

배출권거래제의 국제적 적용이 한국산업과 무역에 미치는 효과

오경수
한국지방세연구원 연구위원

The effect of international linkage of emissions trading markets on Korean industries

Kyungsoo Oh^a

^aKorea Institute of Local Finance, Seoul, South Korea

Received 31 January 2022, Revised 25 February 2022, Accepted 26 February 2022

Abstract

In this study, I focus on analyzing how the effects of implementing ETS are different depending on whether Korean ETS linking with carbon markets in other countries. The global computable general equilibrium (CGE) model built in this study analyzes the changes in the production and trade of industrial sectors according to the international linkage of ETS compared to the reference scenario of emissions reduction targets and implementation of ETS. From the analysis of international linkage of carbon markets scenarios, Annex B countries-South Korea carbon market linkage with individual ETS in China worse the economic outcomes in South Korea the most. This means South Korea lose the international competitiveness compared to China in this scenario. On the other hand, Annex B-China carbon market linkage with Korean individual ETS implementation reduce the decreases in production and trading. The most effective way is to join a global emissions trading market with China. The results are consistent in most industries of South Korea. These results are caused by that the supply of emission allowance is increased and the price of emissions allowances is dropped by China's participation to the carbon market, which can be understood to reduce the carbon reduction cost for industrial sectors. In addition, it can be also concluded that the determinant of the negative impact of ETS on changes in production and trade is more sensitive to the price of emissions allowances than to the characteristics of production and trade structure.

Keywords: Climate Change, Korean ETS, International Linkage, Post-2020

JEL Classifications: F10, F18, F64, Q56

^a First Author, E-mail: ksoh@kilf.re.kr

I. 서론

우리나라와 같이 대외 무역의존도가 높은 산업구조를 지닌 국가가 주요 무역상대국에 비하여 강도 높은 온실가스 감축정책을 시행한다는 것은 산업부문의 국제경쟁력을 위협하는 부작용을 수반할 수 있다. 온실가스 감축정책은 결국 산업부문에 생산비용의 부담을 상승시키며, 이는 국제시장에서 국내 생산품의 가격경쟁력을 저하시키는 결과를 낳는다는 것은 자명한 사실이다. 그러나, 2015년 신기후체제(Post-2020)로의 전환은 개도국을 포함하는 모든 국가가 의무적으로 감축목표를 설정하고 달성해야 하는 새로운 국제시장의 환경변화를 가지고 왔으며, 우리나라는 이에 따라 배출권거래제를 도입하였다.

적극적인 온실가스 감축정책이 우리나라 산업에 미치는 부정적 영향에 대한 우려는 국내 연구결과로도 명확히 제시되었다. Kim, Su-Yi et al.(2010)은 배출권거래제가 도입되는 경우 의무 감축수준이 높아질수록 생산량 및 투자의 감소가 더욱 증가함을 파악하였다. 이와 함께 업종별로 미치는 영향을 살펴보게 되면 에너지 다소비업종인 석유화학, 철강의 부가가치 감소가 가장 크게 나타나는 것으로 나타났다. 이에 반하여 상대적으로 에너지를 적게 사용하는 소비재 업종에서는 부가가치가 BAU 대비 오히려 증가하는 것으로 결론지었다. 이에 앞서, Kim, Yong-Gun and Chang, Ki-Bok(2008)은 해외 배출권시장과 함께 국내 정책수단으로서 배출권거래제가 도입될 경우, 탄소세에 비하여 수출 물가가 감소하고, 수입 물가는 상승함에 따라 교역조건은 악화되고 1차 에너지 소비 감소에 비해 총에너지 소비 감소가 낮게 나타난다는 것을 밝혔다. 이는 국내 온실가스 감축정책으로서 배출권거래제 도입은 탄소세에 비하여 석탄, 가스, 정유 등 에너지산업의 생산량을 감소시키는 반면 전력산업의 생산량은 크게 증가시키는 결과를 가져오기 때문으로 설명하였다.

본 연구에서는 온실가스 감축정책의 도입이 더 이상 불가피한 상황에서 배출권거래제의 국제적 연계 시나리오가 산업부문의 생산 및 무역에 미치는 영향을 업종별로 정량적인 분석을

하고자 한다. 온실가스 감축목표의 설정과 국내 배출권거래제 시행으로 인하여 산업부문의 국제경쟁력 측면의 부정적 파급효과를 완화하기 위한 효과적 대응방안으로 배출권 거래시장의 연계를 제시하고, 그 효과를 분석한 선행연구는 다수이다. Cho, Kyeong-Yeop et al.(2006)의 연구에서는 국가 간의 배출권 거래가 허용되는 경우가 개별 이행의 경우보다 GDP 손실이 적은 것으로 나타났다. 이는 배출권거래제가 시장을 기반으로 한 감축정책이므로 거래 가능성과 빈도가 높은 국제 배출권 거래시장 존재하는 것이 개별적으로 이행하는 경우보다 시장이 더욱 효율적이기 때문이라고 보았다. Kim, Chung-Sil and Lee, Sang-Ho(2004)는 다국가-다부문 동태 일반균형모형을 구축하여 국제 온실가스 배출권거래제 도입이 한국 경제 및 환경에 미치는 영향을 분석하였다. 특히 미국의 국제 배출권 거래시장의 참여 여부를 시나리오 상정한 점이 특징이다. 우리나라의 경우 경제구조가 무역 의존적이고 미국과의 교역 비중이 높기 때문에 미국의 온실가스 감축으로 경제가 침체할 경우 우리나라의 수출이 감소하여 영향을 크게 받을 것으로 보았다. 그러나 에너지 다소비 산업의 비중이 높은 우리나라의 경제구조에서는 기술개발 및 대체에너지로 에너지 효율 향상을 가져오게 되면 GDP 감소폭을 줄일 수 있는 것으로 분석하였다. 산업부문의 생산변화는 에너지 수요가 감소하여 화석연료 및 에너지산업의 산출이 감소하는 것으로 나타났다. 특히 탄소함유량이 가장 높은 석탄의 산출 감소가 가장 크게 나타났고, 다음으로 전력과 석유제품의 순으로 분석되었다. 하지만 우리나라 철강업의 경우 외국에 비해 에너지집약도가 상대적으로 낮기 때문에 온실가스 감축에 따라 철강업의 국제경쟁력이 상승하여 산출이 증가하는 것으로 분석하였다. 또한, 분석 시나리오에서 우리나라의 에너지 다소비 산업의 온실가스 감축비율이 선진국에 비해 상대적으로 낮게 설정되어, 국제경쟁력이 상대적으로 상승함으로써 수출이 증가하고 이로 인하여 생산량도 함께 증가하는 것으로 파악되었다. Suh, Jeong-Meen(2010)은 다양한 탄소시장 연계시나리오를 구성하고 시나리오별 효과를 분

석하여 우리나라와 상대국 모두에게 이득이 되는 연계조합을 밝히고자 하였다. 분석 결과에서 우리나라가 단독으로 배출권거래제를 시행하여 온실가스 감축 목표를 달성하는 경우에 비하여 Annex B 국가들(미국, EU, 일본)과 배출권 거래시장을 연계할 경우 경제적으로 부정적인 파급효과가 더욱 큰 것으로 나타났다. 이는 우리나라가 Annex B 국가들에게 배출권을 판매하는 역할을 하는 입장이 되기 때문에 자체감축 목표보다도 더욱 과도하게 감축활동을 하게 되는 가능성을 마주하게 되고, 그에 따라 주요 생산부문에 있어 생산이 위축되고, GDP 감소폭이 더욱 크게 나타나는 것으로 분석하였다. 그러나, 전 세계적으로 배출권거래제를 실시하는 경우에는 우리나라가 상대적으로 낮은 비용으로 감축목표를 달성할 수 있어서, 자체적인 감축활동에서 나타나는 부정적인 결과를 크게 완화할 수 있음을 확인하였다.

이러한 기존 연구들에서 밝히고 있는 바와 같이 국제 탄소시장의 연계는 우리나라가 배출권거래제 시행으로 인하여 직면할 수 있는 산업부문 국제경쟁력의 상실과 무역장벽 도입 등 다양한 국제 무역시장의 환경변화에 대한 대응책으로 고려되고 분석되어왔음을 알 수 있다. 본 연구에서는 신기후체제(Post-2020)로 기후체제가 전환됨에 따라, 전세계에서 높은 배출량 비중을 차지하고 있으며, 무역집약도가 높은 산업구조를 갖는 중국이 기존의 Annex B 국가들과 우리나라와 함께 온실가스 감축목표를 설정하고, 감축정책을 시행하게 되는 국제 환경의 변화를 배출권 거래시장의 연계시나리오에 반영하여 그 영향을 분석하고자 한다. 이러한 연계 시나리오의 분석결과는 배출권거래제의 독자적 실행과, 국제적 연계실행 간의 파급효과를 비교할 수 있을 뿐 아니라 국제적 연계를 도입할 경우, 상대 국가의 산업구조의 특성, 배출량, 배출권 가격 등에 따른 우리나라 산업 부문에 미치는 영향의 결정요소들을 추가적으로 파악할 수 있다는 점에서 연구의 기여점을 찾을 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문은 다음과 같이 구성하고 있다. II장에서 분석모형인 글로벌 연산가능일반균형(CGE) 모형을 부문별로 구축하고, III장에서는

분석을 위한 시나리오 구성요소들에 대한 설명과 중국을 포함한 배출권거래제의 국제적 연계에 대한 세 가지 분석 시나리오를 제시한다. 마지막으로 시나리오 분석결과를 통하여 Annex B 국가 및 중국과의 배출권 거래시장의 연계여부가 미치는 영향을 상호비교하고, 연계 시장의 특성에 따라 우리나라 산업부문에 미치게 될 영향의 결정요인을 도출하고자 한다.

II. 분석모형

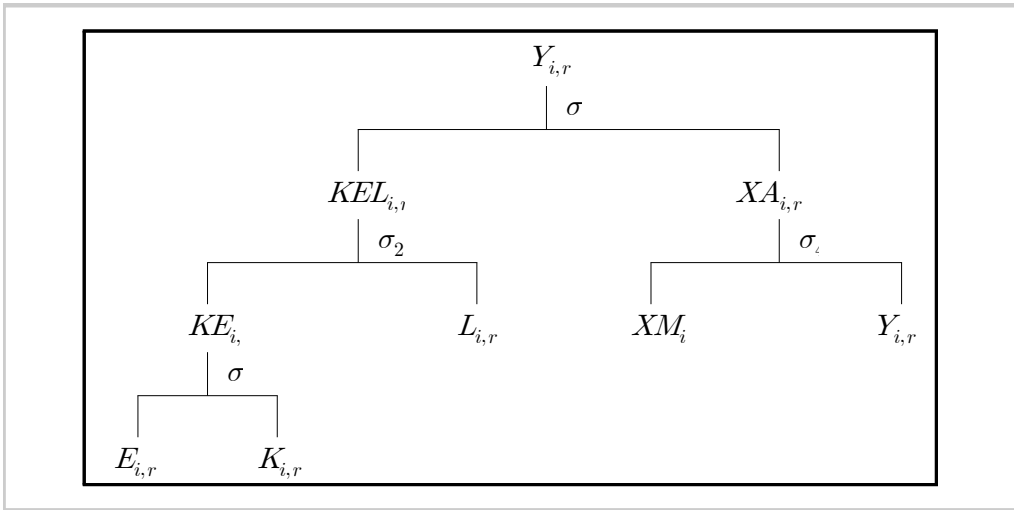
1. 연산가능일반균형(CGE) 모형 구축

이 절에서는 연구에 사용된 분석모형에 대하여 설명한다. 이 연구에는 다국가·다업종 연산가능 일반균형(CGE) 모형을 구축하여 사용하였다. CGE 모형은 경제주체의 최적화 행위와 재화 및 생산요소의 흐름을 방정식 체계로 나타내어 모든 시장의 균형을 계량적으로 도출하는 모형이다. 각 경제 내의 생산부문에서는 생산요소(자본, 노동 등)와 중간재를 사용하여 최종재화를 생산한다. 생산부문의 소득은 생산비용(생산요소와 중간재 구매)과 세금을 납부하는 데 사용되어 영의 이윤을 달성한다. 가계는 생산부문으로부터의 소득을 소비와 저축의 형태로 지출한다. 정부는 세금을 통하여 수입을 얻고, 이를 정부지출과 가계이전에 사용한다.

국내 시장의 총 공급은 국내 생산재화와 수입재화로 이루어진다. 국내 생산재화의 일부는 수출로 분배되고, 나머지 국내 생산재화는 수입재화와 함께 중간재와 최종소비재(가계소비, 정부지출, 투자지출)로 소비된다. 정부는 수입재화에는 수입세를, 수출품에는 수출세를 부과하며, 이는 지역별·업종별로 차등과세 된다. 지역 간 무역에 수반되는 수송비 역시 지역별·업종별 차이가 존재한다. 수송비는 재화 수출국의 운수산업 판매수입의 일부로 포함하였다.

글로벌 CGE 모형은 국내 생산과 소비 간의 균형과 함께 국가 간 거래에서도 균형이 형성되도록 설계된다. 따라서 균형에서 전 세계의

Fig. 1. Structure of Production



총 공급과 수요는 서로 일치하게 된다. 불균형 상태에서는 시장에서 가격조정 과정을 거쳐서 청산되고, 균형으로 수렴하게 된다. 생산요소 시장에서도 마찬가지로 시장 메커니즘을 통하여 수요와 공급이 일치하는 균형상태에 도달하게 된다. 이 연구에 사용된 부문별 구조를 살펴보면 다음과 같다.

1) 산업부문 생산구조

지역별·산업별 최종재화는 <Fig. 1>에 나타난 생산요소복합(노동, 자본¹⁾, 에너지)과 중간재복합 단계를 거쳐 생산된다. r 지역에 위치한 i 산업에서 생산되는 최종재화($Y_{i,r}$)는 (1) 같은 생산구조를 가지며, 이는 모든 지역과 산업의 최종재화에 동일하게 적용된다고 가정한다.

$$Y_{i,r} = [\alpha KEL_{i,r}^\rho + (1 - \alpha) XA_{i,r}^\rho]^\frac{1}{\rho} \quad (1)$$

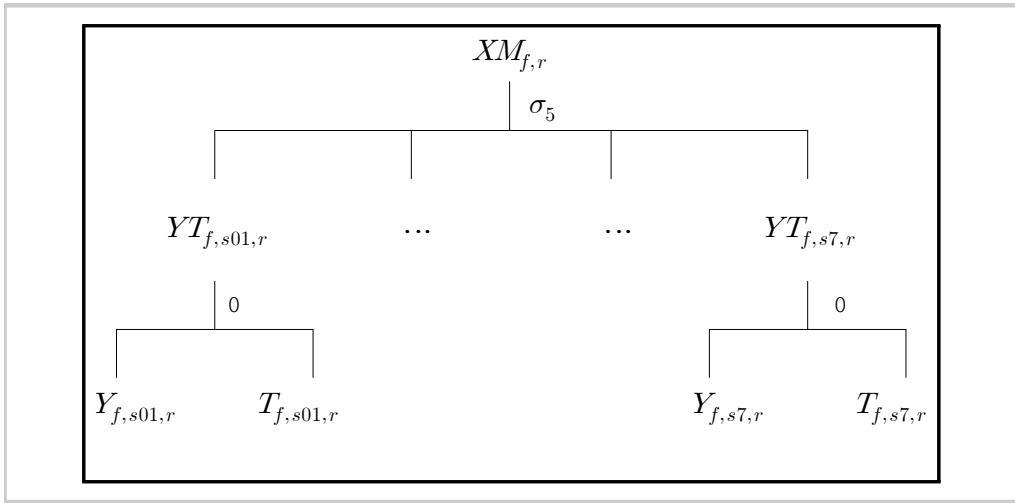
여기서 $KEL_{i,r}$ 와 $XA_{i,r}$ 는 r 지역 i 생산부문에 투입된 생산요소복합재화와 중간재복합

재화를 의미한다. $\frac{1}{1-\rho}$ 는 생산요소복합재화와 중간재복합재화 간의 대체탄력성을 의미하며, α 는 두 복합재화가 차지하는 비중을 나타내는 모수이다. 가중치 모수 (α)는 모형 캘리브레이션 단계에서 지역별·산업별로 도출되어 적용된다. 대체탄력성 모수(ρ) 역시 산업마다 다른 값을 갖지만, 두 모수 모두 서술상의 편의를 위해 수식에서 모두 동일하게 표시하기로 한다. 생산된 최종재화 $Y_{i,r}$ 는 수출재화와 국내소비재화로 전환된다.

(1)에서 보이는 바와 같이, 생산함수에서 생산요소복합재화와 중간재복합재화에 대한 생산성(productivity) 변수는 포함되어 있지 않다. 본 연구는 기술력 등 생산성은 변화하지 않는 정태적 모형을 기반으로 하고 있다. 단기적으로 온실가스 감축목표 설정과 배출권거래제의 시행은 생산부문에 있어서 외생적으로 주어진다 고 볼 수 있기 때문에 생산성(productivity) 변화를 고려하지 않을 수 있다. 하지만, 장기적인 관점에서 생산부문은 생산효율, 기술력 발전 등을 통하여 동태적 균형을 찾아간다는 점을 고려할 수 있으며, 이 부분은 본 연구에서 구현하지 않고 있음을 밝힌다.

1) 이 모형에서는 모형의 단순화를 위하여 자본(K)은 사회계정행렬의 생산요소 중에서 토지를 자본(K)에 합산하여 사용하였다.

Fig. 2. Armington Composite of Imported Goods



생산요소복합재화 $KEL_{i,r}$ 는 자본·에너지 복합재화 $KE_{i,r}$ 와 노동 $L_{i,r}$ 이 (2) 같은 CES 함수로 구성되고, 자본·에너지 복합재화 역시 (3)과 같은 CES 함수 형태로 구성된다.

$$KEL_{i,r} = [\alpha KE_{i,r}^\rho + (1 - \alpha)L_{i,r}^\rho]^\frac{1}{\rho} \quad (2)$$

$$KE_{i,r} = [\alpha K_{i,r}^\rho + (1 - \alpha)E_{i,r}^\rho]^\frac{1}{\rho} \quad (3)$$

여기서 $K_{i,r}$ 와 $E_{i,r}$ 는 r 지역 i 산업에 투입된 자본과 에너지 복합재화를 의미한다. 에너지 복합재화는 다음 절에서 자세히 서술한다.

r 지역 i 산업에 투입되는 중간재복합재화 $XA_{i,r}$ 는 수입중간재 $XM_{i,r}$ 와 국내에서 생산된 중간재화로 이루어진다. 수입중간재 $XM_{i,r}$ 는 (4)와 같이 각 지역으로부터 수입되는 중간재화가 서로 간에 불완전 대체관계를 통해 결합한 형태이다.

$$XM_{i,r} = \left[\sum_{s=1}^7 \alpha_s (Y_{f,s,r} + T_{f,s,r})^\rho \right]^\frac{1}{\rho} \quad (4)$$

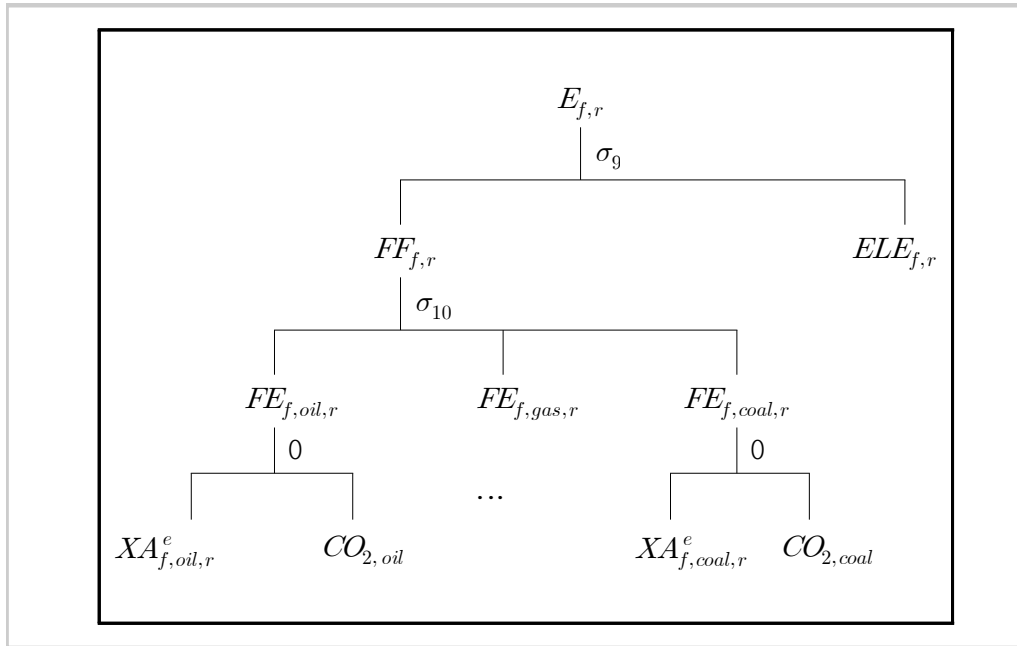
각 지역에서 수출되는 중간재화는 지역별·재화별로 운송비가 수반된다. 이때 운송서비스는 지역별·재화별로 고정되어 있다고 가정하여, 각 지역에서 수출되는 재화($Y_{f,s,r}$)에 대하여 고정된 운송비($T_{f,s,r}$)를 지불하는 형태이다. 이렇게 각 지역에서 지역별·재화별로 수출된 중간재화가 결합하여 r 지역 i 산업에 투입된 수입중간재가 되며, 이는 국내에서 생산된 중간재화와 불완전대체관계를 통해 (5)와 같이 최종 중간재복합재화가 형성된다.

$$XA_{i,r} = [\alpha XM_{i,r}^\rho + (1 - \alpha)Y_{i,r}^\rho]^\frac{1}{\rho} \quad (5)$$

2) 에너지부문 복합재화

에너지복합재화 $E_{i,r}$ 는 전력 에너지와 비전력 에너지로 나누어지고 비전력 에너지는 이산화탄소를 배출하는 화석연료의 복합재화로 구성된다. 화석연료의 복합재화는 국내에서 생산된 화석연료와 해외에서 수입한 화석연료의 복합재화로 구성되며, 산업(i), 가계(c), 정부(g) 부문에서 생산요소로 사용된다. 각 부문에서 사용되는 에너지복합재화는 에너지원별 대체

Fig. 3. Structure of Energy Composite



탄력성은 다르지만 (Fig. 3)과 같이 동일한 생산함수 형태를 가정하였다.

비전력 에너지 $FE_{f,fe,r}$ 는 석탄, 석유제품, 천연가스를 포함하며, 연료별 소비량에 비례하여 이산화탄소를 배출한다. 배출량은 화석연료별 배출계수로 고정되어 있기 때문에, 화석연료 소비량($XA_{f,fe,r}^e$)과 이산화탄소는 (6)과 같이 레온티에프 결합 형태로 표현할 수 있다.

$$FE_{f,fe,r} = \min [XA_{f,fe,r}^e, CO_{2,fe,r}] \quad (6)$$

화석연료 소비량($XA_{f,fe,r}^e$)의 위첨자 e 는 에너지 효율 향상을 반영한 유효에너지 수요를 의미한다.

즉, $XA_{f,fe,r}^e = aeei_{f,fe,r} \times XA_{fe,r}$ 로서 에너지 효율 향상모수 $aeei_{f,fe,r}$ 는 연료별, 산업별로 차이가 있으나, 시간에 따른 변화는 없다고 가정하였다.

(Fig. 3)에서 보이듯 이산화탄소와 결합된

화석연료(석유, 가스, 석탄)는 서로 CES 함수 형태로 복합되어 비전력 에너지복합재화 $FF_{f,r}$ 를 생산하게 된다.

$$FF_{f,r} = \left[\alpha_1 FE_{f,oil,r}^\rho + \alpha_2 FE_{f,gas,r}^\rho + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) FE_{f,coal,r}^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (7)$$

마지막으로 비전력복합재화($FF_{f,r}$)는 전력 복합재화($ELE_{f,r}$)와 복합되어 최종에너지복합재화($E_{f,r}$)를 생산한다.

$$E_{f,r} = \left[\alpha FF_{f,r} + (1 - \alpha) ELE_{f,r} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (8)$$

3) 가계부문 소비구조

각 지역의 가계부문은 하나의 대표소비자로 구성된다. 각 대표 소비자의 효용수준은 소비

복합재화 C_r 에 비례하여 결정된다. C_r 는 (9)와 같이 에너지와 비에너지의 재화로 복합된다.

$$C_r = \left[\alpha XA_{c,ne,r}^\rho + (1-\alpha)E_{c,r}^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (9)$$

여기서 $XA_{c,ne,r}$ 는 가계에서 소비한 비에너지(ne)복합재화로써 생산부문에서와 마찬가지로 국내 생산재와 수입재화의 불완전대체성을 지닌 복합단계를 거쳐 형성된다. 그리고 $E_{c,r}$ 는 가계에서 소비하는 에너지복합재화를 의미한다.

가계의 복합재화 소비는 다음과 같은 예산 제약 하에서 효용극대화 문제로 결정된다.

$$p_{c,r}C_r + p_{k,r}I_{k,r} = w_rL_r + r_rK_r + Tr_r \quad (10)$$

예산제약식에 나타난 가격은 모두 세후 가격을 나타내며, $p_{c,r}$ 는 r 지역의 소비복합재화 가격을 의미하고, $p_{k,r}$ 는 할인율이 반영된 투자재의 가격을, w_r 는 임금을, r_r 는 자본수익률을 의미한다. 노동과 자본이 지역 간 이동이 자유롭다고 가정하면 모든 지역의 임금과 자본수익률은 동일하다. $I_{k,r}$ 는 총투자자로 가계의 저축, 정부저축, 지역 간 수출입 불균형의 합으로 정의된다. 그리고 Tr_r 는 할인율이 반영된 정부 이전소득을 의미한다.

투자재화 I_r 은 최종재화 $Y_{i,r}$ 의 생산과정과 동일한 과정을 통해 생산되고 가계가 전부 구매하여 산업에 판매하는 데 (11)과 같은 항등식이 성립된다.

$$I_t = S_{c,t} + D_{g,t} + B_t \quad (11)$$

여기서 $S_{c,t}$ 는 t 기 가계저축을 의미하며, $D_{g,t}$ 는 정부의 부채를 의미하며, B_t 는 무역수지에 따른 자본의 유·출입을 의미한다.

4) 정부부문 소비구조

정부는 세금징수²⁾를 통해 수입을 얻고 정부 소비와 가계이전을 통해 이를 지출한다. 정부 지출과 수입과의 차이는 재정적자 또는 정부저축으로 정의된다. r 지역 정부수입(Φ_r)은 (12)와 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \Phi_r + D_{g,r} = & \sum_i \tau_{k,i,r} R_r K_{i,r} + \sum_i \tau_{l,i,r} W_r L_{i,r} + \\ & + \sum_i \tau_{i,r} P_{i,r} Y_{i,r} + \sum_i \tau_{m,i,s,r} P_{m,i,s,r} X M_{i,s,r} \quad (12) \\ & + \sum_i \tau_{e,i,r,s} P_{e,i,r,s} X E_{i,r,s} \end{aligned}$$

여기서 $D_{g,r}$ 는 재정수지 불균형을 의미한다. $\tau_{k,i,r}$ 는 i 부문에서 발생한 자본소득에 대한 세율을 의미하며, R_r 는 자본에 대한 세전 이윤을 의미한다. $\tau_{l,i,r}$ 는 i 부문에서 발생한 근로소득에 대한 세율을 의미하며, W_r 는 세전 임금을 의미한다. $\tau_{i,r}$ 는 i 재화에 대한 소비세를 의미하며, $P_{i,r}$ 는 최종재화의 세전 가격을 의미한다. $\tau_{m,i,s,r}$ 는 r 지역이 s 지역으로부터 수입한 i 수입재화에 부과된 관세를 의미하고, $P_{m,i,s,r}$ 은 이에 대한 세전 수입가격을 의미하며, $\tau_{e,i,r,s}$ 는 r 지역이 s 지역으로 수출한 i 재화에 부과된 수출세를 의미하고, $P_{e,i,r,s}$ 은 이에 대한 세전 수출가격을 의미한다.

정부의 지출(Γ_t)측면은 (13)과 같이 정의된다.

$$\Gamma_r = \sum_i p_{xa,i,r} XA_{g,i,r} + Tr_r \quad (13)$$

$p_{xa,i,r}$ 는 정부가 소비하는 최종복합재화 ($XA_{g,i,r}$)에 대한 세후 가격을 의미한다. Tr 는 정부가 이전한 가계소득을 의미한다.

2) 모형에서 적용된 세금은 근로소득세, 자본소득세, 토지수익세, 생산세, 관세, 수출세이다.

Table 1. Region/Countries and Industries

Region/Countries			Industries			
R1	KOR	Soth Korea	Energy Sector	S01	COAL	Coal
R2	CHN	China		S02	OIL	Oil
R3	JPN	Japan		S03	GAS	Gas
R4	USA	United States		S04	PETR	Petroleum
R5	EU	EU		S05	ELEC	Electricity
R6	OCE	Oceania countries	General Industry Sector	S06	OMN	Minerals nec
R7	ROW	Rest of World		S07	UGAS	Utility
				S08	AGRE	Agriculture
				S09	FOOD	Food and Beverage
				S010	TEXT	Textile
				S011	WOOD	Wood Products
				S012	CHEM	Chemical Products
				S013	CEME	Mineral Products nec
				S014	IRON	Iron and Steel
				S015	NOME	Non Ferrous Metals
				S016	MACH	Machinery nec
				S017	MANU	Other Manufacturing
				S018	TRANS	Transportation
				S019	SERV	Service
				S020	OTH	Other Industries nec

5) 대외교역

지역 내 자본이동이 자유롭다고 가정하면 무역수지 불균형은 자본이동에 의하여 (14)와 같이 조정된다.

$$\sum_i \sum_s P_{xe,i,r,s} XE_{i,r,s} - \sum_i \sum_s P_{xm,i,s,r} XE_{i,s,r} = B_r \quad (14)$$

여기서 $P_{xe,i,r,s}$ 과 $XE_{i,r,s}$ 는 r 지역이 s 지역으로 수출한 i 재화의 가격과 수량을, $P_{xm,i,s,r}$ 과 $XM_{i,s,r}$ 는 r 지역이 s 지역으로 수입한 i 재화의 가격과 수량을 의미한다. 따라서 B_r 은 총수출과 총수입의 차로 결정되는 순수출을 나타낸다.

Table 2. Simulated Greenhouse Gas Emissions(BAU) by Region/Countries

(Unit: MtCO₂ eq.)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
South Korea	544.02	561.32	579.13	597.48	616.37	635.81 (1.6%)
China	8,885.12	9,406.68	9,957.62	10,539.45	11,153.79	11,802.29 (29.4%)
Japan	1,125.88	1,132.39	1,138.82	1,145.19	1,151.48	1,157.70 (2.9%)
USA	6,256.20	6,345.95	6,437.10	6,529.69	6,623.80	6,719.48 (16.8%)
EU	4,408.30	4,454.43	4,501.07	4,548.21	4,595.88	4,644.09 (11.6%)
ROW	12,749.21	13,191.06	13,650.99	14,129.78	14,628.21	15,147.10 (37.8%)

Ⅲ. 분석 시나리오 설정

1. 국가 및 산업 구분과 지역별 사회계정행렬

모형을 구성하기에 앞서 연구의 목적에 맞게 국가 및 지역 구분과 산업의 업종별 구분이 수반되어야 한다. 이 연구에 사용된 국가 및 지역의 구분은 주요 온실가스 감축 및 우리나라와의 무역 비중이 높은 국가들을 중심으로 하였다. 업종별 구분은 에너지 부문을 먼저 분류하고, 우리나라 배출권거래제 및 온실가스 감축 목표에서 사용되고 있는 업종별 구분을 바탕으로 데이터의 허용범위 안에서 구분하였다. 본 연구에서 사용된 국가 및 산업 업종의 구분은 <Table 1>과 같다.

사회계정행렬 (Social Accounting Matrix, SAM)은 각 경제구역 단위마다 일정 시점의 경제적 거래의 수요/공급 가치를 행렬형태로 구성하여, 경제 안의 흐름을 나타내는 행렬이라고 정의할 수 있다. 행의 수치는 해당 부문의 수입 가치를 의미하며, 열의 수치는 지출을 의미한다. 경제 전체의 소득과 지출은 서로 일치한다는 거시순환 원칙에 따라서 행과 열의 합은 서로 일치하며 이는 일반균형모형이 요구하는 세 가지 균형조건 (영의 이윤, 시장청산, 소

득균형)에 부합한다. 이 모형에서는 각 국가의 사회계정행렬을 작성하고, 서로 간의 무역을 수출입 행렬로 작성하여 국가 간의 경제 교류를 분석하였다. 지역 간 수출입 행렬은 지역 간 거래, 관련 수출입세 그리고 운송서비스 행렬로 구성된다. 지역별 사회계정행렬 및 수출입 행렬 작성에 사용된 데이터는 GTAP 8.0에서 추출하였으며, 기준연도는 2007년이다. 지역별 사회계정행렬은 <Table A>와 같은 형태를 지닌다.

2. 기준 시나리오 및 감축 시나리오

기준 시나리오는 국가별 경제 성장률을 이용하여 설정하였다. GTAP 데이터로부터 2007년 온실가스 배출량과 에너지사용량을 이용하여 에너지원별 (석탄, 원유, 가스, 석유제품, 전기) 배출계수를 산출하여, 국가별 성장률에 따라 에너지 수요량이 증가한다는 가정을 바탕으로 온실가스 배출전망(BAU)을 도출하였다.

모형에서 도출된 주요국의 배출전망 (BAU)을 살펴보면, 한국은 2015년 544.02 백만톤 CO₂eq., 2020년에는 635.81 백만톤CO₂eq.에 이를 것으로 전망되었다. 이는 전 세계 온실가스 배출량의 약 1.6%에 해당하는 수준이다.

중국의 배출은 2015년 8,885.12 백만톤 CO₂

Table 3. Scenarios for International Linkage of Emissions Trading Scheme(ETS)

Linked Countries		Detailed Setting
SCN1	EU - USA - Japan - South Korea	Linkage of ETS in EU, USA, Japan and South Korea separate ETS in China
SCN2	EU - USA - Japan - China	Linkage of ETS in EU, USA, Japan and China separate ETS in South Korea
SCN3	EU - USA - Japan - South Korea - China	ETS in 5 countries (EU, USA, Japan, South Korea and China) are linked each other

eq., 2020년 11,802.29 백만톤 CO₂eq.으로 지속적으로 전 세계 배출량의 26%, 29%의 큰 비중을 차지한다. 일본은 2015년과 2020년 각각 1,125.88 백만톤 CO₂eq., 1,157.70 백만톤 CO₂eq.에 이를 것으로 전망되었다. 미국과 EU 역시 지속적으로 배출량이 증가하며, 2020년 기준 16.8%와 11.6%의 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

국가별 감축 시나리오는 한국 BAU 대비 30%, 중국 BAU 대비 10~30%, 일본 1990년 대비 3% 증가, 미국과 EU의 경우 1990년 대비 각각 4%, 20% 감축을 설정하였다. 이는 파리기후협정 이전 국가들이 발표하였던 감축목표이며, 이 수치를 BAU 대비로 환산하여 모형에 적용하였다.

이 연구의 감축 시나리오에서는 각 국가는 감축목표를 달성하기 위하여 배출권거래제를 시행한다는 가정을 세웠다. 즉, 모형의 단순화를 위하여, 배출권거래제를 유일한 온실가스 감축정책으로 일괄적으로 적용하였고, 이 정책의 시행이 유일한 감축목표 달성 수단인 것으로 가정하였다.

3. 배출권거래제 연계시나리오

국가 간 배출권거래제의 연계를 통해서, 배출권거래제로 인한 개별 국가의 영향을 감소시킬 수 있으며, 탄소시장 자체를 활성화할 수 있는 대안이 될 수 있으나, 국가별 산업구조 및 업종별 특성 등에 따라 그 영향이 달라질 것으로 보여진다. 본 연구에서는 우리나라의 산업

구조 및 업종별 특성을 고려하였을 때, 배출권거래제의 국가 간 연계방식에 따라 그 영향이 어떻게 달라지는가를 분석의 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 배출권거래제 연계에 대한 시나리오를 <Table 3>과 같이 설정하였다. SCN1은 한국의 배출권거래제 시장을 EU, 미국, 일본과 연계하는 시나리오이다. 중국은 개별적으로 배출권거래시장을 운용하는 것을 가정한다. SCN2는 중국이 EU, 미국, 일본과 배출권거래시장을 연계하고, 한국은 독립적인 배출권거래제를 시행하는 방안이다. 마지막으로, SCN3는 모든 주요국(EU, 미국, 일본, 한국, 중국)의 배출권 거래시장을 동시에 연계하는 시나리오이다.

IV. 시나리오 분석결과

모형을 통하여 분석된 시나리오의 결과를 바탕으로 탄소시장과 관련하여, 시나리오별 배출권 거래가격 및 거래량, 거래금액을 살펴보고, 경제활동에 대한 영향의 지표로 국가별 GDP를 분석한다. GDP는 국가별 총생산량을 나타내므로, 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 정책(배출권거래제)의 시행으로 인한 경제적 영향(생산량 감소)이 배출권거래제 연계로 인하여 보완될 수 있는가를 판단할 수 있다. 더불어, 산업의 생산량 및 수출/수입량의 업종별 분석을 통하여, 업종별 특성에 따른 배출권거래제 국제적 연계형태에 따른 영향을 비교 분석하고, 정책적 제언을 도출한다.

실제로 배출권거래제의 국제연계에 대해서

Table 4. Changes in GDP (in simulated 2020)

(Unit: $\Delta\%$ compared to simulated GDP)

Emissions reduction rate in China	SCN1			SCN2			SCN3
	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%
South Korea	-1.32	-1.30	-1.28	-1.15	-1.14	-1.14	-0.28
China	-0.12	-0.26	-0.48	-0.41	-0.60	-0.85	-0.42
Japan	-0.70	-0.69	-0.69	-0.15	-0.22	-0.31	-0.17
USA	-0.49	-0.49	-0.49	-0.10	-0.14	-0.21	-0.10
EU	-0.84	-0.84	-0.84	-0.21	-0.30	-0.41	-0.22

는 아직 구체적으로 논의되고 있지는 않다. 하지만 장기적으로 배출권거래제의 연계에 대한 가능성을 배제할 수 없기 때문에 이에 대한 우리나라의 경제에 미치는 부정적 영향을 최소화할 수 있는 전략적 분석이 필요하다. 각 시나리오에 따른 국가별 GDP의 변화는 <Table 4>와 같다.

중국은 국제 배출권 거래시장에 참여하지 않은 상황에서 한국이 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장을 연계할 경우, 가장 경제적 손실이 많이 발생하는 것을 발견할 수 있다. 상대적으로 규모가 작은 우리나라 배출권 거래시장을 Annex B 국가들과 연계할 경우, 우리나라 산업이 지불해야 하는 배출권 가격이 더 높아지는 것이 원인일 것으로 판단할 수 있다.

중국의 배출권 거래시장을 이들 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장과 연계하는 SCN2에서는 중국의 GDP 감소가 SCN1에 비하여 증가하는 것으로 나타난다. 미국과 일본의 경우 감축 목표가 높지 않기 때문에, 이 두 국가를 포함한 Annex B 국가들의 배출권 가격이 중국에 비하여 상대적으로 높게 설정되어 있을 것으로 예측할 수 있다. 반면, 중국은 배출량이 큰 국가이기 때문에 감축목표에 따른 배출권 공급이 많고, 상대적으로 낮은 가격이 형성될 수 있는 구조이다. 이러한 배출권거래 시장 간의 차이로 인하여 배출권거래시장을 연계할 경우 경제적 손실이 증가한다고 볼 수 있다. 반면, 우리

나라는 개별적인 배출권 거래시장 운영을 통하여 감축목표를 달성함과 동시에, 경제 생산량 측면에서도 SCN1에 비하여 부정적 영향을 줄일 수 있을 것으로 보인다.

한국과 중국이 각각 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장을 연계할 경우와 비교해 보면, 경제 규모가 작은 한국은 중국보다 경제적 손실이 크다. 중국은 10% 감축임에도 불구하고, 절대적인 배출량이 많기 때문에 배출권 공급이 많은 시장이다. 그러므로 경제적 규모와 배출권 시장의 규모가 작은 한국에 비하여, 경제적 손실이 적다. 한국의 경우는, 중국과 함께 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장을 동시에 연계하는 것이 경제적 손실을 최소화할 수 있는 방안으로 보인다. SCN3의 결과에서 한국의 GDP 손실은 개별 시행 시나리오에 비해서도 월등히 작게 나타난다. 이러한 결과는 모든 배출권 거래시장이 연계될 경우, 배출권 공급량이 많은 중국의 탄소시장과의 연계로 배출권 가격이 SCN1과 SCN2에 비해서 떨어지기 때문에, 각 국가의 산업부문은 온실가스 배출을 줄이지 않고, 일정 비용(배출권 구입)을 지불하는 방식을 택하게 된다. 따라서 감축목표에 따른 배출허용량을 이용한 거래 총량을 설정하더라도, 실제 온실가스 배출 수준은 목표치보다 높고, BAU 전망보다는 낮은 수준으로 나타나게 된다. 모든 주요국이 참여하는 국제 배출권 거래시장의 도입은 국가들의 감축목표 달성하지 못

Table 5. Changes in Sectoral Outputs and Trade in South Korea (in simulated 2020)(unit: $\Delta\%$ compared to BAU)

	SCN1			SCN2			SCN3		
	Output	Export	Import	Output	Export	Import	Output	Export	Import
Food and Beverage	-2.50	-1.93	-2.83	-2.20	-1.18	-2.19	-0.90	-1.32	-0.74
Textile	-6.32	-8.17	-2.31	-5.34	-6.62	-1.99	-2.18	-3.07	-0.92
Wood Products	-2.59	-3.79	-1.78	-2.22	-2.89	-1.20	-0.82	-1.13	-0.76
Chemical Products	-12.14	-19.19	1.70	-11.27	-17.47	2.58	-2.69	-4.12	0.09
Mineral Products nec	-3.89	-11.22	1.75	-3.10	-8.71	1.15	-0.47	-0.43	-1.50
Iron and Steel	-2.37	-3.99	-1.49	-1.45	-2.12	-1.61	-0.09	0.39	-1.77
Non Ferrous Metals	-0.79	0.07	-1.83	0.63	1.81	-1.39	0.60	1.15	-0.70
Machinery nec	-0.48	-0.06	-1.54	-0.07	0.45	-1.27	-0.40	-0.38	-0.70
Other Manufacturing	-2.11	-3.23	-1.32	-1.96	-3.17	-0.39	-1.19	-2.87	0.33

Note: The emissions reduction rate in China is 10% compared to BAU

하지만, 경제 손실을 최소화하고, 일정 수준의 감축을 이행할 수 있는 방안으로 보인다.

배출권 시장의 연계시나리오 결과에서는 한국과 중국이 각각 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장을 연계할 경우 업종별 생산량 및 무역량에 미치는 영향을 살펴보면, 업종별 차이 없이 모든 업종에서 국가 단위에서 나타난 GDP 변화와 같은 방향으로 영향을 받는다. 즉, 중국은 개별적 배출권거래제를 시행하고 한국만 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장을 연계할 경우, 모든 업종에서 2020년 경제전망 대비 생산량과 무역량이 가장 낮은 수준으로 떨어진다. 반면, 한국은 배출권 거래시장을 개별 시행하고, 중국이 EU, 미국, 일본과 연계할 경우는 감소 수준이 다소 완화된다. 가장 이상적인 시나리오는 한국과 중국이 동시에 EU, 미국, 일본과 배출권 거래시장을 연계하는 경우이다. 이는 배출권 공급량이 가장 많은 중국과 함께 시장이 연계됨으로 인하여, 낮은 가격의 배출권을 구입할 수 있고, 상대적으로 경제 규모가 작은 우리나라가 겪게 되는 무역량의 감소도 크게 완화할 수 있는 것으로 나타난다. 이러한 연계시나리오의 효과는 업종별 특성과 상관없이 대부분 업종에 일정한 방향으로 나타난다.

V. 결론

본 연구는 CGE 모형을 기반으로 국가별 온실가스 감축목표 달성을 위한 정책으로써 배출권거래제를 시행하는 경우 경제에 미치는 영향을 분석한 선행연구를 기반으로 하고 있다. 선행연구의 분석에 더하여 배출권거래제를 도입한 국가들이 배출권 거래시장을 국제적으로 연계할 경우, 모든 참여국가는 감축비용을 절감하는 효과를 얻을 수 있을 것인가를 분석하고자 하였다. 특히, 이 분석은 우리나라의 산업구조와 업종별 특성 하에서 우리나라의 산업부문 총생산 및 업종별 생산량에 미치는 부정적 영향을 줄일 수 있는 배출권거래시장의 국제적 연계의 특성을 찾는 것에 중점을 두고 있다. 우리나라와 주요 무역상대국 간의 산업구조, 국가별·업종별 배출계수, 국가 감축목표 등이 유기적으로 연결되어 새로운 균형의 결정요소로 작용할 것으로 판단하였다.

결과의 분석을 위하여 국가별 성장률을 반영한 기준시나리오와 이를 바탕으로 국가별 2020년 온실가스 감축목표를 반영한 감축 시나리오를 설정하였다. 감축정책은 모든 국가에 동일하게 배출권거래제를 적용하였으며, 분석 시나리오는 배출권거래제를 연계하는 국가 또는 지역의 구성을 고려하여 3가지로 나누어 구축하

었다. Annex B 국가들(EU, 미국, 일본)과 중국, 우리나라를 분석의 주요 대상으로 설정하였으며, 어떠한 특성을 갖는 국가 또는 지역과 배출권 거래시장을 연계하는 것이 우리나라가 감축을 위해 지불해야 하는 비용을 최소화하여, 생산량 감소를 줄일 수 있는가를 찾고자 하였다.

우리나라의 주요 무역상대국과 배출권 거래시장을 연계하는 시나리오 중, EU, 미국, 일본과 연계할 경우, GDP 손실이 가장 높은 것으로 나타났다. 우리나라가 단독으로 배출권거래제를 시행하여 감축목표를 달성하는 기준 시나리오보다 GDP 손실이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 기존 연구에서 배출권거래제가 시장을 기반으로 한 감축정책으로 거래 가능성과 빈도를 통해 배출권거래시장의 효율성이 더 높다고 분석한 기존의 연구결과(Cho, Kyeong-Yeop et al, 2006)와 상반되는 부분이다. 반면, 중국이 배출권 거래시장을 이 국가들과 연계하고 한국은 개별적인 배출권거래제 시행을 통하여 감축목표를 달성한다면, 이전 시나리오에 비하여 GDP와 무역량의 감소를 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 우리나라는 중국과 함께 Annex B 국가들과 배출권 거래시장을 연계할 경우 가장

효율적으로 감축비용을 절감하여, 생산 및 무역에 미치는 부정적 영향을 줄일 수 있었다.

이러한 결과는 배출권거래제가 시장을 기반으로 하는 효율적인 감축정책이기는 하나, 연계되는 배출권 시장이 갖는 특성, 즉 상대 지역 또는 국가의 산업구조와 배출구조, 감축목표를 통하여 형성되는 배출권거래제 시장의 특성과 배출권의 상대적 가격이 결정요소로 작용한다는 점을 보여주고 있다. 특히 우리나라는 전 세계에서 차지하는 배출량 비중이 매우 낮으므로, 우리나라의 배출권 거래시장이 국제적으로 연계된 배출권 거래시장에서 직접적으로 가격이나 거래량에 미칠 수 있는 영향이 미비하고 볼 수 있다. 반면에 국제적 연계시장에서 배출권의 공급이 많은 중국이 참여하는 경우에는 배출권 가격이 하락하고, 우리나라의 산업부문에서도 이를 활용하여 감축비용의 부담을 확연하게 줄일 수 있기 때문에 생산량 및 무역량의 감소를 줄일 수 있는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 영향은 업종별 차이없이 모두 동일한 방향으로 나타나고 있으며, 이는 배출권 거래를 통한 감축이 업종별 생산 및 무역구조의 특성보다는 배출권 거래가격에 따른 영향이 더 크다는 것을 보여주고 있다.

References

- Aboumahboub, T., Luderer, G., Kriegler, E., Leimbach, M., Bauer, N., Pehl, M. and L. Baumstark (2014), "On the Regional Distribution of Climate Mitigation Costs: The Impact of Delayed Cooperative Action", *Climate Change Economics*, 5(1), 1-27.
- Cantore, N., de Vlde, D. W. and L. Peskett (2014), "How Can Low-income Countries Gain from a Framework Agreement on Climate Change? An Analysis with Integrated Assessment Modelling", *Development Policy Review*, 32(3), 313-326.
- Cho, Kyeong-Yeop, Cho, Yong-Sung and Hyun-Joon Chang (2001). "The Economic Impacts of an GHG Emission Trading System in Korea", *Environmental and Resource Economics Review*, 10(2), 173-216.
- Cho, Kyeong-Yeop, Kim, Su-Yi and Dong-Woon Noh (2010), "Regional Impacts Analysis of Domestic GHG Mitigation Policy", *Journal of Korean Economic Studies*, 28(3), 29-57.

- Cho, Kyeong-Yeop, Kim, Su-Yi and Seung-Jick Yoo (2009), "An Economic Impact Analysis of the Post-2012 Policy Portfolio, Utilizing the Global Dynamic CGE Model", *Environmental and Resource Economics Review*, 18(4), 587-635.
- Cho, Kyeong-Yeop, Kim, Young-Duk and Hyo-Sun Kim (2006), "Economic Impacts of Initial Allocation and Banking in CO2 Emissions Trading", *Environmental and Resource Economics Review*, 15(4), 591-642.
- den Elzen, M. G., Höhne, N., Brouns, B., Winkler, H. and H. E. Ott (2007), "Differentiation of Countries' Future Commitments in a Post-2012 Climate Regime: An Assessment of the "South-North Dialogue" Proposal", *Environmental Science & Policy*, 10(3), 185-203.
- European Geothermal Energy Council (2012), EGEC Policy paper on the European Commission's Energy Roadmap 2050, European Geothermal Energy Council, 1-20.
- Han, Ki-Joo, Yim, Dong-Soon and Dae-Jong Gwak (2010), *A Study on the Industrial Competitiveness of the GHG Emission Trading System in Korea*, Korea Institute for Industrial Economics and Trade.
- Hübler, M., Voigt, S. and A. Löschel (2014), "Designing an Emissions Trading Scheme for China—An Up-to-Date Climate Policy Assessment", *Energy policy*, 75, 57-72.
- Kim, Chung-Sil and Sang-Ho Lee (2003), "The Impact of a CO2 Emission Trading System on Environment and Economy", *The Korean Journal of Economic Studies*, 51(3), 295-318.
- Kim, Chung-Sil and Sang-Ho Lee (2004), "The Impact of Greenhouse Gas Reduction on the Korean Economy and Environment Using Dynamic CGE", *The Korean Journal of Agricultural Economics*, 45(4), 169-190.
- Kim, Su-Yi, Oh, In-Ha and Seung-Jick Yoo (2009), *A Study on Strategies for Establishing a Low-Carbon Economic System – Analysis of the Effects of Integrated Economic, Energy, and Environmental Policies*(No. 09-18), Korea Energy Economics Institute.
- Kim, Young-Gun and Ki-Bok Chang (2008). *Economic Impacts of International Greenhouse Gas Emissions Trading*, Korea Environment Institute.
- Kriegler, E., Riahi, K., Bauer, N., Schwanitz, V. J., Petermann, N., Bossett, V. and A. Marcucci (2015), "Making or Breaking Climate Targets: The AMPERE Study on Staged Accession Scenarios for Climate Policy", *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 24-44.
- Lim, Jae-Kyu, Kang, Yoon-Young and Seung-Jick Yoo (2000), *The Effects of the Climate Change Convention on Domestic Industrial Structure and International Competitiveness: Development and Application of the Global CGE Model*, Korea Energy Economics Institute.
- Lim, Jae-Kyu (2001), "The Impacts of Greenhouse Gas Abatement on Korean Economy and Energy Industries : An Economic Analysis Using a CGE Model", *Environmental and Resource Economics Review*, 10(4), 547-567.
- Noh, Dong-Woon and Yoon-Young Kang (2004), *Effect of Greenhouse Gas Emission Reduction Policy Measures on Manufacturing Productivity*(No. 04-13), Korea Energy Economics Institute.
- Noh, Dong-Woon and In-Ha, Oh (2010), *A Study on Strategies for Establishing a Low-Carbon Economic System – Development of a Top-Down Integrated Model and Analysis of the Effects of Low-Carbon Policies*(No. 10-32), Korea Energy Economics Institute.
- Paltsev, S., Morris, J., Cai, Y., Karplus, V. and H. Jacoby (2012), "The Role of China in Mitigating Climate Change", *Energy Economics*, 34, 444-450.
- Saveyn, B., Paroussos, L. and J. C. Ciscar (2012), "Economic Analysis of a Low Carbon Path to 2050:

A Case for China, India and Japan”, *Energy Economics*, 34, 451-458.

Shim, Ki-Eun (2009), *Analysis of the Effect of Greenhouse Gas Reduction on Trade and Industrial Competitiveness*, Korea Energy Economics Institute.

Suh, Jeong-Meen (2010), *Linkage Strategies for Korean ETS in Post-Kyoto Regime*, Korea Institute for International Economic Policy.

Appendix

Table A. Structure of Regional Social Accounting Matrix(SAM)

	Dom. output	Imp. goods	Inv	HH	Gov	Exp	Trans	Factor			Taxes				Imports	ROW	Sum
								Labor	Capital	Land	Dom. Interm	Imp. Interm	Labor	Capital			
Domestic outputs	1		14	19	24	29	30										A
Imported goods		2	15	20	25												B
Investment				21													C
Household																	D
Government			16		26												E
Export																	F
Transport																	G
Labor																	H
Capital																	I
Land																	J
Dom.Interm																	K
Imp.Interm																	L
Labor																	M
Capital																	N
Land																	O
Outputs																	P
Exports																	Q
Imports																	R
Imports																	S
ROW																	T
Sum																	

Notes: 1, 2, 7, 12, 13, 29, 30, 40, 41 are divided into the trading matrices between regions.

$$2. 31 = \sum 3, 32 = \sum 4, 33 = \sum 5, 34 = \sum 6 + \sum 17 + \sum 22 + \sum 27, 35 = \sum 7 + \sum 18 + \sum 23 + \sum 28, 36 = \sum 8, 37 = \sum 9, 38 = \sum 10, 39 = \sum 11, 40 = 46, 41 = \sum 12, 43 = \sum 29 - \sum (12 + 13), 44 = \sum 29, 45 = \sum 30, 46 = \sum 29, 42 = \sum (12 + 13)$$

3: Saving on GTAP database is used for 21. 16 and 26 is adjusted to eliminate errors in household, investment and government income and expenditure.