

# EU ETS 실시 이후 탄소누출 가능성 산정 연구\*

김 수 이\*\*

---

## 〈요 약〉

---

본 논문은 EU ETS 기간 전과 후를 비교함으로써 탄소누출이 일어났는가를 실증적으로 분석하였다. 해외직접투자를 탄소누출의 지표로 활용하여 EU 11개국을 대상으로 한 1995년부터 2009년까지의 패널데이터를 이용하여 생산비용과 환경비용과의 패널 분석을 하였다. 시장 추구형 해외직접효과도 아울러 고려하여 해외시장잠재력도 아울러 고려하였다. 본 분석에 의하면 제조업을 대상으로 한 일부모형에서 탄소누출이 확인되었다. 하지만 다양한 모형에서 일관되게 확인되지 않아서 EU 배출권거래제를 전후하여 탄소누출이 뚜렷하게 일어났다고 단정하기는 힘들다. 비교적 데이터의 시계열이 짧음에도 불구하고 일부모형에서 탄소누출이 검증되었다는 사실을 볼 때 향후 국내 배출권거래제 도입시 우리나라도 탄소누출의 가능성을 염두에 두고 배출권거래제 제도를 설계해야 할 것이다.

주제어 : 탄소누출, 배출권거래제, 패널분석(고정효과, 확률효과)

---

---

\* 본 논문은 에너지경제연구원 2011년 기본연구보고서 “배출규제가 탄소누출에 미치는 영향 분석 및 전망-소비 관점의 탄소회계와 국경조치의 영향을 중심으로”의 일부분을 대폭 수정 발전시킨 글입니다.

\*\* 원광대학교 국제통상학부 조교수.

\*\*\*\*\*

In this paper, we empirically analyzed whether carbon leakage really happened in EU by comparing before and after the period of EU ETS. We regarded foreign direct investment outflows as indicator of carbon leakage and analyzed panel regression between production cost including environment cost and this FDI variable. Also we consider foreign market potential to analyze market oriented FDI. According to this analysis, carbon leakage was observed in some models for manufacturing industry. However carbon leakage did not prove consistently in a variety of models and it is hard to speak carbon leakage was happened in EU ETS. Notwithstanding relatively short time series of data, in the view of the fact that carbon leakage was tested in some models, Korea also should keep in mind the possibility of carbon leakage and design emission trading scheme.

Keywords : Carbon Leakage, Emission Trading Schem, Panel Analysis(Fixed Effects, Random Effects)

---

JEL 분류 : Q40, Q54, Q58

## I. 서 론

2009년 코펜하겐 기후변화협약 당사국총회를 기점으로 기후변화 대응 체제는 선진국뿐만 아니라 개발도상국들에게도 책임 있는 역할을 요구하고 있다. 이에 우리나라도 2009년 8월, 중기(2020년) 3가지 온실가스 감축 시나리오를 발표하였으며, 각계 각층의 의견을 수렴하여 2009년 11월 중기(2020) 감축목표를 기준전망치(BAU, Business as Usual) 대비 30% 감축으로 결정하였다. 그러나 이러한 중기 감축목표를 달성하기 위해서는 배출권거래제, 탄소세 등 다양한 경제적인 감축 정책이 수반되어야 한다.

2009년 7월 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획에 이어, 2010년 1월에 확정된 녹색성장기본법에 국내 배출권거래제의 도입 근거가 마련되었다. 특히 녹색성장기본법 제46조에서는 배출권 허용량 할당방법, 등록, 관리방법 및 거래소 설치 및 운영 등에 대해서는 별도로 법률을 도입할 것을 규정하고 있다. 그 후 관련 연구기관 및 전문가의 연구용역과 녹색성장위원회의 내부토론, 그리고 환경부, 지식경제부, 기획재정부 등 관련 정부부처, 그리고 산업계와의 협의를 거쳐서 일명 “온실가스 배출권 거래제도에 관한 법률안”을 2011년 11월 마련하였다. 2010년 11월 제1차 입법예고안이 공표된 후 몇 번의 수정과정을 거쳐 마침내 온실가스배출권거래제법안이 국회를 통과하였다. 따라서 2015년부터는 본격적인 국내 온실가스 배출권거래제가 실시될 예정이다. 이와 같은 배출권거래제나 탄소세 등은 탄소가격을 지불해야 하며, 이로 인하여 산업계는 전에 부담하지 못한 환경비용을 지불해야 한다. 이로 인해서 발생할 수 있는 문제가 탄소누출(Carbon Leakage)이다.

2005년부터 배출권거래제를 실시해오고 있는 EU에서는 탄소누출에 대해서 오래전부터 그 가능성을 타진해오고 있으며, 다양한 연구가 진행되고 있다. 주로 이러한 연구는 두 가지 방향에서 진행되어 오고 있는데 하나는 특정 산업에

대한 연구이고 다른 하나는 국가 전체적인 탄소누출 가능성에 대한 연구이다.

특정산업에 대한 연구를 살펴보면, Gielen and Moriguchi(2002), OECD(2003), Demailly and Quirion(2008a) 등의 연구는 철강산업의 탄소누출에 대한 연구이고 Demailly and Quirion(2006), Demailly and Quirion(2008b), Ponsard and Walker(2008), Reinaud(2008), Reinaud(2005) 등의 연구는 시멘트산업의 탄소누출에 대한 연구이다. 국가 전체적인 탄소누출에 대한 연구는 대부분 일반균형분석(The analysis of Genaeral Equilibrium Models)인데 IPCC 제3차 보고서, Braathen (2008), Peters et al(2011) 등이 있다. 특히 탄소누출을 측정하는 지표로서 수입(Imports), 해외직접투자(Foreign Direct Investment) 등을 사용한 계량경제학적인 분석은 Reinaud(2008), Reinaud(2005) 등이 있다. 특히 Reinaud(2008), Reinaud(2005)의 연구에서는 순수입(수입-수출)의 감소를 탄소누출의 지표로서 이러한 수입이 배출권거래가격과 어떠한 영향을 받는지 그리고 EU ETS 실시기간 동안에 어떠한 구조적인 변화를 가져오는가에 대한 실증적인 분석을 실시하였다. Peters et al.(2011)은 1990년에서 2008년 기간 동안 국제무역(international trade)을 통해서 배출권 이전이 어떤 패턴을 보이는가를 EEBT(emissions embodied in bilateral trade), MRIO(multi regional input-output), TSTRD(time series with trade)모형을 통하여 분석하고 있다. 이에 의하면 교토의정서 이후로 선진국의 온실가스 증가율보다 개도국의 온실가스 배출량 증가가 훨씬 높으며, 이는 선진국들이 온실가스 다배출제품의 소비를 역내제품 위주에서 개발도상국 제품으로 전환되어 가고 있기 때문이다. 이로 인해 선진국에서는 소비 측면에서의 배출이 생산 측면에서의 배출보다 빠르게 나타나고 있다고 설명하고 있다. 그러나 이 논문에 의한 분석은 EU 배출권거래제로 인한 영향이라고 보기 어려우며, 교토 의정서에 따른 전반적인 무역패턴의 변화로 보아야 할 것이다. 한편 국내에서 탄소누출에 대한 연구는 이선화(2010)의 연구를 들 수 있다. 이 연구에서는 우리나라 산업을 20개 산업으로 나누어 가상적인 탄소가격을 제시한 후 배출권

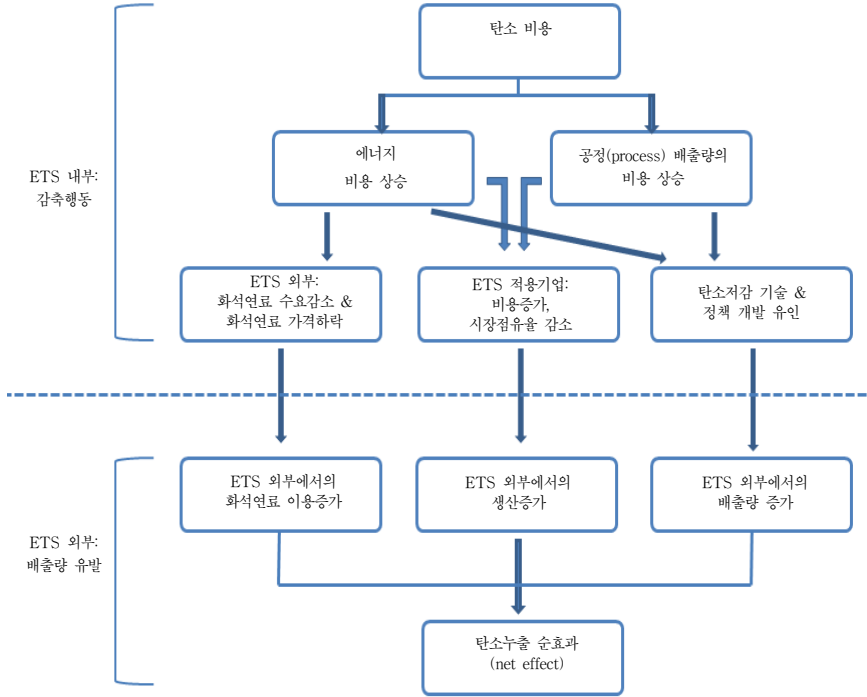
거래제가 실시된다면 즉 탄소가격이 형성된다면 각 업종에서의 비용상승분을 산정한 후 탄소누출의 가능성을 추정하였다.

따라서 본 연구는 해외직접투자를 탄소누출의 지표로 활용하여 EU ETS 기간 전과 후의 탄소누출을 실증적으로 분석하였다. EU ETS 실시 후에 산업의 해외직접투자가 증가하였다는 것은 산업이 해외로 이전하였다는 것을 의미하며, 이러한 산업의 해외이전은 EU내 온실가스 배출의 저감으로 이어지지만 다른 의미로는 역외 배출량 증가로 해석할 수 있으며, 이는 탄소누출로 평가할 수 있다. 이와 같은 탄소누출에 대한 접근법은 본 연구에서 처음 시도되는 바이며, EU ETS의 사례를 통한 결과는 국내 배출권거래제가 실시될 경우에 시사하는 바가 클 것으로 사료된다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 탄소누출에 대한 정의와 구체적인 연구방법론을 제시한다. 제 III장에서는 EU ETS의 탄소누출 가능성을 실증적으로 분석한다. 제 IV장에서는 결론 및 정책시사점을 제시한다.

## II. 탄소누출에 대한 정의와 연구 방법론

본 연구에서 탄소누출의 지표로서 EU지역에서 역외로 유출되는 해외직접투자액을 설정하였다. Carbon Trust(2010)에서는 <그림 1>에서와 같이 세가지 경로를 통해서 탄소누출의 국제적인 파급 가능성을 제시하고 있다. 첫 번째 경로는 에너지 시장을 통해서이다. 온실가스 감축 규제지역에서 환경 규제로 인하여 감소한 화석연료 수요는 화석연료 수입을 감소시킨다. 이러한 수요 감소는 결국 국제 에너지 시장에서 화석연료 가격을 낮추는 효과가 있으며, 이는 규제 밖에 있는 지역에서의 화석연료에 대한 수요를 증가시킨다. 예를 들면 EU 등 부속서 I 국가들의 석유, 석탄, 가스 등 화석연료 감소는 전세계 화석연료 가격을 하락시키며 이는 중국, 인도 등 비부속서 I 국가들의 화석연료 수요를 증가

〈그림 1〉 국제파급효과 경로



자료: Carbon Trust(2010)

시킨다. 즉 화석연료의 가격탄력성에 따른 수요 증가이다. 하지만 이러한 경로는 실제로 화석연료 가격의 변화가 배출권거래제와 같은 환경규제정책에 의한 것인지, 공급조건에 의한 것인지, 경제적인 상황변화에 의한 것인지 구체적으로 측정하기 힘들다.

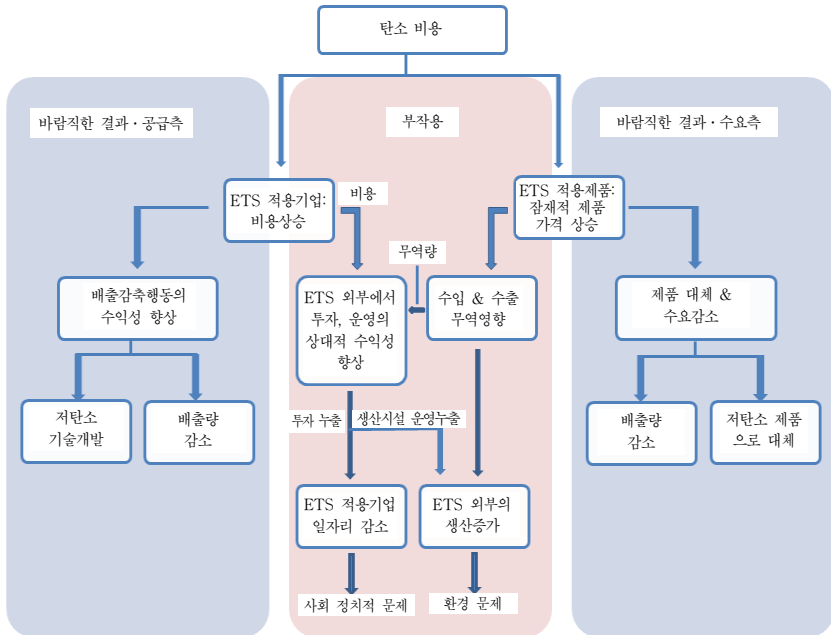
두 번째 경로는 산업의 이전이다. 배출권거래제와 같은 저감정책에 의한 생산비용(에너지비용)의 증가는 산업의 국제경쟁력에 영향을 미치며 생산을 해외로 이전하게 되는 등 경영과 향후 투자에 변화를 가져온다. 특히 배출권거래제와 같은 저감정책에 의해서 지불해야 하는 추가적인 비용이 큰 에너지 집약적인 산업의 경우에는 더욱 그러하다. 따라서 이러한 산업들은 그러한 비용을 회

피할 수 있는 비부속서 I 국가로 산업을 이전하게 된다.

세 번째 경로는 기술정책으로 인한 파급효과이다. 배출권거래제 등 저감 정책은 온실가스 저감 기술 및 신재생에너지 등의 개발에 대한 인센티브가 증가한다. 이러한 기술혁신은 국제적으로 파급되어 전세계적으로 배출량을 줄이는 효과를 유발한다.

첫 번째 경로와 세 번째 경로는 정량화하기 매우 힘들며, 순 결합효과가 발생할 수 있다. 특히 첫 번째 경로를 일으키는 부문은 주로 석탄과 시멘트 등 대규모로 석탄을 소비하는 부문이다. 따라서 흔히 탄소누출을 규정할 때는 두 번째 경로에 초점을 맞추게 된다.

<그림 2> 탄소누출의 산업 경로



자료: Carbon Trust(2010)

〈그림 2〉는 산업의 이전(해외직접투자 증가)이 일어나게 되는 과정을 자세히 설명하고 있다. 즉 배출량감소로 인한 비용 상승은 크게 공급측면과 수요 측면에서 발생한다. 그리고 이는 투자와 무역에 영향을 미치게 된다. 에너지다소비 업종과 전력부문의 생산비용 증가는 기업의 해외투자를 촉진시킨다. 즉 배출권 거래제 등 온실가스 감축 규제 지역 밖에서의 경영과 투자에 대한 상대적인 이윤을 증가시킨다. 탄소 비용이 생산가격을 통하여 전가된다면 이는 이윤을 감소시키고 수출을 감소시키고 수입을 증가시킨다. 이러한 경향은 기업의 해외진출을 가속화시킨다. 해외진출의 증가는 결과적으로 전 세계적인 온실가스 배출량 감소라는 효과를 반감시키며 오히려 세계적인 온실가스 배출량 증가를 가져올 수 있다. 즉 온실가스 감축으로 인한 비용 상승은 기업들의 해외직접투자 증가를 가져온다. 특히 국제경쟁력이 치열하고 에너지집약도가 높은 다국적 기업들은 온실가스 감축 규제가 없는 지역에 대한 투자를 증대함으로써 전 세계적인 투자를 최적화한다.

배출권거래제와 탄소누출의 상관관계 분석을 위해서는 다양한 접근법이 있을 수 있으나 본 연구에서는 위에서 논의한 바와 같이 국내 혹은 역내 배출권거래제 실시에 따른 탄소가격상승으로 유발된 해외직접투자액의 증가를 탄소누출로 규정하였다. 즉 EU의 경우 배출권거래제가 실시되기 이전과 실시된 이후의 해외직접투자의 패턴을 비교해 봄으로써 실질적으로 배출권거래제로 인하여 탄소누출이 발생하였는가를 살펴보는 것이다.

이러한 분석을 하기 위하여 해외직접투자에 영향을 미치는 요인을 우선 가려보았다. 해외직접투자는 다양한 요인에 의하여 발생할 수 있으나 일차적인 원인은 생산비 증가에 따른 경쟁력 상실을 들 수 있다.<sup>1)</sup> 생산비에는 우선적으로 노

1) 해외직접투자의 결정요인에는 기업특유의 우위요소, 내부화우위요소, 생산입지 특유의 우위요소 등이 있다. 본 연구에서는 이러한 여러 가지 결정요인 중에서 생산입지 특유의 우위요소에 영향을 맞추어 분석하고자 한다. 생산입지 특유의 우위요소에는 시장잠재력과 현지국 정부의 정책, 사회간접자본, 생산 요소의 상대가격, 언어 문화적 관점 등이 있다. 이중에서도 본 연구에서는 계량화하기 쉬운 생산요소의 상대가격에 초점을 맞추어 분석하고자 한다. 여러 가지의 해외직접투자의 결정요인 중에서 계량화가 쉽지 않은 요인들은 본 분석에서



동비용과 자본비용을 들 수 있다. 그 외에 본 연구에서는 환경비용(온실가스 감축비용, 배출권거래제 실시에 따른 탄소비용 증가)을 추가로 고려하였다. 그리고 추가적으로 생산비에 영향을 미치는 요인으로는 법인세율을 들 수 있다. 그 외 계량화할 수 있는 요인은 EU 지역 이외의 시장 잠재력을 들 수 있다. 따라서 EU 지역 이외의 시장 성장률이 해외직접투자에 영향을 미칠수 있다고 가정하였다.

본 연구에서 필요한 분석자료는 [www.OECD.stat](http://www.OECD.stat)에서 추출하였다. OECD 주요국가의 해외직접투자 추이는 <그림 3>에서 보는 바와 같다. 이를 위하여 본 분석에서는 프랑스, 핀란드, 독일, 네델란드, 스페인, 스웨덴, 오스트리아, 덴마크, 이탈리아, 포르투갈, 영국 등 EU 11개국을 대상으로 한 패널 데이터를 구성하였다.<sup>2)</sup> EU 15국가 중에서 벨기에, 아일랜드, 그리스는 해당 데이터의 부족으로 본 분석에서 제외하였다. 분석기간은 1995년부터 2009년까지로 하였다. 구체적인 데이터는 OECD의 『FDI Outward flows by industry』를 사용하였다. <그림 3>에서 보는 바와 같이 각 국가별로 차이를 보이고는 있지만 1997년부터 해외직접투자가 증가하였는데 2000년을 기점으로 다시 감소하였다. 2002년에 해외직접투자가 최저였다가 2003년 이후부터 다시 증가하였다. 그리고 2007년을 정점으로 다시 해외투자가 감소하고 있다. 이러한 해외직접투자는 제조업에서도 다소 차이가 있지만 비슷한 패턴을 유지하고 있다. OECD 주요 국가의 제조업 해외직접투자는 <그림 4>에 나타나 있다.

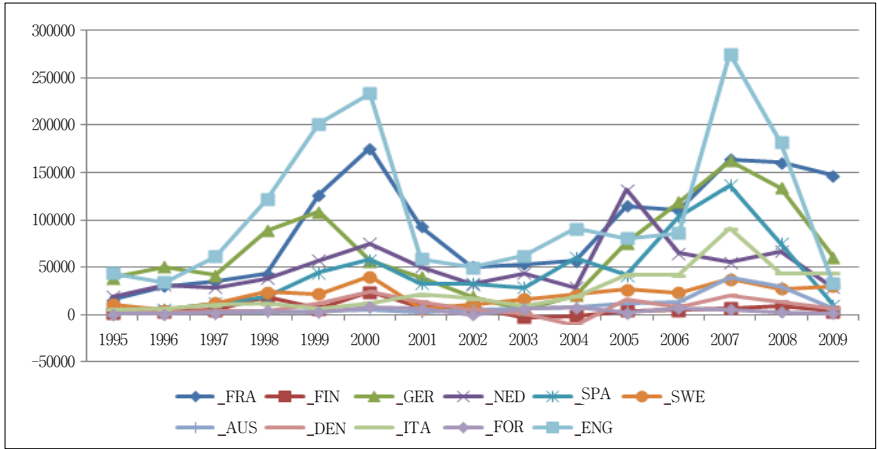
---

배제한다.

- 2) 현재 EU ETS에 참여하고 있는 국가는 오스트리아, 벨기에, 불가리아, 사이프러스, 체코, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아일랜드, 이탈리아, 라트비아, 리투아니아, 룩셈부르크, 말타, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴, 네델란드, 영국, 리히텐슈타인, 노르웨이 등 동유럽을 포함하여 EU 29개국이다. 하지만 동유럽의 경우에는 국가적으로 핫에어(Hot Air)라고 하는 많은 잉여 배출권을 가지고 있으며 이는 동유럽 국가에 있는 기업들에게는 배출권 가격이 올라간다고 하더라도 이것이 기업의 비용으로 직결되지는 않는다. 따라서 이들 지역에서의 탄소누출의 가능성은 매우 낮으므로 본 분석대상에서는 제외하였다.

〈그림 3〉 OECD 주요 국가의 해외직접투자 추이(전산업)

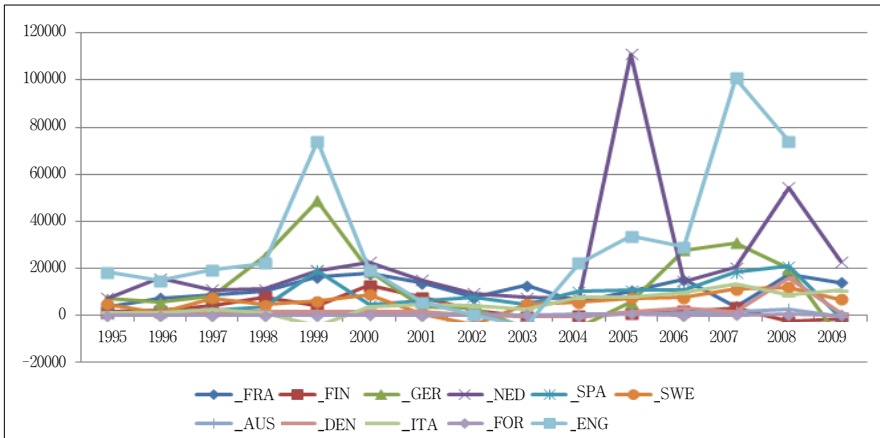
단위: 백만달러



자료: OECD

〈그림 4〉 OECD 주요 국가의 해외직접투자 추이(제조업)

단위:백만달러

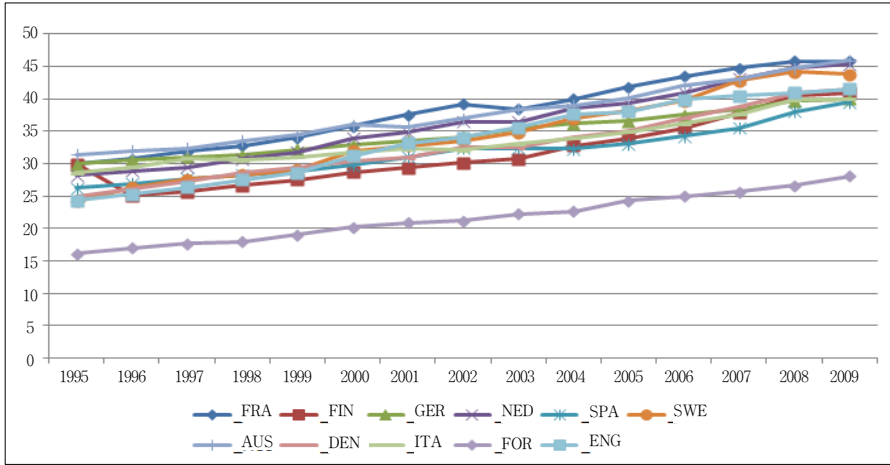


자료: OECD

노동비용은 OECD의 『Unit Labour Costs- Annual Indicators』를 사용하였다. 구체적인 노동비용은 〈그림 5〉에서 보는 바와 같다. OECD주

〈그림 5〉 OECD 주요 국가의 노동 가격

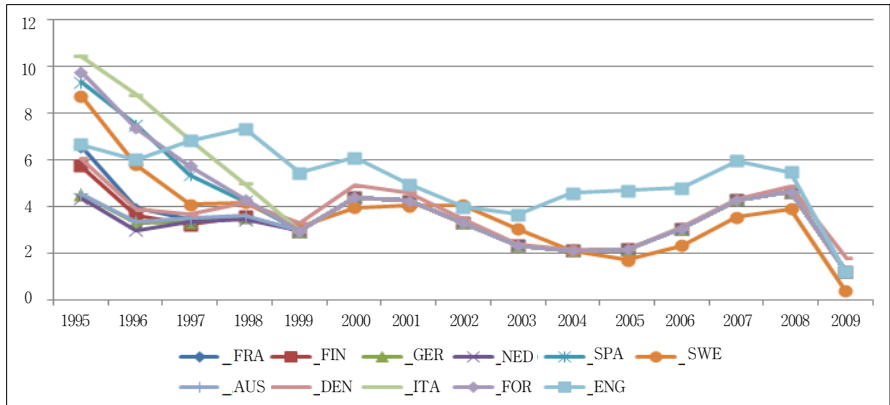
단위: 천달러



자료: OECD

〈그림 6〉 OECD 주요 국가의 자본 가격(이자율)

단위: %

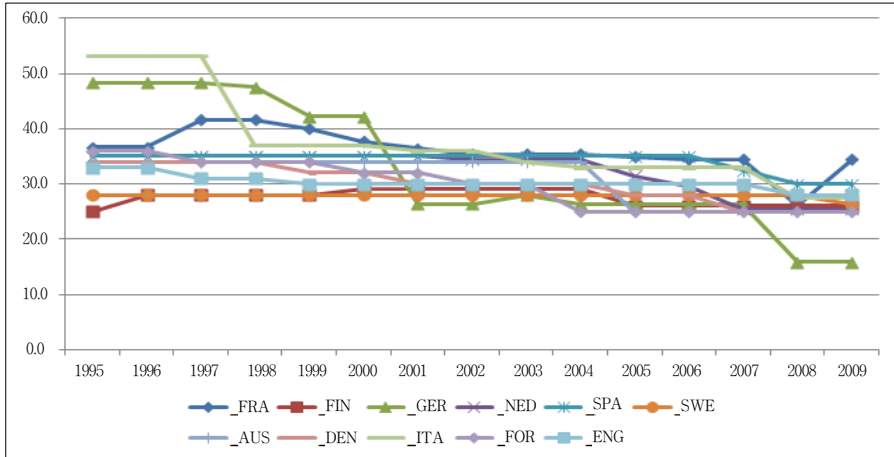


자료: OECD

요국가의 노동비용은 소폭이나마 꾸준히 상승하고 있다. 자본비용은 〈그림 6〉에 나타나 있는데 자본비용(이자율)은 OECD의 『Short-term interest

〈그림 7〉 OECD 주요 국가의 법인세율

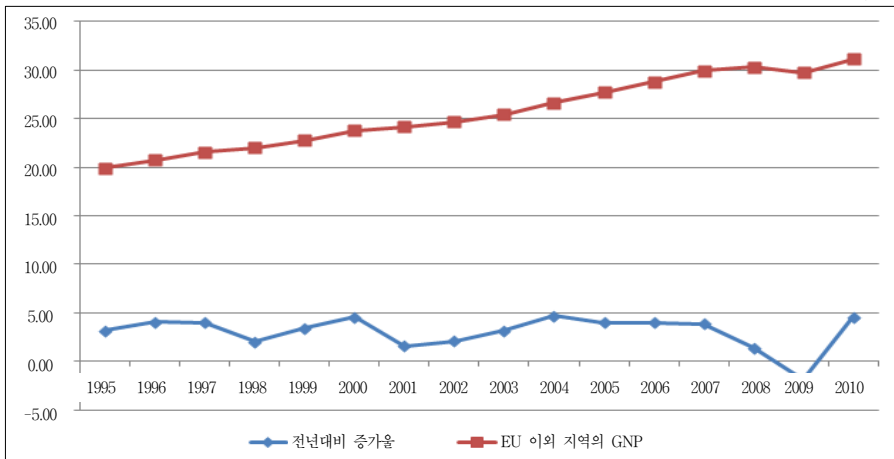
단위: %



자료: OECD

〈그림 8〉 EU 이외 지역의 총 GNP (시장잠재력)

단위: 조달러, %



자료: OECD

rates』를 사용하였다. 이자율은 〈그림 7〉에서도 보는 바와 같이 꾸준히 감소하고 있다. 법인세율은 OECD의 『Taxation of Corporate and Capital

Income』를 사용하였다. 주요국의 법인세율도 소폭이나마 감소하고 있다. 이상을 종합해 보면 노동가격은 증가하고 있는 반면 자본가격은 감소하고 있다. 이에 법인세율이 소폭의 영향을 미치고 있는 추세이다. 해외시장 잠재력은 EU지역 이외의 GNP를 고려하였다. World Bank의 데이터베이스에서 EU지역을 제외한 나머지 지역의 GNP를 모두 합산하여 <그림 8>에 제시하였다. 따라서 이들 지역의 GNP를 시장 잠재력의 대리변수로 삼았다. 본 연구에서는 이러한 비용측면에서의 변화를 고려하여 환경비용을 온실가스배출권거래제를 실시하기 전과 실시한 후로 더미변수를 부여함으로써 간접적으로 비용을 추정하고자 하였다.

### III. 분석결과

분석 방법으로는 고정효과모형(Fixed Effect Model)와 확률효과모형(Random Effect Model)을 고려하였다. 고정효과 모형에서는 각 국가의 효과(Country Specific effect), 연도 효과(year effect)가 각각 혹은 동시에 존재하느냐 여부에 따라서 적합한 모형이 설정하여야 한다. 그리고 확률효과가 존재하는지를 검증하기 위하여 하우스만 테스트(Hausman Test)를 실시하였다. Hausman Test를 실시한 결과 Random Effect가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 분석에서는 고정효과모형과 확률효과 모형 모두를 대상으로 분석하고 상호 비교하여 설명하였다. 또한 각 모형은 다시 횡단면 효과와 시계열 효과를 각각 볼 것이냐 아니면 같이 볼 것이냐에 따라서 one way effect model과 two way effect model로 분류된다(Greene, 1993; Baltagi, 1996) 또한 이분산(heteroscedasticity)과 자기상관(autocorrelation)에 의한 영향을 배제시켜야 한다. 그러나 본 분석에서는 데이터의 특성상 연도 효과는 배제하기로 한다.

고정효과모형의 분석식은 식 (1)과 같다.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \beta_3 x_{it3} + \beta_4 x_{it4} + \beta_5 x_{it5} + \epsilon_{it}$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$
(1)

$y_{it}$  의  $i$  국가의  $t$  기의 해외직접투자액의 로그변수를 나타낸다.  $x_{it1}$  는  $i$  국가의  $t$  기의 각각의 생산요소비용 중 이자비용의 로그변수를 나타내며,  $x_{it2}$  는  $i$  국가의  $t$  기의 각각의 생산요소비용 중 노동비용의 로그변수를 나타내며,  $x_{it3}$  는  $i$  국가의  $t$  기의 각각의 법인세율의 로그변수를 나타내며,  $x_{it4}$   $i$  국가의  $t$  기의 각각의 생산요소비용 중 환경비용을 나타내는 더미변수이다.  $x_{it5}$   $t$  기의 EU 지역 이외의 GNP에 대한 로그변수를 나타낸다.  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  는 각각  $x_{it1}, x_{it2}, x_{it3}, x_{it4}, x_{it5}$  에 대한 계수값을 나타낸다.  $i$  는 분석대상인 11개 국가를 나타내며  $t$  는 1995년부터 2009년을 각각 나타낸다.  $\alpha_i$  는 각 국가의 고유의 절편(intercept)를 나타낸다.  $\epsilon_{it}$  는 white noise이다.

확률효과모형의 분석식은 식 (2)와 같다.  $u_i$  는  $i$  번째 관측치의 확률오차(random disturbance)를 나타내는데 이는 각 변수  $x_{itj}$  와는 상관없는 부문이다.

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \beta_3 x_{it3} + \beta_4 x_{it4} + \beta_5 x_{it5} + u_i + \epsilon_{it}$$

$$cov(x_{itj}, u_i) = 0$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$
(2)

본 연구에서 사용한 데이터의 기초통계량은 <표 1>에서 보는 바와 같다. 모든 변수들은 로그값을 나타낸다. 즉 FTA( $y_{it}$ )는 해외직접투자액의 로그변수를 나타내며, INT( $x_{it1}$ )는 자본비용의 로그값, LAV( $x_{it2}$ )는 노동비용의 로그값, TAX( $x_{it3}$ )는 법인세율의 로그값, RW( $x_{it5}$ )는 EU 이외 지역 GNP의 로그값을 나타낸다.

〈표 1〉 기초통계량

변수	관측개수	평균	표준편차	최소치	최대치
FTA	165	9.646	2.015	0.000	12.526
INT	165	1.238	0.469	-0.920	2.347
LAV	165	3.484	0.207	2.780	3.827
TAX	165	3.443	0.181	2.762	3.974
RW	165	7.823	0.135	7.597	8.017

〈표 2〉 배출권거래제와 탄소누출의 연관관계 분석 (전산업)

	(I)	(II)	(III)	(IV)
	Fixed Effects Model	Random Effects Model	Fixed Effects Model	Random Effects Model
INT	0.656**	0.743**	0.671**	0.768*
LAV	2.390	3.486***	-2.869	2.236
TAX	-0.719	-0.189	0.166	0.176
DUM	0.142	0.011	-0.285	-0.224
RW			7.901**	2.599
R <sup>2</sup>	0.494	0.097	0.508	0.102
F-value	10.477	4.312	10.281	3.593
Test for Fixed Effects (F value) <sup>3)</sup>	8.017** (d.f. 10,150)	-	8.562** (d.f. 10,149)	
Hausman Test (χ <sup>2</sup> value)	-	4.6104** (d.f. 4)		0.00 <sup>†</sup> (d.f. 5)

주: LAV(노동비용의 로그값), INT(자본비용의 로그값), TAX(법인세율의 로그값), DUM(더미 변수), RW(EU 이외 지역 GNP의 로그값).

\* (10% 유의수준), \*\* (5% 유의수준), \*\*\* (1% 유의수준).

† : cross-section test variance invalid.

3) 고정효과(Fixed Effects)에 대한 검증 결과 F값은 8.017로 나타났다. 자유도(10, 150)에 대한 critical value는 약 1.91로 고정효과가 없다는 귀무가설을 기각하게 된다.

4) 확률효과(Random Effects)에 대한 검증으로는 Hausman Test가 있다. 자유도 4에 대한 신뢰도 95%하에서 χ<sup>2</sup>값의 critical value는 9.4877로 나타난다. 따라서 4.610이라는 χ<sup>2</sup>값은 확률효과가 있다는 귀무가설을 기각할 수 없다.

본 분석은 분석대상의 측면에서 전체산업 및 제조업 등 두 가지를 대상으로 실시하였다. 하나는 탄소누출의 가능성(FDI)을 산업 전체적으로 분석한 것이며, 다른 하나는 제조업 측면에서 분석한 것이다. 전산업에 대한 결과는 <표 2>에 제시되어 있으며, 제조업에 대한 결과는 <표 2>에 제시되어 있다. 분석방법으로는 고정효과모형(Fixed Effect Model)과 확률효과모형(Random Effect Model)을 고려하였다. 우선 <표 1>을 보면 4가지 모형을 나타내고 있다. 모형 (I)과 모형 (II)는 생산비용만을 고려한 것이며, 모형 (III)과 모형 (IV)는 생산비용과 시장잠재력 모두 고려한 것이다. 모형 (I)과 모형 (III)에 대한  $R^2$ 는 각각 0.494, 0.508로 모형 (III)에 대한 값이 약간 크게 나타나지만 기본적으로는 큰 차이가 나지 않는다고 할 수 있다. 모형(II)와 모형(IV)에 대한  $R^2$ 의 값은 각각 0.092, 0.102로 모형 (IV)에 대한 값이 약간 크게 나타나지만 이 역시 큰 차이는 아니라고 해석할 수 있다. 즉 모형에서 노동비용만 고려했을 때보다 노동비용과 시장잠재력을 모두 고려하였을 때  $R^2$ 값이 다소 높게 나타나지만 이는 후자 모형이 더 우월하다고 판단하는 어렵다는 것을 나타낸다.

모형 (I)과 모형 (III)에서는 고정효과가 있는 것으로 분석되었으며, 모형 (II)와 모형 (IV)에서는 확률효과가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 확률효과를 중심으로 살펴보면 해외직접투자에 영향을 미치는 요인으로는 이자율과 노동비용이 있으며, 특히 노동비용의 경우에는 1% 유의수준에서 계수값이 유의한 것으로 나타났다. 즉 노동비용이 1%가 증가하면 탄소누출(해외직접투자)가 3.486% 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 시장잠재력을 함께 고려하였을 경우에는 이자율에 대한 계수값만 통계적으로 유의한 결과를 보이고 있다. 모형 (III)에서는 EU지역 이외의 GNP가 1% 증가할 때 해외직접투자가 7.901% 증가하는 것으로 나타나서 해외직접투자의 가장 큰 요인으로 나타났다고 볼 수 있다. 하지만 모형 (IV)에서는 시장잠재력, 즉 EU지역 이외의 GNP가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 세금(Tax)의 경우에는 이상 네 가지



모형 모두에서 통계적으로 유의한 수준에서의 결과를 보이지 않고 있다. 환경비용을 대표하는 더미변수(DUM)는 계수값이 모형 (I), (II), (III), (IV)에서 각각 0.142, 0.011, -0.285, -0.224로 나타났지만 이는 통계적으로 유의한 수준이 되지 못한다. 즉 전산업을 대상으로 분석한 경우, EU배출권거래제 실시에 따른 기업의 비용증가는 탄소누출로 이어지지 않았다고 해석할 수 있다. 즉 EU 배출권거래제가 전산업의 측면에서 해외직접투자와는 직접적인 영향이 없는 것으로 나타나 배출권거래제에 의한 탄소누출의 가능성은 없는 것으로 실증 분석되었다. 이는 전산업의 경우에는 제조업 뿐만 아니라 서비스업도 다양하게 포함되어 있어 탄소누출의 가능성이 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 따라서 탄소집약도가 높지 않는 산업이 다양하게 분포되어 있기 때문에 통계적으로 탄소누출의 가능성을 확인하기 어려운 것으로 분석된다.

그러나 이러한 전체 산업에 대한 연구결과는 제조업의 경우와는 다소 다르게 나타나고 있다. <표 3>는 제조업에 대한 추정 결과를 나타내고 있는데 탄소누출의 가능성을 보여주고 있다. 여기에서도 <표 1>과 마찬가지로 4가지 모형을 상정하고 있다. 모형 (V)과 모형 (VI)는 생산비용만을 고려한 것이며, 모형 (VII)과 모형 (VIII)는 생산비용과 시장잠재력 모두 고려한 것이다. 모형 (V)과 모형 (VII)에서는 고정효과가 있는 것으로 분석되었으며, 모형 (VI)와 모형 (VIII)에서는 확률효과가 있는 것으로 분석되었다. <표 3>의 결과를 보면, 생산비용만 고려하였을 때와 시장잠재력을 함께 고려하였을 때 연구결과가 상이하게 나타나고 있다. 우선 생산비용만 고려한 모형 (V)과 모형 (VI)의 결과를 보기로 하자. 전산업의 경우와 마찬가지로 이자율의 경우에는 해외직접투자를 증가시키는 것으로 나타나고 있다. 노동비용과 법인세의 경우에는 통계적으로 유의한 결과를 보여주지 않고 있다. 환경비용을 대표하는 더미변수(DUM)는 고정효과모형의 경우에는 5% 유의 수준에서, 확률효과모형에서는 10% 유의수준에서 계수값이 유의한 것으로 나타났다. 즉 EU 배출권거래제가 실시된 2005년 이후 제조업의 해외직접투자가 증가한 것으로 나타났다. 제조업의 경우에는 EU배출권거래제 실시에 따른 기업의 비용증가로 탄소누출(해외직

〈표 3〉 배출권거래제와 탄소누출의 연관관계 분석 (제조업)

	(V) Fixed Effects Model	(VI) Random Effects Model	(VII) Fixed Effects Model	(VIII) Random Effects Model
INT	2.142***	2.267***	2.176***	2.317***
LAV	-0.939	1.604	-13.149***	-0.377
TAX	1.886	2.648*	3.942**	3.286*
DUM	1.711**	1.286*	0.718	0.856
RW	-	-	18.342***	4.419
R <sup>2</sup>	0.374	0.128	0.406	0.133
F-value	6.411	5.896	6.790	4.879
Test for Fixed Effects (F value)	4.747** (d.f. 10, 150)	-	5.761** (d.f. 10, 149)	-
Hausman Test( $\chi^2$ value)	-	2.7205)** (d.f. 4)	-	9.7796)** (d.f. 5)

주: LAV(노동비용의 로그값), INT(자본비용의 로그값), TAX(법인세율의 로그값), DUM(더미 변수), RW(EU 이외지역 GNP의 로그값)

\* (10% 유의수준), \*\* (5% 유의수준), \*\*\* (1% 유의수준)

접투자)이 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 이러한 결과는 시장잠재력을 함께 고려하였을 때 통계적으로 유의하지 않는 결과로 나타나고 있다. 모형 (VII)과 모형 (VIII)에서는 이러한 환경더미 변수에 대한 계수값이 통계적으로 유의하지 않게 나타나고 있다. 따라서 제조업의 경우에는 일부모형에서 탄소누출의 가능성이 부분적으로 실증적으로 검증되었다고 할 수 있다. 하지만 시장잠재력이라는 변수를 추가할 때 탄소누출의 가능성이 온전히 검증되지는 않았으므로 이 시점에서 EU 역내 제조업의 경우 EU 배출권거래제로 인한 탄소누출이 온전히 검증되었다고 판단하기는 이르다. 하지만 이와 같이 제조업을 대상으로 한 일부 모형에서 탄소누출의 가능성이 나타난 이유는 제조업의 경우에는 알루미늄, 철강, 자동차, 조선, 전자 등 탄소집약적인 산업을 포함하고 있기 때문이다.

이와 같은 결과는 다음과 같은 사항을 고려해 보았을 때 더욱 중요하다.

첫째, 본 분석대상에서 2005년에서 2007년까지는 EU배출권거래제 시범기

간으로 배출권의 과당할당 문제가 있었다. 따라서 시범기간 초기에 형성된 배출권가격은 2006년 중반 이후부터 가격이 급격히 하락하여 기업들에게 실질적인 비용증가로 이어졌다고 보기는 어렵다. 이러한 사실에도 불구하고 제조업을 대상으로 한 일부 모형에서 탄소누출의 가능성이 확인되었다는 것은 의미가 있다.

둘째, 2008년부터 시작된 EU 배출권거래제 I기는 분석대상기간이 2008년 2009년으로 한정되어 있어, 교토의정서의 이행을 위한 부담이 적절히 반영되었다고는 보기 힘들다. 이는 교토의정서 이행에 대한 부담감이 초기에는 별로 나타나지 않고, 2012년 교토의정서 이행기간이 만료되는 때를 기준으로 각 의무 당사국들이 부담을 가지게 될 것이기 때문이다. 따라서 이러한 분석의 기간이 2010년, 2011년, 2012년 등으로 확장된다면 탄소누출의 가능성은 더욱 커질 것으로 전망된다.

한편 본 분석에서는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 해외직접투자(Ourward FDI)가 실질적으로 일어나는 데는 기업의 비용부담뿐만 아니라 다른 중요한 요소들이 작용할 수 있기 때문이다. 가령 예를 들면 비관세 무역장벽 등이 해외에서의 현지생산을 촉진할 수 있기 때문이다. 본 분석에서는 이러한 측면에 대한 분석이 결여되어 있다. 이와 같이 비관세 무역장벽 등을 계량화하기에는 분석상 어려운 측면이 있다. 또한 기업들은 해외직접투자를 단지 비용상의 측면에서 하는 것이 아니라 해외시장 확보를 위해서 할 수도 있는데 본 분석에서는 단지 EU 지역 이외의 GNP 증가로만 지표를 설정했다는 것이 한계점이다.

---

5) 자유도 4에 대한 신뢰도 95% 하에서  $\chi^2$ 값의 critical value는 9.4877로 나타난다. 따라서 2.720이라는  $\chi^2$ 값은 확률효과가 있다는 귀무가설을 기각할 수 없다.

6) 자유도 5에 대한 신뢰도 95% 하에서  $\chi^2$ 값의 critical value는 11.0705로 나타난다. 따라서 9.779이라는  $\chi^2$ 값은 확률효과가 있다는 귀무가설을 기각할 수 없다.

## IV. 결 론

본 연구는 탄소누출에 대한 다양한 시각에 대해서 살펴보고 그 중의 하나인 해외직접투자와 탄소누출에 대한 연관관계를 제시하였다. 이러한 견해를 바탕으로 EU 11개국을 대상으로 EU 배출권거래제와 탄소누출의 연관관계를 실증적으로 분석하였다.

분석결과, 전산업의 경우에는 EU ETS하에서 탄소누출의 뚜렷한 증거를 확인할 수 없었으나, EU 제조업의 경우에는 일부 모형에서 EU ETS하에서 탄소누출을 일부 확인할 수 있었다.

결론적으로 본 보고서의 연구결과는 우리나라의 배출권거래제도의 설계에 중요한 정책적인 방향을 제시할 것으로 사료된다. 우리나라는 2015년부터 배출권거래제를 본격적으로 실시하기로 하였으며, 현재 온실가스 배출권거래제 시행령이 입법 예고되어 있다. 특히 우리나라의 경우에는 EU와는 달리 산업구조가 에너지 다소비 업종이 다수를 차지하고 있다. 즉 철강산업, 시멘트산업, 석유화학산업, 수송산업 등은 배출권거래제도가 향후에 어떻게 설계되느냐에 따라서 크게 영향을 받는다. 따라서 이러한 업종에 대한 부정적인 영향을 최소화하면서 효과적으로 온실가스를 감축할 수 있는 정책적인 배려가 필요하다. 향후 기후변화대응 차원에서 국내 배출권거래제 도입과 관련하여 다음과 같은 정책적 함의를 제공해 줄 수 있을 것이다.

첫째, 국내 배출권거래제 도입시 국내 산업의 탄소누출의 가능성을 염두에 두고 국가경쟁력 차원에서 제도도입을 신중히 고려해야 할 것이다. EU의 경우에는 우리나라보다는 경제발전단계가 앞선 지역으로 탄소누출의 가능성이 상대적으로 우리나라에 비해서 적을 것으로 예상되에도 불구하고 실증분석결과 탄소누출의 가능성이 일부 모델에서 확인되었다. 특히 우리나라는 EU국가에 비해서 철강, 석유화학, 자동차, 전자 등 에너지다소비 업종이 국내 GDP에서 차지

하는 바 크다. 특히 이들 산업들은 수출위주의 산업으로 국내 탄소비용이 기업의 실질적인 부담으로 작용할 때에는 중국, 인도 등 인근 아시아지역으로 생산 활동이 이전할 가능성이 크다. 이미 POSCO와 같은 회사는 인도와 중국 등지에 생산기반을 마련해 놓은 상황에서 배출권거래제 등으로 국내에서의 환경비용 부담이 증가할 경우 국내 생산 능력을 줄이고 해외 생산 능력을 증산시키는 방향으로 향후 투자가 이루어질 전망이다. 따라서 온실가스 저감 비용을 줄일 수 있는 다양한 정책적 조합이 필요할 것으로 사료된다. 이러한 온실가스 저감비용 축소를 위한 조치로는 배출권 가격 제한, 배출권 할당량의 저축(Banking) 및 대부(Borrowing), 총량제한배출권거래제(grandfathering)에서의 무상할당(Free Allocation), 상쇄(Offsets) 등 여러 가지 형태가 있을 수 있다. 최근 EU에서의 정책은 배출권거래제에서의 무상할당이 가장 큰 역할을 하고 있으며, 그 외에도 배출권 할당량의 저축(Banking) 및 대부(Borrowing) 등을 통해서 가격조절을 하고 있다. 따라서 국내에서는 배출권거래제 초기에 기업들의 부담을 최소화하는 차원에서 무상할당의 비율을 산업별로 유연하게 제시하는 정책적인 배려가 필요하다.

둘째, 배출권거래제가 본격적으로 도입되기에 앞서 국내 기업들에 대한 탄소누출의 가능성에 대한 다각적인 분석이 전제되어야 할 것이다. 배출권거래제 시범사업 등을 통하여 국내 기업들의 배출권거래제에 대한 유연한 안착이 될 수 있을지에 대해서도 주기적인 모니터링이 필요하다. 이를 위해서는 EU 배출권거래제 등에서 제시된 무역집약도와 탄소집약도를 객관화하여 지표로 활용하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

셋째, 부문별 접근법을 통하여 2012년 이후 기후변화 체제에 대한 참여를 확대하는 것도 탄소누출을 방지할 수 있는 한 방법이다. 부문별 접근법은 다양한 방법을 통해서 이루어지고 있다. 감축 잠재량을 측정하거나, 시범사업을 공유하거나, 지역과 국가별로 벤치마킹을 하거나 연구개발, 국제정책협력 등 여러 가지가 있을 수 있다. 그리고 이러한 다양한 부문별 접근법은 협약의 형태를 취할 수도 있다. 예를 들면 같은 부문에 속한 기업들 간의 협약 등의 형태이다.

대표적인 것은 WBSCD Cement Sustainable Initiative(CSI)의 시멘트 부문 협약이다. 국제적인 수준에서 특정부문의 온실가스 감축은 배출권거래제에 따른 경쟁력 문제를 해결할 수 있으며, 잠재적으로는 탄소누출을 저하시킨다. 하지만 부문별 접근법은 당초에 탄소누출 대응정책으로 마련되지는 않았기 때문에, 탄소누출과 연관되어서는 다양한 정책적인 배려가 필요하다.

넷째, 장기적으로는 산업구조조정을 통한 온실가스 감축이 더욱 진전되어야 할 것이다. 다른 선진국과 비교해 보더라도 산업구조조정에 의한 온실가스 감축은 상대적으로 저조한 실정이다. 경제성장이 진행될수록 산업은 에너지저소비형 저탄소산업으로 전환해 나가겠지만 정부에서 이러한 산업구조조정이 보다 원활히 이루어질 수 있도록 인센티브 위주의 지원정책이 필요할 것이다. 그리고 산업을 더욱 고부가가치산업으로 전환하여 생산액 대비 탄소배출량을 줄이는 방안도 모색되어야 할 것이다. 그러나 이러한 산업구조조정은 10년, 20년 장기간에 걸쳐서 일어나므로 장기적인 산업구조조정에 대한 계획이 수반되어야 할 것이다.

### ◎ 참 고 문 헌 ◎

1. 녹색성장위원회, 2010, “배출권거래제 요소별 운영관리체계 및 기본계획 수립 연구”.
2. 박광수, 녹색성장시대의 에너지가격정책, 한국경제학회 세미나(새로운 경제전략 녹색성장: 성공을 위한 핵심과제), 토론 자료, 2011. 6.
3. 박호정, “배출권 가격 불확실성을 고려한 기업의 환경투자 실험업선 연구”, 『경제학연구』, 제53집 제4호, 2005, pp. 173~199.
4. 박호정, 배출권거래제의 경제적 영향 분석, 한국경제학회 세미나(새로운 경제전략 녹색성장: 성공을 위한 핵심과제), 토론 자료, 2011. 6.
5. 이선화, 배출권거래제의 경제적 비용과 제도적 문제점, KERI Insight, 2010.
6. 오진규, 에너지부문의 기후변화 대응과 연계한 녹색성장 전략연구: 녹색성장 정책수단의 효과분석, KEEL, 경제·인문사회연구회 녹색성장 종합연구 총서 10-02-40, 2010.

7. 이상엽, 최경식, 온실가스 감축을 위한 부문별 책임할당방안 연구, 환경정책연구 8(4): 171~198, 2009.
8. 산업연구원, 온실가스 배출권거래제도 도입이 주요 산업의 경쟁력에 미치는 영향 연구, 산업연구원, 2010. 12.
9. Demailly D. and P. Quirion, 2008a, "European Emission Trading Scheme and competitiveness: A case study on the iron and steel industry," Energy Economics, 30, pp. 2009~2027.
10. Demailly, D. and P. Quirion, 2008b, Leakage from Climate Policies and Border Tax Adjustment: Lessons from a Geographic Model of the Cement Industry, forthcoming in Roger Guesnerie and Henry Tulkens, editors, The Design of Climate Policy, papers from a Summer Institute held in Venice, CESifo Seminar Series, Boston: The MIT Press.
11. Demailly D. and P. Quirion, 2007, Changing the Allocation Rules for EU Greenhouse Gas Allowances: Impact on Competitiveness and Economic Efficiency, Congrès de l'Association française de science économique, September.
12. Demailly, D. and P. Quirion, 2006, CO<sub>2</sub> abatement, competitiveness and leakage in the European cement industry under the EU-ETS: grandfathering vs. output-based allocation, Climate Policy, 6(1), August, pp. 93~113.
13. Gielen, D. and Y. Moriguchi, 2002. CO<sub>2</sub> in the Iron and Steel Industry: an Analysis of Japanese Emission Reduction Potentials. Energy Policy, 30: 849~863.
14. OECD, 2003, Environmental Policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments. Non Classifié, COM/ENV/EPOC/DAFFE/FCA(2002)68/FINAL.
15. OECD, 2008, Issues Behind Competitiveness and Carbon Leakage, Focus on Heavy Industry, IEA Information Paper, Paris.
16. Peters G. P., J. C. Mint, C. L. Weber, and O Edenhoper, 2011 "Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008," PNAS, 108(21): 8903~8908.
17. Ponssard, J.-P. and N. Walker, 2008, EU emission trading and the cement sector: a spatial competition analysis, March, University College Dublin and Ecole Polytechnique, Paris.
18. Reinaud, J., 2008, Climate policy and carbon leakage-Impacts of the European emissions trading scheme on aluminium, IEA Information Paper, Paris.

19. \_\_\_\_\_, 2007, CO<sub>2</sub> Allowance and Electricity Price Interaction-Impact on Industry's Electricity Purchasing Strategies in Europe. IEA Information Paper, Paris [http://www.iea.org/textbase/papers/2007/jr\\_price\\_interaction.pdf](http://www.iea.org/textbase/papers/2007/jr_price_interaction.pdf).
21. \_\_\_\_\_, 2005a, Industrial Competitiveness under the European Union Emissions Trading Scheme. IEA Information Paper, IEA/OECD, Paris [http://www.iea.org/textbase/papers/2005/Industrial\\_Competitiveness.pdf](http://www.iea.org/textbase/papers/2005/Industrial_Competitiveness.pdf) 113.
22. \_\_\_\_\_, 2005b, The European Refinery under the EU Emissions Trading Scheme-Competitiveness, Trade flows and Investment Implications, IEA Information Paper, IEA/OECD, Paris.
23. \_\_\_\_\_, 2003, Emissions Trading and its Possible Impacts on Investment Decisions in the Power Sector, IEA Information Paper, IEA/OECD, Paris.
24. [www.europa.eu](http://www.europa.eu).

접수일(2012년 5월 7일), 수정일(2012년 9월 3일), 게재확정일(2012년 9월 7일)