

# 韓國의 온실가스 中期 減縮目標가 經濟와 環境에 미치는 波及效果와 示唆點

林 在 圭\*

## 논문 초록

본 연구는 2009년 8월에 한국정부가 발표한 온실가스 중기 감축 시나리오가 내포하고 있는 경제 및 환경적 시사점을 연산일반균형(CGE)모형을 활용하여 분석하였다. 분석 결과, 기존 선진국과 더불어 한국이 온실가스 감축에 추가적으로 참여하더라도 전세계 온실가스 감축에 미치는 효과는 미미한데, 이는 한국의 온실가스 배출량이 전세계 배출량에서 차지하는 비중이 낮기 때문이다. 반면 한국 이외에 중국, 인도 등 주요 개도국들이 감축에 추가적으로 참여할 경우에는 전세계 온실가스 감축효과가 크게 확대된다. 따라서 몇몇 소규모 배출 개도국보다는 주요 다배출 개도국의 감축의무 참여가 향후 Post-Kyoto 체제의 온실가스 감축효과를 결정하는 중요한 요소이다. 한편, 한국의 온실가스 감축목표 이행은 시나리오에 따라 실질 GDP를 약 0.58%~1.47% 하락시킬 것으로 예상되는데, 한국정부가 발표한 추정치와 비교하여 높은 수준이다. 여러 가지 기술적 여건과 분석 방법론의 차이를 감안하더라도 한국정부가 발표한 비용이 일정부분 과소 추정된 것으로 판단된다. 따라서 불확실한 온실가스 감축비용은 한국경제를 부적절한 방향으로 유도할 수 있는 바, 추정치의 차이가 발생한 근본적 원인에 대한 검토를 통해, 체계적이고 다각적인 추가 분석이 필요하다.

핵심 주제어: 기후변화협약, 온실가스 감축목표, 연산일반균형모형

경제학문헌목록 주제분류: D5, Q4

투고 일자: 2009. 9. 28. 심사 및 수정 일자: 2009. 11. 11. 게재 확정 일자: 2009. 11. 25.

\* 에너지경제연구원 선임연구위원, e-mail: jklim@keei.re.kr

## I. 서론

산업혁명 이후 화석연료 사용의 급증과 이로 인한 온실가스 배출량의 증가는 지구 기후의 급격한 변화를 초래하고 있다. 이러한 기후변화(climate change)는 인간의 건강, 식량안보, 사회기반 및 환경 등에 역효과를 초래하여 인류 생존을 위협하는 최악의 위험요소로 평가되고 있으며, 기후변화로 인한 경제적 손실이 매년 세계 GDP의 5%~20%에 이를 것으로 전망되고 있다(Stern, 2006). 이에 기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 체제 하에 진행 중인 Post-Kyoto 기후변화 대응체제 구축을 위한 다자간 협상에 대한 전 세계의 관심이 증폭되고 있는 상황이다. 특히 에너지의 97% 이상을 수입에 의존하고 에너지다소비산업의 비중이 높은 한국의 경우, 협상결과에 따라 경제 및 산업구조의 근본적 변화를 요구하는 충격으로 다가올 수 있는 상황이다.

한국은 최근 저탄소 녹색성장이라는 중장기 국가비전을 수립하고, 이를 기초로 온실가스 배출량을 2020년까지 기준전망(Business as Usual, BaU) 대비 21%, 27% 또는 30% 감축한다는 시나리오를 발표하였다(녹색성장위원회, 2009).<sup>1)</sup> 또한 2009년 말까지 의견수렴을 거쳐 최종 감축목표를 결정할 계획이다. 2010년부터는 결정된 감축목표 달성을 위해, 산업, 가정, 수송 등 주요 부문별 감축목표를 할당하는 작업이 이루어질 것이며, 설정된 감축목표를 달성하기 위해 배출권거래제, 탄소세 등 다양한 정책수단이 새롭게 도입될 것으로 예측되고 있다.

한국정부는 이와 같은 감축목표를 달성함에 있어서 국내총생산(GDP)이 BaU 대비 각각 0.29%, 0.37% 그리고 0.49% 하락하는 직접적인 경제적 비용이 발생할 것으로 전망하였다.<sup>2)</sup> 모든 국가들이 기후변화 문제 해결을 위해 온실가스 배출량 감축의 필요성에는 동의하지만, 감축으로 인해 자국이 지불해야 할 경제적 비용에 많은 관심과 우려를 가지고 있는 것이 사실이다. 이러한 경제적 비용은 자국의 온실가스 감축량뿐만 아니라 다른 국가들의 감축량에 의해서도 영향을 받는데, 이는 모든 국가들의 경제가 국제무역 및 자본이동 등으로 서로 긴밀하게 연결되어 있기

1) 한국정부는 감축목표를 2005년 배출실적으로 환산하면 +8%, 0% 또는 -4% 증가 또는 감하는 수준임을 밝혔다.

2) 경제적 비용에 대한 분석은 OECD에서 개발한 거시경제일반균형(CGE) 모형과 GTAP 데이터베이스를 기초로 도출하였다.

때문이다. 따라서 각국은 온실가스 감축에 의해 발생할 수 있는 경제적 비용에 대한 다각적인 분석과 검토를 통해 보다 정확한 경제적 파급효과를 도출할 수 있어야 하며, 이를 기초로 국내 온실가스 감축을 위한 다양한 정책을 강구해야 한다.

금번 한국정부가 발표한 온실가스 중기 감축목표는 여러 가지 측면에서 나름대로의 의미를 가지고 있으나, 설정된 BaU 수준의 정확성, 각 시나리오별 감축수단에 대한 타당성과 현실성 그리고 분석된 경제적 비용에 대한 정확성에 대한 의문과 논란이 확대되고 있는 상황이다. 이에 본 연구에서는 최근 한국정부가 발표한 국가 온실가스 중기 감축목표가 내재하고 있는 경제 및 환경적 시사점을 분석하여, 발표된 온실가스 감축비용 수준의 적정성을 점검한다. 이를 위해 본 연구에서는 먼저 현재 진행 중인 Post-Kyoto 협상동향과 주요 국가들의 중기 온실가스 감축목표 발표 내용을 검토하였으며, 연산일반균형 (Computable General Equilibrium, CGE) 모형인 GTEM-KOR<sup>3)</sup> 활용한 정량적 분석을 통해 한국이 발표한 중기 감축목표가 내포하고 있는 경제 및 환경적 시사점을 도출하여, 발표된 감축비용에 대한 적정성을 점검하였다.

## II. Post-Kyoto 협상 동향

현재 진행 중인 Post-Kyoto 협상은 선진국들과 개도국들이 협상에서 난해한 논리를 앞세우는 참호전의 형태로 진행되고 있다. 공통의 이해와 관심사항을 강조하기보다 한쪽이 이기면 반드시 한쪽은 져야하는 제로섬 게임으로 진행되고 있기 때문에 합의도출에 많은 어려움을 겪고 있다.<sup>4)</sup> 협상이 합의에 도달하기 위해서는 크게 (1) 미국의 감축의무 참여 (2) 주요 개발도상국들의 감축의무 참여, 그리고 (3) 선진국 및 개도국의 광범위한 참여를 유도할 수 있는 감축의무 방식 개발 등의 쟁점

3) GTEM-KOR는 에너지부문을 중심으로 한 다부문(multi-sector) 동태적(dynamic) 다국가(multi-country) 모형으로서, 에너지 및 환경관련 부문의 정책 및 국제협상 이슈에 대한 분석에 사용되고 있다. 특히, GTEM-KOR는 그동안 국내에서 기후변화협약 관련 경제분석에 사용되어온 기존의 모형들보다 발전된 모형으로서, 기후변화협약 관련 대응정책에 대한 비교분석이 가능하고 국가 및 산업이 세 분류되어 있고 특정국가 또는 특정산업에 대한 세부적 분석이 가능하다.

4) Post-Kyoto 협상의 포괄적 구도 및 이슈에 대한 자세한 내용은 임재규(2006b), Höhne et al. (2007), Winkler(2008) 등 참조.

사항들이 해결되어야 한다.<sup>5)</sup> 즉 협상을 통해 환경적 효율성, 경제적 효과성 그리고 공평성을 제대로 반영하여 선진국 및 개도국의 광범위한 참여를 유도할 수 있는 Post-Kyoto 체제가 도출되어야 한다. 이러한 방안을 도출함에 있어서 기존의 개도국 중 차별화(differentiation)를 통해 한국을 포함한 일부 주요 개도국들을 대상으로 미국과 함께 정량적 감축공약을 부여하기 위한 노력이 선진국들을 중심으로 이루어지고 것이다.<sup>6)</sup> 예를 들어, EU는 OECD 국가 등 선진국에 대해서는 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 25%~40%, 개도국에 대해서는 기준배출전망(Business as Usual, BaU) 대비 15%~30% 감축할 것을 촉구하고 있다.

한편, 향후 협상에서 미국에 대한 감축의무가 어떤 형태와 강도로 설정되느냐에 따라 개도국에 대한 감축의무의 형태와 강도가 많은 영향을 받을 것으로 예상된다. 미국에게 정량적 감축의무가 부여될 경우, 개도국 간 차별화를 통해 한국을 포함한 일부 개도국도 선진국 그룹으로 편입되어 강도를 달리하더라도 미국과 같은 형태의 감축의무 대상국이 될 가능성이 높다. 개도국 간 차별화를 위해서는 크게 책임(responsibility), 능력(capability), 잠재력(potential) 등의 지표들이 사용되며,<sup>7)</sup> 각 지표별로 여러 종류의 지수 및 정량적 기준이 활용될 것으로 예상된다. 여러 지표들을 검토한 결과, 향후 협상에서 한국이 개도국들 중 우선적으로 감축공약 또는 감축행동을 부여받을 가능성이 높다. 이는 여러 가지 지표에서 한국이 차지하고 있는 위치와 중요성에 근거하고 있다.<sup>8)</sup>

선진국들을 중심으로 많은 국가들은 현재 진행 중인 Post-Kyoto 협상과 연계하여 기후변화 문제해결을 위한 국제적 노력에 기여하기 위한 방안으로서 2020년까지

5) 쟁점사항에 대한 자세한 내용은 임재규(2006b, 2009) 참조.

6) 최근 협상에서 개도국 간 차별화를 통한 주요 개도국들의 감축의무 참여를 EU, 일본 등 선진국들이 강하게 요구하고 있다. 개도국 간 차별화에 대한 자세한 내용은 임재규(2007), den Elzen et al. (2007) 등 참조.

7) 차별화 기준으로서 현재 일인당 GDP, 일인당 배출량, 배출집약도, 인구, 역사적 배출량, 현재 총 배출량 등과 같은 광범위한 기준들이 제시되고 있다. Post-Kyoto 체제에 대한 여러 접근방식들이 일인당 GDP, 일인당 배출량 등과 같은 단일 기준을 제시하고 있는 반면, 다른 방식들은 복수의 기준 또는 능력-책임지수(Capacity-Responsibility Index)와 같은 새로운 형태의 기준들을 제시하고 있다. Capacity-Responsibility Index에 대한 자세한 내용은 Criqui et al. (2003), den Elzen(2003) 참조. 최근, EU는 능력-책임지수(CR Index)와 같은 기준을 활용하여 개도국 간 차별화를 시도하는데 많은 관심을 보이고 있는 상황이다(Torvanger et al., 2005).

8) 주요 지표별 한국의 위치에 대한 자세한 분석결과는 임재규(2006b, 2007) 참조.

의 온실가스 중기 감축목표를 자체적으로 설정하여 발표하고 있다(〈표 1〉). 예를 들어 미국은 2009년 6월에 하원을 통과한 Waxman-Markey 법안을 통해 온실가스 배출량을 2020년까지 1990년 대비 17% 감축하는 목표를 설정하고 있으며, 일본도 2020년까지 2005년 대비 15% (1990년 대비 8%) 감축하는 목표를 공표한 바 있다. 또한 호주는 공표한 년에 발표한 국내 온실가스 감축 종합계획인 ‘탄소오염감축정책 (Carbon Pollution Reduction Scheme, CPRS)’을 통해 2020년까지 2000년 대비 5%~15% 감축하는 목표를 제시하였으며, 전세계 모든 국가들이 온실가스 감축의 무에 동참할 경우 감축목표를 25%로 확대할 것임을 밝혔다. EU도 2009년 4월부터 발표된 ‘Climate and Energy Package’를 통해 2020년까지 1990년 대비 20% 감축하고, 전세계 국가 동참 시 감축목표를 30%로 확대할 것임을 밝혔다. 위와 같은 주요 선진국들의 온실가스 중기 감축목표는 각 국의 국내 온실가스 감축을 위한 나름대로 의지를 밝힌 것으로써, 현재 진행 중인 다자간협상에서 감축의무 수준을 도출하는데 중요한 자료로서 활용되고 있다.

〈표 1〉 주요국별 온실가스 중기 감축목표

국 가	온실가스 중기 감축목표
일 본	2020년까지 2005년 대비 15% (1990년 대비 8%) 감축
영 국	2020년까지 1990년 대비 36% 감축
미 국	2020년까지 2005년 대비 17% (1990년 대비 4%) 감축
호 주	2020년까지 2000년 대비 5-15% 감축 (전세계 감축의무 참여 시 25% 감축)
캐나다	2020년까지 2006년 대비 20% 감축
E U	2020년까지 1990년 대비 20% 감축 (전세계 감축의무 참여 시 30% 감축)
러시아	2020년까지 1990년 대비 10-15% 감축

한편 한국은 최근 자발적인 온실가스 감축을 통해 국제사회의 기후변화 대응 노력에 동참하고, 녹색기술산업을 신성장동력으로 육성하기 위한 “저탄소 녹색성장”을 중장기 국가비전으로 설정하고, 이를 달성하기 위한 가시적인 목표로서 온실가스 중기 감축 시나리오를 발표한 바 있다. 한국정부는 이와 같은 감축목표가 저탄소 녹색성장을 위한 실천적 목표로서, 국내 산업계에 예측가능한 정책방향을 제시함으로써 조기대응을 유도하고, 녹색기술 및 첨단융합산업의 신성장동력화를 통해 그린산업을 육성하며, 대외적으로 세계적 온실가스 감축노력에 적극적으로 동참함으로써 국가위상을 제고하기 위한 것이라고 강조하였다.

〈표 2〉 한국의 온실가스 중기 감축 시나리오

시나리오	감축목표		감축정책 선택기준	주요 감축수단(예시)
	BaU 대비	2005년 기준		
1	-21%	+8%	비용효율적 기술 및 정책	그린빌딩, 고효율제품 보급, 고효율 교통체계, 신재생 및 원전 확대 등
2	-27%	0%	국제적 기준의 감축비용 (tCO <sub>2</sub> 당 5만원까지의 감축수단)	하이브리드카 보급, 바이오연료 혼합비율 확대, CCS 일부 도입 등
3	-30%	-4%	개도국 최대 감축수준 (BaU 대비 30% 감축)	차세대 그린카 보급, 최첨단 고효율 제품 확대, CCS 도입 강화 등

자료: 녹색성장위원회 (2009).

- 주 : 1. 주요 감축수단의 각각은 이전 시나리오의 정책수단 포함.  
2. CCS = Carbon Capture and Storage (탄소 포집 및 저장).

한국의 온실가스 감축 중기목표는 온실가스 기준전망(BaU), 감축잠재량(reduction potential) 분석 등의 과정을 거쳐, 크게 3가지의 시나리오로 설정되었다. 먼저 기준전망(BaU)를 통하여 2020년에 온실가스 배출량이 2005년 대비 37% 증가한 약 813백만 tCO<sub>2</sub>에 이르고, 일인당 배출량은 2005년의 12.3 ton/명에서 2020년에는 16.4 ton/명으로 증가할 것으로 예측하였다. 이를 기초로 2020년까지의 온실가스 배출량을 BaU 대비(2005년 기준) 각각 21%, 27% 또는 30% 감축하는 3가지의 시나리오로 제시하였다.<sup>9)</sup> 한편, 이러한 감축목표를 달성하기 위해서는 GDP가 2020년에 BaU 대비 0.29%, 0.37% 그리고 0.49% 하락하는 경제적 비용을 지불해야 할 것으로 예측하였다. 그러나 이러한 비용은 온실가스 감축에 의해 발생하는 직접적인 비용이며, R&D 확충, 배출권거래 및 탄소세를 통한 재정수입의 재투자 등을 통해 저탄소 녹색성장을 실현할 경우, 오히려 GDP가 증가하는 긍정적 효과가 발생할 수 있음을 강조하였다.

III. 분석모형 : GTEM-KOR<sup>10)</sup>

GTEM-KOR는 Global CGE 모형으로서<sup>11)</sup> 각 국가의 (1) 중간투입재와 본원적

9) 감축목표가 실현될 경우, 각 시나리오별 2020년 온실가스 배출량은 642백만, 590백만 그리고 569백만 tCO<sub>2</sub>eq. 가 될 것으로 예측하였다.  
10) GTEM-KOR 모형에 대한 자세한 내용은 임재규(2007, 2009) 참조.  
11) 연산일반균형모형(Computable General Equilibrium Model)은 산업과 소비자간의 장기적인

생산요소에 대한 생산자 수요; (2) 생산자들의 상품공급; (3) 고정자본형성; (4) 가계수요; (5) 수출수요; (6) 정부수요; (7) 생산비 및 구매자 가격과 기본가격의 관계; (8) 상품과 본원적 요소의 시장균형 조건; 그리고 (9) 각종 거시경제 변수들과 가격지수들을 설명하는 방정식들로 구성되어 있다. 모형의 주요 골격을 형성하는 민간부문의 수요 및 공급방정식들은 비용최소화, 효용극대화 등 최적화 문제의 해에서 도출되며, 전통적인 신고전학과 미시경제학의 기본가정을 따르고 있다.

자본, 노동 및 토지가 각 산업의 본원적 생산요소로 사용되며, 자본은 매년 행해진 투자에서 기존 자본스톡의 감가상각을 감안한 양만큼 매년 축적되고, 자본과 노동은 국가 간 자본의 흐름과 노동이동(labour migration)을 통하여 국가 간 및 산업 간 이동을 할 수 있다. 토지는 농업부문에서만 사용되고 국가 간 이동이 불가능하다. 생산자는 완전경쟁시장에서 규모에 대한 보수불변(constant returns to scale)의 기술로 생산하며, 제품의 생산자 가격은 단위 당 생산비용과 같은 수준에서 결정된다. 따라서 제품가격은 생산에 투입된 중간투입재 및 본원적 생산요소의 가격변화에 따라 결정된다.

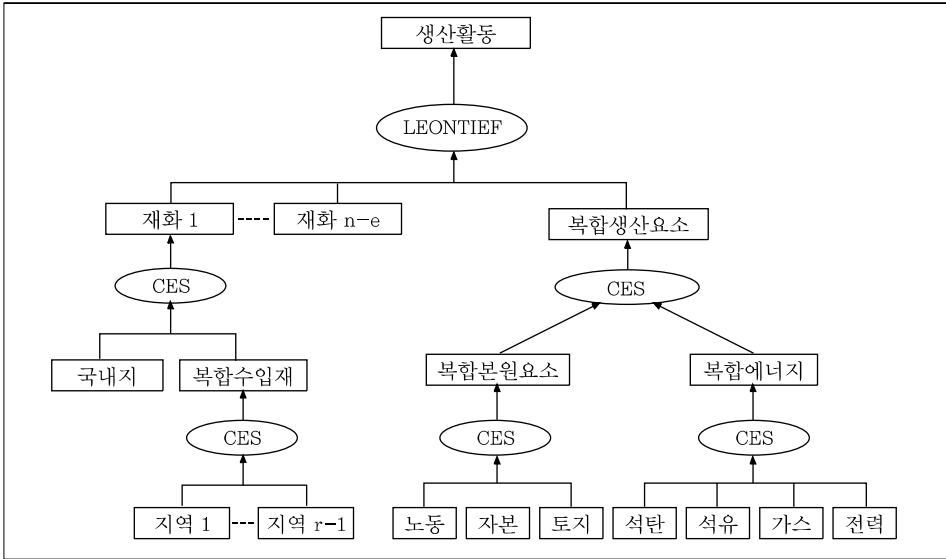
생산부문은 크게 세 가지 - 일반산업, 전력산업, 철강산업 - 로 분류된다. 각각은 서로 상이한 다중적 생산구조 하에서 제품을 생산한다. 일반산업에는 에너지를 포함하여 각종 중간투입재와 본원적 생산요소가 투입되며, 일련의 분리 가능성에 관한 가정 하에 다중구조(nested structure)가 존재한다(<그림 1>). 노동, 자본 및 토지는 불변대체탄력성(constant elasticity of substitution, CES) 함수에 의해 복합본원요소를 구성하며, 석탄, 석유, 가스 및 전력 또한 CES함수에 의해 복합에너지를 구성한다. 복합본원요소와 복합에너지는 다시 CES함수에 의해 복합생산요소를 구성하며, 마지막으로 복합생산요소는 에너지를 제외한 중간투입재( $n-e$ 개의 재화) 및 천연자원과 함께 Leontief함수에 의해 생산에 투입된다.<sup>12)</sup> 한편, 총  $r$ 개의 지역

미시 경제적 상호작용에 대한 분석에 중점을 두고 있다. 특히 Global CGE 모형은 국가, 산업 및 부문 간 상호작용을 분석할 수 있도록 무역, 생산과 소비에서의 대체성을 인정하는데, 기후변화협약과 같은 장기적 이슈에 대한 경제적 파급효과를 분석하는데 유용하게 이용되고 있다. AIM(Matuoka et al. 1995), GTEM(Tupule et al. 1999), MIT-EPPA(Jacoby et al. 1997), Worldscan(Geurts et al. 1997), MS-MRT(Bernstein et al. 1999), 그리고 G-Cube(McKibbin et al. 1999) 등과 같은 모형이 존재하고 있다. AIM, MS-MRT 그리고 GTEM은 거시경제 및 에너지 분야가 세분화되어 있으며, G-Cube는 거시경제 부분을 세분화되어 있는 특징이 있다.

12) ( $n-e$ ) 개의 중간투입재는 총  $n$ 개의 재화에서  $e$ 개의 에너지를 제외한 것임.

에서 자국을 제외한 (r-1) 개의 지역에서 수입된 각각의 중간투입재와 에너지는 CES함수에 의해 복합수입재를 구성하며, 복합수입재와 국내재는 다시 CES함수에 의해 각각의 중간투입재와 에너지를 구성한다.<sup>13)</sup>

〈그림 1〉 일반산업의 다중적 생산구조



GTEM-KOR에서는 각 생산자가 다중적 투입구조의 각 단계에서 비용최소화의 조건에 따라 해당 생산요소의 투입량을 결정하는데, CES 생산함수를 이용하여 생산자의 생산요소에 대한 수요함수를 퍼센트변화(percentage change)의 형태로 표현하면 아래와 같다.<sup>14)</sup>

$$x_k = z - \sigma(p_k - \sum_i S_i p_i) \quad \text{for } k = d, m \tag{1}$$

식 (1)에서  $S_k$ 는 특정 생산요소  $k$ 가 전체생산비용에서 차지하는 비중을 나타낸다. 가격의 변화가 없을 경우, 모든 생산요소의 투입량( $x_k$ )은 생산량( $z$ )과 같은

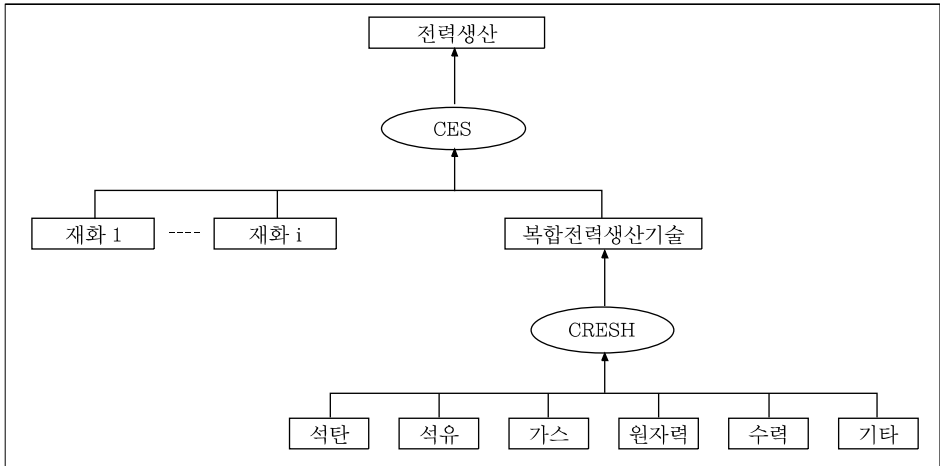
13) 각각의 에너지도 일반 중간투입재와 같이 (r-1) 개의 지역에서 수입되고, 국내재와 복합수입재간의 불완전 대체 관계를 가지고 있으나, 〈그림 1〉에서는 이를 생략하였음.  
14) 식 (1)의 모든 변수는 퍼센트변화(percentage change)를 나타낸다. 함수를 퍼센트변화 형태로 전환하는 과정에 대한 자세한 내용은 임재규(2007) 참조.



비율로 변화하게 된다. 이는 CES 생산함수의 규모에 대한 보수불변의 원칙을 만족시키는 것이다. 만일 특정 생산요소의 가격( $p_d$ )이 다른 생산요소의 가격( $p_m$ )과 비교하여 상대적으로 많이 상승하게 되면, 특정 생산요소의 소비가 다른 요소의 소비로 대체된다. 이러한 대체의 정도는 생산요소 간의 대체탄력도인  $\sigma$ 의 크기에 의해 결정된다.

에너지집약산업인 전력산업과 철강산업은 각기 다른 형태의 다중적 생산구조를 가지고 있으며, 각각의 생산구조에서 상향식(bottom-up) 접근방법을 부분적으로 적용하였다. 전력산업의 경우,  $i$ 개의 중간투입재와 복합전력생산기술(technology bundle for electricity generation)은 CES함수에 의해 전력생산에 투입된다. 석탄, 석유, 가스, 원자력, 수력 및 기타(신재생에너지 등) 등 6가지의 전력생산기술이 CRESH(Constant Ratios of Elasticities of Substitution, Homothetic) 함수<sup>15)</sup>에 의해 복합전력생산기술을 구성하며, 각 본원적 생산요소와 중간투입재가 Leontief 함수에 의해 각각의 여섯 가지 전력생산기술에 투입된다(<그림 2>).

〈그림 2〉 전력산업의 다중적 생산구조

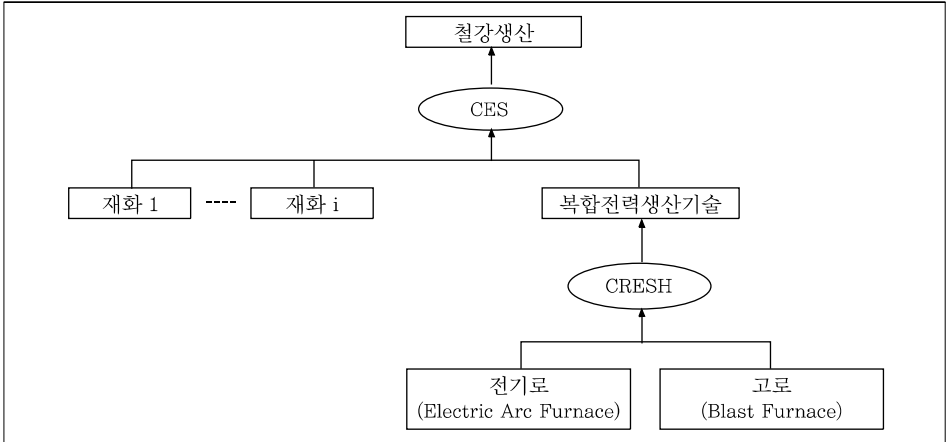


한편, 철강산업에서는  $i$ 개의 중간투입재와 복합철강생산기술(technology bundle for iron and steel production)이 CES함수에 의해 투입된다. 전기로(electric arc furnace)와 고로(blast furnace) 등 두 가지의 철강생산기술이 CRESH함수에 의해

15) CRESH함수에 대한 자세한 내용은 Dixon et al. (1992)과 Dixon et al. (1997) 참조.

복합철강생산기술을 구성하며, 마지막으로 각 본원적 생산요소와 중간투입재가 Leontief 함수에 의해 각각의 철강생산기술이 투입된다(〈그림 3〉).

〈그림 3〉 철강산업의 다중적 생산구조



각 국가의 대표적 가계 (representative household)에 의해 이루어지는 가계소비는 CDE (constant difference of elasticities) 함수에 의해 이루어지며,<sup>16)</sup> 정부소비는 Cobb-Douglas 함수에 의해 이루어진다. Honach (1975)에 의해 소개된 CDE 지출 함수를 이용하여 가계의 각 재화에 대한 수요함수를 퍼센트변화의 형태로 표시하면 아래의 식 (2)와 같다. 각 재화에 대한 가계의 수요는 가계의 소득과 재화의 가격에 의해 결정되는데,  $y$  앞에 있는 [ ]는 수요의 소득탄력성 (income elasticity)을 나타내며,  $p_i$  앞에 있는 파라미터들은 비보상 (uncompensated) 가격탄력성 (own-price elasticity)을 나타낸다.

$$x_i = \left[ \frac{e_i(1 - \alpha_i) + \sum_{i=1}^N S_i \alpha_i e_i}{\sum_{i=1}^N S_i e_i} + \alpha_i - \sum_{i=1}^N S_i \alpha_i \right] y$$

16) CDE 함수에 대한 자세한 내용은 Hanoch (1975)와 Hertel (1997) 참조.

$$+ \sum_{i=1}^N S_i \alpha_i p_i - \alpha_i p_i - \left[ \frac{e_i(1 - \alpha_i) + \sum_{i=1}^N S_i \alpha_i e_i}{\sum_{i=1}^N S_i e_i} \right] \sum_{i=1}^N S_i p_i \quad (2)$$

where  $x_i$  = 재화  $i$ 의 수요량

$y$  = 소득

$p_i$  = 재화  $i$ 의 가격

$e_i$  = 소비의 비동조성 (nonhomotheticity) 을 결정하는 확장 (expansion) 파라미터

$S_i$  = 재화  $i$ 에 대한 지출이 가계의 총소득에서 차지하는 비중

$\alpha_i = 1 -$  제품 간 대체가능성을 결정하는 파라미터

대표적 가계는 본원적 생산요소를 소유하며, 가계의 총소득은 요소소득, 세수 (tax revenue) 그리고 대외순수취 요소소득으로 구성된다. 가계의 총소득은 다시 고정비율로 가계 및 정부 소비 그리고 저축에 사용된다. 단, 각 국가별 저축은 총소득과 같은 비율로 변화한다고 가정한다. 가계소비와 정부소비 간의 비율이 불변이라는 가정 하에, 총 소비지출은 현재의 총 가계소득에서 저축을 감한 것과 같다. 주어진 총 소비지출 하에, 대표적 가계는 기간별로 효용극대화를 통하여 각 소비재의 소비량을 결정한다.

한편, 각 제품별 국내재 (domestic product) 와 복합수입재 (composite imported product) 에 대한 수요는 CES함수에 의해 결정된다. 이는 다른 국가에서 생산된 동종의 상품이 서로 상이한 가격으로 거래될 수 있음을 의미한다. 타국에서 수입된 동종의 제품은 CES함수에 의해 위의 복합수입재를 구성한다. 국내재와 복합수입재 간의 대체성과 다른 국가에서 수입된 동종의 수입재 간의 대체성은 제품 간의 상대가격 및 주어진 대체탄력도의 값에 의해 결정된다.<sup>17)</sup>

17) GTEM-KOR에서 사용하는 국내재와 수입재 간의 대체탄력성 (Armington Elasticity) 은 제품별로 상이한데, 이들의 값은 기존의 여러 연구결과들의 실증분석 결과를 사용하였다. 일반적으로 CGE 모형에서는 Armington Elasticity와 같은 파라미터들의 값에 대한 불확실성이 항상 존재하고 있으며, 이러한 파라미터들의 값이 연구결과에 작지 않은 영향을 미치고 있다. 따라서 파라미터 값의 변화를 통한 민감도 분석 (Sensitivity Test) 이 연구와 병행되어야 하지만, 본 연구에서는 이 과정을 생략하였다. 향후 연구에서는 파라미터 값에 대한 보다 정확하고 체계

GTEM-KOR는 또한 온실가스 감축 관련 정책(예: 탄소세, 배출권거래), 온실가스 배출량, 에너지 소비 등을 내생적으로 결정할 수 있는 방정식 체계를 포함하고 있다. 이와 같은 방정식들을 통하여 Post-Kyoto 협상, 각국의 온실가스 감축목표 등 기후변화협약 관련 다양한 주제에 대한 경제-환경적 분석이 이루어진다. 또한 동태(dynamic) 모형인 GTEM-KOR는 정태적 요소들과 더불어 각국의 자본재, 순외채, 노동공급 등과 같은 스톡변수(stock variable)들의 값들이 시간경과에 따라 투자, 감가상각, 해외차입 등과 연결되어 축적(accumulation)되는 방정식들을 포함하고 있다.

〈표 3〉 GTEM-KOR의 국가 및 산업분류

번호	국가분류	번호	산업분류
1	호주	1	석탄
2	미국	2	원유
3	캐나다	3	가스
4	일본	4	석유석탄제품
5	유럽연합	5	전력
6	구소련연방	6	철강
7	동유럽	7	비철금속
8	기타 부속서 I 국가	8	화학 · 고무 · 플라스틱
9	중동산유국	9	비철금속광물
10	북아프리카	10	기타금속광물
11	남아프리카	11	기타제조업
12	중국	12	상업 · 수송
13	대만	13	기타서비스
14	한국	14	작물
15	인도	15	쌀
16	인도네시아	16	축산업
17	기타 아세안	17	육류 · 우유
18	멕시코	18	식료품
19	아르헨티나	19	임수산업
20	브라질		
21	베네수엘라		
22	콜롬비아		
23	기타국가		

계적인 자료수집과 민감도 분석을 수행할 예정이다.

GTEM-KOR의 데이터베이스는 GTAP 6.0에 기초하며, 한국과 관련된 데이터의 적절성을 분석하고 필요한 경우 데이터의 보완 및 수정이 이루어졌다. 또한 기초 데이터베이스 이외에 온실가스 배출량, 에너지소비, 인구변화 및 기타 추가적으로 필요한 데이터를 여러 경로를 통해 수집하여 데이터베이스를 구축하였다. 본 연구에서는 기초 데이터베이스를 Post-Kyoto 협상의 주요 23개 국가 및 지역으로 통합하였으며, 산업부문도 온실가스 배출과 관계가 깊은 화석연료, 에너지집약산업, 농업부문 등 19개 부문으로 통합하였다(〈표 3〉). 한편, 교토의정서에서 제시된 6가지의 온실가스 - 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ), 메탄( $\text{CH}_4$ ), 아산화질소( $\text{N}_2\text{O}$ ), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황( $\text{SF}_6$ ) - 중에서 이산화탄소, 메탄 그리고 아산화질소 등 세 가지 온실가스를 분석대상으로 설정하였다. GTEM-KOR에 사용된 소프트웨어는 GEMPACK(General Equilibrium Modeling Package)이다.

한편 GTEM-KOR에서는 GTAP V6.0과 같은 기초 데이터 이외에 여러 종류의 모수가 사용되는데, 이들 모수의 값은 GTAP 데이터베이스에서 제공하는 정보와 자료에 기초하며, 사용된 주요 모수의 값은 〈표 4〉와 같다. 예를 들어, 가계소비에서 설정된 CDE함수에서 사용되는 소득탄력성과 재화 간 가격탄력성은 국가 및 제품에 따라 차별화하여 각각 0.01~0.24와 0.21~0.97의 범위에서 설정하였다.

〈표 4〉 주요 모수의 값

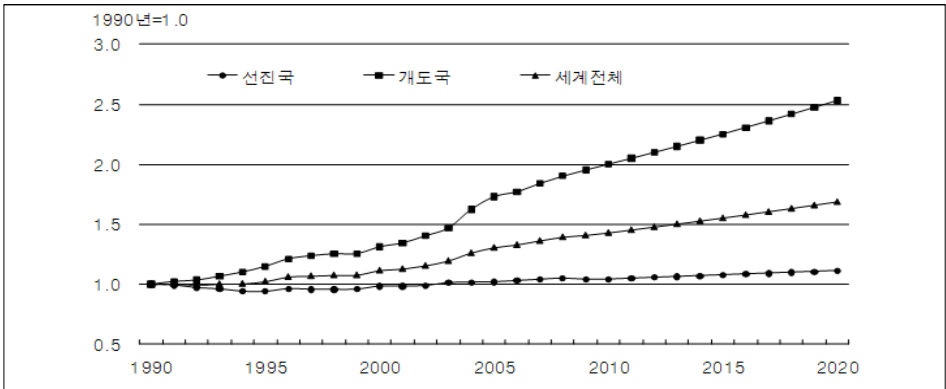
항 목	모 수 값	항 목	모 수 값
국내재와 수입재간 대체탄력성	0.80 ~ 3.46	가계소비 소득탄력성	0.01 ~ 0.24
수입재 국가간 대체탄력성	1.90 ~ 6.71	가계소비 가격탄력성	0.21 ~ 0.97
본원적 생산요소 대체탄력성	0.10 ~ 1.31	본원요소와 에너지원간 대체탄력성	0.01 ~ 0.04
에너지원간 대체탄력성	0.05 ~ 0.20	고정자본의 감가상각율	0.04

#### IV. 기준전망

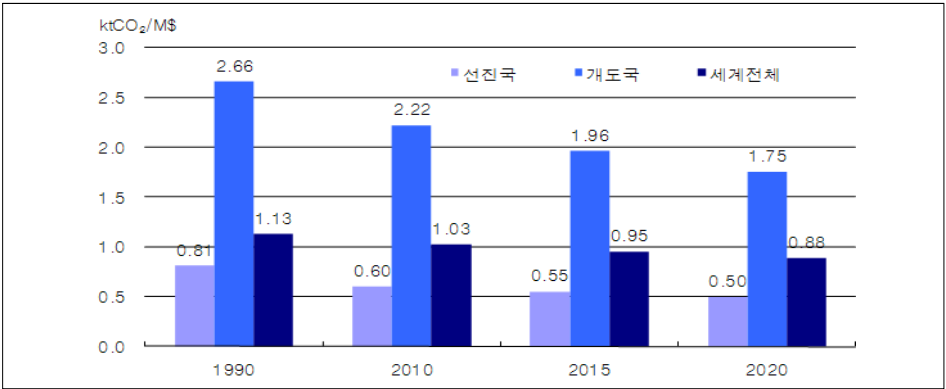
본 연구에서는 먼저 GTEM-KOR를 이용하여 국내외 주요 연구기관 및 단체들이 제공하는 각국의 경제, 인구, 유가 등 각종 가격지수, 에너지 장기공급계획 등에 대한 실적과 최근 전망자료를 참조 또는 활용하여, 향후 2020년까지의 기준전망(Business as Usual, BaU)을 실시하였다.<sup>18)</sup> 이와 같은 BaU는 각종 정책 및 시나리

오 효과분석을 위한 기준으로서, 모형을 통한 분석에서는 정책 및 시나리오의 결과와 기준시나리오와의 차이로 그 효과를 설명한다. BaU의 온실가스 배출량은 각국의 경제성장, 인구변화, 에너지소비 등에 의하여 크게 좌우되는데, 본 연구에서는 BaU 설정을 위해 국내외 각종 장기 경제전망, 인구전망, 에너지소비 전망, 장기 전력수급 전망 등에 대한 자료들을 활용하였다(IMF 2009, EIA 2009, OECD 2008, 2009, IEA 2008, 2009 등).

〈그림 4〉 온실가스 배출량 변화, 기준전망



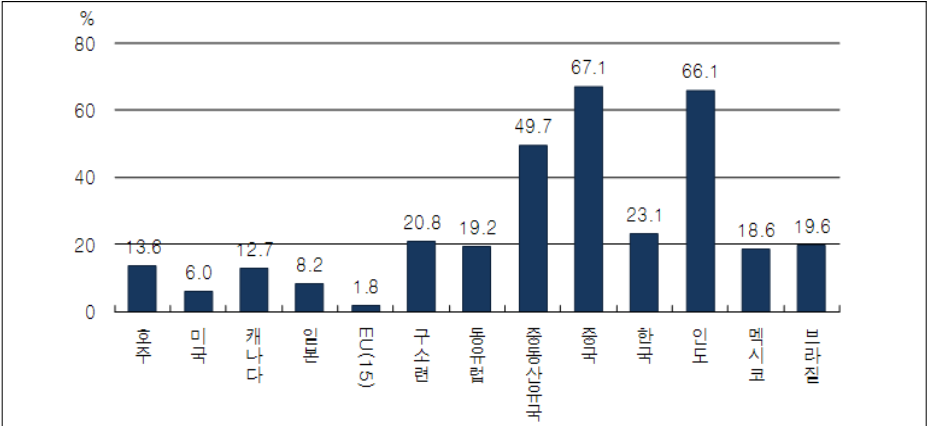
〈그림 5〉 배출집약도 변화, 기준전망



18) 기준시나리오(BaU) 설정을 위해 참조 또는 활용된 변수들의 변화에는 많은 불확실성이 내재되어 있다. 특히, 본 연구에서 2025년까지 행해지는 장기(long-term) 시물레이션의 경우에는 이러한 불확실성이 더 크게 존재할 수 있다. 예를 들어, Autonomous Energy Efficiency Improvement(AEEI)와 같은 기술발전 및 효율향상 등을 모형의 시산에 반영할 수 있어야 하나, 이와 같은 변수들에 대한 불확실성이 크기 때문에 본 모형에서는 반영하지 않고 있다.

세계 온실가스 배출량이 2005년~2020년 동안 연평균 1.72% 증가하여, 2005년 대비 약 29.1% 증가할 것으로 전망되었다. 이러한 배출량 증가의 많은 부분이 개도국의 배출량 증가에 기인하는데, 선진국의 경우에는 2005년 대비 약 9.1% 증가하지만, 개도국은 약 46.4% 증가할 것으로 예측되었다(〈그림 4〉). 따라서 전체 배출량에서 선진국이 차지하는 비중은 1990년의 63.3%에서 2020년에는 39.4%로 감소하는 반면, 개도국의 비중은 오히려 지속적으로 증가할 것으로 예측되었다. 배출집약도(배출량/GDP)는 지속적으로 개선될 것으로 예측되었다. 선진국의 경우 1990년의 0.81ktCO<sub>2</sub>/M\$에서 2020년에는 0.50ktCO<sub>2</sub>/M\$으로 개선되며, 개도국의 경우 1990년의 2.66ktCO<sub>2</sub>/M\$에서 2020년에 1.75ktCO<sub>2</sub>/M\$이 될 것으로 예측되었다. 개도국의 배출집약도가 선진국에 비해 상대적으로 높은 수준에서 유지되지만, 2000년대 들어서 선진국보다 빠른 속도로 개선될 것으로 전망되었다(〈그림 5〉). 이는 상대적으로 배출집약산업을 중심으로 생산 활동이 이루어지고 있는 개도국의 생산성 향상 및 에너지 비집약산업으로 산업구조개편 속도가 선진국보다 상대적으로 빨리 진행됨을 의미한다.

〈그림 6〉 주요국별 2005년 대비 2020년 배출량 변화, 기준전망



주요국의 2005년 대비 2020년 온실가스 배출량을 살펴보면, 중동산유국(49.7%), 중국(67.1%), 인도(66.1%) 등 주요 개도국들의 배출량이 크게 증가하는 반면, 미국(6.0%), 일본(8.2%), EU(1.8%)는 상대적으로 낮은 증가세를 기록할 것으로 예측되었다. 한편, 한국의 경우 2005년 대비 2020년 배출량이 약

23.1% 증가할 것으로 예측되었는데, 이는 최근 한국정부가 발표한 온실가스 중기 감축목표의 기초인 기준전망치 37% 증가보다 상대적으로 낮은 수치이다. 이와 같은 기준전망의 차이는 경제성장, 산업구조변화, 대내외 여건 등 여러 가지 요소에 대한 전망뿐만 아니라 사용된 분석모형의 이론적 배경과 기술적 특성의 차이에 의해 발생할 수 있다. 그러나 본 연구를 통해 도출된 한국의 중기 온실가스 배출전망 결과는 최근까지의 거시경제 및 배출량의 변화 추세와 여러 자료들을 검토한 결과, 오히려 한국정부가 발표한 전망치보다는 상대적으로 높은 객관성을 보장하는 것으로 분석되었다. 한편, <표 5>는 주요 국가별 배출량, 배출집약도, 국내총생산 등 주요 변수들의 기준전망 결과를 보여준다.

<표 5> 주요 국가별 주요 지표 연평균 증가율, 2005년~2020년, 기준전망

(단위 : %)

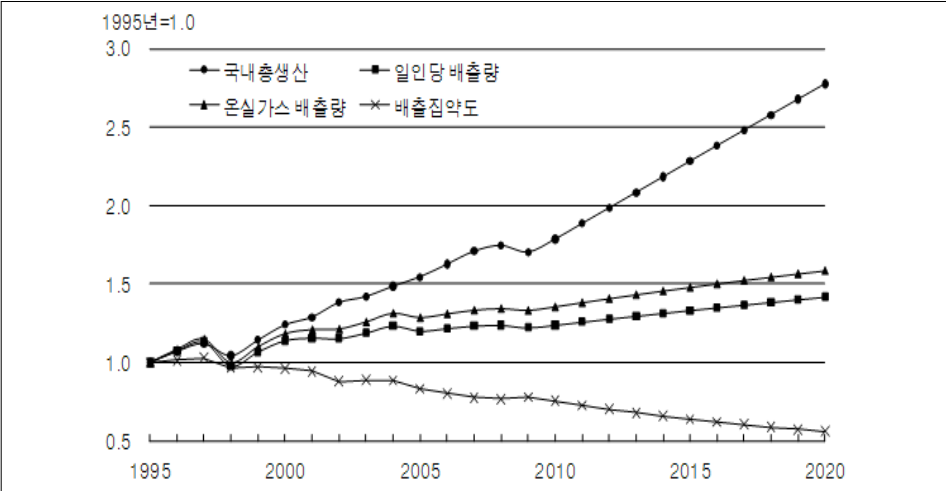
	온실가스 배출량	국내총생산	일인당 배출량	배출집약도
호주	0.85	2.63	-0.32	-1.79
미국	0.39	2.25	-0.43	-1.89
캐나다	0.80	2.05	0.16	-1.27
일본	0.53	1.06	0.70	-0.56
유럽연합(15)	0.12	1.64	0.06	-1.54
구소련	1.27	3.15	1.03	-1.92
동유럽	1.18	3.25	1.28	-2.10
중동산유국	2.72	4.01	0.95	-1.30
남아프리카	1.05	2.63	0.11	-1.58
중국	3.48	6.96	2.70	-3.49
한국	1.40	3.98	1.12	-2.61
인도	3.44	5.93	2.31	-2.49
멕시코	1.14	3.86	-0.84	-2.80
브라질	1.20	3.86	-0.05	-2.68

한국의 경우, 국내총생산이 2005년~2020년 동안 연평균 3.98% 증가할 것으로 예측된 반면, 온실가스 배출량은 이보다 낮은 연평균 1.40% 증가할 것으로 예측되었다. 따라서 배출집약도는 꾸준히 개선되어 연평균 2.61%씩 낮아질 것으로 예측되었다(<그림 7>). 한편, 고부가가치 산업화로 인해 한국 서비스산업의 성장과 에너지 집약산업의 상대적 둔화가 전망되었다. 서비스산업은 2020년까지 지속적으로

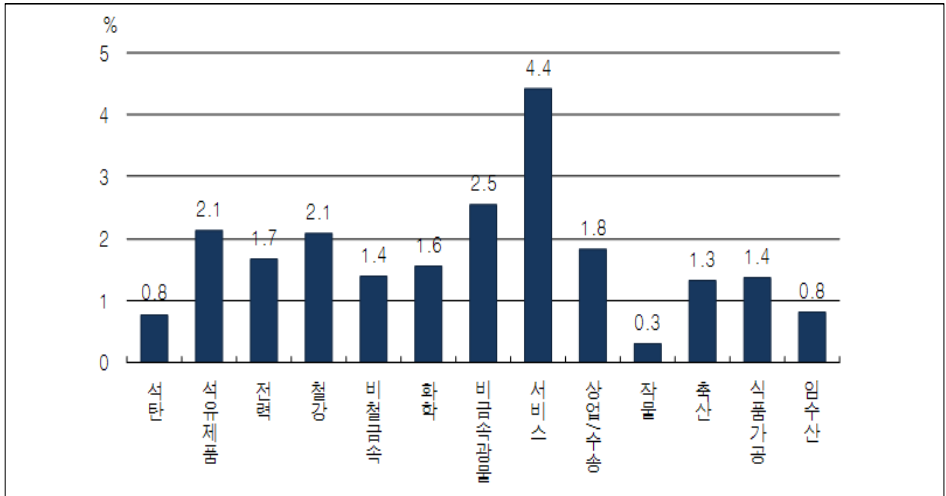


4%대 이상의 성장세를 지속할 전망이지만, 에너지 집약산업은 성장세가 상대적으로 낮을 것으로 예측되었다. 예를 들어 철강과 석유제품의 경우 2005년~2020년 동안 연평균 2.1%의 생산량 증가세를 기록할 것으로 예측되었다. 한편, 전력산업은 연평균 1.7%로 비교적 꾸준히 성장할 것으로 예측되었다(<그림 8>).

〈그림 7〉 한국의 주요 지표별 변화, 1995년=1, 기준전망



〈그림 8〉 한국의 주요 산업별 생산량 변화, 2005년~2020년, 연평균 증가율, 기준전망



## V. 온실가스 중기 감축목표 이행의 경제-환경적 파급효과

### 1. 온실가스 중기 감축 시나리오

기술한 바와 같이 최근 한국정부가 발표한 온실가스 중기 감축목표 시나리오는 2020년까지 온실가스 배출량을 BaU 대비(2005년 대비) 각각 21%(+8%), 27%(0%) 또는 30%(-4%) 감축한다는 것이다. 또한 이러한 감축목표를 달성하기 위해서는 국내총생산이 2020년에 BaU 대비 0.29%, 0.37% 그리고 0.49% 하락하는 경제적 비용이 발생할 것으로 예측하였다. 한편, 주요 선진국들은 나름대로의 자체 기준과 여건을 반영하여 2020년까지의 중기 온실가스 감축목표를 발표 또는 설정하였다. 이와 같이 한국뿐만 아니라 선진국들이 발표한 온실가스 중기 감축목표는 각국 및 전세계 경제뿐만 아니라 환경적으로도 중요한 의미를 내포하고 있다.

온실가스 중기 감축목표의 파급효과를 분석하기 위해, 먼저 앞의 <표 1>에서 정리된 주요 선진국들의 중기 온실가스 감축목표를 반영하여, 2020년까지 선진국들의 온실가스 감축수준을 설정하였다. 교토의정서에 의해 강제적 온실가스 감축의무를 부여받은 선진국들은 주어진 의무를 이행하고, 이후 2020년까지는 자체적으로 설정한 감축목표를 이행한다고 가정한다. 한편, 교토의정서 비준이 이루어지지 않은 미국의 경우에는 2012년까지 자국의 배출집약도(배출량/GDP)를 BaU 대비 18% 개선된다고 가정한다. 이후 2020년까지는 <표 1>에서와 같이 온실가스 배출량을 2005년 대비 17% 감축한다고 가정하였다.

한편, 한국의 온실가스 감축 시나리오는 정부가 발표한대로 BaU 대비 각각 -21%, -27% 그리고 -30% 감축하는 것으로 가정하였다. 감축시나리오를 2005년 대비 감축을 설정하지 않고 BaU 대비 설정한 것은 한국의 감축목표 분석에 있어서 보다 객관성을 유지하기 위한 것이다. 즉, 한국정부가 발표한 기준전망에서는 2020년도 배출량이 2005년보다 37% 증가한다고 가정했으나, 본 연구의 기준전망에서는 약 23% 증가할 것으로 분석되었다. 이러한 기준전망치의 차이로 인해 특정년도 기준의 감축목표에 대한 분석결과가 과대 또는 과소 추정될 가능성이 존재한다. 따라서 본 연구에서 주어진 기준전망치를 기준으로 BaU 대비 감축목표에 대한 분석을 함으로써 분석결과의 객관성을 상대적으로 제고하였다.

〈표 6〉 온실가스 중기 감축 시나리오

시나리오	대상 국가	온실가스 감축 내용
시나리오 1	선진국	- 제1차 공약기간(~2012년) 까지 교토의정서상 감축의무 이행 (미국은 자체 감축목표 이행) - 2020년까지 각국별 온실가스 중기 감축목표 이행
	한 국	- 감축의무 없음
시나리오 2	선진국	- 시나리오 1과 동일
	한 국	- 2020년까지 BaU 대비 21% 감축
시나리오 3	선진국	- 시나리오 1과 동일
	한 국	- 2020년까지 BaU 대비 27% 감축
시나리오 4	선진국	- 시나리오 1과 동일
	한 국	- 2020년까지 BaU 대비 30% 감축

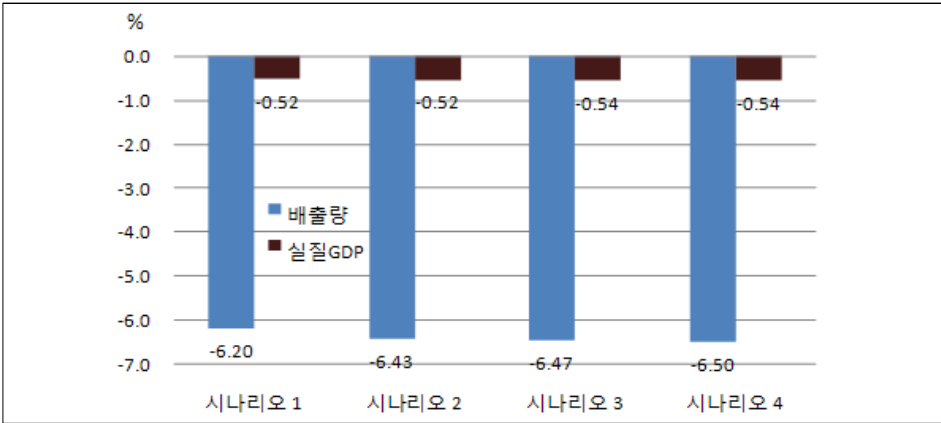
위와 같은 배경에 근거하여, 본 연구에서 4가지의 시나리오를 설정하였다(〈표 6〉). 먼저 시나리오 1의 경우, 교토의정서의 경우와 같이 선진국들만 온실가스 배출량을 감축하는 시나리오이다. 즉, 선진국들은 교토의정서 상의 감축의무를 이행하고, 이후 2020년까지 자국의 온실가스 중기 감축목표를 이행하는 경우이다. 따라서 한국을 포함한 개도국은 특정한 감축목표가 없는 시나리오이다. 시나리오 2~시나리오 4의 경우, 선진국들의 온실가스 감축은 시나리오 1의 내용과 동일하지만, 개도국 중 한국만 추가적으로 자국의 온실가스 감축목표를 이행하는 시나리오이다. 시나리오 2~시나리오 4에서는 한국이 자체적으로 설정한 3가지의 감축목표를 이행하게 된다. 이 때 다른 개도국들은 특정 의무 또는 목표에 의한 강제적인 온실가스 감축활동을 하지 않는다고 가정하였다.

## 2. 시나리오별 파급효과 및 시사점

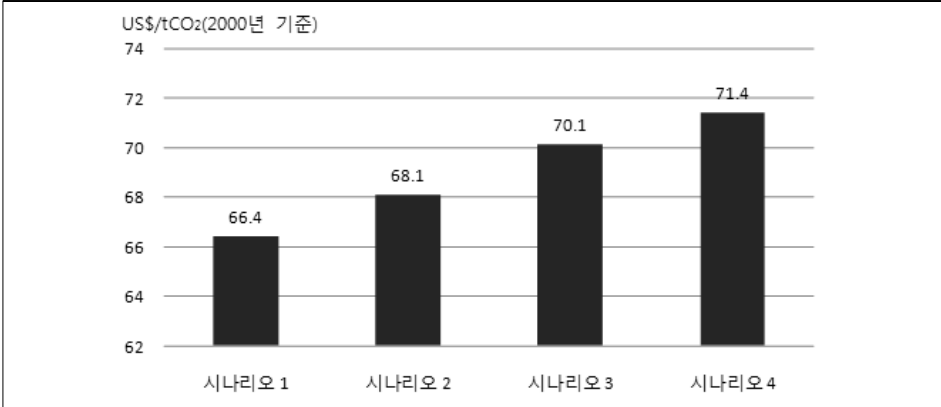
선진국과 한국의 온실가스 중기 감축 시나리오별 파급효과는 크게 온실가스 배출량과 거시경제에 미치는 효과로 분석할 수 있다. 먼저 전 세계 온실가스 배출량은 2020년에 BaU 대비 약 6.20%~6.50% 감축될 것으로 분석되었는데(〈그림 9〉), 이는 2005년 배출량과 비교하여 약 20.67%~21.05% 증가하는 것이다. 한국이 특정 감축목표를 설정하지 않고 선진국만 중기 감축목표를 이행할 경우(시나리오 1), 전 세계 배출량이 약 6.20% 감축되며, 한국이 중기 감축목표 이행에 동참할 경우(시나리오 2~시나리오 4)에도 전 세계 배출량이 시나리오 1의 경우와 큰 차이 없이 BaU

대비 약 6.43%~6.50% 감축될 것으로 분석된다. 이와 같이 한국이 중기 감축목표를 이행하더라도 전 세계 온실가스 배출량 감축효과에 크게 영향을 미치지 못하는 것은 한국의 온실가스 배출량이 전 세계 배출량에서 차지하는 비중이 낮기 때문이다. 이와 같은 분석결과는 향후 Post-Kyoto 체제에서 기존 선진국 이외에 중국, 인도 등 주요 다배출 개도국의 감축의무에 대한 전향적인 참여가 이루어지지 않은 상태에서, 한국만 추가적으로 온실가스 감축의무에 참여하더라도, 한국의 추가적인 참여가 전지구적 문제인 기후변화 문제를 해결하는데 크게 기여하지 못한다는 것을 시사한다. 따라서 향후 Post-Kyoto 체제의 환경적 효율성을 높이기 위해서는 주요 다배출 개도국의 의미있는 수준에서의 추가적인 참여가 필수적이다.

〈그림 9〉 시나리오별 전세계 온실가스 배출량과 실질 GDP 변화, 2020년, BaU 대비



〈그림 10〉 시나리오별 온실가스 한계저감비용, 2020년



한편, 온실가스 중기 감축목표의 이행으로 인하여 직접적인 비용이 발생하는데, 이러한 비용을 세계경제의 실질 GDP로 계산하면 BaU 대비 약 0.52%~0.54% 하락할 것으로 분석되었다. 이러한 실질 GDP의 하락은 온실가스 감축으로 인한 경제 활동 위축에 기인하는데, 특히 석탄, 원유, 가스, 전력 등 에너지산업과 철강, 화학 등을 중심으로 한 에너지집약산업 생산활동의 위축으로 인해 발생하는 것으로 분석되었다(<표 8>). 각 시나리오별 경제적 파급효과는 온실가스 한계저감비용과 연계되어 있는데,<sup>19)</sup> 한국이 감축목표 이행에 참여하지 않는 시나리오 1의 경우에는 전세계 한계저감비용이 이산화탄소 톤당 약 66달러(2000년 기준)의 비용이 발생하지만, 한국이 온실가스 감축에 참여하는 시나리오 2~시나리오 4의 경우에는 상대적으로 높은 약 68달러~71달러에 이를 것으로 분석되었다(<그림 10>).<sup>20)</sup>

<표 7> 시나리오별 주요 국가의 온실가스 배출량 및 실질 GDP 변화, 2020년, BaU 대비

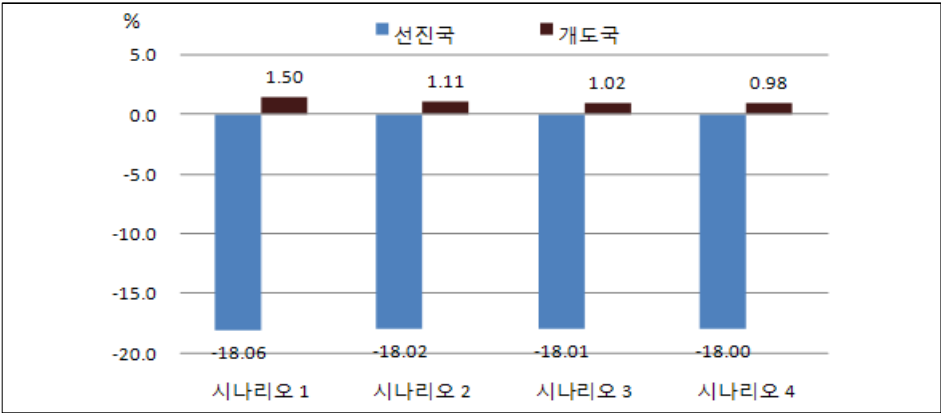
	온실가스 배출량				실질 GDP			
	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4
호주	-34.55	-34.55	-34.55	-34.55	-1.88	-1.88	-1.88	-1.88
미국	-21.66	-21.66	-21.66	-21.66	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38
캐나다	-32.96	-32.96	-32.96	-32.96	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
일본	-21.47	-21.47	-21.47	-21.47	-0.83	-0.81	-0.83	-0.82
유럽연합(15)	-24.26	-24.26	-24.26	-24.26	-1.27	-1.25	-1.25	-1.25
구소련	5.66	5.85	5.92	5.96	0.28	0.29	0.29	0.29
동유럽	-22.18	-22.18	-22.18	-22.18	-1.10	-1.10	-1.10	-1.10
중동산유국	0.65	0.70	0.72	0.72	0.57	0.61	0.61	0.62
남아프리카	10.12	10.91	11.19	11.34	0.13	0.14	0.14	0.14
중국	1.24	1.42	1.49	1.53	0.08	0.09	0.09	0.09
한국	1.94	-21.00	-27.00	-30.00	0.14	-0.58	-1.11	-1.47
인도	1.02	1.09	1.11	1.12	0.21	0.23	0.23	0.23
멕시코	1.64	1.71	1.73	1.74	0.27	0.28	0.28	0.29
브라질	1.54	1.65	1.69	1.71	0.22	0.23	0.23	0.23

- 19) 한계저감비용은 주어진 정책과 배출목표 하에 최소비용으로 저감목표 달성을 할 수 있는 한계 비용을 의미하며, 온실가스 감축 한계비용은 국제배출권거래제 하에서는 배출권의 국제가격으로 해석될 수 있다.
- 20) 전 세계 한계저감비용은 온실가스 중기 감축목표를 이행하는 국가들의 한계저감비용을 가중 평균한 값임.

〈표 8〉 주요 산업별 전세계 생산량 변화, 2020년, BaU 대비

	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4
석탄	-17.81	-18.44	-18.65	-18.76
원유	-5.49	-6.02	-6.16	-6.22
가스	-8.81	-8.94	-8.97	-8.99
석유/석탄제품	-4.50	-4.80	-4.87	-4.91
전력	-7.22	-7.26	-7.27	-7.28
철강	-0.77	-0.74	-0.75	-0.74
화학	-1.03	-1.04	-1.06	-1.07
비금속광물	-0.46	-0.48	-0.50	-0.52
서비스	0.07	0.07	0.06	0.05
상업/수송	0.04	0.04	0.03	0.03
작물	-0.57	-0.54	-0.53	-0.52
벼	0.15	0.16	0.15	0.14
축산	-1.58	-1.59	-1.59	-1.59
식료품	-0.23	-0.22	-0.22	-0.21
임수산업	0.09	0.10	0.09	0.09

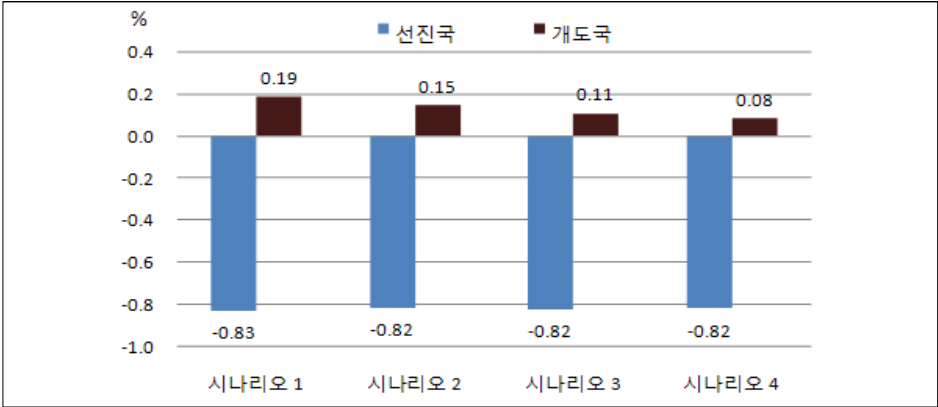
〈그림 11〉 선진국과 개도국의 온실가스 배출량 변화, 2020년, BaU 대비



선진국과 한국의 온실가스 감축은 타 개도국들의 국제경쟁력을 상대적으로 개선시켜, 오히려 이들 국가의 온실가스 배출량을 증가시키는 탄소누출(carbon leakage) 효과가 발생한다. 따라서 선진국들의 총 온실가스 배출량은 2020년에 BaU 대비 약 18% 감소하지만, 개도국의 온실가스 배출량은 반대로 약 1.0%~1.5% 증가할 것으로 예측된다(〈그림 11〉). 또한 개도국들의 실질 GDP도

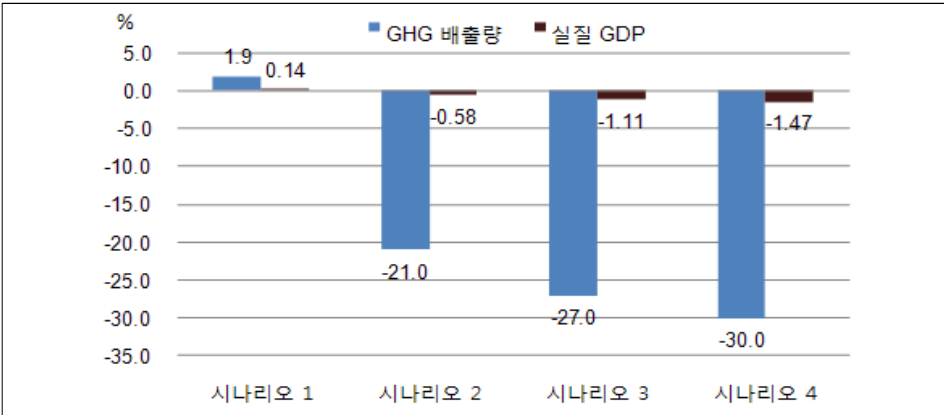
약 0.1%~0.2% 상승할 것으로 분석되었다(〈그림 12〉).

〈그림 12〉 선진국과 개도국의 실질 GDP 변화, 2020년, BaU 대비

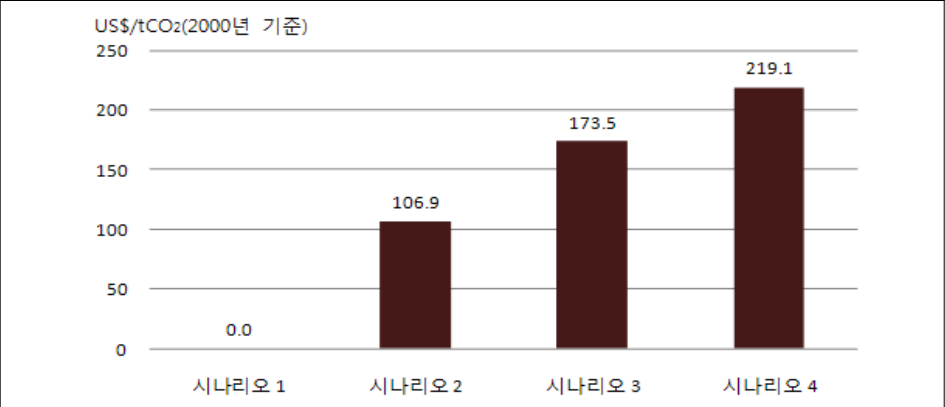


한국의 온실가스 중기 감축목표는 국내 온실가스 배출량뿐만 아니라 거시경제 및 산업구조에도 중요한 변화를 야기할 것으로 분석되었다. 먼저 한국이 특정 감축목표를 이행하지 않고 선진국들만 중기 감축목표를 이행하는 경우, 오히려 온실가스 배출량과 실질 GDP가 2020년에 BaU 대비 각각 1.90%와 0.14% 증가하는 과급효과가 발생할 것으로 분석되었다(〈그림 13〉). 이는 선진국들의 온실가스 감축으로 인해, 에너지집약산업을 중심으로 국제경쟁력이 개선되어 국내 생산 및 소비활동이 확대되기 때문이다.

〈그림 13〉 한국의 GHG 배출량과 실질 GDP 변화, 2020년, BaU 대비



〈그림 14〉 시나리오별 한국의 온실가스 한계저감비용, 2020년



〈표 9〉 한국의 거시경제지표 및 온실가스 배출집약도 변화, 2020년, BaU 대비

	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4
실질 GDP	0.14	-0.58	-1.11	-1.47
실질투자	1.02	0.19	-0.40	-0.80
실질소비	0.20	-0.96	-1.84	-2.45
실질수출	-0.54	-1.83	-2.15	-2.29
실질수입	0.82	-1.47	-2.27	-2.69
GDP 디플레이터	0.03	-2.51	-3.70	-4.43
온실가스 배출량	1.94	-21.00	-27.00	-30.00
배출집약도	1.86	-21.40	-27.22	-30.06

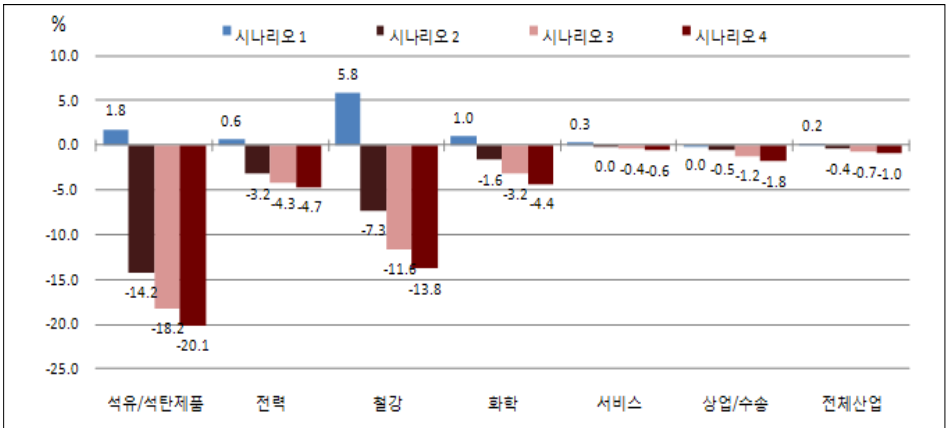
한국이 온실가스 중기 감축목표(시나리오 2-시나리오 4)를 이행할 경우에는 직접적인 감축비용으로써 실질 GDP가 각각 약 0.58%, 1.11% 그리고 1.47% 하락할 것으로 분석되었다(〈그림 13〉). 이는 한국정부가 감축목표 시나리오 발표 시 제시한 경제적 비용과 비교하면 상대적으로 높은 수준이다. 즉, 온실가스 배출량을 2020년까지 BaU 대비 21% 감축할 경우(시나리오 2), 본 연구에서는 경제적 비용으로서 실질 GDP가 BaU 대비 약 0.58% 하락하는 압력이 발생할 것으로 분석하였으나, 한국정부에서는 실질 GDP가 0.29% 하락하는데 그칠 것으로 예측하였다. 이와 같은 경제적 비용은 감축목표가 강화될수록 규모가 커지는데, 배출량을 BaU 대비 30% 감축할 경우 실질 GDP가 1.47%까지 하락하는 비용이 발생할 것으로 분석되었다. 한편, 한국이 온실가스 감축목표를 이행함에 따라 발생하는 한계저감



비용은 2020년에 2000년 미국달러 기준으로 이산화탄소 톤당 약 107달러, 174달러 그리고 219달러 수준이 될 것으로 분석되었다(〈그림 14〉).<sup>21)</sup>

온실가스 감축의 경제적 과급효과에 대한 본 연구의 결과와 한국정부의 발표내용과의 차이는 기준전망을 위해 사용된 여러 가지 요소에 대한 전제치와 분석모형의 이론적 배경 그리고 온실가스 감축시나리오 설정 시 타 국가에 대한 전제 등에 의해 발생할 수 있다. 그러나 사용된 모형의 이론적 배경, 데이터베이스, 모수 값 등의 경우, 연구결과의 차이를 발생시키는데 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 다만 한국정부가 발표한 우리나라의 온실가스 기준전망(2020년까지 2005년 대비 37% 증가)이 다른 국제적 전망결과와 비교하여 과도하게 높게 추정된 것으로 판단된다. 또한 높은 기준전망 하에서 감축목표를 이행하는데 발생하는 경제적 비용은 반대로 과소 추정되어 발표된 것으로 판단된다. 이는 기준전망 작업과 경제적 과급효과 분석 작업이 유기적으로 연계되어 수행되어야 하는데, 한국정부의 작업이 이와 같은 과정을 제대로 밟지 않았기 때문에 이러한 문제가 발생한 것으로 판단된다.<sup>22)</sup>

〈그림 15〉 한국의 주요 산업별 생산량 변화, 2020년, BaU 대비



21) 한국이 특정 감축목표를 설정하지 않은 시나리오 1의 경우에는 한계저감비용이 0(zero)이다.  
 22) 한국정부는 감축효과 추정 시 사용된 모형의 주요 전제치와 기준전망 결과 그리고 온실가스 감축 시나리오 분석 시 주요 국가들의 감축활동 등에 대한 자세한 내용을 대외비를 이유로 공개하지 않고 있다.

한국의 온실가스 감축목표 이행은 온실가스 배출의 주 원인인 석탄, 석유, 가스 등과 같은 화석연료의 가격과 각종 재화와 서비스의 생산비용을 상승시킴으로써 국내 소비와 투자를 위축시키는 역할을 한다. 또한 국제무역과 국제 자본투자 패턴의 변화를 야기시킴으로써 국내경제에 영향을 미치게 된다. 이와 같은 직간접적인 파급효과로 인하여, 한국이 온실가스 감축의무에 참여하는 시나리오 2 ~ 시나리오 4의 경우에 실질투자와 소비의 위축 그리고 무역수지의 악화로 인하여 경제적 비용이 발생한다(〈표 9〉). 한편, 생산비용 증가 및 제품가격 상승 등에 의한 소비의 축소로 인하여, 석유/석탄제품, 전력, 철강 및 화학 등 주요 에너지 집약산업의 생산량이 BaU 대비 감소할 것으로 분석되었다. 특히 시나리오별로 석유/석탄제품의 생산량이 약 14%~20% 축소되며, 철강산업의 경우에도 약 7%~14% 하락할 것으로 전망되었다. 그러나 배출집약도가 높지 않은 서비스산업에 미치는 영향은 상대적으로 미미할 것으로 분석되었다.

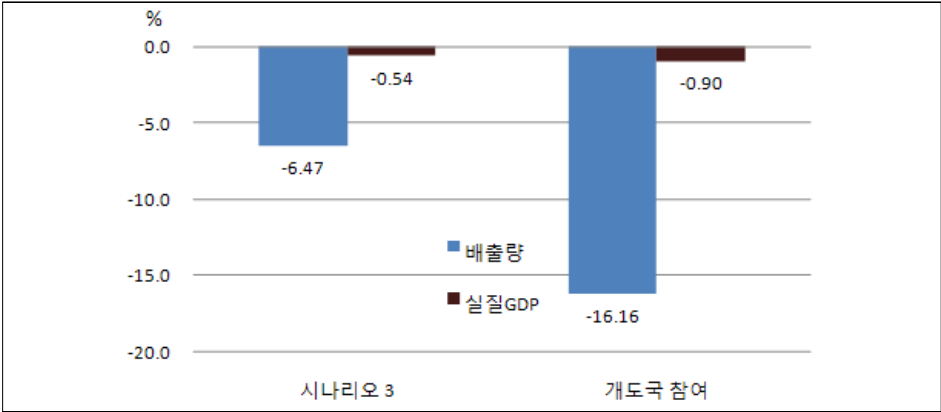
### 3. 주요 개도국의 감축활동 참여 시 파급효과

지금까지 본 연구에서는 기존 선진국과 함께 한국이 중기 감축목표를 이행하더라도 전 세계 온실가스 배출량에는 크게 영향을 미치지 못하며, 중국, 인도 등 주요 다배출 개도국의 감축의무에 대한 전향적인 참여가 이루어지지 않으면 지구온난화 문제를 해결하는데 많은 어려움이 존재함을 밝힌 바 있다. 향후 중국, 인도 등 주요 개도국이 한국과 같은 수준의 중기 감축목표를 설정하여 이행할 경우에는, 앞의 연구결과와 다른 경제 및 환경적 파급효과와 시사점이 도출될 것으로 예상된다. 따라서 본 절에서는 선진국과 한국 이외에 중국, 인도, 멕시코 등 주요 3개 개도국이 추가적으로 한국과 같은 수준의 온실가스 중기 감축목표를 설정하여 이행한다는 가정 하에 발생하는 경제-환경적 파급효과를 분석하였다. 분석을 단순화하기 위하여 한국과 주요 3개 개도국의 온실가스 감축목표를 앞의 시나리오 3과 같이 배출량을 2020년까지 BaU 대비 27% 감축하는 것으로 가정하였다.

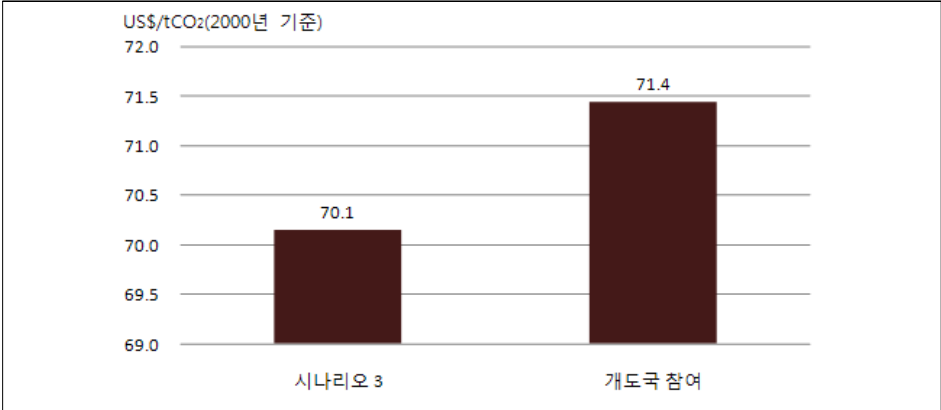
먼저 한국과 더불어 중국, 인도, 멕시코 등 주요 3개국이 2020년까지 온실가스 배출량을 BaU 대비 27% 감축할 경우, 전 세계 온실가스 배출량이 BaU 대비 약 16.2% 감축될 것으로 예측되는데 〈그림 16〉, 이는 3개 개도국이 참여하지 않는 시나리오 3의 경우보다 감축효과가 약 10%p 정도 확대된 것이다. 이는 세계 1위 및

3위권 배출국인 중국과 인도의 참여에 크게 기인한다. 이와 같은 결과는 전 지구적 기후변화 문제를 해결하기 위해서는 선진국과 개도국의 광범위한 감축의무 참여가 필요함을 의미한다. 미국을 포함한 기존 선진국의 감축의무 참여는 물론이고, 중국, 인도 등 주요 다배출 개도국의 감축의무 참여가 향후 Post-Kyoto 체제의 온실가스 감축효과를 결정하는 중요한 요소인 것이다.

〈그림 16〉 개도국 참여 시 전세계 GHG 배출량과 실질 GDP 변화, 2020년, BaU 대비



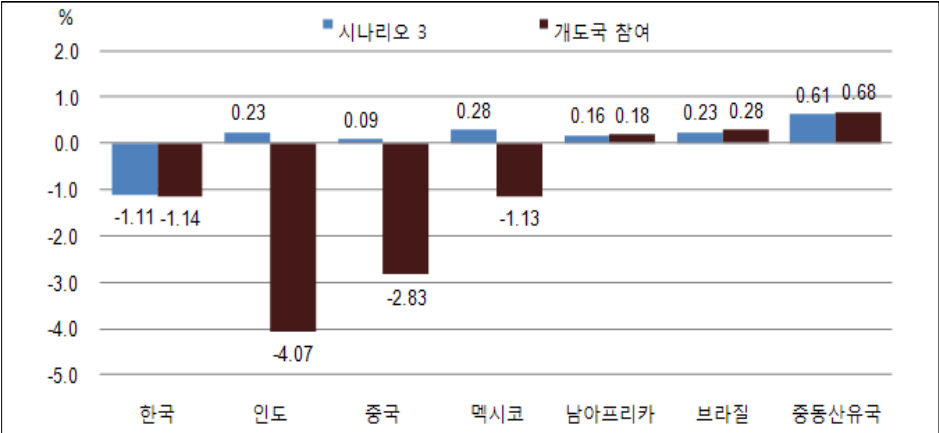
〈그림 17〉 개도국 참여 시 온실가스 한계저감비용, 2020년



그러나 개도국의 참여는 전 세계 실질 GDP를 0.90%까지 하락시키는 경제적 비용도 동시에 유발시킬 것으로 분석되었다(〈그림 16〉). 이러한 경제적 비용은 온실가스 한계저감비용과 연계되어 있는데, 한계저감비용이 앞의 시나리오 3의 경우보

다 약간 높은 이산화탄소 톤당 약 71.4달러 (2000년 미국달러 기준) 수준이 될 것으로 분석되었다(〈그림 17〉).

〈그림 18〉 주요 개도국의 실질 GDP 변화, 2020년, BaU 대비



개도국의 추가적인 감축활동 참여로 인해 발생하는 선진국에 대한 경제적 파급효과가 이들 국가가 참여하지 않는 시나리오 3과 비교하여 큰 차이가 없을 것으로 분석된다. 그러나 개도국들의 경우에는 감축활동에 참여하는 국가와 참여하지 않는 국가 간에는 많은 차이가 발생할 것으로 분석된다. 시나리오 3의 경우 한국의 실질 GDP가 약 1.11% 하락하는 비용이 발생하지만 다른 개도국들의 경우에는 오히려 탄소누출(carbon leakage)과 함께 반사적인 경제적 이득이 발생할 것으로 분석된 바 있다. 그러나 인도, 중국, 멕시코 등이 추가적으로 참여할 경우, 이들 국가의 실질 GDP가 각각 4.07%, 2.83% 그리고 1.14% 하락하는 경제적 비용이 발생한다(〈그림 18〉). 이와 같은 경제적 비용이 중국, 인도 등 주요 개도국들이 Post-Kyoto 체제에서 자국의 강제적 감축의무 설정을 반대하는 중요한 이유이다. 반면, 이들 국가들의 추가적인 참여로 인해 남아프리카, 브라질, 중동산유국 등 감축활동에 참여하지 않는 국가의 경우, 오히려 반사적인 경제적 이득이 약간씩 추가적으로 확대될 것으로 분석되었다.

## VI. 결론 및 시사점

한국은 저탄소 녹색성장이라는 중장기 국가비전을 달성하기 위한 가시적 목표 중 하나로서 온실가스 중기 감축 시나리오를 지난 2009년 8월에 발표한 바 있다. 자체적으로 설정된 온실가스 기준전망(Business as Usual)을 기초로, 2020년까지 배출량을 BaU(2005년 배출량) 대비 각각 21%(+8%), 27%(0%) 또는 30%(-4%) 감축하겠다는 계획이 발표된 이후, BaU의 적정성, 각 시나리오별 감축수단에 대한 현실성 그리고 경제적 비용의 정확성에 대한 의문과 논란이 확대되고 있는 상황이다. 이는 에너지의 97% 이상을 수입에 의존하고 에너지다소비산업의 비중이 상당히 높아 외부충격에 취약한 우리나라의 경제 및 에너지수급 구조 상, 온실가스 감축이 우리나라 경제 및 사회에 미치는 파장이 클 것으로 예상되기 때문이다.

이에 본 연구에서는 Post-Kyoto 체제 구축을 위한 다자간협상, 주요 선진국들의 중기 온실가스 감축목표 등을 참조하여, 이번에 발표된 한국의 온실가스 감축 시나리오가 내포하고 있는 경제 및 환경적 파급효과와 시사점을 연산일반균형(CGE) 모형을 활용하여 분석하였다. 또한 한국이 발표한 온실가스 감축 시나리오별 경제적 비용이 적절한 수준에서 추정되었는지 점검하였다.

분석 결과, 기존 선진국에 추가하여 한국만 온실가스 감축에 참여하더라도 전지구적 문제인 기후변화 문제를 해결하기 위한 전 세계 온실가스 감축에 미치는 영향은 미미할 것으로 분석되었다. 이는 한국의 온실가스 배출량이 전 세계 배출량에서 차지하는 비중이 미미하기 때문이다. 그러나 한국 이외에 중국, 인도 등 주요 개도국들이 한국과 비슷한 수준으로 감축에 추가적으로 참여할 경우에는 전 세계 온실가스 감축효과가 크게 확대될 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 기후변화 문제를 해결하기 위해서는 기존 선진국뿐만 아니라 개도국의 광범위한 감축의무 참여가 필요함을 의미한다. 몇몇 소규모 배출 개도국의 추가적인 감축의무 참여만으로 기후변화 문제를 해결하는 데 한계가 있으며, 중국, 인도 등 주요 다배출 개도국의 감축의무 참여가 향후 Post-Kyoto 체제의 온실가스 감축효과를 결정하는 중요한 요소인 것이다.

한편, 한국이 온실가스 감축 시나리오에 맞추어 배출량을 감축할 경우, 실질 GDP가 0.58%(시나리오 1), 1.11%(시나리오 2) 그리고 1.47%(시나리오 3) 하락하는 경제적 비용이 발생할 것으로 분석되었다. 본 연구를 통해 추정된 경제적 비

용은 한국정부가 발표한 수준과 비교하여 상당히 높은 수준이다. 이와 같은 비용의 차이가 분석모형의 이론적 특성, 데이터베이스, 각종 전제치와 온실가스 기준전망 수준 등의 차이에 의해 발생할 수 있으나, 자세한 분석방법과 근거가 공개되지 않은 한국정부의 경제적 비용 추정치가 일정부분 과소 추정된 것으로 판단된다. 따라서 향후 추가연구에서 이와 같은 추정치의 차이가 발생한 근본적 원인을 분석함과 동시에, 타 분석모형과의 협동연구를 통해 보다 객관적으로 수용될 수 있는 수준에서의 경제적 파급효과를 도출할 필요가 있다.

한국정부는 온실가스 중기 감축 시나리오 발표 이후, 2009년 말까지 최종 감축목표를 결정하기 위해 여론조사 및 의견수렴 과정을 거치고 있다. 또한 2010년부터는 결정된 감축목표 달성을 위해, 산업, 가정, 수송 등 주요 부문별 감축목표 할당과 배출권거래제, 탄소세 등 다양한 정책수단 도입을 위한 작업이 빠르게 이루어질 것으로 예상된다. 그러나 이러한 작업은 온실가스 감축에 의해 발생하는 파급효과에 대해 보다 체계적이고 다각적인 분석과 검토를 토대로 이루어져야 한다. 특히 각 부문 및 업종별 감축규모와 감축비용에 대한 분석이 필요할 뿐만 아니라, 감축비용을 각 부문과 업종이 현실적으로 감내할 수 있는지의 검토가 필히 동시에 이루어져야 한다. 이러한 체계적인 접근과 검토가 제대로 이루어지지 않을 경우에는 오히려 온실가스 감축효과는 미미한 가운데, 국가경제가 지불해야할 비용만 확대시키는 온실가스 감축목표가 될 수 있기 때문이다.

## ■ 참 고 문 헌

1. 기후변화대책위원회, 『기후변화 제4차 종합대책 - 5개년 계획』, 2007.  
(Translated in English) Inter-Ministerial Committee on Climate Change, *The 4th Comprehensive Action Plan on Climate Change - Five-Year Plan*, 2007.
2. 녹색성장위원회, 『국가 온실가스 중기(2020년) 감축목표 설정 추진계획』, 2009.8.  
(Translated in English) Presidential Committee on Green Growth, *The Mid-Term Greenhouse Gas Emissions Reduction Target Scenarios of Korea*, 2009.8.

3. 임재규, “기후변화협약의 경제적 파급효과 및 시사점: Global CGE 모형을 이용한 협상단계별 결과 비교분석,” 『경제학연구』, 제52집, 제3호, 2004, pp. 93-121.  
(Translated in English) Lim, Jaekyu, “The Impacts and Implications of UNFCCC: An Economic Analysis by Using a Global CGE Model on Negotiation Stages,” *KYONG JE HAK YON GU*, Vol. 52, No. 3, 2004, pp. 93-121.
4. 임재규, 『기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략에 관한 연구(제2차년도): 기후변화의 무부담 협상분석 및 대응전략 연구』, 정책연구보고서 05-03, 산업자원부·에너지경제연구원, 2005.  
(Translated in English) Lim, Jaekyu, *The Research on Long-Term Action and Strategy on UNFCCC (2nd Year): Analysis on Post-Kyoto Negotiation Strategies*, Policy Research Report 05-03, Ministry of Commerce, Industry and Energy(MOCIE) and Korea Energy Economics Institute(KEEI), 2005.
5. 임재규, 『기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략에 관한 연구(제3차년도): Post-Kyoto 온실가스 감축 의무협상 대응전략 연구』, 정책연구보고서 06-03, 산업자원부·에너지경제연구원, 2006a.  
(Translated in English) Lim, Jaekyu, *The Research on Long-Term Action and Strategy on UNFCCC (3rd Year): Analysis on Post-Kyoto Negotiation Strategies*, Policy Research Report 06-03, Ministry of Commerce, Industry and Energy(MOCIE) and Korea Energy Economics Institute(KEEI), 2006a.
6. 임재규, 『기후변화협약 의무부담 협상전략 수립 연구 - 국제 공동연구를 통한 객관적 대응방향 및 협상전략 개발』, 정책연구보고서 06-23, 산업자원부·에너지경제연구원, 2006b.  
(Translated in English) Lim, Jaekyu, *The Research on Post-Kyoto Negotiation Strategies: Action and Strategy Development through International Research Cooperation*, Policy Research Report 06-23, Ministry of Commerce, Industry and Energy(MOCIE) and Korea Energy Economics Institute(KEEI), 2006b.
7. 임재규, 『Post-2012 기후변화 대응체제 구축을 위한 다자간 협상 대응전략 연구』, 정책연구보고서 07-06, 산업자원부·에너지경제연구원, 2007.  
(Translated in English) Lim, Jaekyu, *The Research on Multilateral Negotiation for Post-2012 Framework Development of UNFCCC*, Policy Research Report 07-06, Ministry of Commerce, Industry and Energy(MOCIE) and Korea Energy Economics Institute(KEEI), 2007.
8. 임재규, “Post-Kyoto 협상의 주요 쟁점사항과 시사점: 연산일반균형(CGE) 모형을 활용한 경제적 분석,” 『자원·환경경제연구』, 제18권 제3호, 2009, pp. 457-493.  
(Translated in English) Lim, Jaekyu, “Major Issues of Post-Kyoto Negotiation and Their Implications: An Economic Analysis by Using a CGE Model,” *Environmental and Resource Economics Review*, Vol. 18, No. 3, 2009, pp. 457-493.
9. Baer, P. and T. Athanasiou, *Frameworks and Proposals - A Brief, Adequacy and Equity-Based Evaluation of Some Prominent Climate Policy Frameworks and Proposals*, 2007, Global Issue Papers, No. 30, Heinrich Böll Foundation.
10. Berk, M. M. and M. G. J. den Elzen, “Options for Differentiation of Future Commitments in Climate Policy: How to Realize Timely Participation to Meet Stringent Climate Goals?” *Climate Policy*, Vol. 1, No. 4, 2001, pp. 465-480.

11. Bernstein, P.M., W.D. Montgomery and T.F. Rutherford and G. Yang, "Effects of Restrictions on International Permit Trading: the MS-MRT Model," *Energy Journal*, Special Issue, 1999, pp. 221-256.
12. Bodansky, D., S. Chou and C. Jorge-Tresolini, *International Climate Efforts Beyond 2012: A Survey of Approaches*, 2004, Pew Center on Global Climate Change
13. Criqui, P., A. Kitous, M. Berk, M. del Elzen, B. Eickhout, P. Lucas, D. van Vuuren, N. Kouvaritakis and D. Vanregemorter, *Greenhouse Gas Reduction Pathways in the UNFCCC Process Up To 2025*, Technical Report, European Commission, 2003.
14. Den Elzen, M.G.J. and M. Meinshausen, *Meeting the EU 2°C Climate Target: Global and Regional Emission Implications*, MNP-report, No. 728001031, 2005, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP).
15. Den Elzen, M.G.J. and M.M. Berk, *Bottom Up Approaches for Defining Future Climate Mitigation Commitments*, MNP-report No. 728001029, 2004, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP).
16. Den Elzen, M.G.J., N. Höhne, B. Brouns, H. Winkler and H.E. Ott, "Differentiation of Countries' Future Commitments in a Post-Kyoto Climate Regime: An Assessment of the "South-North Dialogue Proposal," *Environmental Science and Policy*, Vol. 10, 2007, pp. 185-203.
17. Energy Information Administration(EIA), *International Energy Outlook 2009*, U.S. Department of Energy, Washington, DC, May 2009.
18. Geurts, B.M.E., A.M. Gielen, R. Nahuis, P.J.G. Tang and H.R. Timmer, *WorldScan*, Project Report to the National Research Program on Global Air Pollution and Climate Change, Bilthoven, The Netherlands, 1997.
19. Grubb, M., "Kyoto and the Future of International Climate Change Responses: From Here to Where?," *International Review for Environmental Strategies*, Vol. 5, No. 1, 2004, pp. 15-38.
20. Hanoch, G., "Production and Demand Models in Direct or Indirect Implicit Additivity," *Econometrica*, Vol. 43, 1975, pp. 395-419.
21. Hertel, T.W., *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, Cambridge University Press, 1997.
22. Höhne, N., *What is Next after the Kyoto Protocol? Assessment of Options for International Climate Policy Post-2012*, 2006, Amsterdam, The Netherlands: Techné Press.
23. Höhne, N., C. Galleguillos, K. Blok, J. Harnisch, G.J.M. Philipsen, *Evolution of Commitments under the UNFCCC: Involving Newly Industrialized Economies and Developing Countries*, 2005, Research Report 201 41 255, UBA-FB 000412, German Federal Environmental Agency, Germany.
24. Höhne, N., S. Moltmann, E. Lahme, E. Worrell and W. Graus, *CO<sub>2</sub> Emission Reduction Potential under a Sectoral Approach Post 2012*, For the Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), No. DM70210, 2006b, Cologne, Germany: Ecofys.



25. Höhne, N., S. Moltmann, M. Jung, C. Ellermann and M. Hagemann, *Climate change Legislation and Initiatives at International Level and Design Options for Future International Climate Policy*, Policy Department, Economic and Scientific Policy, European Parliament, 2007.
26. IEA, *World Energy Outlook 2008*, 2008.
27. IEA, *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion*, 2009.
28. IMF, *World Economic Outlook: Crisis and Recovery*, April 2009.
29. IPCC, *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 2007a.
30. IPCC, *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Summary for Policy Makers*, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 2007b.
31. Jacoby, H., Eckaus, R., Ellerman, D., Prinn, R., Reiner, D. and Yang, Z., "CO<sub>2</sub> Emissions Limits: Economic Adjustments and the Distribution of Burdens," *Energy Journal*, Vol. 18, No. 3, 1997, pp.31-58.
32. Matuoka, Y., Kainuma, M. and Morita, T., "Scenario Analysis of Global Warming Using the Asian Pacific Intergrated Model (AIM)," *Energy Policy*, Vol. 23, No. 4/5, 1995, pp.357-371.
33. McKibbin, W., Ross, M., Shackleton, R. and Wilcoxon P., "Emissions Trading, Capital Flows and the Kyoto Protocol: *Energy Journal*, Special Issue, The Costs of the Kyoto Protocol: A Multi-model Evaluation, 1999, pp.287-333.
34. Michaelowa, A., S. Butzengeiger and M. Jung, "Graduation and Deepening: An Ambitious Post-Kyoto Climate Policy Scenario, *International Environmental Agreements, Politics, Law and Economics*, Vol. 5, 2005, pp.25-46.
35. OECD, *OECD Economic Outlook*, 2008.
36. OECD, *OECD Environment Outlook to 2030*, 2009.
37. Pew Center on Global Climate Change, *International Climate Efforts Beyond 2012: Report of the Climate Dialogue at Pocantico*, Arlington, 2005, VA, USA, Pew Center on Global Climate Change.
38. Stern, Nicholas, *Stern Review: The Economics of Climate Change*, 2006, London: HM Treasury UK.
39. Tulpulé, V., S. Brown, J. Lim, C. Polidano, H. Pant and Fisher B.S., "The Kyoto Protocol: an Economic Analysis Using GTEM," *Energy Journal*, Special Issue, The Costs of the Kyoto Protocol: A Multi-model Evaluation, 1999, pp.257-285.

# Economic and Environmental Implications of the Mid-Term Greenhouse Gas Emissions Reduction Target of Korea

Jaekyu Lim<sup>\*</sup>

## Abstract

This paper evaluates the economic and environmental impacts and implications of the mid-term greenhouse gas (GHG) emissions reduction target scenarios of Korea by utilizing a computable general equilibrium model. It points that the contribution of Korea's participation in the reduction scenarios to global GHG reduction is negligible, because its share in global GHG emissions is low. It also shows that the participation of big emitting countries such as China and India is one of the most important factors for the environmental effectiveness of the Post-Kyoto regime. It also finds that, to achieve the target scenarios, the real GDP of Korea will decrease by 0.58%~1.47% relative to the level of business-as-usual in 2020, which is much higher than the level of Korean government's estimation. The uncertain economic cost may lead the Korean economy to wrong direction. Therefore, the economic cost should be verified again based on systematic and comprehensive approach and analysis.

**Key Words:** united nations framework convention on climate change(UNFCCC), GHG emissions reduction target, computable general equilibrium(CGE) model

---

*Received: Sep. 28, 2009. Revised: Nov. 11, 2009. Accepted: Nov. 25, 2009.*

<sup>\*</sup> Senior Research Fellow, Korea Energy Economics Institute (KEEI), 665-1, Naeson 2-dong, Uiwang-si, Gyeonggi-do 437-713, Korea, Phone: +82-31-420-2157, e-mail: jklim@keei.re.kr