

# 환경세가 산업 및 무역부문에 미치는 영향에 관한 연구

2003. 12.

권 오 성  
강 만 옥

 한국조세연구원

## 서 언

환경문제는 지구상의 자원을 고갈시키고 자연생태계의 파괴 및 기후변화를 초래하는 등 어느 한 국가만의 문제가 아니라 범세계적으로 인류가 직면한 가장 심각한 문제 중 하나로 인식되고 있다. 세계 각국이 국제적인 공조를 강화하고 환경개선을 위한 노력을 기울이는 가운데, 특히 유럽을 중심으로 한 주요 선진국에서는 여러 가지 환경정책 수단 중 환경세를 비롯한 경제적 유인수단을 적극적으로 도입하여 환경문제에 대처하고 있다. 왜냐하면 환경세 등의 경제적 유인수단은 직접규제 방식의 환경정책수단보다 비용 효율적이고 오염원인자에게 스스로 오염을 저감시키는 유인을 제공하여 오염저감기술의 개발을 촉진할 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

그러나 환경세를 일찍 도입한 유럽의 주요 선진국에서도 산업 전반에 걸쳐 환경친화적 세계개편이 진전을 이루지 못하고 있으며, 개발도상국 등에서는 환경세 도입에 대하여 부정적인 입장을 취하고 있다. 그 이유는 환경세의 여러 가지 파급효과 중에서도 산업 및 무역부문에서의 경쟁력을 약화시킬 것이라는 우려가 환경세 도입 및 시행의 걸림돌로 작용하기 때문이다. 따라서 본 보고서는 우리나라에서도 새로운 환경세의 신설 또는 환경친화적 세계개편에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있는 시점에서 환경세가 산업 및 무역부문에 미치는 영향을 분석하고 시사점을 고찰한다는 점에서 의미를 가진다고 할 수 있다.

본 보고서에서는 환경세가 산업 및 무역부문에 미치는 영향에 대해 포괄적이면서 동시에 심층적으로 연구하기 위해 국제적 논의의 추세와 국내외 선행연구를 개관하고, 이론 및 실증분석에 대한 연구를 모두 수행하였다. 그러나 우리나라 산업 전반에 환경세가 실제로 도입되지 않

았기 때문에 실증분석부분에서는 환경세의 효과를 간접적으로 분석할 수밖에 없다는 한계점도 지니고 있다. 이러한 점에서 본 연구는 중요한 논점에 대해 현실성 있는 분석을 바탕으로 구체적인 정책대안을 제시함에 있어서 미흡한 면이 있을 수 있으나, 본 연구에서 이루어진 이론 및 실증분석의 연구가 향후의 심도 있고 발전적인 연구에 공헌하고 구체적인 정책방향을 제시할 수 있는 기초가 되기를 기대한다.

본 보고서는 본 연구원의 권오성 박사가 총괄하고, 실증분석부분은 환경정책·평가연구원의 강만옥 박사에 의해 집필되었다. 저자들은 본 연구를 위해 도움을 준 많은 분들에게 감사하고 있다. 특히, 본 연구의 실증분석부분을 보완·작성해준 본원의 전병목 박사와 김현숙 박사, 그리고 자료 및 원고 작성에 도움을 준 박승준 연구원과 신수미 연구조원에게 감사하고 있다. 또한 저자들은 원내 세미나에서 유익한 토론을 해준 본원의 최준욱 박사와 김현숙 박사, 한양대학교 홍종호 교수, 그리고 익명의 두 심사자께도 깊은 감사의 뜻을 전하고 있다.

끝으로 본 보고서의 내용은 저자들의 개인적인 의견을 다루고 있는 것으로서 본 연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝혀두고자 한다.

2003년 12월

韓國租稅研究院

院長 宋 大 熙

## 요약 및 정책시사점

과거 세계 각국이 환경을 무시한 양적 팽창 위주의 경제성장을 추구해온 결과 자원의 고갈, 지구온난화, 오존층 파괴, 자연생태계 변화 등의 환경문제는 21세기 범지구적으로 인류가 당면한 가장 심각한 문제의 하나로 대두되었다. 1990년대 들어 유럽을 중심으로 한 OECD 주요 선진국 등에서는 이러한 환경문제에 대처하기 위하여 환경세를 비롯한 경제적 유인수단을 도입하여 활용하고 있다. 그 이유는 환경세가 직접규제 방식의 환경정책수단보다 비용 효율적이고 자발적인 오염저감 유인을 제공하는 장점이 있기 때문이다.

우리나라에서도 1990년대 이후 환경문제에 대한 심각성을 인식하고 환경세 도입 및 환경친화적 세계개편에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 현실적으로 경제활동 전반에 걸쳐 환경친화적 세계개편을 단행하기 어려운 것은 환경세의 여러 가지 파급효과 중에서도 환경세가 산업 및 무역에 미치는 영향에 대한 우려가 장애요인으로 작용하기 때문이다. 따라서 환경세의 도입은 철저한 사전 준비를 통하여 환경세의 부정적인 파급효과를 최소화하는 방향으로 이루어져야 할 것이다.

이에 대한 기초연구로서 본 보고서는 환경과 산업 및 무역을 연계한 국제적 논의의 추세와 국내외 선행연구를 개관하고, 환경세가 산업 및 무역에 미치는 영향에 대한 이론 및 실증분석을 수행하였다. 본 보고서의 핵심이라 할 수 있는 이론 및 실증분석의 결과를 토대로 환경개선과 동시에 산업 및 무역부문의 경쟁력 강화를 위한 정책 방향에 대한 시사점을 요약하면 다음과 같다.

이론분석부분에서는 환경세가 경제성장 및 산업부문의 생산성에

미치는 영향을 비교분석하기 위하여 오염유발산업의 사례로  $Ak$  모형을 사용하고, 기술진보를 통하여 에너지를 절약할 수 있는 친환경적인 산업의 사례로 기술진보 모형을 사용하였다. 환경세가 경제성장에 미치는 영향에 있어서  $Ak$  모형에서는 지속적인 경제성장이 이루어지지 않는 반면, 기술진보 모형에서는 지속적인 경제성장이 이루어지는 결과를 도출하였다.  $Ak$  모형에서 지속적인 경제성장이 불가능한 것은 환경세를 부과함에 따라 자본의 한계생산성이 점차 낮아지기 때문이다. 그러나 기술진보 모형에서 환경세를 부과함에도 불구하고 지속적인 경제성장이 가능한 것은 기술진보가 생산성을 향상시켜 물적자본의 한계생산성이 일정한 값을 유지하도록 만 들어주기 때문이다. 이는 환경세를 부과하는 경우 오염저감기술이나 청정생산기술뿐만 아니라 생산성을 향상시키는 기술진보를 통해 궁극적으로 산업구조를 친환경적으로 유도하는 것이 환경개선과 동시에 지속적인 경제성장을 이룰 수 있는 윈윈(win-win) 정책방향임을 시사한다.

환경세가 산업부문의 생산성에 미치는 영향에 있어서는  $Ak$  모형과 기술진보 모형에서 모두 환경세가 단기와 장기에 걸쳐 자본의 생산성을 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 이와 같은 결과는 환경을 감안하지 않을 때 자본의 사용으로 인한 환경오염비용을 감안하지 않아 자본의 가치가 과다하게 왜곡되었기 때문이다. 그리고 정태 모형에서는 최적 환경세와 자본의 한계생산성이 특정 구간 내에서 임의의 값을 갖는 반면, 동태모형에서는 임의의 값이 아닌 특정 값을 갖는다는 차이점을 발견할 수 있다. 정태모형과 달리, 동태모형에서는 자본의 축적이 이루어지므로 자본축적을 위한 최적의 투자를 유도하기 위하여 자본의 사용으로 인한 오염비용과 자본의 시장가치를 정확하게 분리하여 반영하기 때문이다. 이는 환경부문을 감안한

경제성장을 고려할 때 사회최적을 실현하는 환경세의 정확한 값은 정태분석이 아니라 동태분석에 의해 산출되어야 한다는 것을 시사한다.

한편, 사회최적을 실현하는 최적 환경세에 있어서  $Ak$  모형에서는 균제상태의 환경세가 일정한 값을 갖는 반면, 기술진보 모형에서 도출한 최적 환경세의 세율은 지속적으로 증가한다는 차이점을 발견할 수 있다. 이는 경제성장이 일반 소비재에 비해 환경의 질에 대한 상대가치를 상승시킴으로써 기업으로 하여금 오염배출량 단위당 더 높은 비용을 지불하게 하는 것을 의미하며, 경제성장과 환경개선은 상호 대립적이 아니라 보완적인 관계에 있음을 시사한다고 할 수 있다.

그리고 정부가 소비자에게 환경세수입을 환급해준다고 가정하면 자본의 생산성 감소로 인한 수입의 감소를 보상해줌으로써 환경세를 부과하기 이전 소비자의 수입과 같게 된다. 이는 환경세가 가격신호(price signal)를 통해 오염저감을 유도하는 한편, 환경세가 역진적인 경우 환경세수입을 사후에 소비자에게 환급해줌으로써 소득재분배의 형평성문제를 완화할 수 있음을 시사한다.

환경세가 무역에 미치는 영향에 있어서는 다른 나라보다 높은 환경세를 부과하거나, 다른 나라에는 없는 환경세를 도입하는 경우, 오염집약도가 낮은 친환경적인 산업이 무역에 있어서 가격경쟁력이 있다는 결과를 도출하였다. 이와 반대로 다른 나라보다 낮은 환경세를 부과하거나, 환경세가 없는 경우에는 오염집약도가 높은 재화의 생산이 무역부문의 가격경쟁력 면에서 비교우위가 있는 것으로 나타났다. 따라서 수출을 주도하는 산업이 환경오염을 유발하는 에너지집약산업인 경우와 같이 환경세가 무역부문에서의 국제경쟁력을 약화시키는 경우에는 국경세 조정(border tax adjustment), 면세, 환급 등의 정책수단을 이용하여 국제경쟁력 부담을 완화해줄 수 있다.

그러나 이러한 수단들은 국제경쟁력 유지를 위한 일시적이고 단기적인 수단일 뿐, 국제경쟁력을 강화하기 위한 지속적이고 근본적인 처방이 될 수 없다. 오히려 환경세의 도입이 친환경적인 산업에 무역부문에서의 경쟁력 인센티브를 제공하여, 중장기적으로는 생산성을 향상시키고 오염저감기술을 개발하는 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 따라서 환경세가 무역부문에서의 국제경쟁력에 미치는 영향을 고려할 때, 환경친화적이면서 고부가가치를 창출하는 산업 등을 육성, 지원하는 것이 환경개선과 동시에 무역부문에서의 국제경쟁력을 제고시키는 정책방향이라 할 수 있다.

이론분석에 이어서 실증분석부분에서는 환경세 부과 및 기타 환경규제 등으로 인한 기업의 오염저감비용 변화가 우리나라 제조업의 산업경쟁력과 무역활동에 미치는 영향을 계량적으로 분석하였다.

기업의 오염저감비용 변화가 우리나라 제조업의 산업경쟁력에 미치는 영향에 있어서 PACE가 환경규제의 강도를 대변하고 R&D가 기업의 기술혁신을 대변하는 변수라고 가정할 때, 환경규제의 강화가 기술혁신에 큰 영향을 주지는 못하는 것으로 나타났다. 또다른 변수인 특허를 이용한 결과, 오염저감비용의 변화가 특허출원과 등록건수에 유의미한 영향을 주지는 못하는 것으로 밝혀졌다. 그러나 이러한 결론이 환경규제가 장기적으로는 기술개발 및 생산성 향상 등으로 경쟁력에 양(陽)의 효과를 보인다는 Porter 가설 자체가 잘못되었거나 한국에서는 성립하지 않을 것이라고 주장하는 것은 아니다. 이는 한국에서 기업에게 오염방지와 관련하여 설비투자를 유인하도록 적절한 규제수단을 사용하거나, 환경세 등의 경제적 수단을 사용하는 사례가 많지 않기 때문이며, 향후 산업부문에 환경세를 포함하여 적절한 환경규제수단을 사용할 경우 산업의 경쟁력을 강화하는 기술혁신이 발생할 수도 있다는 가능성을 부정할 수는 없다.

한편, 오염저감비용이 무역부문에 미치는 영향을 분석한 결과, 환경규제로 인한 오염저감비용 지출이 우리나라 무역수지에 미치는

부정적 영향은 존재하지만, 총 교역량에 비해 미미한 수준으로 나타났다. 무역수지로 살펴본 오염저감비용의 효과는 산업별 비용구조, 수출입 탄성치 등과 상호 작용하여 결정되기 때문에 오염저감비용의 크기를 기준으로 일률적으로 판단할 수 없다. 일부 산업부문에 있어서 무역에 대한 부정적 효과가 분석 시계열 내에서 점차 감소하고 있는 것으로 나타나고 있어, 환경세 또는 다른 형태의 환경규제가 무역부문에 긍정적인 영향을 미치는가에 대한 심도 있는 분석을 위해서는 향후 보다 긴 시계열에 대한 분석이 요구된다고 할 수 있다.

# 목 차

I. 서론 .....	17
II. 국제적 논의의 추세 .....	21
1. GATT/WTO에서의 무역·환경 논의동향 .....	23
가. GATT에서의 무역·환경 논의 .....	23
나. WTO에서의 무역·환경 논의 .....	24
2. UN에서의 무역·환경 논의동향 .....	30
3. OECD에서의 무역·환경 논의동향 .....	33
가. OECD의 주요 논의 .....	33
나. OECD의 최근 논의동향 .....	35
4. 국제표준화기구(ISO)에서의 논의 .....	40
III. 국내외 선행연구 개관 .....	44
1. 환경과 무역 연계에 관한 연구 .....	45
2. 환경규제와 기업 및 국가경쟁력간의 연관관계 연구 .....	49
3. 에너지·탄소세의 활용과 영향에 관한 분석 .....	51
4. 에너지·경제·환경시스템의 모형화에 관한 연구 .....	53
5. 환경규제의 국제적 동향과 그 대응책에 관한 연구 .....	54
IV. 환경세가 산업경쟁력, 경제성장 및 무역에 미치는 영향에 대한 이론분석 .....	57
1. 환경세가 산업경쟁력 및 경제성장에 미치는 영향 .....	57
가. Ak 모형 : 환경오염유발산업의 사례 .....	58

나. 기술진보 모형 : 에너지절약 및 친환경적인 산업의 사례 .....	70
2. 환경세가 무역에 미치는 영향 .....	79
V. 오염저감비용의 변화가 산업경쟁력 및 무역에 미치는 영향에 대한 실증연구 .....	85
1. 오염저감비용이 산업경쟁력에 미치는 영향 .....	89
가. 모형 .....	89
나. 자료 .....	96
다. 분석결과 .....	98
2. 오염저감비용이 무역부문에 미치는 영향 .....	111
가. 모형의 설정 .....	111
나. 자료 .....	116
다. 실증분석 .....	119
VI. 결론 및 시사점 .....	126
참고문헌 .....	133
부록 I. 이론모형에서의 사회최적, 최적 환경세, 시장균형 및 비용함수의 수식 도출 .....	139
1. $Ak$ 모형 .....	139
가. Social planner's problem .....	139
나. 최적환경세의 결정과 시장균형 .....	142
2. 기술진보 모형 .....	148
가. Social planner's problem .....	148
나. 최적 환경세의 결정과 시장균형 .....	151
3. 환경세가 무역에 미치는 영향에 있어서의	

비용합수 .....	158
부록 II. 수출입 탄성치 추정결과 .....	160
부록 III. OECD 국가들의 환경친화적 세제개편과	
환경세 도입 동향 .....	181
1. 환경친화적 세제개편과 환경 관련 조세수입 현황 .....	181
가. OECD 국가들의 환경친화적 조세개혁 동향 .....	181
나. OECD 국가들의 환경 관련 조세수입 현황 .....	184
2. 기존 세제의 환경친화적 개편사례 .....	186
가. 에너지세제 개편 동향 .....	186
나. 자동차 연료세제 개편동향 .....	188
다. 항공유세 부과 .....	192
라. 석탄과 코르크세 부과 .....	194
마. 전력세 부과 .....	194
바. 에너지세의 공제와 할인제도 .....	196
사. 자동차 관련 세제 .....	198
3. 새로운 환경세 도입사례 .....	203
가. 탄소세 .....	203
나. 최종폐기물처리세 .....	210
다. 포장폐기물세 .....	212
라. 황합유세 .....	212
마. 화학제품세 및 자원채취세 .....	212
4. 환경 관련 세수운용 및 추진체계 .....	214

## 표 목 차

<표 II- 1> 국제기구별 환경·무역 연계 논의 .....	2
<표 II- 2> WTO 무역환경위원회의 의제 .....	3
<표 II- 3> ISO 14000 시리즈 출현 배경 ISO/TC207 회의일정 .....	42
<표 II- 4> ISO 14000 Family의 구성 .....	4
<표 V- 1> 연구개발비 지출과 오염저감비용 회귀분석(부가가치) .....	100
<표 V- 2> 연구개발비 지출과 오염저감비용 회귀분석(매출액) .....	102
<표 V- 3> 산업별 연구개발비 지출과 오염저감비용 계수 .....	104
<표 V- 4> 특허출원건수와 오염저감비용 회귀분석(부가가치) .....	108
<표 V- 5> 특허등록건수와 오염저감비용 회귀분석(부가가치) .....	109
<표 V- 6> 산업별 수출입 가격탄성치 .....	118
<표 V- 7> 산업별 오염저감비용의 직접적 물가효과 .....	120
<표 V- 8> 산업별 오염저감비용의 총물가효과 .....	121
<표 V- 9> 오염저감비용이 산업별 무역수지에 미치는 영향 .....	123
<표 V-10> 산업별 무역수지 변화의 상대규모 .....	124
<부표 1> 영국의 세제개편에 적용되는 배출량 등급 및 세율(2002년~2005년) .....	199
<부표 2> 일본의 저오염차에 대한 자동차세 감면 현황 .....	200

<부표 3> EU 국가들의 자동차세제의 환경친화적 개편 동향 .....	21
<부표 4> 일본의 개정 NOx법과 관련된 자동차 취득세 감면 .....	22
<부표 5> 핀란드의 연료에 부과된 기본세율과 탄소세율(1997년) .....	204
<부표 6> 덴마크의 탄소세 및 탄소/에너지세(산업부문) .....	206
<부표 7> 노르웨이의 1996년과 1997년의 탄소세율 .....	209
<부표 8> 주요국의 환경세수 운용동향 .....	216

## 그림목차

[그림 V-1] 산업별 R&D 증가율과 오염저감비용 증가율 .....	106
[부도 1] 자동차 연료 및 경질 연료유 세율 (2000. 1. 1 기준) .....	190
[부도 2] 전력소비세율 (2000. 1. 1. 기준) .....	195

## I. 서 론

1990년대 이후 유럽의 주요 선진국을 중심으로 한 OECD 국가들은 환경문제를 해결하기 위해 환경세를 비롯한 경제적 유인수단(economic instruments)을 적극 도입, 활용하고 있다. 그 이유는 경제적 유인수단이 명령 및 통제(command and control)방식의 직접규제에 비해 비용 효율적이고 지속적으로 오염을 저감시키는 유인을 제공하는 등 정태적·동태적 효율성 면에서 우월하기 때문이다. 또한, 환경을 보호하기 위한 경제적 유인수단은 가격신호(price signal)를 통해 경제주체들에게 생산, 소비 및 투자행위에 있어서 환경을 고려할 때 사회최적의 선택을 유도하는 장점을 가지고 있다. 이러한 경제적 유인수단의 장점 때문에 많은 OECD 국가들이 환경보호를 위해 여러 종류의 조세·재정정책 수단을 도입하고 있는 실정이다. 특히 EU 회원국 중 환경세를 새로 도입하는 동시에 근로소득세와 같이 시장왜곡을 초래하는 기존 조세의 세율을 감소시켜 이중배당(double dividend)효과를 모색하는 방향으로 환경친화적 세제개편(green tax reform)을 단행하는 국가들이 증가하고 있다.

이와 같이, EU 회원국들을 중심으로 다자간 환경협약(Multilateral Environmental Agreements) 등을 체결하고 개별국가별로 환경을 보호하기 위해 환경세를 도입하는 등 환경친화적 세제개편을 단행하고 있으나, 전체 산업부문에 걸쳐 완전한 개편은 이루지 못하고 있는 실정이다. 환경세를 일찍 도입한 국가에서 환경친화적 세제개편이 더 이상 진전을 이루지 못하는 한편, EU 회원국을 제외한 개발도상국 등에서는 환경세 도입이나 환경친화적 세제개편에 대하여 소극적인 입장을 취하고 있는데, 이는 환경세가 산업 및 무역에 미치는 영향에 대한

우려가 환경세 도입의 장애요인으로 작용하고 있기 때문이다.

환경과 무역간의 관계에 대한 국제적 논의는 WTO 무역환경위원회(Committee on Trade and Environment: CTE)와 OECD 무역환경합동작업반(OECD Joint Working Party on Trade and Environment)을 중심으로 이루어져 왔으나 선진국과 개도국간의 현저한 견해 차이로 국제적인 합의점을 도출해내지 못하고 있는 실정이다. 그러나 2001년 11월 카타르 도하에서 개최된 제4차 WTO 각료회의에서 환경과 무역 연계 쟁점의 일부를 도하개발아젠다(Doha Development Agenda: DDA)의 협상의제로 채택한 이후, 환경과 무역에 대한 논의가 지속적으로 이루어지고 있으며, 우리나라도 이에 대한 논의를 검토함으로써 사전 대응책을 강구해야 할 것이다.

따라서 본 보고서의 목적은 환경과 산업 및 무역을 연계한 국제적 논의의 추세와 국내외 선행연구의 개관에 대해 살펴보고, 이론 및 실증분석을 통해 환경세 도입이 환경뿐만 아니라 산업 및 무역에 미치는 영향에 대해 포괄적으로 검토하는 데 있다. 이를 토대로 환경세 도입이 환경과 산업 또는 무역간의 관계에 미치는 영향에 대한 시사점을 연구하고, 환경개선과 국제경쟁력 강화라는 두 가지 목표를 동시에 추구할 수 있는 정책방향을 제시하고자 한다.

한편, 환경세의 개념에 있어서 환경세는 오염저감의 동기를 부여하는 대표적인 경제적 유인수단으로서 환경오염의 사회적 외부비용(social external cost)을 내재화(internalize)하기 위한 피구세(Pigouvian tax)의 개념으로 이해하는데, 환경세의 정의와 종류는 보는 시각에 따라 다양할 수 있다. 환경세의 정의에 대해서는 국내외적으로 통일된 것이 없으나 일반적으로 협의(狹義)의 환경세와 광의(廣義)의 환경세를 구분하여 정의하고 있다. 협의의 환경세는 오염저감을 목적으로 도입된 조세 또는 준조세 형태의 부과금·사용료 등을 의미하며, 광의의 환경세는 도입 목적과 상관없이 결과적으로 오염을 저감시킬 수 있는 조세로서 에너지세·자동차세 등이 이 범주에 포함된다

고 볼 수 있다. 본 보고서의 이론분석 부분(제IV장)에서 다루는 환경세는 배출부과금과 같이 오염저감을 위해 생산과정에서 배출되는 오염에 대해 직접적으로 부과하는 협의의 환경세를 의미하며, 제IV장을 제외한 나머지 부분에서 폭넓게 논의되고 있는 환경세는 광의의 환경세를 포함한다고 할 수 있다.

본 보고서의 형식과 내용은 다음과 같이 구성되어 있다. 서론에 이어 제II장에서는 환경과 무역을 연계한 국제적 논의 추세에 대해 고찰하고, 제III장에서는 국내외 선행연구를 개관하였다. 그리고 환경세 또는 다른 형태의 환경규제가 산업 및 무역에 미치는 영향을 보다 심층적으로 분석하기 위해 제IV장에서는 이론적인 모형을 이용하고 제V장에서는 국내의 실증자료를 이용하여 각각의 장에서 이론 및 실증분석의 결과를 제시하였다. 특히, 제IV장에서는 오염유발산업의 사례로서  $Ak$  모형을 사용하고, 기술진보를 통하여 에너지를 절약할 수 있는 친환경적인 산업의 사례로서 기술진보 모형을 사용하여, 환경세가 생산성, 경제성장 및 무역에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 그러나 이론분석의 내용과 결과를 제V장 실증분석 부분에 직접적으로 연결시키는 데에는 한계가 있음을 지적하지 않을 수 없다. 왜냐하면 이론분석에서 다루고 있는 환경세가 우리나라 산업 전반에 걸쳐 전면적으로 도입되어 있지 않기 때문이다. 설사 부분적으로 환경세 기능을 수행하는 조세 및 준조세 형태의 부과금이나 부담금이 존재한다 하더라도 이론분석에서 구한 최적 환경세의 값과는 상당한 괴리가 존재할 것이다. 따라서 제V장 실증분석 부분에서는 환경세 및 환경규제가 오염저감을 유도하고 오염저감비용과 양(陽)의 상관관계에 있기 때문에, 오염저감비용의 변화가 산업 및 무역에 미치는 영향을 분석함으로써 향후 환경세를 도입하는 경우 산업과 무역에 미치는 영향에 대해 간접적으로 검토하고자 한다. 마지막으로 제VI장에서는 앞에서의 논의와 이론 및 실증분석의 결과가 주는 시사점을 토대로 결론을 요약하고, 환경세

도입을 통해 환경을 개선하는 동시에 국제경쟁력을 유지 또는 강화할 수 있는 정책방향에 대해 논의하였다. 한편, 제IV장에서 나오는 수식결과의 구체적인 도출과정은 <부록 I>에 수록하였으며, 실증분석에서 도출한 수출입 탄성치 추정결과를 <부록 II>에 수록하였다. 그리고 향후 환경세를 도입할 경우 벤치마킹할 수 있는 기초 참고자료로 활용하기 위해서 OECD 주요 국가들의 환경친화적 세계개편과 환경세 도입 동향을 <부록 III>에 정리하여 수록하였다.

## II. 국제적 논의의 추세

개발 위주로 진행되어온 산업화와 경제성장의 지속으로 자연생태계의 자정능력이 현저히 저하되고, 지구 전체의 환경이 급속히 악화되어 성층권에서의 오존층 파괴는 지구온난화 현상을 심화시키고 있으며, 생물폐해가 입증하듯이 인간의 경제활동이 여러 분야에서 지구환경을 파괴하고 있다. 이에 따라 더 이상 지구환경 악화를 방치할 수 없다는 인식이 형성되면서 환경보전과 경제개발을 동시에 조화시키려는 국제적인 노력이 다각적으로 전개되고 있다.

환경문제 해결을 위한 범세계적인 차원의 움직임은 1972년 UN인간환경선언 채택과 UN환경계획(UNEP: United Nations Environment Program)의 설립을 계기로 시작되었으며, 1992년 6월에는 세계 각국의 정상급 대표단이 참가하여 UN환경개발회의(UNCED: United Nations Conference on Environment and Development)가 개최되었다. 환경과 무역연계에 대한 국제적 논의는 1992년 리우선언 이후 전 세계적인 관심사로 떠올랐으며, 1995년 이후에 정례화된 세계무역기구(WTO: World Trade Organization) 무역환경위원회(CTE: Committee on Trade and Environment)를 통해 환경정책과 무역정책의 조화, 다자통상체제와 국제환경협약과의 상호위상 정립 등 다양한 주제들에 대해서 이루어지고 있다. 이 밖에도 환경과 무역을 연계한 구체적인 현안들이 OECD, UNCTAD(United Nations Conference on Trade and Development), UNEP, ISO(International Organization for Standardization) 등 수많은 국제기구에서 활발하게 논의되고 있는데, 주요 국제기구별로 논의되고 있는 현안들을 간략하게 요약하면 <표 II-1>에서 보는 바와 같다. 본장에서는 환경과 무역의 연계에 대해 논의

되고 있는 내용을 국제기구별로 개략적으로 살펴보고자 한다.

〈표 II-0〉 국제기구별 환경·무역 연계 논의

국제기구	주요 쟁점 및 논의 사항	비고
WTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무역조치와 환경조치간의 관계 규명</li> <li>· 환경관련 부과금 및 조세의 국경 조정</li> <li>· 제품에 대한 환경기준, 환경세 등의 환경요건 및 조치가 시장접근에 미치는 영향</li> <li>· WTO 규정과 기술규정 및 표준, 재활용, 포장 및 환경마크</li> <li>· MEAs 사무국과 WTO 위원회간 정보교환 및 옵서버 자격절차</li> <li>· 환경상품 협상목표 및 방식, 기준세율, 관세, 비관세 장벽</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환경무역위원회를 설치하여 무역과 환경문제가 다자간 협상에서 논의될 수 있는 토대를 마련</li> </ul>
OECD	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환경문제를 다루기 위한 지침으로 오염자 부담원칙, 조화원칙, 내국민대우 및 무차별원칙, 보상수입세 및 수출환급 금지원칙을 발표</li> <li>· OECD 무역-환경 합동전문가회의의 노력</li> <li>-환경정책과 무역정책의 상호조화 노력, 환경상계관세 및 보호주의적 조치 불허, 지구환경문제 해결을 위한 PPMs에 근거한 무역규제 검토 필요, 투명성·상호인증·국경세 조정 등에 대한 검토, 환경관련 분쟁해결절차 등을 논의</li> <li>· 최근 무역환경협의회 논의에서는 환경상품의 정의에 대한 논의, 절차 및 제도상의 문제, 환경상품의 무역증진방안, 환경라벨링의 시장접근 영향 평가 부각</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다른 국제기구 보다 환경규제에 있어 가장 체계적이고 활발한 활동을 하고 있으며 환경정책에 관한 지침을 지속적으로 발표하고 있음</li> <li>· WTO와는 달리 OECD 환경-무역 논의는 구체적인 사례분석 및 해석을 중심으로 진행되고 있으며, 도출된 결과를 WTO에서 논의하도록 유도하고 있음</li> </ul>
UN	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UNCED에서 '의제21'의 채택을 통해 환경문제는 가능한 한 국제적 합의에 의하여야 한다는 다자주의의 원칙을 밝힘</li> <li>-동 선언에서 제시된 환경원칙인 지속가능성장원칙, 오염자부담원칙, 예방의 원칙이 이후 국제환경협약의 기본원칙으로 이용됨</li> <li>· UNEP가 환경협약의 발전에 크게 기여</li> <li>-특별작업반을 구성하여 국제환경협약들에 규정된 환경보호를 위한 무역규제조치에 집중적인 작업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· '의제21'의 이행에 관한 보고서 및 자료를 심의하는 기구인 CSD가 그 임무에 비해 작업이 활발하지 못함</li> <li>· 선진국은 CSD에서의 환경-무역문제 논의가 소극적이어서 이 문제가 WTO에서 다뤄져야 한다는 입장을 견지</li> </ul>
ISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국제 환경표준화규격 제정</li> <li>-국제 환경경영규격으로서 기업의 총체적인 환경관리체계와 능력을 심사·인증해주는 제도인 ISO14000시리즈를 제정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· UNCED 산하기구인 BCSD<sup>1)</sup>에서 환경표준화제정을 ISO에 요청</li> </ul>

주: 0) 지속발전을 위한 산업계 회의(Business Council for Sustainable Development)

## 1. GATT/WTO에서의 무역·환경 논의동향

### 가. GATT에서의 무역·환경 논의

WTO의 전신인 GATT는 환경문제가 국제적인 관심사가 아니었던 1947년에 체결되었고 설립목적 또한 ‘무역자유화를 통한 세계복지의 증진’이었기 때문에 환경보호를 이유로 한 무역제한조치를 고려하지 않았다. GATT 내에서 환경관련 작업은 1972년 스톡홀름에서 개최된 인간환경회의로부터 자극받아 ‘환경조치와 국제무역에 관한 작업반(EMIT: Group on Environmental Measure and International Trade)’이 설치되면서 시작되었다. 그러나 이 환경무역작업반은 설립 이후 20여년 동안 한번도 소집되지 않았고 1991년에 처음으로 회의를 가졌다. 여기에서는 주로 국제환경협약에 포함되어 있는 무역조치, 각종 환경조치의 투명성 제고방안, 환경마크·포장요건의 무역효과 등 3가지 의제를 중심으로 논의되었다<sup>1)</sup>. 1992년 12월에 개최된 48차 GATT총회는 EMIT에게 무역과 환경문제를 연구하도록 하여 1994년 1월 GATT총회에서 다음과 같은 사항들에 대한 보고가 이루어졌다. 그것은 첫째, 기존 환경협약에 포함된 무역조항과 GATT와의 관계, 둘째, 무역효과를 지닌 국내 환경규제의 투명성 셋째, 환경보호를 위한 포장 및 라벨 규제의 무역효과였다. 이러한 기본적인 인식하에 무역·환경논의가 GATT에서 본격적으로 구체성을 띠게 된 것은 1994년 4월의 마라케시 각료회의로서, 동 회의는 향후 GATT의 구체적 작업계획 7개 항목<sup>2)</sup>을 담은 ‘무역과 환경에 관한 협정문’을 채택하는 한편, 무역과 환

1) 전미나, 『기후변화협약이 한국무역에 미치는 영향에 관한 연구』 참조.

2) ① 다자간 무역체제조항과 환경목적을 위한 무역조치와의 관계 ② 환경정책 중 무역에 영향을 주는 환경조치와의 관계 ③ 다자간 무역체제조항과 환경세 및 부과금의 관계 ④ 환경조치의 투명성과 다자간 무역체제조항 ⑤ 무역 또는 환경에 관한 분쟁해결절차 ⑥ 국내적으로 판매금지 되는 상품의 수출문제 ⑦ 서비스협정 및 지적재산권협정의 환경관

경업무 수행을 위한 무역환경소위원회를 결성하여 무역·환경 분야의 주요 관심사인 10개 의제를 논의하도록 하였다<sup>3)</sup>.

#### 나. WTO에서의 무역·환경 논의

1994년에 개최된 마라케시 각료회의는 ‘무역과 환경에 관한 협정문’에서 세계무역기구(WTO)의 창설과 더불어 그 산하에 무역환경위원회(CTE)를 설치하기로 결정하였다. 그리고 1995년 1월 1일 WTO가 공식 출범하기까지 무역·환경업무 수행을 위한 무역환경소위원회(SCTE: Sub-committee on Trade and Environment)를 결성하여 무역·환경 분야의 주요 관심사인 10개 의제를 논의하도록 결정하였다.

##### 1) WTO 무역환경위원회(CTE)의 논의

무역환경위원회는 무역과 환경간에 건설적인 관계 설정을 목적으로 하고 있다. 이를 실천하기 위한 구체적인 작업으로 무역조치와 환경조치간의 관계를 규명하고, 무역과 환경의 조화를 위해 다자무역체제(MTS: Multilateral Trading System) 관련 규정의 개정이 필요한지의 여부 등에 대해 권고를 하고 있다. 1997년 이후 CTE는 무역과 환경간의 관계에 대한 논의의 범위를 확대하고 심도를 높이기 위하여 매년 3차례의 회의를 개최하고 있으며, 논의되고 있는 주요 의제는 <표 II-2>에서 보는 것과 같이 10개의 의제로 나누어져 있다. 이 중 의제 1~5는 환경목적의 무역규제나 무역에 영향을 미치는 환경규제에 대한 논의로서 현재 WTO가 다루고 있는 의제 가운데 가장 민감한 의제에 해당한다.

---

련규정.

3) 이광재, 『무역-환경관련 규제의 영향과 기업의 관계』 참조.

<표 II-1> WTO 무역환경위원회의 의제

의제 1	· 다자환경협약에서의 환경목적의 무역조치와 WTO 규정과의 관계
의제 2	· 현저한 무역효과를 동반하는 환경정책 및 조치와 WTO간의 관계
의제 3	· WTO 규정과 환경세와의 관계, 환경관련 부과금 및 조세의 국경 조정 · WTO 규정과 기술규정 및 표준, 재활용, 포장 및 환경마크와의 관계
의제 4	· 각종 환경규제의 투명성과 WTO 규정과의 관계
의제 5	· 다자환경협약의 분쟁해결절차와 WTO의 분쟁해결절차간의 관계
의제 6	· 환경조치와 시장접근 특히 개도국과 후진국의 시장접근에 대한 영향 · 무역에 대한 제한과 왜곡 제거에 따른 환경효과
의제 7	· 국내 판매금지물품의 수출 문제
의제 8	· 지적재산권의 교역과 환경관련 조항
의제 9	· 서비스의 교역과 환경
의제 10	· WTO 투명성과 비정부기구(NGO)간의 관계

자료: WTO협동연구시리즈, 『DDA협상 총점검-2002』, 대외경제정책연구원.

개도국은 환경보전을 위한 선진국에서의 무역규제 도입이 개도국에 대한 불공정한 차별로 악용될 수 있으며, 기술 및 재정능력이 열세인 개도국과의 항구적인 발전 격차를 유지하려는 의도가 있음을 지적하고 있다. 반면, 선진국은 환경보전을 위한 수단을 광범위하게 활용하여야 함을 지적하고, 이러한 수단은 직접적인 무역규제 수단뿐만 아니라 경제적인 수단 등 다양한 방식을 활용할 수 있음을 주장하고 있다. 이러한 선진국과 개도국간의 현격한 견해 차이 때문에 1997년 이후 CTE의 10개의 의제에 대한 논의는 이슈별 이론적 분석뿐만 아니라, 각국의 구체적 사례 및 경험을 토대로 분석과 토의를 전개하는 방식으로 진행되고 있다. 무역과 환경 분야에 대한 논의는 격년으로 개최되는

각료회의마다 그 협상의제의 채택 여부에 대하여 논의되고 있다. 그러나 특히 개도국의 반대로 현재까지는 큰 진전이 없었으며, 이런 결과로 CTE의 활동은 그렇게 성공적이지 못하다는 평가를 받아 왔다.

1995년 이후 10개의 의제에서 주요 쟁점이 되고 있는 논의대상 중 하나는 환경정책수단으로 사용되고 있는 배출부과금, 배출권거래제도, 예탁환급제 등과 다자무역규범과의 관계이다. 이들은 시장가격기능을 통하여 환경오염의 외부효과를 내재화 할 수 있는 정책수단으로 정책 입안 및 적용과정에서 무역효과를 유발할 수 있다. 그리고 무역에 영향을 미치는 환경정책과 관련한 또 다른 논의대상은 보조금 문제로 일부 선진국은 환경보조금이 가격 및 소득변화를 유발하여 무역에 큰 영향을 미친다고 주장하고 있다. 이에 대해 개도국들은 보조금의 다양한 환경적 유인동기를 포함하는 환경정책수단의 정당성에 대한 비판적인 검토에 대해서 반대 입장을 표명하고 있다.

또한 GATT의 국경세 조정(border tax adjustment)규범에 있어서 어느 정도까지 환경목적의 조세 및 부과금에 적용할 수 있는지에 관한 문제도 논란의 대상이 되고 있다. 현재는 생산과정과 관련하여 부과되는 직접세에 대해 국경조정은 허용하지 않고, 소비지원책이 적용되는 제품에 부과되는 간접세에 대해서만 국경조정이 허용되고 있다.

선진국들은 대부분 명령이나 통제 방식의 직접규제보다는 환경세를 통한 환경규제를 지지하는 반면, 개도국들은 국경세조정이 보호무역 장벽으로 이용될 가능성을 우려하고 있다. 세금·부과금 등의 경제적 수단은 무역왜곡효과가 적으나 수입제품과 동종제품이 아닌 유사품에 대하여 국경세 조정이 이루어지는 경우에는 동종상품의 개념에 대한 국가간 기준이 다를 수 있다는 가능성을 우려하고 있다.

그리고 WTO 무역환경위원회에서 논의되고 있는 의제 중 하나인 환경마크란 하나의 제품이 동일 범주 내의 타제품과 비교하여 보다 환경친화적이라는 것을 소비자에게 전달하기 위한 표시로서, 강제적 기준이나 판매금지에 의해서가 아니라 시장기능에 의하여 환경을 보호

하기 위한 정책수단이다. 환경마크는 환경친화적인 제품의 소비를 촉진시키고 환경유해적인 상품을 억제하기 위한 것이지만 비관세장벽으로 작용할 가능성이 높다. 대체로 개도국들은 환경마크제가 WTO의 동종상품에 대한 동일한 대우 원칙에 위배될 수 있고 개도국 기업에게는 상당한 적응비용부담을 초래할 수 있으므로, 환경마크제에 무역기술장벽협정의 규정을 적용해야 한다는 선진국들의 주장에 반대한다. 즉, 선진국이 자국의 환경기준을 개도국에 강요함으로써 개도국 상품의 선진국 시장접근을 제한하게 되므로 이를 수용할 수 없다는 입장이다. 그러나 미국과 EU 등 선진국은 환경마크가 환경친화적인 제품을 생산하도록 하는 긍정적인 효과가 있음을 강조하고 있으며, 환경마크의 실제 적용시 투명성을 높이기 위해서는 WTO가 자발적인 환경마크제도를 수용하여야 한다고 주장하고 있다.

일반적으로 CTE의 논의는 선진국과 개도국간의 현격한 견해 차이 때문에 큰 성과를 거두지 못하고 있는 것으로 평가된다. 이에 새로운 해법을 찾기 위해 EU 등 선진국들은 격년으로 개최되는 각료회의에서 무역과 환경분야를 협상의제로 채택하려 하였으나 개도국의 반대로 무산되었다. 그러나 역내의 환경관련 비정부기구(NGO) 등 시민단체의 정치적 압력을 받고 있는 EU는 2001년 11월 WTO 도하각료회의에서 환경의제를 협상의제로 채택하지 않고서는 새로운 라운드의 출범이 불가능하다고 강력하게 주장하였다. 그 결과, 개도국 및 일부 선진국의 반대에도 불구하고 무역과 환경의제는 당초 예상과는 달리 협상의제로 채택되었다.

## 2) DDA 협상에서의 무역과 환경연계 논의

도하개발아젠다(DDA: Doha Development Agenda)협상은 2002년 초부터 WTO에서 진행되고 있는 새로운 다자간 협상을 의미한다. 이는 21세기 최초의 다자간 무역협상으로, 공식적인 논의는 1998년 5월

제네바에서 개최된 제2차 WTO 각료회의에서 무역자유화를 위한 새로운 무역협상을 준비하기로 합의함으로써 시작되었고, 2001년 11월 카타르의 도하에서 개최된 제4차 WTO 각료회의에서 다자통상협상의 출범에 합의함으로써 이루어졌다. 그동안 환경문제의 협상의제 채택은 양보할 수 없다는 입장을 견지해 왔던 EU가 환경의제의 일부를 협상의제로 채택하고 다른 부분은 계속하여 검토한 다음 2003년 9월 멕시코에서 개최되는 제5차 WTO 각료회의에서 협상 포함 여부를 결정하기로 하는 타협안에 동의함으로써 새로운 라운드가 출범하게 된 것이다.

WTO 출범 후 7년이 지난 2002년에 WTO는 무역과 환경에 관련되는 일부 의제를 대상으로 협상이 시작되었다. 그러나 EU 이외의 대부분의 국가에서 환경의제가 협상의제로 채택되는 것을 반대해 왔기 때문에 협상과정이 그렇게 순탄하지는 않을 것이라는 구조적인 문제점을 안고 있다.

DDA에서 무역과 환경의 상호보완성을 제고하기 위해 WTO 기존 규범과 다자간환경협약(MEAs: Multilateral Environmental Agreements)의 구체적 무역관련 의무와의 관계, MEAs 사무국과 WTO 위원회 간 정보 교환 및 옵서버 자격 절차, 그리고 환경관련 상품 및 서비스에 대한 관세 및 비관세 장벽의 감축 또는 철폐에 대한 사항에 대해서는 협상을 개시하는데 합의하였다.

환경보호를 위하여 개별 국가가 취하는 무역조치 등이 무역규범과 합치되도록 한다는 목표하에 논의의 범위를 확대해야 한다고 EU국가와 스위스 및 일본이 주장하는 것과는 달리, 미국 및 개도국 등은 이에 반대하고 있다. 미국은 WTO위원회와 MEAs 사무국간의 정보교환이 상호충돌 예방에 도움이 되는 것을 인정하면서, MEAs에 대한 옵서버 자격부여에 있어서는 MEAs가 국제적 의무를 협상하고 이행하는 데 관련된다는 것을 회원국 및 MEAs 당사국이 충분히 이해하는 토대에서 이루어져야 함을 강조하고 있다. 이에 대하여 EU는 핵심 MEAs 사

무국은 관련 능력을 갖고 있으며 무역정책 문제에 직접적인 이해를 갖고 있기 때문에 즉각 WTO CTE의 옵서버 자격을 부여해야 한다고 주장하고 있다. 나아가 CTE와 MEAs간의 정보세션은 제도화되어야 하고 WTO가 MEAs의 당사국 회의에 참여하여 상호간의 이해를 제고 시켜야 한다고 언급하고 있다.

그리고 2002년 2월에 본격적인 협상이 시작된 환경서비스는 2004년 12월까지 일괄타결(single undertaking)을 목표로 하고 있다. 그러나 다수의 개도국들이 2003년 3월 31일까지 제출하기로 되어 있는 1차 시장개방 양허안(Initial Offer)을 제출하지 않았기 때문에 전체 협상이 지연되고 있는 실정이다.

환경상품협상의 경우 그 기준 설정은 CTE에서 이루어지지만 실제 협상은 비농산물협상부문에 포함되어 있다. 여기에서의 주요 쟁점은 협상목표 및 방식 그리고 기준세율, 관세, 비관세장벽 및 환경상품 등이다. 그리고 환경상품의 경우 그 범위와 다용도문제를 어떻게 규정할 것인가가 중요한데, EU는 환경친화적인 청정기술도 협상대상 범위에 포함시키려고 하는 반면, 미국과 개도국은 반대 주장을 펼치고 있다.

2003년 5월 제네바에서 개최된 DDA 무역과 환경 협상회의에서는 WTO규범과 다자간 환경협약(MEAs)간 관계, WTO와 MEAs 사무국 정보교환 및 옵서버 지위 부여, 환경상품 등에 대해서 논의가 이루어졌다. WTO 규범과 다자간 환경협약간 특정무역의무(STO: Specific Trade Obligation)와 관련하여 분석대상으로서의 STO와 MEAs의 범위, STO의 WTO 규범 합치 간주 여부 및 향후 작업방향 등에 대하여 미국, 호주, 개도국 그룹과 EC, 스위스, 일본 그룹간 입장 대립이 지속되었다.

한편, 선진국들이 WTO와 MEAs 사무국간에 보다 공식적이고 제도화된 시스템을 도입하고 도하 환경협상에 직접적인 이해를 가진 MEAs에 옵서버 지위를 부여하자는 스위스의 제안에 대해 지지의사를 표명한 반면, 개도국들은 반대 입장을 나타내었다.

그리고 환경상품의 범위 설정과 관련하여 미국, 호주, 뉴질랜드, 말레이시아 등은 APEC 리스트를 논의의 시발점으로 선호한다는 입장을 제시하였다. APEC 리스트는 관세자유화 목적이며 현 상품의 분류코드(HS6코드)만으로 실제 적용이 가능하며, 제품의 생산공정(PPMs: Process and Production Methods) 등의 개념을 포함하지 않는다는 장점을 부각시켰다. PPMs 문제와 관련하여 미국, 호주 등은 환경상품의 정의에 포함할 수 없다는 입장을 표명하였다. 그러나 EC는 제품의 공정 및 제조방식에 입각한 PPMs 문제를 환경보호와 환경상품의 무역확대 차원에서 긍정적으로 고려하기를 희망하고 있다.

## 2. UN에서의 무역·환경 논의동향

1960년대 무차별적 경제개발로 인해 환경보전과 관리에 대한 국제사회의 공조 필요성이 제기되면서 1968년 유엔경제사회이사회(ECOSOC: Economic and Social Council of the United Nations)는 지구환경을 보전하고 개발에 관해 논의하기 위해 유엔총회의 소집을 권고하였다. 또한 1972년 로마클럽의 '성장의 한계(limit to growth)'라는 보고서가 발표되면서 전세계적인 자원문제와 환경문제의 심각성이 부각되었다. 이러한 상황에서 UN은 환경문제를 논의하기 위해 1972년 6월 스웨덴 스톡홀름에서 UN인간환경회의(United Nations Conference on Human and Environment)를 개최하였다. 이 회의를 통해 인간환경선언, 원칙선언, 행동을 위한 109개 권고안, 제도 및 재정상황에 대한 결의 및 지구환경의 날을 제정하였다. 뿐만 아니라, UN경제사회이사회에서는 지구환경의 기본원칙의 준수와 환경행동계획을 이행하고 감시하는 국제기구의 설립을 건의함에 따라 1972년 12월 UN총회에서는 유엔환경계획(UNEP)을 실천하기 위한 위원회의 설치를 결의하였다. 1980년대 들어 UN은 지구환경문제에 대해 보다 본격적으로 거론하기 시작하였다. 1983년 UN총회의 결의에 따라 세계환경개발위

위원회(WCED: World Committee on Environment and Development)를 구성하였고, 1985년에는 오존층 보호를 위한 비엔나협약을 채택하였으며, 1987년에는 후속 의정서인 몬트리올 의정서를 제정하였다. 1987년에는 세계환경개발위원회가 『우리의 공동미래(Our Common Future)』라는 제목의 환경보고서를 유엔에 제출하였다. 이 보고서는 국제무역의 활성화를 통한 경제성장만이 자연환경을 오염시키는 오염원을 제거하는 데에 필요한 재원을 마련할 수 있다고 보고, 지구환경을 개선하기 위해서는 무역과 환경을 연계해서 논의해야 함을 제시하였다. 이에 따라, 지속가능한 개발(sustainable development)에 대한 개념이 UN 및 각국 정부의 기본이념으로 자리잡기 시작했다.

UN은 그동안 제기된 환경보전과 개발문제를 해결하기 위해 1992년 6월 아르헨티나의 리우데자네이로에서 UN환경개발회의(UNCED: The United Nations Conference on Environment and Development)를 개최하였다. 이 환경개발회의에서는 리우선언과 함께 ‘의제 21(Agenda 21)’이 채택되었는데 의제 21은 지속가능한 개발을 목표로 사회·경제적 개발문제, 인적·자연 자원문제, 주요 그룹의 역할, 이행수단 등 환경과 관련된 각종 문제를 광범위하게 포괄하는 실천계획이다. 의제 21에서는 지속가능한 개발의 목표에 합치되고 비교우위에 따라 지구 차원에서 생산의 적정배분을 유도하는 다자간 무역체제가 모든 무역 당사자에게 이익이 된다는 점을 명기하고 있다. 또한 환경과 무역은 상호 보완적이어야 한다는 것과 다자간 무역체제가 자원의 효율적인 배분을 가능하게 함으로써 생산과 소득의 향상에 기여하고 경제성장과 환경개선에 필요한 재원을 공급한다는 점, 건전한 환경은 지속가능한 개발에 필요한 자원을 제공하고 무역의 지속적인 활동에 기여하며, 적절한 환경정책의 지지를 받는 다자간 무역체제는 환경에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 점을 2조 19항에서 지적하고 있다.

1992년 리우회의에서는 화석연료의 사용규제 원칙을 담은 ‘기후변화협약’, 생물종의 다양성과 유전자원의 보전을 위한 ‘생물다양성협약’

에 서명하고, 산림보호 및 개발에 관한 기본원칙인 ‘산림원칙성명’을 채택하였다. 리우선언에서 제시된 가장 중요한 환경원칙은 지속가능성장원칙, 오염자부담원칙, 예방의 원칙 등으로 이 원칙들은 향후에 체결될 국제환경협약의 기본원칙으로서 뿐만 아니라 향후 일어날 국제환경분쟁에서 법적·도의적 근거로 이용될 가능성이 크다. 의제 21의 제3장을 근거로 1993년 UN경제사회이사회 산하에 지속가능개발위원회(CSD: Committee on Sustainable Development)가 설치되었다. 이 위원회는 의제 21의 이행에 관한 각종 보고서 및 자료를 심의하는 기구이다. 그래서 각국 정부, 국제기구 및 민간단체의 보고서를 심의하고, 각종 국제환경협약의 체결 및 이행상황 평가, 환경기술 이전 및 이를 위한 재정지원 이행사항을 중점 점검하여 이를 보고서로 만들어 자료와 함께 UN총회에 보고한다. 동 회의는 지구의 환경문제에 대하여 장기적으로 합의된 선언을 하기보다는 지속적인 발전을 위하여 선진국과 후진국간에 환경에 대한 논의를 시작하였다는 데 의미가 있다.

1994년 5월에는 각국의 각료 등이 참가한 CSD 제2차 본회의를 개최하여 무역·환경 및 지속가능한 개발에 관한 결정문을 채택하였다. 1998년의 CSD 제6차 회의에서는 담수자원 관리전략, 산업과 지속가능한 개발, 군소 도서 개도국의 지속가능한 개발 등이 주요 이슈로 논의되었다. 담수자원 관리와 관련한 최대 쟁점은 담수를 경제재로 간주할 것인지 여부에 대한 것으로 각국의 사정에 따라 입장의 차이를 보였다. 산업부문과 관련해서는 민간대표의 참여하에 산업부문과의 정책 대화를 시도하였다는 점에서 좋은 평가를 받았으며, 군소 도서에 관한 개도국 이슈와 관련해서는 동 국가들에 대한 국제적 지원 및 능력 형성 문제가 주로 논의되었다. 1999년 4월에 개최된 CSD 제7차 회의에서는 지속가능한 소비 및 생산패턴, 지속가능한 관광개발, 지속가능한 해양개발 등을 논의하고, 2001년 CSD에서는 다른 에너지에 관하여 논의하였다. 소비 및 생산패턴과 관련해서는 효과적인 정책개발 및 이행이 강조되었으며, 관광분야에 대해서는 CSD결의에 따른 활동평가를 2002

년에 하기로 합의하였다. 해양분야는 총회 산하에 ‘비공식 협의절차’를 설치하기로 하고 동 절차를 매년 1주간 개최하되 4년 이내에 적절성 및 유효성 평가를 실시토록 권고하였다<sup>4)</sup>.

한편, UN환경계획(UNEP)에서는 1994년 2월 환경장관회의를 개최하여 무역과 환경문제를 다루는 데 있어서 의제 21이 지침이 되어야 한다는 점에 합의하고 환경비용의 내부가격화, 환경세, 환경보조금 등 경제적 수단의 도입, 환경의 국제적 기준에 대한 합의, 재정 및 기술지원 등에 관해 논의하였다. 또한 UNEP는 오존층의 보호에 관한 비엔나협약, 유해폐기물의 국제적 이동에 관한 바젤협약 등을 채택하여 환경협약의 발전에 크게 기여하였다. 환경보호와 무역문제에 대해 UNEP는 특별작업반을 만들어 이러한 협약에 규정된 무역규제 조치에 대해 집중적인 작업을 하고 있다.

### 3. OECD에서의 무역·환경 논의동향

#### 가. OECD의 주요 논의

OECD는 환경규제에 관하여 어떠한 국제기구보다 가장 체계적이고 활발한 활동을 보이고 있는 국제기구로서 환경정책에 관한 지침을 지속적으로 발표하고 있다. OECD는 1972년에 환경문제를 다루기 위한 지침으로 ‘환경정책의 국제경제적 측면과 관련한 지침’을 발표하였는데, 여기에서 제시된 원칙들은 다음과 같다. 첫째, 오염자 부담원칙(polluter pays principle)으로 이는 각국 정부가 환경보호에 필요한 규정을 설정하였을 경우 이의 이행에 수반되는 비용은 오염자가 부담한다는 것이다. 단, 과도기간 동안에는 예외를 인정하여 급격한 환경규제 강화 초기의 정부지원은 허용하고 있다. 또한, 공해방지기술 및 설비의

4) 노덕률 외, 『무역·환경연계에 관한 최근 국제동향』 참조.

개발촉진을 위한 정부지원이 이 원칙에 위배되는 것은 아니라고 규정하고 있다. 둘째, 조화원칙(harmonization principle)이다. 이는 각국 정부는 정당한 사유가 없는 한 국가간 환경정책 및 규정의 조화를 위해 노력해야 한다는 원칙이다. 셋째, 내국민대우 및 무차별원칙(national treatment and non-discrimination principle)인데 이는 각국이 환경조치를 시행함에 있어서 GATT의 내국민 대우 및 무차별원칙을 준수해야 한다는 내용이다. 넷째, 보상적 수입세 및 수출환급 금지원칙(Compensating Import Levies and Export Rebates Principle)이다. 이는 환경정책의 차이에 따른 경제적 효과를 중화시키기 위해 수입세 부과나 수출환급 등의 조치를 취하지 않는다는 것이다.

OECD는 1991년 1월 무역위원회와 환경위원회의 합동작업반을 구성하였으며, 무역과 환경간의 조화증대를 위한 4개의 절차적 지침을 작성하고 분석대상 분야를 선정하여 작업계획과 함께 1993년 6월 각료이사회에 이를 보고하였다. 1994년 6월에 열린 각료이사회는 무역 및 환경 합동전문가회의가 1995년 6월 각료이사회에 제출할 보고서에 무역정책과 환경정책간 상호 영향을 미치는 이슈에 높은 우선순위를 두고 실질적인 내용이 담긴 결론을 포함시킬 것을 지시하였다. 이에 따라 OECD 무역·환경 합동전문가회의는 지난 1995년 5월 각료이사회에서 그 결과보고서를 제출하였다. 이 보고서에는 환경정책과 무역정책의 상호조화 노력, 환경상계관세 및 보호주의적 조치 불허, 수입국의 관할권 외의 환경문제해결 및 타국의 환경정책 변화를 목표로 한 무역규제 불허, 지구환경문제 해결을 위해 PPMs(Process and Production Methods)에 근거한 무역규제 검토, 투명성 확보, 상호 인증, 국경세 조정 등에 대한 검토, 환경관련 분쟁해결절차 등에 관한 논의 결과와 권고사항이 포함되어 있다.

1998년에 개최된 환경각료회의는 1997년 개최된 UN환경특별총회와 제3차 기후변화협약 당사국 총회의 결과를 이행하기 위해 회원국들이 추진해야 할 공동목표<sup>5)</sup>를 채택하였다. 1999년에는 지속가능한 개

발이라는 목표를 이행하기 위해 환경정책위원회를 중심으로 환경관련 논의가 진행되었다.

OECD는 다자간 무역체제의 강화를 위하여 WTO 등 관련 국제기구와 협조하여 무역과 환경, 환경보전 등에 관한 분석작업을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 OECD에서의 환경 및 무역 논의는 WTO와 달리 구체적인 사례분석 및 해석을 중심으로 진행되고 있으며, 도출된 결과를 WTO에서 논의하도록 유도하고 있다.

#### 나. OECD의 최근 논의동향

다음은 2003년 5월과 6월에 개최되었던 1차 및 2차 OECD 무역환경 위원회에서 논의된 내용을 요약하여 정리한 것이다.

##### 1) 1차 OECD 무역환경위원회 논의

###### 가) 환경상품의 정의에 대한 논의<sup>5)</sup>

선진국의 입장을 대변하는 OECD가 최근 환경상품에 대해서 내린 정의는 그 범위가 포괄적이라는 지적도 있으나, 일부 개도국들은 이것마저도 제한적이라고 비난하고 있다. 환경상품에 대한 명확한 정의가 없는 상황하에서는 환경상품의 관세자유화와 관련하여 국제적인 합의를 도출하기가 어렵다. WTO에서 환경상품의 범위 및 정의에 대한 합의가 이루어진다고 해도 현재 대부분의 국가들은 HS코드체계에 기반을 둔 분류코드체계를 보유하고 있고, 이 코드체계 범위 내에서 국가별 실정에 맞는 관세코드를 설정하여 이용하고 있다. 그러나 HS 코드는 6자리 숫자로 구성되어 있어 국제적으로 유통되는 단일품목에

5) 무역·환경연계, 다자간투자협정(multilateral agreement on investment), 기후변화협약에 선발개도국 참여문제, 공적개발원조의 증액 등이 포함됨.

6) 환경부 「OECD 무역환경공동작업반 자료」 내용을 요약·정리한 것임.

대한 특정코드를 제공할 수 없다는 문제점을 안고 있다. 이에 일본과 APEC의 제안서에서는 비분류(ex-heading)제품을 포함하고 있다. 따라서 WTO는 최소 비분류제품의 기술 및 부호화 절차의 일관성을 보장해야 할 필요가 있다. 그리고 신제품에 대해 HS코드부여기준이 불분명한 경우에는 하나의 상품에 두개 이상의 코드가 주어지는 경우가 발생할 수도 있기 때문에 WTO에서는 범용상품이나 환경적으로 우수한 제품 등에 대한 논의가 충분히 이루어져야 할 것이다.

#### ① 범용상품

환경보호 목적의 제품들은 원래의 목적 이외에 다양한 용도로 활용될 수도 있다. 예를 들어, 펌프·필터·소각로와 같은 제품들은 일부분만 환경목적으로 사용하고 다른 용도로 전환하는 경우가 많다. 그러나 범용상품이 관세와 연계될 때, 환경상품의 관세자유화 범위에 대한 입장이 국가마다 상이하므로 코드분류시 문제가 발생한다. 그래서 APEC은 HS코드에 'ex'를 추가하는 방식이나 제품의 사용용도에 근거하여 정의하는 방법을 제안하고 있다. 또 다른 대안은 환경라벨링을 부착하는 방법이 있다. 일반적으로 일괄 배송되는 제품은 제외하고, 고관세가 부과되는 제품에 대해 세금납부사실에 대한 증명수단으로 라벨이나 마크를 이용하고 있다. 마지막으로 최종용도에 따라서 제품을 차별화하는 것이다. 즉, 기술적인 방법으로 변경이 불가능하도록 제품의 특성을 변화시키는 방법이다. 대부분의 OECD 국가들이 낮은 관세를 적용하는 농업·어선용 디젤연료를 차별화하기 위해 녹색이나 적색 연료를 첨가하고 있다.

그러나 이러한 방법들은 사후감시 체제이거나 강제 집행되는 성격을 띠고 있어, 비용과 효율성 측면에서 문제가 있다. 결론적으로 다자통상체제는 제품이 최종용도에 맞게 분류될 여지와 다양한 방법을 제공하고 있다. 그러나 환경적 용도로 사용되지 않는 제품에 대해서 낮은 관세를 부과하는 것은 결국 수입국의 의지와 연결된다.

② 공장 및 제조설비

환경산업에 있어 특정유형의 공장설비에 대해 별개의 관세가 부과되어야 한다는 입장이다. 현재는 폐기물의 재활용이나 사후 오염관리 설비 등 공장설비에 대해 별도로 적용되는 관세가 없이 개별관세를 부과한다. 이 때 공장설비를 별도로 볼 때 ‘환경적’이라고 분류하기가 어렵고 공장건축이 특별한 프로젝트로 시행되는 경우에 특별관세율을 적용한다. 그래서 식품가공설비와 같은 몇몇 분야는 현행 HS코드체계 하에서 별도 관세를 부과하고 있다. 예를 들어, 재활용공장의 제조업체가 설비 또는 기술의 일부를 변경할 때 이 체계하에서는 관세목록상 변경할 필요가 없다는 장점이 있다.

③ 생산공정방식(PPMs) 관련 제품

특정상품을 PPMs에 따라 환경상품으로 지정하는 것에 대해 논란이 많다. 만약 PPMs에 의해 환경상품이 지정되는 경우에는 다자통상체제 전체에 대한 재고가 필요하다. 그래서 PPMs에 의해 제품을 구분하는 방식은 제한적으로 사용되어 왔다. 제품들간 물리적·화학적·기능적 차이에 의해 구분하는 것이 바람직하며 유사한 제품들은 입증 가능한 차이를 판별할 수 있는 검사를 시행하는 것도 가능하다.

④ 상대적 환경성능에 따른 제품차별화

OECD와 일본제안서에는 특정작업을 수행하는 데 특정기술을 이용하여 에너지 및 천연자원의 소모가 적은 제품을 환경상품목록에 포함하고 이러한 제품들에 대해 해당 HS코드의 별도 관세항목을 따로 규정할 것을 제안하고 있다. 그러나 기술이 끊임없이 발전한다는 것을 감안한다면, 시간이 흐름에 따라 제품의 환경성능이 상대적으로 변화할 수도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 환경성능기준에 따라 제품을 차별화하기 위한 분류기준을 최신화해야 하며 이를 위한 제도적인 체제가 마련되어야 할 것이다.

#### 나) 절차 및 제도상의 문제

상품분류문제를 해결하기 위한 대안으로 HS체계 개정과 제품분류에 따른 국내체계 동조화를 들 수 있다. 각 국가들은 HS체계의 개정을 선호하지만 HS체계를 개정하는 데는 여러 가지 장애요인이 있다. 먼저 세계관세기구(WCO: World Customs Organization)의 재검토 주기가 문제이다. WCO위원회는 보통 4년마다 HS체계를 개정하고, 회원국에 통보 후 2년차 3분기에서 3년차 4분기 사이에 시행된다. 그러나 현재 재검토 주기 일정으로는 HS체계를 바꾸는 것은 불가능하다. 그래서 HS체계의 시행주기를 단축하자는 논의가 대두되고 있다. 그러나 HS 조약의 첫 번째 및 두 번째 주기 동안 조약국의 45%와 58%만이 개정안을 시행했다는 사실을 고려할 때 시행주기의 단축은 문제의 해결책이라 보기 어렵다. WCO는 초안작성 시기를 4년에서 3년으로, 재검토 주기를 5년에서 4년으로 단축하자는 주장을 하고 있으나, 현재 진전되고 있는 상황을 보면 초안작성 시기가 단축되기보다는 오히려 연장될 가능성이 높다. WCO위원회가 조약국들에게 매년 관세 및 통계분류체계를 개정하도록 권고할 수 있으나 구속력이 없기 때문에 실효를 거두기는 쉽지 않은 것으로 보인다.

#### 2) 2차 OECD 무역환경위원회 논의<sup>7)</sup>

2003년 6월 2~4일에 프랑스에서 2차 OECD 무역환경위원회 회의가 개최되었다. 이 회의에서는 환경상품의 무역증진 방안과 환경라벨링의 시장접근 영향평가 등에 대해서 집중적인 논의가 이루어졌다.

#### 가) 환경상품의 무역증진방안

범용상품군과 환경친화상품군의 분류방안 모색을 위한 국제관세코

7) 환경부 「2003년 제2차 OECD 무역환경공동작업반 참가결과」 참조.

드 조정 협의가 있었으나, 2005년이 협상시한임을 감안할 때 코드조정은 장기간이 소요될 가능성이 있어 사실상 불가능하다는 이유로 다수 회원국에 의해 반대되었다. 한국, 멕시코, 체코 등 3개 선발개도국을 대상으로 환경상품(서비스) 무역증진에 대한 국가별 사례연구 초안이 설명·평가되었으며, 보고서 초안 내용의 정확성을 확인한 후에 2003년 11월에 개최되는 차기회의 때 향후 작업 내용을 논의하기로 하였다.

국제관세코드 조정에 있어서는 미국과 세계관세기구가 이에 대한 입장을 표명하였는데, 먼저 미국은 도하개발아젠다의 모든 협상시한이 2005년까지로 얼마 남지 않았기 때문에 장기간의 시간이 소요되는 국제관세코드 조정은 현실적으로 불가능하다는 입장이다. 또한 범용상품군의 환경상품 포함과 APEC 회원국간의 합의에 의해 작성된 APEC 환경상품 리스트를 환경상품 협상의 시발점(starting point)으로 이용할 것을 주장하였다. 이에 대해, 세계관세기구는 환경친화상품에 대한 현재의 국제관세코드의 분류기능이 휘발유자동차와 전기자동차 등 일부품목에 제한되기 때문에 범용상품과 환경친화상품을 분류하는 것은 현실적으로 불가능하다는 입장을 견지하였다.

국제관세코드 조정은 이와 같이 비실용성을 이유로 회원국간의 합의 도출이 어려울 것으로 전망됨에 따라, 관세코드 조정을 통한 범용상품군 및 환경친화상품군의 분류는 사실상 어려울 것으로 보인다.

#### 나) 환경라벨링의 시장접근 영향 평가

대부분의 회원국들은 선진국의 환경라벨링 기준이 개도국 상품의 선진국 시장접근에 부정적인 영향을 미친다고 지적하였다. 왜냐하면 복잡한 제도와 개도국의 인프라 부족, 환경라벨링에 대한 비용 증가, 현지사정을 고려하지 못한 유연성의 부족 등으로 인해 개도국들이 어려움에 직면하고 있기 때문이다. 이를 개선하기 위해서 환경라벨링 기준설정의 투명성 확보와 제도운영의 신뢰성을 구축하고, 공산품 관련 라벨링 이외의 수산물·임산물 등 비공산품 관련 라벨링의 표준화 확

립 등이 필요하다는 데 회원국 모두가 동의하였다. 그리고 이와 관련된 개선방안은 2003년 11월 차기 회의에서 논의하기로 합의하였다.

#### 4. 국제표준화기구(ISO)에서의 논의

환경보호를 위한 국가별 환경관련 규정과 표준이 국제무역의 중요한 기술장벽으로 등장함에 따라, 기업의 생산활동에 미치는 영향을 평가하고 기업자율적인 환경관리체제를 구축함으로써 환경보호와 개별적인 무역장벽 해소를 동시에 추구하려는 움직임이 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)를 중심으로 대두되었다. ISO는 표준화를 위한 국제기구로 1947년 2월 23일 설립되었다. 중앙사무국은 스위스 제네바에 있으며 국제규격의 제정과 출판을 담당하고 있다. 그러나 전기기술 문제는 이미 1906년 54개 회원국으로 출범한 국제전기표준회의(IEC: International Electrotechnical Commission)가 담당하고 있다. ISO의 법적 지위는 비정부 법인기관으로 이들이 제정하는 규정은 강제적인 채택사항은 아니며, 국가마다 대표적인 표준화 기관 1개만이 가입할 수 있도록 되어 있다. 현재 133개 국가가 회원으로 등록되어 있으며, 총회 아래 4개의 자문위원회와 18개국 대표로 구성되는 이사회가 있다. 이사회 산하에는 기술적 활동의 총괄기관인 기술관리평의회(TMB)가 있고 다시 TMB 아래에는 2개의 자문위원회, 국제규격원안을 비롯한 기술분야의 전문적 사항을 심의하는 186개의 전문위원회(TC) 및 576개의 소위원회가 있고, 2,097개의 그룹이 있다. ISO의 목적은 상품과 서비스가 국제적으로 용이하게 소통되도록 표준화를 추진하고 관련분야의 세계활동을 촉진하는 것이다. 현재 미국 ANSI, 영국의 BSI, 일본의 JIS 등이 회원기관이다.

1974년에 국제상공회의소(ICC)가 '전세계 산업계를 위한 환경지침'을 발표했는데, 이는 기업이 시행해야 할 최선의 환경보전·부하경감 대책은 각 기업의 자율적인 규제와 기준 설정하에 실시되어야 한다는

것이 기본 취지이다. 그리고 1989년에는 ‘환경감사 position paper’를 작성하여 기업 내부의 환경관리 기법으로 규정하고 개념과 기법을 체계적으로 정리했다. 그리고 다음해인 1990년 10월에 ‘지속가능한 발전을 위한 산업현장’(ICC 현장이라고도 함)이 발표되었으며, 이것이 오늘날 환경에 대한 관리·감사가 보편적으로 실시하게 된 계기가 되었다. 1991년 7월에는 ‘지속가능한 발전을 위한 산업계 회의(BCSD: Business Council for Sustainable Development)’가 국제표준화기구(ISO)에 대해 환경관리의 규격화를 요청하였으며, 이에 ISO는 국제전기표준회의(IEC)와 공동으로 ‘환경에 관한 전략자문 그룹(SAGE: Strategic Advisory Group on Environment)’을 설치하고 1992년 ISO 내부에 전문위원회(TC 207)를 두어 오늘날의 환경규격 ISO 14000 시리즈 제정을 검토하게 되었다.

한편, 유럽을 중심으로 한 선진국에서는 환경보전을 위한 각종 제도를 마련하려는 활동이 이미 활발히 진행되고 있었다. 즉, 1990년에는 유럽의 EU 이사회에서 환경관리·감사제도(EMAS: Eco Management and Audit Scheme)의 초안을 작성했다. 그리고 영국규격협회는 이러한 EU 이사회의 동향에 맞추어 환경관리시스템 규격인 BS 7750 완성안을 1992년 3월에 발표했다. 이 영국규격을 기초로 EMAS가 채택되어 1993년에 EU의 새로운 환경규격안이 발간되었다. 또한, 1992년에 브라질에서 개최된 ‘지구정상회의’에서 ‘환경과 개발에 관한 리우선언’이 선포되어 범지구적 차원의 환경보전 운동이 본격화되었다. 이후, 1995년에는 폐기물의 국제간 이동을 규제하는 바젤협약이 체결되고, 1996년에는 폐기물의 해양 투기를 규제하는 런던 협약, 오존층을 파괴하는 물질에 관한 몬트리올 의정서가 체결되는 등 국제 환경경영 규격인 ISO 14000 시리즈 제정의 분위기가 성숙되었다.

ISO 14000에 대한 구체적인 검토는 1992년 9월 국제표준화기구(ISO) 내에 환경경영 전문위원회(TC 207)가 설치되면서 본격화되기 시작했다. 본 기술위원회에서 검토된 환경규격안은 1993년 3월 캐나다

토론토에서 개최된 제1회 ISO 환경경영 총회(TC 207)를 비롯하여 1996년 6월 브라질 리우에서 개최된 제4회 ISO 환경경영 총회에 이르기까지 거듭된 보완작업 끝에 1996년 9월말 국제 환경경영체제 규격인 ISO 14001이 제정되었으며, 동년 10월에는 보완규격인 환경감사 규격 (ISO 14010, 14011, 14012)이 제정·공표되었다.

〈표 II-2〉 ISO 14000 시리즈 출현 배경 및 ISO/TC207 회의일정

시기	사건	주요내용	비고
1991	· ICC, BCSD	- ISO에 환경경영 국제표준화 작업 요청	
1991.2	· ISO 산하에 환경전략 자문그룹(SAGE) 설치	- 환경경영 국제표준 필요성 검토	ISO/IEC 공동
1992.6	· 지구 정상회의 (리우 회의)	- 환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발 (ESSD)* 선언 - 실천 프로그램 선언(의제 21)	브라질 리우
1992.10	· 환경전략 자문그룹	- ISO에 '환경경영 국제표준' 추진 기술위원회(TC 207) 설치 건의	SAGE 해체
1993.2	· ISO 환경경영 기술위원회 설치	- 국제표준 : ISO 18000 시리즈 - 주제별로 6개의 분과위원회	ISO/TC 207
1993.6	· 제1차 ISO/TC 207 총회	- 분과위원회별 활동계획 작성	캐나다 토론토
1994.5	· 제2차 ISO/TC 207 총회	- 국제 환경표준 시리즈 번호를 ISO 14000으로 변경	호주 브리스베인
1995.7	· 제3차 ISO/TC 207 총회	- EMS(14001)와 EA(14010) 국제표준을 DIS로 승인	노르웨이 오슬로
1996.6	· 제4차 ISO/TC 207 총회	- EMS/EA 국제표준 공표 결정 : 공표시기는 1996. 9 - 기타 논의사항 : EL, EPE	브라질 리우
1997.4	· 제5차 ISO/TC 207 총회	- 주요 논의사항 : EL, EPE, LCA	일본 교토
1998.6	· 제6차 ISO/TC 207 총회	- Type III Labelling, DfE 등 신규 표준화 논의	미국 샌프란시스코
1999.6	· 제7차 ISO/TC 207 총회	- DfE 신규 14000 표준화 이슈 채택	한국 서울
2000.6	· 제8차 ISO/TC 207 총회	- ISO 14001 수정 및 ISO 9000 규격과의 조화 논의	스웨덴 스톡홀름

주: ESSD는 Environmental Sound & Sustainable Development의 약어

ISO 14000 시리즈란 ISO/TC 207에서 환경경영에 대한 규격화를

추진하는 규격들의 일련번호로서 표준화가 추진되고 있는 7개의 주  
 제별로 10단위씩 번호가 부여된다. 이 중 ISO 14001 규격은 환경경영  
 체제 사용을 위한 세부지침이다. ISO 14000시리즈와 내용은 <표 II  
 -4>와 같다.

<표 II-3> ISO 14000 Family의 구성

규격명	정의	규격
환경경영시스템(EMS)	조직의 환경방침을 설정하고 이를 이행하 기 위한 요건을 규정	ISO 14001 ~ 14009
환경심사(EA)	조직의 환경경영 시스템에 대한 심사원칙, 심사절차와 방법, 심사원의 자격을 규정	ISO 14010 ~ 14019
환경 라벨링(EL)	제품의 환경성 인증과 용어표시 내용의 확인방법, 환경심볼에 대한 지침을 규정	ISO 14020 ~ 14029
환경성과평가(EPE)	환경방침을 달성하기 위한 산업별 내용의 확인방법, 환경심볼에 대한 지침을 규정	ISO 14030 ~ 14039
전 과정 평가(LCA)	제품의 설계, 생산, 유통, 소비, 재활용 폐 기 등의 전 과정에서 발생하는 환경영향 을 평가하는 방법에 대한 규격	ISO 14040 ~ 14049
제품의 환경표준 (EAPS)	제품규격 작성 시 고려해야 할 환경적합 성의 개념과 가이드라인을 규정	ISO 14050 ~ 14059
용어 및 정의(T&D)	환경 용어의 정의 및 수식기호에 대한 기 본 규격	ISO 14060 ~ 14069

ISO 14000 시리즈는 강제사항이 아닌 각 국가가 시행 여부를 판단  
 할 수 있는 권고사항이지만 일부 EU국가를 중심으로 강제 규격화하  
 려는 움직임이 있고, 사실상 소비 및 생산패턴에 영향을 주어 무역효  
 과를 초래할 가능성이 있다. 현재 많은 나라에서 ISO 14000 시리즈에  
 대한 인식이 확대되고 있으며 대부분의 기업이 이미 인증을 얻었거나  
 얻고자 노력하고 있으므로 앞으로 이에 대한 중요성이 더욱 커질 전  
 망이다.

### Ⅲ. 국내외 선행연구 개관

환경이 산업 및 무역에 미치는 영향과 관련해서는 국내외에서 적지 않은 논의가 있어왔다. 초기에는 자유무역과 환경문제간의 상호 영향에 대한 연구가 많이 이루어졌으나, 최근에는 환경오염 저감비용 및 환경규제가 국가경제의 각 부문에 미치는 효과들을 이론분석 모형과 실증 연구사례를 통해 검토하는 연구도 많이 이루어지고 있다.

그러나 본 연구에서 다루고 있는 환경세의 경제적 파급효과에 대해서는 그 중요성이 상당히 큼에도 불구하고 국내에서는 그동안 비교적 제한적으로 연구가 이루어져 왔다. 특히, 본 연구에서와 같이 환경세의 효과를 분석하기 위하여 서로 다른 동태모형을 이용한 기존연구는 극히 드물다. 그리고 환경세가 환경뿐만 아니라 경제성장, 산업 및 무역 부문의 경쟁력에 미치는 영향을 포괄적으로 검토하기 위해 이론 및 실증분석을 동시에 모두 수행한 연구는 찾아보기 어렵다. 환경세와 관련한 연구는 국내에서 1995년을 전후하여 에너지·탄소세에 대한 분석이 처음 시행되었는데, 탄소세의 경제적 영향은 부과대상, 부과시기, 에너지·탄소세의 크기, 대체탄력성 등에 따라 달라지는 것으로 나타나고 있다.

이 밖에도 온실가스 배출 저감정책의 실효성을 분석하고, 경제에 미치는 영향을 평가하는 논의들도 종종 기존 연구에서 다루어졌는데, 본 장에서는 이러한 논의들 즉, 환경에 대한 고려와 환경세를 비롯한 환경정책수단 등이 기업과 산업, 무역, 국제경쟁력 등의 경제부문에 어떻게 연관되는지에 대한 개략적인 연구결과들을 주제별로 나누어 정리하였다. 특히, 본 연구의 주제와 밀접한 관련이 있는 국내외 선행연구를 제1절과 제2절에서 구체적으로 살펴보고, 국내에서 논의되고 있는

기타 주제에 대해서는 나머지 절에서 간략하게 살펴보았다.

### 1. 환경과 무역 연계에 관한 연구

Joseph P. Kalt(1988)는 국제무역에 대한 Heckscher-Ohlin 모델을 사용하여 1967~1977년 기간에 78개의 산업을 대상으로 오염저감비용이 순수출에 미치는 영향을 회귀분석하였다. 그는 (i)산업 전반 (ii)제조업의 경우 그리고 (iii)화학 제품 이외의 제조업의 경우로 나누어 오염저감비용의 수준과 순수출간의 관계, 오염저감비용의 변화와 순수출 변화간의 관계를 검토했다. 결과적으로, Kalt는 78개의 산업에서는 통계적으로 유의하지 않은 음(-)의 관계를 발견하였다. 즉, Kalt의 결과는 오염저감비용 증가를 통한 오염저감비용 증가가 순수출에 부정적 영향을 미치는 증거가 있다는 것을 시사하고 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.

또한 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, 화학제품, 1차금속 산업이었다. 섬유와 전자산업은 탄력성은 높지만 오염저감비용이 적었다. 그리고 가구, 인쇄, 가죽 및 동종 제품, 조립 금속, 석유 및 석탄 제품을 포함하는 기타 여러 산업들의 탄력성

은 0에 가까웠다. 1973~1990년에 걸쳐, 이 탄력성은 거의 모든 업계에서 하락하였다. 결과적으로 Han과 Braden은 환경 규제가 제조업의 순수출에 부정적인 영향을 미쳤다고 결론짓고 있어 환경규제가 수출에 부정적 영향을 미친다는 일반적인 인식과 의견을 같이하고 있지만, 그 영향의 크기가 시간이 흐름에 따라 축소되고 있다는 결론은 그런 영향이 항상 부정적이고 유의하다는 일반적인 견해와 대립된다.

James A. Tobey(1990년, 1993년)는 Heckscher-Ohlin의 국제 무역 모형을 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, 화학제품 등 미국에서 오염저감비용이 큰 24개의 오염집약적 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. 즉, 환경정책의 엄격도 측정이 순수출 변화에 미치는 영향은 통계적인 유의성이 없다는 것이다.

Sorsa(1994)는 Low and Yeats(1992)가 분류한 환경민감산업을 대상으로 오염저감비용 증가가 국제무역에 미치는 영향을 실증 분석하였다. 동 분석은 오염저감비용 증가로 인해 환경민감산업의 무역활동이 위축되지 않았음을 실증하고 있다.

Robinson(1988)과 I. Kim and D. Kim(2002)는 산업연관표를 이용하여 오염방지 지출이 각 산업의 무역수지에 미치는 영향을 분석하였다. Robinson(1988)은 미국 산업분류 중 30개 업종에 대한 분석에서 오염방지지출이 무역수지에 부정적인 영향을 미치며 이는 무역규모에 따라 증가한다는 것을 보여주었다. I. Kim and D. Kim(2002)은 한국의 제조업 50개 분류에 따라 오염방지 지출이 무역수지에 미치는 영향

을 분석하였다. 동 분석은 오염방지 지출이 무역수지에 미치는 부정적 영향을 확인하였으며 그 규모 또한 선진국들의 경우보다 크게 나타남을 보였다.

강상인 외(2001)의 연구는 환경오염비용이 존재하는 경우 국제무역이 가져오는 환경·경제적 파급효과와 국제무역에 참여하는 교역당사국 일방이 오염자부담원칙을 수용할 경우 예상되는 환경 및 사회적 후생의 변화에 대한 기본명제들을 검증하여, 오염자부담원칙의 확대 수용에 대한 기본대응 입장을 정리하였다. 또한, OECD 회원국을 중심으로 한 선진국들의 오염자부담원칙의 수용 현황과 소득재분배 혹은 산업경쟁력 유지와 같은 비환경적인 정책목적을 고려하여 도입된 다양한 예외규정들을 정리함으로써 국내 관련 환경세제 도입은 물론 국제적인 환경세제 도입을 주장하는 선진국의 환경통상 압력에 적절히 대응할 수 있는 방안을 제시하였다.

강상인 외(2000)는 그간의 무역과 환경 연계논의가 정태분석을 중심으로 전개됨으로써 무역자유화의 동태적인 환경파급효과를 충분히 고려하지 못하고 있다는 문제의식에서 출발하였다. 여기서는 지속가능한 발전이란 큰 테두리 안에서 먼저 환경과 무역, 무역과 성장, 성장과 환경 사이의 상호관계를 살펴보고, 자유무역이 환경적 외부성에 미치는 파급효과를 분석하기 위하여 간략한 이론분석모형과 실증연구사례를 통해 검토하였다. 동 연구에서는 환경의 외부효과에 초점을 맞추어 환경과 경제성장 및 무역을 연계한 연구가 이루어졌다는 점에서 본 연구와 유사하다고 할 수 있으나, 본 연구와는 달리 환경세나 환경규제의 효과에 대한 주제는 다루어지지 않았다.

윤창인(2000)의 경우, 주요 수출대상 선진국들이 시행하고 있는 환경관련 무역장벽을 고찰하고 관련 조치가 우리의 산업 및 무역에 미치는 영향을 정성적으로 살펴보았다. 이를 위해 몇 가지 대표적인 사례를 선정하여 가설적인 시나리오 아래 계량분석을 시도하였다. 특히 ISO 14000시리즈의 비용, 독일 자동차 세제개혁에 따른 실효 수출가격

상승효과, 선진국의 자동차 연비 및 배출기준을 준수하기 위한 비용 등의 추정을 시도해 보았는데, ISO 14000의 경우는 대표적인 표본이 될 수 있다고 판단되는 주요 기업을 추출 설문조사를 통하여 ISO 14000 채택 및 운영에 따르는 비용을 추정하였다. 아울러 이와 같은 비용의 발생이 한국 제품의 수출에 미치는 영향을 국제환경규제의 무역효과 추정모형을 통하여 추정하였다. 이 연구는 최근의 주요 환경조치에 대한 부분적 분석과 함께 ISO 14000에 대해서는 그로 인한 전반적인 무역효과를 계략적으로 추정함으로써 선진국 환경조치의 영향에 대한 포괄적 이해를 도모하고 있다. 그리고 그 결과를 바탕으로 선진국들의 개별적인 환경규제조치에 대해 효율적으로 대응하기 위한 정책대안을 모색하고 있다.

본 연구와 비슷한 주제를 다룬 김향이(2000)는 환경문제로 인한 국제적 환경규제의 실태와 이들 환경규제가 우리나라의 무역 및 산업전반에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보고 그 영향을 극복하기 위한 대응방안을 모색하였다. 이를 위해 먼저 무역과 환경과의 관계를 정의하고, 국제적 환경규제의 논의로 국제환경협약, 국제환경관련기구 등에 대해 살펴보았다. 그러나 본 연구와는 달리, 김향이(2000)는 이론 및 계량분석모형을 제시하여 산업 및 무역에 미치는 영향을 분석하지 않았다.

김승진(1994)은 국제무역패턴이 환경오염에 미치는 영향과 국가별 또는 다자간 환경협약들이 국제무역패턴에 미치는 영향의 분석을 통하여 환경과 무역간의 갈등문제를 이론적으로 고찰하였다. 그리고 각국의 환경규제정책 및 국제적 환경협약의 특성과 앞으로의 전망에 관하여 논의하고 있다. 또한 무역과 환경간의 상관관계에서 비롯되는 여러 가지 국제적인 분쟁의 소지를 분석하고 이를 극복하기 위한 각국의 개별정책과 국제적인 노력으로 추진되고 있는 조치들의 특성을 검토한 후 그것들이 우리 기업의 국제경쟁력과 무역패턴에 미칠 영향을 분석하고 이를 바탕으로 우리나라의 무역 및 환경정책을 제시하였다. 특히 세계 각국의 정책과 국제적 협약들에 대응하여 우리 사회후생을 극

대화하기 위해 향후 우리가 취할 모든 정책들이 일관된 원칙 위에 세워져야 함을 강조하고 있다.

WTO 무역환경위원회의 주요 의제 중 하나인 환경관련 무역조치와 국경세조정에 대한 연구는 이호생(1995)에 의해 이루어졌다. 그는 현 무역규범 하에서의 국경세조정 규정을 살펴봄으로서 환경세에 대한 효과 및 경쟁력에 대한 영향을 파악하고자 하였다. 그리고 현재까지의 무역-환경 분쟁사례를 중심으로 논의된 각 주제와 관련된 주요 이슈들을 고찰해 봄으로써, 앞으로 점차 심도를 더해가며 진행될 WTO에서의 무역-환경 논의를 이해하고 이에 대한 대응방안에 대해 논의하였다.

## 2. 환경규제와 기업 및 국가경쟁력간의 연관관계 연구

환경규제와 R&D에 관한 기존의 연구들은 기업들이 오염저감비용을 감소시키기 위한 R&D 지출을 수행할 것인가에 대해 초점을 맞추어왔다. 선행연구들은 정부가 직접적으로 오염규제를 하는 경우보다 기업 스스로에게 오염규제 인센티브를 제공하는 환경정책하에서 기술혁신이 발생할 가능성이 높음을 밝혔다. 또한 환경규제의 엄격성과 R&D 증가에 대한 인센티브 사이에 양(+)의 관계가 있다는 것을 규명한 연구도 있었다. 예컨대, Oates, Palmer and Portney(1993)는 완전경쟁 산업에서 환경세율의 인상이 기업으로 하여금 보다 효율적인 오염저감 기술을 채택하도록 인센티브를 제공한다는 것을 보여주었다.

반면, Schmalensee(1994)는 환경규제가 강화될수록 환경규제에 따른 R&D 지출도 증가할 것이지만 이 증가는 보다 수익성이 높은 부문의 R&D 지출을 줄이는 부정적인 효과가 있을 수 있음을 강조하였다. 또한, McCain(1978)은 기업의 오염방지를 위한 투자가 정부의 오염규제기준을 보다 강화할 것이라고 기업이 예상한다면 기업이 효율적인 오염저감기술을 채택하거나 기술혁신을 위해 투자하는 것을 꺼려할 것이라고 주장하였다.

환경규제의 강도와 새로운 기술개발 사이의 관계에 대한 실증연구는 Lanjouw and Mody(1993)가 최초이다. Lanjouw and Mody(1993)는 오염저감비용이 환경기술관련 특허에 미치는 영향을 분석하였는데 그들에 따르면 오염저감비용의 증가는 1년 혹은 2년 시차로 새로운 환경기술의 특허를 증가시킨다는 것이다.

한편 Jaffe와 Palmer(1994)는 1976~1989년의 미국의 공해방지비용 지출과 R&D 지출, 그리고 특허건수와의 관계를 산업별 패널데이터를 이용하여 분석하였다. 그들은 공해방지비용 지출의 증가가 R&D 지출과 관련이 있음을 보여주었다. 그러나 공해방지지출 비용의 증가가 특허출원건수를 증가시키는 것과 같은 기술혁신을 초래한다는 것에 대해서는 증거가 없다고 말하고 있다. Jaffe와 Palmer(1996)는 단지 환경관련 R&D 지출뿐만 아니라 미국의 민간 전체의 산업별 R&D 지출과 오염방지 지출간의 관계를 분석하고, 나아가 특허출원건수와 오염방지 지출간의 관계도 분석함으로써 민간의 기술혁신과 산업경쟁력이 오염방지 지출로 인해 어느 정도의 영향을 받는지를 포괄적으로 분석하였다.

한편, 국내의 선행연구로 강만옥·차근호(1997)는 환경선진국과 우리나라를 대상으로 환경기준 강화와 관련하여 기업의 경쟁력, 더 나아가서 국가의 경쟁력이 어떻게 영향을 받는지 살펴보고 있다. 이는 환경기준 강화가 기업 및 국가의 경쟁력을 저하시킴으로서 경제성장의 둔화와 순수입 감소와 같은 피해를 가져온다고 주장하는 전통적 견해를 비판하는 새로운 수정이론을 근거로 하고 있다. 여기서는 환경기준 강화에 따른 국제무역추이의 변화, 그리고 생산성에 미치는 영향을 중심으로 살펴보고 환경기준 강화에 따른 기업 및 국가의 경쟁력강화를 위해 정책시사점을 제안하였다.

환경규제 강화와 관련하여 경쟁력에 어떤 영향을 미치는지를 다루고 있는 연구는 위 연구에 이어서 강만옥·임현정(1999)에 의해서 다시 이루어졌다. 먼저, 환경규제와 경쟁력간의 논의 내용을 고찰하기 위

하여 경쟁력의 개념을 기업·산업·국가경쟁력으로 나누어 정의하고 환경규제와 경쟁력간의 기존 실증연구 결과를 환경규제와 국제무역, 투자, 생산성 및 경제성장의 측면으로 나누어 정리하였다. 그리고 무역 성과 측정방법 및 생산성 측정방법, 그리고 환경정책의 경제적 효과 모델링 방법을 중심으로 경쟁력 측정방법을 비교·평가하였다. 실증분석 부분에서는 먼저 우리나라를 포함한 주요 선진국의 환경규제 변화 추이를 개관하고, 환경규제와 무역과의 관계를 점유율변동지수와 RCA(Revealed Comparative Advantage)지수를 중심으로 살펴보고, 환경규제와 생산성 관계를 기존의 측정방법과 환경을 고려한 수정된 총요소생산성으로 나누어 고찰하였다. 또한, 동 연구에서는 환경지출 비용과 기업의 R&D관계를 실증적으로 분석하였는데, 이러한 실증분석 결과를 바탕으로 우리나라의 경쟁력 강화를 위한 환경정책 방향을 제시하였다. 동 연구는 본 연구의 실증분석부분과 유사한 주제를 다루고 있으나, 본 연구에서는 다른 자료와 분석모형을 사용하였으며, 분석결과에 있어서도 다르다는 점에서 차이가 있다.

전경원(1995)의 경우, 국제적 환경문제에 대해 구체적으로 논의하고 여러 부문에 걸쳐 전개되고 있는 환경규제의 동향을 세밀하게 나누어 분석하였다. 그리고 이러한 환경규제의 움직임이 경제전반 및 기업에 미치는 영향을 분석하고, 각 산업별 대응방안을 정부 및 기업의 입장에서 제시하였다.

### 3. 에너지·탄소세의 활용과 영향에 관한 분석

오진규·조경엽(2001)의 연구는 온실가스 감축을 위한 경제수단의 하나인 에너지·탄소세의 활용과 이에 따른 다양한 이슈들을 분석하는 것을 목적으로 하고 있다. 먼저, 기후변화문제를 지속가능한 개발의 관점에서 재조명하기 위해 기후변화의 주요 이슈, 기후변화협약 및 교토의정서와 지속가능한 개발의 관계, 외국의 에너지·탄소세 현황, 그

리고 에너지·탄소세 관련 국내외 연구를 개괄적으로 정리하였다. 지금까지 온실가스 감축과 관련된 기존의 대부분의 연구는 온실가스 감축에 따른 GDP 손실, 톤당 저감비용 등 효율성 측면에 분석의 초점을 맞추어 왔다. 그러나 동 연구에서는 에너지·탄소세를 활용한 온실가스 저감정책의 거시적 영향뿐만 아니라, 에너지·탄소세의 세대간, 계층간 형평성 문제를 분석하기 위하여 세대중복형 일반균형모형(OGM: Overlapping Generation Equilibrium Model)을 구축하였다. 기존의 세대중복모형은 대부분 세계개편, 국민연금 등 재정책 분야에 국한하여 분석이 이루어져 왔으며, 또한 온실가스 감축정책에 따른 소득재분배효과를 분석한 연구는 전무한 상태라는 점에서 동 연구의 의미를 찾을 수 있다. 따라서 동 연구에서는 온실가스 감축에 따른 비용 최소화 문제에서부터 소득재분배라는 형평성 문제까지 분석의 범위를 확장하였고, 세대별·소득계층별 분석과 함께 주요 거시지표에 대한 영향, 에너지 소비에 대한 영향, 산업에 대한 영향 등을 분석하였다.

한편, 강윤영(1998)은 이산화탄소의 배출, 에너지의 사용과 거시경제 및 개별 산업부문간의 상호작용을 분석할 수 있고, 이산화탄소 배출 억제를 목표로 하는 환경정책에 따른 경제적 영향을 계량화할 수 있는 한국경제의 다산업부문 동태적 연산 일반균형모형을 개발하였다. 동 모형을 사용하여 이산화탄소 배출억제를 위한 정책수단별, 정책목표별, 조세수단의 세수입의 활용방법별로 정책실험을 수행하여 이산화탄소 배출억제가 우리나라의 산업에 미치는 효과를 분석하였다. 동 연구에서 개별산업에 미치는 파급효과는 산업부문별로 차이가 큰 것으로 나타나고 있다. 특히, 에너지산업이나 에너지다소비산업(기초화학산업, 운송 및 보관업, 철강산업, 건설업 등)의 생산 감소가 다른 산업에 비해 상당히 큰 것으로 나타나고 있다. 따라서 저자는 산업별 생산 감소, 즉 산업간에 경제적 부담의 현격한 차이는 산업간에 형평성의 문제를 야기시킬 소지가 있어 에너지탄소세를 도입할 때 특히, 도입 초기에는 이들 산업에 대해서는 어느 정도의 배려가 필요하다는 점을

지적하고 있다. 또한, 저지는 향후 산업간의 형평성 문제를 완화할 수 있는 세율 차별화, 조세환급 및 감면 등에 관한 연구가 수행되어야 한다고 주장하고 있다.

#### 4. 에너지·경제·환경시스템의 모형화에 관한 연구

강승진(1999)은 우리나라의 에너지 사용으로부터 발생하는 이산화탄소배출 감축정책의 효과를 분석하기 위하여 새로운 연산 일반균형 모형을 개발하여 분석하였다. 모형은 다부문 축차적 동태모형으로, 2030년까지 매 5년 단위로 GDP를 비롯한 경제변수, 에너지소비, 이산화탄소 배출량을 전망할 수 있도록 설계되어 있다. 이 연구에서는 우리나라의 온실가스 감축을 위한 세계 단일 탄소세 도입, 국내정책 수단만으로 주어진 온실가스 배출목표 설정, 그리고 국제 배출권거래제 도입 등 세 가지의 온실가스 감축정책 시나리오를 분석하였다. 분석결과 첫째, 우리나라의 이산화탄소 한계감축비용이 세계 수준보다 높으며, 국내의 이산화탄소 배출은 계속 증가할 것이라는 결과를 제시하고 있다. 둘째, 국내 정책수단만으로도 1995년 또는 2000년 수준으로 온실가스 배출목표를 설정할 경우에는 감축비용이 매우 높으며, 경제에 미치는 영향도 매우 클 것으로 나타나고 있다. 셋째, 우리나라의 시나리오 배출목표 설정시, 국제 배출권거래제에 참여함으로써 비록 배출권 구입을 위하여 상당한 비용을 지불해야 하나 경제에 미치는 충격을 완화할 수 있다는 결과를 제시하고 있다. 동 연구의 결과를 종합해 보면, 우리나라의 온실가스 감축의무 부담시, 국내 정책수단만으로 대응하는 것은 우리 경제에 큰 부담이 된다고 하겠다. 따라서 온실가스 감축의무 부담 시에는 국제 배출권거래제 도입, 온실가스 감축 공동이행, 청정생산기술개발 등 교토의정서 메커니즘을 적극 활용하여 비용 효율적으로 온실가스를 감축할 필요가 있으며, 배출목표 수준이 바로 배출권 구입 또는 판매 수준을 결정하므로, 배출목표 설정에 있어서 신중

하게 대처할 필요가 있다고 주장하고 있다.

국내에서 온실가스 배출 저감을 위해 개발된 여러 가지 정책수단을 대상으로 그 실효성에 대한 평가는 부경진(2002)의 연구에 의해 이루어졌다. 이전까지는 그 동안 제기된 여러 가지 저감수단과 정책들에 대한 미시적인 분석도구를 이용하여 교토메커니즘과 기타 정책수단들에 대한 경제적 분석이 이루어져 왔으나, 동 연구는 동태적 분석을 위해 CGE 등 시뮬레이션 모형이 개발되어 정책수단에 대한 다양한 분석이 시도되었다는 점에서 의미가 있다. 동 연구는 4개의 기본 시나리오와 2개의 파생 시나리오 등 총 6개의 탄소세 시나리오를 설정하여 정책 시뮬레이션을 실시하였다. 4개의 기본 시나리오는 단순히 탄소세를 탄소톤당 5, 10, 15, 20만원을 부과하는 것이고, 파생 시나리오는 10만원의 탄소세를 부과하는 경우 거둬들인 탄소세 수입을 재투자하되 환경과 신재생에너지원에 투자하는 두 가지를 상정하였다. 6가지 탄소세 시나리오를 바탕으로 실시된 정책시뮬레이션 분석으로부터 얻은 몇 가지 중요한 사항은 다음과 같다. 첫째, 일반적으로 인식하고 있는 바와 같이 연료의 탄소함량에 비례하여 탄소배출량이 저감되기는 하나, 오히려 연료가격에 반비례하여 연료별 탄소배출량이 저감된다는 것이다. 즉, 탄소세의 인상에 따라 이산화탄소 배출량이 저감규모가 체감하는 현상을 보이는데, 이는 탄소세를 두 배로 인상하여도 이산화탄소 배출량이 두 배로 줄지 않는다는 것이다. 둘째, 탄소세를 부과함에 따라 에너지 원단위(energy intensity)도 장기적으로 저감되는 현상을 보여주고 있다. 셋째, 모델구조의 특성에 기인하는 것이지만 동 연구에서의 탄소세의 경제적 충격은 비교적 큰 것으로 나타났다.

## 5. 환경규제의 국제적 동향과 그 대응책에 관한 연구

박성익(1997)은 다각적으로 논의되고 있는 무역-환경문제의 중요성에 비추어 취할 수 있는 하나의 정책대안에 대해서 검토하였다. 그것

은 일부에서 거론되고 있는 세계환경기구(WEO: World Environment Organization)의 설립구상에 대해 긍정적으로 참여하자는 것이다. 이 제안의 이론적 근거를 제공하기 위하여 동 연구는 지금까지의 무역-환경 논의 전개과정을 비판적으로 살펴보고 있다. 구체적으로 우선 무역-환경문제가 대두된 배경을 언급한 후 환경과 관련한 무역조치가 어떠한 경우에 정당화될 수 있는지를 고찰하였다. 또한, WTO 내 CTE에서 다루는 이슈와 논의의 전개과정을 살펴보고, 정당성의 관점에 비추어 CTE에서 전개되고 있는 논의를 비판하였다. 그러나 CTE에서 다루고 있는 모든 의제를 동시에 다루는 것은 제약이 있으므로 분야를 다소 한정하여 WTO체제가 갖고 있는 기본적인 한계를 중심으로 언급하고 있다. 이러한 한계는 자연스럽게 Esty(1994) 등이 주장하고 있는 세계환경기구의 설립 주장과 연관이 되고 있다. 이러한 이론적 근거를 바탕으로 우리나라도 장차 가시화될 가능성이 있는 WEO 설립 구상에 참여할 것을 제안하고 있다.

한편, 박근수(1998)는 최근 환경문제와 관련하여 일어나는 국제환경규제 동향의 내용과, 국제적인 환경협약 중 우리나라에 미치는 영향이 클 것으로 예상되는 그린라운드와 기후변화협약에 관하여 살펴본 후, 이러한 국제적인 환경규제 움직임이 우리 경제에 미치는 영향과 그 대응책에 관하여 논의하였다. 저자는 국제적인 환경규제 움직임을 국내산업 및 무역정책에 수용하여 그 충격을 최소화하고 이를 산업경쟁력 제고의 기회로 적극 활용하기 위해서는 환경외교를 강화하여 향후 전개될 국제규제동향을 사전에 입수하여 이를 면밀히 분석하고 우리 산업에 미치는 영향을 파악하고 철저한 대응책을 수립하여야 할 것을 주장하고 있다. 저자는 또한 우리나라가 책임있는 국제사회 구성원의 일원으로서 국제적인 환경보호 노력에 적극 동참함은 물론, 국민의 삶의 질을 높인다는 차원에서도 환경보호를 위해 종합적이고 실효성 있는 대책을 수립하여 실행할 것을 주장하고 있다.

지금까지의 환경규제와 관련한 국제적 논의에 대해 최병선(1995)은

4가지 이슈로 구분하여 알기 쉽게 정리하였다. 또한, 저자는 정책평가의 시각에서 환경규제에 대한 국제적 논의가 예상외로 빠른 진전을 보이고 있는 배경과 이유를 규명하고 있다. 이와 같은 분석을 통하여 저자는 자유무역과 환경규제가 양립가능하다고 보는 자유무역지향적 패러다임이 이 문제에 대한 지배적 패러다임(dominant paradigm)으로 자리 잡아가고 있음을 밝히고 있다. 이에 대한 시사점으로서 저자는 우선 환경을 이유로 또는 공정무역의 논리에 입각하여 선진국이 개도국에 대하여 일방적으로 무역제제조치를 취하는 것을 허용하는 방향으로 논의가 진전되지 않는 것이라는 점과, 그럼에도 불구하고 우리나라는 국제환경문제의 해결에 좀더 적극적으로 대응해 나갈 필요가 있다는 점을 제시하고 있다.

정은경(1998)은 WTO체제를 중심으로 무역-환경논의가 일어나게 된 배경에 대해서 살펴보고 환경규제에 대한 국제적인 논의 및 국제환경협약의 동향에 대해 논의하였다. 그리고 이러한 국제환경규제와 향후 국제통상 질서의 변화에 따른 우리나라의 환경산업의 변화와 환경규제가 우리 경제에 미치는 영향을 분석하였다. 저자는 또한 우리의 실정에 적합한 환경-무역규제에 대한 대응방안을 주요 산업별로 제시하였다.

## IV. 환경세가 산업경쟁력, 경제성장 및 무역에 미치는 영향에 대한 이론분석<sup>8)</sup>

### 1. 환경세가 산업경쟁력 및 경제성장에 미치는 영향

환경세가 산업경쟁력 및 경제성장에 미치는 파급효과에 있어서 단기 및 중장기적 영향을 각각 분석하기 위하여 경제성장모형을 사용하여 정태(static) 및 동태(dynamic)분석을 모두 시도하고자 한다.

오염은 생산과정에서, 특히 에너지와 같은 물적자본(physical capital)을 사용하는 과정에서 발생하는 것으로 가정한다. 그리고 여기서 ‘환경세’라 함은 환경오염의 사회적 외부비용(social external cost)을 내재화(internalize)하기 위한 피구세(Pigouvian tax)의 개념으로서, 공장에서 배출되는 오염에 대해 부과되는 배출부과금과 같이 환경오염을 저감시키기 위해 부과되는 세금을 의미한다.

또한, 경제성장모형을 사용하여 환경세가 산업경쟁력 및 경제성장에 미치는 효과를 분석함에 있어서 산업별로 다른 결과가 나오는지 알아보기 위하여 두 가지 다른 모형을 사용하고자 한다. 즉, 오염유발 산업의 사례로서 에너지와 같은 물적자본을 집중적으로 사용하는  $Ak$  모형을 사용하고, 기술진보가 생산성을 향상시켜 에너지를 절약할 수 있는 친환경적인 산업의 사례로서 기술진보 모형을 사용한다. 따라서 위의 두 가지 모형에서 각각 환경세가 산업경쟁력 및 장기적인 경제성

---

8) 본장에서 나오는 수식결과에 대한 자세한 도출과정은 <부록 1>에 수록하였다.

장에 미치는 영향을 분석하고 그 결과를 비교함으로써 시사점을 도출하고자 한다. 그리고 산업경쟁력이란 개념에 대해서 엄밀한 정의가 내려져 있지 않고 산업경쟁력을 결정하는 요소가 다양할 수 있지만, 여기에서는 개념을 단순화하여 생산성이 산업부문의 경쟁력을 대표한다고 가정한다.

#### 가. $Ak$ 모형 : 환경오염유발산업의 사례

신고전학파(Neoclassical)의 외생적(exogenous) 경제성장모형이 경제가 성장하는 요인 등에 대한 경제현실을 잘 설명하지 못하는 한계에 직면하면서 1980년대 중반부터 경제성장의 원동력을 경제의 내생적인 요인에서 찾는 새로운 경제성장이론이 등장하기 시작하였다. 이들 중  $Ak$  모형은 물적자본(physical capital)을 사용하는 생산함수가 규모수익불변(constant returns to scale)인 모형을 제시하여 자본의 한계수확체감(diminishing returns to scale)의 문제를 극복함으로써 신경제성장이론에 공헌한 모형이다.

본 연구에서는  $Ak$  모형에 환경변수를 도입한 모형을 개발하여 환경세를 부과하는 경우 자본의 생산성에 미치는 영향을 분석하고 지속 가능한 경제성장이 이루어질 수 있는가를 살펴보고자 한다. 본 연구에서 사용하는 모형을 소개하기 위하여 모형의 기초가 되고 있는 가정을 설명하면 다음과 같다.

생산함수는 Rebelo(1991)에서와 같이 생산기술이 자본에 대해 규모수익불변이라고 가정하는데, 본 연구에서 사용되는 모형이 Rebelo(1991)와 다른 점은 전체 자본의 일부만 생산에 투입되며, 소비자 효용이 오염수준에 의해 영향을 받는다는 것이다. 오염은 기본적으로 생산과정에서 배출되는 부산물이라고 정의하고, 전체 자본 중 생산에 사용되지 않은 나머지는 환경오염 방지를 위해 배분된다고 가정한다. 따

라서 오염은 생산량이 많을수록, 생산에 투입되는 자본의 배분비율이 높을수록 증가한다. 생산된 최종생산물(final output)은 소비되며, 나머지는 자본축적을 위한 투자에 배분된다. 대표적 소비자의 효용은 소비 및 오염수준에 의해 결정되며 소비가 많을수록, 오염이 적을수록 증가한다고 가정한다. 이러한 가정하에서 social planner의 목적은 대표적 소비자의 평생효용을 극대화하는 것이다. 이를 수식으로 표현하면 각각 다음과 같다.

우선 자본에 대해 규모수익불변인 생산함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y = f(z, k) = Azk \\ 0 \leq z \leq 1$$

여기서,  $A$ 는 생산성을 나타내는 모수이고,  $k$ 는 물적 자본이며,  $z$ 는 전체 자본 중 생산요소로 투입되는 비율을, 그리고  $(1-z)$ 는 전체 자본 중 오염방지에 배분되는 비율을 의미한다.

생산량 수준 및 전체 자본 중 생산과 오염방지에 배분되는 비율에 따라 결정되는 오염배출량은 다음과 같은 함수관계에 의해 결정된다고 가정한다.

$$x = g(z, 1-z, y) = z^\beta \cdot y = Az^{\beta+1}k, \beta > 0$$

소비 및 오염수준에 따라 결정되는 대표적 소비자(representative consumer)의 효용함수는 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$U(c, x) = \frac{c(t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi x(t)^\gamma}{\gamma}, \quad \sigma > 0, \gamma > 1, \phi > 0$$

여기서  $c(t)$ 는  $t$ 기의 소비를 나타내며,  $x(t)$ 는  $t$ 기의 생산과정에서 배출되는 오염수준을 나타낸다. 그리고  $\sigma$ 는 소비의 한계효용 탄력성,  $\gamma$ 는 오염의 한계비효용 탄력성,  $\phi$ 는 소비와 오염에 대한 효용의 가중치를 의미하는 모수들이다. 위의 효용함수를 보면 소비는 효용에 긍정적인 영향을 미치는 반면, 오염은 효용에 부정적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 특히, 위에서 제시한 효용함수는 소비와 오염에 대하여 비동조적(non-homothetic)이다. 동조적(homothetic) 효용함수는 환경의 질에 대한 소득탄력성이 단일(unitary)하다는 것을 의미하기 때문에 비동조적 효용함수는 경제성장의 결과 소득수준이 달라짐에 따라 환경의 질에 대한 선호도가 달라진다는 것을 시사한다고 할 수 있다.

생산된 최종생산물 중 소비된 나머지는 물적자본의 축적을 위해 투자되며, 이를 수식으로 나타내면

$$\dot{k} = y - c$$

와 같으며, 여기서  $\dot{k}$ 는  $\frac{dk}{dt}$ 를 의미한다.

#### 1) Social planner's problem

위에서 제시한 모형에서 환경세가 생산성 및 경제성장에 미치는 영향을 분석하기 이전에, 최적 환경세를 도출하기 위해서는 우선 social planner의 입장에서 접근해야 할 것이다. 그 이유는 주어진 모형이 특정 조건들을 만족할 경우에는 welfare theorem에 의해서 완전경쟁시장의 균형이 곧 파레토(Pareto) 최적이 되지만, 본 모형에서는 환경오염의 외부효과가 존재하여 welfare theorem이 적용되지 않기 때문이다. 따라서 우선 social planner의 입장에서 사회최적의 解를 구한 다음,

시장경제에서 시장균형과 사회최적이 일치하도록 유인하는 최적 환경세를 구하고 환경세가 산업경쟁력 및 경제 성장에 미치는 영향을 분석하고자 한다. Social planner의 목표는 무한한 생명을 가진(infinitely lived) 대표적 소비자의 평생효용(lifetime utility)을 극대화하는 것으로서 social planner's problem을 요약하면 다음과 같다.

$$\max \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left[ \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \phi \frac{x^\gamma}{\gamma} \right] dt$$

$$s. t. \quad \dot{k} = Azk - c$$

$$x = Az^{\beta+1}k$$

여기서  $\rho > 0$ 은 시간선호율(rate of time preference)을 나타낸다.

Social planner의 입장에서 최적조건을 구하여 도출한  $z$ 의 최적 값은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$z = \begin{cases} 1 & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi} (Ak)^{\gamma-1} \\ [\lambda \phi (Ak)^{1-\gamma}]^\eta & \text{if } \lambda < \frac{1}{\phi} (Ak)^{\gamma-1} \end{cases}$$

$$\text{where } \eta = \frac{1}{\gamma(\beta+1)-1}, \quad \phi = \frac{1}{\phi(\beta+1)}$$

위 수식이 시사하는 바는 오염방지를 위한 물적자본의 배분비율이 모든 자원을 생산에 투입했을 때 얻을 수 있는 잠재생산량(potential output)이 특정 값의 생산량 기준과 비교하여 미달 또는 초과하느냐에 따라 달라질 수 있음을 보여주고 있다. 즉, 위의 수식은 경제성장력을 나타내는 잠재생산량이 특정 기준치에 미달하는 경우에는 오염방지보다 생산에 모든 자원(자본)을 투자하는 것이 최적이라는 결과를 보여주고 있다.

대표적 소비자의 효용극대화를 위한 최적조건들과 본 모형에서 주어진 자본의 축적과정(law of motion), 생산함수, 오염배출함수, 그리고 transversality condition 등을 이용하면 사회최적의 解를 구할 수 있는데, 결론적으로 social planner의 입장에서 도출한 자본 및 소비의 증가율은 각각 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\dot{k}}{k} = \begin{cases} A - \lambda^{-\frac{1}{\sigma}} k^{-1} & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\psi} (Ak)^{\gamma-1} \\ A[\lambda\psi(Ak)^{1-\gamma}]^{\eta} - \lambda^{-\frac{1}{\sigma}} k^{-1} & \text{if } \lambda < \frac{1}{\psi} (Ak)^{\gamma-1} \end{cases}$$

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \left( \frac{\beta}{\beta+1} \frac{y}{k} - \rho \right) = \frac{1}{\sigma} \left( \frac{\beta}{\beta+1} Az - \rho \right)$$

위의 수식에서 보는 바와 같이 자본이나 소비의 증가율은 장기적으로 일정하지 않고 점차 감소하여 지속적인 경제성장이 이루어지지 않음을 알 수 있다. 장기적으로 지속적인 경제성장이 이루어지기 위해서는 위의 수식에서 자본의 한계생산성( $r = \frac{\beta}{\beta+1} Az$ )이 시간선호율  $\rho$ 보다 큰 일정한 양(+)의 값을 유지하여야 한다. 그러나 본 모형에서는 장기적으로 오염방지에 투입되는 자본의 배분비율이 증가함(즉,  $z$ 가 감소함)에 따라 자본의 한계생산성이 점차 낮아져 0(zero)으로 접근하기 때문에 균형상태(steady state)의 경제성장률은 0(zero)이 되는 결과가 나온다. 따라서 본 연구의 모형에서와 같이 환경오염의 외부효과를 고려할 경우, 생산함수가 자본에 대해 규모수익불변이면 지속적인 경제성장이 이루어진다는 가설(Rebelo(1991))은 성립하지 않음을 알 수 있다.

따라서 경제성장률이 0(zero)이 되는 균형상태에서의 자본의 한계생산성( $r$ ), 생산에 투입되는 자본의 배분비율( $z$ ), 자본스톡( $k$ ) 및 소비수준( $c$ )은 위의 수식으로부터 도출할 수 있으며, 그 값은 각각

다음과 같다.

$$r^* = \frac{\beta}{\beta+1} A^{\frac{\beta}{\beta+1}} k^{-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} = \left(\frac{\beta}{\beta+1}\right) A z^* = \rho$$

$$z^* = \frac{\beta+1}{\beta} \frac{\rho}{A} < 1$$

$$k^* = [\psi A^{1-\gamma-\sigma} (z^*)^{1-(\beta+1)\gamma-\sigma}]^{\frac{1}{\gamma+\sigma-1}}$$

$$c^* = A k^* z^*$$

위의 수식에서 볼 수 있듯이, 본 모형에서의 자본의 한계생산성은 Rebelo(1991)에서와 같이 환경오염의 외부효과를 고려하지 않고 모든 자본을 생산에 투입할 때의 값( $A$ )보다 작다. Social planner의 입장에서 환경오염의 외부효과를 고려할 때 자본의 한계생산성이 낮아진다는 결과는 결국 시장경제에서 정부가 사회최적을 실현하는 환경세를 부과할 경우 산업경쟁력을 결정하는 한 요소인 자본의 한계생산성이 필연적으로 낮아질 수밖에 없음을 시사한다.

## 2) 환경세가 생산성 및 경제성장에 미치는 영향

### 가) 정태분석

정태분석을 위한 모형에서는 자본의 축적을 위한 투자가 이루어지지 않으므로 최종생산물은 모두 소비된다고 가정한다. 따라서 소비 및 생산함수는 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$c = y = Azk$$

앞에서 제시한 모형에서와 같이, 전체 자본 중  $z$ 는 생산에 투입되는

비율,  $(1-z)$ 는 오염방지에 투입되는 비율을 나타낸다. 또한, 생산량 및 전체 자본 중 오염방지에 투입되는 비율에 의해 결정되는 오염배출량은 다음과 같은 함수관계로 나타낼 수 있다.

$$x = z^\beta y = Az^{\beta+1}k$$

정태모형에서의 효용함수는 앞에서 제시한 순간효용함수와 같으며 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$U = U(c, x) = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi x^\gamma}{\gamma}$$

위의 효용함수에 소비함수와 오염배출함수를 대입하면 social planner's problem을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\max_{z \in [0, 1]} \frac{(zy_p)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi(z^{\beta+1}y_p)^\gamma}{\gamma} \quad \sigma > 0, \gamma > 1$$

여기서  $y_p$ 는 모든 자본을 전부 생산에 투입할 때 얻을 수 있는 잠재생산량( $y_p = Ak$ )을 나타낸다.

시장균형이 사회최적이 되도록 하는 환경세를 구하기 위하여 위에서 제시한 모형을 우선 social planner의 입장에서 분석한 결과를 요약하면 사회최적의 생산 및 소비량과 오염배출량의 값은 각각 다음과 같다.

$$\begin{aligned} c^*(y_p) = y^*(y_p) = Ak & \quad \text{if } Ak \leq y_c \\ x^*(y_p) = Ak & \quad \text{if } Ak \leq y_c \end{aligned}$$

$$c^*(y_p) = y^*(y_p) = y_c \frac{\gamma-1+\sigma}{(\beta+1)^{\gamma-1+\sigma}} y_p^{\frac{\beta\gamma}{(\beta+1)^{\gamma-1+\sigma}}} \quad \text{if } y_p > y_c$$

$$x^*(y_p) = y_c^{\frac{-(\beta+1)(\gamma-1+\sigma)}{(\beta+1)^{\gamma-1+\sigma}}} y_p^{\frac{\beta(1-\sigma)}{(\beta+1)^{\gamma-1+\sigma}}} \quad \text{if } y_p > y_c$$

여기서  $y_c (\equiv (\frac{1}{\phi(\beta+1)})^{\frac{1}{\gamma-1+\sigma}})$ 는 잠재생산량과 비교하여 오염방지에 투입되는 자본의 배분비율이 결정되는 생산량기준을 나타낸다.

다음, 시장경제에서 소비자의 효용극대화 문제와 기업의 이윤극대화 문제를 통하여 시장균형이 사회최적이 되도록 유인하는 최적 환경세를 구하고 환경세가 생산성에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

첫째, 소비자의 효용극대화 문제는 앞에서 제시하고 분석한 social planner's problem과 같다. 단, 정부의 환경세수입을 소비자에게 환급해준다고 가정할 경우 소비자 수입은 자본의 임대료 수입과 환경세수입 환급액의 합이 될 것이다.

둘째, 기업의 이윤극대화 문제를 다루는 데 있어서 분석상 편의를 위해 오염배출량을 정상적인 생산요소로 취급하는 생산함수를 도출하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$y = (Ak)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}}, \quad x \leq Ak$$

이 경우, 원래의 생산함수에서 자본이 생산에 투입되는 비율  $z$ 의 부등식 제약으로 인해 오염배출량  $x$ 는 잠재생산량  $Ak$ 를 초과할 수 없는 제약조건이 따른다.

따라서 정부가 기업에 대하여 오염배출량 단위당 환경세를  $t$ 만큼 부과할 경우 기업의 이윤극대화 문제는 위의 생산함수를 이용하여 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{array}{ll} \max_{k, x} & \Pi = (Ak)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} - rk - \tau x \\ \text{s. t.} & x \leq Ak \end{array}$$

여기서  $r$ 은 자본의 임대료를 나타낸다.

환경세를 통하여 시장균형에서의 자본 임대료가 사회최적의 값을 갖도록 유도하기 위해서는 부등식제약이 구속을 받지 않는 경우 ( $x < Ak$ 의 경우)와 부등식제약이 구속을 받는 경우( $x = Ak$ 의 등식이 성립하는 경우)를 구분하여 최적 환경세를 결정하여야 한다. Social planner's problem에서 구한 사회최적의 오염배출량을 이윤극대화 문제의 1계 조건에 대입하고 기업의 零이윤조건을 이용하면 사회최적을 실현하는 환경세 및 자본임대료를 구할 수 있으며, 그 값은 각각 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

첫째, 부등식제약이 구속을 받지 않는 경우, 즉  $x < Ak$ 의 부등식이 만족되는 경우:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{1}{\beta+1} \left( \frac{Ak}{x} \right)^{\frac{\beta}{\beta+1}} = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta} \\ r &= \frac{\beta}{\beta+1} A \left( \frac{x}{Ak} \right)^{\frac{1}{\beta+1}} = \frac{\beta}{\beta+1} Az \end{aligned}$$

여기서  $z$ 는 social planner's problem에서 구한 사회최적의 값을 나타낸다.

둘째, 부등식제약이 구속을 받는 경우, 즉  $x = Ak$ 의 등식이 성립하는 경우:

$$\tau \in \left[ 0, \frac{1}{\beta+1} \right]$$

$$r = A(1 - \tau)$$

위의 수식에서 볼 수 있듯이, 환경세를 부과하는 경우 자본의 한계 생산성은 환경세를 부과하지 않는 경우보다 낮다. 특히, 부등식제약이 구속을 받지 않는 경우에는 자본의 한계생산성이  $\frac{1}{\beta+1}$ 의 비율만큼 낮아지는데, 환경세(율) ( $\tau = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$ )의 크기보다는 작게 낮아짐을 알 수 있다. 또한, 생산효율성( $A$ )이 클수록, 생산에 투입되는 자본의 배분비율( $z$ )이 클수록, 그리고 이 비율이 오염배출량에 미치는 영향( $\beta$ )이 클수록 자본의 한계생산성이 커지는 것을 알 수 있다. 여기서  $\beta$ 를 달리 표현하면 생산에 있어서 자본집약도(capital intensity)의 크기를 나타내는 모수로서 자본의 집약도가 높을수록 자본의 한계생산성이 높다는 것을 의미한다. 한편, 부등식제약이 구속을 받는 경우 자본의 한계생산성은 환경세(율)의 크기만큼 낮아짐을 알 수 있다. 이 경우 환경세가 陽의 값을 취하더라도  $\frac{1}{\beta+1}$  이하의 값을 취하면 기업은 오염방지를 위해 자본을 투입하지 않을 것이다.

이상에서 부등식제약이 구속을 받을 때와 받지 않을 때 두 가지 모든 경우에 환경세는 시장경제에서 사회최적을 실현시킬 수 있는 수단이 될 수 있음을 보았다. 그리고 앞서 언급했듯이 환경세수입( $R$ )을 소비자에게 환급해준다고 가정하면, 소비자가 소비할 수 있는 수입( $c$ )은 자본의 임대료수입과 환경세 환급액의 합이 되는데, 이를 수식으로 나타내면 각각 다음과 같다.

$$R = \tau x = \begin{cases} (A - r)k & \text{if } x = Ak \\ \frac{1}{\beta+1} Akz & \text{if } x < Ak \end{cases}$$

$$c = rk + R = \begin{cases} Ak & \text{if } x = Ak \\ Akz & \text{if } x < Ak \end{cases}$$

위의 수식에서 보는 바와 같이 환경세수입을 소비자에게 환급해주는 경우 자본의 생산성 감소로 인한 수입의 감소를 보상해줌으로써 소비자의 수입이 환경세를 부과하기 이전의 수입과 같게 된다. 이는 환경세가 역진적인 경우 환경세수입을 소비자 또는 근로자에게 환급해 줌으로써 소득재분배의 형평성문제를 완화할 수 있음을 시사한다.

#### 나) 동태분석

앞의 정태분석에서와 달리 동태분석을 위한 모형에서는 최종생산물 중 일부가 소비되고 나머지는 자본축적을 위해 투자된다. 여기서는 자본축적이 이루어지는 동태모형을 이용하여 최적 환경세를 결정하는 과정을 살펴보고 환경세가 장기적으로 자본의 생산성 및 경제성장에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

우선 동태모형에서의 소비자의 효용극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left[ \frac{c(t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi x(t)^\gamma}{\gamma} \right] dt$$

$$s.t. \quad \dot{k}(t) = r(t)k(t) + R(t) - c(t)$$

여기서 모든 기호는 전과 동일하며,  $R(t)$ 는 정부가 소비자에게 환급해준 환경세수입을 나타낸다. 초기시점의 자본은  $k(0) = k_0 > 0$ 와 같이 주어져 있다고 가정한다. 또한, 소비자는 자본임대료( $r$ ), 환경세수입 환급액( $R$ ), 오염배출량( $x$ )이 주어져 있다고 가정하고, 얼마만큼 소

비( $c$ )하고 자본축적을 위해 투자( $k$ )할 것인가를 결정할 것이다.

효용극대화를 위한 조건들과 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건들과 비교해볼 때, 환경세를 통하여 시장균형이 사회최적의 解와 일치하게 하기 위해서는 자본임대료  $r$ 이 다음의 값을 만족해야 한다.

$$r = \begin{cases} A - \frac{\phi A^\gamma k^{\gamma-1}}{\lambda} & \text{if } z = 1 \\ Az(1 - \frac{1}{\beta+1}) & \text{if } z < 1 \end{cases}$$

한편, 동태모형에서 기업이 무한한 기간 동안의 이윤을 극대화하는 것은 매기 어느 시점에서나 이윤을 극대화하는 것을 통해 가능하기 때문에 기업의 이윤극대화 문제는 정태모형에서의 것과 기본적으로 동일하다. 자본임대료  $r$ 은 기업이 이윤극대화를 위해 생산에 사용되는 자본 및 오염배출량을 선택하는 과정에서 결정되기 때문에, 정부는 기업에게 환경세를 부과하여 자본임대료가 위의 수식에 나타나 있는 사회최적치가 될 수 있도록 유도해야 할 것이다.

앞의 정태모형에서 기업의 이윤극대화 문제를 통해 사회최적을 실현하는 환경세 및 자본임대료를 살펴보고, 동태모형에서 소비자의 효용극대화를 위한 조건이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건과 일치하게 하는 최적 환경세의 자본임대료의 값을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 이윤극대화 문제의 부등식제약이 구속을 받지 않을 경우, 즉  $z < 1$ 인 경우:

$$r = \frac{\beta}{\beta+1} Az$$

$$\tau = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$$

둘째, 이윤극대화 문제에서 부등식제약이 구속을 받는 경우, 즉  $z=1$ 인 경우:

$$\tau = \frac{\phi A^{\gamma-1} k^{\gamma-1}}{\lambda}$$

$$r = A(1-\tau) = A\left(1 - \frac{\phi A^{\gamma-1} k^{\gamma-1}}{\lambda}\right)$$

위의 수식에서 보는 바와 같이, 동태모형에서도 환경세를 부과하는 경우 자본의 한계생산성은 환경세를 부과하지 않는 경우보다 낮다. 환경세 부과로 인하여 자본의 한계생산성이 낮아지는 비율은 정태모형에서와 같이 부동산제약이 구속을 받지 않는 경우 자본의 한계생산성이  $\frac{1}{\beta+1}$ 의 비율만큼 낮아지며, 부등식제약이 구속을 받는 경우에는 자본의 한계생산성이 환경세(율)의 크기만큼 낮아짐을 알 수 있다.

그러나 부등식제약이 구속을 받는 경우 정태모형에서는 최적 환경세와 자본임대료가 특정 구간 내에서 임의의 값을 갖는 반면, 동태모형에서는 최적 환경세 및 자본임대료가 임의의 값이 아닌 특정 값을 갖는 차이점을 발견할 수 있다. 이는 정태모형에서는 최종생산물이 모두 소비되고 자본축적이 이루어지지 않지만, 동태모형에서는 자본의 사용으로 인한 오염비용과 자본의 시장가치를 정확하게 분리하여 반영함으로써 자본축적을 위한 최적의 투자를 유도하기 때문이다.

#### 나. 기술진보 모형 : 에너지절약 및 친환경적인 산업의 사례

여기에서는 앞의  $Ak$  모형에 기술진보가 이루어지는 것을 가정하고

환경세를 부과하는 경우 자본의 생산성에 미치는 영향을 분석하고 지속가능한 경제성장이 이루어질 수 있는가를 연구하고자 한다. 지식이나 교육, 기술습득을 통해 내생적인 경제성장이 이루어지는 인적자본(human capital) 모형<sup>9)</sup>과 같은 정교한 모형을 사용할 수도 있으나, 분석상 편의를 위해 단순한  $Ak$  모형에 기술진보가 외생적으로 주어진다 고 가정한다. 그러나 결과가 주는 시사점은 인적자본 모형과 같은 정교한 모형과 크게 다르지 않을 것이다.

따라서 기술진보가 이루어지는 모형의 기초가 되고 있는 가정은 앞에서의  $Ak$  모형과 같으며, 다른 것은 생산 및 오염배출함수가 다음과 같이 주어진다고 가정한다.

$$y = Ae^{gt}zk$$

$$0 \leq z \leq 1$$

$$x = z^\beta \cdot y = Ae^{gt}z^{\beta+1}k, \beta > 0$$

앞에서와 같이,  $A$ 는 생산성을 나타내는 모수이고,  $k$ 는 물적자본이며,  $z$ 는 전체 자본 중 생산요소로 투입되는 비율을,  $(1-z)$ 는 전체 자본 중 오염방지에 배분되는 비율을 의미하고,  $g$ 는 기술진보가 이루어지는 속도를 나타내는 일정한 비율을 의미한다. 그리고 위 수식에서 보는 바와 같이, 오염배출량은 생산량 수준 및 전체 자본 중 생산과 오염방지에 배분되는 비율에 따라 결정된다고 가정한다.

#### 1) Social planner's problem

위에서 제시한 모형에서 사회적으로 최적인 환경세를 결정하기 위

---

9) 인적자본 모형을 이용해 환경과 경제성장간의 관계, 그리고 환경세에 대한 연구는 권오성(2002) 참조.

해서는 social planner의 입장에서 사회최적의 解를 구하는 조건과 과정이 전제되어야 할 것이다. 앞서와 같이 social planner의 문제는 무한한 생명을 가진 대표적 소비자의 평생효용을 극대화하는 것으로서 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\max \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left[ \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \phi \frac{x^\gamma}{\gamma} \right] dt$$

$$s.t. \quad \dot{k} = Ae^{gt}zk - c$$

$$x = Ae^{gt}z^{\beta+1}k$$

여기서  $\rho > 0$ 은 시간선호율을 나타내며 나머지 기호는 이전과 동일하다.

위의 수식에 나타나 있는 social planner's problem의 최적조건들과 본 모형에서 주어진 물적자본의 축적과정(law of motion), 생산함수, 오염배출함수, 그리고 transversality condition 등을 이용하면 결국 사회최적의 解를 구할 수 있다. 결론적으로 social planner의 입장에서 분석한 결과를 요약하면, Ak 모형과 달리 장기적으로 소비, 생산, 물적자본이 모두 똑같은 속도로 증가하여 지속적인 경제성장이 이루어지는 것을 알 수 있으며, 성장률은 아래 수식에서 보는 바와 같다.

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\beta\gamma g}{\sigma + \gamma - 1} > 0$$

Ak 모형에서와 달리, 기술진보 모형에서 지속적인 경제성장이 실현되는 이유는 기술진보가 지속적으로 이루어짐으로써 오염방지를 위하여 점점 더 많은 물적자본이 투입됨에 따라 물적자본의 한계생산성이 감소하는 것을 상쇄하여 일정하게 만들어주기 때문이다. 이는 환경

개선을 위해 환경규제를 강화하는 경우 환경오염유발산업보다 지식기반산업, 정보산업 등 환경친화적이면서 고부가가치를 창출하는 기술집약산업을 육성, 지원해주는 정책을 장려하는 것이 경제성장을 가능케 하는 전략이라는 것을 보여주는 예라 할 수 있다. 따라서 장기적으로는 에너지를 절약하고 생산성을 향상시키는 기술을 개발하는 것이 산업구조를 환경친화적으로 개편하는 방향인 동시에 지속적인 경제성장을 이룰 수 있는 win-win 정책방향임을 시사한다.

한편, 생산에 투입되는 자본의 비율( $z$ )과 오염배출량( $x$ )의 장기적인 증가율은 아래 수식에서 보는 바와 같은데, 장기적으로  $z$ 의 증가율이 음(陰)의 값을 갖는 것은 경제가 성장함에 따라 환경의 상대적 가치가 상승하여 오염저감 또는 환경개선을 위해 더 많은 자본을 투자한다는 것을 의미한다. 그리고  $\sigma$ 의 값이 1보다 클 경우 오염배출량은 장기적으로 감소한다는 것을 알 수 있는데,  $\sigma$ 는 일반소비재에 대한 환경의 상대적 가치를 반영하는 모수로서 환경에 대한 소비자 의식이 높을수록 환경오염문제를 개선할 가능성이 높다는 것을 시사한다.

$$\frac{\dot{z}}{z} = -g < 0$$

$$\frac{\dot{x}}{x} = \frac{\beta g(1-\sigma)}{\sigma + \gamma - 1}$$

## 2) 환경세가 생산성 및 경제성장에 미치는 영향

### 가) 정태분석

정태분석을 위한 정태모형에서는 자본의 축적을 위한 투자가 이루어지지 않으므로 생산된 최종생산물은 모두 소비된다고 가정한다. 따라서 소비 및 생산함수는 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$c = y = zy_p$$

여기서  $y_p (= Ae^{gt}k)$ 는 모든 자본을 전부 생산에 투입할 때 얻을 수 있는 최대생산량을 의미하는 잠재생산량을 나타낸다. 그리고 앞서와 같이, 전체 자본 중  $z$ 는 생산에 투입되는 비율,  $(1-z)$ 는 오염방지에 투입되는 비율을 나타내며, 잠재생산량  $y_p$ 와 오염배출량  $x$ 간의 관계는 다음과 같다.

$$x = z^{\beta+1}y_p$$

정태모형에서의 효용함수는 앞서 제시한 순간효용함수와 같으며 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$U = U(c, x) = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi x^\gamma}{\gamma}$$

시장경제에서 사회최적을 실현하는 환경세를 구하기 위하여 우선 social planner's problem을 정리하면

$$\max_{z \in [0, 1]} \frac{(zy_p)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi(z^{\beta+1}y_p)^\gamma}{\gamma} \quad \sigma > 0, \gamma > 1$$

와 같은데, 앞의  $Ak$  모형과 비교해보면 기본적인 골격이 동일하며 단지 잠재생산량의 규모가 보다 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 기술진보 모형에서 경제가 성장함에 따라 오염저감을 위해 자본이 투입되는 시점이 보다 이르다는 것, 즉 환경규제 기준이 보다 엄격하다는 것을

쉽게 알 수 있다.

이어서, 시장경제에서 소비자의 효용극대화 문제와 기업의 이윤극대화 문제를 통하여 사회최적을 실현하는 최적 환경세를 구하고 환경세가 산업경쟁력을 결정하는 요소 중 하나인 생산성에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

첫째, 정태모형에서 소비자의 효용극대화 문제는 앞의 social planner's problem과 같다. 단, 정부의 환경세수입을 소비자에게 환급해준다고 가정하는 경우 소비자 수입은 물적자본의 임대료 수입과 환경세수입 환급액의 합이 될 것이다.

둘째, 정부가 기업에게 환경세를 부과하는 경우 기업이 오염비용을 부담함에 따라 기업은 이윤을 극대화하기 위한 오염배출량을 선택할 것이다. 따라서 정부는 기업의 이윤극대화 문제를 통해 사회최적의 오염배출량을 유도하는 환경세를 결정해야 할 것이다. 오염배출량을 정상적인 생산요소로 취급하는 생산함수를 이용하여 기업의 이윤극대화 문제는 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \max_{k, x} \quad & \Pi = (Ae^{gt}k)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} - rk - \tau x \\ \text{s.t.} \quad & x \leq Ae^{gt}k \end{aligned}$$

여기서  $r$ 과  $\tau$ 는 각각 물적자본의 임대료 및 오염배출량 단위당 부과되는 환경세를 나타낸다.

시장경제에서 물적자본의 임대료가 사회최적의 값을 갖도록 유도하는 최적 환경세를 결정하기 위해서는 부등식제약이 구속을 받지 않을 경우( $x < Ae^{gt}k$ 의 부등식이 만족되는 경우)와 부등식제약이 구속을 받을 경우( $x = Ae^{gt}k$ 의 등식이 성립하는 경우)의 두 가지 경우를 나누어 고려해야 한다. 시장균형이 사회최적과 일치하도록 유도하기 위

하여 정부는 기업의 오염배출량이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 오염배출량과 같도록 환경세를 결정해야 할 것이다. 사회최적을 실현하는 환경세 및 물적자본의 시장균형가격(임대료)은 앞의 social planner's problem에서 구한 사회최적의 오염배출량을 이윤극대화를 위한 1계 조건에 대입함으로써 구할 수 있으며, 그 값은 각각 다음과 같다.

첫째, 부등식제약이 구속을 받지 않는 경우, 즉  $x < Ae^{gt}k$ 의 부등식이 만족되는 경우:

$$\tau = \frac{1}{\beta+1} \left( \frac{Ae^{gt}k}{x} \right)^{\frac{\beta}{\beta+1}} = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$$

$$r = \frac{\beta}{\beta+1} Ae^{gt} \left( \frac{x}{Ae^{gt}k} \right)^{\frac{1}{\beta+1}} = \frac{\beta}{\beta+1} Ae^{gt} z$$

여기서  $z$ 는 social planner's problem에서 구한 사회최적의 값을 나타낸다.

둘째, 부등식제약이 구속을 받는 경우, 즉  $x = Ae^{gt}k$ 의 등식이 성립하는 경우:

이 경우 환경세는  $\frac{1}{\beta+1}$  이하의 값을 취할 것이며, 기업은 오염방지를 위한 투자를 전혀 하지 않을 것이다. 한편, 물적자본의 임대료는 기업의 이윤극대화를 위한 1계 조건과 0이윤조건을 모두 이용하여야 구할 수 있으며, 그 값은 아래 수식에서 보는 바와 같다.

$$\tau \in \left[ 0, \frac{1}{\beta+1} \right]$$

$$r = Ae^{gt}(1 - \tau)$$

따라서 부등식제약이 구속을 받거나 받지 않는 두 가지 모든 경우에

환경세는 시장균형을 사회최적이 되도록 유인할 수 있는 수단임을 알 수 있다. 그리고  $Ak$  모형에서와 같이, 환경세를 부과하는 경우 물적자본의 한계생산성은 환경세를 부과하지 않는 경우보다 낮아진다. 특히, 부등식제약이 구속을 받지 않는 경우 물적자본의 한계생산성이  $\frac{1}{\beta+1}$ 의 비율만큼 낮아지며, 부등식제약이 구속을 받는 경우에는 물적자본의 한계생산성이 환경세율의 크기만큼 낮아짐을 알 수 있다. 한편, 두 가지 모든 경우  $Ak$  모형에서보다 물적자본의 한계생산성이 높은 것을 알 수 있는데, 이는 기술진보가 물적자본의 생산성을 향상시키기 때문이다.

#### 나) 동태분석

정태모형과 달리 동태모형에서는 최종생산물의 일부가 소비되고 나머지는 물적자본의 축적을 위해 투자된다. 여기서는 이러한 동태모형을 이용하여 최적 환경세를 결정하는 과정과 원리를 검토하고, 환경세가 장기적으로 물적자본의 생산성 및 경제성장에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

생산에 투입되는 생산요소는 물적자본밖에 없기 때문에 소비자의 수입은 자본임대료( $r$ )와 환경세수입 환급액( $R$ )으로 구성되어 있으며, 소비자가 효용을 극대화하기 위해 얼마만큼 소비( $c$ )하고 자본축적을 위해 투자( $k$ )할 것인가를 결정한다고 가정하면 동태모형에서 대표적 소비자의 효용극대화 문제는  $Ak$  모형에서의 것과 기본적으로 동일하다. 그러나 시장균형이 사회최적이 되도록 유도하기 위해서는 소비자의 효용극대화를 위한 조건이 social planner's problem에서 구한 최적조건과 일치하도록 물적자본 임대료  $r(t)$ 의 값이 결정되어야 하며, 그 값은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$r = \begin{cases} Ae^{gt} - \frac{\phi(Ae^{gt})^\gamma k^{\gamma-1}}{\lambda} & \text{if } z=1 \\ Ae^{gt} z \left(1 - \frac{1}{\beta+1}\right) & \text{if } z < 1 \end{cases}$$

한편, 기업은 매기 어느 시점에서나 이윤을 극대화하는 것이 기업의 목표이므로 무한한 기간을 둔 동태모형에서 기업이 이윤을 극대화하는 문제는 정태모형에서의 것과 기본적으로 동일하다. 물적자본의 임대료는 기업의 이윤극대화 문제를 해결하는 과정에서 결정되기 때문에 정부는 기업에게 환경세를 부과하여 자본 임대료가 위의 수식에서 보는 바와 같은 사회최적치가 될 수 있도록 유도해야 할 것이다.

앞의 정태모형에서 기업의 이윤극대화 문제를 통해 시장균형이 사회최적과 일치하게 하는 환경세를 검토하고, 동태모형에서 소비자의 효용극대화 조건이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건과 일치하도록 유도하는 최적 환경세와 물적자본의 임대료를 구하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 이윤극대화 문제의 부등식제약이 구속을 받지 않을 경우, 즉  $z < 1$ 인 경우:

$$\begin{aligned} r &= \frac{\beta}{\beta+1} Ae^{gt} z \\ \tau &= \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta} \end{aligned}$$

둘째, 이윤극대화 문제에서 부등식제약이 구속을 받는 경우, 즉  $z = 1$ 인 경우:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{\phi(Ae^{gt} k)^{\gamma-1}}{\lambda} \\ r &= Ae^{gt}(1 - \tau) = A \left(1 - \frac{\phi(Ae^{gt} k)^{\gamma-1}}{\lambda}\right) \end{aligned}$$

$Ak$  모형에서와 같이, 부등식제약이 구속을 받는 경우 정태모형에서는 환경세가 특정구간 내에서 임의의 값을 가지는 반면, 동태모형에서는 특정 값을 가지게 된다. 그 이유는 환경세를 통하여 환경에 대하여 독립된 시장가치를 부여하고 물적자본의 사용으로 인한 오염비용을 지불하게 함으로써, 물적자본의 실제가치(true value)를 정확하게 시장가치에 반영하여 사회최적의 투자를 유인하게 하기 때문이다.

한편  $Ak$  모형과는 달리, 위에서 도출한 최적 환경세의 수식으로부터 환경세의 세율(tax rate)은 장기적인 시각에서 볼 때 지속적으로 증가한다는 것을 알 수 있다. 최적 환경세의 장기적인 증가율(long-run growth rate)을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{\dot{\tau}}{\tau} = \beta g > 0$$

이는  $Ak$  모형에서는 균제상태의 경제성장률이 0(zero)인 반면, 기술진보 모형에서는 환경세를 부과함에도 불구하고 경제가 지속적으로 성장함에 따라 환경의 질에 대한 상대적 가치를 상승시키기 때문이다. 즉, 최적 환경세율이 장기적으로 증가한다는 것은 경제성장이 환경의 상대가치를 상승시켜 기업으로 하여금 오염단위당 더 높은 비용을 지불하게 하는 것을 의미하며, 궁극적으로 생산과정에서 청정기술의 개발을 유도하여 환경의 질을 향상시키는 효과를 기대할 수 있다.

## 2. 환경세가 무역에 미치는 영향

본절에서는 환경세가 무역에 미치는 영향에 대해 연구하는 모형을 개발하고 분석하는 데 있어서 분석상 편의를 위하여 기술진보 모형이

나 인적자본 모형보다 단순한  $Ak$  모형을 사용하고자 한다. 그러나  $Ak$  모형보다 정교한 모형을 사용하더라도 분석결과가 주는 시사점은 크게 다르지 않을 것이다.

본 모형에서 사용하는 생산함수 및 오염배출함수는 앞 절의  $Ak$  모형에서 사용한 것과 같다. 즉, 생산함수( $y$ )는 자본( $k$ )에 대하여 규모익불변의 기술을 나타내며, 자본의 일부( $z$ )는 생산에 투입되고 나머지( $1-z$ )는 오염방지를 위해 배분된다. 오염배출량( $x$ )은 생산량 수준 및 자본의 배분비율에 의해 영향을 받는데, 생산함수 및 오염배출함수를 수식으로 나타내면 각각 다음과 같다.

$$y = Akz, \quad z \leq 1$$

$$x = Akz^{\beta+1}$$

그리고 앞에서와 같이, 위의 두 함수를 이용하여 오염배출량을 정상적인 생산요소로 취급하는 생산함수를 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$y = (Ak)^{1 - \frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}}, \quad x \leq Ak$$

여기서  $(1 - \frac{1}{\beta+1})$ 와  $\frac{1}{\beta+1}$ 은 생산에 있어서 각각 자본 및 오염의 집약도를 나타내는 모수로서, 예를 들면  $\frac{1}{\beta+1}$ 이 클수록 오염집약도가 큰 재화의 생산을 의미한다고 할 수 있다. 환경세가 무역에 미치는 영향을 분석하기 위하여 위의 생산함수를 보다 일반화시키면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$y = (Ak)^{1 - \alpha(\beta)} x^{\alpha(\beta)}$$

여기서 다시  $(1-\alpha)$  및  $\alpha$ 는 각각 생산기술에 있어서 자본 및 오염의 집약도를 나타내는 모수인데, 이 모수는 재화의 종류에 따라 다르므로 오염집약도(pollution intensity)가 가장 낮은 재화로부터 가장 높은 재화를 분류하여 지수화(indexation)하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$p \in [0, 1], \quad 0 < \alpha(p) < 1, \quad \alpha'(p) > 0$$

여기서  $p \in [0, 1]$ 는 재화의 종류를 나타내는 지수로서, 0에 가까울수록 오염집약도가 매우 낮고, 1에 가까울수록 오염집약도가 매우 높은 재화라고 가정한다. 따라서  $p$ 의 크기에 따라 재화의 종류를 오염집약도가 가장 낮은 재화로부터 가장 큰 재화까지 순서대로 분류할 수 있다.

앞 절에서는 최적 환경세를 구하는 과정을 살펴보고 환경세가 산업 경쟁력을 결정하는 한 요소인 생산성에 미치는 영향을 분석하기 위해 social planner's problem과 기업의 이윤극대화 문제를 다룬 반면, 여기에서는 환경세가 생산비용 및 무역에 있어서 가격경쟁력에 미치는 영향을 분석하기 위하여 기업의 비용최소화 문제를 다루고자 한다. 또한, 분석상 편의를 위해 기업의 비용최소화 문제를 다루더라도 결과가 주는 시사점은 기업의 이윤극대화 문제와 크게 다르지 않을 것이다. 기업의 생산량이 주어졌다고 가정할 때 기업의 목표는 이윤극대화를 위해 생산비용을 최소화하는 것이며, 자본임대료 및 환경세가 각각  $r$  및  $\tau$ 와 같이 주어졌다고 가정하는 경우 기업의 비용최소화 문제는 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \min \quad & C = rk + \tau x \\ \text{s.t.} \quad & y = (Ak)^{1-\alpha} x^\alpha \end{aligned}$$

기업의 비용최소화 문제를 풀기 위해  $k$ 와  $x$ 에 대한 1계 조건을 이용하면 비용을 최소화하는 자본과 오염의 배합비율을 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{r}{\tau} = \frac{1-\alpha(p)}{\alpha(p)} \frac{x}{k}$$

위 수식은  $p$ 종류의 재화를 생산하는 데 소요되는 전체 생산비용 중 오염에 지출되는 오염비용(pollution charge)의 비율은 항상  $\alpha(p)$ 이라는 것을 의미한다. 또한, 위의 수식을 이용하여 생산단위당 비용함수 ( $C(y) = C/y$ )를 도출할 수 있으며, 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$C(y) = \frac{1}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}} \tau^\alpha \left(\frac{r}{A}\right)^{1-\alpha}$$

여기서  $\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}$ 는 대칭을 이루는 수식으로서 모수  $\alpha$ 의 크기에 상관없이 일정한 값을 갖는 상수(constant)임을 알 수 있다. 따라서 외국에서의 환경세, 자본임대료 및 생산효율성을 나타내는 모수를 각각  $\tau_f$ ,  $r_f$  및  $A_f$ 라고 가정하는 경우, 외국과 비교하여 생산비용면에서의 비교우위(comparative advantage) 및 가격경쟁력을 갖추기 위해서는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

$$\tau^{\alpha} \left( \frac{r}{A} \right)^{1-\alpha} \leq \tau_f^{\alpha} \left( \frac{r_f}{A_f} \right)^{1-\alpha}$$

즉, 위 수식은 외국과의 무역을 고려할 때 환경세( $\tau$ )가 낮을수록, 자본임대료( $r$ )가 낮을수록, 그리고 생산효율성( $A$ )이 높을수록 비용면에서 비교우위가 있다는 것을 보여주고 있다. 환경규제를 위하여 다른 나라에 없는 환경세를 신설하거나 또는 다른 나라보다 더 높은 환경세를 부과하는 경우(즉,  $\tau > \tau_f$ 인 경우)에 산업구조 및 무역에 미치는 영향을 분석하기 위하여 위의 수식을 재정리하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{r}{r_f} \leq \frac{A}{A_f} \left( \frac{\tau_f}{\tau} \right)^{\frac{\alpha(p)}{1-\alpha(p)}}$$

그리고 위의 부등식에서  $F(p)$ 를  $F(p) \equiv \left( \frac{\tau_f}{\tau} \right)^{\frac{\alpha(p)}{1-\alpha(p)}}$  라고 정의한다면 외국보다 높은 환경세를 부과하는 경우  $F$ 는 재화의 오염집약도를 나타내는 지수  $p$ 가 증가함에 따라 감소(즉,  $F'(p) < 0$ )하는 것을 알 수 있다. 이 경우 재화의 오염집약도가 높을수록 무역에 있어서 가격(비용)경쟁력이 떨어지기 때문에 비교우위를 결정하는 오염집약도  $\tilde{p}$  가 존재할 것이며,  $\tilde{p}$ 는

$$\frac{r}{r_f} = \left( \frac{\tau_f}{\tau} \right)^{\frac{\alpha(\tilde{p})}{1-\alpha(\tilde{p})}}$$

와 같은 등식을 만족시키는 값이며, 오염집약도가  $[0, \tilde{p})$  에 속하는 재화를 생산하는 산업이 비교우위가 있다. 이는 다른 나라보다 높은 환경세를 부과하거나 다른 나라에는 없는 환경세를 도입하는 경우, 오

염집약도가 낮은 친환경적인 산업이 무역에 있어서 비교우위 및 국제 경쟁력이 있음을 의미한다. 한편, 현재 수출을 주도하는 산업이 환경오염을 유발하는 에너지집약산업인 경우 환경세는 가격면에서 국제경쟁력을 떨어뜨려 무역에 불리한 영향을 미칠 수 있다. 이 경우에는 면세, 환급, 국경세 조정 등을 통해 경쟁력 부담을 완화해줄 수 있으며, 또는 경쟁력 유지를 위해 국제적인 공조하에 다른 나라와 동등한 환경세를 도입하는 것을 고려할 수 있다.

이와 반대로 다른 나라보다 환경규제가 약하여 환경세가 없거나 낮은 환경세를 부과하는 경우에는 오염집약도가 높은  $(\tilde{p}, 1]$ 에 속하는 재화의 생산이 비교우위가 있다. 그러나 이 경우 오염유발산업이 국가경제에서 중요한 비중을 차지함으로써 환경오염을 악화시키고, 친환경적인 산업에서 생산하는 재화는 경쟁력이 떨어져 외국으로부터 수입을 유도하게 하는 결과를 초래할 수 있다.

궁극적으로 환경세는 친환경적인 산업에 경쟁력 인센티브를 제공하여 생산성 향상 및 오염저감기술의 개발 등 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 따라서 중장기적으로 친환경적인 정보, 기술, 지식집약적 산업을 육성하여 전체적인 산업구조를 환경친화적으로 개편하는 것이 환경세 도입을 통해 환경개선과 동시에 국제경쟁력을 제고시킬 수 있는 윈윈(win-win)전략이라 할 수 있다.

## V. 오염저감비용의 변화가 산업경쟁력 및 무역에 미치는 영향에 대한 실증연구

앞의 제 IV장에서 우리는 환경세 도입이 경제성장과 산업 및 무역부문의 경쟁력에 미치는 영향을 두 가지 경제성장모형을 이용하여 이론적으로 분석하였다. 먼저, 환경세가 산업경쟁력 및 경제성장에 미치는 영향을  $AK$  모형과 기술진보 모형을 사용하여 분석결과들을 도출하고 이들을 상호 비교하였다.  $AK$ 모형에 환경변수를 도입하여 변형시킨 모형에 의하면 환경세를 부과함에 따라 균형상태에서의 경제성장률은 0(zero)이 되는 반면, 기술진보 모형에서는 환경세를 부과해도 불구하고 지속적인 경제성장이 이루어짐을 보였다. 따라서 기술진보를 통해 생산성을 향상시키고 에너지를 절약할 수 있는 친환경적인 산업을 지원하는 것이 환경개선과 동시에 지속적인 경제성장을 이룰 수 있는 정책방향임을 알 수 있다.

한편, 환경세가 무역에 미치는 영향을  $AK$ 모형과 기업의 비용최소화 문제를 이용하여 가격경쟁력을 비교분석한 결과, 다른 나라보다 높은 환경세를 도입하는 경우 오염집약도가 낮은 친환경적인 산업이 국제무역에 있어서 비교우위를 갖게 된다는 결과를 도출하였다. 이는 환경세를 부과하는 경우 산업구조 자체를 친환경적인 구조로 개편하는 것이 무역부문의 국제경쟁력을 제고시키는 길임을 시사한다.

그러나 환경세 도입이 친환경적인 산업에 경쟁력 인센티브를 제공하여 장기적으로는 생산성 향상, 오염저감기술의 개발 등 긍정적인 효과를 기대할 수 있다는 앞 장의 이론적 분석을 우리나라에서 실증적으

로 검증하기에는 현실적으로 어려운 점들이 존재한다. 우선 환경세 부과가 산업과 무역에 미치는 영향을 실증적으로 분석하기 위해서는 일반균형모형을 이용하여 사회최적의 오염배출량과 최적 환경세율을 도출해야 한다. 이를 위해서는 생산, 소비, 정부, 무역부문에 현실을 잘 설명하는 모형과 이용 가능한 데이터(social accounting matrix)가 필요하다<sup>10)</sup>. 또한 최적 환경세율의 부과는 단기적으로 생산자의 비용을 상승시켜 이윤감소를 가져올 수 있는데 이를 보전해주기 위해 환경세 세수를 어떻게 다시 환급할 것인지에 대한, 즉 세수중립적인 환급정책에 대한 실증적인 연구 역시 필요하다. 물론 환경세라는 정책수단을 이용할 경우에 환경세가 장기적으로는 경쟁력에 긍정적인 영향을 미친다는 Porter 가설이 우리나라에서 성립한다면 환경세가 산업경쟁력과 무역의 비교우위에 미치는 부정적 영향에 대해 염려할 것은 없지만, 적어도 단기적으로 환경세는 산업경쟁력과 무역의 비교우위에 적게나마 부정적으로 작용할 수 있다. 그러므로 이 문제를 완화시키기 위해 세수중립적인 환경세 환급수단에 대해서도 고려해야 한다. 하지만 우리나라의 경우 배출부과금 등이 환경세의 역할을 하고는 있으나 산업 전반에 걸쳐 오염저감을 위한 환경세가 도입된 것은 아니므로 이러한 정책수단을 대상으로 구체적인 실증분석을 하기는 어렵다. 일부 산업 부문에 환경세가 부분적으로 존재하더라도 환경세의 효과에 있어서 전체 산업을 대상으로 객관적으로 비교할 수 있는 기준이 되지 않는다.

따라서 제V장에서는 우리나라에서 오염저감관련 비용데이터로 이용 가능한 공해방지관련 설비투자액, 인건비 등을 포함한 경상지출, 오

---

10) 환경세 부과 효과의 영향을 일반균형모형을 이용하여 분석한 논문들은 적지 않다. 그러나 문제는 이 논문들의 결론이 거의 부문별 함수형태와 모형의 파라미터 추정치에 의존하는데 모형과 파라미터에 대한 추정(calibration)이 너무 자의적이거나 단순하여 그런 단순한 가정 하에 도출된 최적 환경세와 이에 따른 정책적 함의를 신뢰하기는 다소 어렵다. 본 연구는 환경세 분석에 적합한 보다 현실에 근사한 파라미터 추정과 부문별 함수형태에 관한 연구를 향후의 과제로 남겨놓는다.

염물질배출에 따른 부담금 등이 기술혁신과 자본생산성의 증가로 설명되는 산업경쟁력과 무역에 미치는 영향에 대한 실증분석을 시도함으로써 환경세의 효과를 간접적으로 분석하고자 한다. 공해방지관련 설비투자는 정부의 오염물질 방출 허용치를 지키기 위해 기업이 공해물질의 방출억제장치나 설비에 대하여 지출한 투자액을 지칭한다. 물론 공해방지관련 투자액과 환경세는 서로 다른 개념이다. 그런데 Fischer, Parry and Pizer(1999)에 따르면 환경세의 도입은 다른 정책수단인 정부의 직접적인 오염물질 배출에 대한 통제나 민간기업들이 오염물질을 배출할 권리(emission permits right)를 경매시장에서 사고파는 경우에 비해 기업에게 오염을 저감시키려는 인센티브를 보다 강하게 제공한다. 이는 오염배출량 자체가 경매시장에서는 일정한 양으로 고정된 반면, 환경세의 도입은 산업 전체 수준에서 오염배출량을 줄이는 효과가 있기 때문이다.

민간의 공해방지 설비투자나 경상지출은 단지 국제기준을 준수하거나 정부의 오염물질 방출 기준치를 충족시키기 위해서만이 아니라 기업 자체의 인센티브에 의해 이루어질 수도 있다. 그러나 우리나라의 경우 공해방지 설비투자와 경상지출은 환경오염과 관련된 국제적 기준이나 정부의 허용치를 충족하기 위한 경우가 대부분이라고 여겨진다. 그나마도 다른 OECD국가들에 비해 미미한 실정이다. 그러므로 우리나라에서 환경세가 부과되면 정부의 직접적인 통제하에서보다 오염물질 배출량을 줄이기 위해 기업이 오염방지 설비에 대한 투자를 보다 확대할 가능성이 있다. 이는 기업의 오염방지 설비투자액이나 경상지출이 환경세와 양(+)<sup>1</sup>의 상관관계를 지니고 있음을 의미한다. 또한 기업의 오염물질 배출에 대한 배출부과금도 환경세의 한 형태라고 할 수 있으므로 오염저감비용과 환경세 사이의 양(+)<sup>1</sup>의 상관관계는 오염물질 배출부과금의 경우에도 성립한다.

그러므로 우리나라에 부분적으로는 도입되었으나 아직 전면화되지 않은 환경세 대신 오염방지관련 지출액을 오염저감비용이라 지칭하여

이의 산업경쟁력과 무역에 대한 영향을 분석한다. 이를 통해 우리는 환경세가 산업경쟁력 및 무역에 미치는 영향을 추론할 수 있다. 산업경쟁력에 대한 대리변수로는 기술혁신의 대리변수로 이용되는 민간의 R&D 투자와 특허출원, 등록건수를 이용한다. 분석범위는 R&D 투자의 경우, 우리나라 제조업 13개 산업이며 분석기간은 1982~2000년으로 기업의 오염저감비용과 R&D 지출간의 관계를 회귀모형을 통해 추정한다. 특허건수의 경우, 산업분류는 국제특허분류(International Patent Classification)에 따라 7개 산업으로 나누었으며 분석기간은 1985~2000년이다. 역시 기업의 오염저감비용과 특허의 관계를 회귀모형을 통해 추정한다. 한편, 무역의 경우는 오염저감비용 지출이 초래하는 생산자물가에의 영향을 먼저 살펴보고 다시 물가상승 압력이 무역수지에 미치는 영향을 분석하였다. 각 산업별 상호효과를 고려하기 위하여 산업연관표를 이용하였으며 오염저감비용 지출로 인한 산업의 구조변화를 살펴보기 위해 1995년, 1998년, 2000년 3개 연도를 분석대상으로 하였다.

산업경쟁력과 무역에 대한 오염저감비용의 영향을 분석하는 데 있어서 오염저감비용 자료의 포괄범위는 다소간의 차이가 있다. 기술혁신과 관련해서는 오염방지설비투자액 및 오염방지설비투자와 경상지출을 포함한 액수를 각각 오염저감비용으로 사용하였다. 패널자료를 이용한 회귀분석의 경우 고정효과모형을 이용할 때 산업분류가 세분화될수록 보다 정확한 효과를 얻을 수 있으므로 산업으로 분류되지 않은 오염배출부담금과 오염부담에 따른 기회비용은 오염저감비용에 포함시키지 않았다. 반면, 오염부담비용의 양적인 크기가 분석에 있어서 중요한 산업연관모형에서는 오염방지투자의 감가상각비, 경상지출, 배출부담금, 기회비용을 감가상각비 기준으로 산업에 배분하여 사용하였다<sup>11)</sup>.

11) 오염저감비용에 대한 정의와 포괄범위는 2절 오염저감비용이 무역에 미치는 영향의 모형부분에 설명되어 있다. 또한 R&D 투자, 특허와 오

## 1. 오염저감비용이 산업경쟁력에 미치는 영향

### 가. 모형

Porter (1990, 1991)는 환경규제가 반드시 기업의 시장경쟁력을 약화시키는 것이 아니라 오히려 경쟁력에 도움이 될 수 있다는 가설을 제시하였다. 동시에 Porter는 환경규제가 경쟁력의 강화를 가져오기 위해서는 적절한 수단을 통한 규제(right kind of regulations)가 필요하다고 강조하였다. Porter는 적절한 규제란 단지 오염을 감소시키는 것만이 아니라 기업들로 하여금 생산비용을 절감하고 제품의 질을 높이는 방향으로 기술혁신을 유도하는 것이라고 정의하였다.

본 연구의 목적은 환경규제 강화가 기술혁신을 유발한다는 Porter 가설<sup>12)</sup>을 R&D 지출과 특허를 기술혁신의 대리변수로 사용하고 환경규제의 강화 정도를 오염방지비용의 증가 (혹은 환경세의 도입)로 대변하여 한국의 산업별 데이터를 통해 검증해 보려는 것이다. 본 연구는 Jaffe and Palmer(1996)의 패널데이터를 이용한 회귀방정식을 모형의 기본으로 설정한다. 그러나 Jaffe and Palmer의 회귀방정식은 R&D나 특허와 관련한 구조형태(structural form)의 방정식이나 축약형태(reduced form)의 방정식을 설정하는 것이 어렵다는 것을 감안한

---

염저감비용의 회귀분석시 오염저감비용에 배출부담금과 기회비용을 포함시켰을 경우 분석의 결과는 오염방지설비투자액과 경상지출만을 포함한 경우와 크게 달라지는 바가 없다.

12) Porter 가설의 내용은 매우 포괄적이다. 위의 개략적 정의 외에도 Porter 가설은 환경규제의 적절한 방법에 대한 네 가지 언급 즉 (1) 오염을 줄이는 것보다는 오염을 예방하도록 이끌어야 한다. (2) 기술적인 진보를 저해하지 않아야 한다. (3) 비용절감에 민감해야 한다. (4) 정부의 통제보다는 시장 인센티브를 장려해야 한다는 내용도 포함하고 있다. 또한 국내의 기업을 외국의 기업보다 경쟁적으로 만들어 국제무역에서도 국내기업이 유리한 입지를 갖게 된다는 내용도 포함되어 있다. 결국 Porter 가설은 환경규제와 기업의 경쟁력 사이에 양(+)의 상관관계가 있다는 주장으로 요약될 수 있다.

다 해도 R&D나 특허를 설명하는 독립변수들을 적절히 도입하지 않음으로 인해 오염방지 투자가 산업경쟁력에 미치는 영향을 과도하게 추정할 가능성이 있다.

### 1) R&D 회귀모형

산업별 R&D 수요와 공급방정식을 정확하게 식별하는 것은 어렵다. R&D에 대한 수요와 공급곡선을 이동시키는 변수를 찾기가 어렵고, 그것을 찾는다 해도 산업별로 서로 다른 변수를 찾는 것은 더욱 어렵기 때문에 수요와 공급곡선의 식별 자체가 거의 불가능한 것으로 인식되어 왔다. 그러므로 R&D 회귀방정식을 설정할 때 Jaffe and Palmer의 단순한 축약형태의 회귀방정식을 사용하는 것은 일반화되어 있다. 문제는 어떠한 변수들을 R&D에 대한 설명변수로 채택하느냐이다. 본 실증분석에서 우리는 다음의 모형을 R&D투자의 회귀방정식으로 설정한다.

$$\begin{aligned} \log(RD)_{it} = & \beta_1 + \beta_2 \log(GRD)_{it-1} + \beta_3 \log(PACE)_{it-1} + \\ & \beta_4 \log(VA)_{it} + \beta_5 \log(EXP)_{it} + \beta_6 Index_{it} + \alpha_i + \mu_t + \xi_{it} \\ & \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log(RD)_{it} = & \beta_1 + \beta_2 \log(GRD)_{it-1} + \beta_3 \log(PACE)_{it-1} + \\ & \beta_4 \log(SA)_{it} + \beta_5 \log(EXP)_{it} + \beta_6 Index_{it} + \alpha_i + \mu_t + \xi_{it} \\ & \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

$i$  : 제조업의 산업별 분류 (13개 산업)

$t$  : 1982~2000년의 각 연도

$RD_{it}$  : 산업별 · 연도별 R&D지출액

$GRD_{it-1}$  : 산업별·연도별 정부와 공공부문의 1기 시차 R&D  
지출액

$VA_{it}$  : 산업별·연도별 부가가치

$SA_{it}$  : 산업별·연도별 매출액

$PACE_{it-1}$  : 산업별·연도별 1기 시차 오염방지 지출액

$EXP_{it}$  : 산업별·연도별 수출액

$Index_{it}$  : 산업별·연도별 경기선행지수

$\alpha_i$  : 산업별 개별효과(individual effect)

$\mu_t$  : 연도 더미

$\varepsilon_{it}$  : 독립적인(independent) 교란항

위의 모형은 다음의 예측들에 기초한다. 아래의 예측들은 주로 미국을 분석대상으로 한 기존의 선행연구에서 이론적·실증적으로 검증된 것들과 한국의 경제구조나 수출비중 등을 고려해 설정된 것들이다. 우리는 이 예측들이 적절한지를 회귀분석을 통해 검증한다.

예측 1 : 정부의 연구개발비 지출은 민간의 연구개발비 지출과 보완관계를 이룬다. 즉 정부의 연구개발비 지출이 민간의 연구개발을 촉진하는 촉매의 역할을 할 수 있다.

예측 2 : 부가가치가 클수록 이윤도 커지며 이로 인해 R&D에 투자할 자원과 인센티브가 증가한다.

예측 3 : 매출액이 큰 기업이 R&D에 투자할 자원을 확보하기 쉽다.

예측 4 : 한국의 산업은 수출 의존적이며 수출기업이나 산업이 R&D에 투자할 인센티브가 크다.

예측 5 : 경기가 좋아지리라는 예상이 있으면 민간의 R&D투자는 증가한다.

예측 6 : 기업의 오염방지지출이 증가하면 기업의 R&D를 통한 기술

### 혁신의 인센티브는 증가한다.

위의 예측에 따라 모형에 사용된 변수들을 설명해보면 우선 RD는 기술혁신의 대리변수로서 각 산업부문의 R&D지출액을 이용했다. 식(1)의 VA는 부가가치 변수로 산업의 규모에 따라 발생할 수 있는 기업의 연구개발 투자와 환경규제 변수의 허구적 상관(spurious correlation)을 조정하기 위한 변수로 부가가치가 큰 산업은 그렇지 않은 산업과 비교하여 이윤이 더 크게 실현될 수 있기 때문에 VA는 기업의 연구개발투자와는 양(+)의 상관관계가 예상된다. 식(2)에서 사용된 산업별 매출액 변수인 SA의 경우도 산업의 크기를 대변해 주므로 부가가치와 비교하기 위해 사용한 것이다.

부가가치나 매출액 외에도 설명변수로 수출액 변수인 EXP를 추가하였다. 이는 주로 대기업 중심의 수출기업들이 R&D에 대한 투자를 활성화한다는 예측 4에 근거하여 이루어진 것이다. 부가가치나 매출액과 동시에 수출액을 설명변수로 사용함으로써 다중공선성(multi-collinearity)이 존재할 수 있으나 부가가치나 매출액은 산업의 규모를 측정하기 위함이고, 수출액은 수출산업이 R&D에 미치는 영향을 측정하기 위함이므로 수출액을 설명변수로 추가하였다<sup>13)</sup>.

또한 기업들의 R&D 지출은 미래의 경기에 대한 예상에 기인할 수 있으므로 경기선행지수도 설명변수로 사용하였다 (예측 5). 기업들은 R&D에 대한 수익률이 높을 것으로 예상되거나 경기가 호조일 것으로

13) 회귀추정의 결과, 다중공선성은 존재하지만 t값을 감소시키는 정도가 크지 않음이 판명되었다. 수출액을 제외한 경우 부가가치나 매출액의 계수가 다소 더 크고 t값도 더 크게 나타났으나 수출액을 포함시킨 회귀방정식에서도 부가가치나 매출액은 유의한 양(+)의 상관관계를 가지고 있는 것으로 판명되었다. 고정효과모형을 사용했을 때 허구적 상관을 배제하기 위해 도입된 변수의 계수들이 모두 유의한 값을 지닌 것으로 판명되었고 다중공선성이 있더라도 추정된 계수들이 불편추정량이기 때문에 위의 회귀방정식에서 다중공선성은 심각한 문제를 발생시키지 않는다고 볼 수 있다.

예상되면 R&D 지출을 증가시킬 것이다. 경기선행지수는 향후 6개월의 경기전망을 나타내는 것으로 다른 변수들이 연도별 데이터라는 점을 감안할 때 다소 짧은 기간을 포괄하기에 적절하지 않을 수 있으나 경기에 대한 적절한 연도별 예상치나 R&D투자의 미래수익률에 대한 기대치와 관련된 데이터가 없어 경기선행지수를 사용하였다. 부가가치액, 매출액, 수출액 그리고 경기선행지수는 오염저감비용과 R&D간의 허구적 상관을 조정하기 위한 목적에서 이용된 변수들이다.

예측 1에 따라 정부와 공공부문의 연구개발비용인 GRD는 민간의 R&D투자와 보완관계를 나타낼 것으로 예상된다. 민간의 연구개발투자에 비해 산업별로 편차가 심한 정부연구개발투자는 민간기업, 사립대학, 개인, 정부투자기관의 투자를 제외한 모든 정부행정부처와 공공기관(국공립대학 및 의료기관 포함)의 연구개발투자액의 합이다. 정부와 공공부문의 연구개발투자는 기술확산을 촉진시켜 각 산업의 기술혁신비용과 연구개발에 양(+)의 영향을 줄 것으로 예상할 수 있다. GRD의 경우 투자에 대한 시차가 존재할 가능성이 있으므로 이전연도( $t-1$ 기,  $t-2$ 기)에 대해 추정한다. PACE는 산업별 오염방지지출액으로서 향후 환경세 부과가 어느 정도 민간의 R&D지출에 영향을 줄 수 있는지를 살펴보기 위해 환경규제의 강화 정도를 나타내는 대리변수로 사용하였다. 환경규제가 연구개발투자에 주는 영향은 시차가 존재할 것이라고 생각하여 ( $t-1$ )기와 ( $t-2$ )기를 사용하여 비교하였다.

위의 회귀방정식들은 산업과 관련하여 고정된 그러나 관측되지 않는 효과를 포괄하고 있다. 본 연구는 패널 데이터를 사용할 경우 이용하는 고정효과모형과 확률모형효과의 값을 Hausman Test를 이용하여 비교하여 적절한 모형을 사용한다. 또한 Pooled OLS와도 비교하여 패널데이터의 특성이 존재하는지도 검증한다. 결과를 밝히자면 Hausman test를 통해 우리는 고정효과모형을 사용하는 것이 적절함을 찾아냈으며 고정효과모형의 계수들이 OLS를 통한 계수추정과도 근본적인 차이가 있다는 것을 검증하였다<sup>4)</sup>. 이는 산업별 개별효과

(individual effect)가 다른 설명변수와 상관관계를 가지고 있음을 의미하는 것이다. 또한 연도더미를 이용하여 시간의존적인 요소들, 예를 들어 인플레이션이나 R&D관련 세법의 변화, 경기변동 등을 포착하려 시도하였다.

## 2) 특허 회귀모형

특허를 기업의 경쟁력을 증대시키는 기술혁신이나 발명의 대리변수로 볼 수 있는가에 대한 논쟁은 상당히 광범위하게 진행되어 왔다. 본 연구는 특허가 관측되지 않는 기업들의 기술혁신에 비례한다는 가정 하에 특허를 기술혁신의 대리변수로 이용한다. 또한 특허출원과 등록 두 변수에 대한 각각의 회귀방정식을 구성하여 두 변수의 계수들을 비교한다. R&D투자가 기업의 이윤이나 수익으로 실현되지 못하고 지출로 끝날 수 있는 것에 비해 특허는 기업의 R&D투자가 성공적인 결실을 맺은 것으로 해석할 수 있다. 그러므로 기업들의 산업경쟁력과 기술혁신에 대한 대리변수로서 R&D투자보다는 특허건수가 보다 적절하다고 볼 수 있다. 특허 회귀모형은 다음과 같이 설정된다.

$$\begin{aligned} \log(\text{Patent})_{it} = & \beta_1 + \beta_2 \log(\text{Foreign Patent})_{it} + \beta_3 \log(\text{PACE})_{it-1} + \\ & \beta_4 \log(\text{VA})_{it} + \beta_5 \log(\text{EXP})_{it} + \beta_6 \text{Index}_{it} + \alpha_i + \mu_t + \xi_{it} \\ & \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log(\text{Patent})_{it} = & \beta_1 + \beta_2 \log(\text{Foreign Patent})_{it} + \beta_3 \log(\text{PACE})_{it-1} + \\ & \beta_4 \log(\text{SA})_{it} + \beta_5 \log(\text{EXP})_{it} + \beta_6 \text{Index}_{it} + \alpha_i + \mu_t + \xi_{it} \\ & \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

---

14) 사실상 확률효과모형과 Pooled OLS의 계수값은 거의 차이가 없다.

$i$  : 특허의 산업별 분류 ( 7개 산업)

$t$  : 1985~2000년의 각 연도

Patent  $_{it}$  : 산업별 · 연도별 국내인의 특허출원(등록)건수

Foreign Patent  $_{it}$  : 산업별 · 연도별 외국인의 국내 특허출원  
(등록)건수

위의 모형은 역시 기존의 선행연구들에서 검증된 것들과 한국의 특허시장의 성격에 기초한 다음의 예측들에 따라 분석된다.

예측 7 : 특허는 관측되지 않는 기업의 기술혁신의 성과에 비례한다.

예측 8 : 산업별 특허의 수는 특허를 결정하는 요소들이 산업마다 다르기 때문에 산업마다 서로 다르다. 산업별 특허 자체에 영향을 주는 요소들의 대리변수로 외국인 특허출원 및 특허등록건수가 적절하다.

예측 9 : 매출액이나 부가가치액이 높은 산업이나 기업은 특허출원과 특허등록을 많이 배출한다.

예측 10 : 수출산업은 국내특허보다 해외특허에 더 주력한다.

예측 11 : 경기가 좋아지리라는 예상하에 기업의 특허출원과 특허등록의 인센티브는 증가한다.

우선 예측 7에 따라 특허출원건수와 특허등록건수를 기술혁신의 대리변수로 채택하여 회귀방정식의 피설명변수로 이용한다. 예측 8에 따라 산업별로 특허에 영향을 주는 변수들이 존재하기 때문에 허구적 상관을 제거하기 위해 외국인의 국내 특허출원건수와 등록건수를 설명변수로 이용한다. 환경규제의 강화가 외국의 경쟁기업들에 비해 국내 기업들을 더욱 혁신적으로 만든다는 Porter가설의 일부에 근거할 때에도 외국인의 특허건수를 통제한 후 오염저감비용의 증가가 국내인의 특허와 어느 정도 관계가 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 그러나 한국

은 미국처럼 특허시장이 크지 않고 외국인의 특허 출원이 내국인의 절반도 되지 않은 상황<sup>15)</sup>에서 외국인과의 경쟁을 위해 국내기업들이 어느 정도 혁신에 인센티브를 가질 수 있을지 의문이다. 나머지 가정들은 R&D지출의 경우와 같으며 부가가치, 매출액, 수출액, 경기선행지수는 허구적 상관을 제거하기 위해 도입한다.

#### 나. 자료

본 연구에서 R&D모형에 사용하는 자료는 한국표준산업분류상 제조업에 해당하는 13개 산업의 횡단면 자료와 1982년도부터 2000년까지의 19년 동안의 시계열 자료를 결합한 패널자료이다. 패널데이터는 미시적인 분석뿐만 아니라 개별 경제주체들의 시간에 따른 행동양식들을 동태적으로 분석할 수 있게 해준다는 점에서 횡단면 자료나 시계열 자료보다 더 포괄적인 정보를 가지고 있다.

표준산업분류상의 제조업 두 자리 수 대분류(#15~#37)는 23개 산업으로 구성되어 있다. 그런데 본 연구의 목적상 서로 다른 데이터를 수집하면서 23개의 산업으로 분류가 되지 않은 자료들로 인해 모두 13개의 산업으로 분류되었다. 13개의 산업은 음식료품, 섬유와 가죽제품, 목재와 종이 및 인쇄출판, 석유와 석탄제품, 화학제품, 비금속광물, 제1차금속, 조립금속제품, 일반기계, 전기와 전자기기, 정밀기기, 운송장비, 기타제조업이다. 실증분석을 위해 사용된 변수들은 민간의 연구개발투자액, 정부와 공공부문의 연구개발투자액, 부가가치, 매출액, 수출액, 경기선행지수, 오염방지투자액이다.

연구개발투자액(RD)과 정부조달 연구개발투자액(GRD)에 대한 자료는 과학기술부의 『과학기술연구활동조사보고』를 이용하였다. 그리

15) 내국인과 외국인간의 특허출원건수를 비교해보면 1985년부터 2000년까지 내국인의 경우가 265,607건이고 외국인의 경우 116,531건으로 나타났다.

고 부가가치(VA)에 대한 자료는 통계청에서 매년 발행되는 『광공업 통계조사보고서』의 부가가치를 이용하였다. 다음으로 산업별 매출액(SA)은 한국은행에서 매년 발행하고 있는 『기업경영분석』 자료를 이용하였다. 수출액(EXP)은 통계청(KOSIS)에서 제공하는 데이터를 R&D투자 산업분류에 맞게 수정하여 이용하였다. 경기선행지수는 통계청의 『월간경기종합지수』 자료를 2000년을 100으로 기준하여 조정하였으며 월별 데이터를 연도 데이터로 만드는 과정에서 월별 데이터의 평균치를 연지수로 이용하였다. 마지막으로 PACE(오염방지지출)의 자료는 한국산업은행에서 제조업을 중심으로 한 우리나라 주요 국내기업의 설비투자동향 파악을 목적으로 출판하는 『설비투자계획조사』와 한국은행에서 발행하는 『통계연보』의 환경오염방지지출 데이터를 이용하였다. 한국은행의 오염방지지출 데이터는 투자액뿐만 아니라 인건비 등을 포함하는 경상지출도 제시하고 있으며, 각 오염원별 액수가 나타나 있다. 그러나 시계열은 1992년부터 존재하기 때문에 1973년부터 시계열 데이터를 보유하고 있는 산업은행의 데이터보다 시계열이 짧다. 또한 산업별 분류도 10개로 되어 있어 산업은행의 세 분류를 종합한 본 연구의 13개 분류보다도 분류 수가 적다. 기업의 오염배출부담금은 산업별로 분류되어 있지 않아 배제하였고, 오염저감의 기회비용도 이같은 이유로 포함시키지 않았다. 본 연구는 서로 다른 두 오염방지지출 데이터의 특성을 살펴보기 위해 산업은행과 한국은행의 오염방지지출 자료를 각각 사용하여 결과를 비교하였다.

특허모형과 관련해서는 특허출원건수와 등록건수에 대해서는 통계청의 『지식재산통계연보』를 사용하여 1985년부터 2000년까지 시계열 자료와 7개 산업부문의 횡단면 자료를 수집하였다. 특허는 국제특허분류(IPC)에 따라 농업과 광업을 포함하여 11개의 부문으로 구분되는데 다른 설명변수들을 동시에 사용하기 위해 광업과 제조업을 포함하여 7개의 분류로 통합하였다. 7개의 부문은 음식료품, 섬유와 의복 및 가죽, 인쇄, 목재와 종이 및 화학일반, 채광금속과 광업, 기계 및 운수장비,

전기전자 및 정밀기기이다.

#### 다. 분석결과

##### 1) R&D 회귀모형

본 연구의 R&D 지출모형에서 제조업의 R&D 지출액은 정부와 공공부문의 연구개발투자, 오염저감비용, 부가가치, 수출액, 경기선행지수의 함수로 설정하였다. 본 연구에서는 부가가치뿐만 아니라 매출액도 이용하였으며, 정부와 공공부문 연구개발투자의 경우 당해기간( $t$ 기)의 자료뿐만 아니라 전기( $t-1$ 기)의 자료도 이용하여 추정하였다. 또한 오염저감비용 변수(PACE)는 ( $t-1$ )기의 자료와 ( $t-2$ )기의 자료를 이용하여 추정하였다. 모든 변수들은 변수들 간의 서로 다른 단위를 조정하기 위해 설명변수와 피설명 변수에 로그를 취하여 로그선형 함수로 변환하였다. 시차를 어느 정도 두는 것이 가장 적절하게 R&D를 설명할 수 있는지를 분석하기 위해 정부의 연구개발투자와 오염저감비용 변수만이 아니라 부가가치, 매출액, 수출액에도 시차를 적용해 보았다. 그 결과 정부의 연구개발투자와 오염저감비용은 ( $t-1$ )기가 가장 적절하게 정부의 R&D와 특허를 설명하고 그 외의 설명변수들은 현재기인  $t$ 기가 가장 적절하다고 판단하여 위의 모형을 설정하였다. <표 V-1>은 부가가치를 설명변수로 이용한 경우의 R&D지출의 회귀 방정식 추정의 결과이다.

이미 지적하였듯이 민간 R&D 지출은 1기 시차의 정부의 R&D, 산업별 부가가치, 1기 시차의 오염저감비용<sup>16)</sup>, 산업별 수출액, 경기선행지수, 연도더미, 고정효과모형의 경우 산업별 더미의 함수로 설정되었다. <표 V-1>은 pooled OLS와 고정효과모형의 계수와  $t$ 값을 비교하여

16) <표 V-1>의 오염저감비용은 산업은행의 설비투자액 데이터를 이용한 것이다.

제시하고 있다. 고정효과모형과 확률효과모형 중 어떤 모형을 채택할 것인지를 결정하기 위해 Hausman test를 시행하였고 그 결과 고정효과모형이 타당함이 검증되었다<sup>17)</sup>. 이는 산업의 개별효과인  $\alpha_i$ 가 다른 설명변수들과 상관관계가 있음을 의미한다. 그러므로 산업별 특성을 고려하여 모형을 설정해야 한다. 각각의 계수값을 살펴보면 우선 정부의 R&D투자는 OLS모형에서는 양(+)의 유의한 값을 나타내고 있지만, 고정효과모형에서는 양(+)의 값이나 유의성이 없는 것으로 나타나고 있다. 두 모형에서 계수 값과 유의성이 달라지는 것은 산업별 개별효과인  $\alpha_i$ 가 정부의 R&D 지출인 GRD와 강한 양(+)의 상관관계를 지니고 있음을 보여준다. 즉 하이테크 산업이 저기술 중심의 산업보다 높은 정부의 R&D집중도를 지니고 있음을 의미한다. 산업 고유의 효과를 제거한 이후에 1기 시차를 지닌 정부 R&D가 민간의 R&D에 미치는 영향의 계수는 0.0132로 비교적 낮은 것으로 나타나고 있다.

---

17) 고정모형효과와 확률모형효과간의 Hausman test의  $\chi^2(22)$  값은 292.12로 확률효과모형과 고정효과모형의 계수 사이에 차이가 없다는 귀무가설을 기각함으로써 고정효과모형을 사용하는 것이 바람직하다는 결론을 얻었다.

〈표 V-1〉 연구개발비 지출과 오염저감비용 회귀분석(부가가치)

변 수		Pooled OLS	Industry Fixed Effect
log(정부연구개발비-1)		0.3541 ( 9.86)**	0.0132 ( 0.53)
log(오염저감-1)		0.0424 ( 0.86)	0.0038 ( 0.12)
log(부가가치)		0.7329 ( 6.27)**	0.7328 ( 4.42)**
log(수출액)		0.1383 ( 2.31)*	0.2396 ( 2.63)**
경기선행지수		0.0139 ( 2.13)*	0.0125 ( 2.18)*
연 도 더 미	1982	-	-
	1983	2.4664 ( 6.16)**	0.5986 ( 2.86)**
	1984	2.6627 ( 5.77)**	0.6163 ( 2.59)*
	1985	3.1327 ( 7.57)**	0.8380 ( 3.76)**
	1986	2.7641 ( 7.01)**	0.8940 ( 4.33)**
	1987	2.5419 ( 7.22)**	0.7021 ( 3.69)**
	1988	2.2317 ( 6.82)**	0.8320 ( 4.90)**
	1989	1.9188 ( 5.92)**	0.6975 ( 4.16)**
	1990	1.5744 ( 5.40)**	0.6210 ( 4.06)**
	1991	1.3610 ( 4.77)**	0.5043 ( 3.31)**
	1992	1.2153 ( 4.32)**	0.5460 ( 3.66)**
	1993	0.9158 ( 3.15)**	0.4565 ( 3.06)**
	1994	1.0475 ( 3.57)**	0.5169 ( 3.54)**
	1995	0.8307 ( 2.70)**	0.3083 ( 1.98)*
	1996	0.7044 ( 2.34)*	0.4032 ( 2.64)**
	1997	0.2931 ( 0.96)	0.2302 ( 1.52)
	1998	0.2158 ( 0.75)	0.1136 ( 0.80)
	1999	-0.0240 (-0.07)	-0.0962 (-0.64)
	2000	-	-
R <sup>2</sup>		0.7998	0.9024
A-R <sup>2</sup>		0.7731	-

주: \*\*와 \*는 각각 1%, 5%의 통계적 유의성을 의미함.

이는 정부의 R&D가 민간의 R&D를 유발하는 강한 동력이 된다는 가설을 한국의 경우에는 뒷받침할 수 없음을 보여주고 있다. 데이터 상으로도 한국의 정부와 공공부문의 R&D투자는 1982~2000년까지의 총합을 비교해 보았을 때 그 규모가 민간 R&D투자의 약 4.6% 정도로

상당히 작은 편이다.

또한 미국과 같은 선진국에서 국방이나 우주항공과 관련된 정부의 R&D투자가 기업의 R&D투자를 자극하고 기업의 생산물에 대한 수요를 창출하는 역할을 담당하는 것과 달리 한국 정부의 R&D투자 수준은 그 자체가 민간의 R&D를 유인할 수준에 이르지 못하고 있는 것으로 보인다. 그러므로 Jaffe and Palmer의 실증분석 결과에 근거하여 채택하였던 예측 1은 한국에서는 성립하지 않음을 확인하였다.

1기 시차를 지닌 오염저감 관련 투자액의 경우 두 모형 모두에서 양(+)의 값이긴 하지만 유의성이 없는 것으로 나타났다. Jaffe & Palmer의 경우에는 오염저감비용의 계수가 OLS에서는 음수(-)로, 고정효과모형에서는 양수(+)로 나타나 미국의 경우 고기술 산업에서 오염지출의 집중도가 낮음을 시사하였다. 그러나 한국의 경우는 산업별 오염지출 집중도의 차이는 크지 않은 것으로 나타나고 있다. 결과적으로 1기 시차를 지닌 오염저감비용의 계수는 0.0038(t값은 0.12)로서 아주 미미한 것으로 보여진다. 이 또한 Jaffe and Palmer의 결과와는 상반되는 것으로 한국의 경우 오염방지설비투자를 통해 살펴본 오염저감지출에 대한 기업의 부담이 R&D를 유인한다는 예측 6이 성립하지 않음을 보여준다.

반면, 부가가치나 수출액 그리고 경기선행지수는 모두 양(+)의 값으로 각각 1%, 1%, 5% 유의수준에서 유의성이 있는 것으로 밝혀졌다. 특히 부가가치의 탄력성 계수는 0.73으로 상당히 크며 그 다음으로 수출도 민간의 R&D를 설명해주는 주요한 변수임을 알 수 있다. 경기선행지수의 경우 계수 값이 크지 않으나 민간의 R&D투자 결정에 유의한 영향을 미침을 시사하고 있다. 연도더미를 보면 OLS모형이나 고정효과모형 모두에서 민간의 R&D가 1980년대 후반과 1990년대에 들어 활발하다가 외환위기 시기였던 1998년과 1999년에는 급격히 감소한 것을 알 수 있다.

부가가치를 대신하여 매출액을 설명변수로 사용한 경우에도 크게

달라지는 것은 없다. 단지 경기선행지수의 t값이 다소 떨어지는 것으로 나타나며 매출액과 수출액의 계수가 약간씩 커지고 있다. 정부의 R&D투자와 1기 시차를 지닌 오염저감비용은 민간R&D투자에 영향을 미치지 못함을 역시 보여주고 있다.

〈표 V-2〉 연구개발비 지출과 오염저감비용 회귀분석(매출액)

변 수		Pooled OLS	Industry Fixed Effect
log(정부연구개발비-1)		0.4065 (11.32)**	0.0139 ( 0.57)
log(오염저감-1)		-0.0090 (-0.17)	0.0123 ( 0.41)
log(매출액)		0.7237 ( 6.67)**	0.7787 ( 5.28)**
log(수출액)		0.0574 ( 0.89)	0.2841 ( 3.50)**
경기선행지수		0.0181 ( 3.01)**	0.0098 ( 1.78)
연 도 더 미	1982	-	-
	1983	2.7473 ( 7.12)**	0.6771 ( 3.32)**
	1984	2.9719 ( 6.67)**	0.7500 ( 3.26)**
	1985	3.4883 ( 8.69)**	0.8826 ( 4.07)**
	1986	3.1048 ( 8.15)**	0.9755 ( 4.89)**
	1987	2.8664 ( 8.34)**	0.7641 ( 4.15)**
	1988	2.5064 ( 7.85)**	0.9210 ( 5.68)**
	1989	2.2746 ( 7.23)**	0.8230 ( 5.18)**
	1990	1.8154 ( 6.35)**	0.7127 ( 5.03)**
	1991	1.6666 ( 5.94)**	0.6321 ( 4.55)**
	1992	1.5104 ( 5.42)**	0.6705 ( 4.92)**
	1993	1.1868 ( 4.11)**	0.5984 ( 4.33)**
	1994	1.2723 ( 4.38)**	0.6751 ( 4.96)**
	1995	1.1250 ( 3.66)**	0.4725 ( 3.22)**
	1996	0.9867 ( 3.26)**	0.5622 ( 3.90)**
	1997	0.5057 ( 1.65)	0.3164 ( 2.18)*
	1998	0.4047 ( 1.42)	0.1517 ( 1.11)
1999	0.0630 ( 0.19)	-0.0153 (-0.10)	
2000	-	-	
R <sup>2</sup>		0.8048	0.9069
A-R <sup>2</sup>		0.7787	-

주: \*\*와 \*는 각각 1%, 5%의 통계적 유의성을 의미함.

산업은행의 공해방지 투자액을 오염저감비용으로 사용하는 대신 한국은행의 오염저감지출을 설명변수로 사용하여 동일한 회귀분석을 한 결과 역시 정부연구개발비나 1기 시차를 지닌 오염저감비용이 민간의 R&D 투자를 설명하는 변수로서 유의성이 없으며 부가가치나 수출액, 경기선행지수도 산업은행의 공해방지 데이터에 비해 다소 설명력이 떨어지는 것으로 나타나고 있다. 한국은행의 오염방지 지출 데이터는 그 포괄범위나 액수가 산업은행 데이터보다 크지만 시계열도 짧고 산업분류 단위도 더 커서 산업고유의 특성을 고려해야 하는 패널데이터 분석에서는 열위에 있다고 할 수 있다. 다만 각 오염물질별 분석을 통해 계수의 유의성은 없지만 대기오염과 관련된 오염방지지출이 폐수, 폐기물, 토양, 소음과 관련된 오염방지 지출보다 민간의 R&D 투자와 관련이 큰 것으로 나타나고 있음을 확인할 수 있다<sup>18)</sup>.

고정효과모형은 관측 불가능한 산업의 특성을 통제하기는 하지만 모든 산업이 오염저감비용에 대한 동일한 탄력성 계수를 갖고 있다고 가정하고 있다. 각 산업별 특성을 분석해보기 위해 산업별로 서로 다른 더미를 이용하여 산업별로 서로 다른 오염저감비용의 탄력성 계수를 계산한 것이 <표 V-3>에 나타나 있다. 부가가치를 사용하는 경우 섬유와 의복 및 가죽산업의 오염저감비용 계수가 음(-)의 값을 나타내고 있다. 이는 섬유, 의복 및 가죽산업이 공해유발산업이어서 오염저감비용의 증가가 R&D투자를 자극할 것이라는 일반적인 예측과는 상반된 결과이다. 운수장비 산업은 부가가치액과 매출액 각각의 경우에 모두 상대적으로 높은 양(+의) 계수를 나타내고 있다. 이는 한국은행의 데이터에서 대기오염에 대한 오염저감비용이 R&D지출에 비록 유의성은 낮았지만 양(+의) 영향을 주었던 사실과 관련지을 수 있다. 운수

18) 한국은행의 오염저감 데이터를 이용한 경우 연도더미를 가미한 고정효과모형에서 대기관련 오염저감비용이 민간의 R&D투자에 미치는 계수 값은 0.0188이고 폐수는 -0.0244, 폐기물은 -0.0604, 토양은 -0.0466으로 모두 t값은 유의하지 않은 것으로 나타났다.

장비 산업은 대부분 대기오염과 관련된 공해물질을 방출시키는 운송 장비를 생산하므로 생산한 제품의 오염물질 배출을 통제하기 위한 기준은 높은 편이다.

〈표 V-3〉 산업별 연구개발비 지출과 오염저감비용 계수

산 업 명	계 수 (t 값)	
	부가가치액	매출액
음식료품 및 담배	0.0653 ( 0.38)	0.0643 ( 0.45)
섬유, 의복, 가죽	-0.4247 (-3.48)**	-0.0638 (-0.45)
목재, 나무, 종이 및 출판인쇄	0.2712 ( 1.27)	0.2125 ( 1.24)
석유 및 석탄제품	0.0543 ( 0.46)	-0.0230 (-0.26)
화합물 및 화학제품, 고무 및 플라스틱	0.0868 ( 1.78)	0.2116 ( 2.37)*
비금속광물	0.0641 ( 0.41)	0.0110 ( 0.06)
제1차금속	0.0980 ( 0.74)	0.0359 ( 0.28)
조립금속	-0.1241 (-0.79)	-0.1400 (-0.82)
기계 및 장비	-0.0716 (-0.62)	0.0203 ( 0.17)
전기전자제품	0.0325 ( 0.53)	-0.0287 (-0.41)
의료, 정밀기기	-0.1308 (-1.31)	-0.0662 (-1.52)
운수장비	0.3139 ( 3.84)**	0.2554 ( 2.19)*
기타제조업	-0.0427 (-0.24)	-0.0963 (-0.90)

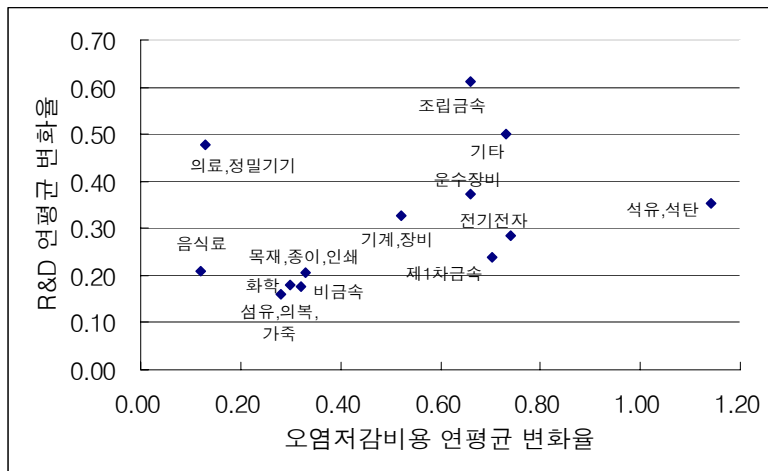
주: \*\*와 \*는 각각 1%, 5%의 통계적 유의성을 의미함.

제품의 생산과정에서 오염저감비용은 그리 크지 않을 수 있지만 위와 같은 이유로 인해 다른 산업에 비해 오염방지 지출액이 큰 편이고 그 증가율도 높게 나타나고 있다. 운수장비 산업의 R&D 증가율은 아주 높은 편은 아니지만 공해방지 비용의 부담증가가 R&D 투자를 유인한다고 여겨진다. 매출액을 사용한 경우 화합물, 화학제품, 고무 및 플라스틱 산업의 계수가 양(+)의 값으로 유의성을 가지는데 이 또한

공해방지비용의 증가율은 높지 않으나 공해방지 비용의 부담이 높은 산업으로 간주될 수 있다. 그 외에도 유의성은 없지만 목재, 나무, 종이 및 인쇄의 계수도 다소 큰 양(+)의 값을 갖고 있다. 반면 R&D 증가율은 매우 높지만 오염저감비용 증가율은 상대적으로 낮은 조립금속산업과 의료 및 정밀기기산업의 경우 계수가 음(-)의 값을 띠고 있다. 한국의 경우 <표 V-1>과 <표 V-2>의 결과에서 알 수 있듯이 오염저감비용의 증가가 민간의 R&D투자에 뚜렷한 영향을 주지 못하므로 산업별로도 큰 영향을 주는 부분을 발견하기는 힘들다.

산업별 R&D 증가율과 오염저감비용 증가율의 관계는 각 산업의 오염집중도와 R&D 집중도의 변화를 간접적으로 보여주는 것으로 [그림 V-1]에 나타나 있다. [그림 V-1]은 각 산업별 오염방지비용 증가율과 R&D 증가율의 변화를 나타내는 것으로 1982~2000년의 연평균 증가율을 사용하였다. 조립금속, 의료 및 정밀기기처럼 R&D집중도는 높고 오염집중도는 상대적으로 낮은 산업에서는 오염저감비용이 음(-)의 계수로 나타나고, 반대로 목재, 나무 종이 및 출판인쇄, 화합물, 제1차금속, 전기전자와 같이 오염집중도가 상대적으로 높은 산업의 경우에는 비록 유의성은 떨어지지만 양(+)의 계수가 나타나는 것을 <표 V-3>과 비교하여 확인할 수 있다. 석유·석탄제품의 경우 오염방지비용 증가율은 매우 크지만 부가가치나 매출액을 사용했을 경우 모두 계수값은 유의성이 없는 것으로 나타났다.

[그림 V-1] 산업별 R&amp;D 증가율과 오염저감비용 증가율



로그값 대신 증가율을 사용하여 <표 V-1>과 <표 V-2>와 같은 R&D 회귀방정식을 추정한 경우, 로그값을 이용했던 경우에 비해 오염저감비용의 계수가 커진다. 그렇지만 위의 그림에서 알 수 있듯이 Jaffe and Palmer (1996)의 경우처럼 강한 선형관계를 나타내고 있지는 않으며 오염방지비용 증가율에 비해 R&D 증가율도 크게 나타나고 있지 않다<sup>19)</sup>. 증가율을 사용하는 경우에도 부가가치액과 수출액의 계수는 모두 유의미한 양(+)의 값으로 나타나고 있다.

또한 시간이 지나면서 오염저감비용이 R&D투자에 미치는 영향을 살펴보기 위해 연도별 회귀분석도 시도하였으나 시간이 흐름에 따라 오염저감비용의 계수값이 체계적으로 바뀌는 것을 확인할 수는 없었다.

결론적으로 R&D 회귀방정식을 통해 본 논문은 Porter의 가설이 한국에서는 성립하고 있지 않음을 밝히고 있다. 지난 20년 동안 한국에

19) Jaffe and Palmer (1996)의 경우 선형추세선을 그리면 45도선보다 기울기가 급하게 나타난다. 그러나 한국의 경우는 [그림 V-1]에서 알 수 있듯이 오염방지비용 증가율에 비해 R&D 투자 증가율은 음식료와 의류 및 정밀기기를 제외하고는 전체산업에 걸쳐 대체적으로 완만하다.

서 오염방지 지출의 부담증가가 기업으로 하여금 새로운 기술혁신의 유인을 제공하고 있지는 못한 듯하다. 이런 결과가 도출된 이유로 우리는 두 가지를 지적할 수 있다. 첫째, 아직 전반적으로 한국의 환경규제가 엄격하지 못하다는 점과 공해방지 지출이 기업에게 큰 부담이 되고 있지 않음을 지적할 수 있다. 향후 전 세계적으로 강화되는 환경규제정책하에서 기업이 환경 보전을 위해 담당해야 하는 부담이 더욱 커진다면 기업으로 하여금 보다 환경친화적인 기술을 개발하고 새로운 제품과 공정을 개발하기 위한 투자에 전력하도록 유인할 것이라는 점을 부정할 수는 없다. 본 연구는 한국이 아직은 그런 단계에 접어들지 않았다는 것을 밝히고 있다.

둘째, Porter(1991)는 적절한 방법으로 환경규제가 이루어져야만이 환경규제의 강화가 기업의 기술혁신을 자극할 수 있다고 지적하였다. 이에 근거할 때 환경규제를 수행하는 방식에 있어 한국이 아직 정부가 직접 통제하는 형태를 채택하기 때문에 Porter가 지적하는 적절한 방법을 구사하지 못하고 있다고 해석할 수 있다. 그렇다면 기술혁신을 유도하기 위한 가장 적절한 환경규제 수단에 대한 논의가 적극적으로 필요하다.

## 2) 특허회귀모형

본 연구의 특허모형에서 제조업의 특허건수는 외국인 특허건수, 오염저감비용, 부가가치, 수출액, 경기선행지수의 함수로 설정하였다. R&D 모형에서와 같이 부가가치와 매출액을 각각 설명변수로 포함시켰으며, 오염저감비용 변수(PACE)는 (t-1)기의 데이터를 사용하였다. 마찬가지로 수출액과 경기선행지수도 설명변수에 포함시켰다. 또한 연도더미와 고정효과모형의 경우 산업더미도 포함시켰다. R&D 모형과 마찬가지로 변수들 간의 서로 다른 단위를 조정하기 위해 설명변수와 피설명 변수 모두에 로그를 취하여 로그선형함수로 변환하였다.

특허의 경우 출원건수와 등록건수 데이터가 있는데 기업들의 기술혁신의 의지를 표현하는 변수로서는 특허출원건수가 더 타당한 듯 보이거나 특허등록건수에 대해서도 똑같은 방법으로 회귀분석을 수행하였다. <표 V-4>는 부가가치를 설명변수로 이용한 경우의 특허출원건수의 회귀방정식 추정의 결과이다. 특허모형에서도 R&D모형과 마찬가지로 Hausman test를 이용하여 고정효과모형이 적절함을 검증하였다.

<표 V-4> 특허출원건수와 오염저감비용 회귀분석(부가가치)

변수		Pooled OLS	Industry Fixed Effect
log(부가가치)		-0.6325 (-3.62)**	0.8149 ( 2.69)**
log(수출액)		0.5539 ( 8.91)**	0.0505 ( 0.30)
log(외국인 특허출원건수)		0.9827 (20.99)**	0.4696 ( 1.35)
log(오염저감-1)		-0.1117 (-1.87)	0.0628 ( 0.91)
경기선행지수		0.0361 ( 5.67)**	0.0111 ( 1.36)
연 도 더 미	1985	-	-
	1986	-0.0509 (-0.23)	0.0196 ( 0.11)
	1987	-0.1924 (-0.90)	-0.1405 (-0.76)
	1988	-0.3491 (-1.68)	-0.3126 (-1.61)
	1989	-0.3145 (-1.57)	-0.3779 (-1.99)*
	1990	-0.0926 (-0.48)	-0.4043 (-2.43)*
	1991	0.2568 ( 1.33)	-0.3081 (-1.71)
	1992	0.3492 ( 1.79)	-0.2595 (-1.39)
	1993	0.6140 ( 3.08)**	-0.0344 (-0.17)
	1994	0.5432 ( 2.68)**	-0.0565 (-0.27)
	1995	0.7299 ( 3.37)**	0.0472 ( 0.21)
	1996	0.7158 ( 3.21)**	0.0116 ( 0.05)
	1997	0.5107 ( 2.22)*	-0.0328 (-0.16)
	1998	0.3135 ( 1.49)	-0.1248 (-0.69)
1999	0.0634 ( 0.29)	-0.1538 (-0.88)	
2000	-	-	
R <sup>2</sup>		0.9455	0.9434
A-R <sup>2</sup>		0.9316	-

주: \*\*와 \*는 각각 1%, 5%의 통계적 유의성을 의미함.

특허출원건수의 경우 부가가치 계수는 양(+)의 값으로 유의성을 가지고 있어 부가가치가 높은 산업이 특허출원건수도 많음을 알 수 있다. 매출액 역시 계수가 1.0464(t값은 3.41)로서 강한 양(+)의 상관관계를 보여주고 있다. 외국인 특허출원건수는 부가가치를 설명변수로 이용한 경우에는 유의성이 없는 것으로 나타났으나, 매출액을 사용한 경우에는 그 계수가 0.6755(t값은 2.35)로 양(+)의 상관관계가 있음을 나타낸다.

〈표 V-5〉 특허등록건수와 오염저감비용 회귀분석(부가가치)

변 수		Pooled OLS	Industry Fixed Effect
log(부가가치)		-0.6487 (-3.04)**	0.7736 ( 2.35)*
log(수출액)		0.3729 ( 5.17)**	0.3309 ( 1.76)
log(외국인 특허등록건수)		0.9269 (13.51)**	0.5798 ( 3.79)**
log(오염절감-1)		-0.1352(-1.90)	-0.1180 (-1.45)
경기선행지수		0.0552( 7.40)**	0.0160 ( 1.62)
연 도 더 미	1985	-	-
	1986	0.4061 ( 1.55)	0.1964 ( 0.87)
	1987	0.5739 ( 2.31)*	0.2310 ( 1.06)
	1988	0.4852 ( 2.00)*	0.1035 ( 0.48)
	1989	0.6676 ( 2.85)**	0.4288 ( 2.14)*
	1990	0.7910 ( 3.48)**	0.5645 ( 2.72)**
	1991	0.4803 ( 2.13)*	0.2283 ( 1.06)
	1992	0.5164 ( 2.27)*	0.2535 ( 1.15)
	1993	0.5102 ( 2.20)*	0.2749 ( 1.23)
	1994	0.4603 ( 1.94)	0.1673 ( 0.73)
	1995	0.5853 ( 2.29)*	0.2039 ( 0.79)
	1996	0.4745 ( 1.82)	0.1703 ( 0.66)
	1997	0.6039 ( 2.24)*	0.3864 ( 1.52)
	1998	1.0138 ( 4.13)**	0.7497 ( 3.02)**
1999	0.3086 ( 1.18)	0.4463 ( 1.86)	
2000	-	-	
R <sup>2</sup>		0.9441	0.9555
A-R <sup>2</sup>		0.9297	-

주: \*\*와 \*는 각각 1%, 5%의 통계적 유의성을 의미함.

이는 예측 8이 어느 정도로는 유효하나 특허출원의 경우 외국인 특허출원건수를 특허 자체의 유형이나 흐름을 설명하는 적절한 대리변수로 쓰기에는 부족하거나 내국인의 특허출원이 이런 흐름을 제대로 포착하지 못함을 의미한다.

반면 특허등록건수는 부가가치와 매출액이 양(+)의 상관관계를 보여줄 뿐 아니라 외국인 특허등록건수도 1% 유의수준에서 양(+)의 상관관계를 뚜렷이 보여주고 있다<sup>20)</sup>.

이는 특허등록건수의 경우에서 특허출원건수에 비해 외국인 특허등록건수가 산업별 특허의 흐름을 보여주는 대리변수로서의 역할을 수행하고 있고, 내국인의 특허등록이 그 흐름을 잘 반영하고 있음을 시사한다. 우리는 내국인의 특허등록/특허출원의 비율이 외국인보다 낮다는 점에 주목할 필요가 있다. 내국인의 특허등록비율은 1985년~2000년 평균 32%로 외국인의 특허등록비율인 42%보다 8%포인트 낮다. 이는 내국인의 특허출원 중 성공적으로 등록되는 비율이 낮으며, 반대로 외국인은 이미 미국과 같은 큰 시장에서 검증된 기술이나 공정을 국내에 특허출원하는 경우가 많으므로 특허등록비율이 높다는 것을 보여준다.

그러므로 전반적으로 예측 8은 유효하나 특허등록의 경우 가정의 유효성이 보다 잘 파악되며, 미국과 같은 선진국에 비해 우리나라에서 특허의 패턴이나 흐름을 외국인 특허출원이나 등록건수로 설명하기에는 외국인의 특허출원과 등록의 비율이 내국인에 비해 낮다고 볼 수 있다. 시장규모가 작은 우리나라의 경우 외국인의 특허에 대한 선호 여부가 특허의 산업별 흐름을 대변하기에는 다소 부족한 것으로 보인다.

수출액은 특허출원과 등록 모두의 경우 계수의 유의성이 없는 것으로 나타나 수출산업의 경우 국내특허보다는 외국시장의 특허에 관심

20) 매출액을 사용한 경우, 고정효과모형에서 매출액의 계수는 1.1094(t값은 2.83), 외국인 특허등록건수는 0.5669(t값은 3.81)로 나타났다.

이 있음을 간접적으로 확인할 수 있다. 경기선행지수 역시 특허출원과 등록건수에 큰 설명력이 없는 것으로 나타났다.

1기 시차를 지닌 오염저감비용 역시 특허출원과 등록 모두의 경우에 계수 자체의 유의성이 없는 것으로 나타나 R&D지출 회귀방정식의 결과와 일치하는 특성을 보여주고 있다. 이는 오염저감비용의 증가로 나타나는 환경규제의 강화가 기업의 기술혁신을 대변하는 특허에는 영향을 주지 못한다는 것으로 Porter가설이 한국에서는 적어도 기술혁신 측면에서 아직까지는 성립하지 않고 있음을 다시 한번 보여주는 증거이다.

연도더미들의 값은 특허출원의 경우 점점 증가하다가 1997년부터 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 외국인 특허출원에 대한 내국인 특허출원의 비율이 계속 증가하다가 1997년 이후 감소한 사실과 일치하며 외환위기로 인한 특허출원의 감소를 반영하는 것이다. 특허등록의 경우는 이러한 시간상의 패턴을 찾아볼 수 없었다.

특허출원과 특허등록건수에 대한 오염저감비용의 영향에 대해 산업별 계수를 비교한 결과는 본문에 포함하지 않았다. 7개로 크게 분류된 업종들에는 오염집중도가 큰 산업과 그렇지 않은 산업이 통합된 경우(예를 들어, 전기전자와 정밀기기)가 있어 계수자체가 오염집중도 측면에서 산업별 특성을 보여줄 수 없었기 때문이다. 또한 연도별 회귀 분석에서도 연도간의 뚜렷한 차이나 변화패턴 등을 발견할 수 없었다.

## 2. 오염저감비용이 무역부문에 미치는 영향

### 가. 모형의 설정

환경규제로 인한 오염저감비용이 무역수지에 미치는 영향을 분석하기 위하여 물가와 무역수지에 대한 부분균형모형을 설정하였다. 이는 환경규제로 인한 기업의 추가적 비용부담이 가격경쟁력을 변화시켜 무

역수지에 영향을 미치기 때문이다. 분석을 위한 모형은 Robinson(1985, 1988)과 I. Kim and D. Kim(2002)의 산업연관모형에 기초하여 구성하였다. 산업연관모형은 일정기간의 재화와 서비스의 흐름을 기록한 산업연관표를 이용하므로 이러한 흐름이 안정적인 경우를 가정하고 분석하게 되어 정태분석에 해당하며 추가적으로 선형 생산함수, 투입요소간의 교차탄력성이 0, 산업부문별 결합생산물(joint-products)이 없음을 가정하고 있다.

### 1) 생산자물가에의 영향

환경규제로 야기되는 오염저감비용이 생산자물가에 미치는 영향을 살펴보기 위해서는 산업연관표의 가격 균형방정식을 이용할 수 있다. 즉 각 부문 생산물의 단위가격은 단위당 중간투입액과 임금 등 부가가치액으로 구성되며, 단위당 중간투입액은 물량적 투입계수에 투입되는 상품의 가격을 곱하여 산정할 수 있다. 이때 환경규제로 인한 비용지출은 크게 관련 고용자 등에 대한 경상지출, 설비의 감가상각, 부담금 등으로 산업연관표상 부가가치에 해당되므로 부가가치부문을 두 부분으로 분리하였다. 환경규제로 인한 지출은 부가가치에 포함되는 지출 이외에 오염저감을 위한 중간재화의 구입도 포함하므로 정확한 분석을 위해서는 투입산출계수에 대한 수정이 필요하나 자료한계로 인해 고려하지 않았다. 동일한 중간투입물도 국내상품과 수입상품의 가격 차이가 발생할 수 있으므로 국내부문과 수입부문으로 구분하여 구성하였다. 이렇게 유도된 가격 균형방정식은 다음과 같다.

$$P_d = A'_d P_d + A'_m P_m + A_n V_n + E$$

$A'_d$	국내상품 투입계수행렬의 전치행렬
$A'_m$	수입상품 투입계수행렬의 전치행렬
$P_d$	국내상품의 단위가격 벡터
$P_m$	수입상품의 단위가격 벡터
$A_n$	부가가치계수의 대각행렬
$V_n$	부가가치 단위가격 벡터
$E$	직접오염저감 단위가격 벡터

동 방정식을 환경규제로 인한 가격 변동을 방정식으로 변환하면 다음과 같다.

$$\widehat{P}_d = A'_d \widehat{P}_d + A'_m \widehat{P}_m + A_n \widehat{V}_n + \widehat{E}$$

이때  $\widehat{P}_d = dP_d/P_d$ ,  $\widehat{P}_m = dP_m/P_m$ ,  $\widehat{V}_n = dV_n/V_n$ , 그리고  $\widehat{E} = dE/E$ 이다. 여기서는 환경규제로 인한 오염저감비용이 물가에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 수입가격과 부가가치율의 변화가 없는 경우, 즉  $\widehat{P}_m = \widehat{V}_n = 0$  을 가정하였다. 환경규제가 야기하는 오염저감비용의 지출로 인한 국내상품 가격에의 영향은 다음과 같이 단순화될 수 있다.

$$\widehat{P}_d = (I - A'_d)^{-1} \widehat{E}$$

환경규제가 없는 경우를 기준으로 할 경우 환경규제를 도입함으로써 인한 직접적 비용은 오염저감비용 자체( $\widehat{E} = E =$  오염저감비용, 즉 오염저감비용의 직접효과)가 되며 이는 각 상품의 가격을 동일한 수준만큼 직접적으로 상승시키게 된다. 또한 국내생산 상품을 중간재로 이

용하는 산업에도 그 상대적 투입비중에 따라 간접적으로 가격에 영향을 미치게 된다. 이러한 산업의 투입관계를 고려할 경우 환경규제가 국내상품 가격에 미치는 총영향은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\widehat{P}_d = (I - A'_d)^{-1}E = E + (I - A'_d)E + (I - A'_d)^2E + \dots$$

총 가격효과는 오염저감비용의 지출에 따른 직접적인 효과  $E$ 와 각 산업간 투입-산출관계를 통한 간접효과의 합으로 나타난다. 이때 간접효과는 산업간의 연관관계를 통해 나타나는 가격효과의 무한합(infinite sum)으로 표현된다. 한편 총가격효과는 비용요인, 즉 환경규제로 인한 오염저감비용의 지출이 야기하는 최대한의 물가과급효과<sup>21)</sup>만을 나타내며 가격변동의 과급시차는 나타내지 않는다. 이렇게 도출된 가격효과는 무역수지에 대한 영향을 산출하는 데 이용되게 된다.

## 2) 무역수지에 대한 영향

환경규제가 무역수지에 미치는 영향은 오염저감비용 지출로 인한 물가상승이 야기하는 무역수지 변화이다. 산업별 무역수지에 대한 영향은 다음과 같은 무역수지 방정식으로부터 유도할 수 있다.

$$BT_i = P_{d,i} EX_i + P_{d,i} IM_i$$

21) 비용의 변동이 모두 제품가격에 반영된다는 전제하에서 물가과급효과를 나타내고 있으나 실제로는 수요요인이나 경쟁요인 등에 의해 계산 결과보다 가격변동이 작을 수 있다.

{	$BT_i$	i산업의 무역수지
	$P_{d,i}$	i상품의 국내가격
	$EX_i$	i상품의 수출
	$IM_i$	i상품의 수입

환경규제로 인한 국내상품 가격변화가 무역수지에 미치는 영향은 다음과 같이 무역수지 방정식을 오염저감비용에 대해 미분함으로써 유도할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial BT_i}{\partial E_j} &= \left( \frac{\partial P_i}{\partial E_j} EX_i + P_i \frac{\partial EX_i}{\partial P_i} \frac{\partial P_i}{\partial E_j} - \frac{\partial P_i}{\partial E_j} IM_i - P_i \frac{\partial IM_i}{\partial P_i} \frac{\partial P_i}{\partial E_j} \right) + \\ &\quad P_i \sum_{k \neq i} \left( \frac{\partial EX_i}{\partial P_k} - \frac{\partial IM_i}{\partial P_k} \right) \frac{\partial P_k}{\partial E_j} \\ &= (EX_i(1 + \epsilon_{X_i}) - IM_i(1 + \epsilon_{M_i})) \frac{\partial P_i}{\partial E_j} + \\ &\quad P_i \sum_{k \neq i} \left( \frac{\partial EX_i}{\partial P_k} - \frac{\partial IM_i}{\partial P_k} \right) \frac{\partial P_k}{\partial E_j} \end{aligned}$$

여기서  $\epsilon_{X_i}$ 는 i산업 수출의 가격탄력성,  $\epsilon_{M_i}$ 는 i산업 수입의 가격탄력성이다. 위 식의 첫 번째 항목은 j산업에 대한 오염저감비용 지출이 i산업 가격변화를 통해 무역수지에 미치는 영향으로 환경규제로 인한 직접적인 효과라 할 수 있다. 두 번째 항목은 각 산업의 오염저감비용 지출이 i의 산업의 가격변화를 통해 i산업 무역수지에 미치는 간접적인 효과이다. 즉 직접적인 효과는 분석대상 산업의 가격변화를 통한 효과이며 간접적인 효과는 분석대상 이외 산업의 가격변화를 통한 영향이다.

간접적인 효과의 계량은 수출과 수입의 교차가격탄력성에 대한 자료를 필요로 하나 다부문 모형의 설정과 수출입 시계열의 한계로 인해 추정이 곤란하다. 따라서 본 보고서에서는 직접적인 효과를 중심으로 무역수지에의 영향을 살펴보았다<sup>22)</sup>.

---

22) Robinson(1998)과 I. Kim and D. Kim(2002)도 직접효과만을 분석하였다.

## 나. 자료

환경규제로 인한 오염저감비용은 크게 오염저감시설의 감가상각비, 관련 업무수행을 위한 경상지출, 오염물질 배출에 따른 부담금 등 정부에 대한 이전지출, 기술개발투자, 규제관련 지출액에 대한 기회비용 등으로 나누어 볼 수 있다.

오염저감시설의 감가상각비는 우선 한국산업은행에서 제공하고 있는 1982년 이후 산업별 오염저감 설비투자실적과 기업경영분석에서 제공하는 연도별 산업별 감가상각률을 적용하여 분석대상 연도의 오염저감시설 자본스톡(capital stock)을 추계하였다. 이어 전년도 오염저감시설 자본스톡에 감가상각률을 적용하여 감가상각비를 도출하였다. 분석연도가 1995년 이후이며 대부분 산업의 감가상각률이 10% 이상 수준임을 고려할 때 1982년 이후 오염저감 투자액을 이용한 자본스톡의 추계는 큰 무리가 없는 것으로 판단된다. I. Kim and D. Kim(2002)은 통계청에서 발간하는 산업센서스의 오염저감시설 자본스톡 자료를 이용하였다. 동 자료를 이용할 경우 조사기업이 한국산업은행 자료보다 많은 장점이 있으나 자본스톡 자료가 산업단지별로 제공되어 분석을 위해 필수적인 산업별 분류에 자의성이 개입될 수 있는 문제점이 있다. 한편 서비스산업에 대한 투자실적은 조사대상의 한계로 인해 한국은행 자료를 이용하였다.

두 번째로 환경규제 업무와 관련한 경상지출은 한국은행에서 제공하고 있는 산업별 오염저감비용 지출 중 경상지출을 이용하였다. 이러한 경상지출의 분류가 본 보고서의 산업분류보다 자세하지 않은 경우에는 산업별 감가상각비의 비율로 배분하였다. 세 번째, 부담금 등 정부에 대한 이전지출의 규모는 한국은행에서 전체규모를 제공하고 있으므로 이를 경상비용의 비중에 따라 산업별로 배분하였다. 그리고 오염저감관련 지출에 대한 기회비용은 총지출(감가상각비+경상비용+이전지출)에 대해 3년만기 회사채 수익률을 적용하여 도출하였다. 한

편 환경관련 기술개발 투자(R&D)는 전체 기술개발 투자액과 분리·집계되지 않는 문제점으로 인해 고려하지 않았다.

오염저감 지출의 물가 파급효과와 무역수지 분석을 위해 이용된 산업연관표는 1995년, 1998년, 2000년으로 1990년대 이후 한국경제의 구조변화를 살펴보기 위하여 선정되었다. 무역수지 분석에 이용된 수출 및 수입의 가격탄성치는 통계청(KOSIS)에서 제공하는 산업별 수출입 자료를 산업연관표 분류에 맞게 수정하여 추정하였다. I. Kim and D. Kim(2002)은 수출입 탄성치를 INFORUM 한국-미국의 두 국가 모형에서 추정된 수치를 이용하였으나 구체적 수치를 제시하지 않아 비교가 곤란하다. 다만 동 탄성치의 경우 미국외 국가로부터의 영향이 배제되는 한계가 있다.

추정된 수출입탄성치를 살펴보면 대부분의 경우 경제적 이론에 부합하는 부호를 보여주고 있으나 농림수산업의 수입탄성치의 경우 반대부호를 보여주고 있다. 그러나 동 추정치의 통계적 유의성이 낮아 큰 의미를 부여할 수는 없다. 수출산업의 경우 목재 및 종이제품과 전기전자제품의 가격탄성치가 높게 나타났으며 수입탄성치는 정밀기기와 전기전자제품이 높게 추정되었다. 수출입탄성치를 기준으로 할 때 가격변화로 인해 무역수지가 가장 크게 변화하는 업종은 전기전자업종으로 나타나 전기전자업종에서의 높은 국제경쟁을 간접적으로 보여주는 결과라 할 수 있다.

〈표 V-6〉 산업별 수출입 가격탄성치

산업분류	수출탄성치	수입탄성치
1. 농림수산업	-0.26951* (-2.78805)	-0.04411 (-1.26744)
2. 광산업	-0.40382* (-2.46057)	0.00126 (0.01175)
3. 음식료품, 담배	-0.28166** (-3.11594)	0.27125 (2.08621)
4. 섬유 및 가죽, 신발	-0.16208* (-2.41991)	0.05851 (1.31964)
5. 목재 및 종이	-0.80144** (-5.10141)	0.26149** (3.79430)
7. 석유 및 석탄	-0.71823* (-2.16610)	0.10324* (2.59265)
8. 화학 및 고무	-0.55260** (-5.96572)	0.22463* (2.23263)
9. 비금속광물	-0.26480* (-2.05116)	0.21616 (1.92090)
10. 1차금속	-0.49958** (-6.64174)	0.46223** (4.80055)
12. 일반기계	-0.14765 (-2.03301)	0.17110* (2.51454)
13. 전기전자	-0.76346** (-8.00719)	0.57825** (4.72253)
14. 정밀기기	-0.28006** (-5.74201)	0.70719** (15.01148)
15. 운송장비	-0.24978* (-2.77756)	0.17888 (1.47790)
16. 기타제조업	-0.05303 (-0.80774)	0.03900 (0.30210)
총수출입	-0.18483** (-3.49540)	0.12186* (2.11939)

주: 1. 괄호안은 t-값임.

2. \*\*와 \*는 각각 1%, 5%의 통계적 유의성을 의미함.

#### 다. 실증분석

오염저감비용 지출이 직접적으로 생산자물가에 미치는 영향은 평균 0.5% 미만으로 상당히 낮은 수준을 보여준다. 또한 그 추세도 점차 하락하는 경향을 보여주고 있다. 1995년의 경우 생산자물가지수에의 영향이 0.44%에서 1998년 0.43%, 2000년에는 0.38% 수준까지 하락하였다<sup>23)</sup>. 이는 오염저감비용의 절대규모 증가에도 불구하고 전체 비용구조에서 차지하는 비중은 감소하였음을 보여준다.

산업별 수준을 살펴보면 환경규제를 많이 받는 것으로 알려진<sup>24)</sup> 화학 및 고무(8), 비금속광물(9), 그리고 1차금속(10) 업종이 분석대상 연도 모두에 걸쳐 0.5% 이상의 비교적 높은 상승률을 보여준다. 반면 목재 및 종이(5) 업종은 알려진 바와 다르게 오염저감비용 지출로 인한 직접적 물가상승 효과가 낮았다. 직접적 물가효과의 추세는 그 절대적 수준이 낮은 광산업(2)과 금속제품(11) 업종만 증가추세를 보여주고 있으며 타산업은 적어도 크게 증가하는 추세는 보여주지 않는다. 이는 직접적인 오염저감비용 지출이 높은 산업의 경우 동태적으로 투입요소의 구성변화를 통해 그 영향을 줄이려는 유인이 작용한 결과일 수 있다.

23) 오염저감비용 지출이 전체 생산자물가에 미치는 영향은 각 산업별 물가 가중치를 이용하여 계산하였다.

24) Low and Yates(1992)는 환경민감산업으로 펄프 및 종이, 목재산업, 석유석탄산업, 화학산업, 시멘트, 철강, 비철금속, 금속제조업을 열거하였다.

<표 V-7> 산업별 오염저감비용의 직접적 물가효과

(단위: %)

산업분류	1995	1998	2000
1. 농림수산업	0.3576	0.3563	0.3883
2. 광산업	0.2844	0.3030	0.3202
3. 음식료품, 담배	0.4784	0.4948	0.4832
4. 섬유 및 가죽, 신발	0.5154	0.4940	0.4790
5. 목재 및 종이	0.1152	0.1748	0.0969
6. 인쇄	0.0257	0.0155	0.0144
7. 석유 및 석탄	0.7883	0.4889	0.3410
8. 화학 및 고무	0.9912	1.1925	1.0997
9. 비금속광물	0.5862	0.5481	0.5519
10. 1차금속	1.0533	0.9475	1.1283
11. 금속제품	0.1558	0.2897	0.3235
12. 일반기계	0.0887	0.0567	0.0381
13. 전기전자	0.4049	0.4457	0.2778
14. 정밀기기	0.0107	0.0496	0.0293
15. 운송장비	0.3344	0.3573	0.2854
16. 기타제조업	0.3017	0.2513	0.2276
17~28: 기타	0.2711	0.2480	0.2108
합 계	0.4351	0.4282	0.3830

타산업의 오염저감비용 지출이 투입요소 가격을 상승시켜 나타나는 간접적인 물가상승 효과까지 고려한 총물가효과는 직접적 효과보다 평균적으로 2배 이상 높은 수준을 보여준다. 환경규제를 많이 받는 것으로 알려진 섬유 및 가죽, 신발(4), 화학 및 고무(8), 비금속광물(9), 1차 금속(10), 그리고 금속제품(11) 업종의 물가효과가 1.0% 이상의 높은 물가상승 압력을 나타내 일반적인 믿음과 일치되는 결과를 보여준다.

총물가상승 효과의 시간에 따른 변화는 직접효과와 비슷한 추세를 보여준다. 생산자물가에의 영향은 1995년 0.84%에서 0.82%(1998년), 0.78%(2000년)로 낮아져 시간의 흐름에 따라 산업의 투입구조가 친환경적인 구조로 변화하고 있음을 보여준다. 예외적으로 물가상승 압력이 높아지는 광산업(2), 금속제품(11)의 경우도 그 증가속도는 직접효과보다 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 직접효과에 비해 타산업 투입요소들의 가격상승에 기인하는 간접효과가 상대적으로 낮기 때문이다.

〈표 V-8〉 산업별 오염저감비용의 총물가효과

(단위: %)

산업분류	1995	1998	2000
1. 농림수산업	0.6325	0.7110	0.6924
2. 광산업	0.4991	0.5080	0.5086
3. 음식료품, 담배	0.9164	0.9477	0.9459
4. 섬유 및 가죽, 신발	1.0173	0.9934	1.0395
5. 목재 및 종이	0.3854	0.4912	0.3910
6. 인쇄	0.3099	0.3522	0.3424
7. 석유 및 석탄	0.8733	0.5496	0.3934
8. 화학 및 고무	1.5674	1.8551	1.7574
9. 비금속광물	1.0133	0.9547	0.9577
10. 1차금속	1.9906	1.8019	2.0796
11. 금속제품	0.9824	1.0059	1.1058
12. 일반기계	0.6384	0.5892	0.5987
13. 전기전자	0.7760	0.7731	0.5789
14. 정밀기기	0.4311	0.4260	0.4176
15. 운송장비	0.8921	0.9010	0.9191
16. 기타제조업	0.7392	0.7078	0.7188
17~28: 기타	0.5580	0.4917	0.4481
합 계	0.8417	0.8193	0.7814

오염저감비용 지출로 인한 무역수지에의 영향을 살펴보면 대부분 산업의 경우 무역수지가 악화되는 방향으로 작용하고 있으나 그 절대적 크기는 미미한 것으로 나타났다. 무역수지가 악화된 것은 오염저감비용 지출(즉 환경규제의 강화)로 인한 가격상승으로 동 산업의 국제경쟁력이 저하된 결과이다. 전체적으로 무역수지 악화규모는 1995년 558억원에서 1998년 703억원, 다시 2000년에는 797억원으로 증가하였다. 반면 섬유 및 가죽, 신발(4), 운송장비(15), 기타제조업(16)의 경우 오염저감비용 지출로 인한 가격상승 압력에도 불구하고 산업의 무역수지가 소폭 개선되는 것으로 나타났다. 이는 가격상승으로 인한 수출 감소와 수입 증가효과보다 가격상승효과가 크게 나타나기 때문이다. 무역수지에 가장 크게 영향을 받는 산업은 화학 및 고무(8), 1차 금속(10)과 전기전자산업(13)으로 2000년 기준 무역수지 악화규모가 각각 -0.11%, -0.16%, -0.16%에 이르고 있다. 그 원인은 화학 및 고무(8)와 1차금속(10) 산업의 경우 오염저감비용이 초래하는 높은 가격상승 압력이 무역수지 악화에 기여하였으며 전기전자산업(13)의 경우 가격상승압력이 상대적으로 낮음에도 불구하고 시장의 경쟁 정도를 반영하는 수출입탄성치가 높아 무역수지에의 영향이 크게 나타났다.

무역수지에의 절대적 영향 규모는 전 산업에 걸쳐 0.2% 이하의 낮은 수준을 보여주고 있다. 이는 우리나라 오염저감비용 지출수준이 여전히 낮은 수준에 있을 가능성과 함께 동 비용에 대한 조사가 정확하지 않을 가능성도 있기 때문이다. 통계청의 산업센서스 자료를 이용한 I. Kim and D. Kim(2002)에 따르면 1998년의 오염저감비용 지출로 인한 총물가상승 효과는 본 연구의 0.8%보다 두 배 이상 높은 1.9%를 보여주고 있다. 이는 보다 넓은 샘플구성으로 오염저감지출 중 경상비용과 감가상각비가 증가하였기 때문이다.

한편 오염저감비용 지출의 동태적 효과는 각 산업별 변화율을 연도별로 살펴봄으로써 추측해 볼 수 있다. 이는 오염저감비용 지출이 산

업의 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 논쟁, 즉 포터 가설 (Porter hypothesis)의 성립 여부에 대해 무역수지 변화율을 살펴봄으로써 간접적으로 검증해 볼 수 있는 방법이다. 분석대상 중 무역수지에 대한 영향이 음(-)에서 양(+)으로 변화하는 산업은 없는 것으로 나타나 포터 가설을 확인할 수는 없었다. 다만 목재 및 종이(5), 일반 기계(12) 그리고 정밀기기(14) 분야의 경우 무역수지에 대한 음(-)의 효과가 시간의 흐름에 따라 점차 감소하는 추세를 보여주고 있어 향후 분석기간을 확장할 경우 포터 가설에 대한 유용한 시사점을 얻을 수도 있을 것이다.

〈표 V-9〉 오염저감비용이 산업별 무역수지에 미치는 영향

(단위: %, (경상)백만원)

산업분류	1995		1998		2000	
	변화율	변화액	변화율	변화액	변화율	변화액
1	-0.02	-973	-0.03	-1,280	-0.01	-630
2	-0.05	-6,739	-0.08	-20,178	-0.09	-34,189
3	-0.03	-792	-0.04	-1,345	-0.03	-1,254
4	0.07	7,648	0.06	13,233	0.05	8,113
5	-0.01	-313	-0.01	-44	-0.01	-144
6	0.00	-4	0.00	-6	0.00	-4
7	-0.03	-843	-0.02	-243	-0.01	-307
8	-0.13	-1,988	-0.15	-5,835	-0.11	-2,260
9	-0.01	-68	-0.01	-12	-0.01	-30
10	-0.22	-11,397	-0.12	-7,021	-0.16	-7,237
11	0.00	-28	0.00	-73	0.00	-62
12	-0.08	-7,939	-0.03	-765	-0.03	-1,789
13	-0.12	-18,233	-0.19	-41,762	-0.16	-38,562
14	-0.03	-959	-0.02	-635	-0.02	-928
15	0.02	1,739	0.06	14,909	0.05	12,539
16	0.00	38	0.01	141	0.00	39
17~28	-0.19	-14,931	-0.14	-19,405	-0.13	-13,030
합계		-55,782		-70,320		-79,734

무역수지 변화가 전체 교역량과 총산출에서 차지하는 규모를 살펴 보면 전체적으로 교역량 대비 0.2% 수준, 총산출량 대비 0.1% 이하 수준에 머무르는 것으로 나타났다. 이러한 규모는 Robinson(1988)에서 나타난 미국 1973년 수준인 교역량 대비 0.5% 수준에도 미치지 못하고 있다. 산업별 무역수지 변화를 종합해 보면 전체교역량에서 차지하는 비중은 1995년 -0.024%에서 점차 감소하여 2000년에는 -0.017%에 불과하였다. 오염저감비용 지출로 인한 무역에의 효과는 전체적으로 미미하나 시간의 흐름에 따라 비용상승으로 인한 부정적 영향이 점차 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

<표 V-10> 산업별 무역수지 변화의 상대규모

(단위: %)

산업분류	무역수지변화/교역량			무역수지변화/ 총산출		
	1995	1998	2000	1995	1998	2000
1	-0.016	-0.015	-0.011	-0.003	-0.004	-0.002
2	-0.053	-0.081	-0.089	-0.207	-0.795	-1.291
3	-0.013	-0.013	-0.012	-0.002	-0.003	-0.002
4	0.035	0.042	0.027	0.022	0.029	0.017
5	-0.007	-0.001	-0.002	-0.002	0.000	-0.001
6	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
7	-0.012	-0.002	-0.001	-0.005	-0.001	-0.001
8	-0.009	-0.017	-0.006	-0.004	-0.008	-0.003
9	-0.004	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000
10	-0.071	-0.025	-0.029	-0.027	-0.013	-0.013
11	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000
12	-0.040	-0.004	-0.007	-0.027	-0.003	-0.004
13	-0.038	-0.051	-0.032	-0.028	-0.045	-0.027
14	-0.016	-0.009	-0.010	-0.022	-0.013	-0.014
15	0.010	0.046	0.033	0.004	0.030	0.017
16	0.001	0.003	0.001	0.000	0.002	0.000
17~28	-0.044	-0.035	-0.017	-0.004	-0.004	-0.002
합계	-0.024	-0.019	-0.017	-0.007	-0.007	-0.006

이상의 결과에 따르면 환경규제로 인한 오염저감비용 지출이 우리나라 무역수지에 미치는 부정적 영향은 존재하나 총교역량에 비해 미미한 수준으로 나타났다. 산업별로는 화학 및 고무(8), 1차 금속(10), 전기전자산업(13)의 무역수지 감소효과가 상대적으로 크게 나타났다. 이 중 화학 및 고무(8)와 1차금속(10)산업은 Low and Yates(1992)의 환경민감산업에 포함되는 것이나 그 외 환경민감산업의 무역수지 악화효과는 타산업과 크게 차이가 나지 않았다. 이는 무역수지로 살펴본 오염저감비용의 효과는 산업별 비용구조, 수출입탄성치 등과 상호작용하여 결정되어 오염저감비용의 크기를 기준으로 일률적으로 판단할 수 없음을 보여준다. 시간의 흐름에 따른 변화를 살펴보면 환경규제가 단기적으로 무역에 음(-)의 효과를 보이다가 기술개발 등으로 인해 중장기적으로 양(+)의 효과를 보인다는 포터 가설은 확인할 수 없었다. 다만 목재 및 종이(5), 일반기계(12) 그리고 정밀기기(14) 분야의 경우 무역에 대한 부정적 효과가 분석 시계열 내에서 점차 감소하고 있는 것으로 나타나 향후 긴 시계에 대한 분석이 요구된다.

## VI. 결론 및 시사점

본 연구에서는 환경과 산업 및 무역을 연계한 국제적 논의의 추세와 국내외 선행연구의 개관에 대해 살펴보고, 환경세가 산업 및 무역에 미치는 영향을 검토하기 위해 이론 및 실증분석을 수행하였다. 특히, 환경과 무역을 연계한 국제적 논의의 추세는 국제기구별로 나누어 살펴보고, 환경과 산업, 무역 또는 국제경쟁력을 연계한 국내외 기존연구들을 주제별로 나누어 정리하였다. 그러나 본 보고서의 핵심은 환경세 또는 환경규제가 산업과 무역에 미치는 영향에 대한 이론 및 실증분석이라 할 수 있으므로, 본장에서는 이들 분석결과들을 중심으로 결론을 요약하고 이를 토대로 환경개선과 국제경쟁력 강화를 위한 정책방향에 대한 시사점을 논의하고자 한다.

우선 이론분석부분에서는 오염유발산업의 사례로  $Ak$  모형을 사용하고, 기술진보를 통하여 에너지를 절약할 수 있는 친환경적인 산업의 사례로 기술진보 모형을 사용하여 환경세가 산업부문의 경쟁력을 결정하는 대표적인 요소 중 하나인 생산성과 경제성장에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고 환경세를 부과할 경우 기업의 비용최소화 문제를 통하여 오염유발의 정도가 다른 산업간 생산비용의 국제경쟁력에 있어서의 비교우위를 비교함으로써 환경세가 무역에 미치는 영향을 분석하였다.

$Ak$  모형과 기술진보 모형에서 모두 공통적으로 발견한 사실은 물적자본의 일부가 생산요소로 투입되고 나머지는 오염방지를 위해 배분된다고 가정할 때, 잠재생산량이 특정 기준치에 미달하는 경우에는 모든 물적자본을 생산에 투입하는 것이 최적이라는 것이다. 이는 1인

당 국민소득이 낮은 경우 일반 소비재에 비하여 환경의 질에 대한 상대적 가치가 낮아 환경개선을 위한 투자가 이루어지지 않는다는 것을 의미하며, 오염방지를 위한 투자도 경제성장이 뒷받침해야 가능하다는 것을 시사한다.

환경세가 경제성장에 미치는 영향에 있어서  $Ak$  모형에서는 지속적인 경제성장이 이루어지지 않고 균제상태의 경제성장률은 0(zero)인 반면, 기술진보 모형에서는 지속적인 경제성장이 이루어지는 결과를 도출하였다.  $Ak$  모형에서 지속적인 경제성장이 불가능한 것은 환경세를 부과함에 따라 자본의 한계생산성이 점차 낮아져 0(zero)으로 접근하기 때문이다. 한편, 기술진보 모형에서 지속적인 경제성장이 이루어지는 것은 기술진보가 생산성을 향상시켜 환경세를 부과함에도 불구하고 물적자본의 한계생산성이 감소하는 것을 상쇄하여 일정하게 만들어주기 때문이다. 이는 환경개선을 위해 환경세를 부과하는 경우 정보·지식·기술 등의 축적에 의해 생산성을 향상시켜 궁극적으로 전체 산업구조를 환경친화적으로 개편하는 것이 환경개선과 동시에 지속적인 경제성장을 이룰 수 있는 윈윈(win-win) 정책방향임을 시사한다.

환경세가 산업부문의 생산성에 미치는 영향을 분석하기 위해 본 연구에서는 환경세를 부과하는 경우와 부과하지 않는 경우의 자본의 한계생산성을 비교하였다. 정태 및 동태분석을 모두 실시한 결과,  $Ak$  모형과 기술진보 모형에서 모두 환경세는 단기와 장기에 걸쳐 자본의 한계생산성을 떨어뜨리는 것으로 나타났다. 환경세가 단기(정태모형)와 장기(동태모형)에 있어서 모두 자본의 생산성을 감소시킨다는 것은 공통점이나, 서로 다른 점은 오염방지를 위한 투자가 이루어지지 않는 경우 정태모형에서는 최적 환경세와 자본의 한계생산성이 특정 구간 내에서 임의의 값을 갖는 반면, 동태모형에서는 임의의 값이 아닌 특정 값을 갖는다는 것이다. 이는 정태모형에서는 자본의 축적이

이루어지지 않는다고 가정하지만, 동태모형에서는 자본의 축적이 이루어지므로 자본축적을 위한 최적의 투자를 유도하기 위하여 자본의 사용으로 인한 오염비용과 자본의 시장가치를 정확하게 분리하여 반영하기 때문이다. 따라서 환경과 경제성장을 모두 고려할 때 사회최적을 실현하는 환경세의 정확한 값은 정태분석이 아닌 동태분석에 의해 도출되어야 한다는 것을 시사한다.

그리고 사회최적을 실현하는 최적 환경세에 있어서  $Ak$  모형과 기술진보 모형에서 도출된 결과가 다른 점을 발견할 수 있다.  $Ak$  모형에서 규제상태에서의 환경세는 일정한 값을 갖는 반면, 기술진보 모형에서 최적 환경세의 세율은 지속적으로 증가한다는 것을 알 수 있다. 이는 경제성장이 환경의 질에 대한 상대가치를 상승시킴으로써 기업으로 하여금 오염단위당 더 높은 비용을 지불하게 하는 것을 의미한다. 이러한 결과는 후진국이나 개발도상국보다 1인당 국민소득수준이 높은 선진국에서 환경의 질에 대한 상대가치가 더 높다는 것을 예측할 수 있으며, 경제성장과 환경개선은 상호 대립적이 아니라 보완적인 관계에 있음을 시사한다고 할 수 있다.

한편, 환경세수입의 사용에 있어서 정부가 소비자에게 환급해준다고 가정하면 소비자가 기업에게 임대해주는 자본의 생산성 감소로 인한 임대료수입의 감소를 보상해줌으로써 소비자의 수입이 환경세를 부과하기 이전의 수입과 같게 된다. 이는 환경세가 역진적인 경우 환경세수입을 소비자 또는 근로자에게 환급해줌으로써 소득재분배의 형평성문제를 완화할 수 있음을 시사한다.

이론분석부분에서 마지막으로 환경세가 무역에 미치는 영향을 분석하기 위하여 기업의 비용최소화 문제를 통해 비용함수를 도출하여 환경세를 부과하는 경우 생산비용 및 가격 면에서의 국제경쟁력을 비교하였다. 다른 나라보다 높은 환경세를 부과하거나, 다른 나라에는 없는 환경세를 도입하는 경우, 오염집약도가 낮은 친환경적인 산업이 무역에

있어서 비교우위 및 국제경쟁력이 있다는 결과를 도출하였다. 이와 반대로 다른 나라보다 환경규제가 약하여 환경세가 없거나 낮은 환경세를 부과하는 경우에는 오염집약도가 높은 재화의 생산이 무역에 있어서 비교우위가 있는 것으로 나타났다. 따라서 수출을 주도하는 산업이 환경오염을 유발하는 에너지집약산업인 경우 환경세는 국제경쟁력을 떨어뜨려 무역에 불리한 영향을 미치기 때문에 새로운 환경세 도입은 신중을 기해야 할 것이다. 이와 같이 환경세가 무역부문에서의 국제경쟁력을 약화시키는 경우에는 국경세 조정(border tax adjustment), 면세, 환급 등의 정책수단을 이용하여 국제경쟁력 부담을 완화해줄 수 있다. 그러나 이러한 수단들은 국제경쟁력 유지를 위한 일시적이고 단기적인 수단일 뿐, 국제경쟁력 강화를 위한 지속적이고 근본적인 처방이 될 수 없다. 환경세의 도입이 국제경쟁력에 미치는 영향에 대해서 살펴보면 단기적으로는 오염유발산업의 경쟁력을 떨어뜨리지만 중·장기적으로는 친환경적인 산업에 경쟁력 인센티브를 제공하여 생산성 향상과 오염저감기술개발의 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 따라서 환경세가 무역부문에서의 국제경쟁력에 미치는 영향을 고려할 때, 환경친화적이면서 고부가가치를 창출하는 지식·정보·기술집약적 산업 등을 육성·지원하여 궁극적으로 전체 산업구조를 환경친화적으로 개편하는 것이 환경개선과 동시에 국제경쟁력을 제고시키는 정책방향이라 할 수 있다.

이론분석에 이어서 실증분석부분에서는 환경세 부과 및 기타 환경규제 등으로 인한 기업의 오염저감비용 변화가 우리나라 제조업의 산업경쟁력과 무역활동에 미치는 영향을 계량적으로 분석하였다. 이론분석에서와 같이 실증분석에서 환경세의 효과를 직접적으로 분석하지 못하고 오염저감비용의 변화를 통해 간접적으로 분석한 것은 산업 전반에 걸쳐 환경세가 도입되지 않았으며, 부분적으로 존재하더라도 제한된 자료를 이용하여 향후 환경세 도입이 전체 산업 및 무역에 미치는 영향에 대해 평가하기엔 어려움이 있다. 따라서 실증분석에서는 전

체 산업을 객관적으로 비교할 기준으로 오염저감비용에 대한 자료를 이용하였다.

기업의 오염저감비용의 변화가 우리나라 제조업의 산업경쟁력에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 산업경쟁력에 대한 대리변수로 R&D 투자를 사용할 경우, 우선 산업의 부가가치가 클수록 혹은 산업의 매출액이 클수록 연구개발투자에 대한 유인이 큰 것으로 나타났다. 부가가치와 매출액간에는 커다란 차이가 없는 것으로 나타났지만 계수 자체는 매출액이 다소 더 높은 것으로 판명되었다. 또한, 기업의 오염저감비용의 증가는 기업의 R&D 지출에 영향이 없었던 것으로 나타났다. 결론적으로 PACE가 환경규제의 강도를 대변하고 R&D가 기업의 기술혁신을 대변하는 변수라고 가정할 때, 환경규제의 강화가 기술혁신에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 시간에 따른 변화추이를 살펴보았지만 오염저감비용과 R&D 투자간의 연도상의 변화도 포착할 수 없었다. 산업별로는 섬유, 의복 및 가죽 산업의 경우 예상과는 달리 음(-)의 계수가 나왔으며 화학 및 고무, 플라스틱 그리고 운수장비의 경우 유의미한 양(+)의 계수값이 도출되었다.

정부의 연구개발투자 역시 민간의 연구개발투자를 촉진하는 역할을 수행하지 못한 것으로 나타났는데 이는 정부와 공공부문의 연구개발투자액 자체가 아직 민간의 연구개발투자를 촉진하기에는 액수 면에서 부족하기 때문이라고 여겨지며, 커다란 파급효과(spill-over effect)를 가진 산업에 정부의 연구개발투자가 집중되어야 할 필요성이 있음을 시사하고 있다.

특허의 경우, 특허출원과 등록 모두의 경우 부가가치나 매출액은 양(+)의 유의한 상관관계가 있음이 입증되었다. 외국인 특허출원건수는 매출액을 이용한 경우에만 유의성이 입증되었지만, 특허등록건수는 부가가치와 매출액 두 모형 모두에서 양(+)의 상관관계가 입증되었다. 특허등록의 성공률 자체는 내국인보다 외국인이 높아 등록의 경우, 외

국인의 등록비용이 출원비용에 비해 상대적으로 높은 편이다. 그러므로 출원에 비해 등록의 경우 특허의 흐름이나 패턴을 외국인의 특허등록건수가 보다 잘 설명하는 것으로 보인다.

오염저감비용 역시 특허출원과 등록건수에는 유의미한 영향을 주지는 못하는 것으로 밝혀졌다. 계수는 음(-)로 나타나고 있으나, 설명력은 없는 것으로 보인다. 계수가 음(-)의 값을 갖는 것은 R&D 모형에서 계수들이 설명력이 없는 양(+)의 값을 가졌던 것과는 대비되지만 두 모형 모두에서 오염저감비용이 기술혁신에 유의미한 영향을 주지 않음을 보여주고 있다. 이는 결국 Porter 가설이 성립한다는 증거를 한국에서는 아직 찾을 수 없음을 시사한다.

그러나 이러한 결론이 Porter 가설 자체가 잘못되었거나 한국에서 영원히 성립하지 않을 것이라고 주장하는 것은 아니다. 한국은 아직 검증된 적절한 수단을 통해 환경규제를 수행하고 있지 않다. 기업에게 오염방지와 관련된 설비투자를 유인하도록 정부가 시장중심의 경제적인 수단들, 예를 들어 오염물질 방출에 대한 경매시장, 배출부과금 등의 다른 형태의 환경세 등의 다른 정책적 수단을 사용한 사례가 많지 않다. 그러므로 향후 적절한 정책수단을 통해 환경규제를 수행할 때 산업의 경쟁력을 강화하는 기술혁신이 발생할 수도 있다는 가능성을 부정할 수 없다.

한편, 오염저감비용이 무역부문에 미치는 영향을 분석한 결과, 환경규제로 인한 오염저감비용 지출이 우리나라 무역수지에 미치는 부정적 영향은 존재하지만 총교역량에 비해 미미한 수준으로 나타났다. 산업별로는 화학 및 고무, 1차 금속, 전기전자산업 부문의 무역수지 감소 효과가 상대적으로 크게 나타났다. 이 중 화학 및 고무와 1차금속산업은 Low and Yates(1992)의 환경민감산업에 포함되는 것이나 그 외 환경민감산업의 무역수지 악화효과는 기타 산업과 크게 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 이는 무역수지로 살펴본 오염저감비용의 효과는 산업별 비용구조, 수출입탄성치 등과 상호 작용하여 결정되기 때문

에 오염저감비용의 크기를 기준으로 일률적으로 판단할 수 없음을 보여준다. 우리나라의 제한된 자료를 이용하여 시간의 흐름에 따른 변화를 분석한 결과, 환경규제가 단기적으로는 무역부문의 경쟁력에 음(-)의 효과를 보이다가 기술개발 등으로 인해 중장기적으로 양(+)의 효과를 보인다는 포터 가설(Porter hypothesis)은 확인할 수 없었다. 다만, 목재 및 종이, 일반기계, 정밀기기 분야의 경우 무역에 대한 부정적 효과가 분석 시계열 내에서 점차 감소하고 있는 것으로 나타나고 있어, 향후 본 연구의 내용을 발전시키고 환경세 및 환경규제가 중장기적으로 무역부문의 경쟁력에 긍정적인 영향을 미치는가에 대한 심도 있는 분석을 위해 보다 긴 시계에 대한 분석이 요구된다고 할 수 있다.

위의 실증분석 결과, 우리는 오염저감비용이 기술혁신이나 무역조건에 큰 영향을 미치지 않음을 발견했다. 이는 Jaffe and Palmer(1996)의 미국의 R&D 투자와 특허를 이용한 분석결과와는 차이가 있으며, 환경세의 부과가 환경친화적 산업의 무역우위를 강화한다는 앞의 이론적인 모형의 결과를 실증분석을 통해 확인할 수도 없었다. 그러나 우리나라에서 포터 가설의 성립 여부를 위의 실증적 분석만 가지고 결론내리기는 어렵다. 포터 가설의 성립 여부를 검증하기 위해서는 환경세를 포함하여 적절한 환경규제의 수단을 먼저 찾아야 하고, 그 수단이 장기적, 동태적으로 산업과 무역에 주는 영향을 분석할 수 있어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 강만옥·임현정, 『환경규제가 경쟁력에 미치는 영향 연구』, 한국환경정책·평가연구원, 1999. 2.
- 강만옥·차근호, 『환경기준 강화가 경쟁력에 미치는 영향: 국제무역 및 생산성을 중심으로』, 삼성경제연구소, 1997. 12.
- 강상인·한화진·정영근·최대승, 『환경·무역 연계논의 동향과 대응 방안 IV: 오염자 부담원칙과 국제무역의 연계 논의』, 한국환경정책·평가연구원, 2001. 12.
- 강상인·김태완·한화진·강광규·최대승, 『환경부문을 고려한 국제무역과 내생적 지속성장모형 연구』, 한국환경정책·평가연구원, 2000. 12.
- 강승진, 『에너지-경제-환경시스템의 모형화에 관한 연구』, 에너지경제연구원, 1999.
- 강윤영, 『탄소세가 국민경제에 미치는 영향: 동태적 일반균형모형』, 에너지경제연구원, 1998.
- 권오성, 『지속가능발전과 최적 환경세에 대한 연구』, 한국조세연구원 연구보고서 02-07, 2002. 12.
- 김병학, 「WTO/CTE 무역과 환경 의제」, 강원대학교 지역개발연구소, 『지역개발연구』, 2002.
- 김승진·나성린, 『환경-무역관계가 한국무역에 미치는 영향』, 세계경제연구원, 1994.
- 김정수, 「무역환경분쟁 조정에 관한 연구(I)」, 『무역학회지』, 한국무역학회, 2001.
- 김향이, 『국제환경규제가 한국의 산업 및 무역에 미치는 영향에 관한

- 연구』, 숭실대학교 중소기업대학원, 2000. 2.
- 대외경제정책연구원, 『DDA 협상 총점검-2002』, WTO협동연구시리즈, 2002.
- 박근수, 『환경규제의 국제적 동향과 그 대응책에 관한 연구』, 1998.
- 박성익, 「국제무역-환경논의의 전개과정과 비판 ; 세계환경기구의 구상과 관련하여」, 『국제통상연구』, 한국국제통상학회, 1997.
- 부경진, 『에너지·환경·경제 통합 계량경제 시뮬레이션 모형에 의한 온실가스 저감수단의 평가』, 에너지경제연구원, 2002. 11.
- 빈봉식, 「WTO 체제하의 국제환경규제가 우리무역에 미치는 영향과 대응과제」, 『동립경영연구』, 한국 동립경영학회, 1995. 2.
- 오진규·조경엽, 『지속가능한 개발을 위한 에너지·탄소세 활용방안 연구』, 에너지경제연구원, 2001. 12.
- 외교통상부, <http://www.mofat.go.kr>
- 유상희, 「유럽시장의 환경관련 무역장벽: 영향과 대응방안」, 『유럽연구』, 한국유럽학회, 2001.
- 윤창인·한택환·유상희, 『선진국 주요 환경조치가 한국의 수출경쟁력에 미치는 영향과 대응방안』, 대외경제정책연구원, 2000. 12.
- 윤창인, 「WTO의 무역·환경분야협상 주요 이슈와 논의현황」, 격월간 『OECD FOCUS』, 대외경제정책연구원, 2003. 1.
- 이광은, 「무역과 환경에 관한 WTO 및 EU의 입장과 전망」, 『유럽연구』, 한국유럽학회, 2001.
- 이광재, 『무역-환경관련 규제의 영향과 기업의 과제』, 연세대학교 경영대학원, 1998.
- 이지석·여택동·노덕률, 「무역 환경연계에 관한 최근 국제동향」, 영남대학교 산경연구소, 『산경연구』, Vol. 8, 2000.
- 이호생, 『GATT/WTO에서의 환경-무역 논의와 우리의 대응』, 대외경제정책연구원, 1994.

- 이호생, 「무역과 환경의 연계와 새로운 환경정책수단의 모색」, 『비교경제연구』, 한국비교경제학회, 1998.
- 임종수, 『국제환경·무역 연계 논의 동향과 대응 방안Ⅲ』, 한국환경기술개발원, 1996. 12.
- 전경원, 『국제환경규제가 우리나라 주요산업에 미치는 영향에 대한 고찰』, 한국외국어대학교 무역대학원, 1995. 8.
- 전미나, 『기후변화협약이 한국무역에 미치는 영향에 관한 연구』, 서울시립대학교 경영대학원, 2002.
- 정은경, 『WTO체제에서의 환경-무역의 관계와 우리의 대응방안에 관한 연구』, 경북대학교 경영대학원, 1998. 8.
- 최병선, 「무역-환경연계에 관한 국제적 논의와 전망 : 정책평가적 시각에서」, 『한국행정학보』, 한국행정학회, 1995.
- 환경부, 『2003년 제2차 OECD 무역환경공동작업반 참가결과』, 2003.
- \_\_\_\_\_, 『OECD 무역환경공동작업반 자료』, 2003.

- Adam B. Jaffe and Karen Palmer, “Environmental Regulation and Innovation : A Panel Data Study,” NBER Working Paper No. 5545, April 1996.
- Aghion, Philippe and Peter Howitt, *Endogenous Growth Theory*, MIT Press, Cambridge, MA, 1998.
- Balassa, Bela A., “Trade Liberalization and Revealed Comparative Advantage,” *The Manchester School of Economic and Social Studies*, Vol. 33, 1966.
- Barro, Robert J. and Xavier Sala-i-Martin, *Economic Growth*, McGraw-Hill Inc., New York, NY, 1995.
- Copeland, Brian R. and M. Scott Taylor, “North-South Trade and the Environment,” *Quarterly Journal of Economics* 109, 1994, pp. 755~787.

- Fischer C., I. H. Parry and W.A. Pizer, "Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous," *Resources for the Future*, Discussion Paper 99-04, 1999.
- Flip de Kam, *Discussion Paper for Conference on Environmental Fiscal Reform*, Berlin, 27 June 2002.
- Han, K. and J.B. Braden, "Environment and Trade: New Evidence from US Manufacturing," Research Paper, Department of Economics, University of Illinois, and Department of Agriculture and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana Champaign, 1996.
- James A. Tobey, "The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test," *Kyklos*, Vol. 43, 1990.
- James A. Tobey, *The Effects of Domestic Environmental Policies on International Trade*, OECD, 1993.
- Jean-Philippe Barde, "Nils Axel Braathen, Environmentally Related Levies," *Paper prepared for the Conference on Excise Taxation*, 11-12 April 2002, The Hague, The Netherlands.
- Jenkins, Rhys, "Environmental Regulation and International Competitiveness: A review of Literature and Some European Evidence," Discussion paper #9801, The United Nations University, 1998.
- 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.
- Kim, Il-Chung and Dong Seok Kim, Environmental Regulations and

- International Competitiveness in Korea*, mimeo, 2002.
- Lanjouw, J.O. and A. Mody, *Stimulating Innovation and the International Diffusion of Environmentally Responsive Technology: The Role of Expenditures and Institutions*, 1993.
- López, Ramón, "The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization," *Journal of Environmental Economics and Management* 27, 1994, pp. 163~184.
- Low, P., and Yeats. A, "Do Dirty Industries Migrate?," World Bank Discussion Paper 159, pp. 89-104, 1992.
- Lucas, R. E., "On the Mechanics of Development Planning," *Journal of Monetary Economics*, 22, 1988, pp. 3~42.
- McCain, "Endogenous Bias in Technical Progress and Environmental Policy," *American Economic Review*, 1978.
- 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.
- OECD, *Environmentally Related Taxes in OECD Countries: Issues and Strategies*, Paris, 2001.
- OECD, *The Polluter-Pays Principle as It Relates to International Trade*, 23-Dec-2002.
- OECD/EU database on environmentally related taxes.
- Porter, Michael E., "America's Green Strategy," *Scientific American*, April 1991, p.168.
- Porter, Michael E., *The Competitive Advantage of Nations*, New York, Free Press, 1990.

- Rebelo, Sergio, "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy* 99, 1991, pp. 500~521.
- Robinson, H. David, "Industrial Pollution Abatement: The Impact on Balance of Trade," *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 21, No. 1, 1988, pp. 187~199.
- 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.
- Sorsa, P., "Competitiveness and Environmental Standards, Some Exploratory Results," Policy Research Working Paper, World Bank, 1994.
- Stokey, Nancy L., "Are There Limits to Growth?," *International Economic Review* 39(1), 1998, pp. 1~31.
- Uzawa, H., "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth," *International Economic Review* 6, 1965, pp. 18~31.
- WTO, *Special Studies 4: Trade and Environment*, 1999.

# 부록 I. 이론모형에서의 사회최적, 최적 환경세, 시장균형 및 비용함수의 수식 도출

## 1. $Ak$ 모형

### 가. Social planner's problem

본문의 제IV장에서 제시한  $Ak$  모형의 social planner's problem을 풀기 위한 현재가치(current value) Hamiltonian은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$H = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi}{\gamma} (Az^{\beta+1}k)^\gamma + \lambda(Azk - c) + \mu(1-z)$$

여기서  $\lambda$ 는  $k$ 와 관련된 costate variable이고  $\mu$ 는  $z$ 의 부등식 제약과 관련된 Lagrange계수이다. 부등식제약과 관련해 Kuhn-Tucker condition을 만족하기 위해  $\mu$ 와  $z$ 의 값은 다음을 만족해야 한다.

$$\mu(1-z) = 0; \quad z < 1 \Rightarrow \mu = 0, \quad \mu \geq 0 \Rightarrow z = 1$$

사회최적의 解를 구하기 위해  $c$ 와  $z$ 에 대한 1계 조건(first-order

condition)을 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\frac{\partial H}{\partial c} = 0 &\Rightarrow c^{-\sigma} = \lambda \\ \frac{\partial H}{\partial z} = 0 &\Rightarrow -\phi(\beta+1)\frac{x^\gamma}{z} + \lambda\frac{y}{z} - \mu = 0\end{aligned}$$

Kuhn-Tucker condition을 이용하여 위  $z$ 에 대한 1계 조건은 다음 수식과 같이 재정리할 수 있다.

$$\text{If } z=1, \lambda y \geq \phi(\beta+1)x^\gamma, \text{ 또는}$$

$$\text{If } z < 1, \lambda y = \phi(\beta+1)x^\gamma$$

위 수식에 생산 및 오염배출함수를 대입하면  $z$ 의 최적 값을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$z = \begin{cases} 1 & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi}(Ak)^{\gamma-1} \\ [\lambda\phi(Ak)^{1-\gamma}]^\eta & \text{if } \lambda < \frac{1}{\phi}(Ak)^{\gamma-1} \end{cases}$$

$$\text{where } \eta = \frac{1}{\gamma(\beta+1)-1}, \quad \phi = \frac{1}{\phi(\beta+1)}$$

물적자본의 동태적 최적배분(optimal dynamic allocation)을 위해  $\lambda$ 의 Euler equation을 정리하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}\dot{\lambda} &= \rho\lambda - \frac{\partial H}{\partial k} \\ \Rightarrow \dot{\lambda} &= \rho\lambda - [-\phi(Az^{\beta+1})^\gamma k^{\gamma-1} + \lambda Az]\end{aligned}$$

그리고 위 수식을 다시 정리하여  $\lambda$ 의 증가율로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \begin{cases} \rho - A + \frac{\phi A^\gamma k^{\gamma-1}}{\lambda} & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi} (Ak)^{\gamma-1} \\ \rho - A[\lambda\phi(Ak)^{1-\gamma}]^\eta + \phi A^\gamma k^{\gamma-1}[\lambda\phi(Ak)^{1-\gamma}]^{\eta+1} & \text{if} \\ & \lambda < \frac{1}{\phi} (Ak)^{\gamma-1} \end{cases}$$

이상에서 제시한 조건들과 본 모형에서 주어진 물적 자본의 축적과정(law of motion), 최종소비재의 생산함수, 오염배출함수, 그리고 transversality condition 등을 이용하면 사회최적의 解를 구할 수 있다. 이와 같은 과정을 통해 social planner의 입장에서 도출한 물적 자본 및 소비의 증가율은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\dot{k}}{k} = \begin{cases} A - \lambda^{-\frac{1}{\sigma}} k^{-1} & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi} (Ak)^{\gamma-1} \\ A[\lambda\phi(Ak)^{1-\gamma}]^\eta - \lambda^{-\frac{1}{\sigma}} k^{-1} & \text{if } \lambda < \frac{1}{\phi} (Ak)^{\gamma-1} \end{cases}$$

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma} \left( \frac{\beta}{\beta+1} \frac{y}{k} - \rho \right) = \frac{1}{\sigma} \left( \frac{\beta}{\beta+1} Az - \rho \right)$$

한편, 위의 수식으로부터 경제성장률이 0(zero)인 균형상태(steady state)에서의 자본의 한계생산성( $r$ ), 생산에 투입되는 자본의 배분비율( $z$ ), 자본스톡( $k$ ) 및 소비수준( $c$ )을 도출하면 각각 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$r^* = \frac{\beta}{\beta+1} A \frac{\beta}{\beta+1} k^{-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} = \left( \frac{\beta}{\beta+1} \right) Az^* = \rho$$

$$z^* = \frac{\beta+1}{\beta} \frac{\rho}{A} < 1$$

$$k^* = [\phi A^{1-\gamma-\sigma} (z^*)^{1-(\beta+1)\gamma-\sigma}]^{\frac{1}{\gamma+\sigma-1}}$$

$$c^* = Ak^* z^*$$

## 나. 최적환경세의 결정과 시장균형

### 1) 정태분석

본문의  $Ak$  모형에서 제시한 효용함수에 소비함수와 오염배출함수를 대입하면 social planner's problem을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\max_{z \in [0, 1]} \frac{(zy_p)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi(z^{\beta+1}y_p)^\gamma}{\gamma} \quad \sigma > 0, \gamma > 1$$

위 문제에 있어서  $z$ 에 대한 1계 조건을 구하면 모든 자본을 생산에 투입했을 때 얻을 수 있는 잠재생산량( $y_p = Ak$ )의 크기에 따라  $z$ 의 최적치는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$z^*(y_p) = 1 \quad \text{if } y_p \leq y_c$$

$$z^*(y_p) = \left[ \frac{y_c}{y_p} \right]^{\frac{\gamma-1+\sigma}{\gamma(\beta+1)+\sigma-1}} \quad \text{if } y_p > y_c$$

여기서  $y_c$ 는 잠재생산량과 비교하여 오염방지에 투입되는 자본의 배분비율이 결정되는 생산량기준이라 할 수 있으며, 잠재생산량의 크기가  $y_c$ 보다 작을 때는 모든 자본을 생산에 투입하는 것이 최적임을 알 수 있다.  $y_c$ 는 특정한 값을 갖고 있으며, 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$y_c = \left( \frac{1}{\phi(\beta+1)} \right)^{\frac{1}{\gamma-1+\sigma}}$$

따라서 앞에서 구한  $z$ 의 최적치를 생산, 소비 및 오염배출함수에 대입하면 사회최적의 생산량, 소비량 및 오염배출량을 구할 수 있으며 그 값은 각각 다음과 같다.

$$c^*(y_p) = y^*(y_p) = Ak \quad \text{if} \quad Ak \leq y_c$$

$$x^*(y_p) = Ak \quad \text{if} \quad Ak \leq y_c$$

$$c^*(y_p) = y^*(y_p) = y_c^{\frac{\gamma-1+\sigma}{(\beta+1)\gamma-1+\sigma}} y_p^{\frac{\beta\gamma}{(\beta+1)\gamma-1+\sigma}} \quad \text{if} \quad y_p > y_c$$

$$x^*(y_p) = y_c^{\frac{(\beta+1)(\gamma-1+\sigma)}{(\beta+1)\gamma-1+\sigma}} y_p^{\frac{\beta(1-\sigma)}{(\beta+1)\gamma-1+\sigma}} \quad \text{if} \quad y_p > y_c$$

정태모형에서 소비자의 효용극대화 문제는 이상에서 제시하고 분석한 social planner's problem과 같다. 단, 정부의 환경세 수입을 소비자에게 환급해 준다고 가정할 경우 소비자 수입은 물적 자본의 임대료 수입과 환경세 수입 환급액의 합이 될 것이다.

분석상 편의를 위해 앞의 모형에서 제시한 생산 및 오염배출함수로 부터 생산에 투입되는 자본의 배분비율( $z$ )을 다음과 같이 생산량 및 오염배출량의 함수관계로 도출할 수 있다.

$$z = \left( \frac{x}{Ak} \right)^{\frac{1}{\beta+1}}, \quad 0 \leq z \leq 1$$

이를 다시 생산함수에 대입하면, 오염배출량을 정상적인 생산요소로 취급하는 생산함수를 도출할 수 있으며, 수식으로 나타내면 다음과

같다.

$$y = (Ak)^{1 - \frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}}, \quad x \leq Ak$$

이 경우,  $z$ 의 부등식 제약으로 인해 오염배출량  $x$ 는 잠재생산량  $Ak$ 를 초과할 수 없는 부등식 제약조건이 따른다. 정부는 기업에 대하여 오염배출량 단위당 환경세를  $t$ 만큼 부과할 경우, 위의 생산함수를 이용하여 기업의 이윤극대화 문제를 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \max_{k, x} \quad & \Pi = (Ak)^{1 - \frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} - rk - tx \\ \text{s. t.} \quad & x \leq Ak \end{aligned}$$

여기서  $r$ 은 자본의 임대료를 나타내며, 이 문제의 1계 조건을 풀기 위한 Lagrangian은 다음과 같다.

$$L = (Ak)^{1 - \frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} - rk - tx + \mu(Ak - x)$$

여기서  $\mu$ 는 오염배출량의 부등식 제약과 관련된 Lagrange계수로서 이윤극대화를 위한 Kuhn-Tucker condition은 다음과 같다.

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = Ak - x \geq 0, \quad \mu \geq 0, \quad \text{and if } x < Ak, \text{ then } \mu = 0$$

그리고 이윤극대화를 위해  $k$ 와  $x$ 에 대한 1계 조건을 정리하면 다음과 같이 정리할 수 있으며 아래 수식에서 등식은 strict inequality

$x < Ak$ 를 만족할 때 성립한다.

$$\frac{\partial L}{\partial k} = 0 \Rightarrow r \geq \frac{\beta}{\beta+1} A \left(\frac{x}{Ak}\right)^{\frac{1}{\beta+1}}$$

$$\frac{\partial L}{\partial x} = 0 \Rightarrow \tau \leq \frac{1}{\beta+1} \left(\frac{x}{Ak}\right)^{\frac{1}{\beta+1}-1}$$

또한, 생산함수가 생산요소  $k, x$ 에 대하여 규모수익불변이기 때문에 기업의 이윤은 0(zero)이며, 다음 수식과 같은 zero-profit condition이 성립한다.

$$rk + \tau x = (Ak)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}}$$

환경세를 통하여 시장균형에서의 자본 임대료가 사회최적이 되도록 유도하기 위해서는 두 가지 경우를 구분하여 최적 환경세를 결정하여야 한다.

첫째, 부등식제약이 구속을 받지 않는 경우, 즉  $x < Ak$ 의 부등식이 만족될 때, 이윤극대화를 위한 1계 조건만으로 사회최적의 값을 도출할 수 있다. 즉, 앞의 social planner's problem에서 구한 사회최적의 오염배출량을 이윤극대화의 1계 조건에 대입하면 사회최적을 실현하는 환경세 및 자본임대료를 구할 수 있으며, 그 값은 각각 다음 수식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\tau = \frac{1}{\beta+1} \left(\frac{Ak}{x}\right)^{\frac{\beta}{\beta+1}} = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$$

$$r = \frac{\beta}{\beta+1} A \left(\frac{x}{Ak}\right)^{\frac{1}{\beta+1}} = \frac{\beta}{\beta+1} Az$$

여기서  $z$ 는 social planner's problem에서 구한 사회최적의 값을 나타낸다.

둘째, 부등식 제약이 구속을 받는 경우, 즉  $x = Ak$ 의 등식이 성립하는 경우, 환경세가  $\frac{1}{\beta+1}$  이하의 값을 취하면 기업은 오염방지를 위해 자본을 투입하지 않을 것( $z=1$ )이며, 이 경우의 최적환경세 및 자본임대료는 다음 수식들과 기업의 쉐이uhn조건에 의해 결정될 것이다.

$$\tau \in \left[ 0, \frac{1}{\beta+1} \right]$$

$$r = A(1 - \tau)$$

따라서 부등식 제약이 구속을 받을 때와 받지 않을 때 두 가지 모든 경우에 환경세는 시장경제에서 사회최적을 실현시킬 수 있는 수단이 될 수 있음을 알 수 있다. 그리고 앞서 언급했듯이 환경세 수입( $R$ )을 소비자에게 환급해 준다고 가정하면, 소비자가 소비할 수 있는 수입( $c$ )은 자본임대료수입과 환경세수입 환급액의 합이 되는데, 이를 수식으로 나타내면 각각 다음과 같다.

$$R = \tau x = \begin{cases} (A - r)k & \text{if } x = Ak \\ \frac{1}{\beta+1} Akz & \text{if } x < Ak \end{cases}$$

$$c = rk + R = \begin{cases} Ak & \text{if } x = Ak \\ Akz & \text{if } x < Ak \end{cases}$$

## 2) 동태분석

동태모형에서 대표적 소비자의 효용극대화를 위한 현재가치 Hamiltonian은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$H = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi x^\gamma}{\gamma} + \lambda[rk + R - c]$$

여기서  $\lambda$ 는 자본과 관련된 costate variable 또는 잠재가치(shadow value)를 나타낸다. 대표적 소비자의 효용극대화 문제를 풀기 위해  $c$ 에 대한 1계 조건 및  $\lambda$ 의 Euler equation을 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{\partial H}{\partial c} = 0 \Rightarrow c^{-\sigma} = \lambda$$

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \frac{\partial H}{\partial k} \Rightarrow \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \rho - r$$

효용극대화를 위한 위의 조건들을 사회최적의 조건과 비교해 볼 때, 시장경제에서 환경세를 통하여 사회최적을 실현하기 위해서는 자본임대료  $r$ 이 다음의 값을 만족해야 한다.

$$r = \begin{cases} A - \frac{\phi A^\gamma k^{\gamma-1}}{\lambda} & \text{if } z = 1 \\ Az(1 - \frac{1}{\beta+1}) & \text{if } z < 1 \end{cases}$$

한편, 동태모형에서 기업이 무한한 기간 동안 이윤을 극대화하는 것은 매기 어느 시점에서나 이윤을 극대화하는 것을 통해 가능하므로 동태모형에서 기업의 이윤극대화 문제는 정태모형에서의 것과 기본적으로 동일하다. 정태모형에서 기업의 이윤극대화 문제를 통해 사회최적을 실현하는 환경세 및 자본임대료를 다시 한번 정리하면 다음과 같다.

첫째, 이윤극대화 문제의 부등식제약이 구속을 받지 않을 경우, 즉

$z < 1$ 인 경우의 자본임대료와 환경세는 각각 다음과 같다.

$$r = \frac{\beta}{\beta+1} Az$$

$$\tau = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$$

위 수식에서의 자본임대료는 소비자의 효용극대화를 위한 조건이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건과 일치하게 하는 값이다. 따라서 위의 환경세가 생산 및 소비에 있어서 사회최적의 선택을 유도하는 최적 환경세임을 알 수 있다.

둘째, 이윤극대화 문제에서 부등식제약이 구속을 받는 경우, 즉  $z = 1$ 인 경우의 환경세와 자본임대료는 각각 다음과 같은 구간에 속한다.

$$\tau \in \left[ 0, \frac{1}{\beta+1} \right]$$

$$r = A(1-\tau)$$

소비자의 효용극대화를 위한 조건이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건과 일치하게 하는 자본임대료는 위 수식에서의 자본임대료가 속해 있는 구간 사이의 값을 알 수 있다. 따라서 소비자의 효용극대화를 통해 사회최적을 실현하게 하는 자본임대료가 결정되도록 유도하는 환경세를 도출할 수 있으며, 이와 같은 과정을 통해 도출한 최적 환경세와 자본임대료의 값은 각각 다음과 같다.

$$\tau = \frac{\phi A^{\gamma-1} k^{\gamma-1}}{\lambda}$$

$$r = A(1-\tau) = A \left( 1 - \frac{\phi A^{\gamma-1} k^{\gamma-1}}{\lambda} \right)$$

## 2. 기술진보 모형

### 가. Social planner's problem

본문의 제IV장에서 제시한 기술진보 모형의 social planner's problem을 풀기 위한 현재가치 Hamiltonian은 다음과 같다.

$$H = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi}{\gamma} (Ae^{gt} z^{\beta+1} k)^\gamma + \lambda (Ae^{gt} z k - c) + \mu (1 - z)$$

여기서  $\lambda$ 는  $k$ 와 관련된 costate variable(또는 shadow price)이고  $\mu$ 는  $z$ 의 부등식 제약과 관련된 Lagrange계수이다. 부등식 제약조건을 충족시키기 위해 Kuhn-Tucker condition을 이용하면  $\mu$ 와  $z$ 의 값은 다음 조건을 만족해야 한다.

$$\mu(1-z) = 0 ; \text{ 즉, } z < 1 \Rightarrow \mu = 0, \mu \geq 0 \Rightarrow z = 1$$

사회최적의 解를 구하기 위해  $c$ 와  $z$ 에 대한 1계 조건을 정리하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial c} = 0 &\Rightarrow c^{-\sigma} = \lambda \\ \frac{\partial H}{\partial z} = 0 &\Rightarrow -\phi(\beta+1) \frac{x^\gamma}{z} + \lambda \frac{y}{z} - \mu = 0 \end{aligned}$$

Kuhn-Tucker condition을 이용하여 위  $z$ 에 대한 1계 조건은

If  $z=1$ ,  $\lambda y \geq \phi(\beta+1)x^\gamma$ , 또는

If  $z < 1$ ,  $\lambda y = \phi(\beta+1)x^\gamma$

와 같이 재정리할 수 있으며, 생산 및 오염배출함수를 위 수식에 대입하면 최적조건을 만족시키는  $z$ 의 값을 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$z = \begin{cases} 1 & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi}(Ae^{gt}k)^{\gamma-1} \\ [\lambda\phi(Ae^{gt}k)^{1-\gamma}]^\eta & \text{if } \lambda < \frac{1}{\phi}(Ae^{gt}k)^{\gamma-1} \end{cases}$$

where  $\eta = \frac{1}{\gamma(\beta+1)-1}$ ,  $\phi = \frac{1}{\phi(\beta+1)}$

물적 자본의 동태적 최적배분 조건을 충족시키기 위해  $\lambda$ 의 Euler equation을 정리하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \frac{\partial H}{\partial k} \Rightarrow \dot{\lambda} = \rho\lambda - [-\phi(Ae^{gt}z^{\beta+1})^\gamma k^{\gamma-1} + \lambda Ae^{gt}z]$$

그리고 위 수식에  $z$ 의 값을 대입하여  $\lambda$ 의 증가율로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \begin{cases} \rho - Ae^{gt} + \frac{\phi(Ae^{gt})^\gamma k^{\gamma-1}}{\lambda} & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi}(Ae^{gt}k)^{\gamma-1} \\ \rho - Ae^{gt}[\lambda\phi(Ae^{gt}k)^{1-\gamma}]^\eta + \phi(Ae^{gt})^\gamma k^{\gamma-1} & \\ & [\lambda\phi(Ae^{gt}k)^{1-\gamma}]^{\eta+1} & \text{if } \lambda < \frac{1}{\phi}(Ae^{gt}k)^{\gamma-1} \end{cases}$$

한편, 물적자본  $k$ 의 증가율은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\dot{k}}{k} &= \frac{y}{k} - \frac{c}{k} \\ \Rightarrow \frac{\dot{k}}{k} &= \begin{cases} Ae^{gt} - \lambda^{-\frac{1}{\sigma}} k^{-1} & \text{if } \lambda \geq \frac{1}{\phi} (Ae^{gt} k)^{\gamma-1} \\ Ae^{gt} [\lambda \psi (Ae^{gt})^{1-\gamma}]^{\eta} - \lambda^{-\frac{1}{\sigma}} k^{-1} & \text{if } \lambda < \frac{1}{\phi} (Ae^{gt} k)^{\gamma-1} \end{cases} \end{aligned}$$

이상에서 구한 조건들과 transversality condition 등을 이용하면 social planner의 입장에서 사회최적의 解를 구할 수 있다. 균제상태 (steady state) 또는 균형성장궤도(balanced growth path)에서 물적 자본이 장기적으로 일정하게 증가한다고 가정하면 위의 수식을 이용하여 소비, 생산, 물적자본의 장기적인 성장률(long-run growth rate)을 구할 수 있으며 그 값은 다음과 같다.

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\beta\gamma g}{\sigma + \gamma - 1} > 0$$

그리고 위의 성장률을 이용하여 생산에 투입되는 자본의 배분비율 ( $z$ )과 오염배출량( $x$ )의 장기적인 증가율을 구할 수 있으며, 그 값은 각각 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\dot{z}}{z} &= -g < 0 \\ \frac{\dot{x}}{x} &= \frac{\beta g (1 - \sigma)}{\sigma + \gamma - 1} \end{aligned}$$

#### 나. 최적 환경세의 결정과 시장균형

## 1) 정태분석

본문 제IV장의 기술진보 모형에서 제시된 효용함수에 소비함수와 오염배출함수를 대입하면 social planner's problem을 다음과 같은 수식으로 정리할 수 있다.

$$\max_{z \in [0, 1]} \frac{(zy_p)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi(z^{\beta+1}y_p)^\gamma}{\gamma} \quad \sigma > 0, \gamma > 1$$

여기서  $y_p$ 는 모든 물적 자본을 전부 생산에 투입했을 때 얻을 수 있는 잠재생산량( $y_p = Ae^{gt}k$ )을 나타낸다. 위 수식과  $Ak$  모형에서의 것과 비교하면 잠재생산량의 크기만 다를 뿐 social planner's problem의 기본골격은 동일하다는 것을 알 수 있으므로 구체적인 분석과정은 생략한다.

정태모형에서 소비자의 효용극대화 문제는 social planner's problem과 같다. 단, 소비자의 예산제약에 있어서 정부의 환경세수입을 소비자에게 환급해 준다고 가정할 때 소비자 수입은 물적자본의 임대료 수입과 환경세수입 환급액의 합이 될 것이다.

한편, 정부가 환경세를 부과하여 기업이 오염비용을 부담하는 경우 기업은 이윤을 극대화하기 위한 오염량을 배출할 것이다. 따라서 정부는 시장경제에서 기업의 이윤극대화 문제를 통해 사회최적의 오염배출량을 유도하는 환경세를 결정할 수 있다. 분석상 편의를 위해서 생산함수와 오염배출함수를 이용하여  $z$ 를 오염배출량( $x$ )과 잠재생산량( $y_p = Ae^{gt}k$ )의 함수관계로 나타내면

$$z = \left( \frac{x}{Ae^{gt}k} \right)^{\frac{1}{\beta+1}}, \quad 0 \leq z \leq 1$$

와 같고, 이를 다시 생산함수에 대입하면 오염배출량( $x$ )을 정상적인 생산요소로 취급하는 생산함수를 도출할 수 있으며, 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$y = (Ae^{gt}k)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}}, \quad x \leq Ae^{gt}k$$

그리고 위의 생산함수를 이용하여 기업의 이윤극대화 문제를 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \max_{k, x} \quad & \Pi = (Ae^{gt}k)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} - rk - \tau x \\ \text{s.t.} \quad & x \leq Ae^{gt}k \end{aligned}$$

여기서  $r$ 과  $\tau$ 는 각각 물적자본의 임대료 및 오염배출량 단위당 부과하는 환경세를 나타내며, 이 문제의 1계 조건을 풀기 위한 Lagrangian은 다음과 같은 수식으로 정리할 수 있다.

$$L = (Ae^{gt}k)^{1-\frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}} - rk - \tau x + \mu(Ae^{gt}k - x)$$

여기서  $\mu$ 는 오염배출량의 부등식제약과 관련된 Lagrange계수이다. 부등식제약조건하에서 이윤극대화를 위한 Kuhn-Tucker condition은 다음과 같다.

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = Ae^{gt}k - x \geq 0, \quad \mu \geq 0, \quad \text{and if } x < Ae^{gt}k, \text{ then } \mu = 0$$

이윤극대화를 위해  $k$ 와  $x$ 에 대한 1계 조건은 다음과 같으며, 아래 수식 중 등식은  $x < Ae^{gt}k$ 를 만족할 때 성립한다.

$$\frac{\partial L}{\partial k} = 0 \Rightarrow r \geq \frac{\beta}{\beta+1} A e^{gt} \left( \frac{x}{A e^{gt} k} \right)^{\frac{1}{\beta+1}}$$

$$\frac{\partial L}{\partial x} = 0 \Rightarrow \tau \leq \frac{1}{\beta+1} \left( \frac{x}{A e^{gt} k} \right)^{\frac{1}{\beta+1} - 1}$$

생산함수가 생산요소  $k$ ,  $x$ 에 대하여 규모수익불변의 기술을 나타내고 있기 때문에 기업의 이윤은 0(zero)이며, 기업의 0이윤조건은 다음과 같다.

$$rk + \tau x = (A e^{gt} k)^{1 - \frac{1}{\beta+1}} x^{\frac{1}{\beta+1}}$$

시장경제에서 물적자본의 임대료가 사회최적의 값이 되도록 유도하는 환경세를 결정하는 데 있어서는 두 가지 경우를 나누어 고려해야 한다.

첫째, 부등식제약이 구속을 받지 않을 경우, 즉  $x < A e^{gt} k$ 의 부등식이 만족될 때, 이윤극대화를 위한 1계 조건만으로 시장균형이 사회최적이 되도록 유도하는 것이 충분하다. 정부는 기업이 배출하는 오염배출량이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 오염배출량과 같도록 유도하기 위한 환경세를 결정해야 할 것이다. 따라서 앞의 social planner's problem에서 구한 사회최적의 오염배출량을 이윤극대화를 위한 1계 조건에 대입함으로써 사회최적을 실현하는 환경세 및 물적자본의 시장균형가격(임대료)을 구할 수 있으며, 그 값은 각각 다음과 같다.

$$\tau = \frac{1}{\beta+1} \left( \frac{A e^{gt} k}{x} \right)^{\frac{\beta}{\beta+1}} = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$$

$$r = \frac{\beta}{\beta+1} A e^{gt} \left( \frac{x}{A e^{gt} k} \right)^{\frac{1}{\beta+1}} = \frac{\beta}{\beta+1} A e^{gt} z$$

여기서  $z$ 는 social planner's problem에서 구한 사회최적의 값을 나타낸다.

둘째, 부등식제약이 구속을 받을 경우, 즉  $x = A e^{gt} k$ 의 등식이 성립하는 경우, 기업의 이윤극대화를 위한 1계 조건에 의해 환경세는 다음 수식과 같이  $\frac{1}{\beta+1}$  이하의 값을 취할 것이며, 기업은 오염방지를 위한 투자를 전혀 하지 않을 것이다.

$$\tau \in \left[ 0, \frac{1}{\beta+1} \right]$$

이 경우 최적 환경세 및 자본임대료는 기업의 이윤극대화를 위한 1계 조건과 零이윤조건을 모두 이용해 결정할 수 있으며 물적자본 임대료의 값은 다음과 같다.

$$r = A(1 - \tau)$$

## 2) 동태분석

동태모형에서 대표적 소비자의 효용극대화 문제를 풀기 위한 현재 가치 Hamiltonian은 다음 수식과 같다.

$$H = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{\phi x^\gamma}{\gamma} + \lambda [rk + R - c]$$

여기서  $\lambda$ 는 물적자본과 관련된 costate variable를 나타낸다.

효용극대화를 위해 소비( $c$ )에 대한 1계 조건 및  $\lambda$ 의 Euler equation을 정리하면 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\partial H}{\partial c} = 0 \Rightarrow c^{-\sigma} = \lambda$$

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \frac{\partial H}{\partial k} \Rightarrow \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \rho - r$$

시장균형이 사회최적이 되기 위해서는 효용극대화를 위한 위의 조건들이 social planner's problem에서 구한 최적조건과 똑같이 일치하도록 유도하는 자본임대료 및 환경세가 결정되어야 할 것이다. 특히, 위의 조건들 중에서  $\lambda$ 의 Euler equation이 social planner's problem의 최적조건과 일치하도록 물적자본의 임대료  $r(t)$ 의 값이 결정되어야 하며, 그 값은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$r = \begin{cases} Ae^{gt} - \frac{\phi(Ae^{gt})^{\gamma} k^{\gamma-1}}{\lambda} & \text{if } z=1 \\ Ae^{gt} z \left(1 - \frac{1}{\beta+1}\right) & \text{if } z < 1 \end{cases}$$

한편, 기업은 어느 시점에서나 이윤을 극대화하는 것이 목표이므로 동태모형에서 기업의 이윤극대화 문제는 정태모형에서의 것과 기본적으로 동일하다. 물적자본의 임대료는 기업의 이윤극대화 문제를 해결하는 과정에서 결정되기 때문에 정부는 환경세를 통해 자본임대료가 사회최적치가 될 수 있도록 유인해야 할 것이다.

정태모형에서 기업의 이윤극대화 문제를 통해 사회최적을 실현하도록 유도하는 환경세 및 자본임대료를 다시 한 번 정리하면 다음과 같다.

첫째, 이윤극대화 문제의 부등식제약이 구속을 받지 않을 경우, 즉

$x < Ae^{gt}k$ 인 경우의 환경세와 물적자본의 임대료는 각각 다음 수식과 같이 나타낼 수 있다.

$$r = \frac{\beta}{\beta+1} Ae^{gt}z$$

$$\tau = \frac{1}{\beta+1} z^{-\beta}$$

위 수식에서의 자본임대료는 소비자의 효용극대화를 위한 조건이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건과 일치하게 하는 값을 알 수 있다. 따라서 위의 환경세가 곧 시장균형이 사회최적과 일치하도록 유도하는 최적 환경세이다.

둘째, 이윤극대화 문제의 부등식제약이 구속을 받는 경우, 즉  $x = Ae^{gt}k$ 인 경우의 환경세와 자본임대료는 각각 다음과 같은 구간에 속한다.

$$\tau \in \left[ 0, \frac{1}{\beta+1} \right]$$

$$r = A(1-\tau)$$

소비자의 효용극대화를 위한 조건이 social planner's problem에서 구한 사회최적의 조건과 일치하게 하는 자본임대료의 값은 위 수식에서 자본임대료가 속해 있는 구간 사이의 값을 알 수 있다. 따라서 시장균형과 사회최적이 일치하는 자본임대료의 값을 위 수식에 대입하여 도출한 최적 환경세 및 자본임대료의 값은 각각 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\tau = \frac{\phi(Ae^{gt}k)^{\gamma-1}}{\lambda}$$

$$r = Ae^{gt}(1-\tau) = Ae^{gt}\left(1 - \frac{\phi(Ae^{gt}k)^{\gamma-1}}{\lambda}\right)$$

한편, 최적 환경세에 로그를 취하고 미분(differentiation)을 함으로써 최적 환경세율의 장기적인 증가율을 구할 수 있는데 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{\dot{\tau}}{\tau} = -\beta \frac{\dot{z}}{z} = \beta g > 0$$

### 3. 환경세가 무역에 미치는 영향에 있어서의 비용함수

본문 제IV장에서, 환경세가 무역에 미치는 영향을 분석하는 것은 재화의 생산비용 및 가격경쟁력을 비교하는 데 기준을 두는데, 비용함수를 도출하기 위한 기업의 비용최소화 문제는 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \min \quad & C = rk + tx \\ \text{s.t.} \quad & y = (Ak)^{1-\alpha} x^\alpha \end{aligned}$$

다시 이 문제를 풀기 위한 Lagrangian은

$$L = rk + tx + \lambda[y - (Ak)^{1-\alpha} x^\alpha]$$

와 같으며, 여기서  $\lambda$ 는 생산량과 관련된 Lagrange계수이다. 기업의 비용최소화를 위해  $k$ ,  $x$  및  $\lambda$ 에 대한 1계 조건을 구하면 다음과 같이 정

리할 수 있다.

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial k} = 0 &\Rightarrow r = \lambda(1-\alpha)A^{1-\alpha}k^{-\alpha}x^{\alpha} \\ \frac{\partial L}{\partial x} = 0 &\Rightarrow \tau = \lambda\alpha(Ak)^{1-\alpha}x^{\alpha-1} \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 &\Rightarrow y = (Ak)^{1-\alpha}x^{\alpha}\end{aligned}$$

그리고 위의 수식에서  $k$ 와  $x$ 에 대한 1계 조건을 이용하면 비용을 최소화하는 자본과 오염의 배합비율을 다음과 같은 수식으로 도출할 수 있다.

$$\frac{r}{\tau} = \frac{1-\alpha(p)}{\alpha(p)} \frac{x}{k}$$

위 수식은  $p$  종류의 재화를 생산하는 데 소요되는 전체 생산비용 중 오염에 지출되는 오염비용(pollution charge)의 비율은 항상  $\alpha(p)$  이라는 것을 의미한다. 또한, 위의 수식을 이용하여 생산단위당 비용 함수  $C(y) = C/y$ 를 도출할 수 있으며, 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$C(y) = \frac{1}{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}} \tau^{\alpha} \left(\frac{r}{A}\right)^{1-\alpha}$$

## 부록 II. 수출입 탄성치 추정결과

변수일람표

변수명	변수	변수명	변수
PPI#	# 산업의 생산자 물가지수	JPGDP	일본 GDP
PIM#	# 산업의 수입 물가지수	CNGDP	중국 GDP
USGDP	미국 GDP	NGDP	한국 GDP
EX#R	# 산업의 수출액	IM#R	# 산업의 수입액

수출부문

\* Sector 1 of 28 I-O table

LN\_EX1R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

$\log(\text{EX1R})$

$$= -0.26951 * \log(\text{PPI1}) + 0.35484 * \log(\text{USGDP})$$

(-2.78805)                      (8.72399)

Centered \*\* R2      0.776535                      R Bar \*\* 2      0.753012

Standard Error of Estimate                      0.0554462755

Sum of Squared Residuals                      0.0584114998

Durbin-Watson Statistic                      2.229683

$$\text{RHO} = 0.91757 * \text{RHO}(-1)$$

(13.35298)

\* Sector 2 of 28 I-O table

LN\_EX2R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

log(EX2R)

$$= -0.40382 * \log(\text{PPI2}) + 0.43584 * \log(\text{USGDP})$$

(-2.46057)                      (6.24374)

Centered R \*\* 2            0.943735            R Bar \*\* 2            0.937812

Standard Error of Estimate            0.0839599764

Sum of Squared Residuals            0.1339362751

Durbin-Watson Statistic            0.832411

$$\text{RHO} = 0.91482 * \text{RHO}(-1)$$

(8.51517)

\* Sector 3 of 28 I-O table

LN\_EX3R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

log(EX3R)

$$= 3.28578 * \text{Constant} - 0.28166 * \log(\text{PPI3}) + 0.10405 * \log(\text{USGDP})$$

(5.69825)                      (-3.11594)                      (2.34445)

Centered R \*\* 2            0.830021            R Bar \*\* 2            0.801692

Standard Error of Estimate            0.0334491533

Sum of Squared Residuals            0.0201392254

Durbin-Watson Statistic            1.833350

$$\text{RHO} = 0.53639 * \text{RHO}(-1)$$

(3.50294)

\* Sector 4 of 28 I-O table

LN\_EX4R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R \*\* 2            0.878176            R Bar \*\* 2            0.865352

Standard Error of Estimate            0.0309808438

Sum of Squared Residuals            0.0182364410

Durbin-Watson Statistic            1.631170

log(EX4R)

$$= -0.16209 * \log(\text{PPI4}) + 0.36272 * \log(\text{USGDP})$$

(-2.41991)                      (13.18528)

$$\text{RHO} = 0.94883 * \text{RHO}(-1)$$

(27.48176)

\* Sector 5 of 28 I-O table

LN\_EX5R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.871830	R Bar ** 2	0.850468
Standard Error of Estimate		0.0539914164	
Sum of Squared Residuals		0.0524713148	
Durbin-Watson Statistic		2.170848	

log(EX5R)

$$= -0.80144 * \log(\text{PPI5}) + 0.33113 * \log(\text{JPGDP}) + 0.35060 * \log(\text{CNGDP})$$

(-5.10141)                      (3.94683)                      (4.25735)

$$\text{RHO} = 0.86117 * \text{RHO}(-1)$$

(13.88185)

\* Sector 7 of 28 I-O table

LN\_EX7R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1986 To 2002

Centered R**2	0.622728	R Bar **2	0.535665
Standard Error of Estimate		0.1161844639	
Sum of Squared Residuals		0.1754847853	
Durbin-Watson Statistic		1.651121	

log(EX7R)

$$= -0.71824 * \log(\text{PPI7}) + 1.00812 * \log(\text{USGDP}) + -0.57923 * \log(\text{NGDP})$$

(-2.16610)
(5.87405)
(-2.52658)

$$\text{RHO} = 0.79279 * \text{RHO}(-1)$$

(3.86740)

\* Sector 8 of 28 I-O table

LN\_EX8R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Uncentered R**2	0.999859	T x R**2	21.997
Standard Error of Estimate		0.0412123776	
Sum of Squared Residuals		0.0322707413	
Durbin-Watson Statistic		1.368789	

log(EX8R)

$$= -0.55260 * \log(\text{PPI8}) + 0.52551 * \log(\text{USGDP})$$

(-5.96572)
(13.80408)

$$\text{RHO} = 0.81905 * \text{RHO}(-1)$$

(6.73465)

\* Sector 9 of 28 I-O table

LN\_EX9R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.824827	R Bar ** 2	0.806388
Standard Error of Estimate		0.0542673671	
Sum of Squared Residuals		0.0559539955	
Durbin-Watson Statistic		0.874580	

log(EX9R)

$$= -0.26480 * \log(\text{PPI9}) + 0.36064 * \log(\text{USGDP})$$

(-2.05116)                      (6.79759)

$$\text{RHO} = 0.89061 * \text{RHO}(-1)$$

(12.67644)

\* Sector 10 of 28 I-O table

LN\_EX10R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R\*\*2      0.939811      R Bar \*\*2      0.933475

Standard Error of Estimate      0.0325674965

Sum of Squared Residuals      0.0201521947

Durbin-Watson Statistic      2.284083

log(EX10R)

$$= -0.49958 * \log(\text{PPI10}) + 0.50121 * \log(\text{USGDP})$$

(-6.64174)                      (16.53347)

RHO = 0.90880 \* RHO(-1)

(15.51771)

\* Sector 12 of 28 I-O table

LN\_EX12R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R\*\*2      0.988958      R Bar \*\*2      0.987117

Standard Error of Estimate      0.0369256559

Sum of Squared Residuals      0.0245430732

Durbin-Watson Statistic      1.835033

log(EX12R)

$$= -6.72477 * \text{Constant} - 0.14765 * \log(\text{PPI12}) + 0.94860 * \log(\text{USGDP})$$

(-6.82717)                      (-2.03301)                      (12.74242)

RHO = 0.67751 \* RHO(-1)

(5.05822)

\* Sector 13 of 28 I-O table

LN\_EX13R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.982121	R Bar ** 2	0.979141
Standard Error of Estimate		0.0713138743	
Sum of Squared Residuals		0.0915420360	
Durbin-Watson Statistic		1.641798	

log(EX13R)

= -0.76346 * log(PPI13)	+ 0.22235 * log(CNGDP)	+ 0.46792 * log(USGDP)
(-8.00719)	(1.46519)	(3.11570)

RHO = 0.60145 * RHO(-1)
(3.64914)

\* Sector 14 of 28 I-O table

LN\_EX14R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.972047	R Bar ** 2	0.967388
Standard Error of Estimate		0.0290309811	
Sum of Squared Residuals		0.0151703615	
Durbin-Watson Statistic		1.687898	

log(EX14R)

$$= -0.28006 * \log(\text{PPI14}) + 0.32396 * \log(\text{USGDP}) + 0.09185 * \log(\text{JPGDP})$$

$$(-5.74201) \quad (8.59485) \quad (2.23282)$$

$$\text{RHO} = 0.45134 * \text{RHO}(-1)$$

$$(1.92331)$$

\* Sector 15 of 28 I-O table

LN\_EX15R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R \*\* 2      0.880499      R Bar \*\* 2      0.860583

Standard Error of Estimate 0.0454696579

Sum of Squared Residuals 0.0372148162

Durbin-Watson Statistic 1.663343

log(EX15R)

$$= 3.86471 * \text{Constant} - 0.24978 * \log(\text{PPI15}) + 0.10105 * \log(\text{CNGDP})$$

$$(5.79093) \quad (-2.77756) \quad (2.51145)$$

$$\text{RHO} = 0.50597 * \text{RHO}(-1)$$

$$(3.76114)$$

\* Sector 16 of 28 I-O table

LN\_EX16R

Least Squares

Annual Data From 1980 To 2002

Centered R **2	0.225024	R Bar **2	0.102660
Standard Error of Estimate		0.0478186447	
Sum of Squared Residuals		0.0434458329	
Durbin-Watson Statistic		1.648970	

log(EX16R)

$$\begin{aligned}
 &= 1.99589 * \text{Constant} - 0.05303 * \log(\text{PPI16}) \\
 &\quad (4.48348) \quad \quad \quad (-0.80774) \\
 &+ 0.19364 * \log(\text{USGDP}) - 0.13339 * \log(\text{CNGDP}) \\
 &\quad (2.33131) \quad \quad \quad (-2.12843)
 \end{aligned}$$

\* total export

LN\_EXR

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R **2	0.985746	R Bar **2	0.982393
Standard Error of Estimate		0.0221185996	
Sum of Squared Residuals		0.0083169516	
Durbin-Watson Statistic		1.460209	

$$\begin{aligned} \log(\text{EXR}) &= -3.562323691 * \text{Constant} - 0.18483 * \log(\text{PPI}) \\ &\quad (-2.04111) \quad \quad \quad (-3.49540) \\ &+ 0.59595 * \log(\text{USGDP}) + 0.01861 * \log(\text{CNGDP}) \\ &\quad (3.44927) \quad \quad \quad (0.36060) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RHO} &= 0.87869 * \text{RHO}(-1) \\ &\quad (11.06915) \end{aligned}$$

수입부문

\* Sector 1 of 28 I-O table

LN\_IMIR  
Least Squares  
Annual Data From 1980 To 2002

Centered R ** 2	0.966138	R Bar ** 2	0.960792
Standard Error of Estimate		0.0128703911	
Sum of Squared Residuals		0.0031472924	
Durbin-Watson Statistic		1.923935	

$$\begin{aligned} \log(\text{IMIR}) &= 4.46133 * \text{Constant} - 0.04411 * \log(\text{PPI1}) \\ &\quad (43.20803) \quad \quad \quad (-1.26744) \\ &- 0.45408 * \log(\text{PIM1}) + 0.10454 * \log(\text{NGDP}) \\ &\quad (-12.39721) \quad \quad \quad (11.84280) \end{aligned}$$

\* Sector 2 of 28 I-O table

LN\_IM2R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.988781	R Bar ** 2	0.986911
Standard Error of Estimate		0.0320248916	
Sum of Squared Residuals		0.0184606863	
Durbin-Watson Statistic		1.365161	

$\log(\text{IM2R})$

$$= 0.00126 * \log(\text{PPI2}) - 0.74471 * \log(\text{PIM2}) + 0.07615 * \log(\text{NGDP})$$

(0.01175)
(-14.83253)
(1.08039)

$$\text{RHO} = 1.00245 * \text{RHO}(-1)$$

(610.49901)

\* Sector 3 of 28 I-O table

LN\_IM3R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.949327	R Bar ** 2	0.940882
Standard Error of Estimate		0.0313366810	
Sum of Squared Residuals		0.0176757763	
Durbin-Watson Statistic		2.519552	

$$\begin{aligned} & \log(\text{IM3R}) \\ & = 0.27125 * \log(\text{PPI3}) - 0.54407 * \log(\text{PIM3}) + 0.01750 * \log(\text{NGDP}) \\ & \quad (2.08621) \quad \quad \quad (-8.88358) \quad \quad \quad (0.26520) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RHO} & = 1.00305 * \text{RHO}(-1) \\ & \quad (405.99749) \end{aligned}$$

\* Sector 4 of 28 I-O table

LN\_IM4R  
Cochrane-Orcutt  
Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.947112	R Bar ** 2	0.934668
Standard Error of Estimate		0.0153944586	
Sum of Squared Residuals		0.0040288190	
Durbin-Watson Statistic		1.411139	

$$\begin{aligned} & \log(\text{IM4R}) \\ & = 4.91497 * \text{Constant} + 0.05851 * \log(\text{PPI4}) \\ & \quad (29.59397) \quad \quad \quad (1.31964) \\ & - 0.61319 * \log(\text{PIM4}) + 0.12888 * \log(\text{NGDP}) \\ & \quad (-11.22991) \quad \quad \quad (9.02155) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RHO} & = 0.53705 * \text{RHO}(-1) \\ & \quad (2.15314) \end{aligned}$$

\* Sector 5 of 28 I-O table

LN\_IM5R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.965373	R Bar ** 2	0.957226
Standard Error of Estimate		0.0156481062	
Sum of Squared Residuals		0.0041626748	
Durbin-Watson Statistic		1.914948	

log(IM5R)

$$= 4.39744 * \text{Constant} + 0.26149 * \log(\text{PPI5})$$

(27.68489)                      (3.79430)

$$- 0.72656 * \log(\text{PIM5}) + 0.12634 * \log(\text{NGDP})$$

(-19.23001)                      (6.46675)

RHO = 0.59639 \* RHO(-1)

(2.99156)

\* Sector 7 of 28 I-O table

LN\_IM7R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.994447	R Bar ** 2	0.993140
Standard Error of Estimate		0.0206032502	

Sum of Squared Residuals	0.0072163966
Durbin-Watson Statistic	1.837471

log(IM7R)

$$= 3.18605 * \text{Constant} + 0.10324 * \log(\text{PPI7})$$

(15.99927)                      (2.59265)

$$-0.68920 * \log(\text{PIM7}) + 0.24048 * \log(\text{OIL})$$

(-18.02907)                      (20.85136)

$$\text{RHO} = 0.27888 * \text{RHO}(-1)$$

(0.96580)

\* Sector 8 of 28 I-O table

LN\_IM8R

Least Squares

Annual Data From 1980 To 2002

Centered R ** 2	0.854663	R Bar ** 2	0.839364
Standard Error of Estimate	0.0491473773		
Sum of Squared Residuals	0.0458938292		
Durbin-Watson Statistic	1.836096		

log(IM8R)

$$= 1.08457 * \log(\text{IM8R}(1)) + 0.22463 * \log(\text{PPI8}) - 0.29103 * \log(\text{PIM8})$$

(11.92454)                      (2.23263)                      (-1.94755)

\* Sector 9 of 28 I-O table

LN\_IM9R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.966854	R Bar ** 2	0.959055
Standard Error of Estimate		0.0305460955	
Sum of Squared Residuals		0.0158620871	
Durbin-Watson Statistic	1.404693		

log(IM9R)

$$\begin{aligned}
 &= 3.87026 * \text{Constant} + 0.21616 * \log(\text{PPI9}) \\
 &\quad (9.00188) \quad (1.92090) \\
 &- 0.80141 * \log(\text{PIM9}) + 0.22707 * \log(\text{NGDP}) \\
 &\quad (-6.67191) \quad (6.31007)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RHO} &= 0.71412 * \text{RHO}(-1) \\
 &\quad (4.78891)
 \end{aligned}$$

\* Sector 10 of 28 I-O table

LN\_IM10R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.940326	R Bar ** 2	0.926285
Standard Error of Estimate		0.0312283258	

Sum of Squared Residuals           0.0165785417  
 Durbin-Watson Statistic           1.684972

log(IM10R)

$$= -0.45878 * \log(\text{PIM10}) + 0.46223 * \log(\text{PPI10})$$

(-4.25918)                           (4.80055)

$$+ 0.09683 * \log(\text{NGDP}) + 0.76988 * \log(\text{EX10R})$$

(3.97154)                           (14.49786)

$$\text{RHO} = 0.42357 * \text{RHO}(-1)$$

(1.78936)

\* Sector 12 of 28 I-O table

IM12R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R \*\* 2           0.968618           R Bar \*\* 2           0.961234  
 Standard Error of Estimate           0.0198498911  
 Sum of Squared Residuals           0.0066983090  
 Durbin-Watson Statistic           1.433748

log(IM12R)

$$= 4.52292 * \text{Constant} + 0.17110 * \log(\text{PPI12})$$

(18.32647)                           (2.51454)

$$- 0.77835 * \log(\text{PIM12}) + 0.22185 * \log(\text{NGDP})$$

(-7.31262)                           (11.49411)

$$\text{RHO} = 0.63134 * \text{RHO}(-1)$$

(2.41276)

\* Sector 13 of 28 I-O table

LN\_IM13R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.987761	R Bar ** 2	0.984881
Standard Error of Estimate		0.0394522607	
Sum of Squared Residuals		0.0264601748	
Durbin-Watson Statistic		1.652377	

log(IM13R)

$$= 0.57825 * \log(\text{PPI13}) - 0.42890 * \log(\text{PIM13})$$

(4.72253)                      (-3.65176)

$$- 0.00703 * \log(\text{NGDP}) + 0.79836 * \log(\text{EX13R})$$

(-0.13311)                      (11.39711)

$$\text{RHO} = 0.62325 * \text{RHO}(-1)$$

(3.65114)

\* Sector 14 of 28 I-O table

LN\_IM14R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.918964	R Bar ** 2	0.899896
Standard Error of Estimate		0.0351434721	
Sum of Squared Residuals		0.0209960817	
Durbin-Watson Statistic		1.897735	

log(IM14R)

$$\begin{aligned}
 &= 0.70719 * \log(\text{PPI14}) - 0.95755 * \log(\text{PIM14}) \\
 &\quad (15.01148) \qquad \qquad (-11.88370) \\
 &+ 0.09499 * \log(\text{NGDP}) + 1.13345 * \log(\text{EX14R}) \\
 &\quad (2.64581) \qquad \qquad (15.66374)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RHO} &= 0.28388 * \text{RHO}(-1) \\
 &\quad (1.18328)
 \end{aligned}$$

\* Sector 15 of 28 I-O table

IM15R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.555366	R Bar ** 2	0.450746
Standard Error of Estimate		0.0656379043	
Sum of Squared Residuals		0.0732416861	
Durbin-Watson Statistic		1.744736	

log(IM15R)

$$\begin{aligned}
 &= 5.22793 * \text{Constant} + 0.17888 * \log(\text{PPI15}) \\
 &\quad (5.63230) \qquad \qquad (1.47790)
 \end{aligned}$$

$$- 0.80034 * \log(\text{PIM15}) + 0.107975400(\text{NGDP})$$

$$(-2.67372) \quad (1.63108)$$

$$\text{RHO} = 0.44010 * \text{RHO}(-1)$$

$$(2.08805)$$

\* Sector 16 of 28 I-O table

LN\_IM16R

Cochrane-Orcutt

Annual Data From 1981 To 2002

Centered R ** 2	0.949990	R Bar ** 2	0.934361
Standard Error of Estimate		0.0406801858	
Sum of Squared Residuals		0.0264780403	
Durbin-Watson Statistic		1.313253	

log(IM16R)

$$= 0.92441 * \text{Constant} + 0.03900 * \log(\text{PPI16})$$

$$(1.46779) \quad (0.30210)$$

$$- 0.62612 * \log(\text{PIM16}) + 0.29358 * \log(\text{NGDP}) + 0.76626 * \log(\text{EX16R})$$

$$(-4.76298) \quad (8.79671) \quad (4.10571)$$

$$\text{RHO} = 0.52391 * \text{RHO}(-1)$$

$$(1.62851)$$

\* Total Import

LN\_IMR

Least Squares

Annual Data From 1980 To 2002

Centered R ** 2	0.995582	R Bar ** 2	0.994600
Standard Error of Estimate	0.0099142064		
Sum of Squared Residuals	0.0017692468		
Durbin-Watson Statistic	1.448478		

log(IMR)

$$\begin{aligned}
 &= 2.07648 * \text{Constant} + 0.12186 * \log(\text{PPD}) - 0.43311 * \log(\text{PIM}) \\
 &\quad (9.70902) \qquad (2.11939) \qquad (-8.14281) \\
 &+ 0.13242 * \log(\text{NGDP}) + 0.31825 * \log(\text{EXR}) \\
 &\quad (12.79561) \qquad (7.18808)
 \end{aligned}$$

## 부록 III.OECD 국가들의 환경친화적 세제개편과 환경세 도입 동향

### 1. 환경친화적 세제개편과 환경 관련 조세수입 현황

#### 가. OECD 국가들의 환경친화적 조세개혁 동향

1990년대 초부터, OECD 국가들은 환경친화적 조세개혁(green tax reform)을 추진하기 시작하였다. 그런데 대부분의 나라에서는 추가적인 조세부담을 주지 않는(constant tax burden) 형태를 취하고 있어 새로운 환경 관련 조세는 기존의 조세부담을 감소시키는 방향으로 추진되어 왔다.

북유럽의 여러 나라들이 환경친화적인 조세개혁 시행의 선두주자였다. 그 중 핀란드는 CO<sub>2</sub>배출 감소를 위한 조세체계를 처음으로 도입한 국가로 1990년에 화석연료에 부과되는 단일 탄소세(uniform carbon tax)를 시행하였고, 이후 에너지집약산업을 지원하는 차원에서 추가적 감면과 환불 메커니즘을 도입하였다. 또한 전력 과세대상이 발전소의 연료 사용에서 소비부문으로 옮겨갔다. 환경세 수입은 근로소득세 감세로 인한 세수입의 부족을 상쇄하기 위해 일부 사용되었다. 노르웨이는 1991년 광유(鑛油, mineral oil)에 이산화탄소세를 부과하였다. 환경세제위원회(Green Tax Commission)는 1996년 보고서에서 이중배당(double dividend)의 달성 가능성을 핵심사항으로 다루었다. 호의적인 고용상황 때문에, 정부가 1998년 의회에 제출한 제안서에는

이중배당 문제를 크게 강조하지 않았다. 그러나, 이러한 조세를 통한 세수입의 일부는 소득세 수입의 감소와 에너지 절약투자지원 증대, 재생가능한 에너지원을 위해 사용되었다. 스웨덴은 1992년 엄격한 세수입 중립원칙에 따라 주요 조세개혁을 단행하였다. 소득세에 대한 대규모 감세분은 새롭게 도입되는 이산화탄소와 황(Sulphur)에 부과되는 환경 관련 조세로 충당되었다. 동 조세개혁은 에너지조세의 구조적 변화와 부가가치세 과세표준의 범위 확대 등을 통해 이루어졌다. 이와 동시에, 산업에 부과되었던 에너지과세는 상당수준 감소되었다. 2001년 예산에서는, 디젤, 난방유 그리고 전력의 조세가 증가되었고 저소득층과 사회보장분담금(social security contributions)에 대한 부담은 감소되었다.

덴마크는 1992년 연료에 이산화탄소세를 부과하였으며, 2002년까지 계획된 에너지 관련 조세의 지속적 개선과 함께 조세시스템의 종합적인 개혁을 단행하였다. 개혁의 주요 목표는 (1) 모든 납세계층의 한계세율(marginal tax rates) 인하 (2) 세법상에 존재하는 일련의 약점들 제거 (3) 소득과 노동소득에서 환경오염과 희소자연자원으로의 점진적 세수입 비중 전환 등이다. 그러나 이들 조세 중 많은 조세가 엄청난 예외조항을 가지고 있으며, 또한 조세의 환경적 유효성을 감소시킬 수 있는 복잡한 구조를 가지고 있다. 네덜란드는 1988년 일반적인 연료세(fuel tax)를 시작으로 1995년과 1996년에는 수많은 환경 관련 조세(예를 들어, 폐기물, 지하수, 새로운 규제 에너지세 등)를 도입하였다. 두 번째의 환경세위원회가 2000년에 발족되었는데 이는 환경세제개혁을 위한 세 번째 회담을 2001년에 실시하도록 제안하기 위한 것이었다. 벨기에는 1993년에 몇몇 에너지 제품에 대한 새로운 조세를 도입하였는데 이는 결국 에너지 조세부과 범위를 민간의 에너지 사용에까지 확대한 것이다. 징수된 세수입은 기업주들의 사회보장분담금을 지원하기 위한 재원으로 사용되었다.

위에서 언급한 국가들에서 나타난 90년대 초반의 '제1차 환경세계개혁 물결' 이후, 많은 나라에서 이와 같은 움직임이 나타나기 시작하였다. 오스트리아는 1989년 폐기물세를 도입하였으며 1996년에 가스와 전기에 대해 에너지세를 도입하였고, 2000년 중반에는 전기세율을 인상하였다. 환경을 보호하고 에너지 절약을 위한 조치를 촉진하기 위해서 에너지 세수입 중 12%는 州정부(Länder)가 이전소득으로 갖고 지자체가 5%를 갖는다. 영국에서는 매립세(landfill tax)를 1996년에 도입하였다. 동 세수입은 사회보장분담금의 감소분에 충당되었다. 산업 및 상업적 에너지조세인 '기후변화조세(climate change levy)'가 2001년 4월 도입되었으며, 2002년에는 개간되지 않은 모래, 자갈 그리고 암석지역에 대한 조세가 부과되었다. 하지만, 2000년에 영국 정부는 '도로연료조세단계증감(road fuel duty escalator)'을 폐지하였다. 이전까지 연료세는 매년 6%씩 증가되어 왔었다. 이탈리아는 1998년에 광물연료(mineral fuels)에 대한 단계적 이산화탄소세를 포함한 수많은 환경 관련 조세를 도입하였다. 이를 통해 마련된 조세수입은 노동수입에 대한 사회보장분담금의 감소율(60.5%)과 보상수단(compensation measures)의 감소율(31.1%)로 인한 재정감소분을 충당하기 위해 사용되고 있다. 하지만, 1999년 이후의 세계 원유가격의 상승압력으로 인해, 이탈리아 정부는 석유제품에 대한 조세를 낮추었으며, 조세개혁을 연기하였다. 또한, 이탈리아에는 NO<sub>x</sub>세와 SO<sub>x</sub>세뿐만 아니라 매립세가 부과되고 있다.

독일은 1999년 4월 생태조세개혁(ecological tax reform)을 실시하였다. 동 세계개혁은 노동소득에 대한 조세부담을 낮추어 고용의 증가를 유발하였으며, 재생가능한 에너지 프로그램의 재원 마련과 에너지 절약(energy savings)을 위한 인센티브를 구축하고 산업계의 변화를 촉진함을 주요 골자로 하고 있다. 독일의 세계개혁으로 광유와 전기에 대해 단계적으로 세부담이 증가하였다. 독일의 세계개혁 1단계에서는

광유에 대한 조세의무와 전기세(전력세)가 증가되었고, 조세수입은 연금보험납입금(피고용인과 고용인이 각각 50%씩 부담)을 0.8% 정도 감소시키기 위해 사용되었다. 연금보험납입금은 20.3%에서 19.5%로 그리고, 총사회보장납입금은 42.3%에서 41.5%로 낮아졌다. 세계개혁 2단계에서는, 2000년부터 2003년까지 매년 광유에 대한 조세율이 리터 당 0.06DM, 전기세는 킬로와트(kWh)당 0.005DM 증가하였다. 이에 상응하여 연금보험납입률은 2000년에 0.1% 감소하였으며 향후 3년 동안 매년 0.3%를 추가로 감소하여 2003년까지 총 1%가 감소되었다. 감소액 규모는 고용주 납입금과 피고용인 납입금에 대해 각각 절반씩을 감축할 계획이다. 독일의 환경친화적 조세개혁은 CO<sub>2</sub> 배출량과 실업률을 감소시킬 목적을 가지고 추진된 세계개혁이었다.

프랑스에서는 환경 관련 조세와 세부담 의무에 대한 주요 세계개혁이 1999년 시작되었다. 동 개혁에서는 ‘오염행위에 대한 일반조세(general tax on polluting activities)’의 범위를 화석연료와 전력에까지 확대하는 정부의 제안이 포함되었다. 여기에서는 과거의 배출비율에 기초해 세금공제혜택을 제공하기로 계획되었다. 그 비율은 배출농도에 따라 매우 다양하였다. 국회에서 상당한 수정을 거치면서 예외사항과 세금공제사항들이 추가되었지만, 2000년말 헌법재판소에서 관련법률은 위헌으로 판결되었다.

#### 나. OECD 국가들의 환경 관련 조세수입 현황

OECD 국가들의 환경 관련 조세의 세입은 평균적으로 GDP의 2%, 총조세수입의 6%를 차지한다. 일인당 환경 관련 조세수입은 일년에 적게는 \$100 이하에서 \$1,700까지 다양하며 평균적으로는 연간 \$500 정도<sup>25)</sup>이다. 각국의 환경 관련 조세는 정확한 정보가 필요하며

25) [부도 1]에는 공공요금(fees)과 부담금(charges)이 포함되지 않았다.

또한 해석상의 주의를 요한다. 나라마다 조세체계가 갖는 ‘환경친화성’에 관한 추론은 그래프만으로는 도출할 수 없다. 예를 들어, 문제의 핵심인 낮은 조세수입은 환경 관련 조세 활용도가 낮음으로 인한 것일 수도 있고 광범위한 이용에 의한 것일 수도 있다. 광범위하게 이용되는 환경 관련 조세의 경우, 높은 세율은 생산자와 소비자의 행동패턴에 상당한 변화(예: 배출량 감소)를 야기해 왔기 때문이다. 총조세수입에서 차지하는 환경 관련 조세수입의 몫은 일정 범위의 비환경 관련 과세표준에 따른 조세부과에 상당부분 영향을 받는다. 결국, 한 나라의 정부는 인근 나라들보다 낮은 조세율을 적용하고, 주변국의 소비자들을 자국 시장으로 유인함으로써 일정과세표준에 따른 실질적 조세수입을 증가시킬 것이다.

수송부문이 전체 환경 관련 조세수입의 90%를 차지하고 있으며 이는 휘발유, 디젤연료와 자동차 관련 조세수입이다. 석탄, 코르크, 고중질 연료유(heavy fuel oil) 그리고 전력생산으로부터 나온 조세수입은 거의 없다는 점을 유의해야 한다. 총환경 관련 조세수입의 나머지(10%정도)는 천연가스, 폐기물, 포장재료 등과 같은 제품에서 나온 것이다. 1995년 이후의 상황은 거의 유사한 것으로 나타나고 있다. 1995년 이후의 변화는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있는데, 그 중 하나는 다수의 국가에서 폐기물조세를 신설 또는 증가시켰으며 이로 인해 조세수입이 상당히 증가했다는 것이고, 나머지 하나는 많은 나라에서 항공유 휘발유의 시장판매를 금지함으로써 이를 기반으로 하는 조세수입이 감소하였다는 점이다.

---

이는 이들 조세에 대한 자료가 여러 나라에서 부족하기 때문인 것도 하나의 이유이다. 또한 그림에서는 환경 관련 과세표준이나 조세에 매겨지는 부가세도 포함하고 있지 않다. VAT가 재화와 서비스 전반에 걸쳐 지속적으로 부과된다는 점에서 VAT는 환경적 영향이 거의 없다고 할 수 있다. 하지만, VAT시스템 내에 속하는 재화와 서비스들을 차별적으로 처리하는 것은 환경적 영향을 야기할 수도 있다.

## 2. 기존 세제의 환경친화적 개편사례

### 가. 에너지세제 개편 동향

#### 1) 덴마크의 에너지세제 개편

덴마크에서 부과되는 에너지세제는 에너지세, 유탄세 및 이산화탄소세로 구성되어 있다. 에너지에 부과되는 세율은 대기오염의 사회적 외부비용을 기준으로 하고 있으며 국회에서 세율이 결정된다. 환경적인 측면에서 에너지 관련 세제의 시행으로 인해 환경의 질은 많은 개선의 효과를 보았으나, 그 결과 현재 세수가 전년 대비 25% 감소하여 이에 대한 세수보전이 새로운 문제로 부상하고 있다. SO<sub>2</sub>세는 황함유량을 줄이는 데 매우 유효(약 40~50% 감소)하며 부가적으로 CO<sub>2</sub> 발생량도 감소시키고 있다. 전기에 대한 과세는 투입이 아니라 산출에 과세(즉, 소비세 형태)한다. 전기생산에 사용되는 연료는 비과세되며 총수입의 40%에 해당하는 CO<sub>2</sub>세를 면제하고 있다. 에너지 관련 세제에는 목적세(earmarked tax)가 없으며 에너지를 효율적으로 사용하는 기업에 환급하고 있거나 보통 일반회계에 편입되어 소득세를 낮추는 데 사용한다. 경쟁력 유지를 위해 산업 및 무역부문에서 사용되는 에너지에는 면세 및 환급 등 각종 조세지원(tax relief)을 제공하고 있다. 경유가 휘발유 가격에 비해 낮으나 경유를 사용하는 자동차 구입시 더 높은 자동차세를 부과함으로써 자동차 보유 및 운행 전체 비용 면에서는 큰 차이가 없다. 에너지 관련 세제는 환경개선의 유인책을 제공하기 위해 동 세수입의 일부분을 환경오염방지 장비를 설치하는 기업에 환급혜택으로 주고 있다.

## 2) 네덜란드의 에너지세제 개편

네덜란드에서 부과되는 에너지 관련 세제는 환경세(green tax)의 일부로서 일반연료세(general fuel tax)와 규제에너지세(regulatory energy tax)가 있는데 규제에너지세가 2001년 현재 전체 세수입의 2.35%로 가장 비중이 높다. 환경 관련 사용료(fees)나 부과금(charges)은 환경 관련 정부지출과 연계되어 있는 반면, 환경 관련 조세(taxes)는 과세표준과 세수의 사용이 관계가 없는 것으로 차별화된다. 네덜란드의 환경 관련 조세에는 1992년 이후부터 목적세가 폐지되었다. 환경세 중 가장 중요한 비중을 차지하는 규제에너지세의 과세 목표는 첫째, 이산화탄소의 배출량을 줄이고, 둘째, 에너지 효율성을 제고하고 셋째, 세금의 부담을 노동으로부터 환경으로 이전시키는 것이다. 에너지를 비롯한 환경세의 세수는 사회보장기여금(social security premium), 개인소득세 및 법인소득세를 낮추는 데 사용함으로써 세수를 재순환(revenue recycling)시키고 있다. 1999년에서 2001년 사이 규제에너지세를 비롯한 환경친화적 세제개편은 직접세로부터 간접세로 세부담을 이전시키는 것을 목표로 삼고 있으며 정부, 학계, 관련조직의 대표들로 구성된 환경세위원회(green tax commission)에 의해 주도되고 있다. 환경개선을 위한 투자유인으로는 낮은 이자율을 적용하는 환경투자기금(Green Investment Funds) 및 환경친화적인 장비와 기계 구입의 첫 해에 전액 감가상각을 허용하는 가속감가상각 제도(accelerated fiscal depreciation)가 시행되고 있다.

## 3) 스웨덴의 에너지세제 개편

스웨덴에서 에너지세제는 이산화탄소세(carbon dioxide tax), 유황세(sulphur tax), 에너지세(energy tax)로 구성되어 있다. 이산화탄소세나 유황세는 각각 이산화탄소나 유황의 배출량 또는 함유량에 따라

결정되며, 에너지세는 에너지 발열량과 기타 환경기준에 따라 과세표준이 결정되나 정치·사회적인 요인이 작용하고 있다. 에너지세 관련 세수는 세수중립의 원칙에 따라 소득세를 감면해 주는 데 사용하고 있다. 2002년 현재 에너지에 대한 세율을 인상하였으며, 유럽연합지침(EU Council Directives)의 최저한도 세율을 지침으로써 EU 조세정책 기준과 조화를 이루고 있다('tax harmonization'). 에너지에 대한 세율은 국가가 목표로 하는 대기오염 수준을 달성할 수 있도록 결정되고 있다. 스웨덴의 지리적 특성을 감안하여 선박운행에 의한 대기오염을 줄일 수 있도록 선박에 사용되는 에너지에 과세하는 것이 스웨덴 에너지세의 특징 중 하나라 할 수 있다. 스웨덴에서는 무연휘발유와 경유에 대해 환경적 분류(environmental classification)에 따라 제품을 차별화하고 각각 다른 세율을 적용함으로써 환경친화적인 제품의 사용을 유도하고 있다. 1991년에 오염유발도가 낮은 에너지 이용을 촉진하기 위한 목적으로 디젤 에너지에 대한 차등과세제도를 도입하였다.

#### 나. 자동차 연료세제 개편동향

[부도 1]은 2000년 1월 1일 기준 OECD 회원국 25개 나라에서 난방 목적으로 사용되고 있는 무연휘발유, 디젤 그리고 경질연료유에 부과되는 세율을 나타내고 있다<sup>26)</sup>. 여기에서의 세율은 1999년 평균환율을 기준으로 EURO화로 표현되어 있다<sup>27)</sup>. 문제의 핵심이 되는 제품—

26) [부도 1]에서는 유연휘발유는 포함하고 있지 않다. 이는 유연휘발유가 사실상 OECD 국가에서는 판매되고 있지 않기 때문이다. 판매되지 않는 이유 중 하나는 세금차별(tax differences)이 적용될 뿐만 아니라 규제대상이기 때문이다. LPG의 경우에는 일부 국가에서 광범위하게 사용되고는 있지만, 여러 이유들로 인해 여기에서는 포함시키지 않았다. 마지막으로 경유는 산업적 목적으로 사용되는 경우에는 포함시키지 않았다. 이는 여기에서 말하는 효율적 조세율이 부문간 그리고 특정 목적간에 그 차이가 매우 크기 때문에 단순비교가 거의 불가능하다는 이유에서이다.

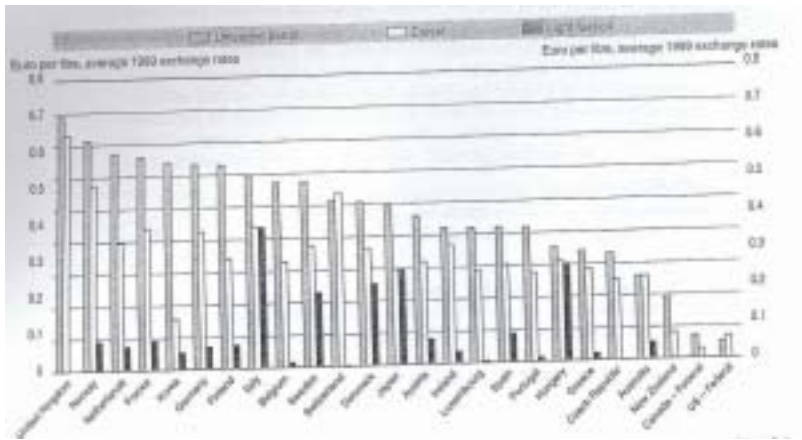
다른 환경적 특성들을 갖는 무연휘발유의 경우—에 대한 세율이 여러 개 존재하는 나라에서는 가장 낮은 세율이 사용되었다. [부도 1]은 무연휘발유, 디젤 그리고 경질연료유 각각에 적용 가능한 총명목세율(이들 제품의 일반적 사용을 고려한 특정 조세율을 모두 합산함)을 설명하고 있다. 특정부문(예를 들어, 농업부문 등)이 상대적으로 낮은 세율로 연료를 구매하는 것이 가능하다는 사실은 설명되지 않았으며, 또한 특정한 목적(대형차량 또는 대중교통수단 등<sup>28)</sup>)으로 사용되는 경우 주어지는 부분적 환불(partial refund) 역시 설명되고 있지 않다<sup>29)</sup>. 예외 및 환불사항은 환경 관련 조세에 관한 OECD/EU 데이터베이스에 그 구체적 내용이 담겨져 있다.

27) 각 나라에서의 구매력 차이를 고려하지는 않았다.

28) 예를 들어, 네덜란드의 경우 최대 안전적재능력이 12,000kg 이상인 화물차의 경유에 대해 리터당 0.02EURO씩 환불하고 있다. 덴마크에서는 대중교통에 사용되는 초저유황경유에 대해 환불하고 있으며 이들에 대해서는 리터당 0.014EURO씩 보조하고 있다. 아일랜드는 허가된 승객 수송서비스차량에 대해서는 경유 1리터당 정상세금 0.326EURO 대신 0.023EURO의 세금을 부과하고 있다.

29) 체코의 경우에 환불시스템이 고려되었다. 체코의 경우 난방용 경질연료유에 부과되는 명목세율이 디젤에 부과되는 세율과 일치하고 조세지불액 모두가 환불되기 때문에 결국 제로조세율이 사용된 것이다.

[부도 2] 자동차 연료 및 경질 연료유 세율 (2000. 1. 1 기준)



주: 뉴질랜드는 디젤에 대한 직접세 부과를 하지 않음. 대신, 자동차의 중량에 따른 조세와 함께 디젤자동차에 대해 주행거리 1,000km당 세금을 부과함. 이 그림에서는 2톤 이하의 자동차에 대한 디젤 1리터당 암묵적 조세 (implicit tax rate, 묵시적 조세이라고도 함)를 보여주고 있음. 여기에서는 주행거리 1,000km당 125리터의 디젤을 소비하는 것으로 가정함.

Source: The OECD/EU database on environmentally related taxes

[부도 1]을 통해 관찰할 수 있는 내용들은 다음과 같다. OECD 회원국에서 적용 가능한 세율에는 큰 차이가 있다. 특히, 그 차이는 무연휘발유와 경유에서 심하게 나타나고 있다. 유럽과 북미 회원국가에서의 휘발유와 디젤의 조세수준의 차이는 매우 큰 것으로 보이고 있다. 대부분의 나라(호주, 스위스, 영국, 미국은 제외)에서 무연휘발유에 적용되는 세율은 디젤에 적용되고 있는 세율보다 상당히 높게 나타나고 있다. 환경적 관점에서 보면, 이는 좋지 않은 현상이다. 왜냐하면 디젤이 휘발유 사용보다 심각한 오염( $NO_x$ , 특히  $VOC_s$ )을 발생시킨다. 그러나, 디젤차량은 휘발유차량보다 km당  $CO_2$  배출량이 낮다. 이는 연비가 높기 때문이다. 하지만 이것이 세금우대를 받게 되는 이유는 아니

다. 왜냐하면 운전자들이 디젤연비의 혜택을 직접적으로 누리고 있기 때문이다.

난방용으로 사용되는 경질연료유(light fuel oil)에 부과되는 세율은 기술적으로 봤을 때, 디젤과 거의 동일한 제품이지만 일반적으로 디젤에 부과되는 세율보다 훨씬 낮다. 일부 국가(캐나다, 뉴질랜드, 영국, 미국)에서는 난방유에 대해서 전혀 세금을 부과하지 않는다. 난방유의 낮은 조세는 형평성의 문제로 제기되고 있다. 왜냐하면 저소득 가계는 소득이 높은 가계보다 전체소득에서 차지하는 난방유 지출이 높기 때문이다. 환경적 측면에서 보면 디젤보다 낮은 난방유의 조세는 연료가 난방목적으로 사용될 때에 나타나지 않는 수송활동과 관련된 부정적 외부효과(교통사고, 소음, 혼잡 등)를 발생시키는 원인이 된다. 그러나 예를 들어 난방유 사용과 관련된 온실가스과 황배출 등을 고려해 볼 때 일부 국가에서의 세율의 큰 차이는 세율에 대한 재고가 적절한 것인가의 문제를 제기한다.

일부 국가들에 대해서 추가적인 설명을 덧붙이자면, 영국은 무연휘발유와 디젤에 대해서는 대상국가들 중 가장 높은 세율을 적용하고 있으며 디젤은 휘발유에 비해 조금 낮다. 그러므로, 자동차연료에 관련해 제공된 인센티브들은 환경적 측면에서 볼 때 대부분의 다른 나라보다 유리한 편이다. 반면에, 영국은 난방용 경질연료유에 대해서는 조세를 부과하지 않는 몇몇 나라들 중 한 국가이다<sup>30)</sup>. 이것이 형평성의 문제의 가장 큰 원인이 되고 있다. 왜냐하면 많은 저소득 계층들이 열악하게 격리된 주거지에서 살아가고 있기 때문이다. 스위스의 상황은 많은 측면에서 볼 때 영국과 유사하다. 디젤에 적용되고 있는 세율은 대상국가들 중 세 번째로 높으며 이는 무연휘발유 세율보다 높게 나타나고

30) 뿐만 아니라, 우대부가세율(5%)이 국내에너지사용(domestic energy use)에 적용하고 있다. 일반적으로 부가세율의 차이는 데이터베이스에서 다루어지지 않았다. 그리고, 새로운 기후변화조세(Climate change levy)는 에너지의 상업적 사용에 대해서만 부과되고 있다.

있다. 그러나 난방용 경질연료유 세율은 경질유에 조세를 부과하는 나라들 중 가장 낮다. 헝가리는 대부분의 대상국가들과 비교해 볼 때 휘발유 조세가 낮은 수준이다. 반면, 디젤에 부과되는 세율은 무연휘발유 세율과 거의 동등한 수준이다. 그리고 더욱 놀라운 것은 난방용 경질연료유 세율이 디젤 세율보다 약간 낮은 수준이라는 것이다. 경질연료유 세율은 절대수준으로 볼 때 대상 국가들 중 가장 높은 그룹에 속한다. 어느 정도까지는 국가간 구매력의 차이가 무연휘발유와 디젤에 부과되는 조세가 상당히 낮다는 사실을 설명해 주지만, 경질연료유에 대한 높은 세율은 특이할 만한 점이다. 이탈리아와 일본에서의 난방유에 대한 세율 역시 대부분의 OECD 회원국들에 비해 높은 수준이다.

많은 국가들이 자동차 연료유간에 환경 관련 세율의 차이를 도입해 왔다는 사실은 유념하여 볼 필요가 있다. 역사적으로 가장 중요한 차이는 아무래도 유연휘발유와 무연휘발유 간의 세율 차이라고 할 수 있다. 유연휘발유는 현재 대부분의 OECD 국가에서 부분적으로는 세금 부담 차이에 의해서, 그리고 부분적으로는 직접규제에 의해 판매되고 있지 않다. 덴마크에서는 휘발유 세율이 휘발유 판매 정유소에 증기복귀시스템(vapour return system)의 설치여부에 따라 다르게 매겨지고 있다. 노르웨이는 황 함유량이 0.005% 이상인 디젤에 부과되는 특별유황세(리터당 0.03EURO)가 있다. 스웨덴은 휘발유와 디젤에 대해 황 함유, 벤젠 함유, 밀도, 증류간격 등에 따라 세율을 달리 부과하고 있다. 영국에서는 초저유황경유(ultra low sulphur diesel) 세율은 일반 디젤의 세율보다 거의 리터당 0.03EURO가 더 낮고 일반 무연휘발유 세율보다 리터당 0.015EURO가 더 낮다.

#### 다. 항공유세 부과

1992년에 항공기에서 배출되는 배출물질이 인간활동에 의한 총배출물질의 3.5%를 차지했다(IPCC, 1999). 게다가, 항공연료 사용은 1990

년부터 2015년 동안 매년 3%씩 증가할 것으로 예상된다. 항공기는 또 한 다른 오염물질들(예를 들어, 탄화수소, NOx 등)과 소음을 발생시킨다. 그럼에도 불구하고, 항공유는 대부분의 나라에서 세금부과 예외 대상이다. 국제민간항공위원회(ICAO)와 수많은 쌍방향공서비스협정이 국제항공기에서 사용되는 연료에 대한 조세부과를 어렵게 하고 있기 때문이다.

OECD 국가 중 단지 5개 나라에서만 항공유 또는 국내항공기에 사용되는 항공유에 대해 2000년 1월 1일부터 조세를 부과하고 있다. 캐나다의 지방정부와 미국의 많은 주정부에서는 연방조세 중 가장 높은 조세에 추가적인 조세를 부여하고 있다. 게다가, 노르웨이는 주요 국내 및 국제항공기에 승객좌석당 세금을 부과하고 있다. 스웨덴은 1997년 국내항공기에 대해 부과되던 기존의 조세를 폐지하고 대신에 환경을 고려한 조세를 도입하였다. 동 조세는 두 개의 요소를 가지고 있다. 하나는 엔진의 종류에 따른 연료소비에 근거한 것이며, 다른 하나는 항공기의 형태에 따른 탄화수소, NOx 배출량에 근거한 것이다. 이러한 조세는 엔진 디자인을 향상하도록 인센티브—국내에서 사용되는 항공기 Fokker F28기의 탄화수소 배출량을 90% 감소—를 부여했다.

1999년 유럽집행위원회(EC)는 공동이행문 「항공기와 환경 : 지속가능한 개발의 과제 이행을 위하여 (Air transport and the environment : towards meeting the challenges of sustainable development), EC, 1999」를 발표하였다. 동 위원회는 유럽환경항공의무(과세)를 제정하기 위한 제안들을 도입하기 위해서 사전준비작업을 시작할 것이라고 공동이행문에서 밝히고 있다. 공동이행문에 이어 2000년에 동 위원회는 유럽환경항공과세(이는 항공거리와 이용되는 항공기의 환경적 수행능력에 근거해서 부과함. 이때 환경수행능력(기후변화에 관련한 다양한 배출물질에 관한 사항)을 평가함)의 도입·실행가능성에 관한 연구를 위해 연구비를 요청하였다. 동 연구는 특히 과세의 비용효율성, 가능한 세수입의 이용뿐만 아니라 그러한 조세이용에 관한 법적 제약

들을 평가하는 것이다.

#### 라. 석탄과 코르크세 부과

석탄과 코르크가 대기오염을 크게 악화시키고 대부분의 탄소물질을 배출하고 있음에도 불구하고 관련 세입이 총 환경 관련 조세수입에 기여하는 바가 매우 적다. 사실 덴마크와 핀란드, 네덜란드, 노르웨이 그리고 스웨덴에서만 석탄과 코르크 사용에 대해 조세를 부과하고 있으며<sup>31)</sup>, 그들이 부과하고 있는 조세들에는 매우 중요한 의미를 담는 예외사항들도 있다. 예를 들면, 전력생산을 위해 사용된 석탄은 조세부과 예외대상이다. 게다가, 석탄과 코르크가 화학공정에서 계면활성화나 원재료로 사용되는 경우에는 조세부과 예외대상 또는 환불대상이 된다. 이는 난방용보다는 다른 용도로 사용되는 경우 또는 일반적으로 서비스 및 제조업부문에서 사용되는 경우에 해당된다.

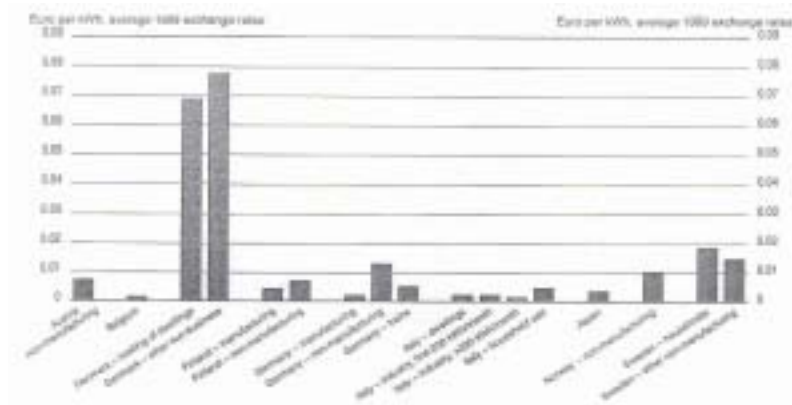
#### 마. 전력세 부과

수많은 OECD 회원국에서는 전력소비에 조세를 부과하고 있다. 부과 기준은 주로 kWh이며, 전력사용에 사용되는 연료의 탄소함유를 기준으로 부과되지는 않는다([부도 2] 참조). [부도 2]에 나타난 나라들과 더불어, 스페인은 전력가격의 4.9% 수준의 조세를 전력생산과 수입에 부과하고 있다. 많은 예외사항(감면, 감세 등의 세금혜택 등을 포함)과 세율 차이로 인해, [부도 2]에 나타난 세율은 직접적으로 비교될 수는 없다. 대부분의 경우에서, 전력세는 제조업부문 또는 일부 산업부문에는 적용되지 않는다. 만약 조세가 이러한 부문에 적용되더라도, 그 세율은 일반적으로 다른 부문보다 낮게 적용되며 환불되거나 지급액에 대해서는 다양한 상한범위가 적용된다. 예를 들어, 오스트리

31) 미국 내의 일부 주(예를 들어, 알라바마, 알칸사스)에서는 석탄채취에 대해 주외(州外) 소비세(severance taxes)를 부과하고 있다.

아에서는 지불되는 조세금액이 일년에 5,000ATS를 넘는 경우, 에너지세가 제품 생산업체의 부가세의 0.35% 이상 초과한다면 이는 환불대상이 된다. 대상국가들 중 지역별로 세율차이가 존재한다. 노르웨이의 경우(제조업과 온실에서 사용되는 전력은 제외), 최북단지역에서 사용되는 전력사용에 대해서는 세금이 매겨지지 않는다. 북부 스웨덴의 경우에는 세율이 다른 지역보다 35% 낮게 적용된다. 이 경우 역시 제조업과 온실부문에서 사용되는 경우(스웨덴 전 지역에서 이 부문의 세율은 0임)는 제외된다. 유럽국가들이 투입연료에 대해 세금을 부과하지 않는 이유는 단일 유럽전력시장의 경쟁적 압력 때문이다. 1996년 핀란드는 단일유럽시장의 규칙에 맞추기 위해 투입연료사용에 부과하던 전력세를 전력소비량에 따라 부과하였다. 이러한 소비에 있어 downstream 영역(가정)에 부과하는 전력세는 환경적으로 효율이 떨어진다. 왜냐하면, 소비자들은 탄소함유연료의 사용을 줄이거나 이를 사용하지 않을 만한 인센티브가 없기 때문이다.

[부도 3] 전력소비세율 (2000.1.1. 기준)



Source : The OECD/EU database on environmentally related taxes

## 바. 에너지세의 공제와 할인제도

앞에서 언급하였듯이, 에너지 및 연료세는 일률적으로 시행되지 않으며 수많은 예외규정과 환불이 적용된다. 이들은 대부분 산업경쟁력에 미치는 부정적인 영향을 제한하기 위해 또는 소득분배의 부정적 영향을 없애기 위해 주어지는 것이다. 에너지 및 연료세의 또 다른 일련의 예외와 환불규정이 환경친화적 제품 또는 활동들(예를 들어, 대중교통의 이용 등)을 도모하기 위해 도입되었다. 예를 들어, 전기는 전력의 소비수준에 따라 세금이 부과되기 때문에 일부 국가에서는 재생가능자원을 이용한 전력의 개발과 비율을 높이기 위해 세금감면을 포함한 특별수단들을 도입하였다. 다음은 에너지세의 공제와 할인에 관한 여러가지 사례이다.

### 1) 재생에너지 자원의 지원

덴마크는 전기세 중 수력발전과 풍력발전으로 생산된 전기에 대하여 세금을 공제한다. 핀란드는 금속가공에서 풍력, 목재와 폐기물가스로 생산된 전기에 대하여 세금을 환급한다. 독일은 전기세 중 수력발전, 퇴적가스/생물자원, 지열, 풍력으로 생산된 전기에 대하여 세금을 공제한다. 네덜란드는 그린 전기에 대해 새로이 도입된 증명서 시스템을 기초로 하여 일반 에너지세 중 재생에너지를 이용한 전기에 대하여 세금을 공제한다. 스웨덴은 전기세 중 풍력으로 생산된 전기에 대하여 세금을 공제한다. 영국은 기후변화에 따른 조세부과금 중 'NEW' 재생에너지 자원(대규모 수력발전 포함)에 대한 세금을 공제한다.

### 2) 지역난방, 열병합발전 등의 지원

오스트리아는 열병합발전소와 열펌프에 사용되는 디젤에 대하여 리터당 2.94ATS(0.21EURO)를 환급하고 있다. 덴마크는 에너지절약을 위한 투자지원 형태의 산업에 탄소세 부과액을 되돌려 준다. 핀란드는 생산자에 의해 소비되는 전기연료의 소비세를 공제한다. 독일은 연간 사용수준 70%의 열병합발전소에 대해 세금을 공제한다. 또한 작은 시설로서 최고 2MW의 발전능력을 가지며 자가소비를 위해 생산된 전기(특히 지역난방의 경우)는 전기세를 공제받는다. 스웨덴은 열병합발전소에서 생산된 전기와 생산자가 사용한 전기에 대해 세금을 공제한다. 영국은 기후변화에 따른 조세부담금 중 열병합발전의 효율성과 관련하여 세금을 공제한다. 게다가, 새로운 재생에너지 자원과 에너지효율 향상 기술의 개발을 촉진하기 위해 '에너지효율기금(energy efficiency fund)'으로 5천만파운드를 기금으로 사용하도록 만들었다. 또한 에너지절약 기술 투자사업을 위한 강화된 조세 제도에 이용하도록 1억파운드를 투자할 예정이다.

### 3) 철도와 공공운송부문 지원

오스트리아는 지역운송버스에 사용하는 LPG에 대해 공제혜택을 부여하고, 철도운송수단에 사용되는 디젤에 대해 리터당 2.94ATS(0.21EURO)를 환급해 준다. 덴마크는 공공운송수단에 의해 지불된 탄소세를 환급하고, 리터당 0.1DKK(0.013EURO)의 보조금을 지급한다. 핀란드는 철도운송수단의 전기세를 공제한다. 독일은 지역 공공운송수단에 대해 전기세와 석유세(mineral oil) 증가분의 50%를 환급한다. 2000년부터 LPG자동차는 60%를 환급받는다. 스웨덴은 철도운송수단에 사용되는 전기에 공제혜택을 준다. 영국은 기후변화에 따른 조세부담금 중 공공운송수단에 사용되는 전기세를 공제한다. 미국은 연방과 주의 연료세 중 스쿨버스와 시내버스에 대한 연료세를 공제한다.

### 사. 자동차 관련 세제

EU 국가들은 자동차로 인한 환경오염을 내재화하기 위해 자동차 관련 세제를 환경친화적으로 개편하고 있다. 동 세제개편은 기존세제에 저오염차량에 대한 혜택을 도입하거나, 현재의 세제에 오염물질 배출량을 과표로 하는 것을 추가하거나, 오염물질 배출량을 과표로 하는 방향으로 이루어지고 있다. 기존 과표에 오염물질 배출량을 추가한 경우 연비와 CO<sub>2</sub>배출량을 가미하고 있다. CO<sub>2</sub>배출량을 가미하는 경우 주로 EU 국가들이 이에 해당되는데, 연료효율 향상은 물론 온실가스 감축에 대응할 수 있다. EU는 2005년(늦어도 2010년)까지 신규 제작된 비영업용차량(passenger cars)에 대해 CO<sub>2</sub>배출량을 현재의 175.9g/km에서 120g/km로 감축시킬 것을 목표로 하고 있다. 영국의 경우 CO<sub>2</sub>만을 기준으로 하고 있는데, CO<sub>2</sub>배출량 적용이 곤란한 경우 엔진크기(배기량) 기준으로 보완하고 있다(<부표 7> 참조). 영국은 2001년 3월부터 기존의 보유단계 자동차세의 과세기준을 CO<sub>2</sub>로 하는 세제개편을 실시하였다. 우선 비영업용차량에 대해서 실시하고 영업용차량에 대해서는 2002년 4월부터 적용하였다.

〈부표 0〉 영국의 세제개편에 적용되는 CO<sub>2</sub> 배출량  
등급 및 세율(2002년 ~ 2005년)

CO <sub>2</sub> 배출량(g/km)			세율(차량가격에 대한 비율, %)	디젤만으로 운행시 추가세율(EURO IV 기준미달 차)
2002~03	2003~04	2004~05		
165	155	145	15	3% 추가
170	160	150	16	3% 추가
175	165	155	17	3% 추가
:	:	:	:	:
250	240	230	32	3% 추가
255	245	235	33	2% 추가
260	250	240	34	1% 추가
265	255	245	35	추가세율 없음

자료: 환경부, 『친환경적 자동차 배출가스 등급분류 및 세제개편방안 연구』, 2002. 11.

선진국에서는 자동차 세제와 배출가스 등급분류를 연계하여 세제를 개편하거나 우수등급 차량에 대한 세제혜택을 실시하여 저오염차량의 보급을 꾀하고 있다. 일본은 국토교통성의 자동차 배출가스 등급분류와 연계하여 저오염차에 대해 자동차세를 감면해 주고 있다. 2001년 4월 1일 ~ 2002년 3월 31일에 <부표 2>에 해당하는 차들이 신규등록을 할 경우 2002년과 2003년 2년간 자동차세가 감면된다. 단, 신차등록부터 11년을 초과한 경유차(휘발유차는 13년 초과한 차)는 자동차세를 10% 중과세한다.

〈부표 1〉 일본의 저오염차에 대한 자동차세 감면 현황

대 상	감면내용	
감면 대상차 (약 220억엔)	· 저오염차 중 전기, 압축천연가스, 메탄올차 · ☆☆☆로 분류되는 저연비차 (☆☆☆는 배출가스가 최신 규제값의 1/4 이하)	· 50% 감면(2년간) · 50% 감면(2년간)
	· ☆☆로 분류되는 저연비차 (☆☆는 배출가스가 최신 규제값의 1/2 이하)	· 25% 감면(2년간)
	· ☆로 분류되는 저연비차 (☆는 배출가스가 최신 규제값의 3/4 이하)	· 13% 감면(2년간)

주: 1. 2001. 4. 1~2002. 3. 31에 새차 신규등록을 받는 경우에 2002년, 2003년도  
분의 자동차세 감면  
2. 2002. 4. 1 ~ 2003. 3. 31에 새차 신규등록을 받는 경우에 2003년, 2004년  
도 분의 자동차세 감면  
3. 저연비차 : 개정 「절전법」에 근거하는 2010년 신연비 기준 달성차  
자료: 환경부, 『친환경적 자동차 배출가스 등급분류 및 세계개편방안 연구』, 2002. 11

네덜란드는 에너지 등급이 우수한 차에 대해 인센티브제를 실시하고 있으며, 독일은 EURO 기준을 조기 만족시키는 신규등록차량에 대해 기간을 정해 일정한 금액의 자동차세를 감면해 주고 있다. 미국은 연비가 특정기준에 미달하는 신규모델 차량에 연료과소비세(gas guzzler tax)를 부과하고 있다. 동 과세는 1980년도부터 연방차원에서 부과하고 있으며, 연비가 꺾런당 22.5마일을 넘는 차량은 비과세하고 22.5마일 이하이면 과세된다. 연료의 과소비 여부에 따라 최고 \$7,500의 세금이 부과되며 동 과세는 최저연비를 끌어올리는 데에 크게 기여하고 있다.

대부분의 선진국에서는 디젤차에 대해 중과세함과 동시에, 청정연료차량에 대해서는 세제혜택을 주고 있다. 스웨덴의 경우 디젤차의 자동차세는 휘발유차의 약 5배를 부과하고, 전기자동차에 대해서는 취득세를 부과하지 않고 있다. 과세기준을 CO<sub>2</sub>로 개편한 영국은 디젤차의 세율에 대해서는 동급의 다른 차량의 세율에 3%를 추가로 과세하고 있다. 동시에 전기자동차는 배출가스 등급내 최저세율(15%)보다 낮은 세율(9%)을 적용하고, 전기하이브리드차, 가스차에 대해서도 낮은 세

을 적용하고 있다.

〈부표 2〉 EU 국가들의 자동차세제의 환경친화적 개편 동향

	독 일	프랑스	영 국	스웨덴	덴마크
보 유 세	자동차세 승용차의 경우 배기가스 기준(일부 연비 기준을 포함)에 연동. 100cc당 과세	자동차세 세법상의 마력을 기준으로 세율적용	자동차물품세 승용차의 경우 일률적으로 155파운드를 과세	자동차세 세율은 기본적으로 중량과 배출가스의 환경레벨에 따라 과세	자동차세 화물차, 버스 및 1997년 7월 1일 이전에 등록된 승용차에 대해서는 중량에 따라 과세
	EURO III등의 규제 적용 전에 등록되는 규제가 적합한 차에 대한 면세 (일정한 연한으로 한정함)	전기자동차, 천연가스차, LPG자동차에 대해 자동차세 전액 또는 일부를 면제	저배출트럭과 버스에 대해 최대 1000파운드 감면		1997년 7월 1일 이후에 등록된 승용차에 대해서는 연비에 따라 과세
	배기가스규제 기준 및 소음규제 기준을 채우는 트럭의 세율경감	배출량을 가미해 자동차세 산정의 기준이 되는 세법상의 마력을 산출	1100cc 이하의 차에 대해 55파운드 경감		전기자동차에 대해서는 과세대상에서 제외
	자연비차에 대한 세액공제 (일정한 연한으로 한정함)	전기자동차, 천연가스차, LPG차 등의 소득세 및 법인세와 관련된 특별 감면	2000년 가을부터는 이산화탄소배출량을 근거로 한 세율 적용		
	전기자동차에 대해서는 가솔린차의 반액이 되는 것 이외에 처음 등록으로부터 5년까지 면세				
일 반 차 량		자동차취득세 (20%)		판매세 상업용차와 대형화물차량에 대해 중량과 배출가스의 환경 레벨에 따라 과세	등록세 (가격의 Euro 6,485까지에 대해 105%, 나머지에 대해 180%)
취 득 세				전기자동차는 과세 대상에서 제외	전기자동차는 과세 대상에서 제외
	디젤차는 가솔린차에 비해 약 2배			디젤차는 가솔린차에 비해 약 5배	디젤차는 자동차세액이 가솔린차에 비해 큰 폭으로 높아지는 것 이외에 이것에 추가하는 형태로 추가 과세

일본은 구형 디젤차를 폐차하고 최신규제적합차를 취득할 경우 취득세를 감면해 주고 있으며 전기자동차, 메탄올차, 천연가스차에 대해서는 자동차세를 감면해 주고 있다. 구형 디젤차를 폐차하고 최신규제적합차 취득시 「NO<sub>x</sub>법」 특정지역 내일 경우 2.3% 감면해 주고 있다. 즉, 영업용은 3%에서 0.7%로, 자가용은 5%에서 2.7%로 세율을 낮춰주고 있다. 저연비차로서 저배출가스차(2002년 4월부터 1년간)의 경우, 취득가격의 30만엔을 공제한다. 전기자동차, 천연가스자동차, 하이브리드자동차(버스, 트럭)의 경우 세율을 2.7%, 하이브리드자동차(승용차)는 세율을 2.2% 낮춰주고 있다.

〈부표 3〉 일본의 개정 NO<sub>x</sub>법과 관련된 자동차 취득세 감면

대 상	감면내용
개정 NO <sub>x</sub> 법에 근거하여 폐차를 대체할 경우(특정지역 내)	(2001. 10. ~ 2003. 3. 31) → 2.3% 감면
	(2003. 4. 1 ~ 2004. 3. 31) → 1.9% 감면
	(2005. 4. 1 ~ 2006. 3. 31) → 1.5% 감면
	(2007. 4. 1 ~ 2008. 3. 31) → 1.2% 감면
NO <sub>x</sub> 특정지역 외 0.5% 감면	(2001. 4. 1 ~ 2003. 3. 31) → 0.5% 감면

자료: 환경부, 친환경적 자동차 배출가스 등급분류 및 세제 개편 방안 연구, 2002. 11.

독일에서는 저오염차 구입을 촉진하기 위한 세제혜택으로 EURO IV기준을 조기 달성하는 차량과 CO<sub>2</sub>를 적게 배출하는 차량에 대해 자동차세의 일정액을 감면해 주고 있다. 또한 전기자동차에 대해서는 등록시부터 5년간 자동차세를 면제하고 있으며, 5년이 지나면 휘발유차의 1/2을 부과한다. 덴마크에서는 전기자동차의 취득세와 등록세를 면제해 주고 있으며, 오스트리아에서는 취득세를 면제해 주고 있다.

### 3. 새로운 환경세 도입사례

#### 가. 탄소세

##### 1) 핀란드

핀란드는 1990년에 탄소세를 세계 최초로 도입한 국가이다. 핀란드의 탄소세는 '연료세법(fuel tax law)'의 개혁으로 도입되었기 때문에, 연료에 대한 과세는 에너지와 연관된 기본세와 새로 도입된 탄소세로 구성되어 있다. 핀란드의 탄소세는 처음에는 낮은 세율로 시작되었지만 점차 세율이 인상되었다. 1994년도에 탄소세가 탄소/에너지세로 변경되었는데 탄소와 에너지 세율이 3:1이었다. 1997년도에 탄소/에너지 세제가 대폭적으로 개편되었으며 현행의 탄소세제는 다음과 같다.

##### 가) 과세대상

탄소세의 과세대상은 모든 화석연료 예컨대 휘발유, 등유, 중유, 경유, 천연가스, 석탄 및 피트 등이다. 그러나 발전을 위한 연료는 탄소세가 비과세되고 있다.

##### 나) 세율

탄소세의 세율은 260Mk(핀란드 Markka)/tC이다. 탄소세 도입시에는 26Mk/tC이었으므로 처음보다는 10배나 증가된 셈이다. 그리고 발전을 위한 연료는 탄소세가 비과세되지만 전기소비에 대해서는 에너지세가 있는데 세율은 31Mk/MWh이다. 전기소비에 대한 에너지세는 광업, 제조업 및 비닐하우스 농업부문에 대해 50%의 세율을 감면해 준다. <부표 5>에 각 연료에 대한 세율이 나타나 있다.

다) 과세목적 및 세수운용

탄소세의 과세목적은 인센티브 효과 예컨대, 이산화탄소 배출 감소를 위한 연료절감, 에너지 절약투자 촉진 및 저탄소 집약적 제품으로의 대체 촉진을 위한 것이다. 그리고 모든 세수는 일반회계로 편입된다. 탄소세의 세율은 1997년의 세제개혁으로 인상되었고, 동시에 환경친화적 세제개편(Green Tax Reform)으로 소득세가 감면되었다

라) 세제혜택

석유정제용, 발전용, 항공유 및 해외로 운행되는 선박연료, 그리고 원재료로 사용되는 석유는 세제혜택이 있다. 세제혜택을 보면, 피트에 대해서는 4.2Mk/MWh의 낮은 세율이 적용되며 천연가스에 대해서는 1995~1997년말까지 50%의 낮은 세율이 적용된다(0.071Mk/m<sup>3</sup>). 1997년에 실시된 탄소 및 에너지 세제개혁의 주요 내용을 보면, 탄소세의 세율이 증가하였고 발전용 연료에 부과하던 탄소세가 폐지되었으며 전기소비에 대한 에너지세가 신설되었다.

<부표 4> 핀란드의 연료에 부과된 기본세율과 탄소세율(1997년)

연료	기본세율	탄소세율
무연휘발유	2.969 Mk/ℓ	0.164 Mk/ℓ
유연휘발유	3.419 Mk/ℓ	0.164 Mk/ℓ
경유	1.599 Mk/ℓ	0.186 Mk/ℓ
등유	0.104 Mk/ℓ	0.186 Mk/ℓ
중유	-	0.221 Mk/kg
석탄	-	0.169 Mk/kg
피트	-	4.200 Mk/Mwh
천연가스	-	0.142 Mk/m <sup>3</sup>
전기소비	국내용 및 서비스부문	31.000 Mk/Mwh
	광업 및 제조업	16.750 Mk/Mwh

자료: *The Situation of Environmental Taxes of Foreign Countries*, Ministry of Environment, Japan, 2002.

## 2) 덴마크

덴마크에서는 1993년에 탄소세를 도입하였다. 그러나, 환경친화적 세제개편은 1996년에 실시하였는데 여기에는 전통적인 탄소세에 추가적으로 광범위하고 새로운 환경세와 에너지세를 도입하는 내용을 포함하고 있다. 구체적으로 보면, 탄소세, 황합유세, 천연가스세, 배터리 부가세, 농업 화학제품세 및 클로린 솔벤트세와 휘발유세의 인상 등이다. 현행 탄소세제(탄소/에너지세 포함)는 다음과 같다.

## 가) 과세대상

탄소세의 과세대상은 등유, 중유, 경유, LPG 및 석탄 등이다. 그리고 탄소세는 휘발유, 천연가스 및 바이오 연료를 제외한 이산화탄소를 배출하는 모든 배출원에 부과되고 있다. 휘발유에 대해서는 휘발유세가 부과되고 있으며, 천연가스는 천연가스세가 각각 부과되고 있다.

## 나) 세율

탄소세의 세율은 100Dkr/t CO<sub>2</sub>로서 도입한 이후 변하지 않았다. 산업부문에 대해서는 50%의 세율을 감면해 주고 있다. 1996년의 세제개혁에서는 산업계의 난방부문에 대해 탄소/에너지세가 부과되었으며, 동 세율은 탄소세의 세율보다 더 높다. 1996년~2000년 기간에는 단계적으로 세율이 200Dkr/t CO<sub>2</sub>에서 6,000Dkr/t CO<sub>2</sub>로 증가하였다. 산업계의 생산공정에서 사용되는 연료에 부과되는 탄소세는 낮은 세율이 적용되며 행정부와 에너지 절약적 투자협약을 맺은 경우에도 낮은 세율이 적용된다(자세한 내용은 이하의 세제혜택 부분과 <부표 6> 참조).

## 다) 과세목적 및 세수운용

탄소세의 과세목적은 인센티브 효과 예컨대, 이산화탄소 배출 감소

를 위한 연료절감, 에너지 절약 투자 촉진 및 저탄소 집약적 제품으로의 대체 촉진을 위한 것이다. 탄소세와 탄소/에너지세의 과세목적의 세수증대에 있지 않기 때문에 관련세수는 에너지절약 투자에 대한 인센티브에 활용, 기업의 사회보장분담금 감축 및 중소기업에 대한 재정 보조 등의 용도에 사용되고 있다.

#### 라) 세제혜택

산업계의 생산과정에서 소비되는 에너지의 양에 따라 많은 에너지를 소비하는 중과정(heavy process)과 에너지를 적게 소비하는 경과정(light process)로 구분되며 전자에 대해서는 낮은 세율이 적용된다. 또한 어느 기업이 행정당국과 에너지 절감투자를 한다고 협약을 맺고 이를 이행하는 경우 더 낮은 세율이 적용된다(구체적인 세율은 <부표 6>을 참조). 한편, 발전용 및 원료용 석유는 면세되고 있다. 그러나, 탄소세는 발전용 연료에 대해서는 비과세되고 있는 반면, 전기소비에 대해서는 탄소세가 부과된다. 이의 부분적인 이유는 덴마크의 경우 전기를 수출하고 있기 때문이다. 탄소세는 휘발유, 천연가스 및 바이오 연료에 대해서는 면세되고 있으나, 휘발유세는 휘발유에 그리고 천연가스세는 천연가스에 부과되고 있다.

<부표 5> 덴마크의 탄소세 및 탄소/에너지세(산업부문)

(단위 : Dkr/t CO<sub>2</sub>)

연료		1996	1997	1998	1999	2000
난방용 연료 (탄소/에너지세)		200	400	600	600	600
경가공 (탄소세)	미협약	50	60	70	80	90
	협약	50	50	50	58	68
중가공 (탄소세)	미협약	5	10	15	20	25
	협약	3	3	3	3	3

자료: *The Situation of Environmental Taxes of Foreign Countries*, Ministry of Environment, Japan, 2002.

3) 네덜란드

네덜란드에서는 1992년에 이전의 환경부과금(environmental charges) 대신에 연료환경세(탄소세)가 도입되었다. 과세베이스는 에너지에 대해 50%, 탄소에 대해 50%였다. 현행 네덜란드의 연료환경세(탄소세)는 구체적으로 다음과 같은 내용을 가지고 있다.

가) 과세대상

탄소세의 과세대상은 모든 화석연료 예컨대 휘발유, 등유, 중유, 경유, 천연가스, 석탄, 주거용 연료 등이다. 과세베이스는 에너지에 대해 50%, 탄소에 대해 50%이기 때문에 세금은 상기 화석연료로부터 발생되는 에너지에 부과되고 있다.

나) 세율

과세베이스는 탄소와 에너지 모두 50%로 구성되어 있다. 세율은 탄소에 대해서는 5.16DGL(Dutch Guilder)/t CO<sub>2</sub>이며 에너지에 대해서는 0.3906DGL/GJ이다. 예를 들면, 휘발유에 대한 세율은 39 DGL/t CO<sub>2</sub>이다.

다) 과세목적 및 세수운용

탄소세의 과세목적은 이산화탄소 배출량 감소를 위한 인센티브 효과를 부여하는 데에 있다. 관련 세수는 환경보호를 위한 특별기금들로 사용되지만 1992년부터는 일반회계로 편입하여 사용하고 있다. 환경정책과 관련된 비용은 일반회계로부터 배분받아 사용하고 있다.

라) 세제혜택

어느 일정한 양 이하의 주거용 연료와 국내소비를 위한 주거용 연료는 면세되며 석유정제를 위해 사용되는 연료도 면세된다. 에너지 집약적 산업의 세부담을 덜어주기 위해 천연가스의 경우 연간 10,000m<sup>3</sup> 이상 사용하면 세율이 58% 감축된다. 이러한 세부담 감축은 이산화탄소에는 해당되지 않고 에너지에만 해당된다.

#### 4) 노르웨이

노르웨이는 1991년에 탄소세를 도입하였다. 탄소세는 기존의 에너지세에 추가적으로 부과하는 형태로 도입되었다. 탄소세 도입시 관련 세입을 소득세 감소에 사용하여 국민들에게 추가적인 세부담을 주지 않았다.

##### 가) 과세대상

탄소세의 과세대상은 휘발유, 등유, 중유, 경유, 천연가스이다. 1992년에는 연료용 석탄과 코우크(coke)가 추가되었다.

##### 나) 세율

탄소세의 세율은 연료의 종류에 따라 다르게 책정되는데, 676Nkr (노르웨이 크로네)/tC에서 1,350Nkr/tC 사이에서 부과된다. 그리고 1997년까지는 매년 인상하였다. 다른 에너지 세금 즉, 광유(mineral oil)에 대한 세금은 주로 산업계의 경쟁력 보호를 위해 1992년에 세율이 감소되었으나, 이를 상쇄하기 위해 휘발유세가 인상되었다. 노르웨이의 연료별 탄소세 세율은 <부표 7>과 같다.

〈부표 6〉 노르웨이의 1996년과 1997년의 탄소세율

연료	1996	1997
휘발유	0.850Nkr/ℓ	0.870Nkr/ℓ
등유 및 중유 등 광유	0.425Nkr/ℓ	0.435Nkr/ℓ
천연가스	0.850Nkr/Nm <sup>3</sup>	0.870Nkr/Nm <sup>3</sup>
석탄	0.425Nkr/kg	0.435Nkr/kg

자료: *The Situation of Environmental Taxes of Foreign Countries*, Ministry of Environment, Japan, 2002.

#### 다) 과세목적 및 세수운용

탄소세의 부과 목적은 이산화탄소 배출량 감축을 위한 인센티브 효과를 부여하는 데에 있다. 탄소세 세수의 1/2은 일반회계로 전입된다.

#### 라) 세제혜택

산업용 원자재로 사용되는 석탄과 코우크(coke)는 탄소세가 면세되고 있다. 이외에도 배와 무역용 항공기에 사용되는 광유(mineral oil)와 석유정제용 연료는 면세된다. 세제혜택을 살펴보면, 펄프, 시멘트, 어업부문에는 50%의 감소세율이 적용된다. 더욱이 고기잡이용 보트와 연안 여객선용 연료는 환급시스템을 적용하고 있어서 상당한 세금이 면제되고 있다.

#### 5) 스웨덴

스웨덴에서는 1991년에 광범위한 세제개혁의 일환으로 탄소세와 에너지세가 도입되었다. 그리고 동시에 기존 에너지세의 세부담을 감소시켰다. 현행 스웨덴의 탄소세는 다음과 같다.

## 가) 과세대상

탄소세의 과세대상은 전체 화석연료 예컨대 휘발유, 등유, 중유, 경유, LPG, 천연가스 및 석탄이다. 그러나 발전용 연료는 탄소세가 부과되지 않는다.

## 나) 세율

탄소세 세율은 1993년에 인상되었고, 그 이후 매년 인상되는 것으로 설계되었다. 1996년에는 세율이 370SKr/t CO<sub>2</sub>이었고, 1997년에는 380SKr/t CO<sub>2</sub>로 인상되었다.

## 다) 과세목적 및 세수운용

탄소세의 이산화탄소 배출량 감축을 위한 인센티브 효과를 부여하는 데에 있으며, 관련세수는 모두 일반회계에 편입된다.

## 라) 세제혜택

산업부문에 대해서는 탄소세가 타 부문에 비해 세율이 25%나 낮게 적용되며, 기존 에너지세를 면제해 주고 있다. 철강 제조공정에 사용되는 석탄과 코우크(coke), 기차용 연료와 선박용 연료 그리고 무역용 비행기 연료, 발전용 연료는 탄소세가 부과되고 있다.

## 나. 최종폐기물처리세

선진국들은 폐기물 최종처리, 포장폐기물, 특별한 폐기물에 관한 문제를 초래할 수 있는 특수한 생산물들과 관련된 조세를 도입하고 있다. 예를 들어, 몇몇 유럽 국가들은 포장폐기물과 폐기물매립지에 대해 EU의 목적에 맞는 조세를 따르고 있다. 여기에서 논의할 조세는 대부분의 OECD 회원국가에서 부과하고 있는 폐기물 수거에 대한 사용자

부담원칙에 관해서이다<sup>32)</sup>.

OECD 국가에서는 최종폐기물 처리에 대한 조세를 구체적으로 도입하고 있다. 예를 들어, 오스트리아는 시설의 효율성에 따라 매립장의 세율이 다르다. 즉, 메탄이 처리되는지 안되는지에 따라 다르다. 덴마크는 소각과 매립에 따라 세율이 다르다. 폐기물 소각보다 폐기물 매립의 세율이 더 높고, 소각시설 중에서는 에너지 회수(energy recovery)와 관련된 시설에 맡겨진 폐기물에 적용되는 세율이 더 낮다. 이와 같은 조세의 차이는 여러 폐기물을 위해 만들어진 다양한 유인을 선택하게 하였다. 즉, 최종폐기물 처리의 상대 가격의 변화와 시설의 효율성에 기초한 시설간의 변화를 주었다. 이에 따라, 여러 가지 폐기물관리의 선택은 환경에 더 나은 영향을 미칠 수 있게 되었다.

에너지 과세에서처럼, 폐기물 과세에도 할인과 공제를 적용한다. 조세의 할인과 공제에 대한 몇가지 예는 크게 두 개의 카테고리로 분류된다. 즉 산업경쟁력에 관련된 것과 환경적으로 동기를 주는 것이다. 이 중 후자의 카테고리로서 1999년에 영국은 매립지 복원에 사용된 불활성 폐기물에 대한 공제를 도입하였다. 핀란드는 토양과 석재, 비산 먼지와 발전소의 탈황폐기물, 개인매립지를 가진 공장의 산업생산물로 인해 나온 폐기물 등을 공제한다. 스웨덴은 흙, 자갈, 점토, 슬레이트, 석회암과 이외의 석재를 다른 폐기물에 사용하지 않은 특수매립지에 쌓아둘 경우 조세를 공제한다. 모래의 경우도 마찬가지로 적용을 받는다. 노르웨이는 소각장의 폐기물 운송에 적용할 수 있는 추가 부과금을 매립지의 에너지 재활용 정도에 따라 상환한다. 영국은 항구와 내

32) 이런 부담금계획은 폐기물발생량에 중요한 효과를 줄 수 있다. 스위스의 가계는 5kg 쓰레기봉투 하나당 1.5CHF(0.9유로)를 지불하고 있다. 한국의 쓰레기 수거비의 경우 지역정부에서 쓰레기 봉투 가격을 달리 정하고 있다. 최근의 연구에 따르면(EPA 2001), 미국의 4,100개 이상의 지역단체는 쓰레기의 무게나 크기에 따라 다양한 비율로 과세하는 프로그램을 수행하고 있다. 대부분의 연구에서 보면, 이런 쓰레기 종량제는 쓰레기의 양을 만족할 만한 수준으로 줄였다.

륙수로의 오염된 지역을 개간할 경우 발생하는 준설폐기물에 대하여 매립지세를 공제한다.

#### 다. 포장폐기물세

OECD 국가들은 이미 포장사용과 포장폐기물의 감소를 위해 조세 제도를 도입하고 있다. 예를 들어 벨기에, 덴마크, 핀란드, 노르웨이 (캐나다의 Ontario 지방 포함)는 음료용기에 조세를 부과하고 있다. 게다가, 덴마크, 노르웨이는 음료수 이외의 다른 포장용기에도 그 용기에 사용된 물질에 따라 다른 세율로 과세하고 있다. 차등 세율은 언제나 포장물질의 재활용을 유인할 수 있다. 예를 들면, 노르웨이의 경우 리필이 가능하지 않은 음료용기에만 과세하고 있고, 핀란드는 용기가 부분적으로 사용 가능한지 혹은 재활용 가능한지에 따라 비율로 과세한다.

#### 라. 황함유세

조세 관련 정책수단들은 SO<sub>2</sub> 배출 감소를 위한 수단으로 적용되고 있다. 많은 국가에서 저황물질과 고�황물질 연료인 광물질에 대하여 각각 다른 비율의 조세를 부과하고 있다. 전술한 자동차 연료에 관한 예가 대표적이다. 다수의 국가들은 heavy fuel oil에 대한 조세와 관련하여 차등 세율을 택하고 있다. 또한 체코, 덴마크, 노르웨이, 스웨덴은 황함유 연료를 사용하였거나 SO<sub>2</sub> 배출이 측정될 경우 차별된 조세를 부과한다.

#### 마. 화학제품세 및 자원채취세

환경 관련 조세는 항상 어떤 화학제품과 여러 종류의 자원채취·사

용에 대해 조세를 부과한다. 다음은 이에 대한 몇 가지 사례이다.

#### 1) 화학제품과 오일 수송

덴마크와 노르웨이는 염소처리된 솔벤트에 조세를 부과한다. 덴마크의 경우 테트라클로로에틸렌(tetrachloroethylene), 트리클로로에틸렌(trichloroethylene), 디클로로메탄(dichloromethane)은 kg당 0.27EURO의 조세가 부과된다. 노르웨이에서는 염소처리된 솔벤트에 대하여 kg당 6.0EURO의 조세를 부과한다. 스위스는 VOCs에 조세를 부과한다. 핀란드는 오일피해에 대한 조세로서 이중바닥이 아닌 배의 경우 톤당 0.74EURO를 부과하고, 이중바닥의 배인 경우 톤당 0.37EURO를 부과한다. 체코, 덴마크, 핀란드, 헝가리, 이탈리아, 노르웨이와 미국의 몇몇 주는 유탄유에 조세 또는 부담금을 부과한다.

#### 2) 살충제와 비료

벨기에, 캐나다, 덴마크, 핀란드, 노르웨이는 살충제에 조세를 부과한다. 광물회계시스템(minerals accounting system)을 가진 네덜란드는 헥타르당 10kg이 넘는 잉여 인산비료에 대하여 kg당 4.54EURO를 과세한다. 그리고 잉여 질소비료는 헥타르당 kg마다 0.68EURO를 과세한다. 스웨덴은 비료에 과세하고 있다(질소 1kg당 0.2EURO, 카드늄 1g당 3.4EURO). 미국은 비료에 부담금을 톤당 0.9~3.7EURO로 부과한다.

#### 3) 수자원

네덜란드는 지하수에 대해 생수회사는 1m<sup>3</sup>당 0.16EURO, 기타회사는 1m<sup>3</sup>당 0.12EURO의 지하수세를 부과하고 강둑의 여과법과 인공저장의 조합에 대해서는 1m<sup>3</sup>당 0.05EURO를 부과한다. 인공저장된 물을

사용할 경우 1m<sup>3</sup>당 0.03EURO의 세율로 할인된 조세를 부과한다. 물을 공급할 때도 1m<sup>3</sup>당 0.013EURO의 조세를 부과한다.

#### 4) 광물채취

핀란드는 자갈채취 행위에 대해 세금을 부과한다. 스웨덴은 천연자갈에 대해 톤당 5SEK(0.55EURO)의 조세를 부과한다. 영국은 채석장의 광물채취에 대해 조세제도를 마련하고 있다. 미국의 몇몇 주는 석탄채취에 대해 州外소비세(severance tax)<sup>33)</sup>를 적용한다.

### 4. 환경 관련 세수운용 및 추진체계

선진국에서 환경친화적 세제개편을 추진한 배경에는 환경보호라는 측면 이외에도 각국의 다양한 여건이 반영되어 있으며, 그 중에서도 가장 중요한 고려사항이 노동시장 및 실업문제이다. 대부분 OECD 국가는 높은 실업률 때문에 고민해 왔으며, 근로소득세로 인한 근로의욕 저하가 그 이유 중 하나로 지적되었다. 또한 사회의 고령화 등 외적 요인들로 인해 OECD 국가들의 근로소득세는 계속 증가추세에 있어, 이것이 실업을 더욱 악화시킬 수 있다는 우려가 커지고 있다. 이러한 상황에서 환경세라는 새로운 정책수단이 등장하자, 이를 실업문제의 해결과 결부시켜 검토하게 되었다.

실제로 많은 국가들은 환경세 도입과 더불어 근로소득세율을 인하하는 정책을 시행하였거나 시행할 예정이다. 덴마크는 1996년부터 산업부문의 탄소세율을 인상하였으며, 그로 인한 추가 세수입은 사회보장분담금의 고용주 부담분 인하를 위해 사용되었다(<부표 8> 참조). 핀란드는 1996년에 도입된 쓰레기매립세 수입 및 에너지세 개편에 따

33) 석유, 가스 등의 천연자원을 생산하는 주가 자원을 다른 주에 판매할 때 과세하는 세금

른 추가 수입을 이용하여, 1997년부터는 소득세율을 인하하였다. 네덜란드는 에너지규제세 도입으로 인한 추가 수입의 큰 부분을 사회보장분담금의 고용주 부담분 인하에 활용하였다. 스웨덴은 1991년의 세제개편으로 인한 추가 세수입을 이용하여 한계소득세율을 인하하였고, 사회보장분담금의 고용주 부담분을 더 낮추는 방안도 고려하고 있다. 영국에서는 1996년에 쓰레기매립세를 도입하고, 추가적인 세수입은 사회보장분담금의 고용주 부담분을 0.2%포인트 낮추는 데 사용하였다.

한편, 선진국들은 ‘환경친화적 세제개편 위원회’(Green Tax Commission)를 구성하여 현재의 세제를 좀 더 환경친화적이고 효율적으로 만드는 방법을 구상하고 있다. 동 위원회는 보통 정부가 임명한 공무원, 독립적인 전문가, 국회의원, 각종 이익집단 대표 등으로 구성되어 있다. 실제로 노르웨이, 벨기에, 덴마크, 아일랜드, 네덜란드와 스웨덴 등에서 이러한 위원회가 운영된 바 있으며, 최근에는 일본에서도 유사한 위원회가 구성되어 운영되고 있다.

〈부표 7〉 주요국의 환경세수 운용동향

국 가	시작 연도	증가세목	감소세목	크기
스웨덴	1990	CO <sub>2</sub>	PIT	총 세수의 2.4%
		SO <sub>2</sub>	농업에 대한 에너지세	
		기타	연속 교육	
덴마크	1996	기타 <sup>1)</sup>	PIT	총 세수의 6%(2002년까지 약 GDP의 3%)
		CO <sub>2</sub>	SSC	
		SO <sub>2</sub>	자본 소득	
네덜란드	1996	CO <sub>2</sub>	CPT, PIT, SSC	1996년의 GDP의 0.3%나 총 세수의 약 0.5%
영국	1996	매립	SSC	1999년 총 세수의 약 0.1%
노르웨이	1996	CO <sub>2</sub>	PIT	1999년 총 세수의 0.2%
		SO <sub>2</sub>		
		디젤유		
독일	1999	석유상품	SSC	1999년 총 세수의 약 1%
이탈리아	1999	석유상품	SSC	1999년 총 세수의 0.1% 미만

주: 1) 휘발유, 전력, 수질, 폐기물, 차량에 대한 과세 관련, PIT = 개인소득(personal income tax), CPT = 법인세(corporation tax), SSC = 사회보장세(social security contribution). 1996년에 네덜란드는 CO<sub>2</sub>세를 도입하였고, 환경세에 대한 대중 수용성을 높이기 위하여 개인과 법인소득세와 사회보장세를 감소시켰음.

<국문요약>

## 환경세가 산업 및 무역부문에 미치는 영향에 관한 연구

권오성·강만옥

환경세를 비롯한 경제적 유인수단이 직접규제 방식의 환경정책 수단보다 비용 효율적이고 오염저감기술개발의 유인을 제공하는 장점이 있기 때문에 우리나라에서도 1990년대 들어서부터 환경세 도입 및 환경친화적 세제개편에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 환경세가 산업 및 무역에 미치는 영향에 대한 우려가 현실적으로 환경친화적 세제개편을 단행하기 어려운 장애요인으로 작용하고 있다. 따라서 환경세의 부정적인 파급효과를 최소화하기 위하여 환경세의 도입은 철저하고 신중한 사전 준비를 통하여 이루어져야 하는데, 본 보고서는 이에 대한 기초연구로서 환경과 산업 및 무역을 연계한 국제적 논의의 추세와 국내외 선행연구를 개관하고, 환경세가 산업 및 무역에 미치는 영향에 대한 이론 및 실증분석결과를 제시하였다.

이론분석부분에서 환경세를 부과하는 경우 오염유발산업의 사례라 할 수 있는  $Ak$  모형에서는 지속적인 경제성장이 이루어지지 않는 반면, 생산성을 향상시켜 에너지를 절약할 수 있는 기술진보 모형에서는 지속적인 경제성장이 이루어지는 결과를 도출하였다. 이는 환경세를 부과하는 경우 에너지집약산업이라도 생산성을 향상시키는 기술진보를 통해 궁극적으로 산업구조를 친환경적으로 개편하는 것이 환경개선과 동시에 지속적인 경제성장을 이룰 수 있는 정책방향임을 시사한다.

환경세가 산업부문의 생산성에 미치는 영향에 있어서는 환경세를 부과할 경우 단기와 장기에 걸쳐 자본의 생산성이 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 최적 환경세와 자본의 한계생산성이 정태모형에서는 특정 구간 내에서 임의의 값을 갖는 반면, 동태모형에서는 자본축적을 위한 최적의 투자를 유도하기 위하여 특정 값을 가진다는 것을 알 수 있다. 이는 환경과 경제성장을 모두 고려할 때 사회최적을 실현하는 환경세의 정확한 값은 정태분석이 아니라 동태분석에 의해 도출되어야 한다는 것을 시사한다.

환경세가 무역에 미치는 영향에 있어서는 다른 나라보다 높은 환경세를 부과하는 경우, 오염유발산업보다 친환경적인 산업이 무역에 있어서 가격경쟁력이 있다는 결과를 도출하였다. 이는 환경세를 도입하는 경우 친환경적인 산업에 경쟁력 인센티브를 제공하여 중장기적으로 오염저감기술을 개발하는 긍정적인 효과를 기대할 수 있으며, 정부의 입장에서는 환경친화적인 산업 등을 육성, 지원하는 것이 환경개선과 동시에 무역부문에서의 국제경쟁력을 제고시키는 정책방향임을 시사한다.

한편, 실증분석부문에서는 환경규제 등으로 인한 기업의 오염저감비용 변화가 우리나라 산업경쟁력과 무역부문에 미치는 영향을 계량적으로 분석하였는데, 환경규제의 강화가 산업경쟁력을 대표하는 기술혁신 또는 특허출원, 그리고 무역수지의 변화에 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 결론이 환경규제가 장기적으로는 기술개발 및 생산성 향상 등으로 산업 및 무역부문의 경쟁력에 양(+의 효과를 보일 수 있다는 가설을 부인하는 것은 아니다. 한국에서는 기업에게 오염방지과 관련해 설비투자를 유인하도록 환경세를 부과하거나 적절한 규제수단을 사용하는 사례가 많지 않기 때문에 실증분석에서 환경규제의 긍정적인 효과 등에 대한 시사점을 도출하기 어려운 한계점이 있다. 그러나 일부 산업부문에 있어서 환경규제의 무역에 대한 부정적 효과가 분석

시계열 내에서 점차 감소하고 있는 것으로 나타나고 있어, 향후 환경세를 도입하는 산업 및 무역부문의 경쟁력이 강화될 수도 있다는 가능성을 부정할 수 없다. 따라서 환경세 및 환경규제의 중장기적 영향을 평가하기 위한 심도 있는 실증분석을 위해서는 향후 보다 긴 시계열에 대한 분석이 요구된다고 하겠다.

<Abstract>

## A Study on the Effect of Environmental Tax on Industry and Trade

O-Sung Kwon and Manok Kang

Environmental problems, such as the depletion of natural resources, global warming, and the destruction of ecological system, are among the most serious problems faced by the whole world. Since the early 1990's, many OECD countries have undertaken green tax reforms by introducing new environmental taxes to protect the environment. Environmental tax has been more widely used as an instrument of environmental policy than direct regulation, because an economic instrument has comparative advantage over direct regulation in terms of cost effectiveness and pollution abatement incentive. However, it is indicated that one of the important reasons why green tax reform has no further progress over the world is the fear about the negative effect of environmental tax on international competitiveness in the industry and trade sectors.

The main purpose of this paper is to analyze the effect of environmental tax on industry and trade by using both theoretical and empirical tools. In the theoretical part, we present two different models,  $AK$  and technical change models, to compare the effects of environmental tax between pollution-intensive and energy-saving

industries. As for economic growth, sustained growth is possible with the presence of environmental tax in the technical change model, while it is not in the  $AK$  model. Also, it is shown that optimal values of environmental tax and marginal productivity of physical capital are precisely given for the optimal investment in physical capital in a dynamic model rather than in a static model. This result implies that optimal environmental tax should be determined by dynamic analysis if we take into account both economic growth and the environment. Finally, we investigate the effect of environmental tax on trade, and it shows that the environment-friendly industry has comparative advantage over the pollution-intensive industry in terms of price competitiveness in a trade sector. So, the reconstruction of industrial structure in the direction of a clean and environment-friendly way is important for both protecting the environment and maintaining the international competitiveness in a trade sector.

In the empirical part of this paper, we analyze the effect of the pollution abatement expenditure on R&D, patent, and trade balance, because we cannot analyze the effect of environmental taxes directly, most of which have not yet been established. Empirical results show that the pollution abatement expenditure does not have significant effect on the international competitiveness in industry and trade sectors. These results, however, do not deny the 'Porter Hypothesis' that environmental regulation enhances productivity and competitiveness in the long-term perspective, because of limited data. In order to examine the positive effect of environmental tax on industry and trade, we suggest to use the long-term data in the future for the in-depth analysis in this area.

<著者略歴>

權五盛

西江大學校 經濟學科 卒業  
美國 Washington大 經濟學 碩・博士  
現, 韓國租稅研究院 專門研究委員

姜滿玉

成均館大學校 經濟學科 卒業  
獨逸 빈첸大 財政學 博士  
現, 韓國環境政策評價研究院 研究委員

研究報告書 03-07

## 환경세가 산업 및 무역부문에 미치는 영향에 관한 연구

---

2003年 12月 26日 印刷

2003年 12月 31日 發行

著 者 權五盛·姜滿玉

發行人 宋大熙

發行處 韓國租稅研究院

☎1318-7171 서울特別市 松坡區 可樂洞 79-6

電話：2186-2114(代), 팩시밀리：2186-2179

登 錄 1993年 7月 15日 第21-466號

組版 및 印刷 上 일 인 쇄

© 韓國租稅研究院 2003

ISBN 89-8191-255-6

\* 잘못 만들어진 책은 바꾸어 드립니다.

값 9,000 원