

온실가스 배출 감축이 한국경제와 에너지산업에 미치는 영향 — CGE모형을 사용한 경제적 분석 —

임 재 규*

〈차 례〉

- | | |
|-----------------|------------|
| I. 서 론 | IV. 분석 결과 |
| II. 분석모형-KORTEM | V. 요약 및 결론 |
| III. 정책 시나리오 | |

I. 서 론

1997년 기후변화협약 제3차 당사국총회에서 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택함으로써, 선진국(부속서 I 국가)들에게 온실가스(greenhouse gas)의 배출 감축의무가 할당되었다. 이에 따라, 개발도상국등의 비부속서 I 국가들도 온실가스의 감축 노력에 동참해야 한다는 요구와 압력이 증가하고 있는 실정이다. 선

* 에너지경제연구원.

발 개도국인 한국의 경우에, 의무부담 동참에 대한 압력의 강도가 더욱 거세지고 있는 상황이다. 따라서 향후 기후변화협약에서 온실가스 감축 의무부담을 받을 경우를 대비하여, 의무부담에 따른 경제적 비용을 최소화하며 온실가스의 배출을 감축할 수 있는 효과적인 국내 정책 및 조치들의 조합(package) 개발을 필요로 하고 있다. 온실가스 배출 감축을 위한 국내 정책 및 조치로서, 배출권 거래나 탄소/환경세, 보조금 같은 경제적 유인제도에서 자발적 협약, 에너지공급 시스템의 변화, 에너지절약 교육 등까지 매우 다양하고 포괄적인 방법들이 존재하는데, 이러한 다양한 유형의 정책수단들 중에서 온실가스 감축 목표를 달성하는데 따른 경제적 비용을 최소화할 수 있는 각종 정책수단들의 적절한 조합을 개발하는 것이 매우 중요할 것이다.

정책수단들 중에서 가장 흔히 인용되고 제안되는 수단은 탄소세이다. 탄소세는 많은 국가에서 온실가스 배출을 감축하는데 핵심적인 또는 보조적인 정책수단으로 가장 널리 사용되고 있지만, 탄소세의 부과로 인하여 국내 경제활동이 위축되고 소비자 후생이 감소한다는 경제적 비용으로 인하여, 여러 개발도상국들은 온실가스 저감을 위한 정책수단으로서 탄소세를 도입하는데 회의적인 입장이다. 이러한 경제적 비용을 줄이는 방안으로서, 탄소세의 세수환원(tax revenue recycling) 방안에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. Goulder (1994, 1995), Bovenberg and Goulder (1996), Böhringer and Rutherford (1997), Parry *et al.* (1999), 그리고 Goulder *et al.* (1999) 등의 많은 연구들이 탄소세를 통한 세수입을 정액 이전(lump-sum transfer)하는 방안과 기존의 왜곡된(distortional) 세금의 세율을 인하하는 방안에 대하여 비교 분석하였는데, 후자의 방안이 탄소세의 경제적 비용을 상대적으로 많이 감소시킬 것으로 보였다. 탄소세의 세수환원에 관한 중요한 쟁점은 세수환원이 환경질을 향상시키고, 탄소세의 경제적 비용을 감소시키는 이중배당(double dividend)을 실현할 수 있는가에 대한 의문인데, Bovenberg and de Mooij (1994)의 이론적인 연구에서는 이중배당에 대한 가능성에 대해 회의적이며, Bovenberg and Goulder (1996) 경험적인 분석이 이러한 이론적 분석의 결과를 뒷받침하고 있다.

탄소세뿐만 아니라 배출권거래제 또한 온실가스 감축을 위한 국내 정책수단으로서 많이 거론되고 있다. Montgomery (1972), Hahn and Noll (1982), O'Neil *et al.* (1983), Maloney and Yandle (1984), Hanley and Moffat (1993), Fisher *et al.* (1996), 그리고 Chang and Cho (2000)를 포함한 여러 연구들이 배출권거래제가 온실가스 배출량 목표를 달성하는데 비용 효과적인 정책 수단인 것으로 보고 있다. 그러나, 저감비용은 배출권거래 시장형태, 배출권의 초기 할당 등 배출권거래의 유효성을 결정하는 요소들에 의하여 크게 영향을 받는다 (Chang and Cho, 2000). 특히, 배출권의 초기 할당을 무상분배 (grandfathering) 또는 경매(auction)하는 경우에 배출권거래제도의 비용효과성이 달라짐이 강조되고 있다. 또한, 배출권의 경매를 통해 얻어지는 정부수입을 환원(recycling)하는 방법에 따라 배출권거래제의 비용효과성이 크게 영향을 받게 된다. 탄소세의 경우와 마찬가지로, 경매수입 환원의 이중배당 실현가능성도 중요한 쟁점사항이다.

본 연구는 탄소세의 세수환원과 배출권의 초기 할당에 대한 다양한 가정하에서, 한국이 온실가스 배출 감축을 위한 수단으로 탄소세 또는 배출권거래제를 도입할 경우 발생하는 파급효과를 비교 분석하였다. 또한 세수입 또는 경매수입을 환원할 경우 이중배당이 한국에서 실현될 수 있는지에 대한 분석도 동시에 실시하였다. 분석을 위해, 본 연구는 에너지경제연구원에서 개발된 일반균형계산(CGEM)모형인 KORTEM(Korea Trade Environment Model)을 사용하였다.

II. 분석모형 - KORTEM¹⁾

KORTEM은 일국(one country)의 무역정책 및 기후변화협약을 포함하는 환경정책에 대한 분석을 위해 에너지경제연구원에서 개발되었다. 본 모형은 에너

1) KORTEM의 이론적 구조 및 방정식 체계에 대한 자세한 내용은 저자에게 문의 바란다.

지부문을 중심으로 한 다부문(multi sector) 동태적(dynamic) 일국(one country) 모형으로서, 에너지 및 환경관련부문의 정책이슈에 대한 경제적 영향 분석에 사용되고 있다. 본 모형은 또한 에너지·환경관련 정책 이외에 무역 및 투자자유화 등의 대외 경제정책과 일반 경제정책 등에 대해 자체모형의 신축적 수정을 통하여 응용되고 있다.

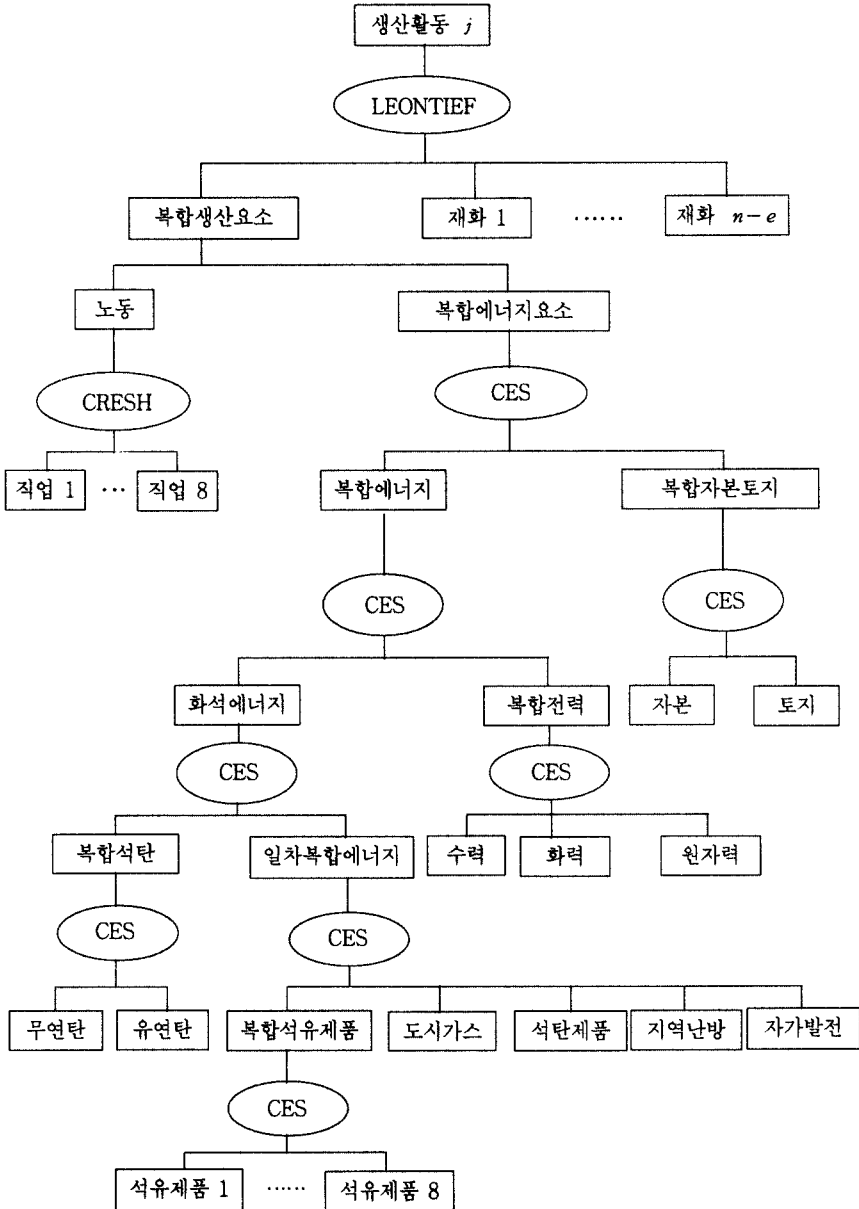
KORTEM은 103개의 산업으로 구성되어 있으며, 생산되는 재화 및 용역은 생산, 최종수요(가계 및 정부), 투자 및 해외 부문에 사용된다. 분석의 정확도를 높이기 위하여, 103개의 산업에는 에너지부문이 19개로 세 분류되어 있으며, 생산된 재화 및 용역을 생산지에서 사용자에게 전달시키는데 사용되는 마진서비스(도·소매업 및 수송서비스 등)가 10개로 구분되어 있다. 마진서비스는 네 가지의 수송마진 서비스—철도, 도로, 해운 및 항공—를 포함하고 있다. 수송마진 서비스간에는 일관대체(intermodal substitution)가 존재한다. 즉, 주어진 각 수송마진서비스의 공급능력, 가격수준, 서비스간의 대체성 등에 의하여 각 서비스의 혼합체가 결정되어 주어진 각 경제주체의 수송서비스 수요가 충족된다.

KORTEM에서 각 산업의 생산자는 경쟁적(competitive)이며 효율적(efficient)이다. 경쟁적인 생산자에게는 모든 투입물과 생산된 재화의 가격이 외생적으로 주어지며, 효율적인 생산자는 주어진 생산활동 수준에서 비용최소화라는 조건을 만족시키는 중간재 및 본원적 생산요소의 조합을 선택한다. 한편, 각 산업은 각종 에너지를 포함하는 국내재와 수입재, 각 타입의 노동과 토지 및 기타 본원적 요소들을 투입하여 여러 가지 재화를 생산한다. 다양한 종류의 투입과 생산을 포괄하는 모형을 쉽게 기술할 수 있도록 하기 위하여, KORTEM은 일련의 분리가능성에 관한 가정을 도입하여 <그림 1>과 같은 다중적 생산구조(nested production structure)로 가정하고 있다.²⁾

KORTEM에는 대표적 가계(representative household)와 정부가 존재하며, 대표적 가계는 모든 본원적 생산요소—노동, 자본, 토지—를 소유하고, 그에

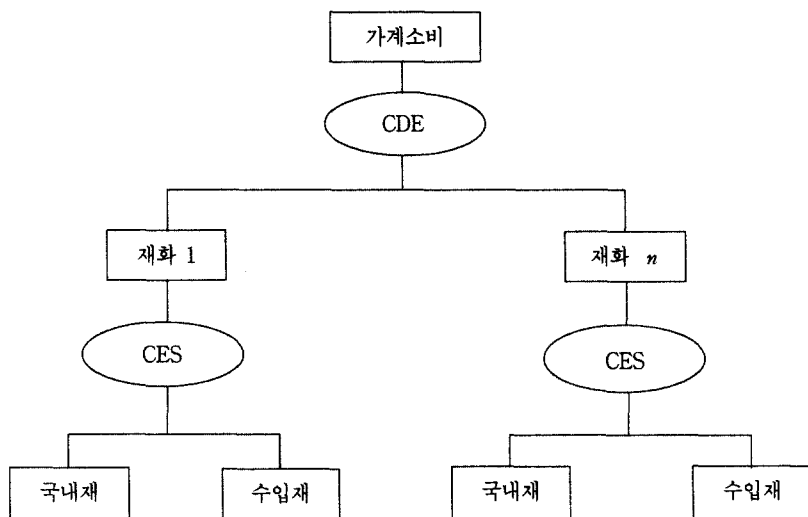
2) 국내재와 수입재는 불완전 대체관계(ie., Armington Elasticity)를 가정하였다.

〈그림 1〉 KORTEM의 생산구조



임 재 규

〈그림 2〉 KORTEM의 가계수요 구조



대한 보수를 받는다. 따라서, 본원적 생산요소에 대한 보수는 가계에 귀속되며, 가계의 총소득은 본원적 생산요소 수입과 정부의 이전지출로 구성되어 있다. <그림 2>에 나타난 바와 같이, 가계수요는 가계의 두 단계의 비용극소화 문제의 해로부터 얻게 된다. 각 재화별 국내재와 수입재의 수요는 CES함수에 의해 구성되며, 각 재화의 가계수요는 Constant Difference of Elasticity (CDE) 지출함수에 의해 구성되어 있다.

한편, 정부는 각종 세금(소득세 및 간접세)의 징수를 통하여 정부지출을 위한 재원을 충당하며, 정부지출과 세수입의 차이에 따라 정부의 재정상태가 결정된다. 정부의 수입은 기본적으로 국산 및 수입 상품의 국내유통에 대한 간접세, 수입상품에 대한 관세, 가계소득에 대한 직접 소득세, 그리고 기타 간접세 수입으로 구성되고, 탄소세 도입시 탄소세 수입이 추가된다. 정부지출은 정부의 제품에 대한 소비지출과 가계에 대한 이전지출로 구성된다.

정부소비재는 국내재와 수입재가 CES함수에 의해 구성되며, 각 정부소비재

는 Leontief함수에 의해 구성된다. 따라서 각 정부소비재의 소비는 정부의 전체 소비 변화에 비례하여 변화한다. 한편, 고정자본의 형성에 사용되는 자본재는 국내재와 수입재가 CES함수에 의해 구성되며, 각 고정자본재는 Leontief함수에 의해 구성된다.

KORTEM에서는 또한 다단계 생산구조에서 어떤 단계에서라도 특정(biased) 또는 중립(neutral)의 기술변화가 내생적 또는 외생적으로 변화할 수 있도록 되어 있으며, 외생적 기술발전은 The Induced Innovation Hypothesis (Hanslow and Hinch, 1998)를 근거로 모형화되었는데, 본 가설에 의하면 특정(biased) 기술변화는 상대가격의 변화를 초래하여 상대적으로 비싸진 생산요소의 사용을 감소시킨다.

KORTEM에서는 생산자, 가계, 정부, 수출 그리고 수입부문의 각각에 대한 재화 및 서비스 가격의 구매자가격, 기본가격, f.o.b 수출가격 및 c.i.f. 수입가격 등을 구분하고 있다. 구매자가격은 기본가격, 탄소세 등을 포함하는 각종 간접세 그리고 마진비용을 합산한 것으로 결정하였다. 일반 간접세는 기본가격에 대한 증가세의 형태로 방정식이 구성되어 있다.

주어진 생산가능변환함수로부터 가격이 주어지면, 각 산업은 이윤을 극대화하는 생산량을 결정하게 된다. 이렇게 생산된 상품의 공급이 주어진 가격하에서 최적화 결과에 따라 결정된 각 부문에서의 수요와 일치하면 일반균형이 완성된다. KORTEM에서는 국내재와 수입재의 수요공급에 따른 시장균형방정식과 본원적 생산요소의 수요공급에 따른 시장균형방정식을 포함하고 있다. 예를 들어, 국내에서 생산된 각 재화의 공급량은 그 재화에 대한 총수요량과 일치하여야 한다. 총수요는 ① 생산에서의 중간투입 수요, ② 투자수요, ③ 가계소비수요, ④ 수출수요, ⑤ 정부소비수요, ⑥ 마진수요 등으로 구성되는데, 마지막의 마진수요는 해당 재화가 10가지의 마진상품에 해당될 경우에만 유효하다. 노동의 경우, 8개의 각 직업별 수요와 공급이 균형을 이루는 노동시장 균형 방정식이 포함된다.

KORTEM은 온실가스의 감축을 위한 국내 정책수단으로서 탄소세와 배출권

거래를 모형화하였다. 탄소세의 경우 발생하는 탄소의 양에 따라 부과되는데, 본 모형에서는 외생적으로 주어진 탄소세하에서 경제 및 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하거나, 주어진 온실가스의 배출목표하에서 이를 달성하기 위한 탄소세의 세율이 내생적으로 결정되도록 모형화하였다. 또한 본 모형에서의 탄소세율은 specific tax rate와 ad valorem tax rate 모두를 모형화하였다. 국내 배출권거래제의 경우, 주어진 배출권의 국내거래를 통하여 주어진 국내 배출 목표수준을 달성하도록 모형화하였는데, 각 경제주체의 배출권거래 참여의 유무에 따라 신축적으로 분석할 수 있도록 하였다. 한편, 탄소세에 의한 세수입 그리고 배출권거래의 경매를 통한 수입의 환원에 대한 분석이 용이하도록 모형을 구성하였다. 본 모형에서는 교토의정서에서 규정한 여섯 가지 온실가스 중에서 국내 배출량에 대한 정확한 자료의 부족으로 이산화탄소(CO₂), 메탄가스(CH₄), 아산화질소(N₂O)의 배출량 자료만을 사용하고 있다.³⁾

KORTEM은 각종 거시경제 변수의 내생적 변화를 분석할 수 있도록 되어 있다. 먼저 국내총생산은 생산 및 지출 부문에서 동시에 계산된다. 생산부문의 국내총생산은 총부가가치와 각종 간접세수입의 합으로 계산된다. 반면, 지출부문 국내총생산은 소비, 투자, 정부구매 그리고 무역흑자(= 수출 - 수입)의 합으로 계산된다. 그리고 이러한 두 부문의 국내총생산은 초기 데이터베이스에서 그 규모가 일치하여야 하며, 모형을 시뮬레이션할 경우, 각 기간에 정확히 같은 비율로 증감하여야 한다. 같은 비율로 변화하지 않을 경우, 데이터베이스 또는 모형에 오류가 발생한 것이다.

KORTEM은 동태적 분석을 위하여 각 생산부문의 투자활동을 통한 고정자본의 내생적 축적 과정을 모형화하였으며,⁴⁾ 또한 일국의 경제발전단계에 따른 일인당 소득 및 출생·사망률의 변화를 이용한 demographic module을 채택하여 인구의 변화를 내생화하였다. 인구변화는 또한 연령 및 남녀인구 변화로 세

3) 온실가스 배출량에 대한 자세한 내용은 산업자원부·에너지경제연구원(2000)을 참조하시오.

4) 고정자본의 축적과정은 일반적으로 사용하는 $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$ 의 형태를 취하고 있다.

분화되어 노동시장의 노동공급을 내생적으로 변화게 하였다. 한편, KORTEM은 국내·외 저축, 투자 및 국내총생산에 대한 세분화된 분석을 통하여 외채의 축적 과정을 분석하도록 되어 있다. KORTEM에서는 특정년도에 발생하는 외채는 동년도의 총투자에서 총저축과 정부재정흑자를 차감한 금액이며, 이는 바로 전년도까지의 총외채에 합해져, 동년도 말까지의 총외채가 계산되도록 되어 있다. 총외채에 대한 이자지급은 고정된 국제 자본시장 이자율에 총외채를 곱한 금액이다. KORTEM은 또한 생산 및 지출 부문의 국민총생산을 내생적으로 변화시키며, 이를 통하여 국제수지 또한 내생적으로 변화하도록 되어 있다. 따라서 본 모형에서 각 시물레이션 기간마다 국제수지는 항상 균형을 유지하도록 되어 있다.

KORTEM은 한국은행에서 발표한 우리 나라의 1995년도 투입산출표, 마진표, 고정자본형성표 등을 기초 데이터베이스로 사용하고 있으며, 간접세등의 기타 필요한 자료들은 각종 연구자료 및 국내 연구기관들의 내부자료들을 참고하여 데이터베이스를 구축하였다. KORTEM에서는 모형의 구조상 여러 가지 종류의 모수를 사용하는데, 이들 모수의 값은 여러 가지 국내 계량분석 연구결과들과 손양훈·신동천(1996), 신동천(1999), Dervis *et al.*(1982), Horridge, Parmenter and Pearson(1993), McDougall(1998) 등 연산일반균형계산모형을 이용하여 우리 나라 및 호주의 경제를 대상으로 한 연구에서 사용된 값들을 참조하였다.⁵⁾

Ⅲ. 정책 시나리오

다양한 정책수단의 파급효과를 분석하기 위하여, 본 연구는 산업과 가정을

5) KORTEM의 풀이에 이용되는 소프트웨어는 General Equilibrium Modeling Package (GEMPACK)이다.

〈표 1〉 온실가스 감축 정책수단 도입 시나리오

시나리오	정책수단	정부수입의 환원 및 배출권의 초기 할당
시나리오 1	탄소세	세수입 환원 없음
시나리오 2		세수입 환원(소득세 삭감)
시나리오 3	배출권거래제	무상분배
시나리오 4		경매, 경매수입 환원 없음
시나리오 5		경매, 경매수입 환원(소득세 삭감)

포함한 모든 온실가스 배출원이 2010년까지 2000년도의 90% 수준으로 배출량을 감축한다고 가정한다.⁶⁾ 배출 저감 목표치를 달성함에 있어 한국 정부는 경제적 비용을 최소화하기 위하여 정책수단을 도입한다는 것을 가정한다. 본 연구는 또한 모든 배출원이 2010년 목표치를 도달할 때까지 점차적으로(gradually) 배출량을 저감하다고 가정한다.

본 연구에서 온실가스 배출을 감축하기 위한 두 가지 주요한 정책 수단으로 탄소세를 통한 개별적 감축(independent abatement)과 국내 배출권거래제를 분석대상으로 한다. 탄소세 부과를 통한 개별적 감축의 경우, 탄소세에 의한 조세 수입의 환원에 따라 다시 두 가지 시나리오로 분류된다. 배출권거래제도의 경우에는, 먼저 배출권의 초기 할당방법을 기준으로 무상분배와 경매로 구분하고, 경매의 경우에는 다시 경매수입의 환원방법에 따라 다시 두 가지 정책시나리오로 구분한다.

정책수단의 도입에 의해 추가적으로 발생하는 정부 수입 — 탄소세 수입 또는 배출권 경매수입 — 은 정부 재정지출을 확대하거나 정부 수입을 중화(neutralize)하

6) 이와 같은 가정이 우리 나라가 실제적으로 감축할 수 있는 목표인지는 본 연구에서는 논하지 않는다. 다만, 이러한 목표달성을 통해 발생하는 경제적 파급효과를 정책도입 시나리오 간의 상호 비교분석만을 실시한다.

는데 사용될 수 있다. 정부 수입의 중화를 통하여, 정책수단 도입에 따른 추가 수입을 가계에 정책 이전하거나 소득세나 각종 간접세 등의 세율을 인하하여 기존의 조세왜곡(tax distortion)을 시정하는 방향으로 사용될 수 있는 것이다. 그 동안의 연구는 일반적으로 정부 수입의 절대금액이 정책도입 이전의 수준에서 계속 유지된다는 가정하에 정부 수입 환원의 효과를 분석하였다. 그러나, 이러한 방법은 장기 실증분석을 실시하는 경우에는 비현실적이다. 왜냐하면, 정부 예산의 크기는 경제의 규모등 여러 요인으로 시간이 경과함에 따라 변해야 하기 때문이다. 그러므로, 본 연구는 국내총생산에 대한 정부재정 흑자(혹은 적자)의 비율이 정책수단의 도입 바로 전의 수준에서 유지시키는 방법으로 실증분석을 실시하였다.

본 연구에서는 각 정책시나리오별 실증분석의 결과를 비교하기 위하여, 먼저 기준안(reference case)을 설정하고 기술한 다섯 가지의 정책 시나리오를 대상으로 파급효과를 기준안과 비교하는 방법으로 분석을 실시하였다.

IV. 분석 결과

1. 탄소세 부과시 파급효과

본 절에서는 온실가스 감축을 위하여 탄소세의 부과를 통해 각 온실가스 배출원이 개별적 감축을 실시할 경우 나타나는 파급효과를 분석하였다. <표 2>는 탄소세 수입의 환원에 대한 세 가지의 가정하에 개별적 감축을 할 경우, 한국의 경제에 미치는 파급효과에 대한 실증분석 결과를 나타내고 있다.

탄소세에 의한 세수입의 환원이 없이 정부지출에 사용될 경우, 온실가스의 개별적 감축은 2010년에 기준안대비 실질 GNP를 2.7%, 실질 GDP를 2.8% 감소시킬 것으로 예측된다. 실질 GNP의 감소폭이 실질 GDP의 경우보다 낮은 것

임 재 규

〈표 2〉 온실가스의 개별적 감축이 경제에 미치는 파급효과,
2010년, 기준안대비 % 변화

	세수입 환원 없음 (시나리오 1)	소득세 삭감 (시나리오 2)
실질 GNP	-2.70	-3.90
실질 GDP	-2.80	-2.88
가계 가처분 소득	-9.12	-3.41
온실가스 배출량	-40.89	-40.89
한계저감비용(천원/탄소톤)	392.64	372.52

은 우리 나라의 외채가 감소함에 따라 해외 이자 지불액이 감소하기 때문이다. 세수입이 소득세 삭감을 통해 환원될 경우에, 오히려 경제적 비용이 증가할 것으로 예측된다. 실질 GDP와 GNP가 2010년에 기준안대비 3.90%, 2.88%씩 감소할 것으로 나타났다. 이는 세수입의 환원이 한국의 경우에 결코 온실가스 감축에 의한 경제적 비용을 낮추는 역할을 하지 못할 것이라는 것을 의미한다. 즉, 이중배당(double dividend)이 탄소세의 경우에 한국에서는 실현될 가능성이 희박하다. 이와 같은 결과는 탄소세 부과를 통해 조달되는 추가 세수입을 정부의 일반회계로 편입시켜 정부지출 및 투자의 재원으로 사용하는 것이 오히려 세수입을 소득세 삭감을 통해 환원하는 방법보다 우리 나라가 지불해야 할 경제적 비용을 상대적으로 낮춘다는 것을 의미한다.

세수입 환원이 없는 경우, 온실가스 배출 감축을 위한 한계저감비용(marginal cost of abatement)은 탄소 톤당 39만 2,640원으로 세수입 환원의 경우보다 높을 것으로 예측되었다. 이는 세수입 환원시 한계저감비용이 낮은 것은 가계부문에서 부담해야 할 한계저감비용이 상대적으로 많이 낮기 때문으로 가계의 가처분 소득이 기준안대비 약 3.4% 감소하여 세수입 환원이 없는 경우보다 감소폭이 좁기 때문이다.

〈표 3〉에서는 온실가스의 개별적 감축시, 한국의 산업별 생산활동에 미치는

온실가스 배출 감축이 한국경제와 에너지산업에 미치는 영향

〈표 3〉 개별적 감축이 산업별 생산에 미치는 파급효과,
2010년, 기준안대비 % 변화

	세수입 환원 없음 (시나리오 1)	소득세 삭감 (시나리오 3)
농업, 임업, 어업	-4.75	-3.31
광업	-3.86	-6.81
음식 및 음료	-8.14	-4.78
섬유 및 가죽	4.36	1.39
나무 및 종이	-7.24	-5.98
석탄제품	-13.94	-15.71
석유제품	-43.36	-45.81
화학제품	-8.88	-8.69
비금속광물	3.77	-2.50
일차금속제품	-6.33	-12.69
가공금속제품	-8.91	-11.74
기계 및 장비	-2.89	-9.37
전자 및 전기기구	55.75	25.14
기타 제조업	-9.09	-10.16
전력	-7.02	-6.60
가스	-24.90	-22.97
수도 및 열공급	-4.67	-0.52
건설	-6.82	-7.88
도소매업	-6.44	-4.70
수송	-33.83	-33.35
서비스	-9.92	-3.31

파급효과에 대한 실증분석 결과를 보여 주고 있다. 에너지산업과 에너지집약산업의 생산활동이 상당히 위축되는 반면, 온실가스 배출과 직접적 관계가 없는 산업의 경우에는 오히려 생산활동이 확대될 것으로 예측된다. 예를 들어, 세수입 환원이 없는 경우에 석유제품의 생산은 2010년에 기준안대비 무려 43.36% 감소하는 반면, 전기 및 전기장비의 생산은 오히려 55.75% 증가할 것으로 예측

된다.

세수입 환원이 없는 경우, 석탄, 석유제품, 가스의 생산이 2010년에 기준안대비 각각 13.94%, 43.36%, 24.90%씩 감소하는 반면, 전력부문의 생산은 다른 에너지산업보다 작게 기준안대비 7.02%의 생산 감소를 기록할 것으로 예측된다. 이와 같이 전력부문의 생산감소 폭이 작은 것은, 온실가스 감축 노력에 의해 전력생산이 수력 및 원자력으로 연료대체가 이루어질 수 있기 때문이다. 한국에서 가장 중요한 온실가스 배출원인 수송부문에서는 기준안대비 33.82%의 생산감소가 발생할 것으로 예측된다. 생산활동에서의 에너지집약도가 낮은 섬유, 비금속, 전기, 전기장치 산업들의 경우, 오히려 생산활동이 기준안대비 확대될 것으로 예측되는데, 이는 이들 산업의 온실가스 한계저감비용이 다른 에너지집약산업의 경우보다 낮기 때문이다. 상대적으로 낮은 한계저감비용으로 인하여 이들 산업의 생산비용이 다른 에너지집약산업보다 상대적으로 낮은 폭으로 증가하여 소비자가격도 낮은 폭으로 증가한다. 결국 에너지집약제품에서 이들 에너지비집약 제품들로 생산자와 소비자의 수요가 전환하게 되어 이들 산업의 생산활동이 확대되는 것이다.

세수입이 환원될 경우, 농업, 가스, 수도 및 열 공급과 같은 가계소비와 밀접한 관련이 있는 산업의 생산이 세수입 환원이 없는 경우보다 낮은 폭으로 감소할 것으로 예측된다. 이는 세수입 환원으로 인하여 가계소득이 세수입 환원이 없는 경우보다 상대적으로 높기 때문이다. 석탄 및 석유 제품의 생산은 세수입 환원이 없는 경우와 비교해서 상대적으로 많이 감소할 것으로 예측된다.

2. 배출권거래시 파급효과

<표 4>는 배출권거래제 도입시 경제적 파급효과에 대한 실증분석 결과를 보여 주고 있다. 개별적 감축의 경우와 비교해 볼 때, 배출권거래제의 도입은 온실가스 배출 감축을 위해 부담해야 할 한계저감비용을 낮추며, 온실가스 감축에 따른 경제적 비용도 줄일 것으로 예측된다. 개별적 감축의 경우에는 감축비용의

온실가스 배출 감축이 한국경제와 에너지산업에 미치는 영향

〈표 4〉 배출권거래제 도입시 경제에 미치는 파급효과,
2010년, 기준안대비 % 변화

	무상분배 (시나리오 3)	경매 수입환원 없음 (시나리오 4)	경매 소득세 삭감 (시나리오 5)
실질 GNP	-1.45	-1.45	-2.00
실질 GDP	-1.54	-1.54	-1.70
가계 가처분 소득	-4.44	-4.43	-1.36
온실가스 배출량	-40.89	-40.89	-40.89
한계저감비용(천원/탄소톤)	200.24	200.18	199.31

수준에 관계없이 배출원 개별적으로 온실가스를 감축해야 하지만, 배출권거래제 도입될 경우에는 배출권거래를 통하여 한계저감비용을 낮출 수 있기 때문이다. 즉, 특정 산업이 온실가스 감축을 위해 부담해야 할 한계저감비용이 배출권의 시장가격보다 높을 경우 그 산업은 개별적으로 온실가스 배출을 감축하기보다는 배출권시장에서 배출권을 구매하는 것이 비용 효과적이다. 반면, 배출권의 가격이 상대적으로 높을 경우, 개별적 감축을 시행하면서 배출권을 시장에서 매도하는 것이 더욱 효과적이다. 이러한 배출권거래를 통해 각 산업의 배출저감비용이 같아지고, 배출권의 시장가격이 배출저감비용과 같아질 때까지 거래가 계속되는 것이다.

배출권을 경매를 통하여 할당하지만 경매수입 환원이 없을 경우에 경매수입은 정부지출을 증가시키는 역할을 한다. 이러한 경우, 온실가스 감축에 의한 경제적 비용이 배출권을 무상분배하는 경우와 비슷할 것으로 예측된다. 실질 GNP가 2010년에 기준안대비 1.45%, 실질 GDP가 1.54% 감소할 것으로 예측된다. 온실가스의 한계저감비용은 탄소 톤당 약 20만 원 정도가 될 것으로 예측된다. 배출권의 무상분배는 배출원의 자산증가를 의미하는데, 이는 산업의 생산과 가계의 소득을 증가시키는 역할을 한다. 반면에 경매수입이 환원되지 않을 경우에, 경매수입은 정부재정을 향상시켜 정부지출을 증가시키는 역할을 한다.

임 재 규

〈표 5〉 배출권거래시 산업별 생산에 미치는 파급효과,
2010년, 기준안대비 % 변화

	무상분배 (시나리오 3)	경매 수입환원 없음 (시나리오 4)	경매 소득세 삭감 (시나리오 5)
농업, 임업, 어업	-2.64	-2.63	-2.16
광업	-3.90	-3.90	-6.62
음식 및 음료	-3.85	-3.85	-2.41
섬유 및 가죽	1.09	1.09	0.40
나무 및 종이	-3.43	-3.42	-3.25
석탄제품	-28.05	-28.04	-30.96
석유제품	-34.95	-34.94	-35.08
화학제품	-4.12	-4.10	-5.72
비금속광물	1.54	1.53	-2.62
일차금속제품	-8.64	-8.63	-13.80
가공금속제품	-4.34	-4.34	-6.96
기계 및 장비	-1.51	-1.51	-5.86
전자 및 전기기구	28.65	28.64	14.94
기타 제조업	-4.96	-4.96	-6.23
전 력	-4.69	-4.69	-4.45
가 스	20.81	20.81	22.80
수도 및 열 공급	-0.89	-0.89	0.95
전 설	-3.74	-3.74	-4.56
도소매업	-3.69	-3.68	-2.91
수 송	-31.98	-31.98	-32.00
서 비 스	-4.87	-4.87	-1.57

따라서 시나리오 3과 시나리오 4의 경우에 한국의 거시경제에 미치는 파급효과
의 크기와 방향에서 유사한 결과를 낳게 되는 것이다.

실증분석 결과에 의하면, 배출권 경매를 통해 발생하는 경매수입을 환원하는
경우가 경매수입을 환원하지 않는 경우보다 온실가스 감축에 의한 경제적 비용

온실가스 배출 감축이 한국경제와 에너지산업에 미치는 영향

을 오히려 증가시킬 것으로 예측된다. 경매수입의 환원이 가계의 가처분소득을 경매수입의 환원이 없는 경우보다 증가시키는 역할을 하더라도, 이러한 효과가 경매수입이 없을 경우의 경제적 비용을 줄이지 못하는 것이다. 이러한 결과들을 종합해 보면, 개별적 감축의 경우에서와 같이 배출권거래제도하에서 배출권의 경매를 통한 경매수입의 환원이 이루어지더라도 이중배당과 같은 효과는 발생하지 않을 것으로 예측된다.

<표 5>는 배출권거래제도가 도입될 경우에 각 산업의 생산활동에 미치는 파급효과를 보여 주고 있다. 먼저, 개별적 감축의 경우와 비교하여 산업의 생산활동에 미치는 파급효과의 폭이 좁을 것으로 예측된다. 그러나 개별적 감축의 경우와 마찬가지로 에너지산업과 에너지집약산업의 생산활동에 미치는 파급효과는 다른 산업에 미치는 파급효과보다는 클 것으로 예측된다.

배출권을 무상분배할 경우, 석탄제품과 석유제품의 생산은 2010년에 기준안 대비 각각 28.05%와 34.95%씩 감소할 전망이다. 그러나 전력생산은 기준안 대비 4.69% 감소하는 수준에서 그칠 전망이다. 석유제품과 깊은 관련이 있는 수송부문의 경우에는 생산이 기준안대비 31.98% 감소할 전망이다. 타 에너지관련 산업과 달리, 배출권거래제 도입시 가스산업의 생산이 기준안대비 약 20~30% 증가할 것으로 예측되는데, 이와 같은 결과는 근본적으로 가스산업의 온실가스 한계저감비용이 타 에너지산업과 비교하여 상대적으로 낮기 때문에 나타나는 결과이다. 낮은 한계저감비용으로 인하여 온실가스 감축으로 인해 발생하는 제품 생산비용의 인상폭이 타 에너지산업의 경우보다 좁기 때문에, 배출집약도가 높은 석탄 또는 석유 제품에서 상대적으로 배출집약도가 낮은 가스로의 에너지 소비 대체가 발생하게 되는 것이다. 결과적으로, 배출권거래제하에서는 가스산업의 한계저감비용이 다른 산업들의 한계저감비용과 같은 수준에 도달할 때까지 가스의 생산이 계속 증가하게 된다. 한편, 생산의 증가폭이 개별적 감축의 경우보다 좁지만, 섬유, 전자 및 전기기구 등 에너지의 집약도가 낮은 제품의 생산수준은 기준안대비 여전히 증가할 것으로 예측된다.

V. 요약 및 결론

향후 기후변화협상이 타결될 경우, 다음의 중요한 쟁점사항은 한국을 포함한 개발도상국의 온실가스 감축 의무부담에 관한 것이다. 교토의정서상에 구속적인 감축의무가 없더라도, 한국은 온실가스 배출 감축을 위한 국제적인 노력에 참여하도록 국제사회로부터 보다 많은 압력을 받을 것으로 예상된다. 만약 한국이 어떠한 형태로든 구속적인 온실가스 감축 의무부담을 받을 경우, 한국경제는 구조적인 큰 변화 속에 친숙하지 않은 경제·사회적 환경 변화를 맞이하게 될 것이다.

따라서, 본 연구는 온실가스 감축으로 인한 경제적 비용을 최소화할 수 있는 온실가스 감축 국내 정책수단에 대한 분석을 실시하였다. 각종 연구 및 분석에서 가장 많이 거론되고 있는 탄소세부과를 통한 개별적 감축과 국내 배출권거래제를 주요 정책수단으로 설정하고, 동 정책수단들이 도입될 경우 한국경제 및 산업의 생산활동에 미치는 파급효과를 비교분석하였다. 특히, 온실가스 감축으로 인해 발생하는 경제적 비용을 낮추기 위해서 많이 거론되고 있는 정부의 수입환원(revenue recycling)의 방법론에 대한 여러 가정하에 발생하는 파급효과를 분석하여, 정부의 수입환원이 한국의 경제상황에서 이중배당(double dividend)을 실현할 수 있는가에 대한 검토도 이루어졌다.

일반균형계산모형을 이용한 실증분석 결과, 탄소세 부과를 통해 온실가스 배출원이 개별적으로 온실가스를 감축할 경우가 배출권거래제를 도입하는 경우보다 온실가스 감축의 경제적 비용이 상대적으로 높을 것으로 예측되었다. 이와 같은 결과가 나타난 것은, 개별적 감축의 경우에는 각 배출원의 온실가스 한계저감비용 수준에 관계없이 배출원 개별적으로 온실가스를 감축해야 하지만, 배출권거래가 도입될 경우에는 배출권거래를 통하여 한계저감비용을 낮출 수 있기 때문이다. 따라서, 온실가스의 비용 효과적인 감축을 위한 정책수단의 하나

로서 국내 배출권거래제의 도입을 적극적으로 검토해야 할 것으로 판단된다. 그러나, 현실적으로 온실가스 감축을 위한 한 가지 정책수단이 단독으로 도입될 경우 많은 문제점이 발생할 가능성이 농후하다. 따라서 각종 정책수단들의 특성이 최대한 반영될 수 있는 방향으로 정책 포트폴리오가 개발되어야 하는데, 정책 포트폴리오의 중심 축으로 국내 배출권거래제를 도입함으로써 온실가스를 비용 효과적으로 감축할 수 있을 것으로 판단된다.

◎ 참고 문헌 ◎

1. 산업자원부 · 에너지경제연구원, 「기후변화협약 및 교토의정서 대응전략 연구」, 제1차년도, 2000.
2. 손양훈 · 신동천, 「연산일반균형모형의 개발」, 에너지경제연구원, 1996.
3. 신동천, 「국제무역의 연산균형분석」, 세경사, 1999.
4. Böhringer, C. and T. F. Rutherford, "Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: A General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 32, 1997, pp. 189~203.
5. Bovenberg, A. L., "Environmental Taxes and the Double Dividend," *Empirica*, Vol. 25, No. 1, 1998, pp. 15~35.
6. _____ and R. A. de Mooij, "Environmental Taxes, International Capital Mobility, and Inefficient Tax Systems: Tax Burden vs. Tax Shifting," *International Tax and Public Finance*, 1994, pp. 7~39.
7. _____ and L. H. Goulder, "Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General-Equilibrium Analysis," *The American Economic Review*, Vol. 86, No. 4, 1996, pp. 985~1000.
8. Chang, H. and G. Cho, "Auction vs. Grandfathering in Emission Trading: A Test on Korean Economy," A Paper Presented at the 23rd IAEE Annual International Conference,

- 2000.
9. Dervis, K., de Melo, J. and S. Robinson, *General Equilibrium Models for Development Policy*, Cambridge University Press, New York, 1982.
 10. Fisher, B. S., Barrett, S., Bohm, P., Kuroda, M., Mubazi, J. K. E., Shah, A. and R. N. Stavins, "An Economic Assessment of Policy Instruments for Combatting Climate Change," in J. P. Bruce, H. Lee and E. F. Haites (eds.), *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge University Press, 1996, pp. 397~439.
 11. Goulder, L. H., "Energy Taxes: Traditional Efficiency Effects and Environmental Implications," in J. M. Poterba (ed.), *Tax Policy and the Economy*, MIT Press, 1994, pp. 105~158.
 12. _____, "Effects of Carbon Taxes in an Economy with Prior Tax Distortions: An Intertemporal General Equilibrium Analysis," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 29, 1995, pp. 271~297.
 13. _____, Parry, I. W. H., Williams III R. C. and D. Burtraw, "The Cost-effectiveness of Alternative Instruments for Environmental Protection in an Second-best Setting," *Journal of Public Economics*, Vol. 72, 1999, pp. 329~360.
 14. Hahn, R. W. and R. Noll, "Designing a Market for Tradeable Emissions Permits," in *Reform of Environmental Regulation* edited by W. A. Magat, Ballinger, Cambridge, MA, 1982.
 15. Hanley, N. and Moffat, "Efficiency and Distribution Aspects of Market Mechanism in the Control of Pollution: An Empirical Analysis," *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 40, 1993, pp. 69~87.
 16. Hanslow, K. and M. Hinch, "The Induced Innovations Hypothesis in General Equilibrium Modelling: A Greenhouse Application," *Paper Presented to First Annual Conference on Global Economic Analysis*, Purdue University, 1998.
 17. Horridge, J. M., Parmenter, B. R. and K. R. Pearson, "ORANI-F: A General

- Equilibrium Model of the Australian Economy,” *Economic and Financial Computing*, Vol. 3, No. 2, 1993, pp. 71~140.
18. Maloney, M. T. and B. Yandle, “Estimation of the Cost of Air Pollution Control Programs,” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 11, 1984, pp. 244~263.
19. McDougall, R, Elbehri, A. and T. P. Truong (eds.), *Global Trade, Assistance, and Protection: the GTAP 4 Data Base*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, Indiana, 1993.
20. Montgomery, W. D., “Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs,” *Journal of Economic Theory*, Vol. 5, 1972, pp. 395~418.
21. O’Neil, W., David, M., Moore, C. and E. Joeres, “Transferable Discharge Permits and Economic Efficiency: the Fox River,” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 10, 1983, pp. 346~355.
22. Parry, I. W. H., “Pollution Taxes and Revenue Recycling,” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 29, No. 3, 1995, pp. S64~77.
23. _____, Williams III R. C. and L. H. Goulder, “When Can Carbon Abatement Policies Increase Welfare? The Fundamental Role of Distorted Factor Markets,” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 37, 1994, pp. 52~84.
24. Timilsina, G. R. and R. M. Shrestha, “A General Equilibrium Analysis of Carbon Tax in a Developing Country under Alternative Schemes of Tax Revenue Use: Case of Thailand,” a paper presented at the 23rd IAEE Annual International Conference, 2000.

ABSTRACT

The Impacts of Greenhouse Gas Abatement on Korean Economy and Energy Industries: An Economic Analysis Using a CGE Model

Jaekyu Lim

This paper analyzed what kind of institutional scheme for domestic policy instruments to reduce GHG emissions are desirable for Korea in complying with the international efforts to mitigate climate change, by focusing on independent abatement (equivalent to the imposition of carbon tax) and domestic emission trading. It also examined the economic and environmental implications of recycling the government revenue created from implementation of those policies.

By utilizing a dynamic CGE model, this study shows that the economic cost under independent abatement is projected to be higher than that under emission trading. It is because under independent abatement scheme each emitter in economy must meet its emission target regardless of the abatement cost. On the other hand, emission trading allows emitters to reduce the marginal cost of abatement through trading of emission permits. In designing future domestic policies and measure to address the climate change problem in Korea, therefore, this study proposes the introduction of domestic emission trading scheme as the main domestic policy instrument for GHG emission abatement. In terms of double dividend, in addition, this study shows that both independent abatement and emission trading schemes under various assumption on the revenue recycling may not generate the double dividend in Korea.