

KEI/1999
기본과제 연구보고서

환경규제가 경쟁력에 미치는 영향 연구

1999. 12

강만옥
임현정



한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

序 彦

환경문제가 인간의 생존을 위해 세계 전체가 함께 풀어가야 할 과제라는 인식이 대두되면서 환경은 국제 사회의 새로운 규범으로 등장하게 되었다. 그러나 기업의 입장에서는 환경문제가 새로운 규범으로 등장하면서 각종 규제가 행해짐으로 인하여 경쟁력에서 손실을 보고 있다고 주장한다.

이러한 맥락에서 최근 환경규제가 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 활발하다. 특히, 환경의 세기인 21세기를 눈앞에 두고 있고 환경질에 대한 욕구가 그 어느 때 보다도 강한 현시점에서 경쟁력의 의미를 되새겨보고 환경을 포함한 경쟁력을 살펴보는 것은 중요한 의미를 가진다 하겠다.

그러나 우리나라의 경우 환경문제는 그동안 성장우선 논리에 가려져 간과되어 왔던 것이 사실이다. 또한 1997년의 IMF의 구제금융을 받은 이후에는 경제성장 및 경쟁력을 위해서는 다른 모든 것들이 무시되어도 좋다는 식의 사고가 팽배해졌다. 그러나 경제성장과 환경문제는 더 이상 양립할 수 없는 것이 아니다.

이러한 문제의식에서 본 연구는 환경규제 강화와 관련하여 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는지를 다루고 있다. 먼저, 환경규제와 경쟁력간의 논의 내용을 고찰하고 환경규제와 경쟁력에 관한 우리나라의 실증분석을 시도하며 마지막으로 이러한 실증분석 결과를 바탕으로 우리나라의 경쟁력 강화를 위한 환경정책 방향을 제시하였다.

지금까지 우리나라의 경우 환경규제와 경쟁력간의 관계가 단편적이고 부분적이었다면 본 연구는 이를 체계적으로 정립한데 그 의의가 있다 하겠다.

끝으로 본 연구를 맡아 수행해 주신 본 원의 강만옥 박사와 임현정 연구원께 사의를 표한다. 또한 바쁘신 중에도 불구하고 심사를 맡아주신 동의대의 유상희 교수, 한양대의 홍종호 교수, 환경부 환경경제과의 윤상린 사무관, 그리고 본원의 정희성 박사, 정영근 박사, 민동기 박사, 조승현 박사께도 감사를 드린다. 아울러 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식견해가 아닌 연구자 개인의 견해임을 밝혀둔다.

1999年 12月

韓國環境政策·評價研究院

院長 李 相 垠

제 목 차 례

I. 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구범위 및 주요 내용	2
II. 환경규제와 경쟁력간 논의내용	4
1. 경쟁력의 개념적 정의	4
1.1 기업경쟁력	4
1.2 산업경쟁력	5
1.3 국가경쟁력	5
2. 환경규제와 경쟁력간 기존 실증연구	7
2.1 환경규제와 국제무역	7
2.1.1 순수출에 대한 영향	7
2.1.2 오염집약적 상품에서의 국제무역	9
2.2 환경규제와 투자	10
2.2.1 외국인직접투자	10
2.2.2 입지결정	12
2.3 환경규제와 생산성	14
2.4 환경규제와 경제성장	17
3. 요약	18
III. 경쟁력 측정방법의 고찰	20
1. 무역성과의 측정방법	20
1.1 RCA 지수	20
1.2 점유율변동지수	22
1.3 불변시장 점유율 분석	23
1.4 산업내 무역지수	24
1.5 국내자원비용	24
2. 생산성 측정방법	25
2.1 전통적 생산성 측정방법	25
2.1.1 단일요소생산성	26
2.1.2 총요소생산성	26
2.2 전통적 생산성 측정방법의 편의(bias)	30

2.3 새로운 생산성 측정방법	33
2.3.1 환경비용을 고려한 측정방법	33
2.3.2 환경가치를 고려한 측정방법	34
3. 환경정책의 경제적 효과 모델링	36
3.1 투입-산출 분석	37
3.1.1 개관	37
3.1.2 사례	39
3.1.3 평가	39
3.2 거시경제적 모델	40
3.2.1 개관	40
3.2.2 사례	41
3.2.3 평가	41
3.3 일반균형 모델	42
3.3.1 개관	42
3.3.2 사례	42
3.3.3 평가	43
3.4 모델비교와 결론	43

IV. 환경규제와 경쟁력간 실증분석 45

1. 주요국의 환경규제 변화 추이	45
2. 환경규제와 국제무역 실증분석	47
2.1 환경민감제품의 무역량 변화 추이	47
2.1.1 세계 총무역량과 제조업의 무역량 변화	47
2.1.2 환경민감제품의 무역량 변화	51
2.2 환경민감제품의 RCA지수 변화 추이	54
2.2.1 국가별 RCA지수	55
2.2.2 RCA지수 변화	56
2.3 환경규제와 기업의 동태적 혁신	56
2.3.1 수출비중	57
2.3.2 RCA지수	57
3. 환경규제와 생산성 실증분석	59
3.1 우리나라 펄프·제지산업에서의 생산성 추이	59
3.1.1 펄프·제지산업의 위상변화	59
3.1.2 단일요소생산성	60
3.1.3 총요소생산성	63

3.2 미국 펄프·제지산업에서의 생산성 추이	65
3.2.1 단일요소생산성	65
3.2.2 총요소생산성	66
4. 우리나라 제조업의 환경지출비용과 R&D 실증분석	69
4.1 모델	69
4.2 자료	70
4.3 분석결과	71
5. 실증분석결과 요약 및 시사점	71

V. 경쟁력 강화를 위한 환경정책 방향 74

1. 환경규제 방식의 전환	74
2. 환경친화적 산업구조로 전환	75
3. 환경SOC의 투자 확대	77
4. 환경시장 확대전략 추진	78
5. 기업의 환경혁신 지원	79

VI. 요약 및 결론 81

참 고 문 헌	83
---------------	----

부록	88
----------	----

부록 1 : 각국의 환경규제 현황	89
--------------------------	----

1. 미국	89
1.1. 법령현황	89
1.2 환경질 현황	91
2. 독일	92
2.1 환경질 현황	92
3. 일본	93
3.1 환경질 현황	93
4. 오스트리아	93
4.1 법령 현황	93
4.2 환경질 현황	94
5. 노르웨이	95
5.1 법령 현황	95
5.2 환경질 현황	96

6. 스웨덴	97
6.1 법령 현황	97
6.2 환경질 현황	97
7. 핀란드	98
7.1 환경질 현황	98
8. 한국	100
8.1 법령 현황	100
8.2 환경질 현황	101
부록 2 : 펄프·제지산업에서의 각국의 환경규제추이	104
부록 3 : 환경규제와 기술혁신 실증데이터 자료	107

표 차 례

<표 II-1> 순수출에 대한 환경규제의 영향	9
<표 II-2> 오염집약적(abatement-intensive) 상품의 무역패턴에 대한 환경규제의 영향	10
<표 II-3> 미국기업의 해외 직접투자(1992년)	11
<표 II-4> 외국인직접투자에 대한 환경규제의 영향	12
<표 II-5> 입지결정에 대한 환경규제의 영향	14
<표 II-6> 총요소생산성 감소에 대한 환경규제의 영향	16
<표 II-7> 생산성 척도를 수정하여 환경 산출을 포함한 주요 결과	17
<표 II-8> 경제성장에 대한 환경규제의 영향	18
<표 III-1> RCA의 측정방법과 해석	21
<표 III-2> 투입산출표 예시	37
<표 III-3> 환경부문을 고려한 확장된 투입산출표	38
<표 III-4> 다양한 시나리오하에서의 이산화탄소 배출 변화	39
<표 III-5> 배럴당 \$10의 탄소세/에너지세를 부과할 경우 거시경제에 미치는 영향	41
<표 III-6> 토론토합의하에서 탄소세의 지역별 영향	43
<표 IV-1> 오염저감지출(1985~1997)	46
<표 IV-2> 환경보호에 대한 정부 R&D 지출	46
<표 IV-3> 세계 총수출·수입에서 선진국과 개도국의 점유율 변화	48
<표 IV-4> 제조업 총수출에서 선진국과 개도국의 점유율 변화	49
<표 IV-5> 세계총수출과 세계제조업 총수출에서의 각국의 구성비	50
<표 IV-6> 전체투자설비에서 오염방지지출이 차지하는 비중	51
<표 IV-7> 환경민감제품의 분류	52
<표 IV-8> 세계무역에서 환경민감제품별 무역의 비중	53
<표 IV-9> 환경민감제품무역의 세계시장점유율	54
<표 IV-10> 환경민감제품의 RCA 지수 추이	55
<표 IV-11> 각국의 환경민감제품 RCA지수 변화	56
<표 IV-12> 총수출에 대한 기계류수출 비중	57
<표 IV-13> 기계류 산업의 RCA지수	58
<표 IV-14> 환경민간산업에 제공되는 기계류산업의 RCA지수 변화	58
<표 IV-15> 펄프·제지산업의 생산액, 노동량, 불변자본 및 불변중간투입	61
<표 IV-16> 우리나라 펄프·제지산업의 단일요소생산성	62
<표 IV-17> 국내 펄프·제지산업의 총요소생산성 성장률과 편요소생산성성장률	63
<표 IV-18> 우리나라 펄프·제지산업의 환경피해산출가치와 실질성장률	64
<표 IV-19> 미국 펄프·제지산업에서의 시장가치산출과 환경피해산출 비교	67
<표 IV-20> 분석 결과	71

<표 V-1> 환경시장 확대전략	79
<부표 1> 주요 미연방 환경법령	89
<부표 2> 미국의 지자체에서의 폐기물 처리(1970~1993년)	91
<부표 3> 중요 연방환경법령	94
<부표 4> 강의 수질현황(1979과 1992)	95
<부표 5> 중요 환경 법령	96
<부표 6> 중요 환경법령	97
<부표 7> 주요 환경법령	100
<부표 8> 특정유해물질 항목	102
<부표 9> 배출허용기준 항목	103
<부표 10> 독일에서의 제지폐수의 배출허용기준의 변화	104
<부표 11> 세계 주요 국가의 펄프·제지산업 폐수규제	105
<부표 12> 산업별 연도별 R&D, PAC, 부가가치 자료	107

그림 차례

<그림 III-1> 오염감소의 최적화	32
<그림 IV-1> 총수출·입에서 선진국과 개도국 점유율 변화	48
<그림 IV-2> 제조업총수출에서 선진국과 개도국의 점유율	49
<그림 IV-3> 세계총수출에서의 점유율	50
<그림 IV-4> 제조업총수출에서의 점유율	51
<그림 IV-5> 전체투자설비에서 오염방지지출이 차지하는 비중	52
<그림 IV-6> 환경민감제품의 RCA 지수 추이	55
<그림 IV-7> 우리나라 펄프·제지산업의 단일요소생산성	62
<그림 IV-8> 우리나라 펄프·제지산업의 생산성 변화율 변화	64
<그림 IV-9> 기존생산성 성장률과 수정된 생산성 성장률 비교	65
<그림 IV-11> 미국 펄프·제지산업의 생산성 성장률 변화, 자료 : Repetto(1996)	68
<그림 IV-12> 미국 펄프·제지산업의 총요소 생산성 비교, 자료 : Repetto(1996)	68
<그림 1> 미국의 GDP와 SO _x , NO _x , CO, VOC의 배출량	91
<그림 2> 자동차와 경트럭에 대한 배출기준	92
<그림 3> 독일의 GDP와 SO _x , NO _x , CO, VOC의 배출량	92
<그림 4> 일본의 GDP와 SO _x , NO _x 의 배출량	93
<그림 5> 오스트리아의 GDP와 SO _x , NO _x , CO, VOC의 배출량	95
<그림 6> 노르웨이의 GDP와 SO _x , NO _x , CO, VOC의 배출량	96
<그림 7> 스웨덴의 GDP와 SO _x , NO _x , CO의 배출량	98
<그림 8> 핀란드의 GDP와 SO _x , NO _x , CO의 배출량	99
<그림 9> 우리나라의 GDP와 SO _x , NO _x , CO의 배출량	101

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 수십년간 우리는 경제·사회적으로 많은 변화를 경험하였다. 교통과 통신수단의 발달로 지구는 하나의 생활권이 되어가고 있고, 이러한 세계화로 인하여 재화와 용역, 자본시장에서의 경쟁은 더욱 치열해졌다. 전자, 정보통신, 운송 등과 같은 분야에서의 발전은 낮아진 무역 장벽 및 세계적인 기업 생산 전략과 맞물려 시장에서 활동할 수 있는 경쟁업체들의 숫자를 증가시켰다. 경쟁이 치열해짐에 따라 소비자들을 위한 선택 및 가치와 함께 경제적 효율도 높아졌다. 그러나 기업에게 있어서 경쟁 심화는 압박감의 증가를 의미한다. 기업들은 비용 증가를 고객들에게 전가하기가 점점 어려워지고, 많은 기업들이 세계 굴지의 제조업체들과의 경쟁에 직면하면서 더 적은 이윤으로 기업을 운영해야만 하게 되었다.

그러나 사실 경쟁력은 무역 적자나 시장 점유율에 기초한 협의의 의미가 아니라 국민들이 오랜 기간에 걸쳐 향상되고 유지될 수 있는 생활 수준을 획득하는 가운데 국제 시장의 기준에 맞는 재화 및 용역을 생산하는 능력을 의미한다고 볼 수 있다. 이러한 넓은 의미에서 볼 때 많은 상품을 수출하여 무역흑자를 많이 내는 것이 반드시 경쟁력이 있는 것이라고 볼 수 있는 것은 아니다.

특히, 환경의 세기인 21세기를 눈앞에 두고 있고 환경질에 대한 욕구가 그 어느 때 보다도 강한 현시점에서 경쟁력의 의미를 되새겨보고 환경을 포함한 경쟁력을 살펴보는 것은 중요한 의미를 가진다. 좋은 환경은 투자를 유치하는 요인이 되고, 나쁜 환경은 투자의 장벽이 되고 있기 때문이다. 이제는 중간 및 최종제품 자체 뿐 아니라 생산공정의 환경친화성이 요구되고 있다. 세계의 첨단기업들은 대기업이나 중소기업을 막론하고 환경친화적 활동을 기업운영의 효율성 및 마케팅 우위의 원천으로 간주하고 있는 실정이다.

이러한 맥락에서 최근 환경규제 강화가 국제경쟁력 및 기업의 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 논의가 활발해지고 있다. 그러나 지금까지 대부분의 연구는 환경규제 강화가 기업의 경쟁력 특히, 생산성에 부정적인 영향을 미치고 있음을 주장하고 있다. 그리고 이러한 기업의 경쟁력 약화는 수출의 감소와 수입의 증대를 가져와 궁극적으로는 국제경쟁력을 감소시키며 오염집약적인 산업의 해외이전을 촉진시킨다는 점이 전통적 견해의 핵심이다.

그러나 이러한 전통적 견해는 다음의 세가지의 방법으로 비판받고 있다. 첫째, 통계적 자료 분석을 통한 전통적 견해의 비판이다. 즉, 환경규제의 강화가 상대적 수출변화에 실질적으로 어떤 변화를 가져왔으며, 생산지의 변화가 어떻게 이루어졌는가를 통계적으로 분석하여 전통적 견해를 비판한다. 둘째, 생산성 측정 방법론의 모순을 지적하여 전통적 견해를 비판한다. 이 견해는 생산성 측정에 관한 기존이론이 환경은 전혀 고려하지 않는 소위 무가치(zero value) 접근 방식이므로 정확한 측정치가 아니라는 주장이다. 셋째, 동적 기술혁신(dynamic innovation) 개념을 이용한 전통적 견해의 비판이다. 이 수정이론은 미국의 산업정책학자인 마이클 포터(Michael Porter)에 의해 제기되었으며, 환경규제 강화는 기업의 동적인 기술혁신을 통하여 성장을 촉진하여 오히려 경쟁력을 제고시킬 수 있다는 주장이다. 예컨대 미국의

경우, 1990년 대기정화법에 의해 전력산업 등에서의 이산화황 저감에 대한 수요가 급증하였으며, 이는 궁극적으로 탈황설비산업과 저유황탄 공급자에게 수요 증대 및 경쟁력을 제고시키는 계기가 되었다.

우리나라의 경우 환경규제 강화가 기업의 국제경쟁력을 악화시킨다는 주장이 지배적이다. 그러나 위에서 언급된 새로운 측면에서 환경규제와 경쟁력간의 관계를 재정립 하는 것은 아직 시도단계이다. 사실상 우리나라의 변영에 있어서 양적인 성장을 가져다주는 경제성장과 질적인 성장을 가져다주는 환경질의 유지는 우리나라의 경제정책 및 사회정책 결정과정에서 매우 중요하다. 그럼에도 불구하고 지금까지의 환경정책 결정에서 경쟁력을 평가할 때, 기존의 전통적 견해가 지배적으로 고려되고 있으며 수정이론에 입각한 평가는 제대로 이루어지지 못하고 있다.

이러한 현실은 새로운 수정이론에 대한 소개가 제대로 이루어지지 않았으며, 또한 실증연구도 없었기 때문으로 해석된다. 이에 본 보고서는 환경규제 강화와 무역 및 생산성간의 관계에 관한 기존의 실증연구 결과들을 제시하고, 우리나라 자료를 바탕으로 실증적인 적용을 시도하는데 그 목적이 있다. 아울러 국내 제조업의 환경지출 비용이 기업의 기술혁신에 미치는 영향도 실증하여 정책적 시사점을 얻고자 한다.

2. 연구범위 및 주요 내용

본 연구는 환경규제 강화와 관련하여 기업의 경쟁력 더 나아가서 국가의 경쟁력이 어떻게 영향을 받는가를 다루고 있다. 구체적으로 본 보고서에서는 다음의 세가지 측면에서의 연구에 한정하기로 한다. 그 첫 번째는 무역량 변화와 관련된 새로운 수정이론이고, 두 번째는 생산성과 관련된 새로운 수정이론이다. 그리고 세 번째는 기업의 기술혁신과 관련된 새로운 수정이론이다.

먼저, 무역량 변화와 관련된 새로운 수정이론 측면에서는 UN의 무역통계자료와 OECD의 통계자료를 기초로 실증분석을 시도한다.¹⁾ 여기에서는 Low and Yeats(1992)가 분류한 환경민감제품의 무역량 변화와 RCA지수 측정에 국한하기로 한다. 분석대상 국가는 OECD국가 전체를 대상으로 하지 않고 비교적 환경규제의 강도가 높은 오스트리아, 핀란드, 독일, 일본, 노르웨이, 스웨덴, 미국 그리고 우리나라만을 대상으로 한다.

다음으로, 생산성과 관련된 새로운 수정이론 측면에서는 Repetto (1996)가 소개한 생산성 측정 크기에서의 새로운 접근방식을 소개한다.²⁾ 이 새로운 접근방식은 기존의 전통적인 생산성 측정방식이 무시하고 있지만 생산성변화의 새로운 근원인 마이너스의 가치를 갖는 오염배출물 제거 때문에 발생하는 총생산물 가치의 변화요인을 고려한다. 그러나 본 보고서에서는 생산성 가치의 새로운 크기만을 추정하고, 계량경제모형을 이용한 생산성요인의 분해연구는 추후의 연구과제로 남기기로 한다.

1) 이 부분에 관해서는 Sorsa(1994)의 연구를 참조하였음.

2) Repetto, "Has Environmental Protection Really Reduced Productivity Growth?", WRI, 1996

마지막으로, 환경규제 강화가 기업의 동적인 기술혁신을 통하여 성장을 촉진하여 오히려 경쟁력을 제고시킬 수 있다는 주장을 본 보고서에서 실증적으로 확인하고자 한다. 분석대상은 우리나라 제조업부문의 1982-1997년 기간의 환경지출비용과 R&D와의 관계이다.

구체적으로 본 보고서의 주요 내용은 다음과 같다. 서론에 이어 제 II장에서는 환경규제와 경쟁력간 논의 내용을 고찰한다. 먼저 경쟁력의 개념을 기업·산업·국가경쟁력으로 나누어 정의하고 환경규제와 경쟁력간 기존 실증연구 결과를 환경규제와 국제무역, 투자, 생산성 및 경제성장의 측면으로 나누어 정리한다. 다음으로 제 III장에서는 무역성과 측정방법 및 생산성 측정방법, 그리고 환경정책의 경제적 효과 모델링 방법을 중심으로 경쟁력 측정방법을 비교·평가한다. 제 IV장은 실증분석 부분으로 먼저 우리나라를 포함한 주요 선진국의 환경규제 변화추이를 개관하고, 환경규제와 무역과의 관계를 점유율변동지수와 RCA지수를 중심으로 살펴보고, 환경규제와 생산성 관계를 기존의 측정방법과 환경을 고려한 수정된 총요소생산성으로 나누어 비교·고찰한다. 또한 환경지출비용과 기업의 R&D관계를 실증적으로 분석한다. 제 V장은 우리나라의 경쟁력 강화를 위한 환경정책 방향을 제시하고, 마지막으로 제 VI장에서는 요약 및 결론을 내린다.

II. 환경규제와 경쟁력간 논의내용

1. 경쟁력의 개념적 정의

1.1 기업경쟁력

기업에 있어서 경쟁력이란 시장에서 자사의 재화나 용역을 판매하여 사업을 지속하는 능력을 의미한다. 경쟁력의 상실은 매출 감소나 시장 점유율 감소에 의해 증명될 수 있으며, 궁극적으로 생산 및 고용 감소, 더 나아가서는 공장 폐쇄나 이전을 초래할 수 있다.

새로운 혹은 보다 엄격한 환경기준은 기업에 있어서 환경 정책의 유형에 따라 직·간접적으로 고정비나 운영비용, 그리고 여러 다른 면에서 비용을 증가시킬 수 있다. 물론 이 경우, 환경 정책 수단의 형태에 따라 비용 효과는 달라진다. 예를 들어, 기술, 생산과정, 준수 절차를 강제하는 직접규제에 비하여 배출부과금과 같은 경제적 유인제도는 비교적 낮은 운영비용과 배출을 감소시키기 위한 경제적 인센티브를 지속적으로 제공함으로써 직접규제와는 다른 비용효과를 가진다. 또한 환경기준은 배출기준과 경쟁력에 다른 영향을 미친다. 왜냐하면 기업에 대한 전자의 영향은 받아들이는 여건에 따라 다른 반면 후자의 영향은 그렇지 않기 때문이다. 그리고 제품기준 역시 공정기준과는 경쟁력에 다른 영향을 미친다. 전자는 국산품 및 외국제품에 모두 적용될 수 있고 때로는 실제로 국산품을 보호할 수 있는 반면, 후자는 일반적으로 국산품에만 적용된다.

기업의 비용 증가가 즉시 경쟁력 손실로 연결되는지에 대해서는 다음의 사항들을 고려해야 한다. 첫째, 경쟁력에 영향을 미치는 것은 우선 기업간의 비용 차이이다. 모든 경쟁업체들의 비용이 똑같이 증가한 경우, 비용과 가격에서 상대적 변화는 없을 것이다. 그러나 그 증가된 비용을 소비자들에게 전가할 때 수요의 가격탄력성이 높은 경우 수요는 전반적으로 감소할 수 있다. 실제로 규제를 받는 투입이나 산출을 가장 집중적으로 이용하는 기업들이 가장 큰 영향을 받는다.

둘째, 앞서 말한 바와 같이 어느 한 지역내의 생산자들과 그들의 외부 경쟁업체들간의 새로운 비용 차이가 매출에 영향을 미치는 정도는 시장 구조, 비용을 고객들에게 전가하는 정도, 경쟁업체의 가격 대응, 제품에 대한 수요의 가격탄력성 등에 따라 달라진다. 시장의 경쟁이 치열하고 수요의 가격탄력성이 클수록 환경 비용 증가는 경쟁력에 큰 영향을 미친다. 반면, 가격경쟁력으로 경쟁하기보다 질적 요인으로 경쟁하는 차별화된 제품들은 영향을 덜 받을 것으로 보인다. 예를 들면, 몇몇 독일 업체에 대한 최근의 한 연구에 의하면 해외 수요의 평균 가격탄력성이 -0.5 미만으로 나타났다. 이는 양질의 노동력과 노하우의 이용과 같은 기타 요인들이 환경 비용 증가를 상쇄하는 것에 기인한다고 볼 수 있다(Blazejczak, 1993).

셋째, 비용 증가에 직면한 기업들에게는 그들의 경영 방법을 바꿀 새로운 인센티브가 있어서 환경규제에 따른 영향을 상쇄할 수 있다. 예를 들어, 환경규제가 물이나 전기 가격과 같은 단 하나의 투입 요인과 관련된 경우 사용량을 줄이거나 더 저렴한 대체품을 찾을 인센티브가 있을 것이며 그 규제가 배출과정 자체에 관한 것일 경우, 제조 공정에서 아예 발생하지 않도록 설계하거나 공정 마지막에서 배출 물질을 처리함으로써 양을 줄이는 것과 같은 인센티브가 있을 것이다. 이와 같이 환경친화적 작업은 자원 효율 개선, 운영비 절감, 품질 개선과 연

관될 때가 많다. 이러한 동적 차원은 매우 중요하나 환경 규제가 기업 경쟁력에 미치는 영향을 분석할 때 종종 무시된다. 또한 때로는 새로운 규제에 가장 잘 적응할 수 있는 기업들이 그렇게 할 능력이 가장 부족한 기업들을 희생시켜 이득을 볼 수도 있다. 기업의 대응에 따라 환경 정책은 당연히 경쟁 우위의 원천이 될 수 있다. 왜냐하면 환경규제가 점차 엄격해질 경우 가장 효과적으로 적응할 수 있는 기업들은 장차 경쟁력 있는 기업이 되는 것이 당연하다.

넷째, 환경 정책은 기업 경쟁력을 판단하는 수많은 요인들 중 하나일 뿐이다. 기타 중요한 여러 요인들 중에는 경영 능력, 지속적으로 효율과 품질 및 고객 서비스를 개선하기 위한 개혁 능력, 세계 시장의 공급 및 수요 패턴, 원자재 조달 방법과 주요 시장에의 접근 등이 있다.

마지막으로, 고객이 원하는 것을 제공하는 능력은 기업의 궁극적인 생존 전략이다. 왜냐하면 제품과 공정이 환경에 미치는 영향을 개선하라는 고객들의 압력이 거세지면 환경친화적 작업이 경쟁력을 감소시키는 것이 아니라 경쟁력의 전제조건이 될 것이기 때문이다.

1.2 산업경쟁력

어느 한 기업의 수익성이나 매출 감소가 같은 업계에 있는 경쟁업체에게는 이득이 될 수 있으므로 그 기업의 경쟁력을 산업경쟁력으로 볼 수는 없다. 산업은 기업 집단이지만 개개 기업들의 성쇠에 따라 그 구성이 바뀔 것이다. 산업계 차원에서 세계의 경쟁업체들보다 낮은 비용이나 혹은 납품, 용역, 품질의 형태로 고객의 입장에서 더 큰 가치를 가져다 주는 것이 경쟁력을 발생시킬 수도 있는데 이를 종종 산업 경쟁력이라고 부른다.

산업 활동으로 야기된 환경 피해를 줄이고자 하는 환경 정책은 당연히 특정 업계들에 대해서는 그 활동을 축소시킬 수 있을 것으로 예상된다. 특정 산업 활동이 사회가 줄이고자 하는 환경 피해를 야기하고 있는 경우, 그 업계의 활동이 위축됨은 당연하다. 이 경우 그 정도는 제품과 바람직하지 못한 환경 영향의 연결고리를 끊을 수 있는 정도에 달려 있다. 환경규제로 인하여 기술혁신이 발생한다면 그 활동은 위축되지 않고 오히려 더 발전할 수도 있을 것이다.

1.3 국가경쟁력

기업경쟁력이나 산업경쟁력과 국가경쟁력 사이의 관계는 간단하지 않다. 동적 경제에는 항상 성장하는 기업 및 산업과 쇠퇴하는 기업 및 산업이 있을 것이므로, 한 산업의 부진을 곧 경제 전체의 부진으로 해석하는 것은 비논리적이다. 규제, 기술과 취향, 수요, 공급 조건의 변화에 따라 국가 경제는 구조 조정을 진행할 것인데 이 경우 환경 정책의 변화는 생산 및 소비 패턴을 변화시키는 여러 요인들 중 의 하나에 불과하다.

최근 "세계 경쟁력 보고서"의 정의와 척도 변화는 국가경쟁력을 정의하고 이해하는 것이 얼마나 어려운지 증명해준다. 이 보고서는 세계 경제 포럼(WEF)과 국제경영개발원(IMD)이 매년 발행하는 것으로 통계 자료와 조사에 근거하여 378개의 지표에 따라 국가 경쟁력의 등급을 매기고 있는데, 조사 자료의 주관성과 다양한 구성 요소에 부여된 가중치 때문에 그 순위는 논쟁의 여지가 있다.

1996년 현재, 이 두 기구들은 별도의 두 개의 지침을 발행하고 있다. WEF는 경쟁력을 "한

국가가 1인당 국내 총생산에서 지속적으로 높은 성장률을 달성하는 능력"으로 정의하고 155개 지표를 사용하고 있다. IMD에서는 "한 국가가 자산과 절차, 매력과 적극성, 포괄성과 근접성을 관리하고 이 관계들을 사회 경제적 모형으로 통합함으로써 부가 가치를 창출하여 국가의 부를 증대하는 능력"(IMD, 1996)으로 정의하고 있다. IMD에서 사용된 지표의 수는 224개로 과거에 비하여 축소되었다.

영국 정부의 경쟁력에 관한 제3차 연간 보고서에서는 한 국가의 경쟁력은 거시 경제적 환경, 산업 구조, 무역 및 투자에 대한 개방성, 근로자 교육 및 훈련 정도, 혁신 능력, 노동 시장의 유연성, 그리고 운송 및 통신 기반시설의 적절성 등 광범위한 요인들에 달려있다고 언급하고 있다(영국, 1996).

이러한 국가경쟁력에 대한 정의들은 모두 경제적인 면에서 국내 총생산의 성장이나 부로 측정되는 생활 수준을 향상시킬 수 있는 국가의 능력을 지칭한다. 영국의 정의는 분명히 경제 성장의 동인이 된다고 여겨지는 요인들을 설명하는데, 이는 경쟁력있는 환경을 만드는 것이 단순히 기업의 비용을 축소하는 것보다 훨씬 더 복잡한 정책적인 문제임을 보여준다. 국가적 견지에서 보면, 양질의 환경 자원과 기반 시설이 경쟁력을 강화하는 것으로 볼 수 있다.

Repetto(1995)의 주장에 의하면, 경쟁력에 대한 선입견은 생산자가 무역 정책에 대하여 소비자보다 비교할 수 없을 만큼 훨씬 더 큰 관심을 갖고 있음을 반영한다:

원칙적으로 단일 산업이나 모든 산업에서 순수한 수출 증가로서 명시되는 경쟁력은 유효한 목적이 아니다. 경쟁력 추구는 수출을 경제적 이익과, 수입을 경제적 손실과 동등시하는 혼란스러운 중상주의자의 원칙에 기초한다.

이 분석의 중요한 결론 중 하나는 국가 경쟁력의 단순한 척도로 거시적 차원의 무역 수지를 취할 수 없다는 것이다. 전체적인 무역 수지는 국내 저축과 투자의 관계를 반영할 것이고 무역 흐름은 비교 우위와 환율, 세계의 투자 패턴, 세계 경제의 구조적 변화를 반영할 것이다.

Paul Krugman과 Michael Porter 등 국가 경쟁력 문제에 대한 여러 분석가들은 생활 수준 향상의 기반을 제공하여 측정 가능한 가장 가까운 경쟁력 지표가 되는 것이 바로 생산성 향상이라고 주장한다. 생산성은 다른 것이 아닌, 한 국가 내에서 자원의 효과적 이용과 관계가 있다.

결론적으로 보면 국제경쟁력은 국민들이 오랜 기간에 걸쳐 향상되고 유지될 수 있는 생활 수준을 획득하는 가운데 국제 시장의 기준에 맞는 재화 및 용역을 생산하는 능력으로 정의할 수 있다(미국 경쟁력 정책위원회, 1994). 이 위원회는 다른 사람들이 사용하는 무역 적자나 시장 점유율에 기초한 협의의 정의에 대립하는 것이다. 국가는 기업이 아니므로 같은 식으로 판단하지 않아야 한다는 것이다. 즉 한 국가의 주된 경제적 목표는 전 국민의 생활 수준을 향상시키는 것이다.

이때 생산성 증대는 장기적인 생활 수준 향상의 열쇠가 될 수 있다. 공장 및 장비, R&D 및 SOC, 교육 및 훈련에 대한 투자는 생산성 증대의 결정적인 요소이다. 자원을 빌리는 것보다 이런 투자를 할 자원을 획득함으로써 그로 인한 생활 수준 향상이 장기간 유지될 수 있을 것이다.

2. 환경규제와 경쟁력간 기존 실증연구

2.1 환경규제와 국제무역

2.1.1 순수출에 대한 영향

국제 무역 이론에 따르면, 규제가 강화됨에 따라 한 국가내에서 강하게 규제되는 부문의 순수출이 약하게 규제되는 부문의 순수출에 비하여 감소한다. 이것은 Heckscher-Ohlin 원리의 적용으로 볼 수 있다. 이 원리에 의하면 어느 한 국가가 다른 나라에 비하여 비교적 풍부하게 소유한 생산 요소들을 집중적으로 사용하는 상품을 수출하게 된다. 오염을 생산 요소로서 취급함으로써 환경을 이 모형에 포함시킬 경우, 환경규제가 적용되거나 혹은 더 엄격해지면 환경이란 생산 요소의 이용은 줄어들고, 환경을 집중적으로 이용하는 재화와 용역의 수출은 감소할 것이다. 다시 말하면, 엄격한 환경규제는 한 나라의 비교 우위를 감소시켜 결국 오염 집약적 제품의 수출을 감소시킬 것이다.

Joseph P. Kalt(1988)는 국제무역에 대한 Heckscher-Ohlin 모델을 사용하여 1967~1977년 기간에 78개의 산업을 대상으로 환경비용과 다른 상대적 변수에 대한 순수출의 변화를 회귀 분석하였다. 그는 (i)산업 전반, (ii)제조업의 경우, 그리고 (iii)화학 제품 이외의 제조업의 경우로 나누어 환경비용의 수준과 순수출간의 관계, 환경비용의 변화와 순수출 변화간의 관계를 검토했다.

결과적으로, Kalt는 78개의 산업에서는 통계적으로 유의하지 않은 음의 관계를 발견하였다. 그러나 분석표본이 제조업에 국한될 경우, 순수출에 대한 대응비용의 예상되는 효과는 음으로 나타났다. 그러나 이 효과의 크기와 중요성은 화학산업이 분석표본에서 제외되었을 때 더욱 증가하였다. 왜냐하면 화학산업은 다른 산업과는 다르게 환경비용과 같은 방향으로 성장하는 관계, 즉 환경비용이 클수록 수출도 늘어나는 관계를 보여주기 때문이다.

이 조사 결과에 대해 Jaffe 등(1993)은 "전반적으로 Kalt의 결과는 환경 규제가 순수출에 부정적 영향을 미치는 증거가 있다는 것을 시사하지만, 그 관계는 통계적으로 취약하며 모형이 될 만큼 확고하지 못하다"고 결론짓고 있다.

Han과 Braden(1996)은 Kalt의 연구를 확장·업데이트하여 1973~1990년 사이에 미국의 19개 제조업부문을 대상으로 오염저감비용과 순수출간의 관계를 고찰했다. 그들의 분석은 대부분의 분석기간 동안 오염저감비용이 순수출에 대하여 통계적으로 유의한 부정적 영향을 미쳤음을 보여준다. Han과 Braden은 1980년대 말부터 환경비용의 한계적 변화가 국내 산업의 국제 경쟁력을 떨어뜨리지 않았으며, 이는 아마도 다른 국가들이 미국보다는 더 빨리 기준을 바꾸고 있기 때문이라고 추측하였다.

또 Han과 Braden은 19개 산업의 오염저감비용과 관련하여 순수출의 탄력성을 분석하였다. 탄력성이 크다는 것은 오염저감비용이 증가하면 순수출이 상당한 한계적 감소를 보일 것이라는 것을 나타낸다. 탄력성이 크고 오염저감비용이 많이 소요되는 산업들은 종이 및 동종 제품, 화학 제품, 1차 금속 산업이었다. 섬유와 전자는 탄력성은 높지만 오염저감비용이 적었다. 그리고 가구, 인쇄, 가죽 및 동종 제품, 조립 금속, 석유 및 석탄 제품을 포함하는 기타 여러 산업들의 탄력성은 0에 가까웠다. 1973~1990년에 걸쳐, 이 탄력성은 거의 모든 업계에서 하락하였다 (Han and Braden, 1996).

결과적으로 Han과 Braden은 환경 규제가 제조업의 순수출에 부정적인 영향을 미쳤다고 결론짓고 있어 환경규제가 수출에 부정적 영향을 미친다는 일반적인 인식과 의견을 같이 하고 있지만, 그 영향의 크기가 시간이 흐름에 따라 축소되고 있다는 결론은 그런 영향이 항상 부정적이고 유의하다는 일반적인 견해와 대립된다. 여러 산업의 오염방지비용 증가에 대한 탄력성 분석은 비용 증가가 반드시 순수출에만 영향을 미치는 것은 아니라는 직관적 논리를 뒷받침한다. 이는 시장 구조가 다르면 결과도 아주 다를 것이기 때문이다. 요컨대, 규제의 엄격성에 있어서의 상대적 차이가 클 때 영향받는 산업들의 생산 및 무역 성과는 그에 대응하여 변한다고 예상할 수 있다. 변화 정도는 특정 산업의 시장 구조에 따라 다르며 시간이 흐르면 서 점점 줄어든 것이다.

James A. Tobey(1990년, 1993년)는 Heckscher-Ohlin의 국제 무역 모델을 이용하여 각국의 환경규제의 상대적 엄격성이 순수출에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 그는 규제의 엄격성을 판단하는 서수적 접근법(Ingo Walter and J. Ugelow, 1979)을 이용하여, 국가의 환경 엄격성을 1부터 7까지 나누어 등급을 매겼다. 그리고, 1990년에는 다섯 개의 오염집약산업-광업, 제지, 화학, 철강, 금속-을 조사하였고, 1993년에는 SITC 분류에서 광업, 1차 금속, 종이 및 펄프, 화학 제품 등 미국에서 오염저감비용이 큰 24개의 오염 집약적 산업을 분석하였다.

결과적으로 Tobey는 "경험적 평가로 얻은 중요하고 일관된 결과는 환경 규제가 세계 무역의 패턴을 바꾸리라는 가정이 경험상 뒷받침되지 않는다는 것이었다"고 결론을 내리고 있다. 환경 정책의 엄격도 측정이 순수출 변화에 미치는 영향은 통계적인 유의성이 없다. 흥미롭게도 가장 중요한 결과는 화학제품업과 관련되며(Kalt의 연구에서 처럼), 그 관계는 포지티브하다.

Grossman과 Krueger(1992)는 미국의 멕시코로부터의 수입과 멕시코의 마quil라도라(maquiladora)³⁾ 부문에 의한 부가가치의 결정요소를 분석하여 미국 업계의 오염 저감 비용의 크기가 쌍무적 무역 및 투자의 패턴에 영향을 주는지의 여부를 검토했다. 1987년도 무역 자료와 오염저감비용은 생산요소 점유율, 유효 관세율, 근로자 상해율 등의 변수들과 함께 다양한 회귀 분석의 대상이 되었다. 이들은 만약 미국-멕시코 무역 구조로 멕시코가 "오염 안식처"(교역 상대국에서는 높은 오염 저감 비용을 지불해야 산업에 느슨한 환경 보호법으로 경쟁 우위를 부여하는 국가)임이 밝혀지면, NAFTA 하에서 무역 자유화로 야기된 전문화는 불리한 환경적 의미를 가질 것이라고 가정했다. 그러나 이들은 다음과 같은 사실을 발견했다:

멕시코의 미국으로의 수출은 대개 업계의 생산 요소 사용에 의해 결정된다. 수출은 미숙련 노동력을 집중적으로 사용하는 산업에서 가장 많고, 숙련 노동력이나 자본을 대량 사용하는 산업에서 가장 적다. 마quil라도라의 활동 패턴도 유사하다. 미국 업계에서 오염 저감 비용을 반영하는 변수는 쌍무적 무역이나 마quil라도라 활동 패턴의 설명에 아무 것도 추가하지 않는다. ... 규제 준수 비용에 있어서 산업 상호 간의 차이는 기본적인 생산 요소를 이용하는 비용에 있어서 산업 상호 간의 차이에 비하여 분명히 적다.

3) maquiladora 프로그램은 1960년대에 외국투자를 유치하기 위해 멕시코에서 만들어졌다. 원래 멕시코의 국내법은 멕시코인 오너들이 경영을 해야 하고 외국의 오너들을 경계하는데, 이 프로그램하에서는 이러한 국내법으로부터 제외된다. 또한 생산공정에 대한 투입은 면세로 수입될 수 있고 산출물의 80%는 재수출될 수 있다(환경보호-경쟁력 토론의 내용으로 maquiladora에 대한 자세한 내용은 Robert K. Kaufmann, Peter Pauly와 Julie Sweitzer(1993)을 참조 바람).

<표 II-1> 순수출에 대한 환경규제의 영향

연구(년도)	기간	산업범위	국가	결과(음의 관계)
Kalt (1988)	1967-1977	78개 산업	미국	유의하지 않음
		제조업	미국	유의함
		화학제외 제조업	미국	보다 유의함
Han and Braden (1996)	1973-1990	19개의 제조업	미국	유의함
Tobey (1990)	1977	광업, 제지, 화학, 철강, 금속	23개 국가	유의하지 않음
Grossman and Krueger (1993)	1987	제조업	미국- 멕시코간	유의하지 않음

2.1.2 오염집약적 상품에서의 국제무역

오염집약적 상품의 경우, 시간적 변화에 따라 무역의 대략적인 패턴을 조사함으로써 환경규제가 국제경쟁력에 미치는 영향에 대해 살펴볼 수 있다. 오염집약적 상품은 높은 오염방지 비용을 지불하는 산업에서 생산된 것으로 정의되며, 세계무역에서 오염집약적 상품이 증가하는지를 알아보기 위해 규제기준이 상대적으로 느슨한 개도국에서의 무역량 변화를 살펴볼 수 있다(Patrick Low and Alexander Yeats 1992). 1965-1988년 기간의 분석결과는, (i) 세계총 무역에서 오염집약 상품의 비율이 19%에서 16%로 하락하였고, (ii) 세계무역에서 북아메리카가 차지하는 오염집약상품의 비율은 21%에서 14%로 하락하였으며, (iii) 동남아시아에서 오염집약상품의 비율은 3.4%에서 8.4%로 증가하였다. 그리고 (iv) 개도국은 선진국보다 오염집약산업에서 큰 차이로 비교우위를 차지하게 되었다.

이러한 결과는 언뜻 보기에는 의미가 적을 것으로 생각할 것이다. 무엇보다도, Low and Yeats는 오염집약산업이 개도국으로 이전된다는 것을 부정하면서 선진국의 1965~1988년 기간의 오염집약적 산업의 점유율을 들고 있다. 다음으로, 넓은 의미의 오염집약적 산업이 선진국에서 개도국으로 이전하였다는 점은 단순히 오염집약산업의 생산품에 대한 수요가 개도국에서 증가한다는 데 기인할 것이다. 마지막으로, 천연자원부존은 부분적으로 오염집약적 수출의 패턴을 설명한다.

개도국이 청정상품보다 오염집약적 상품에서 비교우위를 획득하기 쉽다는 증거는 H. David Robison(1988; 또한 Ralph D'Arge 1974와 Organization for Economic Cooperation and Development 1985)에 의해 증명된 미국 무역패턴에서의 변화와 일치된다. 그는 미국 환경기준이 세계의 나머지 지역에서의 기준보다 상대적으로 더 엄격하게 발전한 것처럼 미국의 (오염집약적 상품) 수입의 감소는 (청정상품) 수출감소보다 더 빠르게 증가했다는 것을 발견했다. 그러나, 미국-캐나다의 무역패턴은 이러한 방향으로 움직이지는 않았다. 이는 아마도 캐나다와 미국의 환경기준과 비용의 유사성 때문인 것으로 생각된다. 이 결과 Robison의 모델은 미국의 환경규제가 무역패턴에 영향을 미쳤다는 결론을 제시하고 있다.

<표 II-2> 오염집약적(abatement-intensive) 상품의 무역패턴에 대한 환경규제의 영향

연구(년도)	기간	산업범위	국가	결과
Low and Yeats (1992)	1965-1988	“오염집약” 산업	세계	오염산업의 개도국 이전 미미
Robinson (1988)	1973-1982	78개 산업	미국	오염집약적 상품의 수입 감소
			미국- 캐나다간	오염집약적 상품의 무역량 변화 미미

주: Low and Yeats의 오염집약적 산업은 미국에서 오염저감지출이 높은 산업임.

2.2 환경규제와 투자

경제활동의 공간적인 패턴은 어느 정도 부존자원과 시장입지와 연관이 있지만, 약간은 역사적 경험의 결과이기도 하다. 비록 기업은 오염저감비용이 낮고 시장접근이 좋은 지역에 위치한다 하더라도, 다른 기업이 이미 위치해 있는 지역으로 이전하는 기업에 이익이 있다. 왜냐하면 현재의 인프라, 훈련된 노동력, 잠재적 공급자 그리고 분업화로 인한 잠재적 이익이 있기 때문이다.

어떤 경우에는 새로운 공장입지에 대한 선택이 매우 복잡할 때가 있다. 국내와 국외 가운데 입지를 결정할 때, 기업은 여러 요소 중에서 해당 공장이 맡게 되는 시장, 노동력의 질, 환율변동과 관련된 리스크, 외국정부의 정치적 안정성과 SOC 등을 고려한다. 따라서, 이 결정에 대한 환경규제의 효과를 분리시키는 것은 매우 어려울 것이다. 환경규제에 대한 기업투자패턴의 민감도를 조사하기 위해서는 외국인직접투자의 변화와 공장에 대한 입지결정을 고려할 수 있다.

2.2.1 외국인직접투자

Repetto(1995)는 1992년 미국 해외 직접 투자(USDIA) 자료를 부문별 그리고 지역별로 분석한 결과 다음과 같이 언급하고 있다:

1992년 총 USDIA의 45%가 개발도상국들과 CIS 국가들에게 이루어지는 동안, 미국이 비교적 엄격한 환경 기준을 가진 선진국들에게 직접 투자했던 경우보다 직접 투자의 훨씬 더 적은 부분이 환경적으로 민감한 기업들(석유 및 가스, 화학 및 관련 제품, 그리고 1차 및 조립 금속)에게 돌아갔다. ... 선진국에 투자한 USDIA의 24%는 오염 집중적 부문으로 돌아갔으나 저개발국가들에 투자한 USDIA 중 이 부문으로 투자된 비율은 5% 뿐이었다. 오염 집약적 산업에 대한 총 해외 직접 투자 중에서 84%가 다른 선진국들로 간 것과 비교하여 해외 투자의 49%가 다른 산업으로 돌아갔다. 선진국들이 “오염률이 높은” 산업들을 수출하는 것으로 보이는 정도까지, 그들은 저개발 국가들에게가 아니라 같은 선진국내에서 이 산업의 이주가 나타나는 것으로 보인다.

개발도상국으로의 투자흐름을 살펴보아도 무역과 환경규제 사이에는 체계적 관계가 존재하지 않음을 알 수 있다. 즉 해외직접투자에 대한 데이터를 볼 때, 다국적기업이 환경규제가

약한 국가로 생산지를 이동시킨다는 이렇다 할 근거를 찾을 수가 없다는 것이 실증적으로 밝혀지고 있다. 해외 투자가 활발한 미국의 경우를 살펴보자. 1980년대 초반부터 중반까지 부채 위기(debt crisis)를 겪은 후 즉 1980년대 중반이후부터 개발도상국들에 대한 해외직접투자가 급격히 증가한 것은 사실이다. 예를 들어, 1992년까지 미국해외직접투자(U.S. Direct Investment Abroad : USDIA)의 거의 절반에 이르는 45%가 개발도상국에서 이루어 졌다. 그러나 USDIA의 환경민감산업에의 투자만을 살펴보면, 개발도상국에 대한 투자보다는 오히려 높은 수준의 환경기준이 적용되고 있는 선진국에 투자된 비율이 더 높다. <표 II-3>를 보면, USDIA의 선진국에 대한 투자중 24%가 오염집약적(pollution-intensive) 산업에 이루어졌고, 개발도상국에 대한 투자중 겨우 6%만이 오염집약적산업에 투자되었다.

<표 II-3> 미국기업의 해외 직접투자(1992년)

(단위: 백만달러)

지역	석유&가스 (1)	화학 (2)	금속 (3)	소계 (4)	기타부문 (5)	총계 (6)	(4)÷(6)
선진국	171	4,070	503	4,744	15,359	20,103	0.24
개도국	-327	1,007	247	927	16,092	17,122	0.06
총계	-156	3,077	750	5,671	31,451	37,122	0.15
선진국÷총계	n.a	0.80	0.67	0.84	0.49	0.54	-

자료 : U.S., DOC, Survey of Current Business, July, 1993

Olewiler(1994)는 무역과 투자 자료를 미국의 오염 집약적 산업들과 관련하여 검토하였다. 조사 결과 중 하나는 캐나다가 1982년부터 1991년까지 화학 제품과 광물 처리 산업에서 USDIA를 가장 많이 받은 수혜국이었다는 것이다. 그러나, 개도국에 대한 "오염 안식처" 관련 투자 패턴은 없었다. 한편 투자 흐름은 년도별, 국가별로 아주 다르게 나타났다. 광업의 경우 직접 투자는 환경 정책의 엄격도와 아무런 상호 관련성 없이 평균적으로 개발도상국보다 선진국에서 훨씬 더 높았다. 미국 기업 해외 계열사의 연간 자본지출(해외 직접 투자 수 치에 대한 변수)에 대한 분석은 화학 제품과 광업에 투자된 총액 중 차지하는 부분이 1980년대에 30% 가량 성장하였고 1992년에 다시 26%로 떨어졌음을 보여주었다. Olewiler는 이것이 엄격한 미국 환경법에 대응하여 해외 활동이 증가한 것과 모순되지는 않으나 그 증거는 아니라고 결론지었다.

미국에서의 최근 한 연구는 엄격한 환경 규제의 영향을 파악하기 위한 다른 접근방법을 택하여 지금까지와는 다른 결과를 도출하였다. Xing과 Kolstad(1996)는 1985년부터 1990년까지 미국의 화학산업, 전기 기계 산업, 비전기 기계 산업의 22개국에로의 해외 직접 투자(7개 개도국과 15개 선진국)를 검토하였다. 자본 흐름 판단은 완전히 새롭게 투자하는 경우 뿐만 아니라 다국적 기업이 기존 국내 생산 능력에 추가하거나 그를 대신하여 기존 해외 지사에서 최대 생산 능력을 올리는 경우를 고려한다. 이는 공장 이전일 수도 있고 아닐 수도 있다. Xing과 Kolstad는 환경 정책 엄격도 대신 유황 배출량을 이용하여 관련정책과 이 오염 척도 간에 직접적인 관계가 있는지를 검토하였다. 오염률이 낮은 산업의 경우는 그렇지 않으나, 그들의 통계적 분석은 투자 대상국의 약한 환경 규제가 미국 화학제품 산업의 해외 직접 투자

를 결정하는 중요한 요소임을 보여준다. 더욱이 투자 대상국의 규제가 약할수록 미국 업체의 투자 자본을 유치할 가능성이 더 높다.

이 연구는 다른 대부분의 연구보다 더 분명하게 부정적 결과를 예측한다는 면에서 두드러지지만, 환경 규제의 엄격도 대신 아황산가스 배출을 이용했다는데 의문을 제기할 여지가 있다. 대기 오염 수준은 환경 규제의 엄격도 뿐만 아니라 그 나라의 산업 구조와 환경용량에 크게 좌우된다. 게다가 관련된, 상반되는 인과관계의 문제가 있을 수 있다.

Lucas와 Wheeler, Hettige(1992)는 투자 흐름이 아니라 생산에 초점을 맞추어 분석하였다. 이들은 선진국과 개도국의 광범위한 표본에 대하여 제조업의 오염 강도를 추정하여 1960년부터 1988년에 걸쳐 다양한 산업 부문의 상대적 생산 변화를 검토하였다. 그 결과 개도국의 오염 강도가 크게 높아졌다. 또 오염도는 세계 시장의 힘으로부터 비교적 차단된 개도국에서 가장 빨리 증가하였다. 즉, 비교적 폐쇄된, 급성장하는 국가들은 더 높은 오염도를 향하여 매우 빠른 구조적인 변화를 경험하였다. 그러나 개방적인 국가들에게는 그 반대인 것 같다. 개도국들이 스스로 부과한 제한적 무역 정책이 남북간의 규제 비용 차이보다는 오염 공장 이전에 대한 주요 자극이 되었을지도 모른다.

<표 II-4> 외국인직접투자에 대한 환경규제의 영향

연구(년도)	기간	산업범위	국가	결과(음의 관계)
Repetto(1995)	1992	환경민감제품	미국	유의하지 않음
Olewiler (1994)	1982-1991	화학제품, 광물처리업	미국	유의하지 않음
Xing and Kolstad (1996)	1985-1990	화학, 전기기계, 비전기기계	22개국	유의함
Lucas, Wheeler, Hettige (1992)	1960-1988	제조업	세계	유의함

2.2.2 입지결정

투자 입지 결정의 분석은 입지 결정에 포함된 여러 요소들, 즉 정치적 안정, 시장의 크기와 성장 잠재력, 다른 시장으로의 접근성, 임금, 이윤 획득의 용이성, 행정적 법적 구조의 투명성과 예측가능성, 문화적 유사성, 기반 시설, 삶의 질 등을 고려한다.

최근 몇 년 동안, 한 이론적 분석에서는 직접 투자를 유치하려 경쟁하는 개방 국가에서의 전략적 환경 정책 수립 가능성을 탐구했다(Markusens 외, 1991; Barrett, 1993; Rauscher, 1994). 특히, Barrett(1993)는 정부가 전략적 경쟁력을 이유로 인위적으로 낮은 환경 기준을 유지하는 인센티브들은 일반적으로 중요하지 않을 것이며 그 인센티브는 사실은 그 반대일 수 있다고 결론지었다.

세계은행의 연구(Wheeler와 Mody, 1992)에서는 1980년대 미국 다국적 기업들의 제조업 투자에 대한 자료를 검토하였다. 이 연구는 "기존의 인프라"(기반시설의 질, 산업화 정도, 기존 해외 직접 투자 수준)가 투자자의 계산에 지배적인 영향력을 미친다는 것을 보여준다. 그 다

음으로 중요한 요소는 임금 및 시장 크기이다. 법인세율은 큰 역할을 하지 않는다. 그러므로 생활 환경의 질이 큰 역할을 하는 가운데, 환경 규제의 엄격도 차이는 일반적으로 투자 위치 결정에 있어서 별로 의미가 없는 것으로 보인다.

미국 내에서 환경규제의 차이가 공장 입지 결정에 미치는 영향을 평가하기 위하여 몇 가지 연구가 진행되었다. Bartik(1988)은 1972년부터 1978년까지 미국의 포춘지 선정 500대 기업의 새로운 제조 시설의 위치에 대하여 이 연구를 수행하였다. 회귀분석 결과 환경규제 상의 차이가 공장 위치에 미치는, 통계적으로 의미 있는 영향을 밝혀내지 못했다. 그러나, 가장 연관성이 큰 것은 주(州)가 고용된 제조 근로자 일인당 환경 보호에 지출한 액수와 포춘지 선정 500대 기업의 새 제조 현장간의 긍정적인 관계였지만 이것도 통계적으로 그리 중요하지 않다. 이 결과는 기업들이 낮은 수준의 환경 보호 규정에 매료되기보다는 공장위치가 환경의 질로부터 이득을 얻는다고 생각할 수 있음을 시사한다. 이는 아마도 건강과 삶의 질 덕분에 노동자의 생산성이 개선된다는 점에서 그러할 것이다.

Timothy J. Bartik(1985)는 요소의 다양성에 의해 영향 받는 사업입지결정을 조사하였다. 그는 주정부의 환경규제의 엄격성을 고려하지는 않았지만 사업입지 결정에 영향을 줄 수 있는 요소를 증명하는데 도움이 된다. 첫째, Bartik은 주의 세금과 공공서비스는 둘다 입지선택의 중요한 결정요소임을 발견하였다. 둘째, 그는 주의 노동세력의 노동조합결성이 기업이 주어진 지역내 새로운 공장을 입지시키는데에는 강한 음의 영향을 미친다는 것을 발견했다. 셋째, 국제적 범위에서 기타 발견들과 일관성 있게 그는 주에서의 제조활동의 기존수준은 새로운 공장 입지 결정에 양의 영향을 미친다는 것을 발견하였다.

이러한 결과들이 새로운 설비의 입지결정시 기업은 일반적으로 비용변화에 민감하다는 것을 나타내는 반면, 환경규제의 엄격성과 공장입지선택사이의 관계에 대해서는 직접적인 증거가 거의 없다는 것을 말해주고 있다. 환경엄격성의 대책을 포함하는 보다 최근의 분석에서, Bartik(1988)은 주정부가 대기과 수질 오염조절지출, 평균대응비용, 그리고 허용된 미립방출량(particulate emission)은 모두 공장입지결정에 작고 무시할만한 영향을 미친다는 것을 발견했다.

다른 공장입지 연구에서, Virginia D. McConnell과 Robert M. Schwab(1990)은 자동차산업 지점공장의 입지 선택에 대하여 환경규제에서의 지역적 차이가 유의한 영향을 미치지 않는다는 것을 발견했다. Joseph Friedman, Daniel A. Gerlowski와 Jonathan Silberman(1992)는 외국의 다국적 기업에 의한 미국내 새로운 제조업 지점 공장 입지의 중요결정요소를 분석하였다. 주의 제조업에서의 총생산대비 오염저감자본지출율과 모든 외국회사들의 투자결정이 함께 고려되었을 때, 환경적 엄격성은 새로운 공장투자에 대해 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는다고 하였다.

반면에, 낮은 환경 기준이 투자를 단념시킬 수 있다는 증거도 있다. OECD 국가의 1,000개 대기업을 상대로 한 OECD/세계 은행 조사에 따르면, 환경 문제는 서구 투자자들의 중요한 관심사였고 중부 및 동유럽으로의 직접 산업 투자를 차단할 수 있었다(Zamparutti와 Klavens, 1993). 가장 중요한 환경 문제는 과거의 활동으로 발생하는 책임에 대한 두려움이다. 다른 우려에는 미래의 활동으로 발생하는 책임, 환경적 책임에 대한 규칙의 불확실성, 투자 대상국의 시설이 환경 기준을 준수하도록 만드는데 드는 비용이 포함되었다.

<표 II-5> 입지결정에 대한 환경규제의 영향

연구(년도)	기간	기업범위	국가	결과(음의 관계)
Wheeler, Mody(1992)	1980년대	다국적기업	미국	유의한 결과 없음
Bartik (1988)	1972-1978	Fortune 500 회사의 제조업 지점 공장	미국	유의한 결과 없음
Friedman, Gerlowski, Silberman (1992)	1977-1988	외국 다국적 회사	미국	유의한 결과 없음
McConnell, Schwab (1990)	1973-1982	자동차 부품공장	미국	주로 시시한 효과
OECD/World Bank(1993)	1980년대	1,000개 기업	서유럽	양의 유의한 결과

주: OECD/World Bank(1993)에서는 환경규제와 입지결정간에 양의 유의한 결과를 발견하였다. 예를 들어, OECD국가들이 동구라파에 투자를 꺼리는 것은 과거의 활동으로 발생하는 책임에 대한 두려움, 미래의 활동으로 발생하는 책임, 환경적 책임에 대한 규칙의 불확실성 등 때문이다.

2.3 환경규제와 생산성

국제 무역 및 투자 흐름은 아주 복잡하고 다양한 원인이 얽혀있기 때문에, 환경 정책이 경제 활동에 미치는 영향의 더 분명한 경험적 증거는 생산성 척도에 대한 영향을 살펴봄으로써 얻을 수 있다고 예상된다. 생산성 척도는 투입이 산출로 바뀔 때의 효율성과 관계된다. 노동 생산성은 1인당 생산량을 표시하는 반면, 다른 원인에서 유래된 생산성은 모든 투입, 즉 자재와 자본, 노동력이 이용될 때의 효율성에 대한 척도이다. 비교적 생산성이 높은 기업들은 생산성이 낮은 경쟁업체들보다 투입이 적어도 같은 산출량을 보일 수 있으므로 기타 다른 것들이 모두 같을 때 더 경쟁력이 있다.

생산성 향상은 생활 수준 향상의 기초가 된다. 같은 양을 투입하여 이전 보다 더 많이 생산하는 경우, 그 기업/산업은 임금과 배당금을 더 많이 지불할 수 있다. 기업 경쟁력과 국가 생활 수준 간의 직접적인 관계 때문에 생산성은 때로 경쟁력과 교환하여 사용되기도 한다.

환경 정책적인 시각에서 현재 구성된 생산성 척도에 관한 문제는 환경관련 지출이 투입으로 계산되지만 일반적으로 현재 측정되고 있는 산출(즉, 시장에서 판매되는 제품)에는 포함되지 않는다는 것이다. 환경관련 지출은 측정되지 않거나 시장에 포함되지 않는 산출, 예를 들어 환경 피해 방지에 기여한다. 단순히 정의하면, 지출 증가를 야기하는 환경 정책은 일반적으로 측정되는 산출을 증가시키지 않고 측정되는 투입만 올려서 그 산업의 생산성을 떨어뜨리게 되는 것이다.

환경 정책은 다른 면에서도 생산성에 영향을 줄 수 있다. 오염 규제 장비는 제조 공정의 기술적 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 예를 들어 여과 시스템을 운영하려면 더 많은 에너지가 필요하다. 적어도 초기에는 오염을 막고 오염 방지 시스템을 설계하고 정비하는데 주의를 기

울여야 할 것이다. 미래의 규제 동향에 대한 불확실성은 투자결정을 방해할 수 있다. 자본 지출은 환경 관련 지출을 상쇄하기 위하여 생산적 투자로부터 전환되어 더 높은 수익을 가져올 투자를 밀어내거나 최소한 지연시킬 수 있다.

1970년대의 자료를 이용한 계량경제모형 연구결과 환경규제 강화는 생산성 성장을 둔화시키는 것으로 보고되고 있다. 즉 1970~1975년 사이의 미국 민간부문의 연구에서 Denison(1979)은 미국경제의 생산성감소의 약 16%정도는 환경규제 때문이라고 지적하였고, Havemann & Christainsen(1981)은 1973~1975년의 미국 제조부문자료를 이용하여 분석하였는데, 그들의 연구에서도 생산성감소의 약 8%~12%정도는 환경규제 때문이라고 지적하였다. Horsworthy et al.(1979)는 Havemann & Christainsen(1981)의 연구와 똑같은 기간을 샘플로 하여 노동생산성연구를 하였는데, 노동생산성 감소의 약 12%정도는 환경규제에 따른 의무수행 때문이라고 분석하였다.

미국 제조업부문에 대한 보다 최근의 실증연구 특히 화학산업, 제지산업, 유리산업, 철강산업, 비철산업에 대한 실증연구는 오염감소(pollution abatement) 자본재를 구입하려는 직접효과와 새로운 장비에 적용하는 투입의 결합(input combination)을 변경하는 간접효과로 분리하여 분석하는 시도이다. Barbera & McConnell(1990)의 연구는 이러한 새로운 시도에서 그 공헌도가 매우 크다. 그들은 1960~1970년 사이의 연평균 생산성 성장률과 1970~1980년 사이의 연평균 생산성성장률 비교를 통하여 이 기간동안의 미국 생산성감소의 10%~30%는 오염감소 자본재의 도입에 따른 전반적인 파급효과 때문이라고 분석하였다.

환경규제 강화와 생산성간의 관계에 관한 대부분의 실증연구가 미국산업을 중심으로 이루어졌지만, 다른 나라의 연구 또한 간헐적으로 수행되었다. 대표적인 것으로는 Conrad & Morrison(1989)의 캐나다 및 독일의 분석과 Nestor & Pasurka(1993)의 일본 및 독일의 분석이다. 여러 다른 나라들의 분석결과도 미국의 경우와 유사하게 환경기준강화가 생산성에 미치는 파급효과는 마이너스이었다.

한편 개별산업분석에서는 다른 어느 산업보다도 오염감소비용이 가장 많이 드는 전력산업을 대상으로 연구되고 있다. 사실상 전력산업은 제조부문의 어떤 산업보다도 환경규제 강화에 의해 생산성이 보다 크게 감소된 것으로 추정되고 있다. 예컨대, Gollop & Roberts(1983)는 1973~1979년 사이의 미국 전력산업에 대해 분석하였는데 생산성 감소의 약 44%는 환경규제 강화에 기인한다고 지적하였다. 이는 연간 생산성증가의 0.59%의 감소와 같은 효과이다. Grandall(1981)또한 전력산업부문에 부과된 환경규제는 타산업에 비교하여 비교적 큰 부담을 준 것을 발견하였다.

Fare, Grosskopf & Pasurka(1986)는 1975년의 자료를 이용하여 미국내 100개의 증기전력 플랜트에서 사용되는 기술을 대상으로 하여 규제제약이 주는 효과를 추정하였는데, 그들은 이들 제약 때문에 각 플랜트는 대략 1,600만kwh의 비용부담을 하게 되었다고 추정하였다. 더구나 그들은 이러한 비용은 1975년이후 연방규제가 실행되었기 때문에 증가하였다고 주장하였다.

개별산업연구에서 철강산업과 제지산업 또한 자주 분석의 대상이 된다. Joshi(1995)는 최근

에 미국의 철강산업을 대상으로 분석하였는데, 그는 1979~1988년 사이의 자료를 이용하여 환경규제에 따른 운영지출비용의 \$1당 추가비용은 궁극적으로 산출물 1톤당 \$7~\$12정도의 한계비용을 상승시킨다고 지적하였다. 한편 Gray & Shadbegian(1993)는 제지산업을 대상으로 분석하였는데, 환경규제준수에 따른 \$1의 비용지출은 궁극적으로 \$3~4정도의 비용증가라는 간접효과를 가져온다고 주장하였다. 그러나 그들의 1994년 연구에서는 기존의 연구결과보다는 조금 낮은 간접효과를 제시하였다.

<표 II-6> 중요소생산성 감소에 대한 환경규제의 영향

연구(년도)	기간	산업범위	국가	결과(환경규제로 인한 감소율)
Barbera, McConnel (1990)	1970-1980	화학, 유리, 철강, 비철	미국	10-20%
		제지	미국	30%
Dension (1979)	1970-1975	전산업	미국	16%
Gallop, Roberts (1983)	1973-1979	전력산업	미국	44%
Haveman, Christainsen (1981)	1973-1975	제조업	미국	8-12%
Joshi (1995)	1979-1988	철강산업	미국	8-14%

지금까지의 이러한 모든 연구결과는 환경기준강화가 생산성 증진에 방해가 된다는 사실을 보여주고 있다. 그리고 의도적이든 아니든 간에 그러한 결과는 환경기준강화가 경제성장을 잠식하고 생활수준을 저하시킨다는 경제논리 주창자들의 애용물이 되고 있다. 그러나 환경기준으로부터 생산성에 대한 긍정적 효과가 생겨날 수 있다. 그 이유는 환경 관련 제품이나 공정 기준으로 인하여 기술적 효율성이 높은 새로운 생산공정이 개발될 수 있기 때문이다.

Repetto 등(1996)은 측정되지 않은 환경 산출물(부산물)을 위해 전통적인 생산성 척도를 조정하는 대안을 제시한다. 그들은 환경 관련 지출을 통해 방지된 환경 피해를 시장 가격(한계 피해 가치)으로 환산하여 그것을 시장에서 판매된 산출(생산)에 합한다. 다시 말하여, 방지된 환경 피해의 비용이 산출로서 계산된다. 이것은 환경 피해의 경제적 비용을 그 경제가 생산한 것에 대한 계산법으로 끌어넣는 것에 해당한다. 그래서 오염저감이 발생하면 곧바로 생산성이 향상된다. 분명히 이 방법은 환경 규제가 생산성을 떨어뜨린다는 전통적인 관점으로부터 상당히 벗어나 있다.

Repetto 등은 환경적으로 민감한 산업인 전력, 펄프 및 제지, 농업에 대한 한계 피해 비용법을 이용하여 수정된 생산성 척도를 측정하였다. <표 II-7>는 주요 분석결과를 요약한 것이다.

<표 II-7> 생산성 척도를 수정하여 환경 산출을 포함한 주요 결과

산업부문	기간	총요소생산성(연평균변화율)		
		전통적 MFP	수정 MFP (불변피해가치)	수정 MFP (GDP대비 피해가치)
전력	1970-1991	-0.35%	0.68%	0.38%
펄프·제지	1970-1990	0.16%	0.44%	0.36%
농업	1977-1992	2.30%	2.41%	2.38%

자료 : Repetto et al., 1996

세 산업 중 전력산업이 단위당 배출량 면에서 1위를 기록하였다. Repetto 등은 최근 몇 년 동안 대기 배출 비용을 전력산업의 총산출 가치, 즉 좋은 산출과 나쁜 산출(제품과 폐기물)의 15%로 추정했다. 이 환경 피해 비용이 엄격한 규제가 생기기 전인 1970년대 초기에 총산출의 30% 내지 60%에 이른다는 사실은 Repetto의 생산성 척도가 왜 전통적인 척도와 얼마나 다른지를 설명해 준다. 생산성 척도가 암묵적으로 폐기물의 경제적 비용에 대한 책임이 있는 것으로 보는 경우, 폐기물 발생 절감은 생산성 향상의 원천이 된다. 이 생산성 향상의 원천은 전통적인 생산성 척도에는 포함되지 않았다. 그래서 총산출의 일부로서 발생한 폐기물이 많이 줄어들수록, 생산성에 대한 Repetto의 척도와 전통적 척도간의 차이는 더 크다. 따라서 "나쁜" 산출의 감소가 그렇게 크지 않은 나머지 두 산업은 Repetto 생산성 척도와 전통적 척도간의 편차가 더 적다.

2.4 환경규제와 경제성장

규제의 사회적 비용을 계량화하기 위해서는 일반 균형 분석이 필요하다. 일반적으로 환경규제의 사회적 비용은 직접적인 환경비용을 초과할 것이다. 왜냐하면 환경규제는 산출의 감소를 야기시킬 수 있고, 투자를 저해하고, 생산성을 감소시키며, 과도한 비용을 야기할 수 있기 때문이다(Schmalensee 1994).

Dale W. Jorgenson과 Peter J. Wilcoxon(1990)은 35개의 산업부문(공기업을 포함)과 대표적인 소비자를 고려하는 일반균형모델을 사용하여 오염방지투자, 자동차배출량 규제 대응과 관련된 운영비용의 동적 효과를 측정하였다. 1974-1984년의 기간에 걸쳐 운영비용의 동적효과는 연간 약 0.2%의 실질GNP 성장률 감소를 초래하였다. 또한 1985년까지 이 감소된 성장의 누적효과는 환경규제 없이 모의 실험한 GNP가 실제 GNP보다 1.7% 이상이 될 것이라는 것이다. 이 손실은 환경규제에 대응하는데 필요한 직접비용과 대략 같은 크기이다. 이 결과는 환경규제가 경제성장 감소에 유의한 동적 영향이 있다는 것을 나타낸다.

그러나 최근의 문헌연구에서는 환경규제는 실제로 경제성장과 경쟁력을 갖게 할 수도 있다고 주장하고 있다. Porter(1991)에 의해 최근에 명확하게 표현된 논쟁은 몇몇 영향력 있는 책임안자들 사이에서 관심을 불러 일으켰다. 즉 민간부문의 몇몇 섹터, 특히 환경서비스 부문은 소비자들에 대한 보다 엄격한 환경규제로부터 직접적으로 이익을 얻을 수 있다는 것이다.

따라서, 1990년 미국의 Clean Air Act는 전기설비로부터 SO₂의 배출량을 상당히 감소할 것을 요구하였는데 이는 가스 정화설비(가스세정기) 제조업자들과 저황석탄 생산업자들에게는 좋은 뉴스였다. 또한 오늘날의 촉매변환기술은 자동차 배출량이 규제되지 않았다면 발달할 수 없었을 것이다. 국제적으로 보면, 상대적으로 엄격한 규제 때문에 독일기업은 수질오염방지기술에서 비교우위가 있고 미국기업은 유해폐기물관리에서 우월하다(OECD 1992; U.S. EPA 1996).

한편 Jaffe와 Palmer(1994)는 1976-1989년 기간에 공해방지비용 지출과 R&D 지출, 그리고 특허건수와의 관계를 산업별 패널데이터를 이용하여 분석하였다. 그들은 공해방지비용 지출의 증가는 R&D지출과 관련이 있음을 증명하는 약간의 증거를 발견했다. 그러나, 공해방지지출 비용의 증가가 특허건수를 증가시키는 것과 같은 기술혁신을 초래한다는 것에 대해서는 증거가 없다고 말하고 있다.

Porter의 가설을 지지하는 경험적인 분석은 Stephen M. Meyer(1992)이라 할 수 있다. 이 분석은 엄격한 환경법을 가진 주가 상대적으로 느슨한 환경법을 가진 주와 비교하여 취약한 경제활동을 수행하는지를 설명한다. Meyer(1992)는 다음과 같은 사실을 발견하였다:

경제성장과 개발은 최소한의 환경질의 추구에 방해가 되지 않는다. 더욱이, 환경규제와 경제성장간에는 온건하고 일관된 양의 관계가 나타난다.

<표 II-8> 경제성장에 대한 환경규제의 영향

연구(년도)	기간	산업범위	국가	결과(음의 관계)
Jogenson, Wilcoxon (1990)	1974-1984	35개 산업	미국	유의한 결과 (년간 GNP의 -0.2%)
Jaffe, Palmer(1994)	1976-1989	전산업	미국	유의한 결과 없음
Meyer(1992)				유의한 결과 없음

3. 요약

지금까지 살펴본 내용을 요약하면, 먼저 환경 규제가 순수출에 중대한 영향을 미친다는 견해가 논리적인 설득력을 갖고 있지 않음을 알 수 있다. 또한 지난 30여년간 국제무역패턴에서의 변화를 관찰하면 오염집약산업이 전체 세계 무역에서 차지하는 점유율이 감소하였음을 알 수 있다. 그러나 무역패턴의 변화가 선진국에서 더욱 더 엄격한 환경규제로 인해 야기된다는 것은 결코 명확하지가 않다. 또한 환경규제가 외국인직접투자의 흐름과 공장입지 결정에 미치는 영향을 연구한 결과들을 보면 이들 사이에 체계적인 관계가 존재하지 않음을 알 수 있다. 즉, 다국적기업이 환경규제가 약한 국가로 생산지를 이동시킨다는 이렇다 할 근거를 찾기가 어렵다고 할 수 있다.

한편 환경규제 강화가 생산성과 경제성장에 미치는 영향에 관한 대부분의 연구결과는 환경규제가 생산성 증진 및 경제성장에 방해가 된다는 사실을 보여주고 있다. 이것은 기업자유주의를 표방하면서 “환경규제가 기업의 경쟁력을 저해한다”는 주장을 펴는 기업가들이나 이론가들의 애용물이 되고 있다. 그러나, 이러한 주장은 실증적 분석·통계 없이 여론만으로 환경정책에 반영되었다고 볼 수 있다. 그 이유는 Repetto(1996)와 Porter(1991)이 보여주는 바와 같이 환경규제로부터 생산성과 경제성장에 대한 긍정적 효과가 생겨날 수 있기 때문이다. 즉, 환경 관련 제품이나 공정 기준 강화로 인하여 기술적 효율성이 높은 새로운 공정이 개발될 수 있기 때문이다.

Ⅲ. 경쟁력 측정방법의 고찰

1. 무역성과의 측정방법⁴⁾

1.1 RCA 지수

국제경쟁력 측정에 자주 사용되고 있는 ‘현시된 비교우위지수(Revealed Comparative Advantage Index; RCA)’는 발라사(Balassa, 1965)에 의해 처음 명명된 지수로서 무역성과를 측정하기 위해 고안된 것이다. 처음 RCA지수의 개념을 도입했을 때는 수출-수입비율에 근거를 둔 지수와 상대수출비중에 근거를 둔 지수의 두 가지를 제안했지만, 수입제한정책 등의 무역정책이 수출-수입비율의 지수로서의 효율성을 저해할 수도 있다는 점을 인정하여 상대수출성과비율만을 사용하게 되었다.

상대수출성과비교는 자료의 확보가 용이하고 무역정책에 의한 왜곡을 비교적 적게 받으며, 산업간 및 국가간 비교에 적합한 형태를 취하고 있다는 장점을 가지고 있어 비교우위분석에 널리 사용되어 왔다.

RCA지수는 발라사에 의해 처음 명명되었으나 발라사의 상대수출성과비율 뿐만 아니라 비교우위분석을 위해 사용되는 모든 무역성과지수를 의미하는 포괄적 의미로 사용된다. 이에 따라 RCA지수의 개념을 정의해 보면, 비교우위를 반영하는 수출 또는 순수출(=수출-수입)의 무역변수 등을 국가간 또는 사업간 비교를 위하여 상품의 중요도와 국가의 크기 등으로 조정 한 무역성과지수가 된다.

비교우위의 척도로 RCA지수를 사용할 경우 문제는 이 RCA지수가 교역이전의 상대가격으로 대변되는 비교우위를 충분히 반영할 수 있을 것인가라는 문제이다. 그러나 결과적으로 보면 비교우위를 정확히 측정할 수는 없다고 하더라도 실제세계의 무역 후 관측치에 기초를 둔 지수는 비교우위패턴에 대한 많은 정보를 현시한다.

앞서 말한 바와 같이 RCA지수는 비교우위를 반영하는 수출 또는 순수출(=수출-수입)의 무역변수 등을 국가간 또는 사업간 비교를 위하여 상품의 중요도와 국가의 크기 등으로 조정 한 무역성과지수 모두를 포함하는 폭넓은 개념이므로 RCA지수 측정방법에 따라 여러 가지로 분류할 수 있다. RCA지수의 여러 가지 형태와 RCA지수에 대한 간단한 해석은 다음 <표 III-1>에 정리하였다.

4) 한재운 외, 『국제경쟁력의 측정방법』, 1989을 발췌·정리함.

<표 III-1> RCA의 측정방법과 해석

지수의 형태	지수에 대한 해석	비 고
① $I_{ij}^T = \frac{T_{ij}}{E(Q_{ij})};$ $E(Q_{ij}) = \frac{Y_i}{Y} Q_j$	순수출(T _{ij})의 기대생산(E(Q _{ij}))에 대한 비율로서 I _{ij} 가 클수록 비교우위가 있는 것으로 나타난다. 기대생산 E(Q _{ij})는 i국가의 j상품이 세계의 GDP(Y)에 대한 i국가의 GDP(Y _i)의 비율에 따라 이루어 질 것으로 기대되는 생산을 나타낸다.	보웬(Bowen) 이 가상적인 ‘비교우위 중립적’인 세계에서 존재하는 무역, 생산, 소지의 수준을 이용해서 도출한 지수로서 무역구조와 생산구조를 동시에 고려하고 있다. 비교우위의 대리변수로서 순수출을 사용함으로써 산업내무역을 고려하고 있다는 장점을 지니고 있으나 무역과 생산자료를 일치시키기 힘들다. 이론적으로는 보웬의 모델의 가정인 동조적인 선 호에 대한 비판이 있으나 보웬은 동조적 선호의 가정은 가중변수인 E(Q _{ij})를 위해 필요한 것으로 크게 문제될 게 없다고 반박하고 있다.
② $\frac{X_{ij}}{X_{wi}}$ $\frac{X_i}{X_w}$	일반적으로 RCA지수로 알려져 있는 발라사(Balassa) 의 수출성과비교이다. i국의 j재 수출이 j재 세계수출에서 차지하는 비중의 세계총수출 중 i국이 차지하는 비중에 대한비율로서 이 값이 1보다 크면 비교우위의 상태이다.	가장 널리 사용되고 있는 지수로서 산업간 또는 국가간 비교에 용이한 형태를 취하고 있고 수출변수로만 구성되어 있는 장벽이 있는 반면에 산업내무역을 설명하지 못하는 단점이 있다.
③ $\frac{X_{ij}^K}{X_{ij}^K}$ $\frac{X_i^K}{X_w^K}$	야마자와(Yamazawa) 에 의해 고안된 무역집중도지수로 K상품의 i국가에서 j국가로의 수출이 i국가에서 j국가로의 모든 상품수출에서 차지하는 비중의 K상품의 세계 총수출에서 차지하는 비중에서 대한 비율로서 이 값이 1보다 크면 i국가의 K상품은 j시장에서 경쟁력이 있는 것으로 해석된다.	여기에서 소개되는 지수들은 원래 순수무역이론에서는 다루어지지않는 쌍방무역(bilateral trade)의 흐름을 분석하는 방법중의 하나인 무역집중도 접근방법(Trade Intensity approach)에서 사용되는 지수들로서 따라서 사용되는 기호도 앞에서 보았던 지수들과 달라진다.
④ $\frac{X_{ij}^K}{X_j^K}$ $\frac{X_i}{X_w}$ 또는 $\frac{X_{ij}^K}{X_i^K}$ $\frac{M_j^K}{M_w - M_i}$	j시장에 있어서의 i국가의 K상품의 그 나라의 평균적인 수출경쟁력 ($\frac{X_i}{X_w}$)에 대한 수출경쟁력을 의미한다. 이 지수는 코지마(Kojima) 에 의해 고안된 것으로 코지마는 이 지수를 수입구조($\frac{M_j^K}{M_w - M_i}$)에 대비한 수출경쟁력으로 변형하여 사용하였다. 이 지수는 j시장과의 수출결합도의 이름으로 사용된다.	즉 X_{ij}^K =i국가의 j국가에 대한 K상품의 수출 M_j^K =i국가의 j국가로부터의 K상품의 수입 집중도접근법은 쌍방무역에 있어서의 무역장벽(resistances)이 똑같은 경우의 가상적인 무역패턴에서 실제의 무역흐름이 벗어난 정도를 측정하고 이를 설명하려는 방법이다. 이 방법은 특정국가의 세계에 대한 수출성과를 비교하는 일반적인 지수들과는 달리 교역상대국가의 수입구조를 고려하기 때문에 국가간 비교에는 적당하지 않은 경우도 있다. 그러나 특정시장의 중요성 및 특정시장에서의 경쟁력 비교에는 유용한 지수이다.

자료: 한재윤 외, 국제경쟁력의 측정방법, 1989에서 재정리

RCA지수들 중에서 어느 지수를 선택해서 사용해야 할 것인가의 문제가 비교우위를 측정하려는 연구자들에게 가장 중요한 일이나 아직 지수들의 상대적인 우열에 대한 기준이 마련되어 있지 않고 필요에 따라 모든 지수를 다 사용하고 있는 것이 실정이다.

RCA지수는 앞서 언급한 바와 같이 특정산업을 지원하는 정부정책에 의해 문제에 직면하

게 되는데 이 문제는 수출자료만을 사용하는 지수를 사용하거나 수입에 영향을 미치는 정부 정책과 수출에 영향을 미치는 정부정책 사이의 상관관계가 성립한다고 가정하는 것이다.

가장 널리 사용되고 있는 발라사의 RCA지수는 수출성과비율을 나타내고 있는데 이 값이 1보다 크다는 것은 i국의 j상품의 시장점유율이 그 국가의 전상품의 세계시장에 대한 시장점유율보다 크다는 것을 말하며, 이는 i국가의 j상품에 대한 경쟁력이 세계전체의 평균비교우위보다 높다는 것을 의미한다.

그러나 발라사의 RCA지수의 단점은, 이 지수가 특정국가의 수출이 몇 개의 산업에 집중되는 경우 큰 값을 갖게 되어 비교우위가 과대 평가된다는 것이다. 그러나 수출다양화의 정도가 비슷한 국가들사이에 국한하여 비교우위를 분석하면 효율적이다. 두 번째의 단점은 특정국가의 수출가격이 모든 수출대상국가의 시장에서 동일한 것으로 암묵적으로 가정되고 있다는 점이다.

한편 장점으로서는 자료의 확보가 용이한 수출변수들로만 구성되었다는 점과 수출변수만으로 이루어졌기 때문에 수출제한정책 등의 보호제도에 의해 왜곡되기 쉬운 수입변수가 포함되어 있는 지수보다 비교적 정확하게 비교우위를 반영할 수 있다는 점이다. 그 외에도 이 지수가 경쟁력 측정요인인 가격 및 비가격요인을 모두 포함하고 있어 가격만으로 비교우위를 측정할 때 발생할 수 있는 문제들을 보완하고 있으며, 분석대상국가가 전 세계에서 차지하는 비중을 스케일요소로 사용함으로써 국가별 크기에 따라 발생하는 점유율의 고저를 방지하여 순수출액 등의 지수가 갖기 쉬운 결점을 보완한다는 점을 장점으로 들 수 있다.

1.2 점유율변동지수

특정국가의 특정산업 또는 상품의 수출이 세계 또는 비교대상국가들의 총수출에서 차지하는 비중의 변동을 나타내는 것으로 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\Delta S_{ij} = \frac{X_{ij}^t}{X_{wj}^t} - \frac{X_{ij}^0}{X_{wj}^0}$$

ΔS_{ij} = i국가의 j상품의 점유율변동

X_{ij}^t = t시점에 있어서 i국가의 j상품의 수출

X_{wj}^t = t시점에 있어서 세계의 j상품의 수출

X_{ij}^0 = 0시점에 있어서 i국가의 j상품의 수출

X_{wj}^0 = 0시점에 있어서 세계의 j상품의 수출

따라서 $\Delta S_{ij} > 0$ 인 것은 i국가의 j상품의 수출이 비교대상국가들의 수출보다 증가했다면 더 많이 증가하고, 감소했다면 더 적게 감소했음을 의미하며, $\Delta S_{ij} < 0$ 인 것은 그 반대로 증가했다면 더 적게 증가하고 감소했다면 더 많이 감소했음을 보여준다.

원래 점유율변동지수는 특정산업의 국가간 비교를 위해 고안되었음에도 불구하고 스케일변수의 영향으로 특정국가의 산업간 비교에 더 적합한 형태로 변환되었다. 특정산업을 대상으로 국가간의 수출성과만을 비교함에 있어서는 RCA지수보다 점유율변동지수를 사용하는 것이 적합하다. 이는 RCA지수가 특정국가의 산업별 상대적 비교에 유용한 반면 점유율변동지

수는 절대적인 성과를 평가하기에 유용하기 때문이다.

1.3 불변시장 점유율 분석

불변시장점유율 분석법은 수출의 증감에 영향을 미치는 대외적인 요인이 무엇이며 이를 어떻게 측정할 것인가를 분석하는 유용한 방법중의 하나이다.

이 방법은 한 국가의 수출이 세계평균보다 빨리 (또는 늦게) 증가하는 이유를 상품구성의 효과, 시장구성 효과, 경쟁력 효과의 세가지 요인으로 나누어 분석하고 있다. 상품구성효과는 그 나라의 수출상품의 구성이 수요가 비교적 빨리(또는 늦게) 증가하는 상품을 중심으로 이루어져 있다는 것이고, 시장구성 효과로서 그 나라의 주요수출시장구성이 수입수요가 비교적 빨리(또는 늦게) 증가하는 국가들을 중심으로 이루어져 있으며, 경쟁력효과는 그 나라가 다른 경쟁국들과 효율적으로 (또는 비효율적으로) 경쟁함으로써 생겨난다.

이 분석방법은 티진스키(Tyszynski, 1951)에 의해 처음으로 국제무역분석에 사용되었으며, 그 이전에는 크리머(Creamer, 1943)에 의해 산업입지에 대한 연구에서 처음으로 사용되었다. 수출증대를 절대액기준으로 나타내면 다음과 같다.

$$v_{..}^1 - v_{..} = rv_{..} + \sum_i (r_i - r)v_i + \sum_i \sum_j (r_{ij} - r_i)v_{ij} + \sum_i \sum_j (v_{ij}^1 - v_{ij} - r_{ij}v_{ij})$$

$V_{i.}$ = 기간 1에 있어서 A국가의 i 상품의 수출액

$V_{i.}^1$ = 기간 2에 있어서 A국가의 i 상품의 수출액

$V_{.,j}$ = 기간 1에 있어서 A국가의 j 국가에 대한 수출액

$V_{.,j}^1$ = 기간 2에 있어서 A국가의 j 국가에 대한 수출액

γ = 기간 1에서 기간 2까지의 총세계수출의 증가율

γ_i = 기간 1에서 기간 2까지의 i 상품의 세계수출에서의 증가율

γ_{ij} = 기간 1에서 기간 2까지의 i 상품의 j 국가에 대한 세계수출의 증가율

이때, 첫 번째 항은 세계수출수요의 전반적인 증가에 따른 효과라 할 수 있으며, 두 번째 항은 상품구성효과, 세 번째 항은 시장구성효과, 네 번째 항은 앞의 세 항에서 설명이 안된 수요측 및 공급측 요인들을 전부반영하는 것으로 가격, 비가격경쟁력을 모두 설명한다는 의미에서 경쟁력효과라고 부를 수 있다.

1.4 산업내 무역지수

비교우위지수로서의 산업내무역지수의 유용성은 무역의 지역적 다변화와 상품이 다양화 정도를 반영한다는 점이다. 즉, 이는 비교우위를 직접적으로 반영하지는 않지만 비교우위패턴의 분석과 정책적 대응을 위해 기초자료를 제시하는데 도움이 될 수 있다.

산업내무역의 측정방법은 버든(Verdoorn, 1960), 미켈리(Michaely, 1962), 코지마(Kojima, 1964), 발라사(Balassa, 1966), 그로벨과 로이드(Grubel & Lloyd, 1975) 등에 의해 고안되고 실증분석에 사용되어 왔으나 그중 가장 일반적으로 사용되는 것은 그로벨과 로이드의 측정방법이다. 그로벨과 로이드의 지수는 아래와 같다.

$$C_i = \frac{[(X_i + M_i) - |X_i - M_i|]}{X_i + M_i} \cdot 100$$

만일, 산업내무역이 없다면 $\frac{|X_i - M_i|}{(X_i + M_i)} = 1$ 이 되고 $C_i = 0$ 이 될 것이다. 반면 모든 무역이 산업 내에서 이루어지면 $X_i = M_i$ 가 되고 $|X_i - M_i| = 0$, $C_i = 100$ 이 될 것이다.

산업내무역의 비중은 무역불균형의 크기에 의해 영향을 받는데, 불균형이 클수록 순무역의 비중은 커질 것이며 따라서 산업내무역의 비중은 작아질 것이다.

1.5 국내자원비용

국내자원비용이란 어떤 상품생산에 있어서 국제가격기준 부가가치 한 단위를 생산하는데 필요한 모든 국내생산요소의 기회비용을 말한다. 이는 비교우위의 개념을 경제개발과 연관시켰다는 의미에서 고전적인 비교우위와는 그 개념이 다르다고 할 수 있지만 사전적인 비교우위의 측정도구로서 뿐만 아니라 무역제한조치의 사전적비용의 측정수단으로서 그리고 여러 상품생산에 대한 보호의 척도로서 사용될 수 있다는 점에서 국제무역의 비교우위와 밀접한 관계가 있다.

다음은 j산업의 국내자원비용을 나타낸다.

$$d_j = \frac{-(\sum_{s=2}^m f_{sj} v_s + \sum_{i=1}^n a_{ij} p_i)}{u_j - m_j}$$

u_j : 한계외환수익

m_j : 상품의 단위당 생산에 필요한 외환수입요구액

f_{ij} : 외환계수

이 식은 분자중 첫 번째 항은 기회비용으로 평가한 국내생산요소의 직접적인 부가가치이며 두 번째항은 비교역중간재의 투입액을 나타낸다. 그리고 분모는 稼得 또는 절약된 순외환, 또는 국제가격기준 부가가치가 된다. 국산중간재의 생산에 필요한 중간재로서 수입재가 사용되는 보다 일반적인 경우에는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$d_{ij}' = \frac{-\sum_{s=2}^m \overline{f_{sj}} v_s}{u_j - m_j}$$

DRC(Domestic Resource Cost)의 장점은 시장의 왜곡으로 인한 시장가격과 잠재가격과의 괴리가 발생할 때 잠재가격으로 측정되는 DRC가 시장가격으로 측정되는 ERC(실효보호율)보다 우월한 지표가 된다는 것으로, 그 크기는 시장왜곡의 정도가 심할수록 커지게 된다. 그러나 동시에 시장이 왜곡되었을 때 잠재가격을 측정하는 것은 매우 힘들기 때문에 실제로 잠재

가격을 측정할 때 주관적인 판단에 따라 잠재가격이 달라지게 된다.

발라사와 쉬들로브스키(Balassa & Schydloowsky, 1972)는 DRC의 문제점으로 DRC의 순위가 외국에서 생산된 중간재를 국내가격으로 평가함으로써 이러한 중간재를 사용하는 산업에 있어서는 불리하게 나타난다는 것을 지적하였다.

2. 생산성 측정방법

2.1 전통적 생산성 측정방법

생산물과 투입물과의 비율로써 정의되는 생산성은 형식상 매우 간단하게 보이나 투입물과 산출물을 각각 어떻게 정의하고, 또한 이들의 관계를 어떻게 규정하느냐에 따라서 생산성의 측정치가 달라지며, 또한 측정 상에도 여러 가지 복잡한 문제가 제기된다. 따라서 실제로 산출과 투입의 비율로 측정되는 생산성은 생산요소가 존재하는 만큼이나 많이 있다. 이 중에서 가장 많이 이용되는 것은 노동, 자본, 원자재의 단일요소생산성(partial factor productivity)과 이들 단일요소들의 혼합을 다룬 폭넓은 개념인 총요소생산성(total factor productivity) 또는 다요소생산성(multifactor productivity)이다.

2.1.1 단일요소생산성

단일요소생산성은 측정방법의 편의성에 의해서 자주 사용되는 개념이다. 이 개념은 오로지 한 개의 생산요소(예를 들면 노동, 자본 또는 원자재)만을 투입하여 산출물을 얻는다고 가정할 때의 생산성을 의미한다. 예컨대, 노동생산성의 경우 다음과 같이 간단한 식으로 나타낼 수 있다.

$$APL = \frac{Q}{L} \dots\dots\dots (1)$$

여기서, Q : 산출량

L : 노동투입량

APL : 평균노동생산성

계산의 편의를 감안하여 측정된 단일요소생산성은 그 나름대로의 목적과 의미를 가지고 있다. 따라서 이의 유용성이 부정되지 않는다.⁵⁾ 그러나 측정하고자 하는 산업 또는 기업전체의 생산효율성을 측정하고자 할 때에 단일요소생산성만으로는 부족한 점이 많다. 예를 들면, 노동생산성의 경우 노동력의 숙련도나 기술수준이 일정하게 유지되고, 작업의 수행정도가 일정하게 유지되는 어떤 경제단위에서 기술변화를 통한 자본스톡의 질을 개선시키거나 또는 1인당 노동 장비량(amount of equipment per worker)의 변동에 의해서 노동생산성이 증가될 수

5) W.J Baumol., S.B.Blackman and E.N.Wolf, "Productivity Yardsticks : Alternative Measures and Their Appropriate Uses," Productivity and American Leadership, The Long View, MIT Press, 1989, 참조

있다. 이때 이러한 산출증가의 원인을 자본의 기여로만 해석하기에는 부적합하다.⁶⁾ 즉, 노동생산성은 노동투입에 의해서만 결정되는 것이 아니라 자본투입에 의해서도 영향을 받는다. 그러므로 생산과정에 대한 전체적인 효율성 향상의 정도를 측정하기 위해서는 모든 생산요소가 결합된 것을 동시에 감안한 총요소생산성 개념 또는 다요소생산성 개념이 더 유용하다고 할 수 있다. 이런 이유 때문에 미국의 경우 노동통계국(The Bureau of Labor Statistics)은 노동과 자본의 단일요소생산성 뿐만 아니라 이들의 결합된 요소인 다요소생산성도 발표하고 있다.⁷⁾

2.1.2 총요소생산성

총요소생산성(또는 다요소생산성)은 여러 생산요소가 투입되는 경제에서 요소투입과 산출간의 보다 폭넓은 관계를 설명한다. 여기에서 총요소생산성 변화율은 흔히 설명되지 않는 잔차(unexplained residual), 설명할 수 없는 부분의 측정(measure of our ignorance), 지식의 진보(advances in knowledge) 또는 기술진보지수(technical progress index)로 일컬어지며, 총요소생산성은 결합된 노동과 자본의 단위당 산출물(output per unit of labor capital and material combined)로 정의된다.⁸⁾

총요소생산성의 측정을 위한 기술적인 방법은 비율(ratio) 또는 지수(index)적 접근방법과 계량경제모형 특히, 생산함수 또는 비용함수모형을 이용한 계량경제적 접근방법으로 구별할 수 있다. 비율 및 지수 접근방법은 투입에 대한 산출의 비율로서 투입지수와 산출지수의 추정을 통한 방법으로 생산함수의 파라미터들을 추정할 필요가 없다는 장점이 있다. 반면에 계량경제적 접근방법은 생산함수의 추정을 통한 생산성 성장의 근원을 계산하는 장점이 있다.

2.1.2.1 지수적 접근방법

생산성 분석에 있어서 투입물이나 산출물의 총계(aggregation)를 이용한 가장 유용하고 설득력이 있는 방법은 Divisia지수를 이용하여 총요소생산성을 계측하는 것이다. 이 방법은 Jorgenson and Griliches(1967), Hulten(1973) 및 Diewert(1976, 1980) 등의 여러 연구자에 의해서 개발되고 보완되어 왔다.

총요소생산성의 Divisia지수 계측은 다음의 방법에 의해서 구할 수 있다. 첫째, 전체 투입물(X)에 대한 전체 산출물(Q)의 비율 즉, $TFP = \frac{Q}{X}$ 로 총요소생산성을 정의한다. 둘째, 전체 투입물과 전체 산출물의 Divisia지수는 각기 이들의 변화율 $\dot{X}$ 와 $\dot{Q}$ 로 다음과 같이 정의한다. 즉, 산출물의 변화율은

6) Rees는 노동생산성의 증가는 때때로 자본서비스의 증가에 의해서, 또한 중간재가 노동을 대체함으로써 이루어 질 수가 있다고 지적하면서, 다요소 투입의 경우 일치하는 총요소생산성 측정이 더욱 유효하다고 주장하고 있다.

A. Rees, "Improving Productivity Measurement," AER Papers and Proceedings, May, 1980.

7) J.A.Mark and W.H.Waldorf, "Multifactor Productivity: a new BLS measure," Monthly Labor Review, December, 1983, pp.3-15

8) M. Isaque Nadiri, "Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity : A Survey," Journal of Economic Literature, 1970

$$\dot{Q} = \sum_j \frac{P_j Q_j}{R} \dot{Q}_j \dots\dots\dots (2)$$

여기서 P_j 는 산출물 j 의 가격이고, Q_j 는 산출물 j 의 양이고, $\dot{Q}_j$ 는 산출물의 증가율을 나타내고 있으며, $R = \sum_j P_j Q_j$ 는 총수입이다. 그리고 투입물의 변화율은

$$\dot{X} = \sum_i \frac{W_i X_i}{C} \dot{X}_i \dots\dots\dots (3)$$

여기서 W_i 는 투입물 i 의 가격이고, X_i 는 투입물 i 의 양, $\dot{X}_i$ 는 투입물 i 의 양의 증가율을 의미하며, $C = \sum_i W_i X_i$ 는 총비용을 나타내고 있다.

그런데 (2)식과 (3)식은 연속함수의 특징을 반영하고 있다. 생산성측정의 대부분 연구에서는 이산자료인 연간자료를 이용하고 있으므로, 이러한 이산자료(discrete data)를 사용하기 위해서는 (2)식과 (3)식의 연속함수를 이산 근사치로 바꾸어야 하는데, 이것의 일반적인 방법으로 톨퀴비스트(Tornqvist) 근사치를 들 수 있다. 즉,

$$\Delta \ln Q = \ln\left(\frac{Q_t}{Q_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_j (r_{jt} + r_{jt-1}) \ln\left(\frac{Q_{jt}}{Q_{jt-1}}\right) \dots\dots\dots (4)$$

여기에서 Q_{jt} 는 t 기에 있어서의 산출물 Q_j 의 양이고, $r_{jt} = P_{jt} Q_{jt} / \sum_j P_{jt} Q_{jt}$ 는 t 기에 있어서 총수입에서 총산출물 Q_j 가 차지하는 점유율이다.

그리고

$$\Delta \ln F = \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_i (s_{it} + s_{it-1}) \ln\left(\frac{X_{it}}{X_{it-1}}\right) \dots\dots\dots (5)$$

여기에서 X_i 는 t 기에 있어서의 투입물 X_i 의 양이고, $s_{it} = W_{it} X_{it} / \sum_i W_{it} X_{it}$ 는 t 기에 있어서 총비용에서 투입물 X_i 가 차지하는 점유율이다.

결국, 총요소생산성의 변화율은 이산적 근사치로서 식 (6)을 이용하여 계측할 수 있다.

$$\Delta TFP = \Delta \ln Q - \Delta \ln F \dots\dots\dots (6)$$

한편 편생산성(PFP : Partial Factor Productivity)은 식 (7)과 같이 개별 투입물(X_i)에 대한 전체 산출물의 비율로 정의되는데, 이의 변화율 역시 이산적 근사치로서 식 (8)을 이용하여 계측할 수 있다.

$$PFP = Q / X_i \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta PFP = \Delta \ln Q - \Delta \ln X_i \dots\dots\dots (8)$$

2.1.2.2 계량경제적 접근방법

환경규제와 생산성간의 연구에서 때로는 생산성변화요인의 분해측정에 관심을 둘 경우도 있다. 환경규제를 받는 기업의 비용함수는 다음과 같이 기술된다.

$$C = g(W_1, W_2, \dots, W_n, Q, R, T) \dots\dots\dots (9)$$

여기에서, W_i : 투입물의 가격($i = 1, \dots, n$)
 Q : 생산량
 R : 개별기업의 환경규제정도를 보여주는 지표
 T : 시간지표

생산비용의 변화요인을 구체적으로 밝히기 위해 비용함수식 (9)를 시간에 대해 대수함수적으로 미분하며,

$$\frac{d \ln C}{dT} = \sum_i M_i \frac{d \ln W_i}{dT} + M_Q \frac{d \ln Q}{dT} + M_R \frac{dR}{dT} - M_T \dots\dots\dots (10)$$

여기에서

$$M_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i}, \quad M_Q = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q}, \quad M_R = \frac{\partial \ln C}{\partial R}, \quad M_T = -\frac{d \ln C}{dT} \dots (11)$$

한편, Gollop & Jorgenson(1983)에 의하면 쌍대성원리를 이용하여 비용함수로부터 생산성변화의 Divisia 지수는 다음과 같이 유도된다고 하였다. 즉,

$$M_G = - \left[\left(\frac{d \ln C}{dT} - \frac{d \ln Q}{dT} \right) - \sum_i M_i \frac{d \ln W_i}{dT} \right] \dots\dots\dots (12)$$

생산성 변화요인을 살펴보기 위하여 식 (10)을 식 (12)에 대입하면,

$$M_G = -M_R \frac{dR}{dT} + (1 - M_Q) \frac{d \ln Q}{dT} + M_T \dots\dots\dots (13)$$

이 도출된다. 식 (13)에서 보는 바와 같이 생산성변화의 첫 번째 요인은 환경규제에 의한 직접적 효과이며, 두 번째 요인은 규모의 경제와 생산량변화의 함수로서의 규모의 효과이며, 세

번째 요인은 기술변화에의 한 효과이다.

일반적으로 비용함수의 추정은 비용함수를 효율대수(Transcendental Logarithmic)함수로 전환되어 사용되는데, 이 함수는 선형적인 제약이 부과되지 않기 때문에 다양한 제약(예를 들어, 동조성(Homothecity), 동차성(Homogeneity) 및 대칭성의 제약)을 검증할 수 있다.

식 (9)를 트랜스로그로 전환하여 다시 쓰면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \alpha_Q \ln Q + \sum_i \alpha_i \ln W_i + \alpha_R R + \alpha_T T + \frac{1}{2} r_{QQ} (\ln Q)^2 + \frac{1}{2} r_{RR} R^2 + \frac{1}{2} r_{TT} T^2 \\ & + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j r_{ij} \ln w_i \ln w_j + \sum_i r_{iQ} (\ln W_i) \ln Q + \sum_i r_{iR} (\ln W_i) R + \sum_i r_{iT} (\ln W_i) T + r_{QR} (\ln Q) R \\ & + r_{QT} (\ln Q) T + r_{RT} R T \end{aligned} \quad (14)$$

(단, $i = 1, 2, 3, \dots, n$)

트랜스로그 비용함수는 여러 개의 계수제약을 하는데, 첫째는 비용함수는 모든 생산요소가 모든 생산요소가격, 산출물 및 기술진보가 생산요소가격에 대해서 동질적이어야 한다는 점이다. 즉,

$$\sum_i \alpha_i = 1 \quad (15)$$

그리고

$$\begin{aligned} \sum_j r_{ij} = \sum_j r_{ji} = \sum_i \sum_j r_{ij} = \sum_i r_{iQ} = \sum_i r_{iR} = \sum_i r_{iT} = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

(단, $i = 1, 2, 3, \dots, n$)

두 번째 제약은 트랜스로그 비용함수가 로그 근사치(logarithmic approximation)로 유도되었기 때문에 비용함수의 교차미분은 서로 같아야 한다. 따라서 대칭성조건은 다음과 같다.

$$r_{ij} = r_{ji}, i \neq j \quad (17)$$

모든 계수가 비용함수로부터 추정될 수 있지만 비용몫(cost share) 방정식과 함께 비용함수를 하나의 방정식시스템으로 추정하면 자유도를 추가적으로 얻을 수 있다. 즉 비용함수를 편미분하고 셰파드정리를 적용하면 식 (18)을 얻는다.

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = M_i = \alpha_i + \sum_j r_{ij} \ln W_j + r_{iQ} \ln Q + r_{iR} R + r_{iT} T \quad (18)$$

그리고 비용함수식 (9)와 n개의 비용몫 방정식 (18)으로 구성되어 있는 방정식시스템을 식 (16) 및 식 (16)의 제약조건하에서 반복-젤너(Iterative-Zellner)방법으로 추정된다.

2.2 전통적 생산성 측정방법의 편의(bias)

앞에서 언급한 바와 같이 기존의 생산성측정 접근방식은 생산성측정에서 편의(bias)를 가져올 수 있다고 의심받고 있다. 그러면 그러한 근거는 무엇인가? 여러 근거가 논의될 수 있지만 그 중의 하나는 생산공정의 표현과 관련이 있다. 사실상 지금까지 여러 학자들에 의해 사용된 생산성측정모델은 대부분 생산공정의 불완전한 기술에 크게 의존하고 있다. 즉, 전통적 생산성 측정방식은 물질과 에너지 투입요소를 오직 시장가치를 갖는 산출물변환에만 적용시키고 있다.

산업계에서 일어나는 생산공정변환은 물질과 에너지에 관한 보존법칙을 포함한 물리적 법칙에 따르는 변환으로서, 이는 곧 생산공정에 투입된 모든 물질은 어떠한 형태로든지 다시 산출물로서 나타난다는 것을 의미한다. 따라서 산업엔지니어는 어떤 생산공정에 대해서도 물질과 에너지균형을 기술할 수 있으며, 모든 투입요소들이 어떤 제품 또는 어떤 폐기물의 흐름속으로 변환되는지를 보여줄 수 있다. 연간 35억kwh의 전력을 생산하는 500메가와트 석탄 화력발전소를 예로 들어보자. 이 발전소의 산출물은 겉보기에는 35억kwh의 전력이지만 사실상 SOx 5천톤, NOx 1만톤, 입자상물질 5백톤, 카드뮴 4.1파운드, 비소 225파운드, 납 114파운드, 여러 다른 미네랄 물질들도 또한 동시에 배출하고 있다.

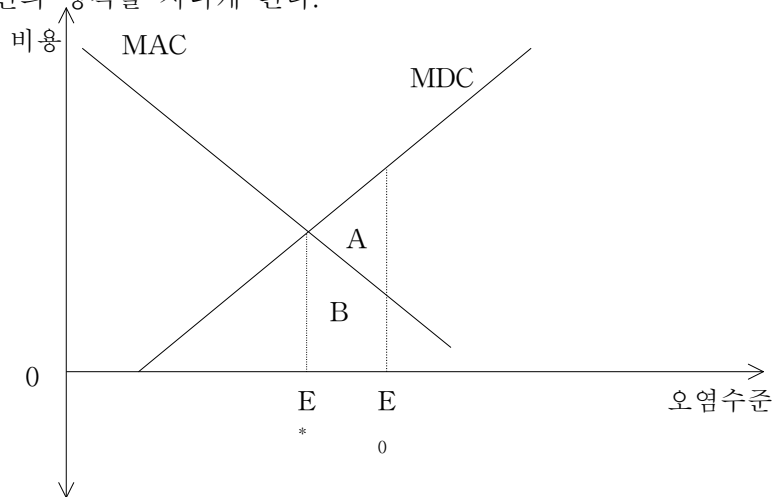
산업계의 생산과정이 이와 같이 완전하게 기술될 수 있다고 가정할 때, 투입물과 산출물은 똑같은 비율로 성립되어야 한다. 그런데, 전형적인 생산성 측정개념은 시장판매가 가능한 제화의 산출물만을 산출물로써 인정하고 사회적으로 폐해가 되어 판매가 될 수 없는 산출물은 무시함으로써 투입물과 산출물에 대한 다른 성장율을 유도하고 있다. 예컨대 전력산업 부문의 생산성지수는 생산된 전력만을 계산하지, 경제적으로 중요함에도 불구하고 전력생산 과정에서 나타나는 보다 바람직하지 못한 산출물 즉 SOx, NOx, CO₂ 등에 대해서는 무시하고 있다. 따라서 현재의 생산성측정결과는 불완전하며, 효율성지표를 잘못 설명하고 있다. 즉 현재의 생산성 측정방식은 분석대상산업의 생산공정을 잘못 표현하고 있으며, 자연물리법칙 과도 일치하지 못한다.

더구나 오늘날 생산공정에서 필연적으로 발생하는 폐기물과 잔여물들이 경제적 측면에서 무시할 수 있을 정도로 사소한 것은 결코 아니다. Repetto(1996)의 지적과 같이 미국경제의 경우 매년 50억톤 정도의 시장상품을 생산하기 위해서 100억톤 이상의 원자재를 사용하고 있으며, 적어도 50억톤 정도의 폐기물(주로 매립용임)을 생성하고 있다. 더구나 이러한 상품생산 위한 공정처리 과정에서도 수백만톤의 폐기물과 자연환경으로 유출되는 배출물들을 생성하고 있다. 이와 같이 생산전과정(Production Life Cycle)에서 발생하는 판매불가능한 잔여물의 거대한 배출은 경제규모가 커짐에 따라서 경제비용측면에서 중요한 몫을 차지하고 있을 뿐 아니라, 환경영향측면에서도 큰 비중을 차지한다. 그럼에도 불구하고 이들은 현재의 생산성 성장측정에서 무시되고 있다.

그러면 왜 전통적 생산성 측정방법이 여전히 사용되고 있는 것일까? 가장 큰 이유는 오염 배출물에 대한 시장메커니즘이 없다는 점이다. 자연으로 방출되는 대부분의 배출물에 대해서 시장이 없다고 가정하는 환경경제학의 기본개념은 <그림 III-1>에 잘 설명되고 있다. <그림

III-1>은 주어진 오염배출수준에 따른 한계피해비용과 한계감소비용을 나타내고 있다. 보다 세부적으로 한계피해비용(Marginal Damage Cost : MDC)곡선은 오염피해비용의 한계화폐척도이다. 그런데 이러한 비시장성 피해는 화폐단위로 표현될 수도 있지만, 질병, 빌딩피해, 자원가치의 피해 등과 같이 비화폐적인 것도 있다. 어떠한 간에 MDC곡선은 오염수준이 매우 낮은 경우에는 거의 무시할 수 있다. 왜냐하면 추가적인 오염이 일어난다 하여도 자연의 수용능력 때문에 그 피해가 없기 때문이다. 그러나 오염수준이 증가함에 따라서 추가적인 오염피해가 주는 비용이 상승하게 되어 MDC곡선은 우상향으로 증가하게 된다.

반면, 한계감소비용(Marginal Abatement Cost : MAC)곡선은 오염의 최종단위를 제거하는데 소요되는 비용을 나타낸다. 역시 이 비용도 오염수준에 따라서 변화하는데, 오염이 매우 높은 수준에서는 오염의 한 단위 제거는 매우 쉽다. 따라서 한계감소비용이 매우 낮다. 그러나 오염수준이 낮은 단계에서는 추가적 오염감소비용이 높게 된다. 즉 MAC곡선은 우하향 곡선의 성격을 지니게 된다.



<그림 III-1> 오염감소의 최적화

효율적인 오염의 감소는 이 두 곡선의 교차점 E^* 에서 일어난다. 이 교차점 E^* 보다 높은 오염수준에서는 MAC가 MDC보다 낮다. 즉 한계감소비용이 한계피해비용보다 낮다. 따라서 오염이 추가적으로 제거된다면 오히려 효율성이 커질 수 있다. 그렇다하더라도 만약 오염이 E^* 보다 낮은 수준으로 제거된다면 MAC가 MDC보다 높아 오히려 효율성이 떨어진다. 따라서 MAC와 MDC가 일치하는 E^* 에서 최적적으로 효율성을 갖게 된다.

그런데 현재의 생산성 측정방식은 이러한 효율성 기준개념을 완전히 무시하고 있다. 즉, 현재의 생산성측정은 MAC곡선만을 고려하지 MDC는 무시해 버린다. 다시 <그림 III-1>을 살펴보기로 하자. 지금 어떤 기업이 시장에 내다 팔 상품을 생산하는데 있어서 E_0 의 오염수준

을 유지하고 있다고 가정하자.

지금 이 기업이 오염수준을 E_0 로부터 E^* 로 감소시키는 경우, 전통적인 방식으로 생산성을 측정하면 MAC곡선만이 고려되므로 환경감소비용(면적 B)을 부담해야 하기 때문에 생산성은 떨어지게 된다(<그림 III-1>의 면적 B 참조).

그러나 기존방식에 따른 이러한 생산성의 감소에도 불구하고, MDC곡선을 고려하면 경제적 효율성은 실제적으로는 <그림 III-1>의 면적 A만큼 상승하게 된다. 이 면적 A는 환경피해의 회피에 따른 편익이 감소비용을 초과하는 양을 나타낸다.

이와 같이 경제시스템의 유효성평가척도로서 전형적인 생산성지표는 심각하게 잘못된 결론을 유발할 수 있다. 그 결과 실제로 경제적 효율성을 개선한 환경보전이 낮은 생산성지표수치로서 기록될 수 있다.

이러한 편익의 정도를 찾고자 최근 미국 EPA(Environment Protection Agency)는 미의회 의 요구에 따라서 기존 생산성 측정방식에 왜곡의 문제가 있는지의 여부를 밝히는 연구들을 수행하였는데(US EPA, 1996), 일부 왜곡된 사실이 발견되었다. 이 연구들은 1970 ~ 1990년사이의 청정대기법에 의해 요구되는 환경수준을 위한 대기오염추방에 따른 비용과 편익의 평가에서 대기보전 덕분에 피할 수 있었던 경제적 손실이 환경보전비용의 15배나 된다는 사실을 발견하였다.

문제는 피할 수 있는 피해의 추정과정에서 식별된 편익을 어떻게 화폐가치로써 추정하느냐이다. 그러나 경제규모가 커지고 환경의 가치가 점차 중요시됨에 따라서 환경보전으로부터 얻게 되는 편익의 최소한의 추정치만을 고려하더라도 이는 감소비용지출을 크게 초과하는 경우가 종종 있다. 환경보전노력이 생산성성장을 크게 감소시킨다는 사실을 도출하는 기존의 생산성측정방법론은 환경규제 효율성의 지표로서 그 역할을 할 수 있다고 보기는 어렵다.

2.3 새로운 생산성 측정방법

2.3.1 환경비용을 고려한 측정방법

앞에서 설명한 전통적인 생산성 측정방식을 사용한 많은 연구자들은 사실상 이 방법론의 약점을 인정하고 있다. 예를들어 Gollop & Roberts(1983)는 “환경규제의 바람직한 정도에 대한 결정은 규제에 따른 비용에 덧붙여 혜택에 대해서도 가중치를 두어야 한다”고 지적하였고, 유사하게 Jorgenson & Wilcoxon(1990)도 환경규제가 생산성에 부정적 영향을 미친다는 그들의 연구결과가 생산성성장에 오염통제가 매우 부담스러운 존재라는 것을 의미할 수 없다고 결론을 내리고 있다. 아울러 Robinson(1995)도 생산성의 감소는 규제를 통해 얻게되는 오염의 감소라는 관점에서 평가되어야 한다고 지적하고 있다.

이미 일부 경제학자들은 오염비용을 고려한 생산성지수를 개발하려고 시도하였다. 예컨대 Russell Pittman(1983)은 한계피해비용보다는 오히려 한계감소비용에 의해 근사치되는 잠재가격(shadow price)을 이용하여 오염물질의 경제적 가치를 계산하면서 바람직한 산출물과 바

람직하지 못한 산출물 모두를 산출물로서 포함하는 소위 MPI(Multilateral Productivity Index)을 제시하였다. 그러나 그의 연구결과는 기존 생산성측정과는 상당한 차이를 보여주고 있지만, 불행하게도 후속적인 연구진전이 이루어지지 못하고 있다.

오염비용 추정에서의 어려움은 Fare, Grosskopf, Lovell & Pasurka(1989)에 의해 촉진되었다. 그들은 바람직할 뿐만 아니라 바람직하지 못한 산출도 포함하는 “사회적으로 고려해야 하는 가능한 모든 산출물”을 추정하기 위하여 어느 한 산업내의 샘플기업들로부터의 자료를 사용하였다. 연구과정에서 그들은 기업들이 시장성을 갖는 각기 다른 수준의 산출물 생산에 대해 발생하는 최소한의 오염수준을 추정하고, 그 후 이 경계선(frontier)에 대해 각 공장들이 얼마나 근사해 있는가에 의해서 각 공장의 효율성을 구하였다. 이 접근방식은 기업들은 시장성을 갖는 산출물과 더불어 바람직하지 못한 부산물 또한 필연적으로 생산한다는 사실을 잘 반영하고 있다. 그러나, 이 또한 두 가지 측면에서 한계가 있다. 첫 번째로, 추정된 효율성 경계선은 기껏해야 기업이 현재 성취하고 있는 것을 나타내지 실행 가능한 것을 나타내지는 못한다는 것이다. 두 번째로, 어느 기업의 성과와 가장 효율적인 기업의 성과와의 거리는 오염 배출비용이 시장성을 갖는 산출물의 가치에 비례한다는 전제하에서만 적절히 측정될 수 있다는 것이다. 이러한 사실을 인식하여 Fare, Grosskopf, Lovell & Yaisawarng(1993)는 한 단위의 바람직하지 못한 산출물을 감소시키기 위하여 선행되어야 할 바람직한 산출물의 비용과 일치하는 오염에 대한 잠재가격을 도출하려 했다. 또한 Nestor & Pasurka(1994)는 6가지 대기오염에 대한 잠재가격을 도출하기 위하여 이러한 방법을 사용한 후, 이 잠재가격을 20개 제조부문의 생산성측정에 통합시켰다. 이와 같이 조정된 총요소생산성 증가 측정치는 전형적인 측정치 값보다 비금속미네랄을 제외한 전 부문에서 높게 나타났다.

그러나 이러한 방식으로 도출된 잠재가격도 여전히 한계감소비용을 나타내며, Pittman(1983)의 노력과 크게 다를 바가 없다. Pittman의 연구에서 감소비용은 감소장비를 설치하는 것에 의해 오염을 감소시킨 비용의 화폐적 표시이며, Fare와 그의 동료의 연구에서 사용된 감소비용은 오염에서의 단위당 하락을 성취하기 위해 필요한 시장성 있는 산출물의 희생으로 추정된다. 이 두 가지 방식 중 그 어느 방식으로 계산될지라도 잠재가격이 오염피해의 경제적 비용을 설명하지는 못한다.

오염피해의 추정에 따른 어려움을 극복하기 위해서 Gray & Shadbegian(1994)는 환경비용과 환경편익 모두를 배제하는 생산성측정방식을 제안하였다. 그들의 접근방식은 생산성지표를 오직 시장성 있는 산출물의 생산에 공헌하는 투입물의 효율성에 국한하려는 시도이다. 그러나 이러한 접근방식의 현실문제는 그들 스스로가 인정하였듯이 어떤 비용이 오직 오염감소를 위하여 발생하였는지를 식별하는 것이다. 비즈니스가 “End-of-Pipe”의 오염통제방식을 지속적으로 벗어나려고 함에 따라서 이러한 구분은 더욱 어렵게 되고 있다.

2.3.2 환경가치를 고려한 측정방법

WRI(1996) 또한 환경규제의 생산성 파급효과를 보다 정확히 측정하려는 시도에서 새로운 방식을 소개하였다. 이 방식은 기존의 생산성측정방식에 산업폐기물 오염으로 발생하는 환경피해를 고려하는 방식이다. 이 방식에서의 오염은 단순히 산업과정의 하나의 공동산출물(joint outputs)로 고려된다. WRI에서 개발된 새로운 생산성 측정방식을 살펴보기로 한다.

지금 다음과 같은 생산함수꼴을 갖는다고 가정하자.

$$Q(t) = A(t) \cdot f[K(t), M(t), L(t)] \dots\dots\dots (19)$$

여기에서, $Q(t)$: t년의 산출량

$K(t)$: 불변자본

$M(t)$: 중간투입물

$L(t)$: 노동투입량

$A(t)$: 생산성지수

이 함수를 자연대수로 취하고, 이를 다시 시간에 대해서 미분하여 Q 로 나누어 주면 생산성변화 지수의 비율은 다음과 같이 추정될 수 있다.

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Q}}{Q} - [S_K \frac{\dot{K}}{K} + S_M \frac{\dot{M}}{M} + S_L \frac{\dot{L}}{L}] \dots\dots\dots (20)$$

즉, 생산성변화율은 산출지수의 변화율과 투입지수의 변화율의 차이로 정의된다. 이때 식 (20)의 S_K , S_M , S_L 은 가중치로서 만약 투입요소 뿐만 아니라 산출시장 또한 완전경쟁이고, 중립적 기술진보를 가정한다면, 이 가중치는 총비용 중에서 각 생산요소의 몫을 나타내며, 더 나아가서 이 가중치의 합은 1이 된다.

환경오염배출물을 총산출물의 일부로 정의할 수도 있다. 그러면 총산출물 O 는 시장산출물 Q 와 오염배출물 E 로서 구분가능하고, 다음의 식이 도출될 수 있다.

$$\frac{\dot{O}}{O} = S_Q \frac{\dot{Q}}{Q} + S_E \frac{\dot{E}}{E} \dots\dots\dots (21)$$

여기에서, $\dot{E}$: 시간에 관한 오염피해의 변화율

E : 오염피해수준

S_E : 총산출에서 오염피해의 가중치

식 (21)은 총산출물의 변화율이 시장성 있는 산출물성장과 오염성장의 가중화된 평균과 같음을 말해주고 있다. 그리고 이 가중치는 각기 총산출가치에서의 시장성 있는 산출물의 몫과 오염의 몫과 같다. 물론 오염은 피해를 주기 때문에 혜택보다는 부정적 가치를 지니고 있으며, 따라서 부정적인 잠재가격을 갖는다.

지금 A^* 을 시장성 있는 산출물과 오염배출물을 동시에 산출로서 고려하는 총산출물 O 에 대한 생산성지수라고 정의하자. 그러면 A^* 의 총요소생산성 변화율은 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$\begin{aligned}\frac{\dot{A}^*}{A^*} &= S_Q \frac{\dot{Q}}{Q} + S_E \frac{\dot{E}}{E} - [S_K \frac{\dot{K}}{K} + S_M \frac{\dot{M}}{M} + S_L \frac{\dot{L}}{L}] \dots\dots\dots (22) \\ &= S_Q \frac{\dot{Q}}{Q} + S_E \frac{\dot{E}}{E} - \frac{\dot{Q}}{Q} + \frac{\dot{Q}}{Q} - [S_K \frac{\dot{K}}{K} + S_M \frac{\dot{M}}{M} + S_L \frac{\dot{L}}{L}]\end{aligned}$$

한편 식 (22)에 식 (20)을 대입 적용해보면

$$\begin{aligned}\frac{\dot{A}^*}{A^*} &= S_Q \frac{\dot{Q}}{Q} + S_E \frac{\dot{E}}{E} - \frac{\dot{Q}}{Q} + \frac{\dot{A}}{A} \\ &= S_E \frac{\dot{E}}{E} - \frac{\dot{Q}}{Q} (1 - S_Q) + \frac{\dot{A}}{A} \\ &= S_E \frac{\dot{E}}{E} - S_E \frac{\dot{Q}}{Q} + \frac{\dot{A}}{A} \quad (\because 1 - S_Q = S_E) \\ &= S_E [\frac{\dot{E}}{E} - \frac{\dot{Q}}{Q}] + \frac{\dot{A}}{A} \dots\dots\dots(23)\end{aligned}$$

식 (23)은 기존 생산성 측정지표와 새로운 지표가 어떻게 관계되고 있는가를 보여준다. SE 값이 마이너스(-)이므로 오염배출이 경제산출보다도 보다 천천히 증가하는 시기에는 $[\frac{\dot{E}}{E} - \frac{\dot{Q}}{Q}]$ 가 마이너스(-)가 되므로 새로운 생산성 지표는 전통적인 지표 값 보다 급격히 증가하게 된다. 더구나 산출이 체증하거나 일정상태에 있다면, 오염수준에서의 감소는 기존방식의 지표보다도 새로운 지표방식에서 생산성성장이 보다 빨리 이루어지는 것으로 계산되게 된다. 그러나 만약 오염배출이 시장성산출물보다 빨리 증가한다면 기존방식의 생산성지수는 생산성성장비율을 과대 평가한 것이 된다.

다시 말해서 WRI에서 개발된 새로운 방식은 전통적인 기존생산성측정 방식이 간과한 생산성성장의 새로운 출처(source)를 고려하고 있다. 명백한 것은, 이는 다른 생산성결정요소와 같이 효율성창출차원에서 잠재적으로 매우 중요한 것이다. Repetto(1996)는 미국의 경우, 일부산업에서 이러한 새로운 근원이 생산성개선의 중요한 원천이 되고 있음을 밝혔다.

새로운 생산성측정의 계산에서는 총산출중에서 오염물질의 몫을 나타내는 S_E 의 추정이 요구되며, 이 S_E 는 오염량과 이의 잠재가격(오염의 추가단위가 주는 경제적 피해를 나타냄)에 의해 결정된다. 피해에는 여러 형태가 있다. 예컨대, 질병증가, 레크레이션 기회의 박탈, 생태계 충격 등을 생각해 볼 수 있다. 선진국에서는 이미 이런 피해 추정을 위하여 여러 기법이 개발되고있다. 그러나 아직까지 피해추정에서의 신뢰성이 오염피해개념의 적용에서 큰 제약으로 작용하고 있다. 예컨대, 오염의 한 단위 추가에 따른 피해를 추정하는데 있어서 이는 시기에 따라서, 인구수에 따라서 또는 지역에 따라서 그 차이가 존재한다. 따라서 오염피해의 경제적 가치를 추정하는 데는 정확도가 떨어질 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 오염피해의 추정이 꼭 필요하다는 정당성은 오염이 실제로 경제적 비용을 점점 크게 부담시키고 있다는 사실에 있다. 예컨대, 미국의 경우 전력생산과정에서 방출되는 유황(Sulphur)의 경제적 비용은 산업원료로서 판매되는 유황보다도 오히려 큰 것으로 밝혀지고 있다.

3. 환경정책의 경제적 효과 모델링

경제 분석은 일반적으로 ‘부분균형방법’이라 불리는 것에 토대하여 수행된다. 부분균형이론은 오로지 하나의 특정 경제부분에 초점을 맞춘다. 그리고 다른 부문간의 피드백은 무시한다. 이러한 단순화는 분석이 편리하고 또한 모델을 수학적으로 다루기 쉽기 때문에 이루어진다. 또한 다른 부문과의 피드백이 작은 경우 부분균형분석으로 충분할 수도 있다.

그러나 불행하게도, 환경정책은 항상 그런 지름길을 허용하는 것은 아니다. 환경 정책은 동시에 여러 부문에 영향을 미칠 수 있기 때문에 환경정책의 영향을 평가하기 위해서는 포괄적인 모델링 방법이 필요하다.

일반적으로 환경경제학 분야에서는 계량경제학적 접근을 위한 거시경제모형, 투입-산출모형(Input-Output model), 일반균형모형(General Equilibrium model: GE model) 등을 통해 경제학적 효과를 분석할 수 있다.

3.1 투입-산출 분석

3.1.1 개관

투입-산출 모델은 1936년 미국에 대한 첫 투입-산출표를 완성한 경제학자 Wassily Leontief에 의해 주창된 이래, 오늘날에는 대부분의 산업국가에서 50이나 그이상 다른 부문으로 나누어져 투입산출표가 작성되고 있다.

투입산출표의 주된 목적은 여러 경제부문간의 상호관계를 체계적인 방법으로 기술하는 것이다. 두 개의 부문을 가진 실례를 <표 III-2>에 나타내었다.

<표 III-2> 투입산출표 예시

	농업	산업	최종수요	총산출
농업	25	20	55	100
산업	15	5	30	50
생산요소	60	25		
총 투입	100	50		

주: Henk Folmer, H. Landis Gabel and Hans Opschoor

투입산출표에서 생산공정에의 투입, 즉 한 부문의 구매는 세로로 나타나고, 반면 한 부문으로부터의 산출은 가로로 나타난다. 이렇게 해서 <표 III-2>에서 100이라는 가치를 가진 농업산출의 생산은 농업부문 그 자체(씨앗)로부터 25, 산업부문(기계)으로부터 15, 자본·노동·천연자원과 같은 비생산재의 60의 투입을 요구한다. 가로행은 산출 100에 대한 것을 말해주는데, 25는 농업부문 그 자체에 귀속되는 것이고(씨앗으로 재투입) 20은 산업에 투입으로서 사용되어지고 남은 55는 소비된다. 이때 남은 55는 투입을 다른 부문에 재사용하지 않기 때문에 최종 수요라 불린다.

이때 환경규제로 인하여 산업의 최종수요가 30에서 15로 감소될 경우, 농업투입에 대한 산

업 수요는 처음에는 20에서 15까지 떨어질 수도 있으며, 또한 이것은 차례로 농업부문의 투입요소에서 감소를 야기할 것이고 이것은 다시 산업과 기타부문에서 감소를 가져올 것이다.

그렇다면 무엇이 대략의 효과이겠는가? 이러한 질문에 답하기 위하여, 단순한 일련의 수학적 과정을 거친다. 그리고 이것은 레온티에프 역행렬이라고 불리는 새로운 표를 도출시킨다. 이 ‘레온티에프 역행렬’은 명백하게 간접효과를 설명하고 이렇게 해서 우리가 최종수요에서의 어떤 변화의 대략적인 효과를 유추하게 한다. 이때 불변투입계수의 가정이 이 계산에 깔려있다. 산업부문 사이의 의존관계는 직·간접적인 투입의 파급효과를 통하여 누적적으로 생산이 확대되는 과정을 밟으면서 상호 연관되어 있다. 이러한 생산의 파급효과는 각 산업마다 생산물의 투입량이 많고 적거나에 관계없이 일정비율의 투입-산출비율을 갖는 선형의 생산함수, 즉 레온티에프 생산함수의 형태를 갖는 것을 특징으로 한다.

불변투입계수를 가지고 <표 III-2>의 처음 두 행을 보다 일반적인 형태로 정리할 수 있다:

$$0.25X^A + 0.4X^I + D^A = X^A \dots\dots\dots (24)$$

$$0.15X^A + 0.1X^I + D^I = X^I \dots\dots\dots (25)$$

D^A, D^I : 농업에 대한 최종수요와 산업에 대한 최종수요
 X^A, X^I : 총산출수준

식 (24)와 식 (25)를 X^A 와 X^I 에 대하여 풀면, 총산출요구는 최종수요의 함수로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$X^A = 1.46D^A + 0.65D^I \dots\dots\dots (26)$$

$$X^I = 0.24D^A + 1.22D^I \dots\dots\dots (27)$$

이것이 우리가 추구하는 대안적인 형태이다. 만약 $D^A=55$, $D^I=30$, $X^A=100$, $X^I=50$ 으로 고정되어 있는데, 이 중 D^I 가 30에서 15로 감소된다면 이는 농업과 산업의 최종수요는 각각 90과 32로 감소될 것이며, 요구되는 생산요소는 비례적으로 $54+16=70$ 으로 감소할 것이다. 이렇듯 투입-산출 모형에서 하나의 부문에서 어떤 변화는 전체 경제에 영향을 미칠 수 있었다.

환경적 측면을 고려하기 위하여, <표 III-2>를 전체 생태 서브 테이블(예를 들어, Daly, 1968)에 포함시켜 생태학적인 경제모형을 완성하여 구성하는 방법이 있지만 이는 데이터문제 및 생태적 절차가 너무 복잡하여 고정 I/O 틀에 적합하지 않음으로 인하여 한계에 부딪히기 쉽다. 이에 현실적인 면을 감안하여 생태적 투입과 산출에 대하여 여분의 행과 열의 추가를 포함하거나 또는 오염저감활동의 통합함으로써 타협점을 찾을 수 있다. <표 III-3>은 환경적 측면이 추가된 투입산출표의 가능한 구조를 보인다.

<표 III-3> 환경부문을 고려한 확장된 투입산출표

	경제적 부문	최종수요	총산출	환경에의 부담
경제적 부문				
생산요소				
총경제투입				
환경투입				

주: Henk Folmer, H. Landis Gabel and Hans Opschoor

이러한 확장된 투입-산출 모델들은 때론 놀라운 결과를 제공하면서 환경세, 오염저감계획 그리고 정책효과의 연구 등에 다양하게 적용되고 있다. 예를 들어, 노르웨이에 대한 한 연구에서, 학교교육과 같이 겹으로는 깨끗한 부문이 주로 더러운 펄프·제지부문의 높은 구매로 인하여 실제로 이산화황, 먼지, 하이드로카본의 상당한 양에 대한 책임이 있는 것으로 밝혀졌다(Førsund, 1985). 다른 연구에서 Common(1985)은 흔히 주장되는 바와 같이 그들의 수입에 비해 전기료 비중이 높은 가난한 가계가 더 많이 영향받는지를 테스트하면서 에너지세의 분배상의 효과를 검토했다. 비록 이 연구는 가난한 가계가 더 많이 영향 받는다는 것을 확인했지만 또한 부유한 가정의 경우 생산에 있어 상대적으로 에너지집약적인 상품들(이렇게 해서 가격이 보다 강하게 오를 상품)을 소비하는 경향이 있어 에너지세의 역진성은 상당히 경감된다는 것을 보였다.

3.1.2 사례

투입-산출 분석이 환경정책수단을 분석하는데 사용되는지의 좋은 예는 독일과 영국의 두 나라에서 유용한 온실가스 저감전략을 평가하기 위하여 투입-산출표를 사용한 Proops et al.(1993)의 연구라 할 수 있다. Proops et al.은 투입-산출 모델을 이용하여 부문간 연계를 고려함으로써, 생산물로부터의 직접 배출 뿐만 아니라 사용된 투입에서 이미 통합된 탄소로부터 생긴 간접 영향도 산출한 것이다. 또한 이러한 활동으로부터의 가장 탄소집약적인 부문은 화석연료의 제공 또는 처리에 포함되는 부문이었고, 가장 덜 탄소집약적인 부문은 금융 또는 원격통신과 같은 서비스부문이었음이 밝혀졌다.

최근 몇 년동안 선진국의 경제구조가 생산부문에서 서비스 부문으로 꾸준히 이동하였으며, 만일 확실히 서비스 부문이 산업보다 덜 탄소집약적이라면 이러한 경향은 탄소배출량의 감소를 이끌어야 한다. 이에 Proops et al.은 다양한 시나리오하에서 미래의 경제에 대한 표를 재산출하였다. 이는 결과적으로 국제적인 토론에서 고려된 온실가스 목표의 대부분을 달성하기에 충분한 정도 이상으로 해마다 3-10%의 탄소배출량 감소를 가지고 올 것이다. 동시에 고용은 보다 노동집약적인 서비스부문에서 창조된 추가적인 직업으로 인하여 3% 정도 증가할 것이다. 결과는 <표 III-4>에 나타내었다.

<표 III-4> 다양한 시나리오하에서의 이산화탄소 배출 변화

(매년변화율, %)

시나리오	독일	영국
1. BAU(식품부문은 6% 성장, 서비스 4%, 교통 0%, 기타 대부분부문은 2%)	1.15	1.40
2. 에너지효율향상(1, +2% 생산과 최종수요에서 효율성 증가로)	-0.87	-0.63
3. 재생으로 인한 변화(1+2, +0.5% 화석연료사용의 감소로)	-1.36	-1.13
4. 핵연료의 단계적 감소(1+2+3, +핵연료의 단계적 삭감으로 인한 추가적인 1MtCO ₂ 의 배출량 감소)	-1.22	-0.94

자료: Proops et al.(1993)

3.1.3 평가

투입-산출모형은 기본적으로 수량분석이며 경제가 가지고 있는 생산기술을 나타내는 투입계수체계를 이용하여 생산체계의 전반적인 일관성을 유지하는 경제계획을 수립하는데 이용한 장래의 최종수요를 계량경제학적인 방법으로 추정하고 이 최종수요를 충족시키기 위한 산업별 총산출을 계산하는 것이다. 즉, 투입-산출모형은 정책수단의 자세한 선행 결과를 분석하는데 사용된다.

그러나 투입-산출모형은 앞에서 논의되었다시피 생산공정의 구조에 강한 가정-불변투입계수-을 부여해야 하는데, 불행하게도 이러한 가정은 상대적으로 제한적이다. 물론 불변투입산출계수가 실제 생활에 근사하다면 투입-산출모형은 이때 사용되어야 한다.

결과적으로, 투입-산출 모형은 10~15년 기간 정도의 단기분석에서 선호될 것이다. 이점은 투입-산출 분석을 보통 장기를 강조하는 GE(General Equilibrium) 모델과 같은 다른 자원배분모델과 구별된다. 비록 가격과 생산요소 요구에서의 변화는 지표로서 다루어지지만 다음에서 토론되는 거시경제적 모델과는 달리 I/O는 과도기의 조정비용(예를 들어, 실업율과 인플레이션)의 포괄적인 분석을 제공하지는 않는다.

3.2 거시경제적 모델

3.2.1 개관

거시경제모형은 전통적인 계량경제학적 분석도구를 사용하여 가격변화에 따른 소비와 생산의 반응을 체계적으로 반영하는 신고전학파의 경제이론에 부합하는 모형을 구성하고 경제와 외부충격의 관계를 분석한다. 이 접근방식은 특히 경제주체의 종합적인 행위와 반복되는 추세분석을 효과적으로 모형화할 수 있다. 그러나 개별산업의 부문선정에 따라 통계적으로 유의한 모수추정을 위하여 방대한 양의 과거자료가 필요하고 경우에 따라서는 세분화된 산업부문의 연구가 불가능하다는 단점을 지닌다.

현재 많은 거시경제 모델들은 경제수행의 예측 또는 다양한 정책 수단의 경제적 영향 분석 등 다양한 목적을 위하여 사용된다. 이러한 목적을 위한 거시모델은 일반적으로 5~7년사이의 미래를 예측하도록 제한되며, 주된 예측은 산출 성장률, 인플레이션, 실업율, 국제수지 등과 같은 거시경제적 변수와 관련이 있다. 매우 단순한 거시경제적 모델의 예로서 다음 세가지 식이 고려된다:

$$Y=C+I+G \quad \dots\dots\dots (28)$$

$$C=a+b(Y-T) \quad \dots\dots\dots (29)$$

$$T=c+d.Y \quad \dots\dots\dots (30)$$

여기서 $a>0$, $c>0$, $0<b<1$ 그리고 $0<d<1$

이 예에서, 대문자는 변수를 나타낸다: Y(GDP), C(가계에 의한 소비지출), I(기업에 의한 투자지출), G(정부지출), T(조세). 소문자는 경제이론에서 그들의 부호와 크기에서 제약을 가하는 파라미터들이다. 식 (28)은 경제에서 Y로 대표되는 총공급이 C, I, G의 세가지 지출의 합으로 나타나는 총수요와 같아야 한다는 균형상태를 나타낸다. 이 모델에서 I와 G는 외생변수이며, Y, C, T는 내생변수로 식 (28)~(30)에 의해 결정된다.

식 (29)와 (30)은 어떻게 C와 T가 결정되는지를 보여주는 행태방정이다. (30)으로부터 우리

는 조세가 한계조세율 d 에 영향을 받으며 Y 에 의존한다는 것을 보았다. 이것은 100%를 초과하지 않기 위해서 $0 < d < 1$ 의 제약이 주어진다. 그러므로 파라미터 c 는 양으로 가정된다. (29)로부터 우리는 C 는 Y 와 T 에 의존한다는 것을 보았다. $(Y-T)$ 는 가처분 순조세수입이다. 파라미터 b 는 가처분소득을 소비하는 한계성향으로써 해석할 수 있다. 다시말해 소비는 만일 $(Y-T)$ 가 영이라면($a > 0$) 양이 될 것으로 추정된다.

정책 분석에 대한 거시 모델의 유용성은 1970년대 중반에 “Lucas critique”라고 보통 알려진 학문적인 강한 공격을 받았다. 기본적으로 이 비판은 예측을 하는데 있어 거시 모델은 과거에 있었던 것 그러나 현재 정책에서의 변화에 의해 바뀔지도 모르는 것들간의 고정된 추정을 사용한다는 것이다.

3.2.2 사례

환경문제를 분석하는데 EU에 의해 사용되는 거시모델의 좋은 예는 HERMES모델이다. 환경적 목적에 대한 HERMES모델의 주된 적용은 EU에서 탄소세/에너지세의 거시경제적 결과의 검토였다. 가장 큰 EU의 4개의 회원국에 대해 연계된 HERMES모델을 사용할 경우 제안된 배럴당 \$10의 탄소세/에너지세의 영향은 <표 III-5>에 보는 바와 같다. 그러한 조세를 도입하는 시뮬레이션의 결과는 이러한 정책수단의 영향은 경제적 활동의 면에서 별로 크지 않다는 것을 보인다.

세입의 어느 것도 그 경제에 환원되지 않고 다만 공공채무의 국제적 비율을 감소하는데 사용되는 첫 번째 시나리오의 경우, 기준 시나리오와 비교하여 인플레이션은 3.7% 높아지고 GDP에 의해 측정되는 경제활동수준은 1.6% 낮아진다. 조세로부터의 세입이 사회보장기금 또는 개인 소득세를 감소시키기 위하여 재분배되는 다른 시나리오에서, 해당 경제에서 인플레이션과 경제활동에 대한 영향은 많이 감소되었다.

<표 III-5> 배럴당 \$10의 탄소세/에너지세를 부과할 경우 거시경제에 미치는 영향
(독일, 프랑스, 이태리, 영국)

시나리오(HERMES 모델 적용)			
	재분배 없음	피고용인들에 대한 사회보장을 통한 재분배	개인 소득세를 통한 재분배
사적소비	-1.8	-0.3	0.7
투자	-1.6	-0.7	-0.8
수출	n.a.	-0.4	-0.6
수입	n.a.	-0.7	0.6
GDP	-1.6	-0.2	-0.3
고용	-0.9	-0.3	0.0
소비자가격지수	3.7	1.4	2.7

자료: EU(1992).

3.2.3 평가

거시모델은 심지어 Lucas의 비판을 수용한다 하더라도 좀더 관심을 가지고 제대로 판단한다면 실제적으로 많은 정보를 제공할 수 있다. 거시모형은 오랜동안 사용되어 왔고 이 모델

에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다는 점이 거시모델의 적용에 대해 큰 이점으로 작용한다. 또한 선형 분해의 수준은 거시 모델이 그 경제의 민감한 부문에 대한 특정 정책의 영향을 분석하는 것을 허용한다. 거시 모델은 동적 재산을 뚜렷하게 잘 표현하였고 그리고 이것은 해당 경제에 대한 정책변화의 조정 비용의 추정을 용이하게 한다.

반면, 거시경제모델은 개별행위의 비최적화, 외적후생함수의 부재, 단기의 동적인 성장에 포커스를 맞추는 것에 대한 가정 때문에 비판을 받는다(Boero et al., 1991). 환경정책분석에 대한 거시 모델의 지속가능성에 대한 결정에서 그들의 주된 약점은 정책변화의 영향을 예측하는데 대한 제한된 시간 범위이다. 기본적인 구조와 상대적 가격 변화는 시간에 제한되어질 것이고 그래서 그 모델의 유용함을 감소시킬 것이다. 거시경제모델의 주된 강점은 그들은 성장률, 인플레이션, 실업과 국제수지와 같은 거시경제적 변화를 예측하는데 뛰어나다에 있다.

3.3 일반균형 모델

3.3.1 개관

만일 거시경제적 모델이 국민계정의 총량에서의 변화에 의해 유도되었다면, GE모델은 대신에 가격에서의 변화를 강조한다. GE분석은 기본적으로 많은 재화의 가격을 결정하는 다수의 시장에서의 수요와 공급 상황의 상호작용을 포함한다. GE분석은 그 경제에서 서로 다른 부문의 상호연결에 강조를 두고, 이것은 상대가격에서의 변화에 영향받는다. 이러한 상호연결은 많은 양의 데이터를 요구하는 복잡한 작업이다. 지난 15년동안 연산가능일반균형(CGE) 모델의 출현은 이러한 데이터 처리에 있어서 제약을 제거하는데 일조하였다.

투입-산출모형은 최종수요를 외생변수로 가정하기 때문에 경제환경의 변화에 따른 가격과 수량 조정과정에서 나타나는 피드백을 고려하지 못하는 반면, GE모델은 생산기술, 선호관계, 생산요소부존량, 정부의 경제정책 등에 관한 구체적인 가정을 통하여 경제의 일반균형을 묘사하는 방정식체계를 설정함으로써 관세와 같은 무역정책의 변화 혹은 탄소세의 도입과 같은 환경규제의 강화, 직·간접세율과 같은 조세정책의 변화가 가져오는 일반균형적 효과를 분석할 수 있다⁹⁾.

수요와 공급을 균형상태로 되돌리도록 조정하는 가격에 대한 시간을 고려한다면, GE모델은 기본적으로 장기 모델이다. 대부분의 GE모델에서, 가격과 수량 변수는 내생적으로 결정되며, 유일한 외생변수는 선호, 기술, 정책수단 등이다.

3.3.2 사례

환경정책 영향을 분석하는 몇몇 세계적인 CGE모델들은 분석하는 지난 몇 년동안 발전되었다. 이러한 목적으로 사용되고 있는 CGE모델의 좋은 예는 OECD의 GREEN모델이다. GREEN은 다중, 다지역적으로, 주요 온실가스인 이산화탄소의 세계적인 배출량을 줄이기 위하여 국제적 합의의 경제적 비용을 측정하기 위하여 사용되는 동적 CGE모델이다. 이 모델은 1985년부터 2050년까지의 65년간의 자료를 사용한다. 이것은 12개의 지역, 11개의 생산부문, 네 개의 소비재로 구성된 모델이며, 석유과 가스에 대한 자원소모 서브모델을 가진다(OECD, 1992).

9) 신동천, 『국제무역의 연산균형분석』, 세경사, 1999, p 93.

‘토론토 합의’, 즉, 산업국가에서 2010년까지 1990년 배출량의 20%를 삭감해야 한다는 목표를 달성하기 위해 필요한 조세수준을 나타내는 GREEN으로부터의 결과가 <표 III-6>에 나타나 있다. 지역간 후생비용의 분포는 대체적으로 북아메리카와 유럽에 대해서는 1.5%부터 후진국의 에너지 수출에 대해서는 거의 8%까지 다양하다.

<표 III-6> 토론토합의하에서 탄소세의 지역별 영향

국가	탄소세 (1985\$/탄소톤)	실제수입변화 (%, BAU대비)	이산화탄소 배출 감소 (%, BAU대비)
미국	122	1.4	54
일본	243	1.8	66
EC	118	1.4	49
기타 OECD국가	139	1.1	55
에너지수출 개도국	434	7.9	65
중국	284	5.0	83
구소련	28	0.2	33
인도	292	2.0	85
중부, 동부 유럽	49	0.9	41
아시아 국가	461	1.4	69
브라질	420	0.5	62
그외 기타 국가	165	1.6	59
OECD 국가	137	1.4	55
세 계	174	2.3	64

자료: OECD(1992)

3.3.3 평가

GE모델은 분석기간동안 효율적인 자원배분에 포커스를 둔다는 점에서 환경적인 관심과 일맥상통한다.

그러나 GE모델은 실제적인 정책결정에 있어 많은 한계를 가진다. 대부분의 GE모델은 많은 시장 실패-예를 들어, 독점 또는 비완전경쟁-가 존재하는 실제세계를 대표하지 않고 완전경쟁시장을 가정한다. GE모델은 개별 수준에서 시장 실패를 다루는 문제를 가진다. 예를 들어, 난방을 위한 주원료로 석탄을 사용하는 사람을 가정하자. 비록 그가 보다 경제적이고 환경친화적인 대안을 알고 있다 하더라도 항상 그 대안을 채택하지는 않을 수 있다. GE는 개인의 현재 행동을 최적의 것으로 취급하지만 이것은 실제상황을 반영하지는 않는다.

GE모델은 상대가격과 관련되어 있지만 그러나 실제가격수준 및 경제활동 수준 또는 실업으로부터 발생하는 것과 같은 조정비용에서의 변화들을 반영하지 않는다. 하나의 경제가 균형사이에서 움직이는 조정 과정에 대한 정보의 부재는 실제적 정책입안 목적을 위해 GE모델에만 의존하는 것에 대한 한계가 될 수 있다.

3.4 모델비교와 결론

환경정책의 경제적 효과를 예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 현대 경제에서는 상호의존이 높기 때문에 원래는 하나의 부문을 위해 계획된 대책들이라 하더라도 궁극적으로 모든 경제에 영향을 미친다. 상호의존적 문제들을 이해하기 위하여, 경제학자들은 복잡한 연산모델(I/O분석, 거시경제모델링, GE분석)에 대한 보다 많이 의존하게 된다.

GE분석은 상품가격이 각부문에서 수요와 공급이 같을 때까지 조정된다는데 기초한다. 정

책영향은 외생적 충격(환경세와 같은)의 이전과 이후의 후생과 일련의 균형가격을 비교함으로써 분석되어질 수 있다. 두가지의 균형 상황을 비교할 때, GE모델은 주로 한가지 정책수단의 장기의 결과를 중요시한다. 이때 예전에 그 경제는 새로운 상황에 적응할 충분한 시간을 갖는다.

물론 과거균형으로부터 새로운 균형에의 변화는 매끄럽지 않고 경제는 광범위한 조정 문제 때문에 어려움이 있을지도 모른다. 이러한 영향은 거시경제모델에서 가장 잘 측정될 수 있다. 거시 모델은 균형 가격을 찾는데 덜 의존한다. 즉, 가격과 임금은 점차적으로 새로운 상황으로 조정되기 때문에 시장에서의 일시적인 불균형을 허용한다. 또한 이것은 전통적인 조정비용의 보다 정직한 모델링과 실업율, 인플레이션과 경제성장과 같은 거시경제적 지표들의 분석을 허용한다. 한편, 거시모델은 직접적으로 후생에 관심을 갖지는 않고 종종 보통 하나의 대책 주로 GNP에 집중하는 경향이 있다.

상세한 선형영향의 분석은 투입-산출분석의 주된 장점이다. 투입-산출표는 구조적 효과의 깊이있는 검토를 위해 유용하게 사용될 수 있는 많은 데이터를 제공한다. 즉, 투입-산출표는 많은 모델의 근본을 형성한다. 그러나 이때 GE분석을 위해 요구되는 데이터는 일반적으로 너무 수준이 높아서 단지 총계된 표를 가진 최소사이즈의 모델들만 다룰 수 있다. 투입-산출 분석은 이러한 문제를 생산기술에 일련의 강한 제약을 부여함으로써 피할 수 있다.

지금까지 논의된 세 개의 모든 접근법은 복잡하고 많은 비용이 소요되고 또한 실행에도 시간이 소요된다. 따라서 중요치 않는 정책수단에 대해서 또는 단지 몇몇의 팩터와 관련된 것들에 대해서는 부분균형분석이 유용할 수도 있다.

앞서 살펴본 바와 같이 모든 것이 완벽한 모델은 없다. 모델의 선택은 문제에 따라 적합하게 결정되어야 한다. 만일 주로 장기에 관심이 있다면, GE모델이 가장 적합할 것이고, 인플레이션과 실업율에 대한 총체적인 영향 추정에 대해서 거시경제적 모델이 적합할 것이며, 경제구조에 대한 결과에 대하여 알기 위해서는 I/O모델의 사용이 적합할 것이다. 그리고 하나의 정책이 우선 하나의 특정시장에 영향을 미칠 것으로 생각된다면 이때는 부분균형분석이 가장 명쾌한 시야를 제공할 것이다.

IV. 환경규제와 경쟁력간 실증분석

1. 주요국의 환경규제 변화 추이

기술의 개발로 산업화가 진행되면서 의식주 외의 삶의 질과 관련된 것들에 대한 요구가 높아졌다. 특히 최근 들어 환경질 문제는 인간의 생존과 관련된 문제로 인식되기에 이르렀다.

이에 따라 선진국에서는 환경 문제를 해결하기 위하여 각종 환경규제를 시행하고 있다. 그러나 환경문제가 국제사회의 새로운 규범으로 등장하면서 산업부문에서는 자국의 엄격한 환경규제가 경쟁력 약화를 가져온다고 주장한다. 이에 각국의 환경규제에 대해 고찰해 보고자 한다.

그러나 각국의 환경규제는 자료가 제한되어 있고 또한 나라마다 차이가 있어서 비교가 용이하지 않다. 이에 직접적인 환경기준을 가지고 비교하기보다는 다른 자료들을 이용하여 간접적으로 각국의 환경규제 현황을 살펴보기로 한다¹⁰⁾.

먼저, 환경규제 현황을 살펴 보기 위해 각국의 오염방지지출(PACE)을 살펴볼 수 있다¹¹⁾. 각국의 오염방지지출은 <표 IV-1>에서 보는 바와 같은데 이는 GDP대비 비율로서 나타나 있으며, 사적·공적 부문을 포함한 오염방지지출과 공적부문만의 오염방지지출로 나누어져 있다.

먼저 공적·사적부문 오염방지지출은 대개의 경우 1985년과 비교하여 증가하거나 혹은 비슷한 수준이다. 예를 들어, 미국의 경우 1985년 GDP대비 1.4%에서 1994년에는 1.6%로 증가하였고, 일본의 경우는 '85년 GDP대비 1.0%에서 '90년에는 1.1%로 약간의 증가를 보였다. 특히 스웨덴의 경우는 '85년 GDP대비 0.2%에서 '91년에는 1.2%로 500%가량 증가하였다. 그러나 선진국들의 경우 대부분 오염방지지출은 큰 증가를 보이지 않고 있으며 또한 우리나라보다 그 규모가 작은 경우도 있는데 이는 초기 투자가 이미 이루어진 후이기 때문으로 생각된다. 결론적으로 오염방지지출은 '85년 대비 모두 증가 혹은 비슷한 수준으로 선진국들의 경우 이미 초기투자가 상당히 이루어진 후라는 것을 감안한다면 이는 동기간동안 환경규제가 강화되었다는 것을 의미한다 할 수 있다.

10) 보다 구체적인 각국의 환경관련 현황은 부록 참조.

11) 각국의 오염방지지출만으로 각국의 환경규제의 엄격도를 말한다는 것이 완벽하지는 않지만 환경규제가 강화될수록 오염방지지출은 증가할 수 밖에 없으므로 큰 무리는 없으리라 생각된다.

<표 IV-1> 오염저감지출(1985~1997)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	USD per cap.
공공부문 및 사적부문														
미 국	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6				422
일 본	1.0		1.1	1.1	1.1	1.1								
한 국								1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	268
오스트리아			1.8	1.7		2.0	2.1			1.7				332
핀 란 드										1.1	1.1	1.1	1.1	224
독 일							1.6	1.7	1.6	1.6	1.5			310
서 독	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4			323
노르웨이						1.2								
스 웨 덴	0.2			0.4			1.2							
사적부문														
미 국	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7				177
일 본	0.9		1.0	1.0	1.0	0.9								
한 국								0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	149
오스트리아	1.0		1.0	1.0		1.1	1.2	1.1	1.2	1.0				193
핀 란 드										0.6	0.5	0.6	0.6	117
독 일							0.9	1.0	0.9	0.9	0.8			166
서 독	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8			181
스 웨 덴		0.6					0.8							

자료: OECD, OECD Environmental Data, 1999

다음으로 환경보전을 위한 정부 R&D지출을 살펴보면 <표 IV-2>에서 보는 바와 같다. 절대적인 규모로 보았을 때 정부 R&D지출은 노르웨이를 제외하고는 '80년과 비교하여 큰 폭의 상승을 보였다. 총R&D에서 차지하는 비율로서 살펴볼 경우에도 노르웨이를 제외하고는 모두 증가 내지는 비슷한 수준을 유지하였다. 특히 오스트리아의 경우에는 340%가량의 대폭 상승을 보였다.

물론 환경보호에 대한 정부 R&D지출을 가지고 환경규제를 살펴본다는 것은 무리가 있으리라 생각되지만 총 R&D지출중 환경보호에 사용되는 비율이 증가하고 있다는 것은 환경규제가 강화되었거나 혹은 국민들의 자발적인 환경규제가 강화되어 나타난 현상으로 생각할 수 있다.

<표 IV-2> 환경보호에 대한 정부 R&D 지출

	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998
	백만USD(1991년기준)							총 R&D지출중의 비율						
미 국	385.5	319.7	409.7	497.0	428.3	497.2	553.7	0.8	0.5	0.6	0.8	0.7	0.8	0.9
일 본			48.4	71.0	82.7	86.7	93.4			0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
오스트리아	2.4	5.3	14.0	24.4	21.0	19.9	21.6	0.5	0.9	1.9	2.5	2.2	2.1	2.2
핀 란 드	2.9	7.2	9.9	20.9	21.0	23.5	23.3	0.8	1.5	1.4	2.5	2.6	2.3	2.3
독 일	221.0	370.4	439.7	471.9	494.8	468.9		2.0	3.1	3.5	3.6	3.7	3.7	
노르웨이	13.1	12.0	21.1	20.9	21.4	22.4	24.6	3.0	2.7	3.2	2.8	2.8	2.9	3.0
스 웨 덴	24.1	24.4	57.3	41.9	41.5		11.5	1.7	1.5	3.2	2.3	2.3		0.8

자료: OECD, OECD Environmental Data, 1999

2. 환경규제와 국제무역 실증분석

지난 수십년간 국제시장에서의 경쟁은 매우 치열해졌다. 각 국가들은 자국의 이익증대를 위해 눈에 보이지 않는 치열한 무역전쟁을 하고 있는 셈이다. 한편, 지구환경문제가 국제사회의 새로운 질서로 부각되면서 환경규제가 해당국가의 국제경쟁력에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 많은 관심이 집중되고 있다.

앞절에서 살펴본 전통적인 견해에서는 환경규제가 비용증가를 가져와 국제경쟁력을 약화시킨다고 주장하였으나 최근에는 이와 반대로 환경규제가 기술혁신 등을 가져와 오히려 국제경쟁력을 향상시킨다는 상반된 주장이 제기되고 있다. 예컨대 Porter(1991)는 환경규제가 기업과 경제전체를 세계시장에서 보다 경쟁력을 갖게 하는 양의 효과가 더 크다고 주장하였다.

이러한 논쟁과 관련하여 본 연구에서는 선진국과 우리나라를 대상으로 환경규제 강화가 국제무역에 미치는 영향에 대한 실증분석을 시도한다. 실증분석에는 1980년 이후의 세계무역자료로서 UN의 International Statistical Yearbook과 UN의 Statistical Yearbook을 이용하였다.

2.1 환경민감제품의 무역량 변화 추이

2.1.1 세계 총무역량과 제조업의 무역량 변화

환경문제가 새로운 국제사회의 규범으로 부각되면서 산업부문, 특히 선진국의 산업부문은 자국의 높은 환경규제로 말미암아 경쟁력에서 손실을 보고 있다고 주장한다. 실제로 환경규제가 국제경쟁력을 약화시키는지의 여부를 먼저 무역량 변화추이, 특히 점유율변동지수를 중심으로 살펴보고자 한다.

세계 총수출·입면에서 보면 선진국들은 80년과 비교하여 대체로 그들의 점유율을 유지하였다. 오히려 선진국에서는 수출의 비중이 늘어나고 수입의 비중은 줄어들었으며, 개도국의 경우에는 수출은 큰 변화가 없고 수입의 경우에는 32%가량 증가를 보였다. 무역수지를 살펴보면 보다 쉽게 현황을 이해할 수 있다. 선진국의 경우 80년 \$134,186백만의 무역수지 적자에서 96년에는 \$73백만의 적자로 그 적자폭이 대폭 줄어든 반면 개도국은 80년 \$96,106백만의 흑자에서 96년 \$135,413백만의 적자로 돌아섰다. 따라서, 세계총수출·입에서 선진국이나 개도국의 점유율지수로는 환경규제가 경쟁력을 약화시킨다는 어떠한 주장도 논리적 근거가 미약하다¹²⁾.

12) 물론 이 경우 환경규제는 수출·입에 영향을 미치는 많은 요인중 하나일 뿐이므로 수출·입의 점유율을 가지고 규제와 경쟁력간의 관계를 논의한다는 것이 무리라고 생각될 수 있지만 역으로 경쟁력을 결정하는 요소중 환경규제가 작은 일부분이라면 이 경우도 산업부문에서 주장하듯이 환경규제가 경쟁력을 약화시킨다는 주장의 논리적 근거는 미약해진다.

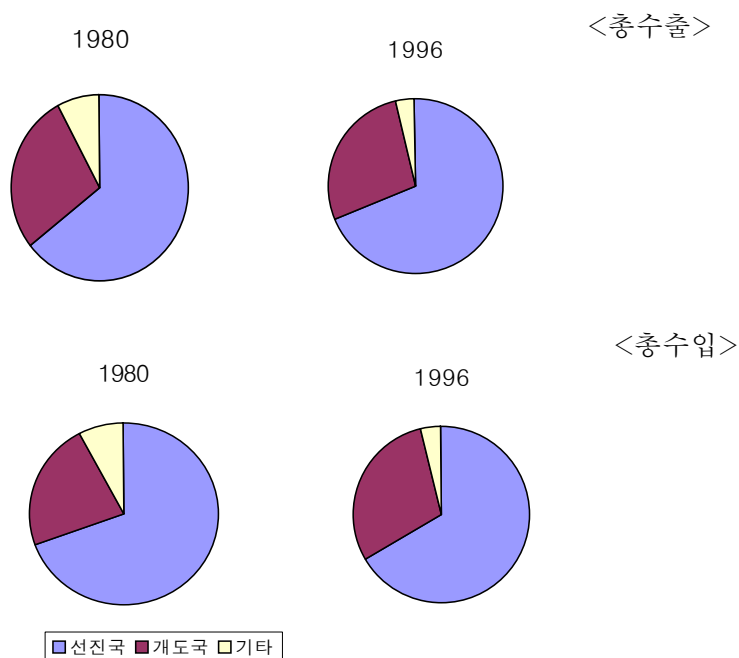
<표 IV-3> 세계 총수출·수입에서 선진국과 개도국의 점유율 변화

(단위: US\$백만, %)

		1980	1990	1993	1995	1996
선진국	수출 (%)	1,284,828 (64.2)	2,455,124 (71.7)	2,566,635 (70.3)	3,415,703 (68.8)	3,511,572 (68.2)
	수입 (%)	1,419,013 (69.4)	2,573,572 (72.4)	2,539,361 (68.0)	3,383,751 (66.9)	3,511,645 (66.3)
	무역수지	-134,185	-118,448	27,274	31,952	-73
개도국	수출 (%)	562,752 (28.1)	799,490 (23.3)	986,091 (27.0)	1,377,819 (27.7)	1,452,728 (28.2)
	수입 (%)	466,646 (22.8)	787,716 (22.1)	1,093,773 (29.3)	1,494,725 (29.6)	1,588,141 (30.0)
	무역수지	96,106	11,774	-107,682	-116,906	-135,413
세계	수출	2,001,086	3,425,895	3,649,919	4,967,435	5,149,910
	수입	2,045,342	3,556,644	3,733,469	5,058,074	5,296,808

자료 : UN, International Trade Statistical Yearbook

이를 보다 간편하게 살펴보기 위하여 80년과 96년의 선진국과 개도국, 기타의 점유율을 그림으로 나타내면 아래와 같다.



<그림 IV-1> 총수출·입에서 선진국과 개도국 점유율 변화

제조업총수출에서의 선진국과 개도국의 점유율 변화를 살펴보면 <표 IV-4>에서 보는 바와 같이, 선진국의 경우는 제조업총수출대비 84%에서 69.9%로 약간 감소하였고 반면 개도국은 7%에서 26.7%로 증가하였다. 그러나 이 증가는 선진국의 경쟁력이 약화되었다기 보다는 그동안 경제발전을 이루지 못하고 있던 개도국의 산업화에 따른 것으로 생각된다.

그러나 선진국의 경우 제조업 총수출에서의 점유율은 69.9%로 오히려 세계총수출에서의 점유율보다 여전히 높음을 알 수 있다.

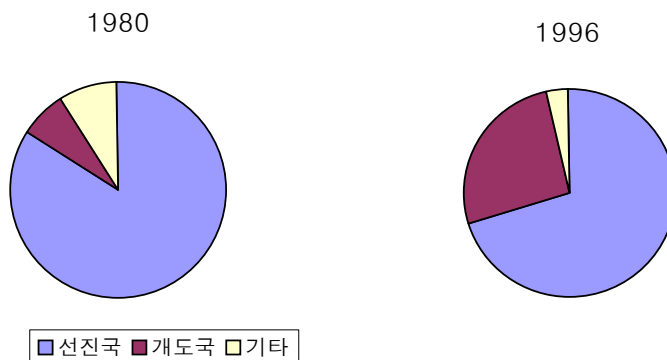
<표 IV-4> 제조업 총수출에서 선진국과 개도국의 점유율 변화

(단위: US\$백만, %)

	1980	1990	1993	1994	1995	1996
세계	- (100)	- (100)	- (100)	4,015,622 (100)	4,781,194 (100)	4,919,213 (100)
선진국	- (84)	- (83)	- (74)	2,860,548 (71.2)	3,377,061 (70.6)	3,439,930 (69.9)
개도국	- (7)	- (11)	- (24)	1034281 (25.8)	1,246,786 (26.1)	1,313,552 (26.7)

자료 : UN, International Trade Statistical Yearbook

제조업 총수출에서 선진국과 개도국의 점유율 변동을 보다 간결하게 살펴보기 위해 이를 그림으로 나타내면 아래와 같다.



<그림 IV-2> 제조업총수출에서 선진국과 개도국의 점유율

이번에는 보다 구체적으로 각국의 세계 총수출과 제조업 총수출에서의 점유율을 살펴보고자 한다¹³⁾.

세계 총수출에서 각국이 차지하는 비중을 보면, 1996년 기준으로 오스트리아는 1.1%, 핀란드 0.7%, 노르웨이 1.0%, 스웨덴 1.6%이며, 독일과 일본, 미국은 각각 10.1%, 8.0%, 12.1%를 차지하고 있다. 선진국 전체적으로 보면 세계 총수출에서의 점유율은 34.7%이다. 96년의 점유율은 80년과 비교해 보면 스웨덴만 감소했을 뿐이고 나머지 국가들은 같거나 증가하였다.

우리나라의 경우 세계 총수출에서의 점유율은 1980년 0.9에서 96년에는 2.5로 80년 대비

13) 이때 수출에 중점을 두고 수입을 다루지 않는 것은 수입의 경우 각국의 무역제한정책이나 관세 등으로 왜곡될 소지가 많고 상대적으로 수출의 경우는 그 소지가 적을 것이라는 생각에서이다.

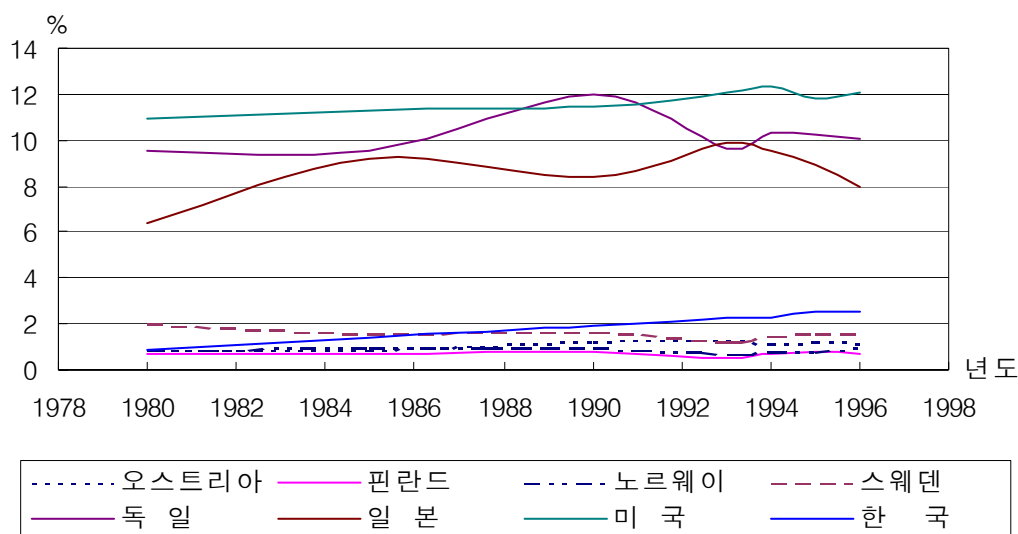
257%의 증가를 보이고 있다. 이는 물론 환경선진국의 세계 총수출에서 차지하는 점유율이 96년에 80년 대비 67% 증가함을 고려할 때 큰 증가이다.

한편 제조업총수출에서의 점유율을 살펴보면 대개의 환경선진국들이 약간의 감소를 보이고 있다. 반면 우리나라는 점유율이 80년 1.4%에서 96년 2.4%로 70%이상 증가하였다. 이는 앞서 말한 바와 같이 선진국의 경쟁력이 약화되었다기 보다는 그동안 경제발전을 이루지 못하고 있던 개도국의 산업화에 따른 것으로 생각된다.

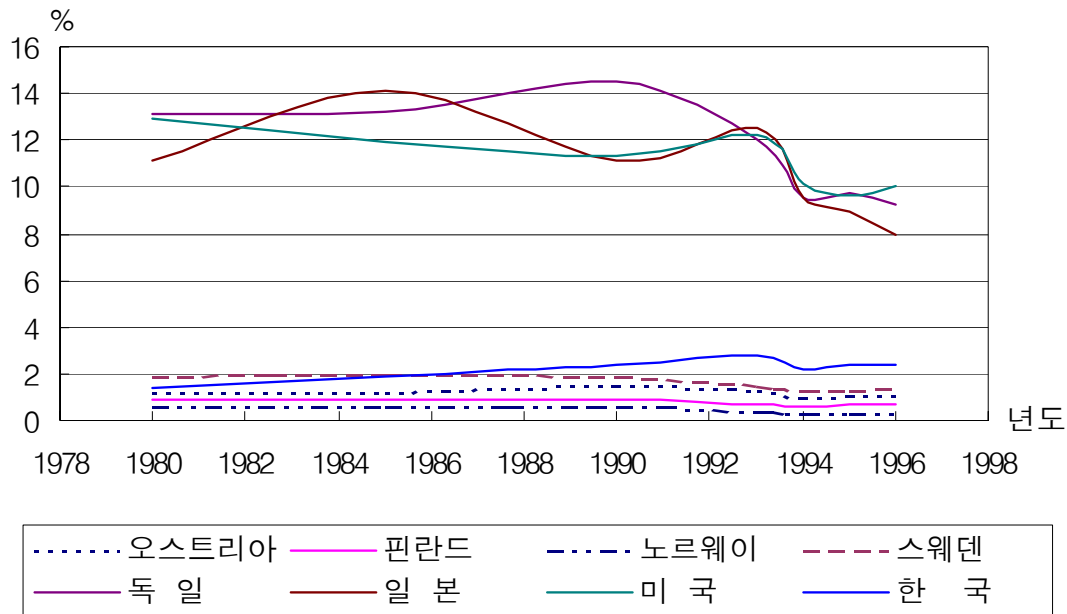
<표 IV-5> 세계총수출과 세계제조업 총수출에서의 각국의 구성비

국 가		1980	1985	1990	1993	1994	1995	1996
세계 총수출 에서의 점유율	환경선진국*	20.8	34.2	36.6	35.2	36.2	35.3	34.7
	오스트리아	0.9	0.9	1.2	1.3	1.1	1.2	1.1
	핀란드	0.7	0.7	0.8	0.5	0.7	0.8	0.7
	노르웨이	0.9	1.0	1.0	0.7	0.8	0.8	1.0
	스웨덴	2.0	1.6	1.7	1.2	1.5	1.6	1.6
	독 일	9.5	9.5	12.0	9.6	10.3	10.2	10.1
	일 본	6.4	9.2	8.4	9.9	9.5	8.9	8.0
	미 국	10.9	11.3	11.5	12.1	12.3	11.8	12.1
	한 국	0.9	-	-	2.3	2.3	2.5	2.5
제조업 총수출 에서의 점유율	환경선진국*	41.7	43.9	41.9	40.8	32.3	31.6	30.6
	오스트리아	1.2	1.2	1.5	1.3	1.0	1.1	1.1
	핀란드	0.9	0.9	0.9	0.7	0.6	0.7	0.7
	노르웨이	0.6	0.6	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3
	스웨덴	1.9	2.0	1.9	1.5	1.3	1.3	1.4
	독 일	13.1	13.2	14.5	12.0	9.5	9.7	9.2
	일 본	11.1	14.1	11.1	12.5	9.5	8.9	8.0
	미 국	12.9	11.9	11.3	12.2	10.1	9.6	10.0
	한 국	1.4	-	-	2.8	2.2	2.4	2.4

주: *) 오스트리아, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴, 독일, 일본, 미국의 7개국만을 대상으로 함.



<그림 IV-3> 세계총수출에서의 점유율



<그림 IV-4> 제조업총수출에서의 점유율

2.1.2 환경민감제품의 무역량 변화

다음으로 환경민감제품을 중심으로 환경규제와 국제무역과의 관계를 살펴보기로 한다. Low and Yeats(1992)의 연구에서 환경민감산업은 오염방지지출이 높은 산업을 의미하며, 따라서 본 연구에서는 오염민감제품을 오염민감산업의 해당 제품으로 정의한다. 또한 Low and Yeats의 정의를 사용하기에 앞서 우리나라에서도 이러한 산업의 오염방지지출이 높은지를 확인해 보면 <표 IV-6>에서 보는 바와 같이 이들의 분류에 따른 오염민감산업이 우리나라에서도 제조업에 비해 오염방지지출이 월등함을 알 수 있다.

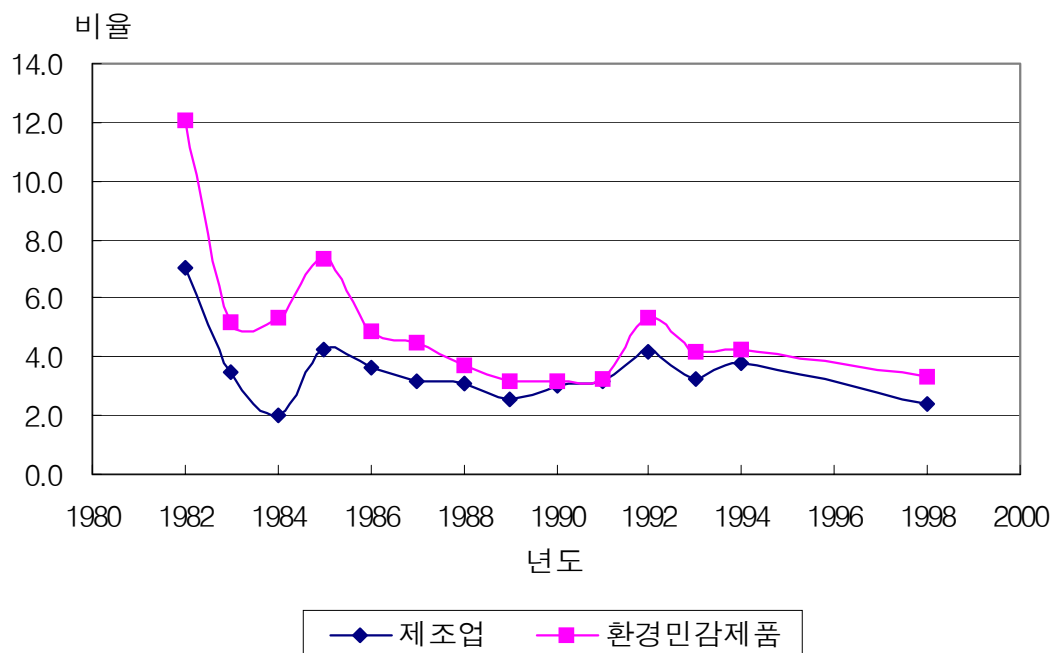
<표 IV-6> 전체투자설비에서 오염방지지출이 차지하는 비중

(단위: %)

	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	98
제조업	7.1	3.5	2.0	4.3	3.6	3.2	3.1	2.6	3.0	3.2	4.1	3.3	3.8	2.4
환경민감산업	12.0	5.2	5.4	7.3	4.9	4.5	3.7	3.2	3.2	3.2	5.3	4.1	4.3	3.3

주: 1) 환경민감산업은 Low and Yeats의 분류에 따라 목재와 나무, 종이, 화학, 석유정제 및 기타 석유·석탄, 비금속광물, 제1차금속 등임.

2) 환경민감산업의 비중은 금액을 고려하여 가중평균한 것임.



<그림 IV-5> 전체투자설비에서 오염방지지출이 차지하는 비중

여기에서 환경민감제품은 Low and Yeats(1992)의 정의를 이용하여 <표 IV-7>에서 보는 바와 같이 펄프·제지, 석탄·갈탄·이탄, 석유제품, 유기 및 비유기화학물, 기타 유기화학물, 기타 비유기화학물, 방사능물질, 비료, 기타화학물, 합판, 목재 제조, 종이 및 판지, 종이 제조, 시멘트, 철강, 비철금속, 금속 제조를 포함하는 것으로 한다.

<표 IV-7> 환경민감제품의 분류

SITC분류번호	해당 제품군	SITC분류번호	해당 제품군
251	펄프, 제지	598	기타 화학물
322	석탄, 갈탄, 이탄	634	합판(베니어판)
334	석유제품	635	목재제조
515	유기 및 비유기화학물	641	종이 및 판지
		642	종이제품
516	기타 유기화학물	661	시멘트 등
523	기타 비유기화학물	67	철강
524	방사능물질	68	비철금속
562	비료	69	금속제조

자료 : Low and Yeats(1992)

세계무역에서 환경민감제품이 차지하는 비중은 <표 IV-8>에 나타내었다. 세계무역에서 환경민감제품이 차지하는 비중은 세계 총수출량과 수입량의 합에 대한 환경민감제품의 수출량과 수입량의 합으로서 구하였다.

보다 구체적으로 살펴보면 <표 IV-8>에서 보는 바와 같이 석유제품, 종이 및 판지, 철강, 비철금속, 금속제조의 경우만 1%이상의 비중만을 차지할 뿐 그외의 제품에 대해서는 그 규

모가 매우 미미하였다. 오염민감제품 전체적으로 볼 경우에는 80년 13.85%에서 96년에는 14.27%로 비중 자체의 큰 변화는 없었다.

한편, 세계무역에서 환경민감제품별 무역의 비중을 연도별로 살펴보면 해마다 약간의 차이가 있을 뿐 큰 변화는 없는 것으로 관찰된다. 구체적으로 살펴보면, 환경민감제품중 펄프·제지, 석탄·갈탄·이탄, 석유제품, 기타 비유기화학물, 방사능물질, 비료, 시멘트, 비철금속만이 감소하였고 그외는 모두 증가하였다. 특히 기타 화학물의 경우 1980년대비 167%의 증가를 보였으며 전체적으로도 보면 1996년의 환경민감제품의 무역은 1980년에 비해 오히려 3%가량 증가하였다.

<표 IV-8> 세계무역에서 환경민감제품별 무역의 비중

SITC \ 년도	1980	1985	1990	1994	1995	1996
251	0.50	0.44	0.53	0.41	0.57	0.37
322	0.57	0.72	0.55	0.43	0.42	0.41
334	2.05	4.05	2.61	1.94	1.74	2.01
515	0.28	0.35	0.38	0.41	0.41	0.44
516	0.13	0.20	0.21	0.22	0.23	0.22
523	0.25	0.24	0.26	0.24	0.23	0.23
524	0.23	0.25	0.15	0.13	0.11	0.11
562	0.45	0.43	0.4	0.36	0.41	0.40
598	0.27	0.53	0.65	0.71	0.71	0.72
634	0.28	0.21	0.28	0.32	0.30	0.29
635	0.16	0.14	0.22	0.27	0.26	0.27
641	1.03	1.16	1.49	1.35	1.56	1.38
642	0.26	0.29	0.39	0.42	0.44	0.44
661	0.24	0.2	0.23	0.22	0.21	0.22
67	2.67	2.90	3.1	2.99	3.16	2.84
68	2.65	1.73	2.01	1.88	2.17	1.89
69	1.83	1.74	1.96	2.02	2.05	2.03
총계	13.85	15.58	15.42	14.32	14.99	14.27

자료: UN International Trade Statistical Yearbook, 각년호

환경민감제품 무역의 세계시장 점유율은 전세계 환경민감제품의 수출/수입대비 각국의 환경민감제품의 수출/수입으로 나타내었는데 이는 <표 IV-9>에서 보는 바와 같다.

보다 구체적으로 살펴보면 각국의 환경민감제품의 세계시장 점유율을 보면 수출이나 수입 양측에서 눈에 띄는 큰 변화는 없었던 것으로 나타났다. 환경선진국의 경우 1996년에는 1980년과 대비하여 보면 수출면에서는 거의 같거나 약간의 감소를 보일 따름이며, 수입의 면에서도 거의 같거나 약간 감소할 따름이다. 이는 앞서 말한 바와 같이 과학기술의 발달에 따라 환경민감제품에서 고부가가치의 첨단 산업으로 산업구조가 변화하는데 기인하는 것으로 볼 수 있다. 우리나라의 경우는 수출은 1980년 1%에서 1996년에는 2%로, 수입은 1%에서 4%로

각각 증가하였다.

환경선진국 전체적으로 보면 환경민감제품의 세계시장 점유율은 수출의 경우 1996년 기준으로 31%를 차지하고 수입의 면에서도 32%로 1980년에 비해 수출·입 모두 감소하기는 하였지만 여전히 세계시장에서 큰 점유율을 보이고 있다.

<표 IV-9> 환경민감제품무역의 세계시장점유율

국 가		1980	1985	1990	1994	1995	1996
수 출	환경선진국	39	35	35	53	33	31
	오스트리아	2	2	2	2	2	2
	핀란드	2	2	2	3	2	2
	노르웨이	1	1	2	1	1	1
	스웨덴	4	3	3	4	3	3
	독 일	12	11	12	10	10	9
	일 본	8	8	5	8	5	5
	미 국	10	9	9	10	9	9
	한 국	1	2	3	3	2	2
수 입	환경선진국	45	40	37	49	32	32
	오스트리아	2	1	1	1	1	1
	핀란드	1	1	1	1	1	1
	노르웨이	1	1	2	1	1	1
	스웨덴	3	2	2	1	1	1
	독 일	14	10	11	9	10	9
	일 본	8	7	8	8	6	7
	미 국	16	18	13	14	12	13
	한 국	1	2	3	6	3	4

2.2 환경민감제품의 RCA지수 변화 추이

RCA지수는 어느 한 국가의 세계수출시장에서의 총점유율의 변화와 비교하여 어떤 제품의 세계수출시장에서의 점유율의 변화로 측정된다. 즉, RCA지수는 한 국가의 수출의 점유율에 대한 특정 상품의 점유율을 나타낸 것으로 어떤 국가의 RCA지수가 1보다 크면 전반적인 수출의 점유율보다 그 상품에 대한 수출에서의 점유율이 더 크다는 것으로 해당 상품이 경쟁력이 있음을 의미하게 된다.

여기에서 사용된 RCA 지수는 다음 식 (1)을 이용하여 측정하였다.

$$RCA = \frac{(x_{ji}/X_{jt})}{(x_{iw}/X_{tw})} \dots\dots\dots (1)$$

여기에서 j는 산업, I는 국가, w는 세계 그리고 t는 총합을 의미한다.

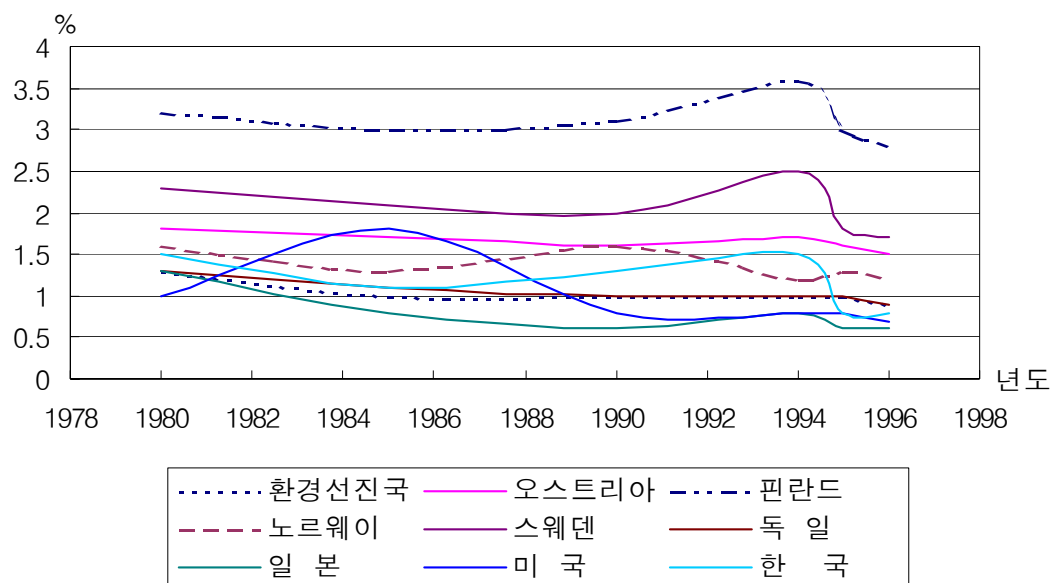
2.2.1 국가별 RCA지수

<표 IV-10>에 나타난 RCA 지수추이를 보면, 환경선진국들은 전반적으로 그들의 환경민감 제품에서의 경쟁우위를 유지하고 있으며, '96년에 들어와서는 전반적으로 감소하고 있는 것을 나타냈다. 국가별 환경민감제품의 RCA지수를 살펴보면, 오스트리아의 경우 1980년 1.8에서 1996년에는 1.5로 감소하였고, 스웨덴은 1980년 2.3에서 1996년 1.7로 감소하였다. 그리고 독일은 1980년 1.3에서 1996년 0.9로, 미국은 1980년 1.0에서 1996년 0.7로 감소하는 등 환경선진국 전체적으로는 1980년 1.3에서 1996년 0.9로 감소하였다. 이중 오스트리아, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴은 1996년 현재 RCA지수 1.0이상으로 환경민감제품에 대해 경쟁우위를 가지고 있지만 독일, 일본, 미국은 상대적으로 경쟁력이 낮다고 할 수 있다. 그러나 미국, 독일, 일본의 경우는 RCA지수는 1보다 낮지만 안정성을 유지하고 있다. 또한 이러한 변화를 설명하는 데는 정책 및 제도개혁, 노동·자본·기술측면에서 생산성혁신 등 여러 요인들을 들 수 있다.

우리나라의 경우도 1980년 1.5에서 1990년 1.3, 1996년 0.8로 계속 하락하고 있어 경쟁력 열위에 있다. 이것은 선진국에서 경우처럼 환경규제보다는 다른 요인에 기인하고 있다.

<표 IV-10> 환경민감제품의 RCA 지수 추이

국 가	1980	1985	1990	1994	1995	1996
환 경 선 진 국	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
오스트리아	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	1.5
핀 란 드	3.2	3.0	3.1	3.6	3.0	2.8
노 르 웨 이	1.6	1.3	1.6	1.2	1.3	1.2
스 웨 덴	2.3	2.1	2.0	2.5	1.8	1.7
독 일	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9
일 본	1.3	0.8	0.6	0.8	0.6	0.6
미 국	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
한 국	1.5	1.1	1.3	1.5	0.8	0.8



<그림 IV-6> 환경민감제품의 RCA 지수 추이

2.2.2 RCA지수 변화

제품별 RCA지수 결과를 이용하여 환경민감제품의 RCA지수 변화를 나타내면 <표 IV-11>과 같다. 앞서 말한 바와 같이 RCA지수가 1보다 큰 경우 경쟁력이 있다고 볼 수 있으므로 RCA지수가 1보다 큰 것의 개수를 살펴봄으로써 환경규제에 따른 국제경쟁력의 변화를 살펴보고자 한다.

오스트리아의 경우 RCA지수가 1보다 큰 것의 개수는 1980년 10개에서 1996년에는 8개로 감소하였고, 핀란드는 1990년 7개로 감소한 것을 제외하고는 10개를 유지하고 있으며, 노르웨이는 1980년 7개에서 1990년 1994년 8개로 증가하였다가 1995년과 1996년에는 6개로 감소하였다. 스웨덴은 11개에서 지속적으로 감소하여 1996년에는 6개로 감소하였고 독일은 1980년 10개에서 1999년 8개로 감소하고 일본은 1980년 4개에서 1994년에는 1개로 감소하였다가 다시 증가하여 1996년에는 3개에 이른다. 미국은 1980년 12개에서 1980년대 중후반에 감소하다가 1995년, 1996년에는 다시 9개로 증가하였다. 우리나라의 경우에는 1980년 7개에서 점차 감소하여 1996년에는 2개에 이르게 된다. 오스트리아를 제외하고는 전반적으로 RCA지수가 1보다 큰 것의 개수가 감소하고 있지만 이는 환경규제로 인한 것이라기보다는 선진국의 경우 고부가가치의 업종으로 산업구조가 변경됨에 따른 것이다.

<표 IV-11> 각국의 환경민감제품 RCA지수 변화

국 가	RCA > 1					
	1980	1985	1990	1994	1995	1996
오스트리아	10	11	8	8	7	8
핀란	10	10	7	10	10	10
노르웨이	7	7	8	8	6	6
스웨덴	11	10	8	8	6	6
독일	10	10	7	8	8	8
일본	4	3	2	1	2	3
미국	12	7	7	8	9	9
한국	7	4	3	3	4	2

2.3 환경규제와 기업의 동태적 혁신

기존의 전통적인 견해가 환경규제가 생산비용의 상승을 가져와 국제경쟁력을 약화시키는 것이라면 최근의 주장은 엄격한 환경규제는 기업으로 하여금 오염을 감소시키면서 비용효율적인 기술을 개발할 인센티브를 준다는 것이다.

환경규제가 기업의 동태적 혁신에 어느 정도 공헌하는지는 환경친화기술산업, 관련 컨설팅산업, 관련 서비스산업의 경쟁우위와 관련하여 살펴볼 필요가 있다. 여기에서는 환경친화기술을 보유한 장비공급산업체로 하여금 경쟁우위를 창출케 하는지 여부를 알아보기 위해서 장비공급 산업의 국제경쟁력을 살펴보기로 한다.

문제는 그러면 환경친화기술을 보유한 장비공급산업에는 어떤 제품들이 있는가이다. 여기에 대해서는 여러 가지 분류가 가능하지만 본 연구에서는 Sorsa(1994)에 의해 분류된 방식을 택하기로 한다. 구체적으로, 환경친화기술을 보유한 장비공급산업으로는 SITC 분류로 725(종이제조 및 펄프제조 기계), 726(인쇄 및 제본기계), 728(특수산업용기계), 736(금속가공기기), 737(금속공장기계), 741(가열 및 냉각장치), 745(기타 비전기식 기계기기 및 장치), 749(비전기식 기계류의 부분품 및 부속품), 773(배전용장비)을 포함한다.

2.3.1 수출비중

이러한 분류에 따라 각국별 총수출에 대한 기계류 수출비중을 살펴보면 <표 IV-12>에서 보는 바와 같다. 환경선진국중에는 스웨덴의 기계류 수출비중이 1980년 8.2%에서 1996년 7.2%로 감소하였고 독일의 경우도 1980년 9.8%에서 1996년 9.5%로 약간 감소하였으며, 그외의 다른 환경선진국들은 모두 기계류 수출 비중이 증가하였다. 우리나라의 경우도 1980년 1.1%에서 1996년에는 3.3%로 1980년 대비 200% 증가하였다. 총수출에 대한 기계류수출의 비중은 환경선진국중 노르웨이의 경우만 1%대의 낮은 비중을 차지할 뿐 그외의 다른 나라들은 6%이상의 비율을 점하고 있다.

수입면에서 살펴보면, 환경선진국 모두가 1990년에 비해서 증가하였다. 환경선진국 전체로 보면 1990년 4.0%에서 1996년 4.3%로 증가하였으며 우리나라의 경우도 1990년 9.1%에서 1996년 9.8%로 증가하였다.

<표 IV-12> 총수출에 대한 기계류수출 비중

국 가		1980	1985	1990	1994	1995	1996
수출	환경선진국*	6.9	6.4	7.5	7.4	7.9	8.0
	오스트리아	7.2	7.2	10.2	9.2	9.2	9.2
	핀란	5.4	6.0	8.6	6.5	6.9	7.3
	노르웨이	1.5	1.1	1.6	1.4	1.6	1.9
	스웨덴	8.2	7.2	8.7	7.8	6.9	7.2
	독일	9.8	8.7	9.7	8.9	9.5	9.5
	일본	6.3	6.3	7.6	8.2	9.5	10.0
	미국	5.0	4.7	5.2	5.6	5.8	6.0
	한국	1.1	1.0	1.7	2.6	2.9	3.3
수입	환경선진국*	-	-	-	4.0	4.3	4.3
	오스트리아	-	-	-	6.9	6.9	7.1
	핀란	-	-	-	6.1	6.7	6.6
	노르웨이	-	-	-	5.2	5.6	5.7
	스웨덴	-	-	-	6.5	6.9	7.0
	독일	-	-	-	4.0	4.2	4.1
	일본	-	-	-	2.0	2.2	2.6
	미국	-	-	-	4.4	4.6	4.6
	한국	-	-	-	9.1	9.8	9.8

2.3.2 RCA지수

마찬가지로 Sorsa(1994)에 의해 분류된 방식에 따라 환경민감산업에 제공되는 기계류 산업의 RCA지수를 구할 수 있다. RCA지수가 1보다 큰 경우는 경쟁력이 있는 것으로 볼 수 있는데 환경선진국의 경우는 노르웨이만을 제외하고는 1996년 현재 모두 1보다 커 경쟁력 우위에 있다 하겠다.

특히 오스트리아, 독일, 일본, 미국의 경우 환경민감제품의 RCA지수보다 환경민감제품을 생산하기 위해 지원하는 기계류산업의 RCA지수가 더 크다. 따라서 일본과 독일, 미국의 경우 환경민감제품의 경쟁력이 약하지만 동 산업을 지원하는 기계류산업에서의 경쟁력 확보로,

환경기준 강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하여 민간부문에 큰 혜택을 주고 환경시장에서의 잠재력도 충분히 갖고 있다는 것이다. 그리고 오스트리아와 핀란드, 스웨덴의 경우는 환경민감제품의 경쟁력도 우위를 점하고 있고 환경기준 강화에 따른 동태적 혁신을 수반하여 환경시장에서의 잠재력도 확보하고 있다. 노르웨이는 환경민감산업에서는 경쟁력을 확보하고 있지만 환경기준 강화의 동태적 혁신을 통한 기술개발효과가 작고 환경시장에서의 잠재력도 상대적으로 약하다고 볼 수 있다.

우리나라의 경우에는 기계류의 RCA지수가 약간의 증가를 보이기는 했지만 아직은 1에는 훨씬 못 미치고 있다. 이는 우리나라가 환경민감제품을 지원하는 기계류 산업에서의 경쟁력이 취약하여 환경규제 강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하는 정도가 약함을 의미한다. 또한 민간부문에 줄 수 있는 혜택이 작고 환경시장에서의 잠재력도 미미함을 나타내고 있다.

<표 IV-13> 기계류 산업의 RCA지수

	1994	1995	1996
환경선진국	1.5	1.5	1.5
오스트리아	1.8	1.7	1.7
핀란드	1.3	1.3	1.3
노르웨이	0.3	0.3	0.4
스웨덴	1.6	1.3	1.3
독일	1.8	1.8	1.8
일본	1.6	1.8	1.9
미국	1.1	1.1	1.1
한국	0.5	0.5	0.6

환경민감산업에 제공되는 기계류산업의 RCA지수 변화를 살펴보면 <표 IV-14>과 같다. 특히 오스트리아, 스웨덴의 경우 RCA지수가 1보다 큰 산업의 개수가 증가하였다. 대체적으로 오스트리아, 스웨덴, 독일, 일본이 환경규제에 따른 동태적 혁신이 일어날 가능성이 높다는 것을 의미하며, 환경시장의 잠재력이 상대적으로 크다고 볼 수 있다.

<표 IV-14> 환경민감산업에 제공되는 기계류산업의 RCA지수 변화

국가	RCA > 1					
	1980	1985	1990	1994	1995	1996
오스트리아	0	8	1	9	9	9
핀란드	5	5	5	3	2	2
노르웨이	0	0	0	0	0	1
스웨덴	9	9	8	7	6	7
독일	9	9	9	8	8	8
일본	6	8	7	6	6	6
미국	8	6	6	6	5	5
한국	1	2	0	0	0	0

3. 환경규제와 생산성 실증분석¹⁴⁾

불확실성과 혼돈속의 한국경제 상황에 대한 최근 맥킨지보고서에 따르면¹⁵⁾, 산업별 차이는 있지만 총요소생산성을 기준으로 한국을 미국과 비교할 때, 노동생산성이나 자본생산성 측면에서 미국의 약 절반수준밖에 안된다고 한다.

그런데, 지금까지의 생산성 보고서에서의 연구는 일반적인 총요소생산성의 비교에 국한되었다. 생활수준의 향상으로 삶의 질 차원에서 고려되어야 할 환경가치에 대한 비중은 훨씬 커졌지만 이에 대한 부분은 생산성크기 측정에서 제외되어 있다. 즉, 산업계의 생산과정이 이와 같이 완전하게 기술될 수 있다고 가정할 때, 물리적인 용어으로써, 투입물과 산출물은 똑같은 비율로 기록되어야 한다. 그런데, 전형적인 생산성 측정개념은 시장판매가 가능한 재화 산출물만을 산출물으로써 인정하고 사회적으로 폐해가 되어 판매가 될 수 없는 산출물은 무시함으로써 투입물과 산출물에 대한 다른 성장율을 유도하고 있다는 것이다.

따라서 생산성 차이의 비교에서 편견이 발생될 수 있다. 이에 본 보고서는 이러한 편견이 어느 정도 한·미간에 발생하는지를 계량적으로 밝히는데 목적이 있다. 환경가치를 고려한 생산성측정의 경우, 산업별 차이가 있기 때문에 산업별 연구가 바람직하다. 이에 본 연구에서는 펄프·제지산업에 국한하여 분석하기로 한다.

특히 펄프·제지산업은 많은 대기오염물질을 발생시키고 또한 물과 화학물질을 많이 사용하는 산업공정이므로 당연히 폐수에서 문제가 발생한다. 이에 따라서 북아메리카 및 서유럽을 중심으로 한 세계 여러 나라에서는 펄프·제지생산공정에서 배출되는 폐수오염물질을 환경보호법과 환경관계법규 등으로 규제하고 있다.¹⁾

3.1 우리나라 펄프·제지산업에서의 생산성 추이

3.1.1 펄프·제지산업의 위상변화

우리나라의 경우, 최근 10여년간 높은 경제성장을 이룩하였다. 비록 '97년에는 IMF의 구제금융을 받을 정도로 경제가 어려워지기도 했지만 경제성장률 등의 경기지표는 회복되고 있는 실정이다. 이에 따라 종이의 소비도 높은 증가세를 나타내어 <표 IV-15>에서 보는 바와 같이 우리나라의 펄프·제지산업의 생산액은 '80년 1조 2,656억원에서 '93년에는 5조 8,859억원으로 365%정도의 증가를 보였다. 그 결과 국내생산 부족으로 주수입 지종(紙種)이었던 신문용지의 경우 자급률이 1995년에는 85.2%로 높아졌으며, 그외 기타지를 제외한 인쇄용지, 판지, 크라프트지는 국내자급은 물론 잉여분을 중국을 중심으로 한 동남아로 수출하게 되어 내수위주의 생산체제에서 잉여분의 일부를 수출하는 등 구조적인 변화를 겪고 있다.

우리나라 펄프·제지산업에서의 높은 성장으로 말미암아 이 분야에 종사하는 노동자수도 '80년 47,738명에서 '93년 65,325명으로 37%가량 증가하였다. 따라서 펄프·제지산업의 노동량은 근로자수에 연근로일을 곱하여 계산되므로 이역시 큰 증가를 보였다. 불변자본은 '80년 4,953억원에서 계속 증가하여 '93년에는 2조 7,763억원으로 460%가량 대폭 증가하였고 불변중간투입도 '80년 7,249억원에서 '93년에는 3조 1,355억원으로 약 333% 증가하였다. 한편, 폐

14) 강만옥·차근호·윤성, “환경가치를 고려한 한·미간 총요소생산성비교-펄프·제지산업을 중심으로”, 『환경경제연구』 제7권 제2호, 1999에서 보완, 정리한 것임.

15) 한국재창조의 길, 맥킨지보고서, 매일경제신문사, 1998.

1) 펄프·제지산업에서의 각국의 환경규제 강화는 부록 참조.

수배출량은 증가하고 있으나 오염농도를 나타내는 BOD량은 감소하고 있다. 이는 전체 생산량의 증가로 총배출량은 증가하나 환경규제 강화에 따라 오염도는 감소함을 의미한다(<표 IV-15> 참조).

3.1.2 단일요소생산성

<표 IV-15>의 자료를 이용하여 생산성 측정방식으로 가장 많이 이용되는 단일요소생산성을 구하였다(<표 IV-16> 참조). 단일요소생산성은 한 개의 요소만을 투입하여 산출물을 얻는다고 가정할 때의 생산성을 의미한다.

먼저, 단위노동당 생산액은 '80년 0.085에서 계속 꾸준한 증가세를 보여 '93년에는 0.296으로 80년 대비 248%가량의 증가를 보였다. 불변자본당 생산액은 점차 증가하다가 '88년을 정점으로 다시 감소하기 시작하여 1990년대에 들어서는 오히려 다소 80년과 비교하여 약간 감소한 상태이다. 불변중간투입액당 생산액은 '80년 1.746에서 '93년에는 1.877로 분석기간중 큰 변화없이 비슷한 수준을 유지하고 있는 실정이다. 반면 BOD단위당 생산액은 '80년 134에서 '93년 870으로 '80년 대비 548%의 대폭 증가를 보였다. 이는 다른 단일요소생산성과 비교해 볼 때 가장 큰 증가율을 보였으며 변동도 가장 심하다. 폐수량당 생산액 역시 '80년 0.013에서 '93년 0.044로 238%가량의 큰 증가율을 보였다.

<표 IV-15> 펄프·제지산업의 생산액, 노동량, 불변자본 및 불변중간투입

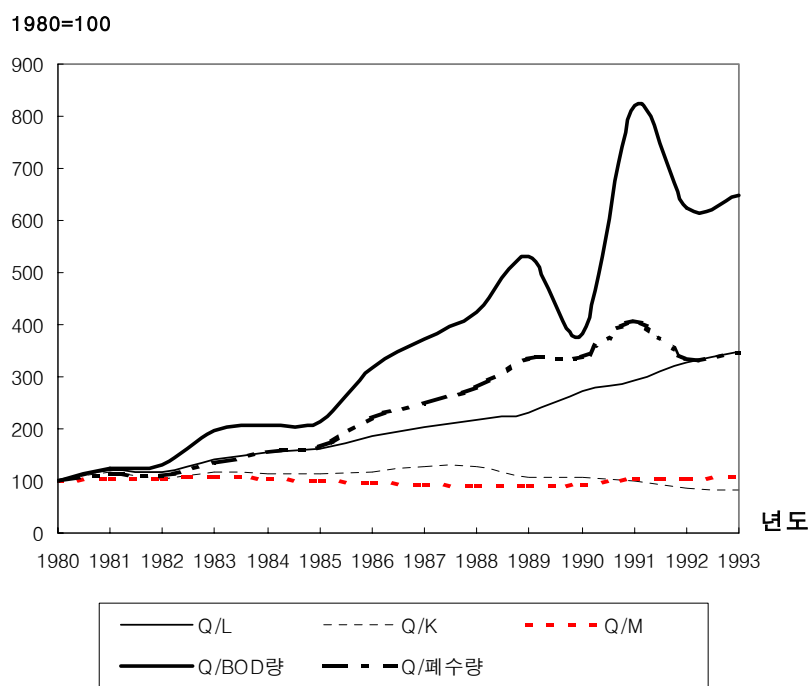
연도	불변생산액(Q) (백만원)	노동량(L)		
			근로자수	연근로일
1980	1,265,646	14,894,256	47,738	312
1981	1,438,739	14,042,644	45,593	308
1982	1,439,991	14,248,388	46,261	308
1983	1,756,145	14,744,496	47,258	312
1984	2,029,590	15,391,500	49,650	310
1985	2,183,815	15,737,434	51,262	307
1986	2,715,026	17,250,880	55,648	310
1987	3,236,955	18,739,616	60,256	311
1988	3,667,777	19,827,736	62,746	316
1989	3,994,718	20,253,000	64,500	314
1990	4,427,120	19,189,717	61,309	313
1991	4,971,797	20,001,696	64,108	312
1992	5,397,866	19,397,664	62,172	312
1993	5,885,863	19,858,800	65,325	304
연도	불변자본(K) (백만원)	불변중간 투입액(M) (백만원)	BOD(t/년)	폐수량(t/년)
1980	495,278	724,881	9,425.03	98,550,000
1981	479,673	807,445	8,630.43	99,645,000
1982	549,074	787,777	8,263.24	100,375,000
1983	588,499	937,374	6,663.44	101,105,000
1984	689,402	1,129,518	7,352.93	102,565,000
1985	750,197	1,232,782	7,653.69	102,565,000
1986	896,216	1,612,266	6,398.82	96,360,000
1987	1,001,884	1,991,363	6,448.09	101,105,000
1988	1,128,058	2,358,024	6,447.36	102,200,000
1989	1,441,235	2,574,338	5,617.35	92,710,000
1990	1,609,468	2,714,715	8,643.93	101,835,000
1991	1,964,710	2,782,966	4,512.50	95,265,000
1992	2,420,713	2,978,406	6,432.03	125,925,000
1993	2,776,312	3,135,517	6,761.99	133,225,000

자료: 광공업통계, 국민소득계정, 물가통계, 환경부 내부자료

<표 IV-16> 우리나라 펄프·제지산업의 단일요소생산성

연도	Q/L	Q/K	Q/M	Q/BOD량	Q/폐수량
1980	0.085	2.555	1.746	134.286	0.013
1981	0.102	2.999	1.782	166.705	0.014
1982	0.101	2.623	1.828	174.265	0.014
1983	0.119	2.984	1.873	263.549	0.017
1984	0.132	2.944	1.797	276.025	0.020
1985	0.139	2.911	1.771	285.329	0.021
1986	0.157	3.029	1.684	424.301	0.028
1987	0.173	3.231	1.625	502.002	0.032
1988	0.185	3.251	1.555	568.880	0.036
1989	0.197	2.772	1.552	711.139	0.043
1990	0.231	2.751	1.631	512.165	0.043
1991	0.249	2.531	1.787	1101.784	0.052
1992	0.278	2.230	1.812	839.217	0.043
1993	0.296	2.120	1.877	870.434	0.044

<표 IV-16>에 나타난 우리나라 펄프·제지산업의 단일요소 생산성을 1980년을 100으로 둔 상대적 단일요소생산성으로 환산하여 그 추세를 살펴보면 <그림 IV-7>과 같다. 앞서 살펴본 바와 같이 생산성 향상은 BOD기준으로 보았을 때 가장 큰 향상을 보였고 다음으로 폐수량의 순이었으며 반면, 불변자본 기준으로 보면 '80년에 비해 오히려 감소하였다. 다른 것보다 특히 환경관련 기준의 생산성이 분석기간 동안에 대폭 향상된 것으로 나타났다.



<그림 IV-7> 우리나라 펄프·제지산업의 단일요소생산성

3.1.3 총요소생산성

이러한 단일요소생산성은 앞에서 살펴본 바와 같이 그 한계에 부딪히게 된다. 예를 들어, 노동생산성의 경우, 노동투입에 의해서만 결정되는 것이 아니라 자본투입에 의해서도 영향을 받게 된다. 그러므로 이런 생산성을 측정하기 위해서는 모든 생산요소가 결합된 것을 동시에 감안한 총요소생산성개념이 보다 유용한 것이다.

이에 우리나라 펄프·제지산업의 총요소생산성 성장률을 전통적인 방법에 근거하여 계산하고자 한다. 분석기간은 1980~1993년으로 하며 기본적으로 생산자료는 연도별 「광공업통계」 자료에서, 그리고 요소가격은 「국민소득계정」, 「물가통계」 및 「산업연관표」를 이용하여 구하였다.²⁾ 이때, 추정식은 제 III장의 식 (6)을 이용하였다³⁾.

<표 IV-17> 국내 펄프·제지산업의 총요소생산성 성장률과 편요소생산성성장률

연 도	총요소생산성 변화율	편요소생산성 변화율(L)	편요소생산성 변화율(K)	편요소생산성 변화율(M)
1981	0.181	0.182	0.125	0.130
1982	(0.019)	(0.012)	0.002	(0.006)
1983	0.157	0.167	0.192	0.195
1984	0.089	0.106	0.138	0.135
1985	0.044	0.053	0.070	0.068
1986	0.112	0.137	0.206	0.204
1987	0.085	0.104	0.166	0.166
1988	0.057	0.077	0.117	0.114
1989	0.037	0.068	0.081	0.060
1990	0.132	0.147	0.099	0.091
1991	0.058	0.082	0.114	0.093
1992	0.076	0.107	0.076	0.058
1993	0.046	0.068	0.081	0.070

다음으로, ‘오염물질배출을 산출물로서 인정한 경제적 효율성’에 입각한 생산성 측정을 위해서는 수정된 생산성 측정방식을 이용하려고 한다. 이와 관련해서는 오염배출물질의 잠재가격의 연구가 수행되어야 하는데⁴⁾, 우리나라에서는 아직은 전무한 상태이다. 이기호·곽승준(1996)이 우리나라 한강 및 4대강 수질개선과 관련하여 조건부가가치측정법을 이용하여 수질

2) 생산성연구에서 자본스톡의 자료작성은 논란이 가장 많고 또한 측정이 매우 어려운 분야의 하나이다. 자본스톡을 측정하는데 이론적인 문제와 실제적인 문제가 있다. 이론적인 문제는 수없이 많이 서로 다른 빈테지(Vintage)의 이질적인 자본을 합하여 구한 자본량이 과연 무슨 의미를 갖겠는가 하는 것이며, 실제적인 문제는 실물자본량의 측정기준, 자본량의 이동률, 감가상각과 관련된 문제 등이다. 본 연구는 박승록(1996)의 자료를 이용하였다.

3) 보다 구체적인 사항은 III장의 2절 생산성 측정 방법을 참조.

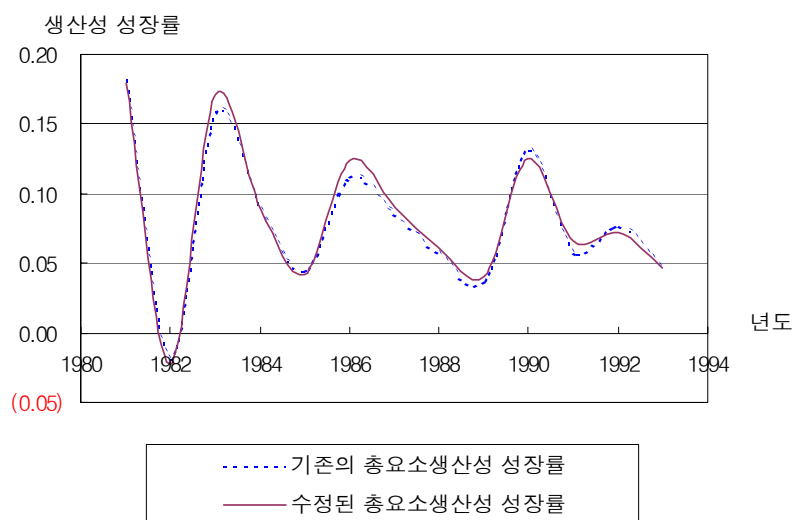
4) 개별산업에서의 환경규제준수에 따른 피해 방지비용을 추정하기 위해서는 이 산업과 관련된 모든 환경요소에 관한 잠재가격의 도출이 요구된다. 그러나 실제적용과정에서 이러한 작업을 모두 행하기란 쉬운 일이 아니다. 따라서 대부분의 경우 각 산업의 환경에서 중요한 문제가 되는 규제대상 오염항목에 대한 잠재가격의 연구가 수행된다. 펄프·제지산업의 경우에 있어서는 폐수, 특히 BOD가 가장 중요한 규제대상이 되고 있어 이에 대한 잠재가격연구가 실시되고 있다.

의 잠재적 가치를 계산하였으나 BOD중심의 측정은 아니다. 그래서 미국의 경우와 유사하다는 가정하에 BOD의 잠재가격을 \$145로 가정⁵⁾하고, 이에 따른 수정된 생산성성장률을 계산한다. 추정식은 제 III장의 식 (23)을 이용하였다⁶⁾.

<표 IV-18> 우리나라 펄프·제지산업의 환경피해산출가치와 실질성장률

연도	산업생산액 (단위:천 원)	환경피해산출가치 (단위:원)	구성비율 (S _E)	수정된 생산성 변화율(%)
1981	1,438,739	764,737,644	0.053	0.179
1982	1,439,991	820,030,749	0.057	-0.022
1983	1,756,145	703,279,198	0.040	0.171
1984	2,029,590	813,344,578	0.040	0.089
1985	2,183,815	918,774,906	0.042	0.042
1986	2,715,026	732,895,001	0.027	0.124
1987	3,236,955	682,257,595	0.021	0.090
1988	3,667,777	605,007,348	0.016	0.061
1989	3,994,718	531,403,108	0.013	0.040
1990	4,427,120	897,914,161	0.020	0.125
1991	4,971,797	521,197,017	0.010	0.067
1992	5,397,866	786,767,582	0.015	0.073
1993	5,885,863	860,473,418	0.015	0.046

<표 IV-17>와 <표 IV-18>에 근거하여 기존 총요소생산성 변화율과 수정된 총요소생산성 변화율을 비교해 보면 <그림 IV-8>과 같다. 대체적으로 수정된 총요소생산성의 성장률이 기존의 총요소생산성 성장률보다는 높은 것으로 나타났다.



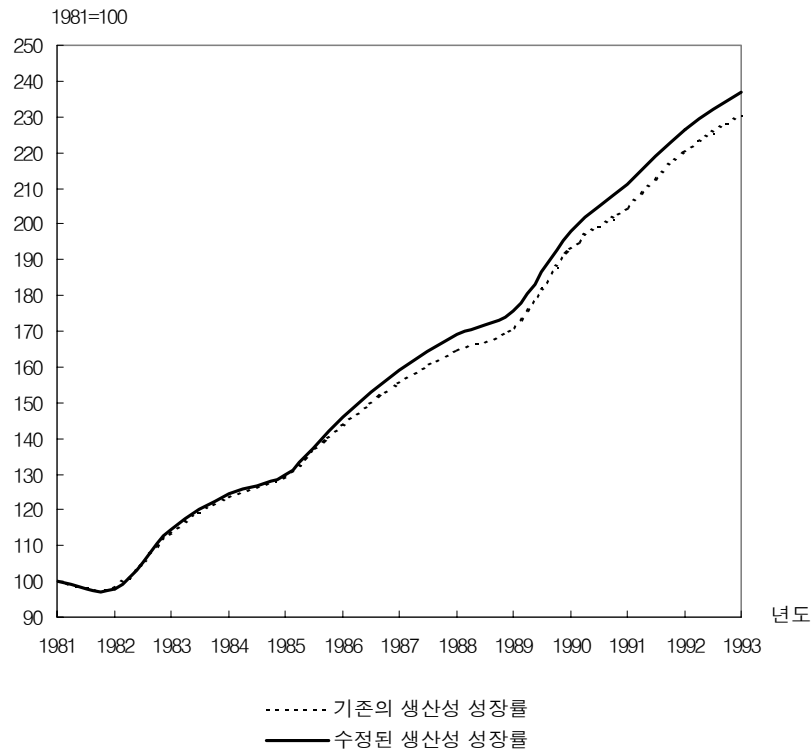
<그림 IV-8> 우리나라 펄프·제지산업의 생산성 변화율 변화

<표 IV-17>와 <표 IV-18>에 나타난 결과를 1981년도의 생산성을 100을 기준으로 하여

5) Repetto(1996)와 p.104 각주 참조.

6) 보다 구체적인 사항은 III장의 2절 생산성 측정 방법 참조.

기존의 총요소생산성과 환경피해를 고려한 수정된 총요소생산성을 나타내면 <그림 IV-9>과 같다. <그림 IV-9>에서 보는 바와 같이 우리나라의 펄프·제지 산업의 경우 환경피해를 고려한 총요소생산성지수는 기존 총요소생산성지수보다 약간 높은 것으로 나타나고 있다. 그리고 이러한 차이의 폭은 갈수록 커지고 있는데, 이는 우리나라의 펄프·제지 산업의 오염배출물 증가량이 산출물 증가량보다 점차 작아지고 있기 때문이다.

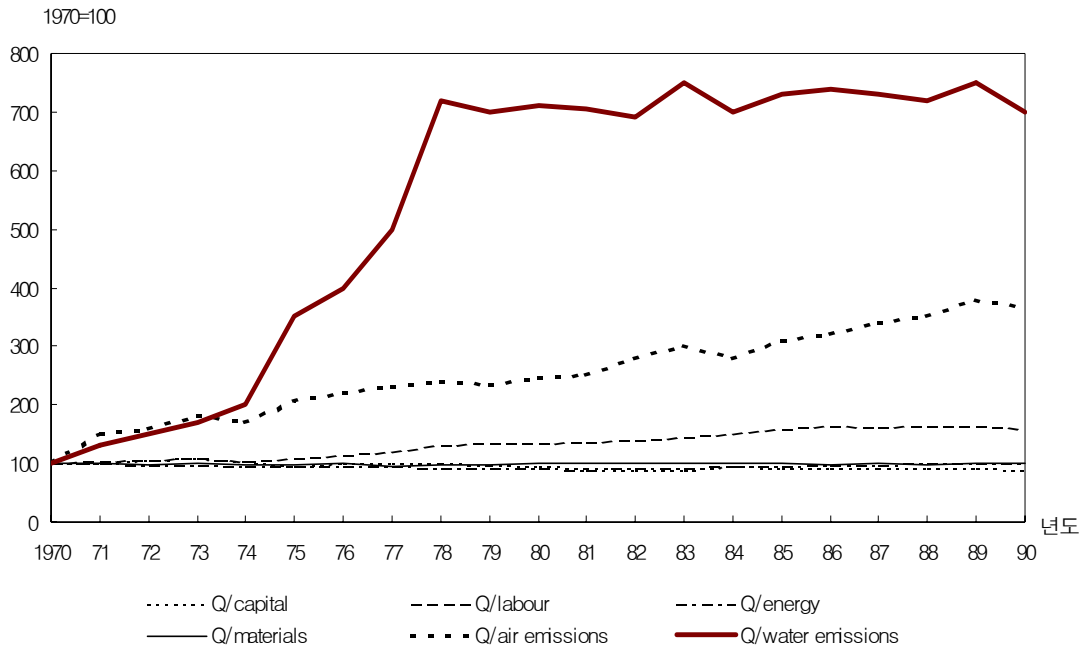


<그림 IV-9> 기존생산성 성장률과 수정된 생산성 성장률 비교

3.2 미국 펄프·제지산업에서의 생산성 추이

3.2.1 단일요소생산성

폐수 또는 대기오염과 관련지어 펄프·제지산업에서의 생산성을 평가한 분석은 WRI(1996) 연구 이전까지는 이루어지지 못하였다. WRI(1996)는 Jorgenson(1995)의 자료를 이용하여 단일요소생산성을 산출하였는데, 이는 <그림 IV-10>과 같다.



<그림 IV-10> 미국 펄프·제지 산업에서의 단일생산성요소

<그림 IV-10>에서와 같이 1970년 기준으로 단일요소생산성을 비교해서 볼 때, 폐수오염과 대기오염에 따른 생산성이 다른 투입요소 즉 노동, 자본, 에너지, 자원의 생산성보다도 월등히 우세함을 알 수 있다. 그러함에도 불구하고 펄프·제지산업에서의 생산성 증가문제를 논의함에 있어서 이들의 효과를 무시함은 큰 오류가 아닐 수 없다.

Luken(1990)은 미국 68개 펄프·제지공장을 대상으로 하여 1984년의 허용기준치를 준수하기 위한 손익분석을 연구하면서 BOD 한 단위당 증가에 따른 피해비용을 추정하였다. 물론 Luken(1990) 이외에 Smith & Desvougues(1986), Smith et al.(1984), Gramrich(1997)의 연구도 있으나 일반적으로 Luken의 연구가 가장 대표적인 것으로 평가받고 있다.

Luken의 결과는 공장주위 지역의 인구, 초기수질, 개선정도, 그 밖의 기타요인등의 차이를 반영하면서 공장별로도 다르게 추정되었다. 아울러 Luken의 연구에서 선택된 샘플공장들은 미국 전지역을 포괄하고 있기 때문에 WRI는 미국 펄프·제지산업전체의 대표로서 이용될 수 있을 것으로 판단하였다. Luken에 따르면, BOD의 잠재적 가격은 \$145⁷⁾인데, 이는 한 단위의 BOD의 추가적 부담에 따른 수질손실의 직접적인 피해만을 계산하므로, \$145로 추정된 BOD에 대한 피해비용을 매우 보수적 가치라고 말할 수 있다.

3.2.2 총요소생산성

새로이 개발된 수정 생산성 측정방식을 적용하기 위해서는 환경규제에 따른 매년의 피해가

7) 추정된 피해비용은 1984년 가격으로 BOD의 메트릭 톤(metric ton)당 최저값으로서 \$132에서 최고값으로서 \$522에 이르기 까지 다양하다. 그런데 최고값의 측정과정에서는 비사용자가치(non-use value)가 포함되어 있는데, 이런 개념은 신뢰성이 떨어지므로 WRI는 총요소생산성계산에서 오직 최저값만을 이용하였다. 여러지역의 최저값의 평균값을 계산하여 1987년 화폐가치로 전환한 결과 \$145이 되었다. 1987년 화폐가치로 조정된 것은 WRI가 여러 산업을 분석하면서 이들 산업간의 공통기준년도로서 설정한 연도가 1987년이기 때문이다.

치를 산출하여야 한다. 이를 위한 방식으로 WRI는 두가지 방안을 선택하였다. 그 첫 번째는 매년 피해비용이 같다고 인정하는 것이고, 두 번째는 매년 피해비용이 GDP에 비례한다는 방식이다. 이러한 두 방식에 따른 산출량, 환경피해액, 그리고 이의 가중치는 <표 IV-19>과 같다.

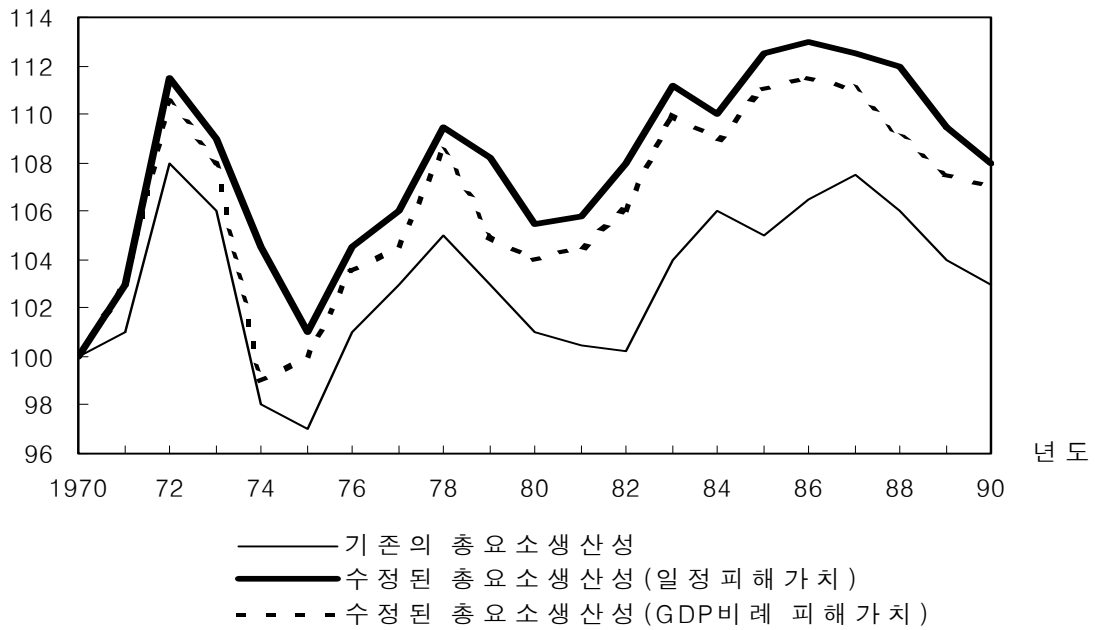
<표 IV-19> 미국 펄프·제지산업에서의 시장가치산출과 환경피해산출 비교

년 도	총 산 출	일정 피해 가치		GDP비례 피해 가치	
		피해 가치	SE (%)	피해가치	SE (%)
1970	68,927	4,942	7.7	3,128	4.8
1971	66,920	4,420	7.1	2,878	4.5
1972	71,226	4,304	6.4	2,946	4.3
1973	77,739	3,695	5.0	2,660	3.5
1974	91,295	3,427	3.9	2,452	2.8
1975	83,222	2,699	3.4	1,915	2.4
1976	90,617	2,641	3.0	1,967	2.2
1977	91,704	2,633	3.0	2,049	2.3
1978	92,938	2,502	2.8	2,041	2.2
1979	97,680	2,484	2.6	2,078	2.2
1980	99,600	2,458	2.5	2,045	2.1
1981	99,711	2,100	2.2	1,778	1.8
1982	93,437	2,105	2.3	1,743	1.9
1983	95,521	2,058	2.2	1,771	1.9
1984	103,032	2,378	2.4	2,173	2.2
1985	98,405	2,228	2.3	2,100	2.2
1986	101,002	2,222	2.2	2,156	2.2
1987	109,739	2,159	2.0	2,159	2.0
1988	118,820	2,054	1.8	2,134	1.8
1989	121,867	2,008	1.7	2,140	1.8
1990	116,856	2,108	1.8	2,274	2.0

자료 : Repetto(1996)

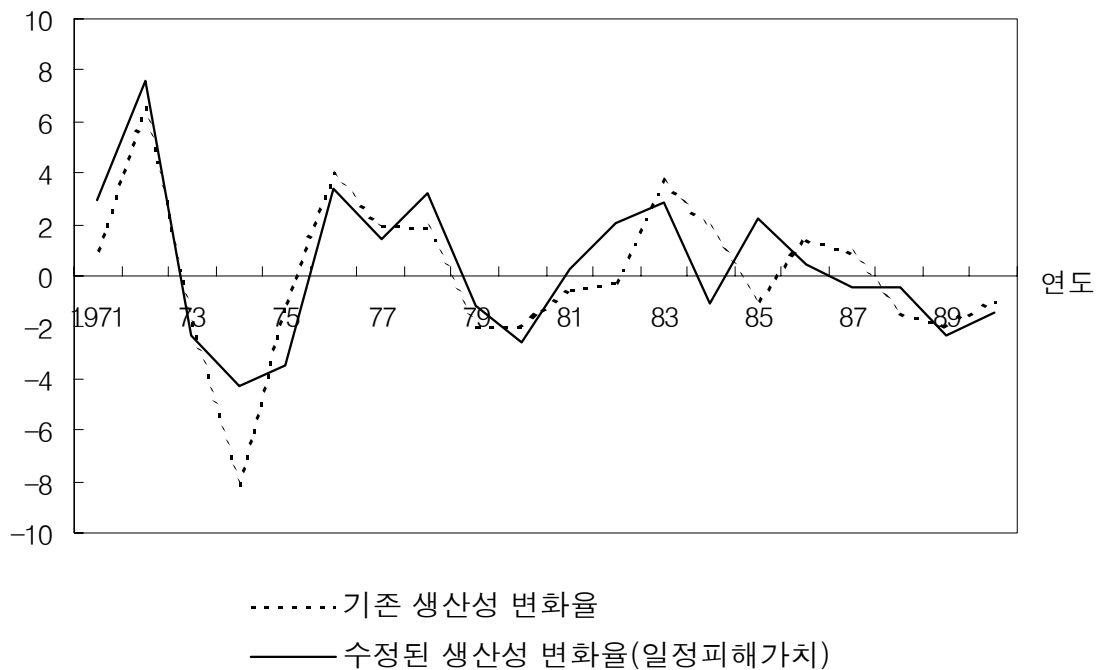
앞에서 살펴본 우리나라의 경우와 마찬가지로 방법으로 새로운 총요소생산성 성장률을 구하여 기존 총요소생산성 성장률과 비교하면 <그림 IV-11>과 같다. 이 그림에서 알 수 있듯이 환경가치를 고려할 경우 생산성 성장률은 기존과는 그 흐름에서는 유사하나 크기에서는 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 이것은 <그림 IV-12>에서 보는 바와 같이 1970년도를 기준으로 하여 기존 총요소생산성 변화율과 수정된 총요소생산성 변화율을 분석해 보면 보다 명확히 알 수 있다. 결과적으로 미국의 경우, 펄프·제지산업은 환경효율성을 충분히 발휘하면서 사실상 기존 생산성보다 경쟁력 측면에서 크게 기여하였다고 분석할 수 있다.

1970=100



<그림 IV-11> 미국 펄프·제지산업의 생산성 성장률 변화, 자료 : Repetto(1996)

생산성 변화율



<그림 IV-12> 미국 펄프·제지산업의 총요소 생산성 비교, 자료 : Repetto(1996)

4. 우리나라 제조업의 환경지출비용과 R&D 실증분석

환경론자들과 보다 엄격한 환경규제를 지지하는 사람들은 환경규제가 보다 엄격해 짐으로써 기업으로 하여금 오염을 감소시킬 수 있는 비용효율적인 기술을 개발할 인센티브를 준다고 주장한다. 이러한 주장의 대표적인 사람이 Michael Porter로서, 환경규제와 경제행위간의 이러한 관계는 “Porter”의 가설로서 널리 알려지게 되었다.

이 가설을 지지하는데 사용된 증거는 보다 적은 VOC물질을 함유한 새로운 페인트와 코팅의 발달은 산업코팅의 사용자로부터 VOC 방출량을 제한하는 Clean Air Act 규제에 대응하여 일어났다(미국 EPA 보고서)는 식의 주로 일회성적인 것이다. 이러한 사례연구는 환경규제는 어떤 상황에서는 기술혁신에 대한 인센티브를 만들어 낼 수도 있다는 것을 나타내는 반면, 기술혁신에 대한 환경규제의 일반적 평가를 제공하지는 않는다.

환경규제와 R&D에 관한 기존의 많은 연구는 환경비용을 감소시키기 위하여(또는 배출량을 감소시키기 위하여) 기업에는 R&D에의 인센티브가 존재한다는데 초점을 둔다. 실제로 이 연구들중 일부는 직접규제하에서보다 R&D에의 인센티브가 있는 환경정책하에서 기술혁신이 발생할 가능성이 높음을 밝혔다. 또한 환경규제의 엄격성과 R&D 증가에 대한 인센티브 사이에 관계가 있다는 것을 조사한 연구도 있었다. 예컨대, Oates, Palmer and Portney(1993)는 완전경쟁산업에서 환경세율수준의 인상은 기업이 보다 효율적인 저감 기술을 채택하도록 하는 인센티브를 증가시킨다는 것을 보였다. 반면 Schmalensee (1994)는 환경규제가 강화될수록 환경규제에 따른 R&D지출도 증가할 것이지만 이 증가는 이윤을 남길 수 있는 다른 연구 노력의 비용에서 올 가능성이 많다고 주장하였다. 또 McCain(1978)은 피규제 기업은 오염방지측면에서의 효율성 증가가 규제기준을 보다 엄격하게 할 것이라는 것이 예상된다면 보다 효율적인 오염저감기술을 채택하거나 기술혁신을 하는 것을 꺼려할 것이라고 주장하였다.

환경규제의 엄격성과 새로운 기술개발사이의 관계의 유일한 경험적 연구는 Lanjouw and Mody(1993)의 연구이다. 이 연구에서 Lanjouw and Mody는 환경규제와 환경특허에 대한 국제적인 데이터를 사용하면서 환경비용에서 환경기술의 특허에 대한 증가의 영향을 분석한다. Lanjouw and Mody는 환경비용에서의 증가는 1년 혹은 2년 시차로 새로운 환경기술의 특허 증가를 가져온다는 것을 발견하였다.

이하에서 이러한 환경규제와 R&D에 관한 연구를 우리나라에 적용하여 국내 제조업을 대상으로 오염방지비용과 기업의 R&D와의 관계를 실증분석하고 정책적 시사점을 얻고자 한다.

4.1 모델

환경규제의 강도와 이에 따른 제조업의 기술혁신 사이의 관계를 살펴보기로 한다. 규제강도를 측정하기 위하여 환경규제에 따른 오염방지지출 데이터를 사용하고 기술혁신을 측정하기 위해서는 산업부문에 투자된 R&D 지출을 사용한다.

현재의 R&D는 이전년도 환경규제의 엄격성에 의해 영향을 받는 것으로 등식을 세우고, 또한 R&D와 오염저감지출사이에 발생할 수 있는 허구적 상관(spurious correlation)을 배제하기 위하여 산업의 부가가치를 포함한다(Jaffe & Palmer, 1996, p.7). 여기에 시나리오를 만들어 하나는 산업부문의 정부지출 R&D를 포함하도록 하고, 다른 하나는 정부지출 R&D를 제외하도록 한다. 이때 산업의 정부지출 R&D를 포함한 것은 정부지출 R&D가 산업수준에서의 R&D를 외적으로 동인할 수 있는(external driver) 측정가능한 변수이기 때문이다(Jaffe &

Palmer, 1996, p.7). 구체적으로 함수식은 아래와 같이 가정한다.

$$\text{시나리오1: } (R\&D)_{it} = \alpha_i + \beta_1(\text{value added})_{it} + \beta_2 (\text{Government R\&D})_{it} \\ + \beta_3 (\text{PACE})_{it-1} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{시나리오2: } (R\&D)_{it} = \alpha_i + \beta_1(\text{value added})_{it} + \beta_2 (\text{PACE})_{it-1} \dots\dots\dots (2)$$

여기서, i : 산업,
 t : 연도,
 $R\&D$: 각 산업의 R&D 지출액,
 부가가치: 각 산업의 부가가치액,
 정부지출 R&D: 각 산업의 정부지출 R&D 지출액,
 PACE: 각 산업의 오염방지지출액

식 (1)과 식 (2)는 OLS에서는 관측되지 않는 산업관련 고정효과를 고려한다. 기술적 변화와 시장수요에 기술적 특성의 중요성의 영향으로 산업이 변화하는 것처럼 산업효과는 R&D에서 매우 중요하다(Jaffe & Palmer, 1996). 이러한 산업의 특성을 반영하는 고정효과분석은 분석에서의 편의(bias)를 감소시킨다. 즉, 고정효과모형은 횡단면 자료와 시계열 자료가 함께 있는 경우 오차항이 OLS 추정 조건을 만족시키지 못하기 때문에 시간더미 혹은 기타더미를 이용하여 상수항이나 설명변수의 기울기가 변할 수 있음을 허용하는 것이다.

4.2 자료

우리나라 제조업에서 환경규제와 기술혁신의 관계를 살펴보기 위해서는 함수식을 앞의 식 (1)과 (2)로 가정하고 그 관계를 살펴보려고 한다.

먼저, 산업부문에 투자된 R&D 지출과 산업부문에 투자된 정부의 R&D 지출은 과학기술부와 과학기술정책관리연구소에서 매년 발행하고 있는 『과학기술연구활동조사보고』를 이용하였다. 그리고 PACE(오염방지지출) 자료는 한국산업은행에서 제조업을 중심으로 한 우리나라 주요 국내기업의 설비투자동향 파악을 목적으로 반기에 한번씩 출판하는 『설비투자계획조사』 자료를 이용하였다. 마지막으로, 부가가치의 자료는 통계청에서 매년 나오는 『광공업통계조사 보고서』를 참조하였다.

1982년부터 1997년까지를 분석기간으로 하고 산업은 음식료품, 섬유, 목재 및 나무제품, 종이 및 인쇄출판, 화학, 석유정제 및 기타석유석탄, 고무 및 플라스틱, 비금속광물, 제1차금속, 조립금속제품, 기계, 전기전자제품, 운수장비, 정밀기계, 기타제조업, 광업으로 분류하였다. 결과적으로 이렇게 해서 자료를 정리해 보면 산업별, 연도별로 나타나는 패널데이터 형식이다⁸⁾.

경제학에서 보면 시계열 자료와 횡단면 자료가 혼합되어 있는 데이터가 있는데 이를 패널 데이터라 한다. 예를 들어, OECD의 통계들도 많은 나라들에 대해 많은 경제적 총계에 대해 해마다 나타내고 있는 패널데이터이다.

패널데이터는 미시적인 분석 뿐만 아니라 개별경제주체들의 시간에 따른 행동양식들을 동태적으로 분석할 수 있게 해 준다는 점에서 횡단면 자료나 시계열 자료보다 더 포괄적인 정

8) 사용한 자료는 <부록>에 정리하였다.

보를 갖고 있다. 패널 자료는 시계열적으로 부족한 자료에 대하여 횡단면적 자료까지 포함하기 때문에 자료가 풍부하지 않은 경우 효율적으로 이용된다는 장점을 가진다.

4.3 분석결과

R&D지출모델중, 시나리오 1에서는 산업부문에 지원된 R&D는 정부지출 R&D, 산업의 부가가치, 래그를 준 PACE 변수를 가진 함수로서 고정효과모형으로 분석하였고, 시나리오 2에서는 산업부문에 지원된 R&D는 정부지출 R&D, 산업의 부가가치, 래그를 준 PACE 변수를 가진 함수로서 고정효과모형으로 분석하였다.

산업부문에의 R&D지출은 기술혁신을 나타내는 값이므로 만약 환경규제가 강화될수록 기술혁신이 일어난다는 Porter의 가설과 같은 결과가 나오려면 환경규제의 강도를 나타내는 PACE의 파라미터값은 양의 형태여야 할 것이다. 그리고 정부에서 산업에 지원되는 R&D 지출 역시 산업에의 R&D를 증가시키는 결과를 가져올 것이다. 부가가치에 대해서도 마찬가지로의 예상이 가능하다.

실제 추정된 상관계수와 관련 t-값은 <표 IV-20>에서 보는 바와 같다. 조정된 결정계수(Adjusted R-squared)는 시나리오 1의 경우 0.8999, 시나리오 2의 경우 0.8728로 적합도도 패널데이터인 점을 고려하면 매우 높은 편이고 F-값도 유의하기 때문에 고정효과모형의 적합성이 검증되었다.

구체적으로 살펴보면, 상관계수는 예상과 같이 모두 양의 값을 갖았다. PACE에 대한 상관계수가 양(+)이므로 PACE가 증가할수록 R&D 지출이 증가한다 할 수 있다. 결론적으로 PACE가 환경규제의 강도를 대변하고 R&D가 기술혁신을 대변한다고 보았을 경우 엄격한 환경규제가 오염을 감소시킬 수 있는 비용효과적인 기술혁신을 이끈다는 것을 확인하였다. 또한 정부의 R&D지출이 산업부문에의 R&D 지출을 촉진시키고 부가가치 역시 예상과 일관성이 있었다.

부가적으로 주어진 독립변수의 상관계수를 살펴보면, 시나리오 1의 경우 부가가치는 0.029024, 정부지출 R&D는 8.921290, PACE는 1.097902, 시나리오 2의 경우 부가가치는 0.044916, PACE는 2.101242로 R&D를 증가시켜 기술혁신을 촉진시키기 위해서는 정부지출 R&D를 늘이는 것이 가장 효과적임을 알 수 있다.

<표 IV-20> 분석 결과

	시나리오 1	시나리오 2
부가가치	0.029024 (7.811)	0.044916 (12.812)
정부 R&D	8.921290 (7.816)	-
PACE	1.097902 (3.694)	2.101242 (6.953)
F값	120.384	97.483
Adjusted R-squared	0.8999	0.8728

주: ()안은 t값임.

5. 실증분석결과 요약 및 시사점

앞 절에서 환경규제의 강화와 관련하여 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는지를 먼저 무역량

변화와 관련하여, 두 번째는 생산성과 관련하여 그리고 마지막으로 세 번째는 기업의 기술혁신과 관련하여 살펴보았다.

먼저, 무역량 변화와 관련해서는 점유율과 RCA지수를 중심으로 살펴 본 결과 세계총수출·입면에서 환경선진국들은 대체로 그들의 점유율을 유지해 왔으며 다만 제조업 총수출·입면에서는 대개의 환경선진국들이 약간의 감소를 보이고 있는데 이는 선진국의 경쟁력이 약화되었다기 보다는 그동안 경제발전을 이루지 못했던 개도국의 산업화에 따른 것으로 생각된다. 이는 Low and Yeats(1992)의 분류에 따른 환경민감제품의 수출·입에서 마찬가지였다. 특히 오스트리아, 독일, 일본, 미국의 경우 환경민감제품의 RCA지수보다 환경민감제품을 생산하기 위해 지원하는 기계산업의 RCA지수가 더 크다. 따라서 일본과 독일의 경우 환경민감제품의 경쟁력이 약하지만 동산업을 지원하는 기계류산업의 경쟁력의 확보로 환경기준강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하여 민간부문에 큰 혜택을 주고 환경시장에서의 잠재력도 충분히 갖고 있다고 할 수 있다. 그리고 오스트리아와 핀란드, 스웨덴의 경우는 환경민감제품의 경쟁력도 우위를 점하고 있고 환경기준강화에 따른 동태적 혁신을 수반하여 환경시장에서의 잠재력도 확보하고 있다 하겠다. 반면, 노르웨이는 환경민감산업에서는 경쟁력을 확보하고 있지만 환경기준 강화의 동태적 혁신을 통한 기술개발효과가 작고 환경시장에서의 잠재력도 상대적으로 약하다고 볼 수 있다. 특히 우리나라의 경우, 세계총수출에서와 제조업 총수출에서의 점유율 모두 증가하고 있으며 환경민감무역제품의 수출·입 양쪽에서 역시 점유율면에서 증가를 보이고 있다. 그러나 우리나라의 경우 환경민감제품의 RCA지수 추이를 보면 지속적으로 하락하고 있고 지수가 1보다 큰 것의 개수 역시 감소하고 있어 경쟁력 열위에 있다. 동태적 혁신을 수반하는 기계류 산업의 RCA지수 역시 증가추세를 보이기는 하지만 아직까지는 경쟁 열위상태에 있어 환경규제 강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하는 정도가 약하다.

두 번째로 펄프·제지산업을 중심으로 하여 우리나라와 미국의 중요소생산성 성장률 및 중요소생산성 크기가 환경규제를 수용하였을 때, 어느 정도 편익이 존재하는 지를 계량적으로 살펴보았다.

펄프·제지산업의 경우, 최근 맥킨지보고서가 제시한 산업(즉, 자동차, 반도체, 통신, 소매금융, 주택건설, 소매유통 등)의 연구와는 달리 우리나라의 중요소생산성 및 중요소생산성 성장률이 오히려 미국보다 높다.

그러나 <그림 IV-9> 및 <그림 IV-12>의 중요소생산성 차이를 비교해 보면 환경피해를 고려할 경우와 하지 않을 경우 그 차이면에서 미국의 경우 그 폭이 매우 크다. 이는 우리나라의 경우 중요소생산성 자체는 미국보다 클지 모르나, 환경규제에 대응하여 환경효율성을 발휘하는 에코이노베이션(eco-innovation)의 기술혁신측면에서는 매우 뒤떨어져 있음을 의미한다. 따라서 지속가능개발(sustainable development)이 중요한 패러다임으로 등장하는 21세기에 대비하여 경쟁력 확보를 위해서는 중요소생산성 측면에서 질적인 성장을 가져오는 정책과 기술개발이 시급하다.

세 번째로 실증분석을 통하여 환경규제와 R&D간에 존재하는 총괄적인 통계적 관계를 살펴보았다. 패널데이터를 이용하고 고정효과모형을 사용하여 이전년도에서의 환경규제에 따른 PACE(오염방지지출)에 의해 측정되는 환경규제의 엄격성의 변화가 규제받는 산업에서의 기술혁신과 관련이 있는지를 검증하였다. 결과적으로 이전년도의 환경지출이 R&D지출에 유의한 양의 상관관계를 갖음을 분석하였다. 이는 앞서 말한 바와 같이 보다 엄격한 환경규제가

오염을 감소시킬 수 있는 비용효과적인 기술혁신을 이끈다는 것을 지지한다.

이러한 실증분석 결과로부터 얻을 수 있는 결과는 다음과 같다. 먼저, 우리나라의 경우 최근의 급속한 경제발전으로 세계총수출·입에서의 점유율과 제조업총수출에서의 점유율, 그리고 환경민감상품 수출·입에서의 점유율 모두 증가하고 있지만 환경기준 강화에 따라 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하는 기계류 산업의 RCA지수가 환경민감제품의 RCA지수보다도 현저히 낮아 환경규제 강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하는 정도가 약하다는 것이다. 흔히 환경의 세기라 칭하는 21세기에는 환경질 개선을 위하여 환경규제가 강화될 것이라는 것은 비단 우리나라 뿐만이 아니라 전세계적인 추세이다. 이를 무역규제와 연계시킬 경우 이러한 문제를 해결하기 위해서는 동태적 혁신을 수반하는 기계류 산업의 경쟁력이 중요한 문제라 하겠다. 이는 환경규제와 생산성간의 관계를 고려한 데서도 나타난다. 우리나라와 미국의 총요소생산성 차이를 비교해 보면 환경피해를 고려할 경우와 하지 않을 경우 그 차이면에서 미국의 경우 그 폭이 매우 크다. 이는 우리나라의 경우 총요소생산성 자체는 미국보다 클지 모르나, 환경규제에 대응하여 환경효율성을 발휘하는 에코이노베이션(eco-innovation)의 기술혁신측면에서는 매우 뒤떨어져 있음을 의미한다.

물론 우리나라 실증분석 결과 엄격한 환경규제가 오염을 감소시킬 수 있는 비용효율적인 기술혁신을 이끈다는 것을 확인하였지만, 우리나라의 경우 에코이노베이션의 기술혁신 측면에서 뒤떨어져 있음을 고려하면 다른 나라에 비하여 그 크기는 상대적으로 작을 것으로 생각된다.

따라서 경쟁력 강화를 위해서는 이러한 에코이노베이션을 촉진할 수 있는 환경정책이 필요하다.

V. 경쟁력 강화를 위한 환경정책 방향

1. 환경규제 방식의 전환

앞으로 환경기준 강화 등 환경질 개선을 위한 환경규제가 강화되는 것은 단지 우리나라의 현상뿐만 아니라 세계적인 추세이다. 특히 유럽이나 미국 등 선진국에서는 자국 및 지구의 환경보존을 명분으로 환경규제를 강화시키고 이를 무역규제와 연계시키는 방향으로 나아가고 있다. 우리나라의 경우에도, 오염으로 인한 환경훼손이 갈수록 심각해지고 더불어 보다 쾌적한 환경을 요구하는 일반 국민들의 요구가 거세어지고 있기 때문에 산업활동으로 인한 환경오염에 대한 규제는 필연적으로 강화될 것이다.

그렇다고 환경규제의 강화가 행정상의 강화를 의미하는 것은 아니다. 오히려 행정비용과 행정절차는 간소화되고 완화되어야 한다. 규제절차의 간소화와 투명화는 기존의 환경시설 인·허가 및 배출시설 지도·점검시 문제가 되었던 부조리를 감소시킬 수 있는 방법이 된다. 현재 정부가 추진하고 있는 규제완화정책도 절차상의 완화인지 이러한 시각에서 재검토가 있어야 할 것이다.

환경규제의 방향은 기존의 직접적 환경규제를 경제적 규제수단이나 자율환경규제수단 등을 이용하여 보완하거나 발전시켜야 한다.

환경규제 수준을 달성하는데 직접적 규제정책보다 비용면에서 효과적이며 정부의 개입을 줄이고자하는 현재의 추세와 일치하는 경제적 인센티브 제도는 ① 오염자 부담원칙에 의거한 부과금/세금제도, ② 오염배출을 줄일 수 있는 설비 또는 장치의 증설을 유도하는 보조금 제도, ③ 보다 비용효과적인 공해저감방안의 개발을 민간에 위임하는 새로운 공해물질관련 시장의 형성정책 등이 있다.

자율환경관리협정은 현재 정부에서 적극적으로 추진하고 있는 정책중의 하나로서 기업들이 자체적으로 환경목표를 선언하고 이를 자발적으로 추진하는 환경관리형태를 일컫고 있다. 기업측에서는 저비용으로 환경관리를 할 수 있는 유연성을 가질 수 있고 정부측에서는 보다 적은 행정인력과 비용으로 환경개선 효과를 가져올 수 있다는 점에서 바람직한 정책으로 관심을 받고 있다.

앞서 언급한 몇 가지의 환경규제 정책은 적절하게 결합되고 보완되어 시행해야 효과를 나타낼 수 있으며 환경규제대상에 따라 환경규제정책의 우선 순위 또는 중점정책이 선택되어야 한다. 그러나 환경규제를 설정함에 있어 원칙이 있어야 한다. 즉 정부, 기업, 국민들이 합의하는 합리적인 환경기준이 설정되어야 한다. 기술상황, 경제적 상황, 국민들의 의식수준 및 요구사항 등 우리나라의 실정에 맞는 규제수준이 정해져야 하며 이러한 규제수준은 예시적이어야 한다. 장기적인 계획 및 규제수준을 수립하고 한번 정한 규제는 정부가 책임지고 지키도록 하여 산업체로 하여금 사전준비를 하여 대비할 수 있는 시간을 배려하는 것이 필요하다.

대기업, 특히 수출을 주로 하는 기업의 경우는 세계시장에서 살아남기 위한 경쟁력을 갖기 위해서 국제적인 환경규제나 협약에 신속하게 대처하고 있다. 우리나라 대기업의 예를 보면 정부가 환경규제를 정하기 전에 미리 세계동향을 파악하고 그에 맞는 대안을 마련하고 있다.

반도체업계가 지구온난화물질에 대한 대체물질 및 공정을 개발한 것과 자동차업계가 이산화탄소 발생량 감소 협약을 체결한 것을 예로 들 수 있다. 그러나 아쉽게도 외국의 강화된 환경규제에 민첩하게 대응하는 대기업이 국내의 환경규제에 대해서는 소극적이고 방어적이며 환경비용투자를 미루는 경향이 다분히 있다. 따라서 이러한 대기업의 환경규제에 관한 정부의 정책은 환경기준을 한층 강화하고 이 기준을 지키지 못할 경우의 비용부담을 강화해야 하는 반면 환경경제적 유인제도의 활용범위를 보다 넓혀서 대기업으로 하여금 환경친화적인 공정개발, 연료사용 및 오염방지기술개발을 유도하는 정책을 실행해야 한다. 규제를 빌미한 정부의 간섭은 최대한 줄이도록 한다. 자율환경관리협정은 이런 점들을 감안할 수 있는 정책이 된다. 또 하나 중요한 점은 대기업은 외부의 여건 뿐만 아니라 경영자의 환경마인드에 따라 오염배출량감축, 비환경적인 공정상의 개선, 오염물질배출처리기술 등에 대한 투자여부가 결정되므로 경영자들에게 환경에 대한 투자가 기업의 이미지 개선과 경영효율성에서 이익이 된다는 환경마인드를 심어줄 교육과정을 수립하여 정기적으로 교육하는 것이 필요하다.

중소기업에 대한 정부의 지원은 오염배출을 줄일 수 있는 설비 또는 장치의 증설을 유도하는 보조금 제도를 보다 확충하는 것이다. 재정이 취약한 이러한 업체들은 강화된 환경기준을 맞추기 위한 시설보완 및 기준을 어겼을 때의 범칙금 등을 감당하기가 매우 어렵기 때문에 불법 방류에 대한 유혹을 뿌리치기가 매우 힘들다. 그렇다고 이러한 업체들에게 대기업과는 다른 환경기준을 적용할 수는 없다. 따라서 정부에서는 업체들에게 필요한 방지시설 설치, 개선된 공정절차, 기술개발 등에 대한 정부의 보조금을 확충하고 기술을 지원하는 것이 절대적으로 필요하며 정부의 업체에 대한 직접적인 보조는 허가되지 않지만 기술개발 등에 대한 간접지원은 용인하고 있는 WTO규정 위배되지도 않는다. 중소기업에 대한 또 다른 지원정책은 해외동향에 대한 정보를 정부가 제공하는 것이다. 기업여건상 독자적으로 나날이 변해 가는 환경규제에 대한 정보를 확보한다는 것이 매우 어렵기 때문에 정부 또는 공공기관에서 일괄적으로 정보제공을 하여 수출하려는 중소기업이 급변하는 국제환경여건에 적응할 수 있도록 해야 한다.

직접적으로 관련 있는 사항은 아니나 궁극적으로 환경과 기업경쟁력과 연계되는 사항으로 에너지가격정책을 들 수 있다.

우리나라의 에너지 정책은 물이나 전기 등의 에너지가격을 정책적으로 낮게 책정하고 부족분을 보조해주는 정책을 유지하였으나 이러한 정책은 에너지가치를 평가 절하하는 오류를 범하게 됨으로써 에너지절약의 필요성을 인식하지 못하게 되어 국가 전체의 차원에서 에너지낭비가 되고 결국에는 환경오염을 낳게 되었다. 이제는 환경을 보전하기 위하여 또 기후변화협약 등의 국제환경협약에 대응하기 위해서도 적절한 에너지가격 책정의 필요성이 대두되고 있으나 산업체에서는 가격상승으로 인한 경쟁력 약화를 빌미로 아직도 반대하는 입장이다. 에너지가격을 절약하기 위한 기술개발이 이루어지지 않는 현실에서 가격인상은 경쟁력을 약화시키는 것이 당연하나 점차적인 가격인상을 예시하여 기업체로 하여금 절약을 위한 기술개발이나 대체에너지개발이 궁극적으로 경제적 이익이 될 수 있다는 인식을 심어주어야 할 것이다.

2. 환경친화적 산업구조로 전환

현재 산업관련 환경정책의 주요 내용은 산업계의 자원재활용대책의 수립, 공업단지의 산업폐기물관리대책에 관한 사항, 몬트리올의정서·바젤협약 등 국제환경협약에 따른 제도의 운

용, 환경설비 제조산업의 육성 및 기술개발에 관한 사항을 포함하고 있다. 이러한 산업관련 환경정책은 그동안 중화학공업의 성장에 따른 오염 다배출산업의 비중 증대와 성장위주의 경제정책으로 심화된 산업환경문제에 대응하기 위하여 수행되어 왔다. 특히 1990년대 이후 대기, 수질, 폐기물 등 주요 오염매체의 발생증가가 산업활동의 제약요인으로 작용하기 시작했고 우리나라 경제의 국제화 추세 진전과 함께 고려해야 하는 국제환경협약의 준수와 이행이 상품 및 서비스의 교역에서와 마찬가지로 주요 현안으로 대두되었다. 이에 대응하여 산업관련 환경정책은 주로 산업활동의 피해를 최소화하기 위한 정책목표를 중심으로 수행되어 왔다.

그러나 경제성장에 따른 국민소득수준 향상과 지방자치제의 진전으로 각 지역의 삶의 질에 대한 욕구가 증대되고 경제주체의 환경인식 제고되어 산업환경개선에 대한 요구가 커지고 있다. 또한 각종 산업부문에서 발생하는 오염물질의 규모와 구성이 기존의 사후적 조치나 최종 발생처에서의 저감 등으로는 관리하는데 한계를 나타냄에 따라 각종 환경기준 강화되고 있다. 산업관련 환경정책은 이에 따른 수질, 대기, 폐기물 등 주요 오염매체에 대한 배출허용기준의 강화, 배출부과금의 증가 등으로 제품원가에 대한 부담이 증가하고 있다.

글로벌리즘 추세의 진전과 함께 새로운 국제규범과 무역규제 수단으로 각종 환경규제협약이 발효되고 있으며 이러한 환경규제는 제품의 최종소비단계뿐만 아니라 및 생산공정까지 확대되고 있다. 이에 따라 산업활동의 결과인 최종소비재의 소비, 교역 등에 환경문제가 현실적으로 대두됨과 동시에 주요 중간투입재 혹은 최종투입재의 사용불가 혹은 고비용 부담 등으로 산업경쟁력의 약화를 초래할 가능성이 증대하고 있다.

향후 환경관련 산업정책의 주요 내용은 국내외 환경규제의 강화 대응, 환경친화적인 산업구조 전환 등을 포함하여야 한다. 먼저, 국내외 환경규제 강화에 적극적으로 대응해야 한다. 향후 우리 산업이 규제준수만으로 대응하기보다는 생산방식의 전환, 원료투입구조나 최종 소비재 믹스 등을 통하여 대응해야 하는 지속적인 문제임을 인식하여야 한다. 특히, 국제환경규제는 WTO체제하에서 무역과의 연계가 강화될 것으로 전망되어 국제경쟁력의 주요 요인으로 작용할 가능성이 매우 높다. 기존의 국제환경규제의 논의동향이 제품자체에 대한 환경친화성에 주목하던 데서 제품의 생산과정 및 방식에 대한 규제방식으로 이행됨에 따라 국내 산업의 대응도 생산요소 및 생산과정의 환경친화성 여부 검토 등 전과정 평가(LCA)에 근거한 접근 방식을 채택하여야 한다.

한편, 이러한 국내외 환경규제의 강화는 환경관련 산업정책의 관점에서 새로운 기회의 확대로 파악할 수 있다. 즉 환경규제의 수준과 속도에 의하여 환경관련 재화 및 서비스의 수요가 결정되며 이는 국내 대응방식에 따라 환경산업의 성장을 유도한다. 또한 환경산업의 발전에 따라 개별산업은 생산공정에서 보다 낮은 비용으로 청정기술과 환경친화적 방식을 적용할 수 있게 되고 생산성 증대와 고용증대를 통하여 산업경쟁력 제고의 요인으로 작용할 수 있다.

다음으로, 지속가능하고 환경친화적인 산업구조로 전환해야 한다. 다음 세기의 지속가능한

경제발전 및 산업활동 실현을 위한 환경친화적 산업구조 전환노력은 지속적으로 필요하다. 환경문제를 구조적으로 완화시키고 환경규제에 따른 경쟁력 손실 비용을 중장기적으로 최소화하여 산업경쟁력 강화 기반을 구축하기 위한 산업내 구조전환 노력 필요하다. 지속가능한 산업활동을 위해 정부, 산업계, 소비자의 공동 노력이 강조되어야 한다. 특히 환경관련 산업 정책은 현행 『환경친화적산업구조로의전환촉진에관한법률』과 같은 정책적 노력을 통하여 개별경제주체의 생산 및 소비활동에 대한 방향을 제시하여야 한다. 특히 개별기업이 이윤추구 차원에서 접근하기 어려운 환경기술의 개발과 확산을 위해서는 정부와 산업계의 공동협력(Industry- Government Partnerships)사업을 촉진하여야 한다.

산업발전과 환경보전을 동시에 추구하는 지속가능 개발의 관점에서 단기적으로는 비용효율적인 산업환경정책, 중장기적으로는 경제전체 및 개별산업의 국제경쟁력 강화 측면에서 접근하여야 한다. 단기적으로 산업환경규제는 적정환경 부하능력과 비용부담능력을 동시에 고려하여 비용효과적인 순서로 정책 수행이 필요하다. 즉, 개별산업의 최종처리기술, 공정개선 등 환경기술개발과 제품믹스의 변화 등 산업내 구조조정방식에서는 단기적 대응이 어려운 점을 감안하여 구조적 특성과 생산공정별 환경부하를 고려하는 비용효과적인 규제방식과 수준의 설정이 요청된다. 또한 재활용 촉진, 공정개선 지원, 청정생산기술의 확산을 위한 정책적 인센티브 강화를 통하여 제품과 공정자체의 환경친화성 제고하여야 한다. 이때 경제적 유인 제도와 자발적 협약과 같은 산업 자체의 전환을 유도하는 방식의 점진적인 도입이 요청된다.

중장기적으로 산업구조의 환경친화적 전환 필요하다. 즉, 향후 국민경제에서 차지하는 오염다배출 산업의 비중을 점진적으로 하락시키는 동시에 해당 산업을 환경효율적 고부가가치 산업으로 전환을 유도해야 한다. 현재 우리 경제는 지식기반경제로의 이행과 함께 산업내 및 산업간 구조고도화를 경험하고 있다. 환경관련 산업정책은 이러한 전환에 따른 산업구조조정 비용의 최소화를 목표로 수행되어야 한다.

3. 환경SOC의 투자 확대

지금까지는 환경지출이 비용으로 인식되어 왔다. 나라마다 인식의 차이가 있는데 특히 개도국의 경우 선진국에 비해서 비용으로 간주된다. 그러나, 이제 환경지출을 기업의 비용증가 요인만으로 인식하는 사고의 틀은 불식되어야 한다. 환경오염감소와 환경시장에서의 기회선점을 통한 경쟁력의 확보는 환경정책이 환경비용지출을 비용으로서의 측면보다는 투자로서의 측면으로 간주하는 국가에서 나타난다. 특히 독일과 일본의 경우 1970년대 두 차례의 유가파동으로 인한 경제불황의 경우에도 지속적으로 이루어진 환경규제와 기업의 적극적인 참여하에 이루어진 환경투자는 환경오염의 저감과 신기술의 개발이라는 일석이조의 효과를 창출하였다. 앞에서 분석한 바와 같이 세계무역시장의 점유율변화와 환경지출비용간에 상관관계는 매우 작다. 즉, 환경비용증가가 경쟁력에 나쁜 영향을 주지 않는 것이다.

환경투자의 확대와 관련하여 정책측면에서 다음에 유의해야 할 필요가 있다.

첫째, 환경인프라 구축을 위한 정부의 투자확대가 필요하다. 중장기적으로 균형 잡힌 환경

설비투자과 환경투자는 지속적 경제성장과 환경오염의 저감을 위해 필수적이다. 이를 위해 21세기 초까지 공업자본에 대한 자원절약 투자비율과 오염방지 투자비율을 어느 정도까지는 증대시키는 것이 필요하다. 환경규제의 강화에 따라 기업의 비효율적인 대응은 산업의 생산성과 결국 국가경쟁력의 약화를 초래한다. 기술혁신의 주체가 기업이므로 대기업과 중소기업 간에 환경규제준수의 상대적인 부담이 다른 경우 정부는 정책차원에서 다양한 지원정책을 추진해야 할 것이다. 특히 중소기업의 경우 환경관련 투자로 인해 여타의 기업투자가 크게 위축될 소지가 있다. 이와 같은 맥락에서 환경하부구조(infrastructures)를 위한 정부투자가 중요한데 이는 환경규제 준수비용의 저감 특히, 중소기업에 대한 비용부담을 경감시켜 주기 때문이다. 단기적으로는 중소기업의 비용부담을 경감시키는 정책을 위주로 하며, 중장기적으로는 능력형성 및 기술지원과 특별 재정 지원프로그램의 설정도 바람직할 것이다.

둘째, 환경비용의 지출구조가 매우 중요하다. 즉 환경지출이 단순운영비용이 아닌 기술개발비용에 주로 이루어져야 한다. 미국, 일본의 경우가 대조를 보이고 있는 환경투자와 오염물질 감소관계에서 볼 때, 운영비용에 지출하기 보다는 신제품이나 신공정의 개발에 투자하는 것이 매우 바람직하다.

4. 환경시장 확대전략 추진

환경규제의 강화는 기업에게 비용부담이라는 부정적 측면도 있지만 환경기술과 산업에 대한 수요를 증가시키는 장점 또한 동시에 갖고 있다. 그런데, 정책측면에서 환경산업을 분류할 때는 대기정화, 폐수처리 장치산업, 쓰레기 처리산업 등 주로 오염물질처리기능과 관련된 산업을 지칭하고 있다. 그러나 이러한 해석은 매우 소극적인 의미의 환경산업해석이다. 예컨대, 건설업을 생각해 보자. 일반적으로 건설업은 환경산업과 관련이 없는 산업으로 생각한다. 기껏해야 건설과정에서의 폐기물관리, 먼지관리, 소음관리 등이 환경과 관련된 것으로 생각한다. 그러나, 건축물의 폐기단계에서의 자재의 재활용, 에너지절약형 빌딩건축을 위해서는 건축자재산업의 환경친화적 육성이 반드시 이루어져야 한다. 따라서 환경산업의 정의를 위해서 언급한 바와 같이 오염매체중심으로 구분하는 협의의 정의에서 흔히 일반산업으로 구분되는 산업도 환경산업으로 수용하는 광의의 정의가 필요하다.

이러한 포괄적 해석에서 세계환경산업을 고찰해 보면, 21세기는 그 어느 산업보다도 중요한 산업이 될 것으로 예상되고, 이에 따라서 국제경쟁이 더욱 가속화될 것으로 예상되고 있다. 현재 국내 환경산업은 WTO체제 개편으로 국내기업의 해외시장진출 뿐만 아니라 국내시장에서 외국 선진기업과 경쟁을 해야 하는 단계에 이르고 있다. 따라서, 우리나라는 21세기의 유망산업인 환경산업을 적극 육성하여 국제경쟁력을 확보하기 위해 다음과 같은 정책을 추진해야 한다.

첫째, 우리나라 환경업체들은 집진 장치 등 일부 단순 환경설비 기술이나 시공기술면에서는 상당한 경쟁력을 갖추고 있지만 고급기술이 필요한 설비의 설계 및 엔지니어링 등과 같은 기술력은 선진국에 비해 크게 뒤떨어져 있다. 그러므로 수입의존도가 높은 이들 핵심기술개발을 통해 환경설비기술 전반의 자립기반을 확보할 수 있도록 중장기적인 전략을 수립, 시행

해야 한다. 이를 위해 정부는 R&D 및 기술개발과 관련된 시설 및 자금을 세제혜택과 금융지원으로 적극 지원해야 하며, 산업계는 현지업체 및 선진국 업체와의 합작에 의한 공동진출을 모색해야 한다.

<표 V-1> 환경시장 확대전략

구 분	내 용
대내적 전략	환경기술개발 투자의 확대 및 효율화
	청정생산 촉진
	환경규제의 합리화
	환경기초시설에 대한 민간자본참여 확대
	환경벤처 및 중소기업에 대한 지원확대
	환경기술지원 및 정보보급 체계의 재구축
대외적 전략	환경산업 수출지원 전담기구 설치
	해외환경시장정보 및 조사 지원
	국제기구 지원프로그램과의 연계강화
	환경관련 국제활동에 적극 참여
	환경산업관련 시장개척단 파견 및 구매단 유치
	국내외 관련업체간 협력 확대
	환경수출업체 교육프로그램 및 매뉴얼 개발

둘째, 외국 선진환경업체와 경쟁하기 위해서는 국내 환경산업체의 전문화 및 대형화가 필요하다. 환경산업은 규모의 경제를 지니고 있기 때문에 과감한 시설 및 기술투자가 요구된다.

셋째, 기계류산업 등 환경산업에 장비를 공급하는 산업과 고급원자재 산업의 적극 육성이 요구된다. 기계류산업 등 관련산업의 발달정도가 환경규제강화에 의한 기업의 동태적 혁신의 수반여부를 결정하며, 환경시장의 잠재력도 결정한다. 독일과 일본의 경우 환경산업을 지원하는 기계류산업의 경쟁력이 높아 환경시장의 잠재력이 매우 높다. 우리나라는 기계류산업 및 고급원자재산업의 경쟁력이 취약하여 환경시장의 잠재력이 매우 취약한 실정이다.

넷째, 개발된 환경기술을 해외시장에 판매할 수 있도록 정부가 마케팅 지원을 해야 한다. 고도의 환경기술을 갖춘 기업도 해외관련 시장에 대한 정확한 정보와 시장진출에 필요한 마케팅 전략을 갖추고 있지 않으면 환경기술의 수출은 이루어질 수 없다. 특히 다른 상품과는 달리 환경기술은 그 특성상 각종 산업공정과 환경관련 제도 등과 밀착되어 있고 그 메커니즘이 상당히 복잡하여 해외시장에 쉽게 접근하기가 어려우며 시장접근비용이 상당하다고 하겠다. 그러므로 정부는 이러한 해외시장 정보의 제공, 해외시장 진입장벽의 완화 및 철폐, 효율적인 해외시장 진출전략 및 마케팅 전략의 소개 및 교육 등을 통하여 국내 환경기술의 수출을 간접적으로 지원하고 촉진하는 역할을 담당하여야 할 것이다.

5. 기업의 환경혁신 지원

환경규제가 필요하다는 인식은 상당히 보편화되어 있으나 환경규제의 수용에 대해서는 대

체로 꺼리는 경향이 있다. 즉, 모두가 살기 좋은 환경을 조성하기 위한 환경규제의 필요성에는 공감하지만, 환경규제가 기업의 경쟁력을 저해할 것이라는 막연한 생각으로 이를 꺼리는 것이다. 이것은 환경규제이외의 모든 환경이 변화하지 않는다고 가정하는 정태적인 시각을 반영하는 것이다. 정태적 조건에서는 기술, 제품, 생산공정, 소비자 선호 모두가 변화하지 않는다고 가정하기 때문에 환경규제의 강화는 불가피하게 생산비용의 상승으로 이어지게 된다. 그러나 기업은 정태적인 여건이 아니라 급속히 변화하는 동태적인 경쟁무대에서 활동한다. 즉, 기업은 경쟁자, 소비자, 각종규제 등으로부터 다양한 도전에 대해 끊임없이 혁신적인 해결책을 모색하고 있는 것이다. 따라서 향후 정부의 환경정책은 이러한 기업의 동태적 혁신을 활성화시켜 경쟁력을 강화시키는 방향으로 추진되어야 한다.

첫째, 정부 또는 기업의 환경정책은 전과정경영(Life Cycle Management; LCM)에 기초해야 한다. OECD에 가입한 우리로서는 환경규제의 강화는 피할 수 없는 현실이다. 비록 일부는 유보조건으로서 가입되었지만 경제선진국으로서 주어진 책무의 회피는 어려운 실정이다. 그런데 LCM은 다름 아닌 OECD환경의 기본개념의 하나로서 기술혁신의 부문을 원자재에서 폐기단계의 3R 즉, 재활용(Recycling), 재사용(Reuse), 재조건화(Recondition)까지 확장하여 환경개선에 따른 소요비용을 상쇄하도록 하는 새로운 환경정책개념이다.

둘째, 정부는 기업의 환경친화적 생산공정 및 청정생산기술 개발을 적극 지원하는 환경정책을 추구해야 한다. 전술한 바와 같이 국내 환경민감제품의 세계총수출에 대한 시장점유율이 하락(RCA지수 하락 추세)하는 사실은 환경규제강화에 의한 국제경쟁력 상실보다는 생산공정의 환경친화적개선과 기술개발 축진이 미진함을 의미한다. 또한 환경산업을 지원하는 기계류산업별 RCA지수를 살펴보다라도 RCA값이 거의 모두 1.0미만으로서 환경규제에 대비한 환경산업의 동태적 혁신을 기대할 수가 없다. 따라서 국내외적인 환경규제 강화추세에 대비하여 국내기업의 환경친화적 노력 혹은 환경기술개선기술능력 제고에 정부차원의 정책적 지원이 이루어져야 한다. 이러한 정책지원에는 시설투자 및 R&D에 있어서 세제·금융상의 혜택과 선진기술의 도입촉진, 그리고 외국인 직접투자를 활성화하는 것 등을 들 수 있다.

셋째, 기업의 동태적 혁신을 촉진시키기 위해서는 환경정책이 안정감과 신뢰를 주어야 한다. 만약 환경정책이 안정적이지 못하면, 기업들은 비즈니스 환경을 위협스러운 것으로 인식하여 혁신은 불확실한 활동이 되어 버리게 된다. 따라서 환경민감산업에 있어서는 환경정책이 안정적이고 신뢰적이어야만 기업들이 동태적 환경혁신을 추구할 수 있게 되며, 환경규제 강화에 따른 비용부담을 새로운 혁신으로 커버할 수 있게 되는 것이다.

VI. 요약 및 결론

본 연구에서는 먼저 환경규제와 경쟁력간의 기존 논의 내용을 살펴보고, 다음으로는 무역성과 측정방법 및 생산성 측정방법 등을 중심으로 경쟁력 측정방법을 비교·평가하였으며, 다음으로 실증분석으로 들어가 환경규제와 무역과의 관계, 환경규제와 생산성 관계, 그리고 환경지출비용과 기업의 R&D관계를 실증분석하였다.

무역량 변화와 관련된 새로운 수정이론 측면에서는 UN의 무역통계자료와 OECD의 통계자료를 기초로 실증분석을 시도하였다. 먼저, 무역량 변화와 관련해서는 점유율과 RCA지수를 중심으로 살펴 본 결과 세계총수출·입면에서 환경선진국들은 대체로 그들의 점유율을 유지해왔으며 다만 제조업 총수출·입면에서는 대개의 환경선진국들이 약간의 감소를 보이고 있는데 이는 선진국의 경쟁력이 약화되었다기 보다는 그동안 경제발전을 이루지 못했던 개도국의 산업화에 따른 것으로 생각된다. 이는 Low and Yeats(1992)의 분류에 따른 환경민감제품의 수출·입에서 마찬가지였다. 특히 오스트리아, 독일, 일본, 미국의 경우 환경민감제품의 RCA지수보다 환경민감제품을 생산하기 위해 지원하는 기계산업의 RCA지수가 더 크다. 따라서 일본과 독일의 경우 환경민감제품의 경쟁력이 약하지만 동산업을 지원하는 기계류산업의 경쟁력의 확보로 환경기준강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하여 민간부문에 큰 혜택을 주고 환경시장에서의 잠재력도 충분히 갖고 있다고 할 수 있다. 그리고 오스트리아와 핀란드, 스웨덴의 경우는 환경민감제품의 경쟁력도 우위를 점하고 있고 환경기준강화에 따른 동태적 혁신을 수반하여 환경시장에서의 잠재력도 확보하고 있다 하겠다. 반면, 노르웨이는 환경민감산업에서는 경쟁력을 확보하고 있지만 환경기준 강화의 동태적 혁신을 통한 기술개발효과가 작고 환경시장에서의 잠재력도 상대적으로 약하다고 볼 수 있다. 특히 우리나라의 경우, 환경민감제품의 RCA지수 추이를 보면 지속적으로 하락하고 있고 지수가 1보다 큰 것의 개수 역시 감소하고 있어 경쟁력 열위에 있다. 동태적 혁신을 수반하는 기계류 산업의 RCA지수 역시 증가추세를 보이기는 하지만 아직까지는 경쟁 열위상태에 있어 환경규제강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하는 정도가 약하였다.

두 번째로 펄프·제지산업을 중심으로 하여 우리나라와 미국의 중요소생산성 성장률 및 중요소생산성 크기가 환경규제를 수용하였을 때, 어느 정도 편익이 존재하는지를 계량적으로 살펴보았다.

<그림 IV-9> 및 <그림 IV-12>의 중요소생산성 차이를 비교해 보면 환경피해를 고려할 경우와 하지 않을 경우 그 차이면에서 미국의 경우 그 폭이 매우 크다. 이는 우리나라의 경우 중요소생산성 자체는 미국보다 클지 모르나, 환경규제에 대응하여 환경효율성을 발휘하는 에코이노베이션(eco-innovation)의 기술혁신측면에서는 매우 뒤떨어져 있음을 의미한다.

세 번째로 실증분석을 통하여 환경규제와 R&D간에 존재하는 총괄적인 통계적 관계를 살펴보았다. 패널데이터를 이용하고 고정효과모형을 사용하여 이전년도에서의 환경규제에 따른 PACE(오염방지지출)에 의해 측정되는 환경규제의 엄격성의 변화가 규제받는 산업에서의 기술혁신과 관련이 있는지를 검증하였다. 결과적으로 이전년도의 환경지출이 R&D지출에 유의한 양의 상관관계를 갖음을 분석하였다. 이는 앞서 말한 바와 같이 보다 엄격한 환경규제가 오염을 감소시킬 수 있는 비용효과적인 기술혁신을 이끈다는 것을 지지한다.

이러한 실증분석 결과로부터 얻을 수 있는 결과는 다음과 같다. 먼저, 우리나라의 경우 동

태적 혁신을 수반하는 기계류 산업의 RCA지수가 환경민감제품의 RCA지수보다도 현저히 낮아 환경규제 강화가 새로운 기술개발을 유인하는 동태적 혁신을 수반하는 정도가 약하다는 것이다. 이는 환경규제와 생산성간의 관계를 고려한데서도 나타난다. 우리나라와 미국의 중요소생산성 차이를 비교해 보면 환경피해를 고려할 경우와 하지 않을 경우 그 차이면에서 미국의 경우 그 폭이 매우 크다. 이는 우리나라의 경우 중요소생산성 자체는 미국보다 클지 모르나, 환경규제에 대응하여 환경효율성을 발휘하는 에코이노베이션(eco-innovation)의 기술혁신 측면에서는 매우 뒤떨어져 있음을 의미한다.

물론 우리나라 실증분석 결과 엄격한 환경규제가 오염을 감소시킬 수 있는 비용효율적인 기술혁신을 이끈다는 것을 확인하였지만, 우리나라의 경우 에코이노베이션의 기술혁신 측면에서 뒤떨어져 있음을 고려하면 다른 나라에 비하여 그 크기는 상대적으로 작을 것으로 생각된다.

따라서 경쟁력 강화를 위해서는 이러한 에코이노베이션을 촉진할 수 있는 환경정책이 필요하다. 먼저 환경규제 방식의 전환이 필요하다. 환경규제는 기존의 직접적 환경규제를 경제적 규제수단이나 자율환경규제수단 등을 이용하여 보완 발전되어야 하며, 환경규제 정책은 적절하게 결합되고 보완되어 시행해야 효과를 나타낼 수 있으며 환경규제대상에 따라 환경규제정책의 우선 순위 또는 중점정책이 선택되어야 한다.

둘째, 환경친화적 산업구조로 전환되어야 한다. 향후 환경관련 산업정책의 주요 내용은 국내외 환경규제의 강화 대응, 환경친화적인 산업구조 전환 등을 포함하여야 한다. 세 번째로 환경SOC의 투자 확대가 필요하다. 환경지출을 기업의 비용증가 요인만으로 인식하는 사고의 틀은 불식되어야 한다. 본 연구에서 살펴본 바와 같이 세계무역시장의 점유율변화와 환경지출비용간에 상관관계는 매우 작으며 우리나라의 경우는 엄격한 환경규제가 오염을 감소시킬 수 있는 비용효과적인 기술혁신을 이끈다는 것이 확인되었다. 이러한 환경투자의 확대와 관련해서는 환경인프라 구축을 위한 정부의 투자확대가 필요하며 환경비용의 지출이 단순운영비용이 아닌 기술개발비용에 주로 이루어져야 한다. 넷째, 환경시장 확대전략이 추진되어야 한다. 환경규제의 강화는 환경기술과 산업에 대한 수요를 증가시키는 장점 또한 동시에 갖고 있다. 또한 21세기는 그 어느 산업보다도 중요한 산업이 될 것으로 예상된다. 따라서, 우리나라는 21세기의 유망산업인 환경산업을 적극 육성하여 국제경쟁력을 확보하기 위해 i) 우리나라 환경업체가 수입의존도가 높은 핵심기술개발을 통해 환경설비기술 전반의 자립기반을 확보할 수 있도록 중장기적인 전략을 수립·시행, ii) 외국 선진환경업체와 경쟁하기 위해서는 국내 환경산업체의 전문화 및 대형화가 필요하며, iii) 기계류산업 등 환경산업에 장비를 공급하는 산업과 고급원자재 산업의 적극 육성이 요구, iv) 개발된 환경기술을 해외시장에 판매할 수 있도록 정부가 마케팅 지원이 필요하다. 마지막으로 기업의 환경혁신 지원이 필요하다. 환경규제가 필요하다는 인식은 상당히 보편화되어 있으나 환경규제의 수용에 대해서는 대체로 꺼리는 경향이 있으므로 향후 정부의 환경정책은 이러한 기업의 동태적 혁신을 활성화시킬 수 있도록 i) 정부 또는 기업의 환경정책은 전과정경영(Life Cycle Management; LCM)에 기초해야 하고, ii) 기업의 환경친화적 생산공정 및 청정생산기술 개발을 적극 지원하는 환경정책을 추구해야 하며, iii) 기업의 동태적 혁신을 촉진시키기 위해서는 환경정책이 안정감과 신뢰를 주어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강만옥·차근호, 『환경기준 강화가 경쟁력에 미치는 영향』, 삼성경제연구소, 1997
- 강만옥·차근호·윤성, “환경가치를 고려한 한·미간 총요소생산성비교-필프·제지산업을 중심으로”, 『환경경제연구』, 제7권 제2호, 1999.
- 과학기술부/과학기술정책관리연구소, 『과학기술연구활동조사보고』, 각년도
- 민승우, “환경정책과 국제경쟁력간의 관계 고찰”, 환경포럼, 제3권, 제21호(통권 45호), 한국환경기술개발원, 1996.
- 박승록·이상권, “한국제조업에서 사회간접자본의 경제적 의미”, 국제경제연구, 국제경제학회지, 제2권, 제1호, 1996
- 신동천, 『국제무역의 연산균형분석』, 세경사, 1999
- 이기호·곽승준, “수질개선의 화폐적 가치 : CVM과 비구분효과,” 자원경제학회지, 제6권 제1호, pp 87~109
- 이명현, “한국 제조업에 대한 환경규제의 파급효과 분석 - 생산성 및 요소수요를 중심으로 -”, 경제학연구, 한국경제학회, 제45집, 제3호, pp. 275-287, 1997
- 통계청, 『광공업통계조사보고서』, 각년도
- 통계청, 『광공업통계조사보고서』, 각년도
- 한국산업은행, 『설비투자계획조사』, 각년도
- 한국은행, 『국민소득계정』, 각년도
- 한국은행, 『물가통계』, 각년도
- 한국은행, 『산업연관표』, 각년도
- 한재운 외, 『국제경쟁력의 측정방법』, 산업연구원, 1989
- Adam B. Jaffe, Steven R. Peterson and Paul R. Portney, "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the Evidence tell us?", *Journal of Economic Literature*, Vol. XIII, 1995.
- Balassa, Bela A., "Trade Liberalization and Revealed Comparative Advantage", *The Manchester School of Economic and Social Studies*, vol.33, 1966.
- Barbera, A.J. and V.D. McConnell, "The Impact of Environmental Regulations on Industry Productivity : Direct and Indirect Effects," *Journal of Environmental Economics and Management*, January, 1990, vol.18(1), pp. 50-65
- Barrett, S., "Strategic Environmental Policy and International Competitiveness", in OECD, 1993
- Bartik, T.J., "The Effects of Environmental Regulation on Business Location in the United States", *Growth and Change*, Vol. 19, 1988
- Baumol W. J., S .B. Blackman and E. N. Wolf, "Productivity Yardsticks : Alternative Measures and Their Appropriate Uses," *Productivity and American Leadership, The Long View*, MIT Press, 1989

- Bela Balassa, "Revealed Comparative Advantage Revisited : An Analysis of Relative Export Shares of the Industrial Countries, 1953-1971, *The Manchester School*, vol. 45, pp. 327-344
- Bela Balassa, "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage", *The Manchester School*, vol. 33, pp. 99-123
- Blazejczak, J., "Environmental Policies and Foreign Investment: The Case of Germany", in OECD, 1993
- Bureau of Labor Statistics, "Multifactor Productivity Trends", 1994, pp.95-518, Washington, D.C.: Government Printing Office, September 1995
- Conrad, K. and C.J. Morrison, "The Impact of Pollution Abatement Investment on Productivity Change : An Empirical Comparison of the U.S., Germany and Canada", *Southern Economic Journal*, 1989, vol. 55, no.3, pp. 684-698
- Denison, E.F., "Accounting for Slower Economic Growth : The US in the 1970s", Washington, D.C., Brookings Institution, 1979
- Fabricant S., "Productivity Measurement and Analysis : An Overview," *Measuring Productivity*, New York, 1984
- Fare, R., S. Grosskopf, and C. Pasurka, "Effects on Relative Efficiency in Electric Power Generation Due to Environmental Controls", *Resources and Energy*, 1986, vol. 8, pp. 167-184
- Gladstone A. Hutchison and Ute Schumacher, "NAFTA's Threat to Central American and Caribbean Basin Exports : A Revealed Comparative Advantage approach", *Journal of International Studies and World Affairs*
- Gollop, F.M. and M.J. Roberts, "Environmental Regulations and Productivity Growth : The Case of Fossil-Fueled Electric Power Generation," *Journal of Political Economy*, August, 1983, vol. 91, pp. 654-74.
- Gramlich, Frederick W., "The Demand for Clean Water : The Case of the Charles river" , *National Tax Journal*, 1977, vol. 30, pp. 183-194
- Gray, W. B. and R. J. Shadbegian, "Pollution Abatement Costs, Regulation, and Plant-Level Productivity," NBER working paper no. 4994, January, 1995
- Gray, W.B. and R. Shadbegian, "Environmental Regulation and Manufacturing Productivity at the Plant Level", Working Paper No. 4321, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1994
- Grossman, G.M and A.B. Krueger, "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", Discussion Paper No 644, London: Centre for Economic Policy Research.
- Han, K. and J.B. Braden, "Environment and Trade: New Evidence from US Manufacturing", unpublished research paper, Department of Economics, University of Illinois, and Department of Agriculture and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana Champaign, 1996
- Havemann, R.F., and G.B. Christainsen, "Environmental Regulations and Productivity Growth", in Peskin, H.M., P.R., Portney and A.V. Kneese, "Environmental Regulation and the U.S. Economy", Washington D.C., Resources for the Future, 1981
- Henk Former, H. Landis Gabel and Hans Opschoor, *Principles of Environmental and Resource Economic*

- James A. Tobey, "The Effects of Domestic Environmental Policies on International Trade", in OECD, 1993
- James A. Tobey, "The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test", *Kyklos*, Vol. 43, 1990
- Jorgenson D. W. , F. Gollop and B. Fraumeni, "Productivity and US Economic Growth", Harvard University Press, Cambridge, 1987
- Jorgenson, D. W., "Productivity, Volume II: International Comparisons of Productivity", MIT Press, Cambridge, 1995
- Joshi, S., "Impact of Environmental Regulations on the US Steel Industry", Unpublished paper, February, 1995
- Kalt, J., "The Impact of Domestic Environmental Regulatory Policies on US International Competitiveness", in A.M SPENCE AND H.A. HAZARD(EDS.), *International Competitiveness*, Cambridge, MA: Harper and Row, Ballinger, 1988
- Kojima, Kiyoshi, "Structure of Comparative Advantage in Industrial Countries: a Verification of the Factor-Proportions Theorem", *Hitotsubashi Journal of Economics*, Vol. 2, 1970.
- Lanjouw, J.O. and A. Mody, "Stimulating Innovation and the International Diffusion of Environmentally Responsive Technology: The Role of Expenditures and Institutions", 1993
- Low, P., and Yeats. A, "Do Dirty Industries Migrate?", in : P. Low(ed.) "International Trade and the Environment", World Bank Discussion Paper 159, pp. 89-104, 1992
- Lucas, R., P. Wheeler and H. Hettige, "Economic Development, Environmental Regulation and International Migration of Toxic Pollution 1960-1988", in Low, 1992
- Luken, Ralph A. "Efficiency in Environmental Regulation: A Benefit-Cost Analysis of Alternative Approaches" in ed. W. Kip Viscusi, "Studies in Risk and Uncertainty", Kluwer Academic Publishers, 1990
- Mark J. A. and W. H. Waldorf, "Multifactor Productivity: a new BLS measure," *Monthly Labor Review*, December, 1983, pp. 3-15
- Markusen, J.R., E.R. Morey and N. Olewiler, "Environmental Policy When Market Structure and Plant Locations are Endogenous", Working Paper No. 3671, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1991
- McCain, "Endogenous Bias in Technical Progress and Environmental Policy", *American Economic Review*, 1978
- Nadiri M. I., "Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity : A Survey," *Journal of Economic Literature*, 1970
- Nestor, D. V. and C. A. Pasurka, "Productivity Measurement with Undesirable Outputs : A Distance Function Approach", Washington D.C. : Economic Analysis and Research Branch, OPPE, U.S. Environmental Research Agency, 1994
- OECD, "Pollution Control and Abatement Expenditure in OECD Countries : A Statistical Compendium", No.38, Paris, 1990
- OECD, Environmental Performance Reviews: Austria, 1995

- OECD, Environmental Performance Reviews: Norway, 1993
- OECD, Environmental Performance Reviews: Sweden, 1996
- OECD, Environmental Performance Reviews: United States, 1996
- OECD, Globalization and Environment, 1997
- OECD, OECD Environmental Data Compendium, 1999
- Oates, W.E., K. Palmer and P.R. Portney, "Environmental Regulation and International Competitiveness: Thinking About the Porter Hypothesis", RFF Discussion Paper 94-02, 1993
- Olewiler, N., "The Impact of Environmental Regulation on Investment", in Benidickson et al., 1994
- Pasurka, Carl, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation, personal communication, 1996
- Pittman, R. W., "Multilateral Productivity Comparisons with Undesirable Outputs," *Economic Journal*, vol.93, pp. 883-891, December, 1983
- Porter, M. E., "America's Green Strategies," *Scientific American*, April 1991, p. 168
- Porter, M. E., "The Competitive Advantage of Nations", New York, Free Press, 1990
- Repetto, R. "Shifting Taxes from Value Added to Material Inputs" In Carraro,C. & Siniscalco,D., "Environmental Fiscal Reform and Unemployment", Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1996
- Repetto. R., "Has Environmental Protection Really Reduced Productivity Growth?", Washington DC: World Resources Institute, 1996
- Repetto. R., "Jobs, Competitiveness, and Environmental Regulation : What are the Real Issues?", World Resource Institute, 1995
- Robinson, J. C., "The Impact of Environmental and Occupational Health Regulation on Productivity Growth in US Manufacturing," *The Yale Journal on Regulation*, 1995, vol. 12, pp. 346-387
- Sadrel Reza, "Revealed Comparative Advantage in the South Asian Manufacturing Sector : Some Estimates", *The Indian Economic Journal*, vol. 31, no. 2, 96-106
- Schmalensee, Richard, "The Costs of Environmental Protection in Balancing Economic Growth and Environmental Goals", Mary Beth Kotowski ed., American Council for Capital Formation Center for Policy Research, 1994
- Smith, V. Kerry, W. Desvougues and A. Fisher, "A Comparison of Direct and Indirect Methods for Estimating Environmental Benefits", Nashville, Vanderbilt University, 1984
- Smith, V. Kerry, W. Desvougues, "Measuring Water Quality Benefits", in ed. M. Ray Perryman, "International Series in Economic Modelling", Boston, Kluwer Nijhoff Publishing, 1986
- Sorsa, P., "Competitiveness and Environmental Standards, Some Exploratory Results", Policy research Working Paper, World Bank, 1994
- Timothy Bartik, "The Effects of Environmental Regulation on Business Location in the United States", Growth and Change, Vol. 19, 1988

- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, "Studies of the Environmental Costs of Electricity", OTA-ETI-134, Washington, D.C. Government Printing Office, September, 1994
- U.S. EPA, "The Benefits and Costs of the Clean Air Act," 1970-1990, 1996
- UN, International Trade Statistical Yearbook, 각년도
- UN, Statistical Yearbook, 각년도
- Wheeler, D. and A. Mody, "International Investment Location Decisions: The Case of US Firms", *Journal of International Economics*, Vol. 33, 1992
- William H. Greene, *Econometric Analysis*, Macmillan Publishing Company, 1993
- World Resource Institute, 1996
- Xing, Y. and C.D. Kolstad, "Do Lax Environmental Regulations Attract Foreign Investment?", paper presented to National Bureau of Economic Research workshop on Public Policy and the Environment, Cambridge, MA, 1996
- Zamparutti, A. and J. Klavens, "Environment and Foreign Investment in Central and Eastern Europe: Results from a Survey of Western Corporations", in OECD, 1993

부록

부록 1 : 각국의 환경규제 현황

1. 미국

1.1. 법령현황

미국 의회는 각 주사이의 상업부문을 규제하고 연방소유 토지에서의 활동을 규제하기 위하여 환경법을 제정하였다. 이러한 법들은 매우 상세하게 규제를 하고 있는데 그 대략적인 내용은 <부표 1>에 나타내었다. 미국의 경우 환경법은 1970년대와 80년대에 많은 발전을 보였다.

<부표 1> 주요 미연방 환경법령

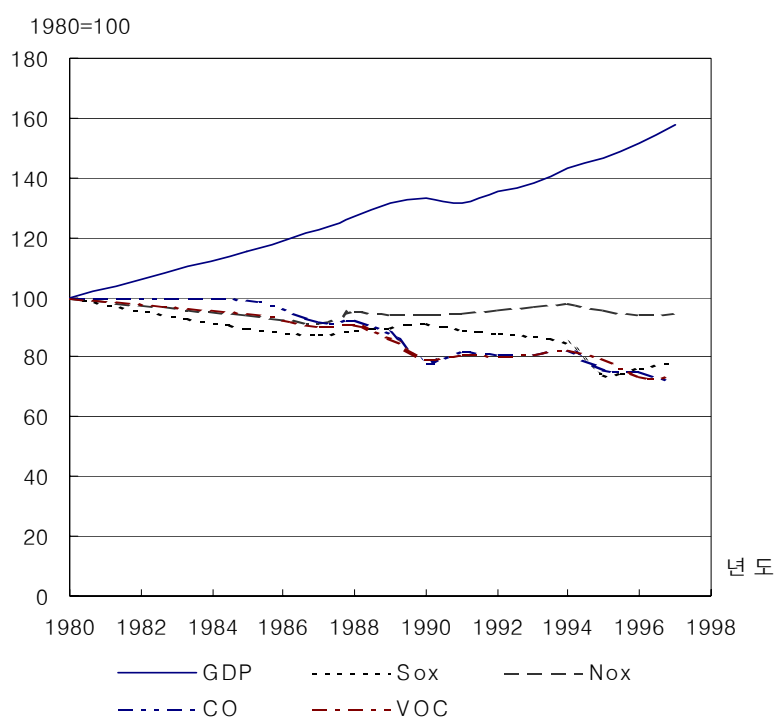
1947	Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act	EPA를 통한 살충제의 배포, 판매를 규제
1956	Fish and Wildlife Act	국내 어류의 안정성을 확보하여 지속가능한 대책을 수립하기 위한 포괄적인 국가 어류 및 야생생물 정책을 수립
1960	Multiple Use Sustained Yield Act	토지 생산성의 감소없이 미국의 수요에 가장 부합하는 사용법으로 국유 삼림을 이용하도록 미 농림부를 지도감독
1964	Wilderness Act	미래의 사용과 향유를 위한 보전을 위해 황무지의 지정 및 국가황무지보전 시스템의 설립
1966	Freedom of Information Act	정부소유의 정보에 공적 접근 허용
1968	Wild and Scenic River Act	뛰어난 경관을 가졌거나, 휴양적·지질적으로 가치가 있거나, 어류와 야생동물이 있거나, 역사적으로 유명한, 또는 문화적인 가치를 가진 주요 강의 보전
1969	National Environmental Policy Act	연방정부기관으로 하여금 인간의 환경질에 중요한 영향을 미치는 연방법에 대한 환경영향 설명서를 제공하도록 요구
1970	Clean Air Act	국가 대기환경질 기준의 설정 및 실행계획의 발표; 새로운 오염원 행위기준과 위해 대기오염물질 기준의 설정; 연방집행체계에 대한 준비; 자동차와 다른 도시 스모그를 야기하는 것들로부터 발생하는 유해대기오염물질의 감소(1977년 수정; 또한 1990년 Clean Air Act Amendments 참조)
1970	Environmental Quality Improvement Act	환경질의 강화를 위해 주정부와 연방정부에 의해 후원되는 정부정책의 수립
1972	Clean Water Act	오염물질의 배출 규제 및 유출시 토양에의 점오염원 배출 금지; 습지의 파괴 금지; 하수처리시설의 건설을 위한 재원 확보; US-CANADA Great Lake Quality Agreement의 목적과 대상 지지. 1987년 Water Quality Act에 의해 수정됨: 비점오염원의 오염을 조절하기 위한 주-연방 프로그램의 선도; 유독성 오염물질에 대한 강력한 제제를 가속화(또한 1977년과 1981년 수정)
1972	Coastal Management Act	주정부로 하여금 효율적인 관리, 이로운 사용, 연안의 보호와 개발을 증진시키기 위한 포괄적인 관리 프로그램을 고취시키기 위한 연방기금의 설립
1972	Marine Mammal Protection Act	바다 포유동물 또는 그들의 산출물의 포획 또는 수입을 금지함으로써 바다 포유동물의 보전
1972	Marine Portection, Research and Sanctuaries Act	육지에서 나온 폐기물의 바다에의 무단투기 금지와 바다 보호구역의 지정 허가
1973	Endangered Species Act	멸종위기에 처한 어류, 야생동식물과 그들의 서식지의 보전에 대한 규정

1974	Safe Drinking Water Act	환경최대의 오염수준 규정 및 공공수자원시스템을 위한 주요 음용수 규정의 규정(1977년과 1986년 수정)
1975	Hazardous Materials Transportation Act	유해물질의 취급, 운송에 대한 규제(1976년 수정)
1975	Energy Policy and Conservation Act	적합한 프로그램에 대한 재정적 지원을 받기 위하여 에너지보전계획을 준비하도록 주정부에 요구; 에너지장관에 에너지 점검, 감사, 학교와 병원 등에서의 에너지보전 향상의 훈련에 대한 허가 위임
1976	Magnuson Fishery Conservation and Management Act	3개(멕시코만에서 9)중 모든 어류자원의 보호와 관리 그리고 지역 어류관리 위원회를 통한 200해리의 규정
1976	Toxic Substance Control Act	독성물질의 테스트, 제조, 처리, 분배를 규제
1976	Resource Conservation and Recovery Act	인간건강과 환경을 보호하기 위한 필요한, 유해폐기물의 발생자와 수송자에 적절한, 그리고 유해폐기물 처리·저장 설비의 소유자와 운영자에 대한 기준 제정
1977	Soil and Water Resources Conservation Act	미 토양, 물과 관련 자원의 주기적인 평가액 규정; 결과는 농림부에 의해 비연방정부소유의 땅에 대한 토양 및 물보전 프로그램을 개발시키기 위하여 사용.
1978	National Ocean Pollution Planning Act	연방 해양오염조사에 대한 5개년 계획의 수립과 프로그램의 개발과 모니터링, 그리고 국가적으로 중요한 5대호와 강에 대한 조화로운 연구 제공
1980	Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act("Superfund")/ Superfund Amendments and Reauthorisation Act 1986	유해물질의 취급, 저장, 처리자에 대한 공고와 발표를 강제; 발표들중 우선권 결정의 방법을 포함하여 국가유해물질 대응계획의 수립 및 정부에 의해 발생한 대응비용에 대한 책임 규정; 개인과 천연자원의 직접적 손상에 대해 회사에 재정적 책임 부과
1983	Fur Seal Act Amendments	알래스카에서의 생존을 위한 포획을 제외한 모피의 포획 금지
1985	Food Security Act/Food, Agriculture, Conservation and Trade Act 1990 ("farm bills")	연반 농업보조금지금은 감소시키면서 농업생산성이 낮은 지역을 없애고 습지보호와 회복을 위한 기회의 제공
1986	Emergency Planning and Community Right-to-Know Act(Title III of 1986)	극독물질을 포함한 설비의 소유자와 작동자에게 응급시 계획을 주정부에 미리 알릴 것을 요구, 공동응급계획의 수립 요구.
1988	Ocean Dumping Ban Act	하수슬러지의 무단 투기 및 개별 폐기물의 해양투기에 대한 새로운 허가 금지; 1991년 12월31일 현재 허가의 단계적 삭감
1989	North American Wetlands Conservation Act	북아메리카에서 습지생태계가 다양성과 철새와 다른 어류와 야생동물에 대한 기타 서식지의 보호, 강화, 복구와 관리를 위한 정부기관과 기타 다른 이익집단과의 파트너쉽 고양
1990	Clean Air Act Amendments	산성비억제프로그램의 소개, 자동차 배출기준의 강화와 오존을 고갈시키는 화학물질의 단계적 삭감
1990	Pollution Preservation Act	오염원 감소를 위한 폐기물관리체계의 설립
1990	National Environmental Education Act	젊은이들의 교육을 통한 공공환경의식 고양을 EPA에 요구 및 개인들을 훈련
1991	Intermodal Surface Transportation Efficiency Act	장기의 교통향상계획을 설립하고 주기적으로 업데이트할 것을 주정부와 대도시의 계획조직국에 요구; 논평에 대한 공적 권리 규정

자료: OECD, Environmental Performance Reviews: United States, 1996

1.2 환경질 현황

또한 대기기준으로 SO_x, NO_x, CO, VOC의 배출량에 대해 1980년부터 최근까지의 자료를 살펴보고자 한다. 이는 <그림 IV-1>에서 보는 바와 같이 연도별 비교를 용이하게 하기 위하여 1980년을 100으로 두고 나타내었는데, GDP의 경우 해마다 계속 증가하고 있지만 SO_x, NO_x, CO, VOC의 경우에는 해마다 감소세를 보이고 있다. 즉, GDP의 증가로 SO_x, NO_x, CO, VOC에 대한 배출량도 증가할 것으로 예상되지만 오히려 감소세를 보이고 있는 것은 그만큼 환경규제가 강하거나 국민들 스스로의 잠재적인 환경규제가 그만큼 강하다는 것을 뜻한다.



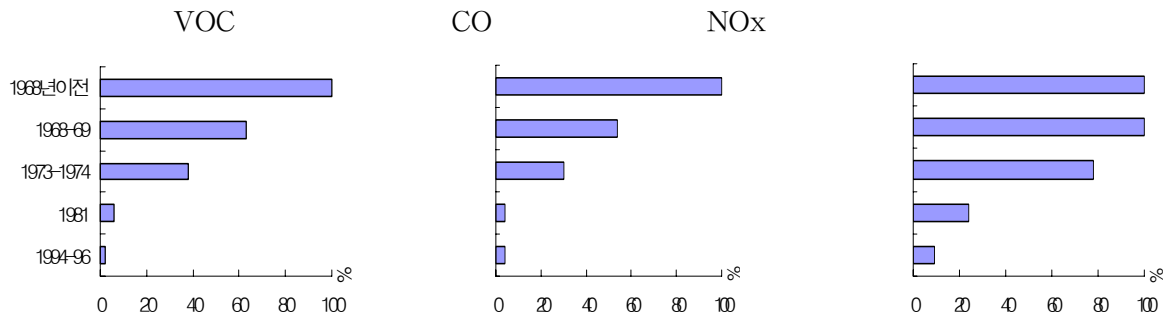
<그림 1> 미국의 GDP와 SO_x, NO_x, CO, VOC의 배출량

이와 비슷한 증거는 지자체의 폐기물처리에서도 살펴볼 수 있다. <부표 2>는 미국에서 1970~1993년의 지자체의 폐기물 처리를 나타낸 것으로 1993년도의 물질회수는 1970년 대비 200%이상의 증가를 보였다. 이 역시 직접적인 환경규제가 그만큼 강화되었거나 국민들 스스로 생각하는 환경인식이 그만큼 성숙했다는 것을 의미한다.

<부표 2> 미국의 지자체에서의 폐기물 처리(1970~1993년)

	1970	1980	1990	1993
물질회수	7.1	9.6	16.6	21.7
재활용	7.1	9.6	14.5	18.6
퇴비화	-	-	2.1	3.1
수거후 처리	92.9	90.4	83.4	78.3
소각	20.6	9.0	16.1	15.9
매립과 기타	72.3	81.4	67.3	62.4

마지막으로, 자동차와 경트럭에 대한 배출기준을 살펴보고자 한다. 규제되기 전의 배출기준을 100으로 두고 시간에 따른 배출기준을 살펴보면 <그림 2>에서 보는 바와 같다. 구체적으로 살펴보면, SOx, NOx, VOC 모두에 대해서 규제전 배출기준에 비해 규제후에는 눈에 띄게 배출기준이 엄격해졌음을 알 수 있다.

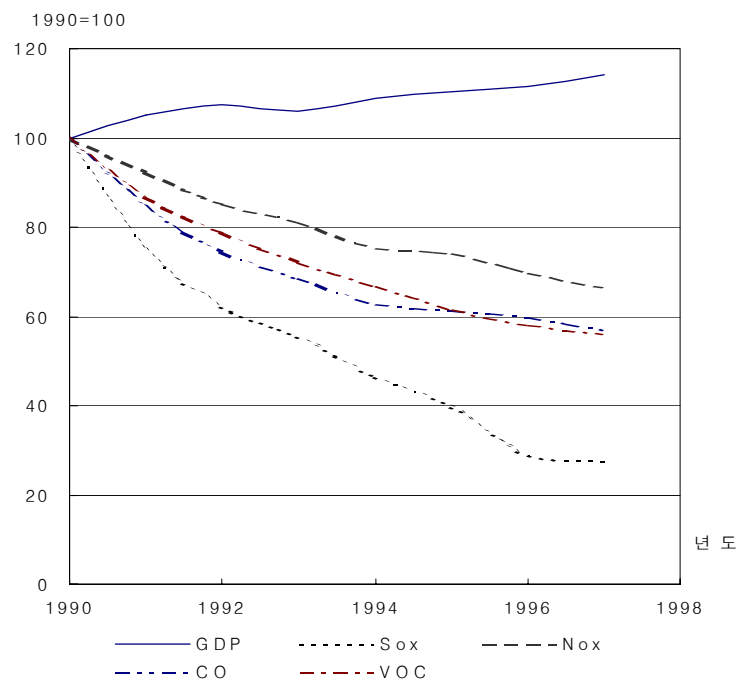


<그림 2> 자동차와 경트럭에 대한 배출기준

2. 독일

2.1 환경질 현황

독일도 또한 대기기준으로 SOx, NOx, CO, VOC의 배출량에 대해 자료의 한계로 말미암아 1990년부터 최근까지의 자료를 살펴보고자 한다. 이는 <그림 3>에서 보는 바와 같이 연도별 비교를 용이하게 하기 위하여 1990년을 100으로 두고 나타내었는데, GDP의 경우 해마다 계속 증가하고 있지만 SOx, NOx, CO, VOC의 경우에는 해마다 감소세를 보이고 있다. 즉, 미국과 비슷하게 GDP의 증가로 SOx, NOx, CO, VOC에 대한 배출량도 증가할 것으로 예상되지만 오히려 감소세를 보이고 있는 것은 그만큼 환경규제가 강하거나 국민들 스스로의 잠재적인 환경규제가 그만큼 강하다는 것을 뜻한다 하겠다.



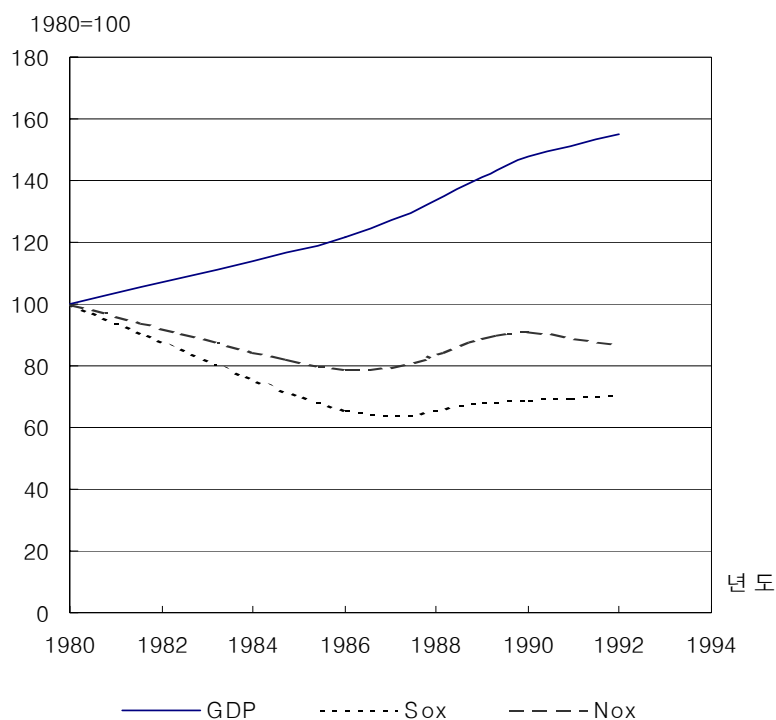
<그림 3> 독일의 GDP와 SOx, NOx, CO, VOC의 배출량

3. 일본

3.1 환경질 현황

일본의 경우 대기기준으로 SOx, NOx의 배출량에 대해 1980년부터 최근까지의 자료를 살펴보고자 한다. VOC나 CO의 경우는 이용가능한 자료의 수집에 어려움이 있어 SOx, NOx 두가지의 대기오염물질에 대해서만 보았는데, 이 경우도 GDP의 경우 해마다 계속 증가하고 있지만 SOx, NOx는 해마다 80년과 비교하여 많은 감소를 보이고 있다.

<그림 4> 일본의 GDP와 SOx, NOx의 배출량



4. 오스트리아

4.1 법령 현황

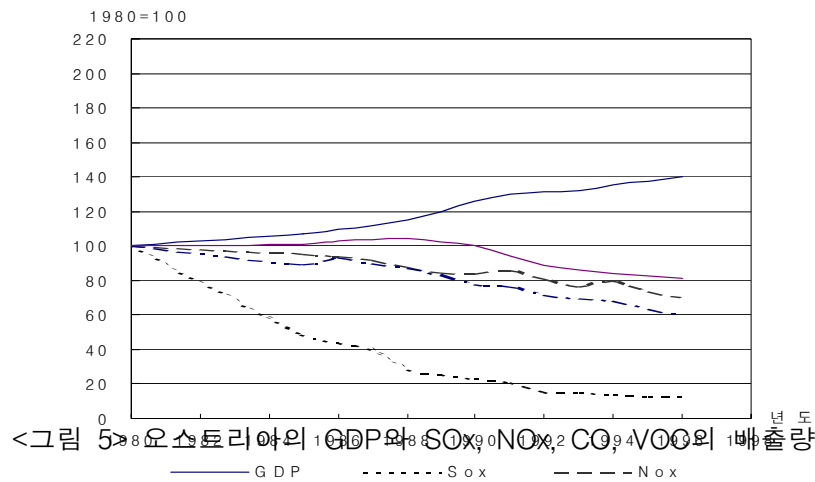
오스트리아의 경우도 먼저 연방환경법령을 먼저 살펴보고자 한다. 이에 대해서는 <부표 3>에 정리하였는데 여기에서 보는 바와 같이 오스트리아의 경우는 1975년 이후 많은 환경관련 법들이 제정되면서 환경규제가 강화되었다.

215/1959	Water Act	지속적인 사용과 수자원의 생태학적인 기능을 목표로 함(1990년에 실질적으로 수정)
259/1975	Mining Code	광업에 대한 허가 획득 규제
440/1975	Forest Act	삼림의 지속가능한 사용을 목표로 함(1987년 개정)
58/1979	Hydrography Act	수질 측정의 형태와 수를 규제(1990년 개정)
621/1983	Animal Husbandry Act	액체 비료의 생산을 제한하기 위하여 동물의 번식에 대한 가축제한을 둠
300/1984	Detergents Act	세제의 환경적 설명을 규제
127/1985	Environmental Control Act	UBA의 설립
326/1987	Chemicals Act	유해화학물질의 영향에 대항하여 인간과 환경에 대한 보호를 제공
380/1988	Clean Air Act for Stream Boilers	연소 장치에 대한 배출 기준 제정(185/1993 개정)
38/1989	Smog Alarm Act	지방정부에 스모그 경계 계획을 발행하도록 함
299/1989	Contaminated Site Clean-up ACT	오염된 장소의 정화를 제공
325/1990	Waste Management Act	폐기물관리에 대한 목표를 정의 및 폐기물관리 활동을 규제(1993년 수정)
476/1990	Plant Protection Products Act	살충제의 판매 규제
210/1992	Ozone Act	낮은 수준의 오존오염의 조절을 제정 및 오존 모니터링 지역과 경계 제한을 설립
185/1993	State Aid on Environmental Measures Act	물공급, 하수도 네트워크, 폐수처리, 고형폐기물 관리와 토양 정화 대책에 대한 연방의 보조금 및 동유럽에 정부지원 제공
495/1993	Environmental Information Act	환경 정보에 대한 자유로운 공적인 접근 보장
697/1993	Environmental Impact Assessment Act	특정 프로젝트의 평가 및 공적 참가의 제공
194/1994	Industrial Code	산업적 장치에 대한 허용의 승인을 특히 규제
510/1994	Gene Technology Act	유전자변형 생물의 공개 규제
513/1994	Fertilizers Act	EU지침중에서 특정 허가된 비료의 사용을 제한

자료: OECD, Environmental Performance Reviews: Austria, 1996

4.2 환경질 현황

오스트리아도 또한 대기기준으로 SO_x, NO_x, CO, VOC의 배출량에 대해 살펴보았다(<그림 5> 참조). 마찬가지로 이것 역시 연도별 비교를 용이하게 하기 위하여 1980년을 100으로 두고 나타내었는데, GDP의 경우 해마다 계속 증가하고 있지만 SO_x, NO_x, CO의 경우에는 거의 해마다 감소세를 보이고 있다. VOC의 경우는 1990년 전반에는 80년과 비슷하거나 약간 증가하는 모습을 보이다가 90년 이후는 이 역시 감소를 보이고 있다.



오스트리아의 강의 수질현황으로도 환경규제를 자세히 보고자 한다. 1979년과 1992년의 강의 수질을 비교해 보면, 수질등급 I, I-II, II이 1979년 총연장길이의 69%에서 1992년에는 72%로 증가하였다. 그리고 III, III-IV, IV의 수질이 좋지 않은 구역이 1979년 19%에서 1992년에는 8%로 많은 감소를 보였다. 특히 1992년의 경우 오직 III등급만임을 고려하면 보다 많은 향상을 보인 것이다.

<부표 4> 강의 수질현황(1979과 1992)

(단위: 연장길이의 %)

등급	1979	1992
I, I-II, II	61	72
II-III	21	20
III, III-IV, IV	19	8

주: 1) I=전혀 오염되지 않거나 거의 오염되지 않은 상황

II= 약간 오염

III= 상당히 오염

IV= 매우 오염

2) 오직 III등급만임.

자료: OECD, Environmental Performance Review; Austria, 1995

5. 노르웨이

5.1 법령 현황

노르웨이의 환경법은 1972년 환경부가 설립된 이래 강화되었다. 환경법의 주요 골자는 1970년대와 1980대에 만들어졌고 최근에는 이에 대한 수정을 가하고 있는 실정이다. 특히, 1981년의 Pollution Control Act는 1989년과 1993년에 수정되었는데, 이는 고정오염원으로부터의 물, 대기와 소음, 산업폐기물, 농업 등에서의 모든 오염형태를 포함한다. 보다 구체적인 사항은 <부표 5>에서 보는 바와 같다.

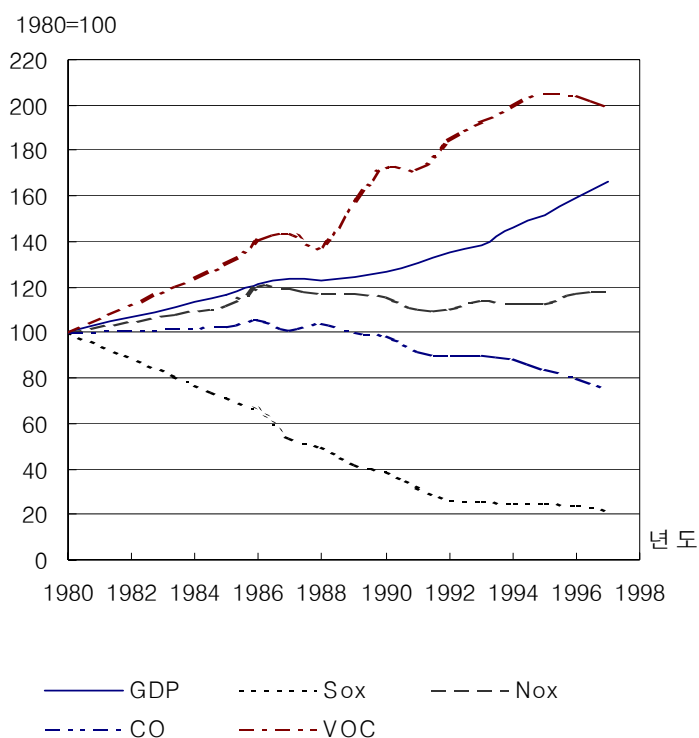
<부표 5> 중요 환경 법령

1957	Open-Air Act(1990년 수정)
1964	Act on Salmon and Freshwater Fishing(1992년 수정)
1970	Nature Conservation(1990년 수정)
1973	Establishment of Bird Sanctuaries and Large Nature Conservation Areas on Svalbard
1976	Product Control Act(1990년 수정)
1977	Act Relating to Motorised Traffic in Marginal Land and Watercourses(1988년 수정)
1978	Cultural Heritage Act(1992년 수정)
1981	Pollution Control Act(1989년 1993년 수정)
1981	Wildlife Act(1993년 수정)
1983	Regulations concerning Conservation of the Nature Environment in Svalbard
1985	Planning and Building Act(1990년 수정)

자료: OECD, Environmental Performance Review; Austria, 1995

5.2 환경질 현황

노르웨이 한 대기기준으로 SOx, NOx, CO, VOC의 배출량에 대해 살펴보았다(<그림 6> 참조). 마찬가지로 이것 역시 연도별 비교를 용이하게 하기 위하여 1980년을 100으로 두고 나타내었는데, GDP의 경우 해마다 계속 증가하고 있지만 SOx, CO의 경우에만 해마다 감소세를 보이고 있을 뿐 VOC와 NOx의 경우는 비슷하거나 오히려 감소추세를 보이고 있다.



<그림 6> 노르웨이의 GDP와 SOx, NOx, CO, VOC의 배출량

6. 스웨덴

6.1 법령 현황

스웨덴은 1969년 Environment Protection Act가 물과 대기에 대한 점오염원을 다루는 주 오염법으로 이는 물관리 설비의 허가를 규제한다. 1969년의 Environment Protection Act를 기점으로 이후 스웨덴에는 많은 환경관련 법들이 새로이 제정되었는데 특히 1980년도에 많은 발전을 보았다. 중요 환경법령은 <부표 6>에 정리하였다.

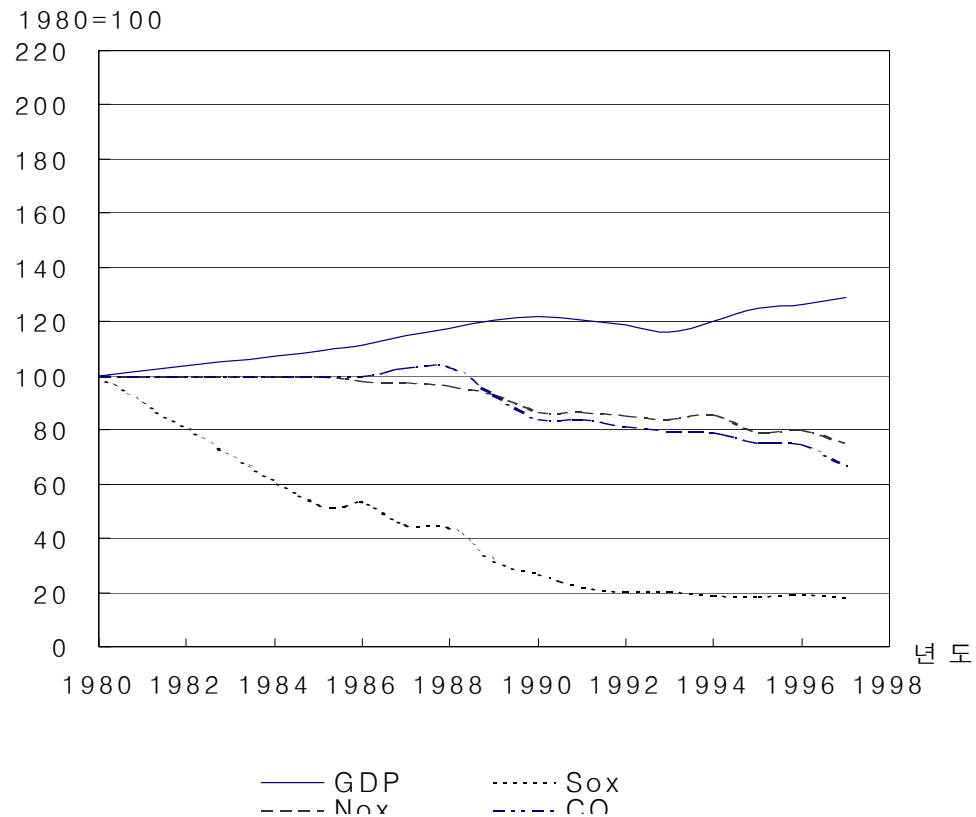
<부표 6> 중요 환경법령

1969:387	Environment Protection Act	물과 대기오염물질, 소음의 배출량 조정; 환경영향평가에 대한 규칙 포함 및 환경배상보험에 대한 제공
1971:1154	Marine Duming Prohibition Act	선박과 항공기의 배출물질에 의한 바다오염방지를 목표로 함
1979:425	Management of Agricultural Land Act(1984년 수정)	농업활동에서 자연환경과 문화적 환경의 고려를 요구
1979:596	Waste Collection and Disposal Act(1993년 수정)	폐기물의 재사용과 재활용을 용이하게 하는 대책 강구; 생산자 책임과 관련된 규제 포함
1980:424	Measures to Prevent Water Pollution from Vessels Act	런던조약 실행, 선박에 의한 유해물질의 배출에 의한 바다의 오염 방지 및 제한
1985:426	Chemical Products Act	화학물질의 취급, 수입과 수출에 대한 예방책 요구; 가능하다면 화학물질의 보다 덜 위험한 것으로의 대체; 유해물질에 대한 허가 절차. 살충제, PCBs, 카드뮴을 다루는 법령을 포함
1986:225	Environmental Damage Act	물집수장의 상요를 포함하여 빌딩, 땅 또는 대지위의 설치물과 관련된 활동으로부터 나온 손상의 경우에 손해배상에 대한 근거를 설립
1986:1386	Vehicle Emission Act	자동차 배기가스 배출 규제
1987:12	Natural Resources Management Act(1991년과 1992년 수정)	토지, 물과 일반 물질환경에서의 생태학적, 사회적, 경제학적 관점에서 장기의 건전한 관리를 증진; 보전과 개발이 둘다 법의 제정시 고려되어야 함; EIA 규정 포함
1987:10	Planning and Building Act	토지의 사용에 대한 책임을 명시, 지역적 계획을 만들기 위한 요구와 빌딩 등에대한 요구를 포함
1988:950	Ancient Monuments and Finds Act	고고학적인 유물 및 문화적 유산의 수출에 대한 규칙 제공
1990:613	Act on an Environmental Charge on Emission of Nitrogen Oxides in Energy Production	실제 배출량에 근거한 거대 발전소로부터의 NOx 방출량에 대한 부과금 설립, 각 발전소의 에너지효율에 근거한 challed back의 세입을 가진
1992:18	Product Liability Act	상품의 생산자와 수입업자에게 책임 할당

6.2 환경질 현황

스웨덴도 또한 대기기준으로 SOx, NOx, CO의 배출량에 대해 살펴보았다(<그림 7> 참조). 마찬가지로 이것 역시 연도별 비교를 용이하게 하기 위하여 1980년을 100으로 두고 나

타내었는데, GDP의 경우 해마다 계속 증가하고 있지만 SOx, NOx의 경우에는 거의 해마다 감소세를 보이고 있다. CO의 경우에도 87년, 88년에만 증가를 보였을 뿐 대체적으로 감소추세를 보이고 있다.

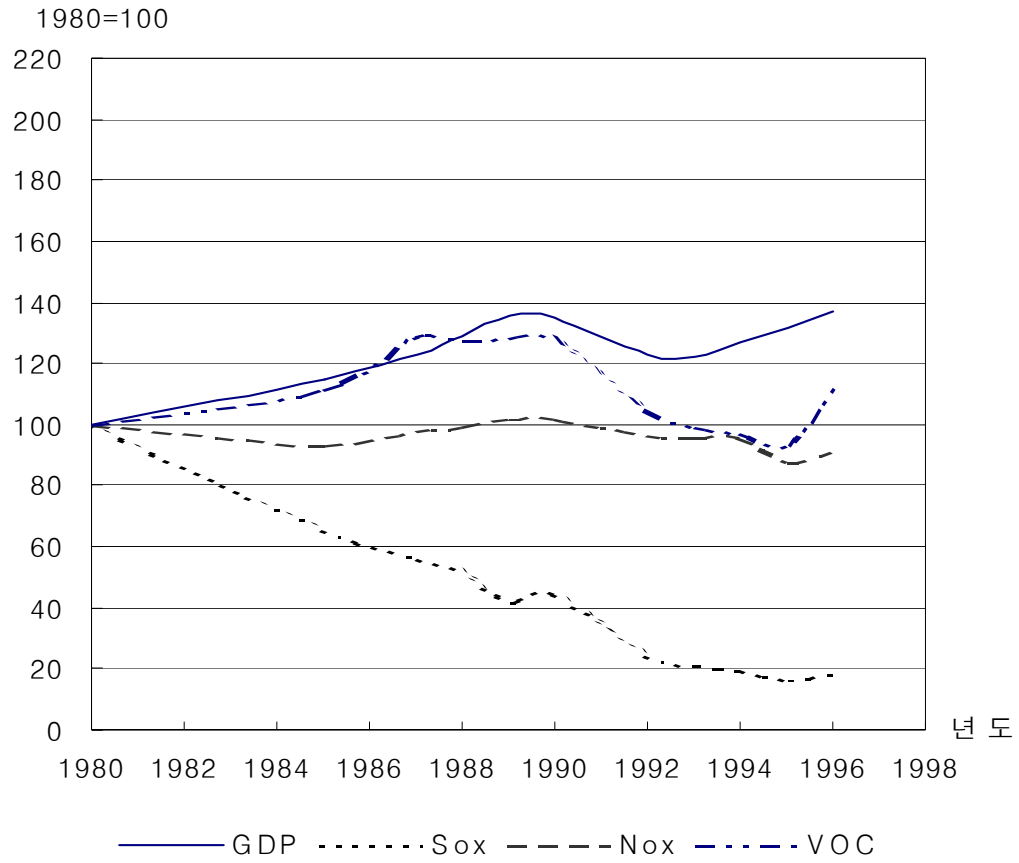


<그림 7> 스웨덴의 GDP와 SOx, NOx, CO의 배출량

7. 핀란드

7.1 환경질 현황

핀란드도 마찬가지로 대기기준으로 SOx, NOx, VOC의 배출량에 대해 살펴보았다(<그림 8> 참조). 마찬가지로 이것 역시 연도별 비교를 용이하게 하기 위하여 1980년을 100으로 두고 나타내었는데, GDP의 경우 92년, 93년의 경우 감소세를 보이기는 했지만 대략적으로 증가 추세에 있다고 할 수 있다. 오염물질중 SOx는 해마다 감소추세를 보이고, NOx의 경우도 거의 감소추세를 보인다고 할 수 있다. 다만 VOC의 경우는 90년까지는 증가세를 보이다 90년 이후 급격한 감소추세를 보이고 있으며 다시 최근에는 약간의 증가를 보이고 있는 실정이다.



<그림 8> 핀란드의 GDP와 SOx, NOx, CO의 배출량

8. 한국

8.1 법령 현황

한국의 경우 먼저, 주요 환경법령에 대해 살펴보고, 다른 국가들과 마찬가지로 GDP와 SOx, NOx, CO의 배출량을 먼저 살펴보고, 마지막으로 국내 자료를 이용하여 폐수배출허용기준에 대해 살펴보고자 한다.

<부표 7> 주요 환경법령

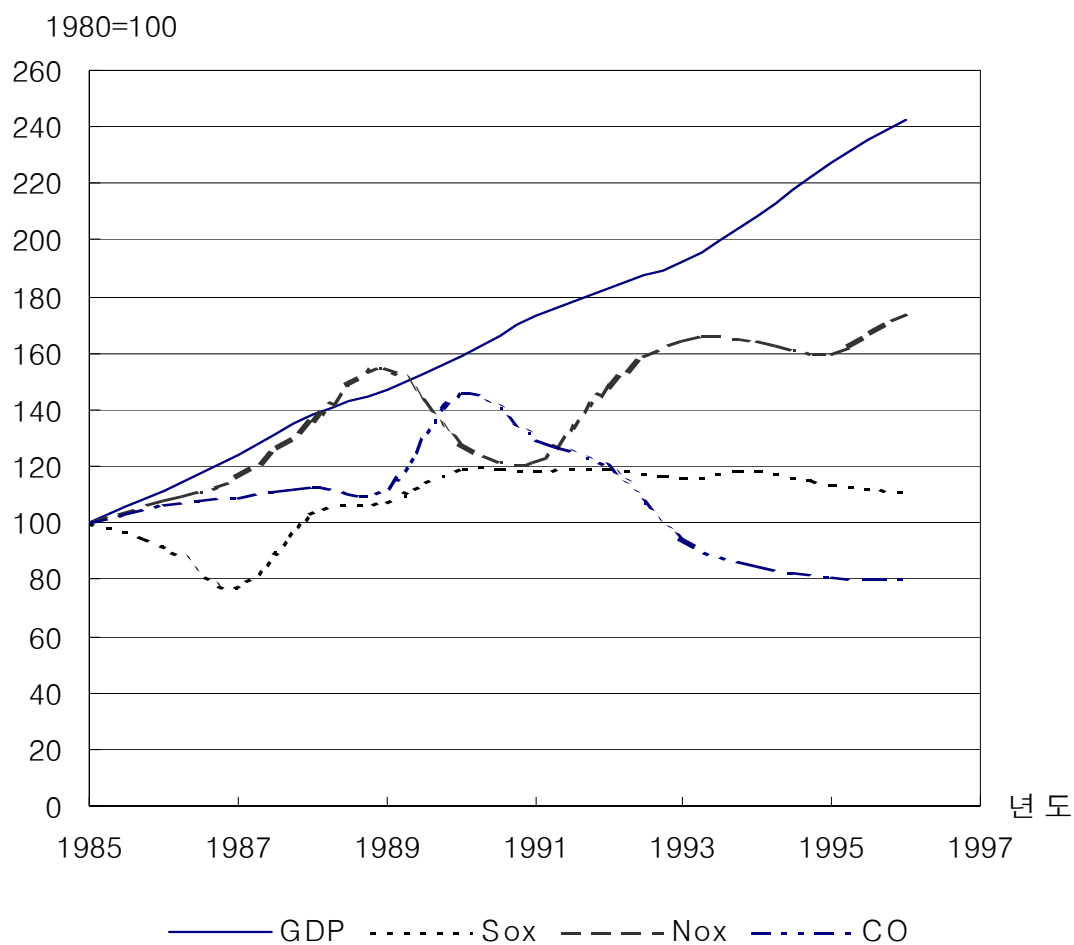
1961	수도법(1993)	수도공급을 위한 종합계획수립: 건설부장관과 시·군의 장은 10년마다 수도공급계획 수립
1963	공해방지법(1991)	한국법률에서 처음으로 공해문제를 언급: 수질오염, 소음등(1977년 환경보전법으로 대체)
1966	하수도법(1994)	하수시스템의 설치 및 운영기준 설정: 시·군의 장에게 관할 구역내 하수시설·운영 종합계획 수립 요구
1977	환경보전법(1986)	환경영향평가제도를 도입하고 수질, 대기, 소음, 산업고형폐기물 등의 기준 설정
1983	환경오염관리사업단법(1993)	공해방지관련 사업의 효율적 운영을 위한 환경관리공단 설립
1990	환경정책기본법	공해로 인한 위험과 사고방지, 재산과 자연생활환경의 관리 보존을 목적으로 함 : 시민의 권리와 의무 및 환경보존을 위한 정부의 의무사항을 정의
1990	환경오염분쟁조정법	공해로 인한 건강과 재산피해의 공정한 보상을 위함: 공해로 인한 분쟁의 중재, 합의, 피해 보상, 조정을 위한 절차설정
1990	대기환경보전법(1993)	대기오염으로 인한 건강과 환경의 피해예방을 목적으로 함. 대기오염측정망 설치 및 배출방지시설 기준 설정
1990	수질환경보전법(1993)	하천, 호소, 습지 등 공공수자원의 적정관리 및 보존과 수질오염예방 : 하수처리장과 산업체의 배출기준 설정
1990	소음진동규제법	공장, 건설현장, 도로에서 발생하는 소음·진동의 관리
1991	환경범죄의처벌에 관한특별조치법	공공의 환경과 영향에 심각한 영향을 미치는 행위에 대한 제재수단 강구
1991	환경개선비용부담법	환경개선조치 시행 및 투자재원 확보: 환경부 환경개선을 위한 중기계획을 5년마다 수립이행 의무화 : 건설시설 면적이 160㎡이상인 시설과 디젤구동차량에 대하여 환경개선부담금징수
1991	오수·분뇨및축산폐수의처리에 관한 법률(1993)	오수·분뇨, 축산폐수의 관리 향상
1991	자연환경보전법(1994)	국민의 건강하고 안락한 생활을 위한 자연환경보전을 목적으로 함. 환경손상으로부터 자연환경 보전, 멸종위기종의 보존, 생물다양성 유지를 요구 : 자연환경보전을 위한 규제 규정
1991	해양오염방지법(1993) 개정	유류, 유해성 액체, 선박의 해양 및 해양시설로의 배출규제를 통해 해양환경보전
1991	폐기물관리법(1993)	폐기물관리를 위한 기본체계 수립 : 일반폐기물관리계획 수립을 책임지고 있는 시장 및 도시사와 함께 환경부장관은 폐기물종합계획을 10년마다 수립
1992	자원의절약과재활용촉진에 관한법률	폐기물감량, 재생과 재활용 장려, 자원절약과 환경보전을 목표로 함
1992	폐기물국가간이동 및그처리에 관한법률	유해폐기물의 국가간이동을 규제하는 바젤협약 내용을 국내법에 수용

(표 계속)

1993	환경영향평가법	평가대상, 평가항목, 기준 설정 : 환경전문가와 공공이 참여하는 청문회 개최 포함
1993	자원재생공사법	폐기물발생량을 줄이고 재활용을 촉진하는 사업 추진
1994	지하수법	지하수사용을 규제하고 폐기물에 의한 대수층 오염예방 목적
1994	환경개선특별회계법	환경개선사업과 효율적 관리를 위한 재원 확보
1994	환경기술개발및지원에관한법률	국내환경기술개발과 저공해 기술 촉진
1995	먹는물관리법	음용수의 보건위해성 관리 : 음용수관리기준 설정, 검사 및 관리기준 설정
1995	토양환경보전법	토양오염으로 인한(방사성오염제외) 건강과 환경 피해의 예방과 토양보전
1995	폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률	폐기물처리시설 건설을 촉진하고 부지선정을 위한 의사결정위원회 설치

8.2 환경질 현황

우리나라의 경우 GDP는 해마다 큰 증가를 보이고 있지만 SO_x, NO_x, CO 등의 대기오염 물질에 대해서는 어떤 규칙성도 찾을 수가 없었다.



<그림 9> 우리나라의 GDP와 SO_x, NO_x, CO의 배출량

다음으로 우리나라 환경보전법 제 1기인 1997년부터 배출허용기준에 대해 살펴보고자 한다.

먼저, 특정유해물질 항목에 대해서 개략적으로 살펴보면, <부표 8>에서 보는 바와 같이, 점차 그 특정유해물질 항목은 증가하고 있다. 1980년 8월 1일 법제정시에는 특정유해물질이 수질로만 한정되는 수질오염물질과 특정수질유해물질로 변경되었다.

<부표 8> 특정유해물질 항목

1978. 7. 1 시행규칙	1981. 1. 7 시행규칙	1983. 8. 1 시행규칙	1990. 8. 1 법 제정	
			수질오염물질 항목	특정유해물질 항목
1. 카드뮴 및 그 화합물 2. 시안화합물 3. 유기인 화합물 4. 연 및 그 화합물 5. 6가크롬 화합물 6. 비소 및 그 화합물 7. 수은 및 그 화합물 8. PCB 9. 동 및 그 화합물	1. 카드뮴 및 그 화합물 2. 시안화합물 3. 유기인 화합물 4. 연 및 그 화합물 5. 6가크롬 화합물 6. 비소 및 그 화합물 7. 수은 및 그 화합물 8. PCB 9. 동 및 그 화합물 10. 염소 및 염화수소 11. 불소, 불화수소 및 불화수소	1. 카드뮴 및 그 화합물 2. 시안화합물 3. 유기인 화합물 4. 연 및 그 화합물 5. 6가크롬 화합물 6. 비소 및 그 화합물 7. 수은 및 그 화합물 8. PCB 9. 동 및 그 화합물 10. 염소 및 염화수소 11. 불소, 불화수소 및 불화수소 12. 석면 13. 니켈 및 그 화합물 14. 염화비닐 15. 디옥신 16. 페놀 및 그 염소화합물 17. 베릴륨 및 그 화합물	1. 구리(동) 및 그 화합물 2. 납(연) 및 그 화합물 3. 니켈 및 그 화합물 4. 대장균군 5. 망간 및 그 화합물 6. 바륨 화합물 7. 부유물질 8. 브롬 화합물 9. 비소 및 그 화합물 10. 산 및 알칼리류 11. 색 소 12. 세제류 13. 셀레늄 및 그 화합물 14. 수은 및 그 화합물 15. 시안화물 16. 아연 및 그 화합물 17. 염소화합물 18. 유기물질 19. 유기용제류 20. 유류(동,식물성 포함) 21. 인화합물 22. 주석 및 그 화합물 23. 질소화합물 24. 철 및 그 화합물 25. 카드뮴 및 그 화합물 26. 크롬 및 그 화합물 27. 불소 화합물 28. 페놀류 29. 황 및 그 화합물	1. 구리(동) 및 그 화합물 2. 납(연) 및 그 화합물 3. 비소 및 그 화합물 4. 수은 및 그 화합물 5. 시안화물 6. 유기인 화합물 7. 6가크롬 화합물 8. 카드뮴 및 그 화합물 9. 테트라클로로에틸렌 10. 트리클로로에틸렌 11. 페놀류 12. PCB

주: 굵은 글씨는 새로 추가된 항목임.

배출허용기준의 경우, 법이 개정되면서 새로운 항목들이 추가되었다. 1978년 22개 항목에서 1983년에는 알킬수은과 수은이 수은으로 통합되었고 대장균군수와 색도가 추가되어 총 23개 항목으로 변하였다. 1990년에는 유해성 철과 트리클로로에틸렌과 테트라클로로에틸렌이 추가되어 총 26가지의 항목을 갖추게 되었다. 항목별 배출허용기준은 항목의 추가와 삭제가 있을 뿐 큰 변화가 없다가 1980년 법 제정을 하면서 BOD, COD, SS의 경우에는 폐수배출량 3,000 m³/일이상과 미만으로 구분하여 차등적용하였고 94년에 개정된 시행규칙에서는 1종 사업장의 규모가 3,000m³/일에서 2,000m³/일로 변경 적용하였다.

<부표 9> 배출허용기준 항목

1978. 7. 1 시행규칙	1983. 8. 1 시행규칙	1990. 8. 1 법 제정
1. 수소이온농도 2. BOD 3. COD 4. 부유물질 5. 광유류 6. 동식물성 유지류 7. 페놀류 8. 시안 9. 크롬 10. 아연 11. 동 12. 카드뮴 13. 알킬수은 14. 수은 15. 유기인 16. 비소 17. 연(납) 18. 6가크롬 19. 용해성망간 20. 불소 21. PCB 22. 온도	1. 수소이온농도 2. BOD 3. COD 4. 부유물질 5. 광유류 6. 동식물성 유지류 7. 페놀류 8. 시안 9. 크롬 10. 아연 11. 동 12. 카드뮴 13. 수은 14. 유기인 15. 비소 16. 연(납) 17. 6가크롬 18. 용해성망간 19. 불소 20. PCB 21. 온도 22. 대장균군수 23. 색도	1. 수소이온농도 2. BOD 3. COD 4. 부유물질 5. 광유류 6. 동식물성 유지류 7. 페놀류 8. 시안 9. 크롬 10. 유해성 철 11. 아연 12. 구리 13. 카드뮴 14. 수은 15. 유기인 16. 비소 17. 연(납) 18. 6가 크롬 19. 용해성망간 20. 불소 21. PCB 22. 대장균군수 23. 색도 24. 온도 25. 트리클로로에틸렌 26. 테트라클로로에틸렌

주: 굵은 글씨는 새로 추가된 항목임.

부록 2 : 펄프·제지산업에서의 각국의 환경규제주요

펄프·제지산업은 대기오염 및 수질오염에 영향을 미치는 기계적인 공정과 화학적인 공정을 수반한다. 생산공정에서 발생하는 대기오염 중에서 핵심적인 것은 유황복합물, 미세립자, VOC(volatile organic compounds) 등이다. 이 중 유황복합물은 펄프공정에서 배출되며, 미세립자는 주로 보일러와 용광로에서 발생되고, VOC는 복잡한 화학공정반응에서 발생한다.

한편, 펄프·제지산업은 물과 화학물질을 많이 사용하는 산업공정이므로 당연히 폐수에서 문제가 발생한다. 이에 따라서 북아메리카 및 서유럽을 중심으로 펄프·제지생산공정에서 배출되는 폐수오염물질을 환경보호법 등으로 규제하고 있다. 특히 독일, 캐나다, 스웨덴과 같은 다량의 펄프, 종이 생산국들은 제지공장에서 배출되는 폐수 오염물질의 환경규제를 매년 강화하고 있다. 예컨대, 독일에서의 제지폐수 배출허용기준의 변화추이를 살펴보면 <부표 10>과 같다.

<부표 10> 독일에서의 제지폐수의 배출허용기준의 변화

단위:kg/ton(제품)

항 목	1982	1990
폐 수 량	200	-
침 전 물 질	6	-
여 과 물 질	10	-
COD	220	70
BOD	70	5
독 성 (GF)	8	2
AOX	-	1

자료 : Danzer(1990)

<부표 10>에서 보는 바와 같이 제지폐수에 대한 독일의 배출허용기준은 COD의 경우에 제품생산량당 220kg에서 70kg으로, 1982년에 비해 1990년에는 3배 강화되었다. BOD의 경우에 제품생산량당 70kg에서 5kg으로 14배 강화되었다. 또한 1990년부터는 규제준수대상항목에 포함되지 않은 유기염소화합물인 AOX까지도 규제하고 있다.

한편 펄프·제지산업에서 폐수처리를 규제하려고 하는 범위도 더욱 확대되고 있다. 선진국과 우리나라에서도 방류유역에 있어서 산소부족, 거품발생, 섬유질의 침전 그리고 하천의 색도 등과 같이 세부적인 환경변화를 고려하여 BOD, COD, TSS, pH, 색도 이외에 간접적인 환경오염 유발인자까지도 규제대상으로 포함하고 있다. 최근 일부 선진국에서는 물에 사는 생물에 영향을 주는 물질이나 장거리를 흘러가더라도 분해되지 않는 물질, 기계펄프나 고지재생펄프공정에서의 송지와 수지산 및 화학펄프공정에서의 유기염소화합물까지도 규제대상으로 삼고 있다.

이에 대한 규제요소로서는 TOCI이나 AOX가 쓰이고 있으며, 미국이나 캐나다에서는 염소치환된 다이옥신과 푸린까지도 규제대상에 포함할 것을 고려하고 있다. 참고로 제지공업에서

배출허용기준의 대상항목과 오염물질의 배출현황 및 규제법의 수행방법 등을 파악하기 위하여 우리나라를 포함한 주요 국가의 제지폐수 오염 규제에 대한 개요를 살펴보면 <부표 11>과 같다.

<부표 11> 세계 주요 국가의 펄프·제지산업 폐수규제

국 가	환경 관리청	유출수규제	규제항목	독성 검사	생물학적처리	기준치 개정 빈도
캐나다	연방환경청 지방정부	· 연방정부: 최소규제 · 지방정부: 부가적 규제	· 연방정부 : BOD, TSS, 독성 · 주정부 : COD, AOX, pH, 수지 산, 색도	급성독성 (물고기)	표백 Kraft 공장의 50% 이상 이용	보통 5년
미국	EPA(연방,지역), 주정부	· 연 방 정 부 : 최소규제 · 주정부: 부가적 규제	· 연방정부 : BOD, TSS, pH, Zn, 유기염소, 폐 놀 · 주정부: 색도	급성 혹은 만성규제	모든 공장의 93%	보통 5년
핀란드	환경청, 지역수 질관리청, 국립 수질관리청	일정하지 않음	BOD, TSS, AOX, 총인	—	60%정도이용	5~10년
노르 웨이	환 경 관 리 청, 주환경관리청	국가규제이나 대 개는 일정하지 않음	COD, TSS, AOX, 총인	—	—	보통10년
스웨덴	환경보호청	경우에 따라 결정 -TOCI/AOX 규제예정	BOD,COD,TSS, ClO ₃ , TCCI/AOX, 총질소, 총인, 내부 공정조건	가끔 조사	—	10년
오스트리아	환경관리청	공장별 특별 규제	BOD, COD, TSS, AOX, pH, 온도, 유 량	—	—	—
벨기에	정부와 지방	· 정부 : 최소 규제(1986) · 지방정부 : 공 장 별 특 별 규제	BOD, COD, TSS, AOX, DO, 총질소, 총인, 색도, 유량, 공장별 규제	—	—	—

(표 계속)

국 가	환경관리청	유출수규제	규제항목	독성 검사	생물학적처 리	기준치 개정빈도
독 일	연방정부 주 및 지방 정부	· 연 방 정 부 : 최소규제 (1990)	BOD, COD, AOX, 급성독성	급성 독성 (물고기)	—	고 려 치 않음
프랑스	환경청, 지방정부	· 정부및지방 : 공장별 특별 규제	—	지 방 정 부 에 의해서 결정	라군법 혹 은 활성슬 러지법	중요한 문제 가 있을경우 개정
이탈 리아	국 가 환 경 보호청, 주정부	· 정부 : 전생산공장 · 지방 : 공 장 별 특 별 관리	—	—	—	—
스위스	연 방 정 부 , 주정부	· 연방정부 및 주정부 : 공장별관리	—	급성 독성	—	—
영 국	정부	· 정부: 펄프 폐수규제없음 · 지방: 공장별 특별관리	—	—	—	—
한 국	환경부	수질환경보전법 제8조, 환경 정책기본법 시행령 제2조	BOD, COD, SS, pH, DO, MPN	—	—	1978년 이후 4차개정

자료 : Jaakko(1990)

<부표 11>에 의하면 세계 주요국가들은 폐수규제의 경우는 연방정부에서 최소규제를 요구하며, 주정부에서는 부가적 규제를 수행함을 알 수 있다. 아울러 규제대상항목은 BOD, COD, TSS, AOX, pH, TOCI, DO, ClO₃, Zn, 총질소, 총인, 색도, 온도, 유기염소, 페놀, 수지산, 유량, 급성독성 및 내부공정조건도 포함한다. 특히 제지폐수의 생물학적 처리는 캐나다, 미국, 핀란드, 프랑스 등에서 행하고 있다. 우리나라와 주요 국가들의 경우 배출허용기준은 국가의 현황과 환경용량에 따라 차이가 있으나, 배출기준은 대개 5~10년마다 강화되고 있다.

부록 3 : 환경규제와 기술혁신 실증데이터 자료

<부표 12> 산업별 연도별 R&D, PAC, 부가가치 자료

(단위: 백만원)

	연도	R&D	정부 R&D	PAC	부가가치
음 식 료 품	1982	11,607	115	17,300	2,874,534
	1983	23,449	-	13,200	3,307,007
	1984	22,603	-	11,800	3,546,578
	1985	35,395	78	14,700	3,702,131
	1986	63,856	75	12,500	4,184,622
	1987	37,962	-	31,100	4,758,561
	1988	75,140	4	32,800	5,487,720
	1989	63,618	1,077	19,700	6,280,425
	1990	64,477	304	38,700	7,594,186
	1991	76,596	302	52,100	6,925,216
	1992	86,243	324	38,700	8,005,391
	1993	120,162	995	46,400	8,746,335
	1994	125,421	825	88,800	9,948,876
	1995	100,084	1,621	48,500	10,884,639
	1996	117,629	3,230	56,900	12,409,929
	1997	105,772	2,524	48,600	12,585,717
섬 유	1982	12,416	11	4,500	3,089,522
	1983	21,118	57	5,900	3,414,186
	1984	28,905	-	11,600	4,085,988
	1985	30,549	111	15,400	4,393,679
	1986	32,761	11	21,900	5,420,084
	1987	44,096	69	9,300	6,641,013
	1988	65,433	434	17,400	7,399,186
	1989	62,839	404	11,200	7,652,699
	1990	77,546	1,631	23,300	8,559,991
	1991	99,768	2,205	11,400	10,648,452
	1992	105,005	2,255	31,100	11,910,667
	1993	60,200	1,736	19,400	13,681,121
	1994	93,904	1,434	17,600	15,006,635
	1995	50,886	1,633	25,600	15,036,673
	1996	51,097	4,223	25,500	16,959,721
	1997	43,154	3,243	46,100	16,823,343
목 재	1982	1,095	-	500	329,024
	1983	1,829	-	300	374,963
	1984	648	-	600	394,964
	1985	858	-	900	404,611
	1986	1,012	-	2,000	447,339
	1987	307	-	1,000	547,990
	1988	993	-	9,400	749,621
	1989	2,497	-	2,600	929,313
	1990	5,433	-	3,000	1,307,827
	1991	655	-	3,400	901,560
	1992	492	-	2,800	860,537
	1993	1,015	-	1,500	1,065,791
	1994	1,677	-	5,400	1,176,435
	1995	1,706	-	3,300	1,298,164
	1996	1,946	-	4,300	1,366,162
	1997	2,195	5	2,800	1,344,720

(표 계속)

	연도	R&D	정부 R&D	PAC	부가가치
종이, 인쇄 출판	1982	2,443	-	4,600	756,129
	1983	4,152	-	1,100	1,021,253
	1984	3,835	-	2,700	1,139,688
	1985	9,109	-	12,100	1,229,929
	1986	12,869	-	9,500	1,498,248
	1987	11,181	21	6,900	1,855,835
	1988	14,231	-	11,100	2,168,604
	1989	9,103	-	24,500	2,555,051
	1990	9,942	1	22,000	3,293,302
	1991	10,836	140	34,000	3,934,561
	1992	12,304	415	46,400	4,664,789
	1993	17,564	-	32,700	5,649,575
	1994	27,388	-	38,500	6,617,248
	1995	34,254	201	68,000	7,831,081
	1996	52,715	2,288	18,300	8,832,813
	1997	44,790	1,859	17,400	8,682,516
화 학	1982	21,033	60	11,500	1,492,808
	1983	47,011	295	18,000	1,829,816
	1984	57,749	2,959	25,000	2,011,067
	1985	70,463	219	29,200	2,179,150
	1986	92,398	599	29,300	2,503,055
	1987	126,676	1,340	37,500	2,773,939
	1988	131,365	4,289	23,600	3,793,575
	1989	173,032	3,928	64,900	4,468,550
	1990	217,124	3,205	106,700	5,938,158
	1991	263,004	4,374	70,400	6,042,556
	1992	281,411	7,110	97,300	7,507,102
	1993	460,055	8,828	76,600	8,329,994
	1994	543,342	16,832	73,300	9,794,300
	1995	560,871	11,874	82,800	13,035,438
	1996	600,806	44,299	201,800	12,548,813
	1997	604,299	42,038	91,900	13,855,757
석유 정제 및 기타 석유 화학	1982	2,182	-	10,100	947,774
	1983	5,773	-	7,600	1,032,379
	1984	5,658	-	6,500	1,113,422
	1985	9,227	-	19,800	1,192,359
	1986	19,929	44	3,000	1,283,108
	1987	24,087	33	15,200	1,334,136
	1988	25,137	-	9,600	1,550,238
	1989	30,152	24	21,500	1,642,691
	1990	27,503	319	23,200	4,028,026
	1991	40,022	186	25,800	2,557,843
	1992	52,375	170	45,200	3,205,427
	1993	70,849	610	13,800	3,252,627
	1994	83,154	110	43,500	3,982,197
	1995	87,640	584	48,700	5,337,392
	1996	106,999	581	101,200	5,077,314
	1997	125,029	1,738	55,100	7,982,094

	연도	R&D	정부 R&D	PAC	부가가치
고무 및 플라스틱	1982	22,126	5	2,500	721,191
	1983	22,730	43	2,000	881,369
	1984	20,287	-	2,400	1,189,182
	1985	23,394	47	3,300	1,408,211
	1986	20,742	54	11,900	1,805,515
	1987	33,941	24	7,800	2,285,308
	1988	48,644	214	14,500	2,822,958
	1989	36,841	90	7,400	3,139,492
	1990	51,487	181	14,400	4,102,594
	1991	68,137	246	49,800	3,203,730
	1992	95,594	311	24,800	3,685,331
	1993	55,152	148	4,500	4,241,116
	1994	52,791	253	8,600	4,897,734
	1995	92,683	592	29,600	6,282,508
	1996	90,891	3,711	26,500	6,679,528
	1997	101,320	4,256	19,000	6,610,865
비금속 광물	1982	5,169	-	27,500	746,376
	1983	9,335	-	8,300	1,021,152
	1984	11,631	2	20,000	1,195,213
	1985	17,212	-	32,200	1,286,584
	1986	16,803	32	11,900	1,553,783
	1987	18,658	28	16,800	1,752,378
	1988	29,193	158	24,900	2,095,391
	1989	38,056	430	17,200	2,545,445
	1990	49,410	664	46,600	3,512,770
	1991	49,151	1,473	42,300	5,067,890
	1992	50,561	1,491	68,500	5,444,796
	1993	45,810	1,373	32,600	6,026,923
	1994	55,485	2,199	115,000	6,460,618
	1995	69,445	1,507	33,700	7,706,751
	1996	99,498	4,431	50,600	8,012,126
	1997	99,680	5,171	17,100	8,002,748
제1차 금속	1982	8,633	180	28,700	1,483,495
	1983	13,035	-	7,200	1,693,467
	1984	18,712	-	9,900	1,989,271
	1985	21,434	141	61,600	2,066,313
	1986	39,577	523	109,200	2,381,951
	1987	26,115	100	93,900	2,887,992
	1988	59,266	447	112,400	3,503,724
	1989	49,787	709	75,700	4,046,933
	1990	52,400	822	83,500	5,229,017
	1991	53,770	792	141,700	6,667,396
	1992	73,121	2,636	137,400	7,059,148
	1993	72,249	1,266	66,200	7,436,022
	1994	170,724	2,463	96,900	8,798,750
	1995	219,011	8,552	198,100	10,920,647
	1996	204,509	9,052	218,500	10,942,609
	1997	170,963	11,551	66,500	11,260,064

	연도	R&D	정부 R&D	PAC	부가가치
조립 금속 제품	1982	2,846	68	900	702,245
	1983	7,304	-	1,300	858,542
	1984	14,164	1	800	953,283
	1985	10,128	-	300	1,075,551
	1986	16,009	24	1,100	1,440,847
	1987	15,188	147	2,300	1,805,683
	1988	20,499	272	2,600	2,390,322
	1989	32,983	789	3,700	2,844,466
	1990	42,643	522	7,200	3,641,127
	1991	26,489	469	5,800	3,650,636
	1992	53,178	2,023	5,300	4,205,286
	1993	29,230	1,218	3,800	5,135,666
	1994	222,499	2,080	7,600	6,689,555
	1995	32,531	2,212	4,800	7,453,567
	1996	46,410	6,890	10,400	9,497,884
	1997	35,581	2,772	26,100	9,004,550
기계	1982	13,151	493	600	601,774
	1983	31,491	287	1,200	858,434
	1984	30,568	177	2,300	1,102,328
	1985	50,480	292	1,600	1,264,191
	1986	72,105	425	3,600	1,784,791
	1987	130,510	1,835	6,600	2,326,768
	1988	168,741	6,378	7,200	3,056,466
	1989	147,585	3,707	3,200	3,676,100
	1990	164,770	7,920	15,500	4,957,391
	1991	165,226	3,684	21,100	7,330,608
	1992	188,305	2,036	14,900	7,568,090
	1993	196,887	3,779	6,900	8,610,322
	1994	170,611	7,645	15,800	10,354,247
	1995	352,353	52,534	20,800	12,890,390
	1996	291,155	28,193	15,300	14,766,203
	1997	311,166	72,657	14,000	14,766,201
전기 전자 제품	1982	58,827	613	3,700	1,520,735
	1983	96,837	54	2,900	2,103,648
	1984	206,990	35	10,000	2,942,970
	1985	291,729	38	9,000	3,150,166
	1986	409,483	320	25,500	4,443,411
	1987	434,898	12,528	37,100	5,961,163
	1988	595,195	12,084	39,800	7,357,852
	1989	854,258	22,329	49,500	8,330,534
	1990	992,726	16,612	82,500	10,662,996
	1991	1,050,012	61,068	108,200	11,629,834
	1992	1,216,339	49,708	61,600	12,594,209
	1993	1,571,604	58,499	73,000	15,853,890
	1994	1,968,751	35,833	222,400	21,309,478
	1995	2,458,599	83,236	303,800	31,710,860
	1996	2,923,472	147,677	661,700	34,757,559
	1997	3,355,775	143,434	562,200	33,460,787

	연도	R&D	정부 R&D	PAC	부가가치
운수 장비	1982	18,160	207	600	1,402,403
	1983	54,474	72	2,400	1,751,523
	1984	62,898	5,114	5,800	2,104,751
	1985	111,784	68	7,400	2,427,562
	1986	123,891	68	16,000	2,759,580
	1987	197,132	446	7,300	3,487,440
	1988	212,676	1,917	36,700	3,908,877
	1989	278,354	550	31,400	4,673,222
	1990	343,663	1,719	22,900	7,249,094
	1991	589,505	2,958	43,600	9,357,306
	1992	743,466	49,005	66,500	10,852,790
	1993	857,061	14,786	111,700	11,591,199
	1994	1,270,200	12,650	147,900	14,794,783
	1995	1,678,646	53,435	118,500	18,021,843
	1996	2,056,764	49,840	89,500	20,457,760
	1997	2,281,123	51,912	33,400	25,014,442
정밀 기계	1982	1,027	97	-	152,395
	1983	2,444	-	-	160,291
	1984	982	-	-	235,685
	1985	2,928	-	300	252,364
	1986	7,759	9	300	355,473
	1987	9,808	361	300	463,582
	1988	15,169	1,278	-	630,613
	1989	24,475	2,154	500	696,922
	1990	24,671	1,215	200	809,630
	1991	28,647	1,924	200	929,893
	1992	56,811	7,002	200	983,913
	1993	21,247	2,476	700	1,177,389
	1994	47,364	4,435	300	1,434,516
	1995	48,629	6,525	1,000	1,749,224
	1996	54,796	11,250	7,800	1,906,316
	1997	75,280	17,431	300	2,054,730
기 타	1982	1,572	-	-	350,487
	1983	1,859	-	-	420,388
	1984	7,851	-	-	473,570
	1985	3,895	-	400	520,101
	1986	5,979	-	700	790,632
	1987	4,075	-	1,400	1,026,729
	1988	11,688	10	1,000	1,117,377
	1989	5,130	184	400	1,142,937
	1990	10,903	753	1,400	1,252,300
	1991	9,761	232	3,000	2,518,176
	1992	11,807	275	6,200	2,707,225
	1993	17,292	592	1,100	2,929,321
	1994	20,473	493	600	3,366,269
	1995	13,256	209	1,900	3,701,803
	1996	34,973	965	1,500	3,754,520
	1997	14,800	627	700	3,519,861

	연도	R&D	정부 R&D	PAC	부가가치
광 업	1982	1,015	-	800	600,117
	1983	1,939	-	600	601,697
	1984	1,685	-	3,300	706,994
	1985	2,996	1,041	4,200	758,890
	1986	2,647	-	4,700	863,805
	1987	2,617	-	3,900	946,677
	1988	3,989	-	3,600	987,773
	1989	3,834	372	4,100	942,896
	1990	3,465	-	7,600	959,958
	1991	4,095	32	13,200	1,265,130
	1992	5,535	-	2,800	1,237,648
	1993	11,882	107	2,600	1,193,393
	1994	2,305	-	2,200	1,208,790
	1995	7,206	-	1,600	1,244,548
	1996	7,350	-	1,600	1,326,437
	1997	4,196	-	2,400	1,284,815