 20,000달러와 운영 비 3,000달러/년 절약	염색공정에서 사용되는 황산나트륨을 가성소다로 대체함으로써 방류수 수질 개선
P.T.TIFICO (Indonesia)	원료대체	재사용:소각에 의한 대기오염 감소 물질대체: 대 기오염 및 에 너지비용 절약	1. 에너지절약 390달러/년, 인건비절약 1,100달러/년, 폐기물판매 5,530달러/년 2. 순수익 387,000달러/년 절약 회수기간 1.7년 (투자비용 637,700달러) 3. 순수익: 53,408달러/년 회수기간: 3개월 (투자비용 12,074달러) 4. 순수익: 601,843달러/년 회수기간: 1.84년 (투자비용 1,105,990달러)	폴리에스테르 생산의 폐 기물 감소를 위해 1. RG-Residue를 카펫 생 산의 첨가제로 재사용 2. 디젤오일을 천연가스로 대체 3. 산업용수를 32%의 처리 수를 공정수로 재이용 4. 디젤엔진의 폐열로 스 팀생산.
Australia Dyeing Company (Australia)	신기술	방류량 감소 방류수의 색도 가 저하 배출수의 염제 거	투자: 400,000달러 619,200달러/년 절약 회수기간: 8개월	cold pad batch dyeing 프 로세스: 환경친화적, 방류 수에서 소금을 제거, 물과 에너지의 저사용, 방류량 감소, Cibaron C dyes에 의한 방류수의 색도를 감 소시킴.
Qimica y Textiles Proquindus SACI (Chile)	공정개선 원료대체 관리개선 재활용	원료 및 에너 지사용 절약, 폐기물의 독성 감소, 제품의 양과 효율성 향상, 배출수의 황함 유 70% 이상 감소, 화학물질 방출 량 감소	투자: 1,850달러 연료사용량 36% 감소 용수사용량 50%감소 105,700달러/년 절약	스팀 트랩의 보수로 연료 사용감소, 세척기술의 변 화로 용수절약, 염색시 공 정관리 개선, 스팀누출의 보수, 거품이 적게 나는 세제 사용. 황을 함유한 고형계기물은 한 번 이상 재사용

<부표 5> 청정생산 구축사례(섬유산업)(계속)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
SEPAREM SpA (Italy)	신기술	액상폐기물의 제거에 의한 오염감소 에너지, 용수, 약품의 절약으 로 천연자원의 효율적 사용	기초투자: 2,556 백만Italian lire 운영비: 1,161.2Italian lire/m' 회수기간 1~2년	역삼투법 적용으로 폐수 (95%)를 회수함. 이 공정 은 1) 생물학적 처리 2) 물리화학적 처리 및 여과 3) 역삼투의 주요단계로 이루어짐.
Textile dyeing/ Chiang Sang Plant (Thiland)	재활용 공정개선	오염부하감소	기본투자비용: 100만 Baht/년 용수재사용: 91,800Baht/년 연료절약: 162,000Baht/년 폐수처리비용 절감: 30,600Baht/년 순이익: 284,400Baht/년 회수기간: 3.5년	EVAC진공흡입시스템을 설치하여 최종화학물질 재사용, 전산화된 스펙트 로포토메터의 설치를 통 해 염색공정의 효율을 증 진, 140m ³ /일의 스타를 증 축하여 용수로 재사용. 또 한 30m ³ /일의 냉각수를 재 사용, 3%의 연료 감소, 생 산물 증가, 화학물질, 수 연료의 절감, 폐수비용 절감

제보다 더 비용효과적이며 환경보호에도 기여한다는 생각 아래 다양
한 프로그램을 실시하고 있다. 이의 대표적 사례로 'WRAP(Waste
Reduction Always Pays)' 프로그램의 시행을 들 수 있다.

다우케미칼은 WRAP프로그램을 1986년부터 실시하였다. 이 프로
그램은 갑자기 생겨난 것은 아니며 사업장에서 이미 자발적으로 실
시해 오던 폐기물 감량 활동들을 지원해주기 위해 만들어졌다.
WRAP 프로그램은 성공적으로 추진되었는데 성공요인으로는 최고경
영자의 지원, 기업의 폐기물 감량선언, 인력 및 자본 확보, 근로자의
참여 등 크게 네 가지가 꼽히고 있다. WRAP 프로그램은 폐기물을
대기배출물질, 수질배출물질, 매립물질, 소각물질, 생물학적으로 처리
된 물질, 가치가 없어진 물질 등으로 정의하고 있다. WRAP 프로그
램의 목표로는 폐기물 감량 프로젝트 지원, 근로자의 폐기물 감량의
식 개발, 폐기물 감량 활동의 문서화 및 승인 등이 있다.

다우케미칼은 1986년에서 1989년에 걸쳐 42개의 WRAP 프로젝트에 약 6백만달러를 투자하였다. 그 결과 폐기물은 연 4만톤 감량하였다. 1992년 자료에 기초한 분석에 의하면 WRAP 프로젝트에 의한 투자수익율은 53%인 반면 정부의 규제에 의한 투자수익율은 -16%에 그쳤다. 이는 정부의 규제보다 기업의 자발적 참여가 보다 효과적임을 말해준다.

WRAP 프로그램의 대표적 사례로 캐나다 앨버타주의 'Fort Saskatchewan' 사업장을 들 수 있다. 이 사업장은 자가 발전량의 70%를 두 개의 90MW 천연가스 터빈을 통해 생산하고 있기 때문에 질소산화물 배출량이 많았다.

또한 이 사업장은 휘발성 유기화합물을 제조하고 있어 휘발성 유기화합물의 대기배출량도 많았다. 따라서 Fort Saskatchewan 사업장은 WRAP 프로그램을 통해 질소산화물과 휘발성 유기 화합물의 배출량을 감축시키는 데 주력하였으며 이 결과 1989년에서 1993년까지 대기오염 배출량이 약 40% 감소하였다. 또한 Fort Saskatchewan 사업장은 1994년부터 '수소 회수 프로젝트'를 수행하였다. 수소는 염소 및 부식성 소다 제조과정에서 다량 배출되었었다. 비록 수소가 환경에 부정적인 영향을 미치지 않는 않지만 수소는 스팀생산에 이용되는 천연가스를 대체할 수 있으므로 Fort Saskatchewan 사업장은 수소를 회수하여 사업장 발전소로 전송하였다. 그 결과 천연가스 사용량은 9%(4,000달러/일) 감량했으며 이산화탄소 배출량은 8% 줄어들었다. 이는 수소가스처럼 환경에 해를 미치지 않는 화학물질의 재사용을 통해서도 이산화탄소와 같은 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있다는 것을 보여주는 좋은 예이다. 이 외에도 Fort Saskatchewan 사업장은 'Off-the-River' 프로젝트를 통해 매일 1,800m³에 달하는 공업용수를 재활용하고 있으며 '이중 라이너'를 이용한 매립을 통해 토양오염을 사전에 예방하고 있다.

<부표 6> 청정생산 구축사례(화학산업)

업체(국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
Nikko Fine Products Co. Ltd. (Japan)	공정개선 재활용	폐기물 발생감소 배출가스가 두 번 재 소각 시설에서 완전히 연소되어 유해성 감소	니켈재생으로 750 Yens/kg 순수니 켈 이익	사용이 끝난 촉매로부터 니 켈 재생 및 리사이클 재생니켈을 스테인레스의 생산에 이용
Philipinas Kao, Inc. (Philippines)	재활용 신기술	COD가 높은 Glycerine의 재생 으로 수질오염 감 소	Glycerine 재생으로 P32,000/년 절약	oleochemical 공장인 이 회 사는 메틸에스테르와 글리 세린프로세스를 최적화하여 글리세린의 손실을 감소하 고 글리세롤 대신 글리세린 을 생산할 수 있는 메탄올 과 코코넛 오일반응프로세 스를 이용. 이렇게 손실감 소와 생산을 통한 글리세린 은 재생하여 폐수처리의 용 고제로 이용.
BCF3's penta-erythritol(PE) plant (China)	공정개선	용수 및 물질의 효율성 향상과 사 용량 감소	투자: 약 1,200달러 효율향상과 원료사 용량 감소로 3만달 러/년	원료의 양과 투입속도를 조 절하는 마이크로 컴퓨터 설 치, 냉동시스템 개선, 원심 분리기 수리, 펌프교체
The Beijing Yanshan Petrochem Refinery(RBY PC) (China)	재활용 공정개선 원료대체	솔벤트소비감소: 50톤/년 감소 증기소비: 44,000톤/년 감소 폐수 방류: 44,000톤/년 감소 COD: 90톤/년 감소	300만 RMB/년이익 회수기간 1. 1.85년 (투자: 300만RBM) 2. 1.79년 (투자: 25만RBM) 3. 63.0년 (투자: 4만RBM)	1. 불활성 가스를 이용하여 솔벤트 재생 2. safety gas의 솔벤트 재생 3. safety gas에서 솔벤트를 재생할 때 물 대신 유기 흡 수제 사용
Exxon Chemical America (USA)	관리개선	폐기물 감소: 1,500만 lb/년 솔벤트보존 솔벤트에 의한 대 기오염감소	투자: 5천-13천달러/탱크 회수기간 12개월	솔벤트의 증발손실을 줄이 기 위해 휘발성솔벤트 탱크 에 floating roofs 설치
삼성석유화학	공정개선 관리개선	폐수처리비용절감 Bio-gas(연료)발생 량 증대로 에너지 비용 절감 여과수 회수 용수 비용 절감 폐기물 발생량 감 소	1) 폐수처리비용절 감: 5.9억원/년 2) 에너지 비용 절 감: 4.9억원/년 3) 용수비용 절감: 0.84억원/년 * 순이익: 1.84억원/년	원수처리시 역세수를 침전 소에서 분리하여 여과수로 회수,사용하고 유류설비를 이용하여 유수분리기의 처 리수를 재분리, 배관개선 및 침전조의 재배치 등 폐 수처리장 설비 합리화, 인 입폐수물량 감소 및 폭기조 /침전조 운전부하량 합리화 에 따른 오키 발생 감소 Bio-gas 압축기의 배관 재 배치 및 Seal-Leg 수정으로 가스발생 증대

6. 솔벤트

6.1 자동차 수리센터에서 폐기물의 감소(뉴질랜드)⁵⁴⁾

자동차 수리센터에서의 주요 지출은 페인트 비용, 물질 제거비용, 그리고 고품폐기물 매립비용으로 발생한다. 그리고 도장에 사용되는 분무기의 비효율성으로 인해 페인트가 공기 중으로 방출될 때 작업자는 유해한 연무(fume)에 노출된다. .

뉴질랜드에 있는 Barry Mansfield Smash Repairs 회사는 연무로 인한 오염물질의 발생감소와 원료물질 사용량 및 폐기물 감소의 필요성을 인식하고 이에 따라 Respraying공정에서의 폐기물 감소, 수리시 장치를 세정하는 데 사용되는 물질 비용의 감소, 그리고 매립되는 폐기물의 부피감소를 위해 노력하였다.

보다 효율적인 대용량, 저압 분무기로 교체함으로 30-65% 정도의 더 많은 양의 페인트를 차에 닿게 함으로 페인트의 손실을 감소하였고 분무기를 세척하는 데 사용하는 용제는 용제정제회사를 통하여 재사용하였다. 그리고 스프레이 부스에는 솔벤트와 다량의 페인트가 대기 중으로 방출되는 것을 막기 위한 필터를 장치하였다. 이 필터를 교체하는 데 드는 많은 비용은 페인트가 감소됨에 따라 감소될 수 있었다. 이러한 새로운 분무기의 비용은 NZ\$2,400정도이며, 연간 페인트 절약비용 NZ\$6,000, 필터비용 절약액 NZ\$1,500을 고려하면 회수기간은 4달에 불과하다.

자동차는 수리시 몇 단계의 세정을 거치는데 작업자는 각 단계마다 terry towelling으로 된 걸레를 사용한다. 사용되는 걸레는 두 상자로 나누어져 약간 오염된 걸레는 가능한 한 재사용하도록 하고 있고 작업자가 사용하는 장갑은 재사용함으로써 그 비용을 절약하고

54) UNEP, *Cleaner Production in the Asia Pacific Economic Cooperation Region*, 1994.

있다. 플라스틱 범퍼는 다른 사업자에 의하여 수집되어 재활용되는데 버려진 고형물은 재사용되어 매립 비용을 감소시킬 뿐만 아니라 매립으로 인한 영향도 감소시킨다. 이에 따라 전체적인 매립고형폐기물의 부피는 45% 감소되었고 대기오염물질의 감소, 원료물질 구입의 감소, 매립되는 물질의 감소, 개선된 작업조건을 이룰 수 있었다.

7. 금속

7.1 전자제품 생산시 유해 폐기물의 감소(홍콩)⁵⁵⁾

PCB(printed circuit board)은 보통 PCB의 구리 배선에 주석/납 합금을 전착(electrodeposition)하여 생산한다. 이 합금 코팅은 에칭 공정에서 구리 회로를 보호하는 역할을 한다. 주석/납의 전착조에는 처리하기 어려운 30%의 유해 납과 fluoroborate성 폐기물이 포함되어 있다. 이에 따라 순수주석과 황화물성 도금으로 코팅하는 새로운 공정이 도입되었는데 이 공정으로 폐수내에 납과 fluororate가 감소하여 처리가 용이해졌다. 새로운 공정을 2년간 운전한 결과 상품질의 저하는 전혀 없었으며 다음과 같은 이익을 얻을 수 있었다:

- ▶ 폐수 내에 납과 fluororate가 감소
- ▶ 폐수처리의 용이
- ▶ 폐수처리 비용의 감소
- ▶ 초기 설치비용이 저렴
- ▶ 단지 주석/납의 전착과정이 순수주석과 황화합물성 도금으로 교체되는 것으로서 생산공정에는 전혀 영향을 주지 않음.

55) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

<부표 7> 청정생산 구축사례(솔벤트산업)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
(USA)	원료대체	50%의 원료감소 폐기 솔벤트 30-40%감소	투자: 없음 원료 및 폐기비용감소: 112,000달러/년	가구제작에 사용하는 잉크제조에 솔벤트 대신 물을 사용
F.C Meyer (USA)	원료대체 관리개선	90%의 폐수 감소 와 원료 비용 감소	재사용에 의한 폐기 비용의 감소로 인해 5,200-52,000달러/년 절감	세척단계의 폐수를 잉크 제조에 재사용함으로 최소한의 용수 사용
Thorn Jarnkonst AB (Sweden)	관리개선 공정개선 원료대체	대기방출 없음 유해폐기물 감소	투자: 43만US달러 46만US달러/년 이익 (페인트비용, 폐기비용, 인건비 등 포함) 회수기간 11개월	도장과정에 사용되는 솔벤트 대신 폴리머를 사용하는 Electrostatic powder painting 기술 도입.
Barry Mansfield Smash Repairs Ltd (New Zealand/)	관리개선 재활용	공기오염 감소 매립 폐기물 감소 개선된 작업조건	새로운 스프레이비용: 2,400NZ달러 페인트비용절약: 6,000NZ달러/년 필터비용절약: 1,500NZ달러/년 회수기간 4개월	도장분무기를 대용량, 저압력의 효율적인 것으로 교체, 청소용 비품의 재활용(걸레, 장갑 등), 자동차의 고품 폐기물의 재사용
American Enka Cornpany (USA)	공정개선 재활용	공급원료감소 폐기물 감소 처음 사용되는 (virgin) 솔벤트 요구량 및 감소 부담 감소	증류시설비용으로 초기투자: 7,500달러 운전비용: 5,600달러/년 원료감소비용: 9만달러/년 회수기간 1개월	증류장치를 이용하여 프로필기 알코올의 90% 재생
현대정공 (울산)	공정개선	용수사용량, 폐수 발생량, 6가 크롬 의 미사용으로 환경오염 예방	투자: 전처리, 전착공 정개선 비용: 1,650만 원 - 총 3,100만원 (1교대 기준) (용수량 감소: 110만원/ 년, 폐수량 감소: 1,858 만원/년, 약품소비량 감소: 11,275,200원/년)	폐수발생의 원인인 크롬 수세 공정의 개선을 위 해 환경팀이 환경영향에 대한 심각성 및 개선 동 기를 부여하고 생산기술 부는 도장기술에 대한 검토 및 공정개선, 생산 부는 발생폐수 변경에 따른 폐수처리 Flow를 개선하며 고려화학 및 품질관리실은 도장기술 검토 및 TEST를 담당.

순수주식에 의한 도금 비용이 주식/납에 의한 것보다 약간 비싸지만 이 차이는 수처리 비용의 감소로 그 차액을 충당할 수 있다. 주식/납 도금조를 순수주식 도금조로 교체하는 비용으로 초기에 투자된 금액은 약 \$1,730 이었고 정기적으로 보충되는 pre-dip 약품비용을 포함한 순수주식 도금의 비용은 연간 약 \$5,350 이상이다. 그러나 이 비용 또한 폐수처리비용의 저감으로 거의 충당할 수 있다.

<부표 8> 청정생산 구축사례(금속산업)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
Chartered Metal Industries Pte Ltd (Singapore)	신기술	효율적인 대기 관리와 배출감 소	투자: 18만달러 전체 8.7만달러/년 (에너지 및 유지비 절약) 회수기간 2년	알루미늄 분자의 유동판을 이용 한 가스처리
FSM Sosnowiec (Poland)	공정개선	chromic acid 80%, 구리 95%, 시안 80%, 니켈 98%, 아연 96%, 폐수 93%감소	투자: 36,000달러 약 93,000달러/년 회수기간: 2개월	세척시스템 개선, 순환형세척에 서 고정식 세척으로 변경, 마지막 세척탱크에 용수의 리사이클과 원료재생을 위한 철재 교환기등 을 설치.
Arcellasco d'Erba(co) (Italy)	공정개선	슬러지 95%감소 거의 완전한 재 생에 의해 화학 약품소비 90% 감소	투자: 31,800만 Lit 전체 35,600만 Lit/ 년절약 (원료비, 에너지 및 용수비, 슬러지 기비용 등 포함) 회수기간 11개월	예열시스템을 closed-loop heat로 대체 pickling과 phosphating 처리 후에 cascade형 세척을 도입. 마지막 세척은 이온교환과 역삼투에 의 해 재생된 순환수 이용
Galco (Tanzania)	관리개선 공정개선	폐기물 감소 작업환경 개선 암모니아 방출 40% 감소 이에 따라 오염 관리시스템 설 치할 필요 없음	투자: 1,547달러 700달러/년 회수기간 2년	galvanising에 암모니아 증기배기 장치 설치, 염화암모니아의 주입 조정, Self-locking 밸브 장착, 증 기 회수라인 설치, 염화암모니아 와 염화아연을 사용하는 wet process로 변경.

〈부표 8〉 청정생산 구축사례(금속산업)(계속)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
PCB 생산회사 (Hong Kong)	신기술	폐수중 납과 fluoroborater의 감소 폐수처리가 용 이해지고 비용 이 절감됨 초기투자비용 이 저렴함	순수주석도금조 교 체비용 1,730달러 약품비용; 5,350달러 순수주석의 비용이 고가이나 폐수처리 비용으로 차액충당 할 수 있음	전자제품 생산시 유해폐기물의 감소를 위해 순수주석과 황화물 성 도금을 코팅에 사용. 이것은 폐수의 납과 fluoroborater를 제거 하여 처리가 쉽도록 함.
Whyco chromium (USA)	공정개선	시안사용량 70% 이상 감 소 오염물질 감소, 폐기물 처분 비용감소	제조원가 및 인건비 절감, 폐기물 처리비 용 감소, 시안사용량 절약	자동차 부품의 마감공정에 사용 되는 시안용액에 의한 환경문제 해결을 위해 Whykore III 도금공 정을 개발, 스크류 도금과정에서 형성되는 강철 스크류의 산화물 스케일제거에 시안용액 대신 기 제적인 스케일 제거장치를 이용 하여 시안사용을 줄임.
조난처리 센터 (Japan)	신기술 재활용	폐액 내의 시 안분해, 슬러 지 발생량 감 소, 연료소비 감소로 이산화 탄소 발생량 낮음.	금속성분을 회수할 수 있음 연료소비량 절감, 운영경비 저렴	도금욕에서 발생하는 탄산소다 혹은 시안화물의 처리를 위해 열 가수분해기술 개발. 가성소다 큰 재 하에서 시안폐액을 210℃, 20 기압에서 처리하면 암모니아와 아세트산염 및 금속침전물을 형 성하여 1ppm 미만으로 무해화됨.
한국도금 회사	재활용 공정개선	폐수량 감소 및 크롬에 의 한 오염감소	농축장치, 이온교환 수지, 자동주입기 등 의 기초투자: 3억 크롬회수·재이용으 로 월 1,860만원 절 약, 폐수처리비용의 절감으로 월 1,000만 원 절약	- 도금공정의 3가 크롬을 6가 크 롬으로 환원하여 재사용함. - 마지막 수세를 샤워방식으로 변 경하여 용수량을 줄이고 발생한 폐액은 이온교환수지를 통해 불 순물을 제거하여 다시 사용함.
IONSEP Corporatio n, Inc.	신기술	유해폐기물의 감소	운전비용: 2,372달러, 초기투자: 25,000달러, 순이익: 4,328달러 회수기간: 6.9년	양극산화처리 bath solution의 금속이온농도를 낮게 유지하는 전 자투석프로세스 적용. 이 프로세 스는 양극산화처리에 영향을 미 치지 않고 저 농도의 금속이온을 유지함으로 bath solution의 수명 을 연장함.

8. Biotechnology

8.1 면직물 염색의 효소표백 정화 (덴마크)⁵⁶⁾

원래 갈색 빛을 띠는 면직물은 주로 과산화수소에 의해 표백된다. 표백화학약품의 제거는 염색 전에 제거되거나 아니면 표백과 염색이 서로 상호반응하여 이루어질 수 있다. 표백물질을 제거하는 전통적 방법은 물로 여러 번 세척하거나 환원약품으로 표백약품을 중화하는 식으로 이루어졌다. 이러한 방법에는 많은 세척용수가 필요하고 따라서 폐수량도 직물 1Kg 당 40L이상으로 많이 배출되었다. 이에 따라 1년에 1,500톤을 염색하는 Skjern Tricotage-Farveri은 효소처리 of 경제적 및 환경적 분석을 면밀히 수행하였다.

Skjern Tricotage-Farveri는 1994년에 표백제를 제거하는 데 사용 하였던 Thiosulfate를 Terminox Ultra로 교체하였다. Terminox Ultra는 산업효소와 인슐린의 세계적 공급업체인 Novo Nordisk에 의해 제조되고 판매되는데 이 회사는 여러 가지 다른 의약품과 생물공학 생산품을 제조하는 업체로서 11,600명의 사람을 고용하고 있으며 본사는 덴마크에 있다. Terminox Ultra로 불리는 효소에 의한 전처리를 포함하는 새로운 공정은 표백과 염색의 중간단계인 표백제 제거에 필요한 물과 에너지의 소비량을 현저하게 감소할 수 있었다. 그리고 잔류 과산화수소는 약품을 사용하였던 그 전의 방법들보다 더욱 효과적으로 중화되었다. 효소에 의한 과산화수소의 산물은 산소가스와 물이고 효소자체는 100% 생물분해성 단백질이다. Termonox Ultra는 카탈라이제로서 발효공정에 의해서 생산되고 10-15분만에 과산화수소를 완전히 분해할 수 있다. Skjern Tricotage-Farveri가 원래의 티오황산염을 Terminox Ultra로 교체하는 데는 별다른 장치를

56) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

필요로 하지 않으며 기존의 장치가 그대로 사용될 수 있고 이러한 물질대체로 연간 2,780GJ의 에너지, 160t의 이산화탄소 방출, 13500m³의 용수, 70,800m³ 천연가스와, 그리고 약15-30US\$/tonfabric을 절약하였다.

티오황산염이 과산화수소와 효율적으로 반응하기 위해서 높은 온도가 필요한 반면 효소 Terminox Ultra는 그리 높은 온도를 요하지 않는다. 또한 Terminox Ultra는 물 소비량 감소, 에너지소비 감소, 공정시간 감소, 용이한 운전 및 조절의 장점을 가지고 있다.

공정들간의 비교

	공정 (직물 1Kg당)	
	환원제	Terminox Ultra
물	19리터	10리터
에너지	1.9MJ	0.04MJ
환원제	8.5g	-
Terminox Ultra10L	-	3.5g
Processing time	105min	50min

9. 호텔

9.1 Guestline Days호텔(인도)⁵⁷⁾

Mahiudra & Mahiudra사의 소유인 인도 Tirupati의 Guestline Days호텔은 141개의 객실과 두 개의 레스토랑, 헬스클럽, 회의실, 비지니스센터를 보유하고 있는데 이 호텔은 우수를 집수하여 여러 가지 용도로 사용하고 있다.

57) UNEP, International Cleaner Production Information Clearinghouse Diskette Version 3.0 (ICPIC-DV 3.0), 1997.

<부표 9> 청정생산 구축사례(생물학적 방법)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
Skjern Tricotage-Far ver (Denmark)	원료대체	CO2 방출 160t감 소, 에너지 2,780GJ, 용수 1,3500m ³ 천연가스 70,800 m ³ 절약	기존장치를 이용함 으로 새로운 비용투 자없음 Terminox Ultra로의 전환으로 15-30US\$/ton fabric 절약	면직물 표백제인 Terminox Ultra라고 불리는 효소를 티 오황산염대신 사용함으로 과산화수소의 효과적인 중 화를 얻을 수 있음. 과산화 수소의 산물은 물과 산소이 고 Terminox Ultra효소는 100% 생분해성 단백질임.
TME, Institute for Applied Environmental Economics (Netherlands)	원료대체	환경오염 감소, 경석사용 감소 수질개선, 수 중 의 경석 없음	없음 기계손상 감소, 의 복손상감소, 기계생 산을 증가, 경석 사 용의 노동력 감소	청의복(denim Garmerd)의 부분탈색에 경석을 사용하 는 대신 셀룰로오즈의 효소 사용.
Cotton Technological Research Laboratory(CT RL) (India)	재활용	섬유분진의 폐기 물 감소	프로젝트(공정개발) 의 투자비용은: 34 만 rupees 바이오가스 12,000 m ³ /year생산: 63,412 rupees 비료 24톤/year생산: 2,400rupees	발생하는 섬유분진을 바이 로 가스로 변환하여 LPG의 사용을 감소함, 또한 발효 에 의한 부산물은 좋은 비 료로 사용됨.
British Sugar plc (United Kingdom))	신기술	하수의 처리효율 증가	투자: 750,000파운드 하수비용: 26,000파운드/년절약 전기요금: 8,000파운드/년절약 메탄가스 재생이득: 25,000파운드/년 회수기간 12년	사탕무 시설에서 배출되는 COD가 높은 폐수의 호기성 처리에 혐기성 처리를 추가 함으로 혐기성 처리에서 발 생하는 메탄가스를 재생하 여 동물사료용 펄프의 건조 열 연료로 이용함.
Globe Export Fisheries Ltd. (New Zealand)	재활용	폐기에 의한 환경 영향 감소 Biogro organic label 획득	회수기간 4년-6년부 산물 판매: 15,000달러/월 이윤 가능 바이오가스에 의한 에너지 감소: 65,000달러/년 절약 폐기비용: 20,000달러/년 절약	생선가공업에 의한 발생물 을 혐기성 소화법으로 처리 함으로 메탄과 고체상 및 액체상 비료를 얻을 수 있 음. 메탄은 소화에 필요한 열과 공장의 중앙열, 용수 가열에 이용됨.

처리하지 않은 우수로는 화장실수로 사용하고 여과, 염소처리, 자외선여과처리를 한 우수는 요리나 음료수로 사용한다. 그리고 공기와 물의 작용을 이용한 Hydro-pneumatic ring system은 각 화장실

의 용수조절밸브를 조정하여 물의 분출을 조절한다. 화장실 및 욕리실, 세탁소에서 배출되는 폐수는 침사조(grit chamber)에서 유성물질과 무거운 물질이 제거되어 폭기조로 들어간다. 폭기조에서는 표백분, 염화제2철, 황산구리가 주입되어 처리되고 이 처리수는 다시 다중여과처리를 거친 후 저장탱크로 흘러 들어간다. 이 처리수는 주로 호텔의 정원이나 분수에 이용되고 남는 것은 지역의 농업용수로 사용한다. 또한 Guestline Days호텔의 모든 객실에는 마스터 스위치가 있어서 외출 시에 이 스위치를 모두 끄도록 되어있고 태양 조절막을 직사일광이 들어오는 공공장소의 모든 창에 설치하여 공기조절에 드는 비용을 절약하고 다른 제광장치와 함께 절전형 전구를 공공장소에 설치하였다. 또한 플라스틱 접시와 컵을 생물분해가 가능한 재료로 만들어져 폐기가 용이한 용기로 대체하였다.

음식쓰레기와 같이 젖은 쓰레기는 비료로 사용하고 남는 것은 지역 농촌에 판매하여 월 \$39의 수익을 얻고 있다. 공기조절장치는 재활용이 가능한 필터를 사용하고 사무용 종이는 재활용지를 사용하며 남은 주스와 와인은 세정약품으로 사용되는 초산을 만드는데 사용한다. 그리고 1991년 호텔이 세워질 때 사용되었던 목재는 호텔로 들어가는 길에 있는 묘목의 울타리를 만드는데 활용하였다.

공급자에 의해 수거되지 않는 신문, 병 등은 재활용업자에게 판매하고 오래된 린넨은 청소용 걸레로 사용한다. Guestline Days호텔은 재사용과 리사이클을 위해 그들의 포장용품(packing)을 다시 구입 회수하는 공급업체를 선정하려고 노력하였고 그 지역의 제품을 선호하였는데 이러한 노력은 장거리 운송으로 인한 오염발생을 감소시켰다. 보일러는 이산화탄소 방출 3.5%이하, 산소 13%이상으로 유지되도록 운전하고 공기조절장치의 냉각제는 CFC보다 환경친화적인 lithium bromide를 사용하며 기존의 halon 소화기도 환경친화적인 halon 1211로 대체하였다. 현재는 교통공해에 관한 프로그램이 진행중인데 이는 호텔 운영진들에게 car-pool과 자전거의 이용을 권하고

있으며 호텔투숙객들에게도 자전거를 대여하고 있다. 또한 다음과 같은 내용을 담은 "water shame"을 각 객실에 게시하여 투숙객들에게 물질절약을 상기시키고 있다.

"The way some people waste water! They wouldn't if they knew a few water facts. Brushing teeth with an open tap uses 33liters, a closed tap uses 1liter. A shower bath uses 100liters of water, a bucket bath uses 18 liters"

모든 방에 비치한 일반정보 pack에는 "save the planet"의 편지도 포함되어 있는데 이것은 Guestline Days호텔의 환경방침을 간략 설명하고 있으며 투숙객들로 하여금 물을 아껴 쓰고, 또 외출 시 반드시 전력 공급 마스터 스위치를 끄도록 부탁하고 있다.

Guestline Days호텔은 hydro-pneumatic ring system의 도입으로 물 소모량을 12리터/flush에서 8리터/flush로 감소하였고 연간 365,000리터(39달러)를 절약하고 있다. 그리고 하루에 150,000리터를 리사이클함으로써 연간 1,585달러와 2,815kw/년의 전기절약으로 2,409달러를 절약할 수 있다. 또한 신문, 병, 캔 등을 재활용업자에게 판매함으로 월 43달러의 수입을 얻고 있다.

10. 기타

10.1 냉각제의 리사이클과 기계에서 발생하는 기름성분 폐수의 처리(멕시코)⁵⁸⁾

Industrias Fronterizas CMI SA de CV는 다양한 엔진 생산에 사용되는 기계를 작동할 때 수용성 냉각제를 사용하는데 이 냉각제는

58) UNEP, *Cleaner Production in the Asia Pacific Economic Cooperation Region*, 1994.

주로 재사용된다. 그러나 이 리사이클링 시스템에서 냉각제의 기름 성분을 제거하는 데에는 많은 어려움이 있고 또한 냉각제는 높은 전기전도도를 가지고 있어서 기계고장을 자주 유발하였다.

<부표 10> 청정생산 구축사례(호텔)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
The Hotel Nikko (Hong Kong)	관리개선 원료대체 재활용 신기술	용수사용량 16%감소로 인 한 하수배출량 감소	Key card system의 스 위치 설치비: 21US달러 /unit 용수관리시스템: 용수 및 연료감소로 2,412US달러/월 절약 (회수기간 30개월) 가스소비 11%감소로 6%/년 감소 keycard 시스템으로 0.3US달러/일.실 절약	물의 일정한 흐름과 수온의 변동이 없는 용수관리시스 템 설치. Keycard 시스템 이용. 가스장치의 재조정으로 효 율 증가.
The Budapest Hilton (Hungary)	관리개선 재활용	폐기물 부피 30%이상 감소 low water cycle 운전으 로 폐기물, 세 탁세제, 방류 량 감소	폐기물압축기 구입비: 1 만달러 폐기물 압축기 회수기 간: 1년 절전형 전구사용으로 40,000달러/년 절약	low water cycle의 세척기계 사용. 화장실에 low flush의 설비. 폐지, 금속캔 등 수집, 분 리, 판매. 에너지 및 용수절약용 Tent cards를 각방에 설치. 절전형전등 설치.
The Hotel Guestline Days (India)	관리개선 재활용	폐기물 발생 감소 용수량 절약	hydro-pneumatic ring 시 스템에 의한 용수절약 으로 39달러/년 절약 용수리사이클링으로 1,585달러/년 절약 2,815kw/년의 절전으로 2,409달러/년 절약 신문, 병 등의 폐품 판 매로 43달러/월 이익	각 화장실마다 조절밸브로 움직이는 hydro-pneumatic ring system도입. 객실, 부엌, 세탁소의 폐수 는 처리하여 호텔의 정원이 나 분수로 이용. 젖은 쓰레기는 비료 또는 지역 농장과 관련공급업체 에게 판매. 냉난방기의 냉각제로 CFC 보다 친화적인 lithium bromide를 사용하고 소화기 도 환경친화적인 holon1211 로교체.

<부표 10> 청정생산 구축사례(호텔)(계속)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
Hotel Inter-Continental (Keyna)	관리개선 원료대체	폐기 액체 냉각기를 열교환기로 재사용함으로써 CO2와 아황산 가스 방출감소 twin speed 모터의 보일러의 낮은 속도운전으로 60%의 소음감소	축전기 구입: 28.5천달러 열교환기 교체비: 40천달러 냉각기의 열교환기 전환비용: 2천달러 연료소비량 감소로 34천달러/년 절약 twin speed 모터 보일러의 낮은 속도운전에 의한 절전: 8.4천달러/년 절약	냉각기를 환경친화적인 R-134(HFC-134a) 냉각기로 교체하고 구 냉각기를 열교환기로 전환함. 축전기 구입으로 Power factor를 증가.
Phuket Yacht Club (Thailand)	관리개선 원료대체 재활용	40m ³ -70m ³ 의 용수 절약 자연보존에 대한 카드를 게시함으로써 25%세탁물의 감소 폐기물 감소	6%의 절전: 1,056달러 절약 폐기물 리사이클링으로 인한 수입: 32-48달러/년	생물학적 처리 Bio-Bag에 의한 처리수를 정원에 이용, 온수를 위한 에너지를 사용을 최소화하기 위해 수도용수의 50°C유지함으로써 에너지의 효율적 이용, 재활용품의 수집/분류/판매, 환경보호카드게시.

Secretariat for Social Development(SEDESOL)와 Texas Natural Resource Conservation Commission (TNRCC)의 협력으로 수행되는 Permanent Pollution Prevention Program에 따라, TNRCC의 Site Assistance team이 CMI를 방문하여 오염 방지를 위한 가능성을 확인하고 CMI에 그들 프로그램의 프레임워크를 적용하였다. 결과 이 팀은 바닥 청소에서 사용되는 세제가 냉각제를 오염시킨다는 것을 확인하였다. 이 세제는 고농도의 인산 세제로 높은 전기전도도를 발생하고 tramp 오일을 물에서 유화시켰다. 이러한 문제로 인해 기존의 세제를 계면활성제로 대체하였는데 이로써 냉각제 리사이클링 시스템을 보다 효율적으로 운영할 수 있었다. 기름성분의 폐수는 한외여과(ultrafiltration)장치에서 물과 기름성분으로 분리되었으며 깨끗한 물은 방출하고 오일폐수는 연료 혼합(fuel-blending) 운전에서 사용할 수

있도록 하였다. 또한 오염방지 팀은 장치에서 기름이 누출되어 냉각수 시스템으로 들어가는 것을 수리하고 유지하기 위한 프로그램을 개발하였다. 현재 사용되는 계면활성제는 HazClean-BT로, Delta-Omega Technologies LTD에서 생산한다. 이 계면활성제는 기름을 유화하지 않고 표면으로 분리한다. 따라서 tramp 오일은 한외여과 장치를 이용하여 물에서 분리될 수 있다. 새로운 공정도입으로 CMI는 냉각수의 심각한 문제를 해결하였으며 기계고장의 손실을 막고 냉각수 사용량과 폐수 발생량을 감소시켜 많은 비용을 감소시켰다. 물에서 분리된 오일은 연간 4백만 리터이다. 냉각수 사용량의 감소로 연간 26,000달러를 절약하였으며 냉각수로 인한 기계고장의 감소로 280,000달러의 비용을 절약할 수 있었다. 그리고 오일 폐수의 매립 비용으로 소요되었던 하루 3,100달러와 폐수발생량의 감소로 인한 62,000달러의 비용을 절약할 수 있었다.

10.2 사진 산업에서 용수와 폐기물의 재사용(캐나다)⁵⁹⁾

많은 물을 필요로 하는 사진현상 산업은 그 동안 여러 번의 화학물질의 배출과 오염 문제를 야기시켰었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Altech Technology system사는 시스템 크리스탈(System Crystal)을 설계하였는데 이 시스템은 폐쇄 회로 시스템으로 캐나다의 가장 큰 사진 현상회사인 Black Photo사의 물을 정화하여 재사용하고 사진 폐기물을 재사용하도록 하였다. 이 회사는 일일 265,000L의 폐수를 방출하였으나 현재는 폐쇄 회로 시스템으로 일일 750L의 폐수를 발생하고 있다.

시스템 크리스탈은 Aqua-Flo, Chemicharge, Chemnet의 세 가지

59) UNEP, *Cleaner Production in the Asia Pacific Economic Cooperation Region*, 1994.

주요 공정으로 구성되어 있다. Aqua-Flo는 폐쇄 회로 수처리 시스템으로, 물의 살균과 막분리 기술을 통하여 공정수 사용량의 97%를 감소시키고 Chemicharge는 공정에 사용되는 화학물질의 분석 및 처리 단계로서, 사진현상에 사용되는 화학물질의 90% 이상을 재생하여 사용하도록 한다. 마지막 Chemnet은 혼합된 사진 화학물질에서 물을 회수하기 위한 진공 증류장치로, 소량의 유해폐기물만 발생시켜 매립하도록 한다. 이 시스템을 통해 하수 배출의 제거, 용수 소비의 감소, 재생과 재사용을 통한 화학물질 사용의 감소, 사진 현상 산업에서 폐기물 관리를 위한 새로운 기준 설정을 이룰 수 있었다.

10.3 S. C. Johnson Wax⁶⁰⁾

12,500명의 근로자를 고용하고 있고 5천만 달러의 수입(1997년)을 얻고 있는 S.C. Jonhon Wax의 최고경영자인 Sam Johnson은 자발적으로 1975년에 그들이 생산하는 Aerosol의 CFC를 사용하지 않을 것을 최초로 발표하였다. 1990년에 설립된 이 회사는 환경관리프로그램과 장기적 목표를 제품과 공정의 지속적인 환경개선에 맞추어 세웠다. 이렇게 세운 목표는 달성되었고 동시에 1990년에서 1995년 동안 50% 이상의 제품증가를 이루었다. 하지만 무엇보다도 가장 주목할 만한 발전은 제품과 공정에 있어서 폐기물 감소와 방지를 통해 환경적 및 경제적인 면에서 효과적인 성과를 거두었다는 것이다.

이들은 1990년부터 1995년까지, 이어서 1995년-2000년까지의 목표와 계획을 세워놓고 꾸준한 노력을 기울이고 있다. 먼저 1990부터 1995년까지의 목표를 살펴보면 다음과 같다.

- 재활용이 아닌 새로운 원료의 사용을 1995년까지 20% 감소한다.
- 수질 및 대기오염물질, 고형폐기물의 전체배출량을 1995년까지

60) <http://www.wbcds.ch/eedata/SCJ.htm>

50% 감소한다.

- VOC사용량을 2000년까지 25% 감소한다.

S.C. Johnson은 1995년까지 재활용이 아닌 새로운 원료의 사용을 25%의 목표치보다 더 많은 26.8% 초과 달성하였고 수질 및 대기오염물질, 고형폐기물의 전체배출량은 50%의 목표치에 약간 못 미치는 46.7%를 감소하였으며 VOC사용량은 1995년까지 16.5%를 감소하였다. S.C. Jonhon은 1995년의 목표를 성취한 후 1995년부터 2000년까지의 새로운 목표를 다음과 같이 세웠다.

- 재활용이 아닌 새로운 원료의 사용을 2000년까지 30% 추가 감소한다,
- 대기 및 수질오염물질과 고형물질의 전체배출량을 1995년을 기준으로 25%감소한다.
- VOC 사용에 대한 25%의 목표치를 완전히 성취한다.
- 생산에 비례하는 에너지 사용은 1995년을 기준으로 15% 감소한다.
- 제품 및 공정상의 위험 평가를 위한 성분독성의 데이터베이스를 확장한다.
- Eco-efficient 관리시스템을 구축한다.
- 지역적 및 세계적으로 개방적인 정보교환을 계속 유지한다.

1998년까지 대기 및 수질오염물질, 폐기물의 전체배출량은 1995년을 기준으로 5%를 추가달성하였고 생산은 1995년부터 1998년까지 11%가 증가하였다. VOC 사용은 1990년 기준으로 24%감소하였고 에너지 사용량은 1995년 기준 그대로 유지되었다.

S.C. Jonhon은 독성에 관한 데이터베이스의 확장에도 현저한 진전을 이루었고 새로운 Eco-efficiency를 제품구상 및 디자인 공정에 적용하기 위해 STEP(Success Through Environmental Progress)기구

를 전산화하였다. 이러한 Eco-efficiency 노력으로 이 회사는 막대한 부채를 갚을 수 있었고 1992년부터 제거해 온 폐기물의 양은 42,000만 파운드에 달하고 이를 통해 125백만 달러를 절약할 수 있었다.

Eco-efficiency를 적용한 제품의 제품실례를 들어보면 먼저 Glade candles을 들 수 있는데 이 제품은 유리 용기의 무게를 7% 가벼운 것을 사용하므로 양초의 크기는 변함없이 전체무게를 6% 감소시켰다. 이로 인해 선적량을 증가할 수 있었고 원료사용도 1,536톤을 줄임으로써 3,632달러의 비용을 절약할 수 있었다. 그리고 솔벤트 사용을 감소한 "VECTRA"는 S.C. Jonhon이 개발한 것으로 Cleaner와 Stripper에 적은 양의 솔벤트를 사용할 수 있도록 하기 위한 것이다.

이를 통해 VOC의 사용이 42% 감소했고(150톤) 전체 원료비용이 2% 감소하였다. 마지막 사례는 S.C. Johnson의 새로운 설비 구조에 DfE(Design for Eco-Efficiency)를 적용한 사례로서 이들의 새로운 NA Profssional 제조설비는 에너지효율성에 관한 가이드라인을 준수하도록, 동시에 폐기 및 노후화를 예방할 수 있도록 디자인되었다. 이렇게 디자인 된 설비로써 이들은 연간 492,000달러를 절약할 수 있었다. S.C. Johnson은 이상과 같은 환경목표 달성의 진전을 green ethic, 우수한 사업경영, 사원들의 협력이 복합된 결과라고 보고 있다. 폐기물 방지 및 감소가 비용절약의 기회가 됨에 따라 기업은 Eco-efficiency를 제품개발공정에 구축하였고 환경적 요소를 새로운 제품개발프로그램에 통합시켰다. 이러한 노력은 많은 환경적 개선을 가져왔고 지속적인 목표설정으로 지속적인 변화발전을 이룩하였다. 이러한 방침에 따라 꾸준히 노력해 온 이 회사는 전체 42,000만 파운드의 폐기물을 감소시켰고 12,500만달러의 비용을 절약하였다고 보고 되고 있다.

<부표 11> 청정생산 구축사례(기타)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
시멘트/ Dezhou Heat and Power Plant (DHPP) (China)	신기술	fly ash에 의한 영향 감소	투자비용: 5,937,100yuan RMB Y 총 8,819,300yuan RMB Y 이익 회수기간 2.70년 268,000kWh의 전기절약 33,000톤의 강도 높은 시멘트 추가 생산	공기에 의한 운반 시 스템(pneumatic conveyer system)으로 fly ash처리. 4031톤의 먼지 및 폐 기물을 재생.
철강/ Ostrowiec' Steelworks (Poland)	공정개선	슬러지 45%감소 유기솔벤트 75% 감소	스프레이비용: 17.8천달러 airless spray: 38.500천 달러/년 절약 회수기간 1.5개월 pressure atomized electrostatic spray: 39.4 천달러/년 절약 회수기간 4개월	효율적인 스프레이로 교체: airless spray pressure atomized electrostatic spray사용.
Automovile component manufacture / Industrias Fronterizas CMI SA de CV (Mexico)	재활용 원료대체	폐수발생량 감소	냉각수 사용량의 감소: 26,000달러/년 절약, 냉각수로 인한 기계고 장 감소: 280,000달러 절약 한외여과장치로 오일페 수매립비용 3,100달러/ 일 절약 폐수발생량 감소로 62,000달러/월 절약	바닥청소용의 인산세 제를 계면활성제로 대 체하여 냉각수 재활용. 기름 성분의 폐수는 한외여과장치 통해 분 리하여 오일폐수는 연 료 혼합(fuel-blending) 작동에 사용
Photofinishing / Altech Technology System Inc. (Canada)	공정개선	하수배출의 제거 재생과 재사용을 통한 화학물질 사용의 감소 사진 현상 산업 의 폐기물 관리 를 위한 새로운 기준 설정	물소비량 감소: 1990-1993년간 CS140,000 절약(173백 만리터) 화학물질사용에 대한 비용 절약	① Aqua-Flo: 폐쇄회로 수처리시스템으로 물 의 살균과 막분리기술 을 통해 공정수량의 감소 ② Chemicharge: 공정화학물질 분석과 처리단계로 사진현상 에 사용되는 화학물질 의 재생사용도록함 ③ Chemmet: 혼합된 사진 화학물질에서 물을 회 수하기 위한 진공 증 류장치

<부표 11> 청정생산 구축사례(기타)(계속)

업체 (국가)	청정생산 원리	환경적효익	경제성	기술내용
Latex and rubber / Golden Hope Plantations Berhad (Malaysia)	공정개선	BOD와 COD가 90-95% 증가 배출수가 없음 SS감소	기본투자: 355,600 ringgits/년 처리비절감: 25,920ringgits/년 공정수절감: 38,880ringgits/년 전체: 64,800ringgits/년 절감 회수기간: 5.5년	정화속도의 최대화를 위한 이중 정화장치 용집입자의 산화증진을 위한 폐쇄회로식 혼합, 여과 시 단계적인 폭기로 용존 산소 증가, 운전이 용이하고 비교적 비용이 저렴
Agriculture / Charles I.F.E (Australia)	신기술	폐지사용폐기물 매립 필요 없음	기본투자: 180만달러Aus/년 운전비용: 2,500\$Aus/년 전기절약 10만\$Aus/년 비료판매(Perma Fert): 30만\$Aus/년 순이익: 397,500\$Aus/년 회수기간: 5년	고형물의 농축과 biogas 생산을 위한 고율의 용존공기부상장치, Perma Fert라는 유기성 soil개선을 위한 그릿을 지역 농부에게 판매, 고율용존공기부상장치의 분리용수를 재사용, biogas를 전력으로 전환,
삼성중공업 거제조선소	공정개선	용접흙의 발생 농도감소	집진기 2세트, 용접헤드, 이동장치 등에 총 14억원 투자. 연간 총 35억원의 비용을 절감	반자동 용접기를 자동용접기로 대체하고 용접토치부분에 원형 덕트관을 설치하여 배기효율을 극대화하고 송풍량을 증가시켜 용접흙의 발생농도를 저감함.
현대건설(주) 현대강관 냉연공장	공정개선	세륜요원 감소, 세륜으로 인한 차량적체를 해소, 도로세척 비용을 대폭 절감	초기설치비용: 808만원 운전비용: 216만원(설치전 864만원) 총비용절감액: 5,672만원/년	세륜시설 개선을 통한 세륜효과 증대 (요철도로 포장 및 세륜수 분사 파이프 설치)

11. 생태공단

산업생태적 공단(생태공단)조성의 대표적인 예는 덴마크의 칼룬버그공단이다. 코펜하겐에서 서쪽으로 100여km 떨어져 있는 해안가에 위치한 칼룬버그 공단에서는 물질과 에너지의 교환에 기초한

산업공생(Industrial Symbiosis)의 개념이 자연스럽게 20여년간에 걸쳐 점진적으로 확대되어 왔다. 가장 큰 동인은 역시 폐기물의 교환에 따른 경제적 이익이다.

칼룬버그의 물질·에너지·부산물 교환네트워크의 중심축은 덴마크 최대(설비용량: 1,500 Mw)의 Asnaes 화력발전소이다. 이와 함께 덴마크 최대의 Statoil 정유공장 (설비용량: 4.8 Mt/yr), 연간 1,400만 m^2 의 석고보드 생산공장 Gyproc, 전세계 공급의 40%를 담당하는 인슈린을 비롯해 산업효소 등 연간 매출액이 20억달러에 이르는 Novo Nordisk, 가정부문과 산업부문에 대한 수자원과 함께 2만여 주민에 지역난방을 공급하는 칼룬버그 시당국 등 5개의 주체가 밀접하게 연관되어 있다. 이들간의 에너지 및 물질교환을 통한 효율향상의 예는 매우 다양하다. 대표적인 에너지 교환 사례는 다음과 같다.

- ▶ Statoil 정유공장에서 방출되는 폐가스를 Gyproc의 연료로 공급한다.
- ▶ Asnaes 발전소에서는 폐스팀을 이용한 자체난방시스템을 1981년부터 운영하고 있으며(3,500개의 난방로 대체), 남은 폐스팀을 Novo Nordisk와 Statoil에 공급한다.
- ▶ 발전소의 냉방을 위해 피요르드의 염수를 이용함으로써 Tisso호의 담수에 대한 증류공정을 대체하였다. 이에 따라 발생하는 부산물인 뜨거운 염수는 어업용 연못 57개소에 공급된다.
- ▶ 1992년 정유공장에서 발생하는 폐가스로 발전소 연료인 석탄을 대체하였다. 이는 Statoil 정유공장에서 대기오염규제를 만족하기 위해 탈황시설을 설치하면서 발생하는 가스가 발전소 연료로 적합하도록 깨끗해짐에 따라 가능해졌다.

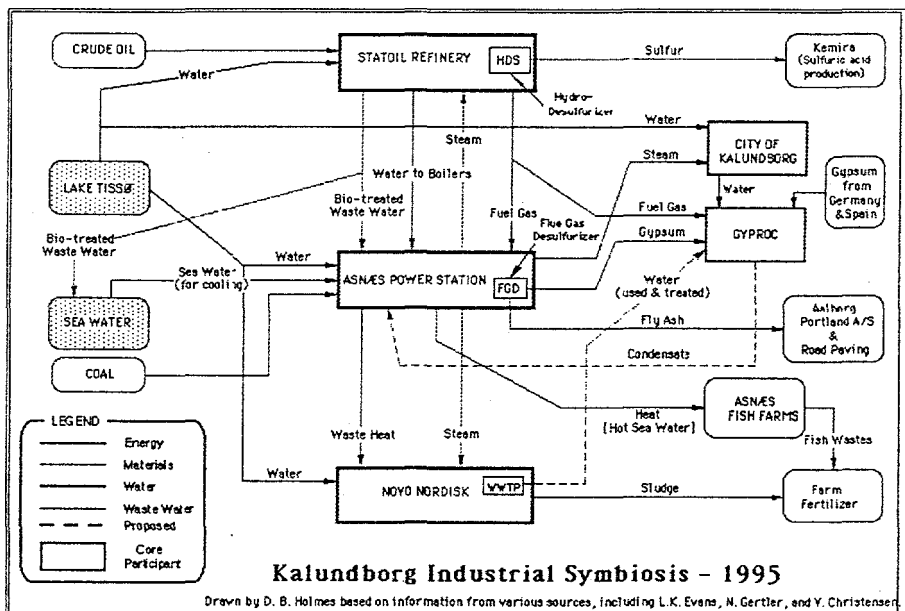
또한 물질교환사례로서 다음과 같은 노력이 진행되었다.

- ▶ Novo Nordisk와 어류농장에서 나오는 슬러지가 근처의 농장에

비료로 공급되었다. 이러한 교환량은 연간 1백만톤에 달한다.

- ▶ 한 시멘트공장에서는 발전소에서 나오는 탈황된 비산재를 이용하고 있고, 발전소는 굴뚝가스에 포함된 아황산가스와 칼슘 카보나이트를 반응시켜 석고를 생산함으로써 Gyproc 수요량의 2/3을 공급한다.
- ▶ Novo Nordisk의 인슈린 제조공정에서 발생하는 잔여효소를 농장의 돼지용 사료로 공급한다.

이러한 산업공생시스템의 결과로 황과 석회를 100% 완전이용하고 있으며, 폐수 81.8%, 비산재 67.5%를 재활용하고 있고, 물 소비량의 28.6%, 석유소비의 47.5%를 절약하고 있다. (김좌관, 1998) Novo Nordisk의 부사장 J. Christensen은 산업공생시스템의 성공요건으로서 ① 업종의 차별화와 상호적합성, ② 사업적 채산성, ③ 규제당국과의 긴밀한 협조에 기초한 자발적 노력, ④ 지역적 근접성, ⑤ 인간적 유대관계를 지적하고 있다. (www.indigodev.com/Kal.html)



〈부표 12〉 제로에미션 시행사례(일본)

기업명	株式會社 荏原製作所	아사히 맥주주식회사	積水化學工業株式會社	秩父小野田株式會社
제로에미션의 시행	기본적으로는 종래의 리사이클과 같다. 폐기물의 배출량을 우선 가능한 한 감량화하고 배출된 것만을 재활용하는 것으로 환경으로의 부하를 최소한으로 하는 것	환경부하를 없애기 위해, 공장으로부터의 폐기물 전체를 재자원화한다. 종래의 리사이클링 방법은 비용삭감과 생산효율의 관점으로부터의 시행을 고려한다. 종래에 리사이클에 reduce, reuse, 정보개발 등을 추가	리사이클의 추진	제로에미션의 개념이 생겨나기 전부터, 원료, 연료의 대체품으로 폐기물을 받아들였다. 장래에는 생활부터 산업에 이르기 까지 모든 분야에 걸쳐 환경산업을 넓혀갈 예정
방법	리사이클, reduce, reuse, 省에너지, 재이용에너지, 신에너지 정보제공	리사이클, reduce, reuse, 省에너지, 네트워크화	리사이클	리사이클, 省에너지, 협력
시행범위(규모)	생활·공업·농업 일체	공장단위로 자사공장에서의 폐기물을 0으로 한다(전부 재자원화한다).	공장단위	시멘트공장을 중심으로 전국적으로 전개 시멘트산업은 지역편재형으로 국내에서는 신규설치를 할 수 없다.
평가지표	시스템 종합화 정도, 지역 LCA	공장폐기물 제로가 목표이고 몇% 삭감하는가 등의 삭감목표가 있는 것이 아니고 100%를 목표로 한다.		1. 시멘트업계의 사회에의 공헌 2. 원연료Cost 삭감
시행개시시기	1996년 7월 제로에미션 추진회의 설치 1997년 3월 제로에미션 추진실설치	1993년 환경기분방침채점(회사방침) 1996년 1월 공장폐기물 제로화의 도입개시	1991년 11월	戰前부터 고로시멘트의 원료로서 고로시멘트를 받음
배경	창업당초에는 환경보전을 맡은 기업으로서 계속적인 도입을 실시 1992년 지구환경 summit을 결의함으로써 노력을 명확화	茨城공장에서는 1991년 가동개시당초부터 환경보전에의 도입에 힘을 쏟음 1995년의 단계에서 약 98.5%까지 폐기물의 재자원화를 달성 삭감율의 목표를 설정하더라도 생산량의 향상으로 제로는 곤란하기 때문에 나머지 1.5%(약 700톤)도 재자원화에 도입	積水化學工業 그룹 내에는 종전부터 플라스틱류의 리사이클이 추진되고 있었으나 신세라이트는 폐기물로 배출되고 있었고 群馬공장이 가장 많이 배출하고 있었음	

〈부표 12〉 제로에미션 시행사례(일본)(계속)

기업명	株式會社 荏原製作所	이사회 맥주식회사	積水化學工業株式會社	秩父小野田株式會社
주제 목표 도입 체제	환경친화형 종합에너지사업기업을 로써, 전체의 환경에의 부하를 최 소화 오래 사용할 수 있는 제품의 개발	이사회 맥주는 환경보전형회사를 만들기 위해 폐 기물의 감량과 자원의 리사이클추진에의 노력 을자원,省去에너지에 돌입, 환경의 보전을 추진 공장폐기물 제자원화 100%	첨단기술과 친환경적인 개념으로 제품을 생산 신세라이트제조공장에서의 조각의 재이용	리사이클(재이용)이 아니라 직원으로 이 용 resource 자원을 본받은 자원의 순환
	제로에미션 추진회의에서 승인된 사업은 본사에산으로 실행	설비투자 약 6,000만엔	신세라이트재활용센터 건설에 5억 엔(4년정도에 회수)	
	제로에미션 추진회의(의장: 회장, 사내 횡단형) 제로에미션 추진실	환경관리조직을 편성 경영회의 밑에 생활환경관리위원 회, 省에너지추진부회, 폐기물 감량화 추진부회 등의 설치	종래의 조직으로 대응	환경 시스템실(1996년 9월: 20여명)
연대 기관	UN 대화과의 공동계획	폐기물의 재이용, 제자원화를 기존의 기업과 계약	회수후의 폐시멘트부분은 시멘트회 사에 위탁(유상)	지자체부터 발생하는 폐기물과 시멘트 공장을 연계하기 위한 제로운 회사((주) 나코드를 동업의 다른 회사와 공동출 자하여 설립(1997년 9월)
	에코인더스트리얼공원의 제회 자원 절감 기술, 재이용기술 등의 확립	1996년 11월 100% 제자원화 달성	이진은 관리형의 폐기물처리장으로 900톤/월 현재는 75% 삭감 나머지는 가공후의 불량품으로 금 속 등을 함유하여 기술적으로 곤란	330만톤/년 원료의 성분이 다르기 때문에, 각 공장 에서의 폐기물의 반입가능량은 다르지 만 여력은 있으며 조건에 부합한 것은 적극적으로 반입하고 있음
담당도				

<부표 12> 제로에미션 시행사례(일본)(계속)

기업명	株式会社 荏原製作所	아사히 맥주주식회사	積水化學工業株式會社	秩父小野田株式會社
행정예의 요망	법규제에 대한 유연한 해석·대응	재자원화할 수 있는 물건은 폐기물 처리법의 범위부터 제외 희망	특정한 것 없음	규제완화 일반폐기물, 산업폐기물 구분의 폐지시멘트 의 제품규격의 재평가 (CI: JIS200ppm, 구미 1000ppm)
금후의 시행	「에코인더스트리얼공원」에서 어지개되는 것을 시스템화하고 후의 도시계획에 기술을 제공	연 금 재자원화제품의 고부가가치, 다용도화의 연구 (맥주생산증가, 시장변동에 대응하는 것) 1998년 전 8개 공장의 폐기물 제로달성을 목 표(2공장은 1997년에 달성)	나머지 25%의 삭감을 목표 최종적으로는 자사제품의 회수재활 용을 실시	자치제 폐기물(쓰레기소각재, 상하수도오니) 의 반입의 확대(전국규모) 성분(제품의 품질 에 영향이 없는 것)에 부합하는 것은 적극적 으로 반입할 것 물류의 효율화(行시멘트, 入:폐기물)
기타	· inverse manufactory(역공장)의 실 시(펌프공장) 회수시스템의 구축, 분해, 재이용 기술 · ISO 14001		폐목재의 이용에 대해서는 합수율과 이물질 품질의 차이가 있어서 곤란 ISO 9000획득 ISO 14000의 획득예정	NOx대책은 현상레벨의 유지 이상은 어렵다.

출처: 「환경전략과정」 현대인재개발원, 현대환경연구원. '98. 6. 24 - 6. 26