

# 국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석\*

김수이\*\* · 조경엽\*\*\* · 노동운\*\*\*\*

본 연구는 우리나라의 지역별 온실가스 감축정책을 분석할 수 있는 다지역 다부문을 대상으로 한 동태적 연산 가능한 일반균형모형(Multi-Regional Dynamic Computable General Equilibrium Model)을 구축하였다. 그리고 구축한 모형을 통해서 국가 온실가스 감축이 지역별로 어떻게 상이하게 영향을 미치는지 분석하고 정책적 시사점을 도출하였다. 국내 지역산업연관표를 이용하여 온실가스 감축효과를 유기적으로 분석한 연구는 국내에서 처음 시도되는 것이다. 분석결과 우리나라 전체적으로 10% 수준의 감축의무를 각 지역에 동일하게 부과할 경우, 경남권과 호남권의 지역총생산(GRDP)의 감소가 두드러지는 효과가 나타난다. 이는 이러한 지역의 산업이 에너지다소비업종으로 구성되어 있기 때문인 것으로 분석되었다. 따라서 이러한 지역적 불균형을 해소하기 위해서는 중앙정부 차원의 지역별 배려정책이 필요할 것으로 사료된다. 그리고 각 지역별로 탄소세와 같은 정책적 수단을 통하여 개별적으로 온실가스를 감축하는 것보다는 배출권거래제와 같은 시장 메커니즘에 바탕한 정책수단을 사용하는 것이 비용효과적인 것으로 분석되었다.

핵심주제어: 온실가스 감축목표, 일반균형모형(CGE)

경제학문헌목록 주제분류: D5, Q4

## I. 서 론

코펜하겐 기후변화협상을 전후로 우리나라는 중기(2020년) 감축목표를 설정

\* 본 논문은 에너지경제연구원 연구보고서 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구—통합모형 구축 및 경제·환경적 효과 분석』, 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구: 지역별 저탄소 경제시스템 개발』의 내용을 일부 발췌하고 발전시킨 글입니다.

\*\* 제1저자, 원광대학교 국제통상학부 조교수, 전화: (063) 850-6268, E-mail: suyikim@wonkwang.ac.kr

\*\*\* 공동저자, 한국경제연구원 선임연구위원, 전화: (02) 3771-0042, E-mail: glcho@korea.re.kr

\*\*\*\* 공동저자, 에너지경제연구원 선임연구위원, 전화: (031) 420-2282, E-mail: dwroh@keei.re.kr

논문투고일: 2010. 6. 4 수정일: 2010. 6. 22 게재확정일: 2010. 9. 10

하였다. 그러나 온실가스 감축목표가 향후 지역별로 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 아직도 일천하다. 국내 경제 전체에 대한 온실가스 감축목표에 대한 시나리오를 구성하고 이에 따른 경제적 파급효과와 저감비용을 도출하고 있는 연구는 이미 다수 존재하고 있다. 그 대표적인 연구로 강승진(1999), 조경엽(2001), 강운영(1998), 조경엽·나인강(2003), 문영석·조경엽(2003), 임재규(2009), 김수이·조경엽·유승직(2009) 등을 들 수 있다.

그러나 온실가스 저감에 따른 지역별 파급효과와 저감효과를 분석한 모형은 전무한 상태이다. 이는 국가적 온실가스 감축목표가 설정된 지 얼마되지 않았고 지역별 감축을 논의하기는 시기상조라는 인식 때문이기도 하지만 데이터의 접근성과 분석모형 구축의 어려움 때문인 것으로 보인다.

그러나 국가적 온실가스 감축목표가 설정되면 다음은 누가, 얼마큼 줄여야 하는 논의가 활발히 진행될 것이 분명하다. 각 지역의 산업구조와 에너지 소비 구조는 상이하기 때문에 온실가스 감축이 지역별 경제에 미치는 효과는 매우 다르게 나타나게 된다. 온실가스 감축정책은 크게는 전 세계의 경제에 영향을 미치지만 작게는 각국의 산업 그리고 지역경제에 영향을 미치게 된다.

범위를 좁혀 볼 때 한 국가는 여러 개의 지방자치단체로 구성되어 있고, 각 자치단체는 특정 산업을 거점사업으로 규모경제를 달성하기 위해 노력한다. 이에 따라 각 자치단체의 산업구조는 매우 상이한 모습을 띠고 있으며, 이러한 구조적 차이로 비교우위가 발생하고 지역 간 교역이 발생하게 된다. 인적 및 물적 자원과 재화의 지역 간 이동이 자유로운 현실경제에서 특정 지역에 국한된 정책이라 할지라도 해당 지역에 국한하여 영향을 미칠 뿐만 아니라, 타지역으로 그 효과가 파급되고 이는 다시 해당 지역으로 역류되는 순환적 파급효과를 가지게 된다. 따라서 온실가스 감축은 지역에 따라 매우 상이한 영향을 미치게 된다. 상대적으로 석탄과 석유에 대한 의존도가 높은 산업구조를 가진 지역일수록 온실가스 감축으로 인한 지역 생산량이 크게 감소할 수밖에 없으며, 이러한 생산량 감소효과는 수출입 의존도가 높은 지역으로 파급되게 된다. 그러므로 한 국가 내에서 효율성만을 추구한다면 저감 잠재량이 높고 저감비용이 낮은 지역에서 보다 많은 이산화탄소를 감축하려고 할 것이다. 그러나 효율성만을 추구하는 정책은 지역 간 형평성을 손상시켜 정치적으로 수용하기 어려운 상황에 직면할 수 있다. 따라서 지역 간 형평성을 크게 손상시키지 않으면서 가장 비용효과적으로 온실가스 감축을 달성하는 방법을 모색하여야 한다. 이러한 관점에서 본 연구는 온실가스 감축의 효율성과 형평성을 동시에 평가할 수

있는 모형을 구축하는데 일차적인 목표를 두고 있다.

온실가스 감축의 유의성을 보다 합리적으로 평가하기 위해서는 지역경제를 통합하는 종합적인 측면과 지역경제의 특수성이 감안된 실증분석이 전제되어야 한다. 더욱이 온실가스 감축은 사전적·사후적으로 경제주체들의 의사결정에 영향을 미치는 역동적인 과급효과를 가지게 된다. 따라서 본 연구는 다지역 다부문을 대상으로 한 동태적 연산 가능한 일반균형모형(Multi-Regional Dynamic Computable General Equilibrium Model) 구축을 통해 개별 지역경제와 지역경제 간 거래를 통합하는 국가경제를 구성하여 종합적인 시각에서 온실가스 감축정책을 평가함으로써 감축에 따른 효율성과 형평성을 향상시킬 수 있는 정책개발에 기여하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 제Ⅱ절에서는 국내 지역별 에너지 소비변화의 패턴에 대해서 살펴본다. 제Ⅲ절에서는 모형구조에 대해 자세히 설명하고, 제Ⅳ절에서는 저감목표와 정책에 따른 시나리오를 구성하고 이에 대한 과급효과를 실증적으로 분석한다. 제Ⅴ절에서는 효율성과 형평성의 관점에서 지역별 정책방향에 대한 제언을 하며 본고를 마무리한다.

## Ⅱ. 국내 지역별 에너지 소비변화

지역별 에너지 소비<sup>1)</sup>를 살펴보면, 에너지에 대한 지출은 경제규모에 걸맞게 수도권이 약 64조 원으로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 다음은 경남권이 52조 7,000억 원, 전라권이 30조 9,000억 원, 충청권이 22조 6,000억 원, 경북권이 15조 원, 그리고 강원권이 3조 9,000억 원 순으로 지출하고 있다. 수도권은 가스에 대한 지출이 가장 많으며, 다음은 석유, 전력, 석탄 순으로 지출하고 있다. 경남권은 가스와 석유에 대한 지출이 19조 1,000억 원과 18조 7,000억 원에 달하며, 전력에 대한 지출은 14조 7,000억 원을 기록하고 있다.

전라권은 석유의 소비비중이 높아 이에 대한 지출이 18조 원을 기록하고 있으며, 다음은 가스, 전력 순으로 소비지출이 크게 나타나고 있다. 모든 지역에서 석탄에 대한 지출은 상대적으로 작은 편이다. 석탄에 대한 지출은 전라권이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 다음은 경북권, 충청권, 강원권 순으로 나타

1) 지역별 에너지 소비는 한국은행에서 발표한 “2003년도 지역별 IO테이블”을 근거로 산출한 결과이므로 에너지경제연구원에서 발표하는 “지역에너지통계연보”와는 차이가 있다.

32 국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석

〈표 1〉 지역별 에너지소비액(2003년)

(단위: 백만 원)

구분	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	계
석탄	110,948	182,918	932,593	1,746,011	1,388,389	20,419	4,381,278
석유	20,570,817	1,496,176	11,083,550	18,022,365	5,199,608	18,774,158	75,146,674
가스	26,554,689	1,318,148	5,892,984	6,719,851	4,398,999	19,154,617	64,039,288
전력	16,818,964	918,128	4,715,081	4,435,927	4,084,445	14,762,840	45,735,385
계	64,055,418	3,915,370	22,624,208	30,924,154	15,071,441	52,712,034	189,302,625

〈표 2〉 지역별 이산화탄소 배출량(2003년)

(단위: 천TC, %)

구분	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	계
석탄	1,276	2,103	10,724	20,078	15,966	235	50,382
석유	17,307	1,259	9,325	15,163	4,375	15,795	63,223
가스	6,869	341	1,524	1,738	1,138	4,955	16,564
계	25,451 (19.55)	3,703 (2.84)	21,573 (16.57)	36,979 (28.41)	21,478 (16.50)	20,984 (16.12)	130,169

주: ( )의 수치는 각 지역의 이산화탄소 배출량이 전국에서 차지하는 비중을 나타내며, 단위는 %임.

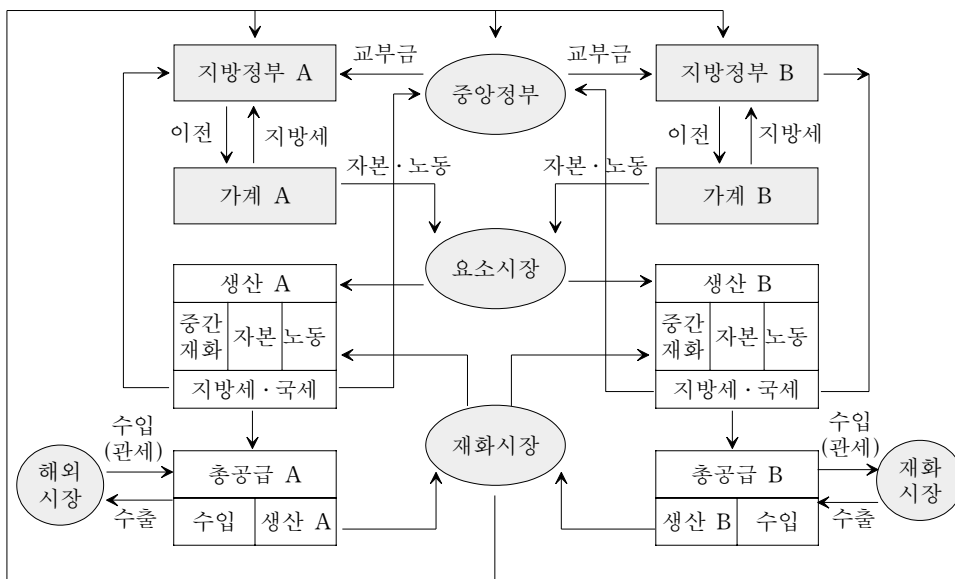
나고 있다.

에너지 소비에 따른 이산화탄소 배출은 석탄과 석유에 대한 지출비중이 높은 전라권이 3,700만TC를 배출하여 전체 배출량의 28.41%가 전라권에서 배출되고 있다. 에너지 소비에 대한 지출이 가장 큰 서울지역은 상대적으로 청정연료인 가스에 대한 소비비중이 높아 이산화탄소 배출은 2,500만TC로 총배출량의 19.55%를 배출하고 있다. 다음은 충청권과 경북권이 약 2,500만TC로 각각 16.57%의 배출비중을 기록하고 있다. 경북권이 총배출량의 16.50%를 배출하고 있어 강원을 제외하고는 가장 적은 배출량을 기록하고 있다. 강원권은 총배출량의 2.84%에 달하는 370만TC를 배출하여 가장 적은 이산화탄소를 배출하는 지역으로 꼽힌다. 산업구조에 따라 에너지원별 소비가 지역별로 상이하고 상대적으로 석탄과 석유의 소비비중이 높은 지역이 많은 이산화탄소를 배출하고 있다.

### Ⅲ. 모형구조

#### 1. 모형의 개요

〈그림 1〉은 본 연구에서 구축한 모형경제의 재화 및 생산요소 흐름을 보여주고 있다. 본 모형은 지역별로 공급부문, 수요부문, 교역부문, 중앙정부 및 지방정부 등으로 구성된다. 지역별 생산부문은 중간재화, 자본, 노동을 사용하여 생산활동을 하고 타지역과 해외로부터 수입한 재화를 합하여 총공급을 결정한다. 각 지역에서 생산된 총재화는 국내 재화시장으로 판매되거나 해외로 수출하게 된다. 지역별 수요부문은 가계 및 정부의 부문별 소비와 투자수요로 구성된다. 공급과 수요 간 불균형은 가격의 조정과정을 거쳐 청산된다. 재화시장에서 초과수요가 발생하면 해당 생산물가격이 상승하고, 초과공급이 있을 경우에는 가격이 하락하게 되어 장기적으로는 생산물가격은 시장 균형에 도달하는 시스템을 가지고 있다.<sup>2)</sup> 생산물은 해외로 수출되거나 또는 국내 및 지역 내 시장 소비재 및 투자재로 소비되고, 생산자의 수입은 임금, 자본수익, 감가상각, 조세,



〈그림 1〉 MRCGE 모형의 재화 및 생산요소 흐름도

2) 본 모형에서의 모든 가격은 모형의 특성상 불변가격으로 설정되어 있다.

〈표 3〉 MRCGE 모형의 지역 구분

구 분	MRCGE 지역 구분	지역산업연관표 지역 구분
R1	수도권	서울, 경기도, 인천
R2	강원권	강원도
R3	충청권	충북, 충남, 대전
R4	전라권	전남, 전북, 광주, 제주
R5	경북권	대구, 경북
R6	경남권	부산, 울산, 경남

중간투입물 구매 등으로 지출되어 균형에서 기업의 초과이윤은 영이 된다. 중앙정부와 지방정부는 국세(근로소득세, 법인세, 부가가치세, 관세 및 수출입상품세)와 지방세(재산세, 지방소비세 등)를 통해 세수입을 확보하고 이를 정부지출과 가계이전으로 지출하게 된다. 지방정부의 재정불균형은 중앙정부의 교부금 및 양여금 그리고 세율인상(또는 지방채 발행)으로 충당한다고 가정한다. 지방정부와 마찬가지로 중앙정부의 재정불균형은 국세율 인상 또는 국채 발행으로 충당한다. 가계는 자본과 노동의 공급을 통해서 수입을 얻으며, 이러한 수입은 소비, 저축 및 세금납부를 통해서 전액 지출한다. 가계와 생산자는 각각의 제약조건에서 효용과 이윤을 극대화하는 방향으로 활동한다.

본 연구의 분석대상 지역과 대상 산업은 한국은행의 지역산업연관표(multi region input output table: MRIO) 2003에 기초하여 분류하였다. 〈표 3〉에서 보는 바와 같이 분석대상 지역은 서울·경기·인천으로 구성된 수도권, 강원권·충남북과 대전으로 구성된 충청권, 광주·전남·전북·제주로 구성된 전라권, 대구와 경북으로 구성된 경북권, 그리고 부산·울산·경남으로 구성된 경남권 등 6개의 광역자치단체로 구성된다.

각 지역에는 17개의 산업이 존재한다고 가정한다. 〈표 4〉는 MRIO 산업분류표에 기초하여 17개 산업으로 재분류된 분석대상 산업을 보여주고 있다. 1차산업과 광업은 MRIO의 농림어업과 광업을 포함하고 있다. 화학제품은 석유화학과 정밀화학산업으로 구성된다. 비금속광물은 1차금속과 금속제품산업을 포함한다. 수송장비는 자동차, 조선, 항공우주, 기타 수송장비를 포괄하고 있다. 음식료 및 담배, 섬유, 의류, 신발, 목재종이, 가구 및 기타 제조업, 전력 및 수도 등은 모두 기타 제조업을 통합 분류한다. 그리고 본 연구는 2003년을 기준으로 2년 단위로 2033년까지를 분석대상 기간으로 설정한다.

〈표 4〉 MRCGE 모형의 산업분류

구 분	MRCGE 산업분류	지역산업연관표 산업분류
S01	석탄	석탄, 석탄제품
S02	석유	원유, 석유제품
S03	가스	천연가스, 도시가스
S04	전력	전력
S05	농림어업광업	농업, 수산업, 광업
S06	소비재업종	음식료품, 가구 및 장난감
S07	화학	석유화학
S08	철강	1차금속
S09	조립가공	일반기계 및 정밀기기
S10	전기전자	전기 및 가전, 반도체 및 정보통신기기
S11	기타 제조	기타 제조업
S12	건설	건설
S13	도로	도로운송
S14	철도	철도운송
S15	기타 운송	해양 및 항공운송, 운수업
S16	서비스	서비스업

## 2. 모형의 부문별 구조

### (1) 가계부문

각 지역의 가계는 하나의 대표소비자로 구성된다고 가정한다. 대표소비자(representative agent)는 무한(infinitive) 생존능력과 미래에 대한 완전 예측능력(perfect foresight)을 가지고 시점 간(intertemporal) 예산제약조건하에 시점 간 효용을 극대화한다. 지역별 대표소비자의 효용함수( $U_r$ )는 다음과 같이 시간에 대해 분리 가능한 CES(constant elasticity of substitution)함수로 가정한다.

$$\max_{c, L} U_r(Z_{r,t}) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{Z_{r,t}^{1-\theta}}{1-\theta}, \quad (1)$$

$$\text{s.t. } Z_{r,t} = [\alpha C_{r,t}^\rho + (1-\alpha)(H_{r,t} - L_{r,t})^\rho]^{1/\rho}, \quad (2)$$

여기서 하첨자  $r$ 은 각 지역을,  $\beta$ 는 시간에 대한 할인율을,  $1/\theta$ 는 시점 간 대체탄력성(inter-temporal elasticity of substitution)을 각각 나타낸다.  $L_{r,t}$ 는  $t$ 기의 소득계층별 노동시간을 의미한다. 따라서 총할당된(endowment) 시간을  $H_{r,t}$ 이라고 가정할 때 소득계층별 여가시간은  $H_{r,t} - L_{r,t}$ 이 된다. 계층별 최종 소비복합재화( $Z_{r,t}$ )는 소비복합재화( $C_{r,t}$ )와 여가의 CES함수로 구성된다.  $1/1-\rho$ 는 소비재화와 여가의 대체탄력성을 의미하며,  $\alpha$ 는 복합소비재화 중 소비재화가 차지하는 비중을 나타내는 모수이다. 가중치 모수( $\alpha$ )와 대체탄력성 모수( $\rho$ )는 수식마다 다른 표기를 사용해야 하나 서술의 편의상 이하 수식에서 모두 동일하게 표시하기로 한다.<sup>3)</sup>

지역별 소비자의 시점 간 예산제약식은 다음과 같다.

$$\sum_t P_{c,t} C_{r,t} + \sum_t P_{i,t} I_{r,t} + \sum_t T_{r,t} = \sum_t W_t L_{r,t} + \sum_t R_t K_{r,t} + \sum_t T r_{r,t}. \quad (3)$$

제약식에 나타난 가격은 모두 세후가격을 나타내며, 시간에 대한 할인율을 반영한 가격을 나타낸다. 따라서  $P_{c,t}$ 는 할인율을 반영한 소비복합재화  $t$ 기의 세후가격을 의미한다. 따라서 균제상태(steady state)에서  $P_{c,t}$ 는  $\{1/(1+r^*)^{t-1}\}$   $P_{c,0}$ 로 정의된다. 이때  $P_{c,0}$ 는 기준연도의 복합소비재화의 가격을 의미한다.  $P_{i,t}$ 는 할인율이 반영된 투자재의 세후가격을,  $W_t$ 는 세후 임금률을,  $R_t$ 는 자본의 세후 수익률을 나타낸다.  $I_{r,t}$ 는  $r$ 지역의 총투자를 의미한다. 본 연구에서 가계저축, 정부투자 및 해외투자 등 지역별 총투자는 가계를 통해서 이루어진다고 가정한다. 총투자 형성에 대해서는 자본축적과 함께 아래에서 다시 설명하기로 한다.  $T_{r,t}$ 는 지방정부에 납부하는 주민세를 의미한다.  $K_{r,t}$ 는 산업에 대여하는 자본량을 의미한다. 그리고  $T r_{r,t}$ 는 할인율이 반영된 정부이전소득으로서 중앙정부가 각 지역의 가계에게 이전한다. 자본과 노동은 지역 간 그리고 부문 간 이동이 자유롭다고 가정하였다. 따라서 각 지역과 각 부문은 동일한 가격으로 자본과 노동을 구매할 수 있다. 균형에서 지역별 총노동공급  $\sum_r L_{r,t}$ 은 각 지역에 존재하는 모든 산업의 총노동수요( $\sum_i \sum_r L_{i,r,t}$ )와 동일하다. 또한 각 지역에서 공급한 총자본  $\sum_r K_{r,t}$ 은 각 지역과 산업에서 수요하는 자본의 양  $\sum_i \sum_r K_{i,r,t}$ 과 일치한다. 결국 식 (3)은 가계의 소득은 현재가치로 환산된 노동 임금수입, 자본 대여로부터의 얻는 수익과 정부의 가계이전소득으로 구성되고, 이는 현재가치로 환산된 소비 및 자본투자와 주민세로 지출된다.

3) 이하 대체탄력성과 가중치 모수에 대한 설명은 생략하기로 한다.



$C_{r,t}$ 는  $r$ 지역의 가계가 소비하는 복합재화를 의미하며, 이는 다음과 같이 최종 아밍톤 복합재화로 이루어진다.

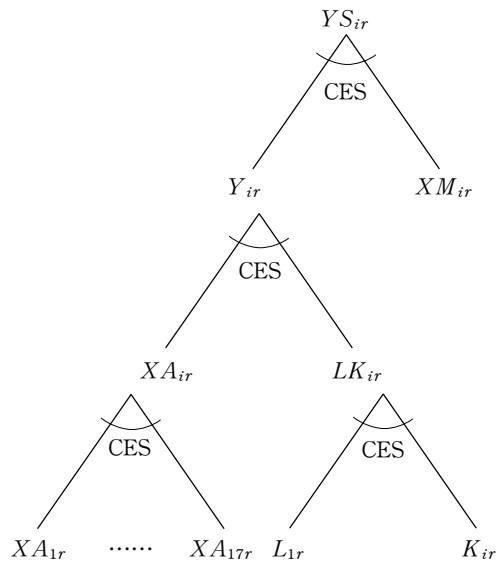
$$C_{r,t} = \left( \sum_i^{17} \alpha_i (XA_{r,i,t})^\rho \right)^{1/\rho}, \quad (4)$$

여기서  $XA_{r,i,t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역의 소비자가 소비하는 최종 아밍톤 복합재화  $i$ 를 나타낸다. 최종 아밍톤 복합재화는 해외재화와 그리고 지역 간, 재화 간 두 단계의 복합단계를 거쳐 생산된다. 아밍톤 복합재화의 생성과정은 아래에서 자세히 설명하기로 한다.

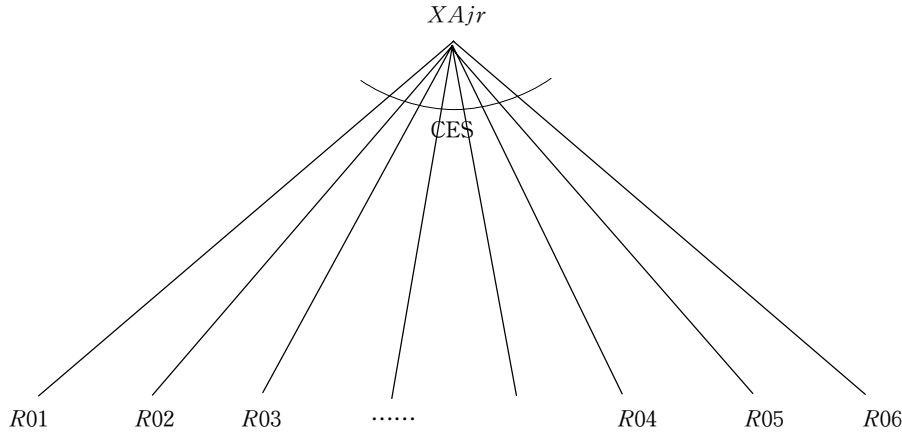
(2) 산업부문

각 지역에서 공급하는 최종 소비재화는 <그림 2>에 나타난 생산복합단계와 <그림 3>에 나타난 아밍톤 복합단계를 거쳐 공급된다. 우선 <그림 2>에 나타난 지역 내 생산재화의 복합단계를 살펴보기로 한다. 지역  $r$ 의  $i$ 산업에서 생산되는  $t$ 기의 재화( $Y_{i,r,t}$ )는 노동·자본 복합재화와 아밍톤 중간재화를 사용하여 다음과 같이 생산된다.

$$Y_{i,r,t} = [aKL_{i,r,t}^\rho + (1-a)XA_{i,r,t}^\rho]^{1/\rho}, \quad (5)$$



<그림 2> 지역별·산업별 생산구조



〈그림 3〉 국내 재화 간 아밍톤 복합구조

여기서  $KL_{r,i,t}$ 와  $XA_{i,r,t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역의  $i$ 생산부문에 투입된 노동·자본 복합재화와 아밍톤 복합재화를 의미한다.

노동·자본 복합재화는 다음과 같이 노동과 자본<sup>4)</sup>의 CES함수로 구성된다.

$$KL_{i,r,t} = [\alpha L_{i,r,t}^\rho + (1-\alpha)K_{i,r,t}^\rho]^{1/\rho} \tag{6}$$

$L_{i,r,t}$ 와  $K_{i,r,t}$ 는  $r$ 지역의  $i$ 부문에 투입된 노동과 자본을 의미한다. 지역 간 노동과 자본의 이동이 자유롭기 때문에 각 지역 산업에서 사용한 노동과 자본은 지역 내 자본뿐만 아니라 타지역의 자본과 노동으로 구성된다.

〈그림 2〉의 맨 윗단계에 나타난 지역별 최종공급재화( $YS_{i,r,t}$ )는 지역  $r$ 에서 생산한  $i$ 생산재화( $Y_{i,r,t}$ )와  $r$ 지역이 해외에 수입한  $i$ 제품( $XM_{i,r,t}$ ) 간 불안전 대체관계로 형성된다. 이를 수식으로 표시하면 다음과 같다.

$$YS_{i,r,t} = [\alpha Y_{i,r,t}^\rho + (1-\alpha)XM_{i,r,t}^\rho]^{1/\rho} \tag{7}$$

식 (7)은 전형적인 아밍톤 재화를 의미한다. 〈그림 2〉의 맨 아래단계에 나타난  $XA_{i,r,t}$ 는  $j$  아밍톤 재화로 복합된다. 즉,  $i$ 산업에 사용되는 아밍톤 중간재화는  $j$  아밍톤 재화로 다음과 같이 구성된다.

$$XA_{i,r,t} = \left( \sum_j a_{ij} (XA_{j,i,r,t})^\rho \right)^{1/\rho} \tag{8}$$

4) 본 모형에서 자본은 한국은행 지역 간 산업연관표에서 각 지역별로 보고된 영업잉여와 고정자본소모를 더한 값을 사용하였다.

지역  $r$ 에서 수요되는 총아밍톤 복합재화는 산업의 중간재화, 최종수요부문의 최종소비재화, 그리고 수출로 구성이 된다. 따라서 산업에서 사용되는 중간재화와 지역  $r$ 에서 사용한 총아밍톤 재화를 구분하기 위해 하첨자  $j$ 를 사용하기로 한다. 지역  $r$ 에서 사용한 총아밍톤 재화  $j$ 는 <그림 3>과 같이 지역별 최종공급 재화 간의 불완전 대체관계로 형성된 복합재화를 의미한다.

$$XA_{j,r,t} = \left( \sum_s a_j (YS_{j,s,r,t})^\rho \right)^{1/\rho}, \quad (9)$$

여기서 하첨자  $s$ 는 각 지역을 대변한다. 따라서 식 (9)는  $r$ 지역에서 소비하는 아밍톤 재화는  $s$ 지역으로부터 수입한 재화 간 불완전 대체관계를 통해서 생산된다는 것을 보여주고 있다. 식 (9)와 같은 과정을 통해 생산된 아밍톤 복합재화는 산업의 중간재화와 최종수요부문의 최종소비재화 또는 해외로 판매된다.

$$XA_{j,r,t} = \sum_i XA_{i,j,r,t} + XA_{c,j,r,t} + XA_{inv,j,r,t} + XA_{g,j,r,t} + XA_{gl,j,r,t} + XE_{j,r,t}. \quad (10)$$

$XA_{i,j,r,t}$ 는  $r$ 지역의  $i$ 산업에서 중간재화로 사용한  $j$  아밍톤 재화를 의미한다.  $XA_{c,j,r,t}$ 는  $r$ 지역의 가계 소비재화로,  $XA_{inv,j,r,t}$ 는 투자재화로,  $XA_{g,j,r,t}$ 는 중앙정부의 소비지출로,  $XA_{gl,j,r,t}$ 는  $r$  지방정부의 소비지출로,  $XE_{j,r,t}$ 는  $r$ 지역이 수출한  $j$  아밍톤 재화를 의미한다.

### (3) 정부부문

중앙정부는 근로소득세, 법인세, 부가가치세, 보조금, 관세 및 수출상품세를 통해 수입을 얻고 정부소비와 지방재정교부금을 통해 이를 지출한다. 정부 지출과 수입과의 차이는 재정적자 또는 정부저축으로 정의된다.  $t$ 기의 정부수입 ( $\Phi_t$ )은 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \Phi_t + \sum_r P_{ex,r,t} D_{r,t} = & \sum_i \sum_r \tau_{1,i,r} r_t K_{i,r,t} + \sum_i \sum_r \tau_{2,i,r} w_t L_{i,r,t} \\ & + \sum_i \sum_r (\tau_{3,i,r} + \tau_{4,i,r}) p_{xm,i,r,t} XM_{i,r,t} \\ & + \sum_i \sum_r (\tau_{5,i,r} + \tau_{6,i,r}) p_{y,i,r,t} Y_{i,r,t}, \end{aligned} \quad (11)$$

여기서  $D_{r,t}$ 는  $t$ 기에의 정부부채를 의미한다. 중앙정부의 부채가 지역별로 세분화된 이유는 본 연구에서 사용한 산업연관 데이터가 대외거래를 지역별로 독립적으로 취급하고 있기 때문이다.  $P_{ex,r,t}$ 는 환율을 의미한다. 재정적자는 국

채발행을 통해 가계 또는 해외로부터의 자금을 빌려온다는 의미이며, 반대로 재정흑자는 가계 또는 해외로 자금을 대출한다는 의미를 내포하고 있다. 따라서 본 모형에서 정부의 재정적자에 대한 가격은 다음 절에 나타난 무역수지의 가격과 동일한 가격지수를 사용한다. 따라서 국제수지에 대한 가정에 따라  $P_{ex, r, t}$ 가  $P_{ex, r}$ 로 전환된다.  $\tau_{1, i, r}$ 는  $r$ 지역의  $i$ 산업 자본수익에 대한 산업별 유효 법인세율(effective tax rate)을 의미한다.  $r_t$ 는  $t$ 기의 자본에 대한 세전 수익률을 의미한다.  $\tau_{2, i, r}$ 는 원천근로소득세를 의미하며,  $w_t$ 는 세전임금,  $L_{i, r, t}$ 는  $r$ 지역의  $i$ 부문에 고용된 노동을 의미한다. 자본과 노동은 지역 간·산업 간 이동이 자유롭다고 가정하면 각 지역 및 산업은 동일한 임금과 자본수익률에 직면하게 된다.  $p_{xm, i, r, t}$ 는  $r$ 지역에서 수입한  $i$ 재화의 세전가격을 나타낸다.  $\tau_{3, i, r}$ 과  $\tau_{4, i, r}$ 는  $r$ 지역에서 수입한  $i$ 재화에 부과된 관세와 수입상품세를 의미한다.  $p_{y, i, r, t}$ 는  $r$ 지역에서 생산된  $i$ 재화의 세전가격을 나타내며,  $\tau_{5, i, r}$ 과  $\tau_{6, i, r}$ 는  $r$ 지역에서 생산된  $i$ 재화에 부과된 간접세와 보조금을 의미한다.

정부의 지출( $\Gamma_t$ ) 측면은 다음과 같이 정의된다.

$$\Gamma_t = \sum_i \sum_r P_{xa, i, r, t} XA_{g, i, r, t} + \sum_r Tg_{r, t}. \quad (12)$$

$P_{xa, i, r, t}$ 는 중앙정부가 소비하는  $r$ 지역  $i$ 아밍톤 재화( $XA_{g, i, r, t}$ )에 대한 세후가격을 의미한다. 따라서 중앙정부의 소비지출은 지역별 아밍톤 재화로 구성된다.  $Tg_{r, t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역의 지방정부에 재정지원으로 지급되는 교부금을 의미한다. 따라서  $t$ 기의 중앙정부 지출은 정부소비지출과 지방재정교부금으로 구성된다.

정부예산과 관련된 정책을 평가하기 위해서 다음과 같이 기간별 예산균형과 전 기간 예산균형 두 가지를 고려할 수 있다.

$$\Phi_t + \sum_r P_{ex, r, t} D_{r, t} = \Gamma_t, \quad (13)$$

$$\sum_{t=0} \Phi_t + \sum_{t=0} \sum_r P_{ex, r, t} D_{r, t} = \sum_{t=0} \Gamma_t. \quad (14)$$

기준균형하에서는 추가적 소비세를 부과하지 않아도 균형조건이 충족되도록 캘리브레이션이 수행된다. 정부정책 변화 이후 정부의 선택은 추가적인 세율인상을 통해 기존의 정부지출을 유지하는 경우와 세수입 변화에 맞게 정부지출을 조정하는 방안이 검토될 수 있다. 두 가지 옵션 모두 현실적으로 우리가 고려할 수 있는 정책들이다. 전자와 후자의 공통점은 사전적으로는 둘다 재정중립하에 정부정책이 이루어진다는 점이다. 그러나 전자는 사후적으로도 재정중립

조건이 충족되지만 후자는 사후적으로 재정중립 조건이 충족되지 않는다.

사후적으로도 재정중립 조건이 유지된다고 가정할 경우 식 (13)은 정부정책 시행 이후의 정부지출이 시행 이전과 동일한 수준이 되도록 추가적인 세금이 매년 부과되어야 한다. 반면 식 (14)는 분석기간 전체의 정부지출이 동일하도록 단일 세율이 요구되기 때문에 정부지출 수준은 개편 전과 매기 동일할 필요는 없다. 그러나 전 기간의 정부지출은 개편 이전과 동일하게 된다.

지방정부는 주민세와 간접세 형태의 지방세와 중앙정부의 교부금을 통해 수입을 얻고 소비와 가계이전을 통해 이를 지출한다. 중앙정부와 마찬가지로 정부 지출과 수입과의 차이는 재정적자 또는 정부저축으로 정의된다.  $t$ 기의  $r$  지방정부의 수입( $\phi_{r,t}$ )은 다음과 같이 정의된다.

$$\phi_{r,t} + P_{ex,r,t} d_{r,t} = \tau_{7,i,r} p_{y,i,r,t} Y_{i,r,t} + T x_{r,t}, \quad (15)$$

여기서  $d_{r,t}$ 는  $t$ 기에의  $r$  지방정부의 부채를 의미한다.  $\tau_{7,i,r}$ 은 간접세 형태로  $i$ 재화에 부과되는 지방세를 의미하며,  $T x_{r,t}$ 는 lump-sum 형태로 가계에 부과되는 주민세를 의미한다. 지방정부의 지출( $\gamma_{r,t}$ ) 측면은 다음과 같이 정의된다.

$$\gamma_{r,t} = \sum_i P_{xa,i,r,t} X A_{gl,i,r,t} + \sum_r T r_{r,t}. \quad (16)$$

$X A_{gl,i,r,t}$ 은 지방정부가 소비하는  $r$ 지역의  $i$  아밍톤 재화에 대한 세후가격을 의미한다.  $T r_{r,t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역의 가계에게 이전한 정부지출을 의미한다. 중앙정부와 마찬가지로 지방정부의 예산균형도 다음 두 가지를 고려할 수 있다.

$$\phi_{r,t} + P_{ex,r,t} d_{r,t} = \gamma_{r,t}, \quad (17)$$

$$\sum_{t=0} \phi_{r,t} + \sum_{t=0} P_{ex,r,t} d_{r,t} = \sum_{t=0} \gamma_{r,t}. \quad (18)$$

중앙정부와 달리 지방정부는 정책변화로 인해 정부수입이 변할 경우 추가적인 세율을 부과하지 않고 단지 세수입 변화에 맞게 정부지출이 변화시킨다고 가정한다.

#### (4) 대외거래

##### 1) 해외거래

본 모형은 소국 개방경제를 산정하고 있기 때문에 수입재화의 가격은 외생적으로 주어진 것으로 간주한다. 그러나 무역수지 불균형으로 인해 발생하는 해외 자본이동에 대한 제약은 다음 두 가지를 고려하였다. 첫 번째는 고정환율제

도와 같이 환율이 고정되고 해외 자본이동에 의해 무역수지 불균형이 해소되는 경우이다. 소국 개방모형하에서 국제 간 자본이동이 자유롭다고 가정할 경우 무역수지균형은 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$\sum_i P_{xe, i, r, t} XE_{i, r, t} - \sum_i P_{xm, i, r, t} XM_{i, r, t} + P_{ex, r} B_{r, t} = 0, \quad (19)$$

여기서  $P_{xe, i, r, t}$ 는  $r$ 지역  $i$ 재화의 세후 수출가격을 나타내며,  $P_{xm, i, r, t}$ 는  $r$ 지역이 수입한  $i$ 재화의 세후 수입가격을 나타낸다.  $P_{ex, r}$  환율로서 기간에 상관없이 고정된 것으로 가정할 때 불균형은 자본이동  $B_{r, t}$ 가 내생적으로 변동하여 해소된다. 따라서 해외 자본이동에 따라 국내 자본스톡이 영향을 받게 된다.

이와 반대로 변동환율제도에서와 같이 자본이동이 불변이고 환율이 변동한다고 가정할 때 무역수지균형은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\sum_i P_{xe, i, r, t} XE_{i, r, t} - \sum_i P_{xm, i, r, t} XM_{i, r, t} + P_{ex, r, t} B_{r, 0} = 0. \quad (20)$$

고정환율제도와 달리 변동환율제도에서는  $r$ 지역의 초기 연도 무역수지적자 ( $B_{r, 0}$ )가 고정되고 환율이 내생적으로 결정된다. 따라서 환율에 하첨자  $t$ 를 첨가하여  $P_{ex, r, t}$ 로 표기하였다.

대외거래와 관련된 2가지 옵션 중 어떤 옵션을 선택하느냐에 따라 식 (13)과 식 (14)의 정부 예산균형식에 나타난  $P_{ex, r, t}$ 와  $P_{ex, r}$ 가 선택적으로 사용된다.

## 2) 지역 간 거래

지역 내에서 자본이동이 자유롭다고 가정하였기 때문에 해외거래와 달리 지역 간 무역수지 불균형은 자본이동에 의해 즉시 해소된다고 가정한다.

$$\sum_i P_{y, i, r, t} YS_{i, r, t} - \sum_i \sum_s P_{M_{i, s, r, t}} XM_{i, s, r, t} + P_{exd, r} BD_{r, t} = 0, \quad (21)$$

여기서  $PM_{i, s, r, t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역이  $s$ 지역으로부터 수입한  $i$ 재화의 세후가격을 의미하며,  $XM_{i, s, r, t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역이  $s$ 지역으로부터 수입한  $i$ 재화량을 의미한다.  $P_{exd, r}$ 은 지역 간 환율을 의미하며,  $BD_{r, t}$ 는  $r$ 지역의 순수출로서 총공급에서 다른 지역으로부터의 수입을 제외한 것으로 정의한다.

### 3. 자본축적

본 모형은 완전 동태적 모형이다. 즉, 현재의 의사결정은 내생적으로 결정되는 계층별 효용함수와 자본축적방정식에 의해 미래의 경제와 연결된다. 따라서 본 모형은 전 기간이 동시에 연산되어 해가 도출되는 특성을 가지고 있다. 지역별 생산부문에서 사용되는 자본은 다음과 같은 법칙에 의해 축적된다. 지역  $r$ 의  $t+1$ 기의 자본량은 감가상각  $\delta K_{r,t}$ 을 제외한  $t$ 기의 자본량과 투자( $I_{r,t}$ )에 의해 형성된다.

$$K_{r,t+1} = (1 - \delta_r)K_{r,t} + I_{r,t} \quad (22)$$

여기서  $\delta_r$ 은  $r$ 지역의 감가상각률을 의미한다.<sup>5)</sup> 지역  $r$ 의 총투자는 가계저축, 중앙정부와 지방정부의 저축 그리고 해외와 타지역으로부터의 자본유입 합으로 정의된다.

$$I_{r,t} = S_{h,r,t} + d_{r,t} + D_{g,r,t} + B_{r,t} + BD_{r,t} \quad (23)$$

### 4. 캘리브레이션

본 모형에서는 Fullerton and Rogers(1993), 손양훈·신동천(1996), 조경엽(2001), 이인실·김성태·안중범·이상돈(2002), Bernstein and Montgomery(1999), Goulder and Schneider(1999) 등 기존의 국내외 문헌에서 사용된 모수값과 유사한 값을 사용하도록 노력하였다. 본 연구에서 사용한 연산기법인 MPSGE는 기준연도의 실질 데이터와 주어진 대체탄력성을 가지고 프로그램 내에서 자동으로 가중치 모수(share parameter)를 추정하기 때문에 이에 대한 값은 본 연구에서 제시하지 않고 탄력성 값만을 제시하기로 한다.<sup>6)</sup>

지역별 생산부문의 재화 간 대체탄력성은 모든 부문이 동일한 값을 갖는다고 가정하였다.<sup>7)</sup> 우선 수입재화와 국내재화의 불완전 대체를 나타내는 아밍톤 대체탄력성은 3으로 가정하였다. 이는 손양훈·신동천이 사용한 부문별 아밍톤 대

5) 본 연구에서는 자본이동이 자유롭다는 가정하에 지역에 상관없이 감가상각률은 모두 동일하도록 캘리브레이션하였다.

6) 식 (18)과 식 (19) 참조.

7) 선진국에 비해 산업별 데이터가 부족하고 CGE모형이 널리 사용되지 않았던 우리나라에 대한 정확한 산업별 모수값을 찾기는 매우 어려운 상황이다. 따라서 이는 향후 연구과제로 남겨 두기로 한다.

#### 44 국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석

체탄력성값 2~4의 평균값이다. 마찬가지로 지역 간 재화의 불완전 대체관계로 형성되는 아밍톤 탄력성도 3으로 가정한다. 자본과 노동과의 대체탄력성은 성장모형에서 일반적으로 사용하는 콥-더글러스(Cobb-Douglas)함수 형태로 가정하여 대체탄력성을 1로 설정하였다. 자본·노동 복합재화와 중간재화와의 대체탄력성은 Fullerton and Rogers(1993)와 이인실·김성태·안중범·이상돈(2002)의 연구와 마찬가지로 0으로 가정하였다.

가계부분의 시점 간 대체탄력성( $1/\theta$ )은 Goulder and Schneider(1999), Bernstein and Montgomery(1999)과 같이 0.5로 가정하였다.<sup>8)</sup> 복합소비재와 여가의 대체탄력성은 Rutherford(2001)에 제시한 0.8을 사용하였다. 이 밖에 소비의 복합재화 간의 대체탄력성은 생산부문과 동일하다고 가정하였다.

이 밖에 외생변수로 결정되는 균형이자율은 잠재성장률과 물가상승률을 감안하여 0.06으로 가정하였다. 따라서 균제상태(steady state)에서 이자율은  $(1/\beta) - 1$ 과 동일하기 때문에  $\beta$ 값은 0.943이 된다. 자본에 대한 연간 감가상각률은 0.07로 가정하였다. 균제상태에서 지역별 자본과 투자는  $(K_r^* = \frac{\text{자본소득}}{\text{이자율} + \text{감가상각률}})$ 과  $[I_r^* = (\text{성장률} + \text{감가상각률})K_r^*]$ 으로 결정된다.

## IV. 국내 온실가스 감축의 지역별 효과

### 1. 시나리오

본 분석에서는 2018년부터 온실가스 배출량을 BAU 대비 5%, 10% 감축하는 것으로 설정하였다. 이는 우리나라 중기 감축목표가 2020년을 기준으로 BAU 대비 감축하는 사실을 반영하였기 때문이다. 감축수단으로는 탄소세와 배출권거래제를 실시하는 것으로 하였다. <표 5>에서 보는 바와 같이 NFIX 5는 BAU 대비 5% 감축하고 탄소세를 실시하여 지역별로 온실가스 감축을 개별적으로 이행한다. TFIX 5는 BAU 대비 5% 감축하고 배출권거래제를 이용하여 온실가스를 감축한다. NFIX 10과 TFIX 10은 모두 온실가스를 BAU 대비 10% 감축한다는 측면에서는 동일하지만 NFIX 10은 탄소세를, TFIX 10은 배출권을 감축수단으로 이용한다는 측면에서 차이가 있다.

8) 분석결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 외생적으로 추정해야 하는 모수값에 대한 보다 심도 있는 연구가 선행되어야 한다.



〈표 5〉 온실가스 감축 시나리오

구 분	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
감축목표	BAU 대비 5% 감축	BAU 대비 5% 감축	BAU 대비 10% 감축	BAU 대비 10% 감축
감축수단	탄소세	배출권거래제	탄소세	배출권거래제

우리나라의 중기 감축목표가 발표되었지만 구체적으로 지역별로 할당이 얼마만큼 될지에 대한 논의는 아직까지 정리되어 있지 않으므로 본 분석에서는 단지 두 가지 시나리오에 대한 분석만을 하였다. 본 분석에서는 온실가스 감축정책을 실시하였을 때 지역별 경제적 파급효과에 대한 시사점을 얻는데 있다. 즉, 국가 온실가스 감축목표가 각 지역별 경제에 미치는 영향이 지역별로 어떻게 다양하게 나타나는가를 살펴보고 각 지역에 대한 기후변화 대응정책의 방향성을 제시하고자 한다.

## 2. 분석결과

### (1) 온실가스 배출량 및 배출권거래 전망

본 분석에서 지역별 BAU 배출량 전망을 보면 2003년 현재 경남권의 배출량이 가장 많으며, 그 다음으로 호남권, 수도권, 경북권, 충청권, 강원권의 순으로 줄어든다. 온실가스 배출량 전망을 보면 2021년에는 배출량이 역시 2003년과 비슷한 패턴을 보일 것으로 전망된다. 2021년의 배출량은 2013년에 비해 지역별로 상이한 증가율을 보이는데 수도권 44.7%, 강원권 32.5%, 충청권 49.0%, 호남권 29.2%, 경북권 22.4%, 경남권 39.5%를 나타내고 있다. 경남권은 2021년에 2003년에 비해 CGE 분석에서의 온실가스 배출량 전망은 특정 지역의 설비증설과 같은 사항은 고려하지 않았다(〈표 6〉 참조).

본 논문에서의 배출권거래제는 지역 간 배출권거래제이다. 즉, 배출권거래제의 참여자는 지방정부가 되는데 해당 지방의 배출량이 목표배출량보다 많으면 다른 지방에서 배출권을 매입하고, 목표배출량보다 적으면 목표배출량을 판매하게 된다. 그리고 탄소세와의 상호 비교를 위해서 배출권은 모두 유상으로 할당하고 배출권 수입은 지방정부 수입으로 잡히며, 지방정부는 이 수입을 가계에 이전하는 것으로 설정하였다.<sup>9)</sup>

9) 배출권거래가격은 각 지역의 온실가스 감축 정도에 따라서 각 지역의 배출권 수요와 공급

46 국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석

〈표 6〉 온실가스 배출량 전망(BAU)

(단위: tC)

연 도	수도권	강원권	충청권	호남권	경북권	경남권
2013	55,120	5,123	37,521	52,606	26,964	58,095
2015	60,908	5,537	41,565	56,627	28,800	63,569
2017	66,587	5,922	45,830	60,024	29,888	68,713
2019	72,549	6,314	50,473	63,518	31,071	74,169
2021	79,734	6,788	55,899	67,961	32,995	81,076
2023	87,304	7,271	61,799	72,455	34,897	88,278
2025	95,538	7,794	68,298	77,269	37,005	96,047
2027	103,010	8,229	75,106	80,899	38,200	103,208
2029	110,386	8,643	82,410	84,245	39,291	110,293
2031	119,866	9,174	90,922	88,903	41,236	119,220
2033	129,476	9,697	100,097	93,369	43,091	128,148

배출권거래제를 실시할 경우, TFIX 5의 시나리오(2018년부터 BAU 대비 5% 감축)의 경우 2018년 탄소 톤당 1,888원에서 2033년 탄소 톤당 594원으로 꾸준히 하락한다. TFIX 10 시나리오의 경우에는 2018년 탄소 톤당 3,110원에서 2033년에는 957원으로 하락한다. 그러나 온실가스 감축 강도가 강해질수록 배출권거래가격은 상승한다. 즉, TFIX 5에서의 거래가격보다 TFIX 10에서의 배출권거래가격이 더 높은 것을 〈표 7〉에서 확인할 수 있다.

탄소세를 적용하여 각 지역별로 개별적으로 온실가스 감축을 이행할 경우에서 감비용은 각 지역별로 상이하게 나타나고 있다. 목표세율 달성에 필요한 세율은 각 재화 간의 대체탄력성, 가격탄력성, 최적화된 생산량, 소비량 등에 의

에 의해서 결정된다. 즉, 본 논문에서는 배출권의 지역 간 거래에 의해서 배출권가격이 내생적으로 결정된다. 예를 들면, 수도권 경우 지역 간 경제여건의 변화에 따라서 감축목표보다 많이 배출하게 되면 감축목표보다 적게 배출한 지역으로부터 배출권을 구매해야 한다. 이러한 배출권 공급지역과 배출권 수요지역의 상대적인 공급량과 수요량에 의해 배출권거래가격이 결정하게 된다. 이에 대한 수식은 다음과 같다.

$$\sum_{r=region} \psi_t (CO2_{r,t}^{scn} - CO2_{r,t}^{bau}) = 0.$$

여기에서  $\psi_t$ 는 배출권거래가격을 의미하며,  $CO2_{r,t} = \sum_{je} CO2_{je,r,t}$ 는  $t$ 기에  $r$ 지역의 온실가스 배출량이다. 만약  $CO2_{r,t}^{scn} < CO2_{r,t}^{bau}$  라면  $t$ 기에서  $r$ 지역은 배출권 수요지역이 되며,  $CO2_{r,t}^{scn} > CO2_{r,t}^{bau}$  에는 배출권 공급지역이 된다.

〈표 7〉 시나리오별 배출권거래가격 비교

(단위: 원/tC)

연 도	TFIX 5	TFIX 10
2019	1,888	3,110
2021	1,601	2,635
2023	1,352	2,221
2025	1,147	1,880
2027	957	1,563
2029	802	1,305
2031	690	1,118
2033	594	957

〈표 8〉 지역별 탄소저감 비용(NFIX 5)

(단위: 원/tC)

연 도	수도권	강원권	충청권	호남권	경북권	경남권
2019	1,748	2,466	4,023	1,636	1,222	2,325
2021	1,433	2,113	3,370	1,414	1,033	1,931
2023	1,170	1,808	2,798	1,220	874	1,591
2025	966	1,538	2,324	1,057	745	1,320
2027	782	1,287	1,878	902	625	1,071
2029	641	1,076	1,515	771	528	879
2031	546	916	1,263	669	454	751
2033	466	779	1,052	580	391	643

해서 내생적으로 결정된다. 그리고 본 모형에서의 탄소세 수입은 지방정부 수입으로 잡히며, 이전소득으로 가계에 재분배되는 것으로 단순화되었다. 〈표 8〉에서 보는 바와 같이 NFIX 5 시나리오의 경우, 2019년을 기준으로 탄소 저감 비용을 각 지역별로 비교해 보면 수도권이 탄소 톤당 1,748원, 강원권이 2,466원, 충청권이 4,023원, 호남권이 1,636원, 경북권이 1,222원, 경남권이 2,325원으로 충청권의 저감비용이 가장 높으며, 경북권의 저감비용이 가장 낮게 나타나고 있다. 이는 NFIX 10 시나리오의 경우에도 마찬가지이다(〈표 9〉 참조). 그리고 온실가스 감축 강도가 강해질수록 저감비용이 더 높게 나타나는 것은 배출권거래제와 마찬가지이다.

48 국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석

〈표 9〉 지역별 탄소저감 비용(NFIX 10)

(단위: 원/tC)

연 도	수도권	강원권	충청권	호남권	경북권	경남권
2019	3,756	3,569	5,379	2,274	1,636	3,884
2021	3,081	3,023	4,576	1,957	1,386	3,212
2023	2,514	2,559	3,875	1,680	1,177	2,632
2025	2,071	2,164	3,285	1,450	1,006	2,168
2027	1,669	1,794	2,722	1,232	850	1,739
2029	1,360	1,491	2,247	1,050	724	1,402
2031	1,147	1,265	1,891	912	626	1,178
2033	969	1,074	1,586	791	543	990

〈표 10〉 지역별 배출권거래 현황(TFIX 5)

(단위: 원/tC)

연 도	수도권	강원권	충청권	호남권	경북권	경남권
2019	-5	-149	-2,053	1,095	2,051	-938
2021	133	-173	-2,186	1,011	2,153	-938
2023	306	-201	-2,305	880	2,222	-903
2025	486	-222	-2,425	730	2,295	-864
2027	728	-250	-2,508	535	2,264	-771
2029	966	-271	-2,582	352	2,218	-682
2031	1,169	-286	-2,734	270	2,286	-704
2033	1,388	-298	-2,888	199	2,330	-731

지역별 거래패턴을 보면, 온실가스 감축 강도에 따라서 배출권을 파는 지역과 배출권을 사는 지역이 달라진다. 〈표 10〉에서 보는 바와 같이 2021년에 배출권을 파는 지역은 수도권과 호남권, 경북권이 될 것이며, 배출권을 사는 지역은 강원권, 충청권, 경남권이 될 것이다. 그러나 〈표 11〉에서 보는 바와 같이 감축 강도가 BAU 대비 10%로 강해지는 TFIX 10 시나리오에서는 2021년에 배출권을 파는 지역은 호남권과 경북권이 되며, 수도권, 강원권, 충청권, 경남권의 경우에는 배출권을 사는 지역이 될 것이다. 즉, 배출권 강도가 강해짐에 따라서 수도권이 배출권을 파는 지역에서 사는 지역으로 전환하였다.

〈표 11〉 지역 배출권거래 현황(TFIX 10)

(단위: 원/tC)

연 도	수도권	강원권	충청권	호남권	경북권	경남권
2019	-1,283	-132	-3,336	3,136	3,297	-1,682
2021	-1,202	-143	-3,603	3,186	3,413	-1,652
2023	-1,081	-158	-3,868	3,180	3,482	-1,555
2025	-962	-168	-4,146	3,157	3,558	-1,439
2027	-744	-175	-4,381	3,014	3,450	-1,165
2029	-535	-177	-4,606	2,844	3,315	-841
2031	-399	-175	-4,921	2,800	3,347	-652
2033	-254	-172	-5,240	2,741	3,341	-416

(2) 거시경제지표에 미치는 영향

본 분석에서 배출량 규제가 지역별 거시경제지표에 미치는 영향을 살펴보면 대부분의 지역에서 BAU 대비 GRDP(지역별 GDP)는 지역에 따라 다소 차이가 있다. NFIX 5 시나리오의 경우, 2021년에는 수도권과 경남권이 GRDP가 감소하고 다른 지역에서는 오히려 GRDP가 증가하고 있다. 수도권은 -0.01% 감소하며, 경남권은 -0.15% 감소한다. 그러나 강원권은 0.03%, 충청권은 0.48%, 호남권은 0.07%, 경북권은 0.21% 증가한다. 그러나 TFIX 5 시나리오의 경우에는 수도권의 GRDP는 변화가 없으며, 호남권과 경북권은 GRDP가 각각 0.09%, 0.1% 증가한다. 그러나 강원권, 충청권, 경남권은 각각 -0.04%, -0.07%, -0.16% 감소한다. 이는 각각 개별로 온실가스 감축할 때와 배출권거래제를 할 경우 각 지역이 부담해야 하는 비용이 상이해지기 때문이다. 2021년에 모든 지역이 BAU 대비 5% 감축을 위해 부담해야 하는 비용은 배출권거래제의 경우 전국적으로 탄소 톤당 1600.8원만 부담하면 되지만 탄소세를 부과할 경우 수도권, 호남권, 경북권은 배출권거래 비용보다 저렴하지만 그 외의 지역은 배출권거래가격보다도 높은 비용을 지불해야 한다. 그러나 지역별 GRDP에 미치는 영향은 단순히 이러한 탄소비용 뿐만 아니라 해당 지역이 배출권을 파는 지역인지, 사는 지역인지에 따라서도 영향을 받으며, 각각 소비와 투자가 어떤 패턴을 보이는지에 따라서도 달라진다.

온실가스 감축이 각 지역 소비에 미치는 영향은 지역별로 온실가스 감축수단별로 다르게 나타나고 있다. 그러나 비록 온실가스 감축정책을 실시한다 하더라도

〈표 12〉 온실가스 감축 시나리오별 지역 GDP 변화(2021년)

지 역	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
수도권	-0.01	0	0.07	0.05
강원권	0.03	-0.04	0.12	0.05
충청권	0.48	-0.07	0.53	0.2
호남권	0.07	0.09	-0.07	-0.12
경북권	0.21	0.1	0.26	0.01
경남권	-0.15	-0.16	-0.31	-0.28

〈표 13〉 온실가스 감축 시나리오별 지역 소비변화(2021년)

지 역	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
수도권	0.21	0.24	0.26	0.25
강원권	0.69	0.6	0.77	0.74
충청권	1.06	0.56	1.33	0.84
호남권	0.76	0.81	0.91	1.11
경북권	0.28	0.39	0.25	0.45
경남권	0.67	0.61	0.88	0.8

라도 모든 지역에서 소비가 일제히 증가하였다. BAU 대비 5% 감축할 경우, 배출권거래제의 경우에는 호남권의 소비가 가장 많이 증가하였으며, 탄소세의 경우에는 충청권의 소비가 가장 많이 증가하였다(〈표 12〉 참조).

온실가스 감축이 각 지역 투자에 미치는 영향도 지역별로 온실가스 감축수단별로 다르게 나타나고 있다. BAU 대비 5% 감축할 경우, 배출권거래제의 경우에는 수도권, 강원권, 경북권, 경남권의 투자가 감소하는 반면 충청권, 호남권은 투자가 증가하였다. 탄소세의 경우에는 충청권, 호남권, 경남권의 투자가 증가한 반면 수도권, 강원권, 경북권은 투자가 감소하였다(〈표 14〉 참조).

각 지역이 다른 지역으로 수출하는 패턴은 온실가스 감축과 어떤 연관이 있을까? 〈표 15〉에서 보면 배출권거래제와 탄소세에 상관없이 경남권만 순수출이 증가하고 나머지 지역은 모두 순수출이 감소하였다. 특히, 강원권의 순수출 감소폭이 가장 크다.

〈표 16〉에서 보는 바와 같이 온실가스 감축정책시 대부분의 지역에서 에너지 수요가 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 몇몇 지역에서는 특정 부문의 에

〈표 14〉 온실가스 감축 시나리오별 지역 투자변화(2021년)

지 역	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
수도권	-1.17	-1.07	-1.54	-1.51
강원권	-2.54	-2.5	-3.48	-3.53
충청권	2.47	0.53	2.91	0.74
호남권	0.56	1.12	0.95	2.41
경북권	-0.81	-0.59	-1.12	-0.72
경남권	0.17	-0.02	0.65	0.21

〈표 15〉 온실가스 감축 시나리오별 지역 순수출 변화(2021년)

지 역	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
수도권	-10.47	-9.38	-16.85	-15.77
강원권	-41.64	-41.76	-59.21	-61.24
충청권	-11.83	-7.08	-14.72	-5.83
호남권	-2.61	-3.57	-4.23	-7.5
경북권	-11.46	-4.56	-17.08	-2.76
경남권	19	14.83	36.22	25.6

너지 수요가 소폭 증가하는 예외적인 경우도 있다. 우선 감축정책별 에너지 수요변화를 보면 각 지역별로 각 에너지원별로 에너지 수요변화가 달리 나타난다. 예를 들면, 수도권인 경우 석유의 경우에는 탄소세를 통한 자체적인 온실가스 감축보다는 배출권거래제를 통한 온실가스 감축이 에너지 수요 감소를 덜 가져온다. 그러나 같은 수도권이라 하더라도 가스의 경우에는 5% 감축할 경우 배출권거래제로 인한 에너지 수요 감소가 탄소세로 인한 감소보다 더 크며, 10% 감축할 경우 탄소세로 인한 감소가 배출권거래제로 인한 에너지 수요 감소보다 더 크다. 이와 같이 배출권거래제로 인한 에너지 수요 감소분과 탄소세로 인한 에너지 수요 감소분이 상이한 것은 각 지역의 에너지 수요에 대한 가격탄력성이 가격대별로 상이하며, 배출권거래제이나 또는 탄소세이나에 따른 온실가스 감축비용도 각 지역별로 상이하기 때문이다. 그러나 온실가스를 BAU 대비 10% 감축할 경우, 배출권거래제로 인한 에너지 수요가 탄소세로 인한 에너지 수요보다 더 적게 나타나 배출권거래제가 에너지 수요 측면에서 더 효율적인 감축 정책이라고 볼 수 있다.

52 국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석

〈표 16〉 온실가스 감축 시나리오별 지역 에너지 수요변화(2021년)

구 분		NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
수도권	S01	1.31	-0.23	-10.19	-7.96
	S02	-4.07	-4.03	-9.34	-7.7
	S03	-2.1	-2.57	-6.22	-4.96
	S04	-1.54	-1.66	-4.12	-3.45
강원권	S01	-4.58	-1.52	-10.74	-8.33
	S02	-5.54	-3.58	-8.62	-7.22
	S03	3.64	2.48	1.06	1.23
	S04	-3.01	-1.84	-5.49	-4.47
충청권	S01	-4.02	-0.69	-10.46	-2.39
	S02	-8.38	-4.01	-11.86	-6.97
	S03	-16.02	-11.7	-22.49	-15.47
	S04	-4.71	-2.89	-6.98	-4.33
호남권	S01	-9.92	-12.73	-17.98	-26.22
	S02	-3.35	-3.7	-5.57	-7.24
	S03	-2.99	-4.45	-10.62	-11.83
	S04	-1.64	-2.28	-3.68	-5.88
경북권	S01	-8.2	-17.56	-15.18	-29.62
	S02	-1.65	-2.61	-3	-5.51
	S03	3.46	3.3	1.32	3.2
	S04	0.3	-1.27	-1.18	-4.18
경남권	S01	0.16	0.9	-4.64	-2.85
	S02	-6.7	-5.4	-11.88	-9.72
	S03	-6.57	-5.38	-11.3	-9.34
	S04	-2.82	-2.35	-4.81	-3.89

주: 석탄(S01), 석유(S02), 가스(S03), 전력(S04).

한편, 각 지역별 변화율은 상이하더라도 각 지역별 변화율의 효과가 모두 반영된 우리나라 전체 국가의 거시경제지표 변화율은 〈표 17〉과 같다. 온실가스 감축정책별로 그리고 감축강도별로 그 변화율은 다르게 나타나고 있다. 예를 들면, 배출권거래제를 실시할 경우 BAU 대비 10% 감축할 경우(TFIX



〈표 17〉 온실가스 감축 시나리오별 전국 거시경제지표 변화(2021년)

구 분	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
생 산	-0.57	-0.49	-1.08	-0.97
소 비	0.45	0.41	0.55	0.52
투 자	-0.38	-0.5	-0.43	-0.58
물 가	2.35	2.31	2.2	2.19
실질임금	-0.78	-0.73	-1.24	-1.15

〈표 18〉 온실가스 감축 시나리오별 전국 에너지 수요변화(2021년)

구 분		NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
S01	석탄	-5.86	-7.72	-12.8	-15.97
S02	석유	-5.28	-4.31	-9.42	-8.01
S03	가스	-3.99	-3.76	-8.45	-6.54
S04	전력	-2.06	-2	-4.29	-4.08

10), 생산은 0.97% 감소하고 소비는 0.52% 증가하며 투자는 0.58% 감소한다. 또한 물가는 2.19% 증가하며 실질임금은 1.15% 감소한다. 이러한 전국 변화율을 기준으로 각 지역별 변화율과 비교해 보면 투자의 경우, 수도권과 강원권은 전국 변화율보다 더 많이 감소하고 경북권은 전국 변화율보다 더 적게 감소한다. 그리고 충청권과 호남권과 경남권은 오히려 투자율이 증가한다(〈표 14〉 참조).

온실가스 배출규제가 산업에 미치는 영향을 보면 에너지다소비업종인 석유화학, 철강의 부가가치 감소가 가장 크며, 그 외에도 농림어업광업, 기타 제조 등의 부가가치가 크게 감소한다. 수송부문에서는 역시 도로운송부문의 타격이 가장 크다. 도로운송부문은 TFIX 10의 경우 BAU 대비 0.5%의 생산이 감소한다. 그러나 상대적으로 에너지를 적게 사용하는 소비재업종 부문에서는 부가가치가 BAU 대비 오히려 상승하는 것으로 나타난다(〈표 19〉 참조).

〈표 19〉 온실가스 배출규제가 산업에 미치는 영향(2021년)

구분	산업분류	NFIX 5	TFIX 5	NFIX 10	TFIX 10
S05	농림어업광업	0.04	0.08	-0.11	-0.08
S06	소비재업종	0.08	0.12	-0.06	0.11
S07	석유화학	-0.95	-0.65	-1.72	-1.52
S08	철강	-0.96	-0.87	-1.64	-1.60
S09	조립가공	-0.59	-0.51	-1.09	-0.99
S10	전기전자	-0.74	-0.42	-1.33	-0.98
S11	기타 제조	-0.40	-0.41	-0.64	-0.65
S12	건설	-0.38	-0.49	-0.47	-0.60
S13	도로	-0.22	-0.18	-0.57	-0.50
S14	철도				
S15	기타	-0.10	-0.11	-0.25	-0.25
S16	운송서비스				

## V. 결 론

이상으로 본 연구에서는 온실가스 저감에 따른 지역별 파급효과와 지역별 저감효과를 분석한 모형을 개발하였다. 그리고 개발된 동태적 연산 가능한 일반 균형모형을 바탕으로 탄소세, 배출권거래제 등 온실가스 저감정책을 통한 지역별 파급효과를 분석하였다.

우리나라는 최근 중기 온실가스 감축목표를 발표하였다. 따라서 향후 경제 각 부문의 온실가스 감축에 대한 감축 의무량이 주어질 전망이다. 그에 따라서 각 지방자치단체에서도 온실가스 감축을 위한 다양한 감축정책을 추진할 것으로 예상된다. 이러한 감축정책은 각 지역의 산업구조, 에너지 소비구조 등 경제적인 여건을 반영한 지역 균형발전에 부합되어야 할 것이다. 향후 지방자치단체가 이러한 정책을 추진해 나가는 데 있어서 본 연구는 다음과 같은 시사점을 고려해야 할 것이다.

첫째, 각 지역별로 탄소세와 같은 정책적 수단을 통하여 개별적으로 온실가스를 감축하는 것보다는 배출권거래제와 같은 시장 메커니즘에 바탕한 정책수단을 사용하는 것이 경제적으로 바람직하다. 즉, 지역별로 상이한 온실가스 감

축비용을 다른 지역과 나누어 부담함으로써 국가 전체적으로는 저렴한 비용으로 온실가스를 감축할 수 있기 때문이다. 하지만 이럴 경우 다른 지역보다 저렴한 비용으로 온실가스를 감축할 수 있는 지역이 일부 있기는 하지만 대부분의 지역에서 혜택을 보기 때문에 국내 경제 전체적으로는 이롭다.

둘째, 전체적으로 동일한 온실가스 감축부담을 지운다 하더라도 각 지역별로 받는 영향은 상이하다. 즉, 똑같이 BAU 대비 10% 감축한다 하더라도 특정 지역은 다른 지역에 비해 받는 온실가스 감축으로 인한 영향이 더 클 수도 있다. 따라서 온실가스 감축정책을 지역별로 실시할 경우에는 경제적인 부담이 더 큰 지역에 대해서는 이에 대한 경제적인 인센티브가 마련되어야 할 것이다. 그렇지 않으면 향후 특정 지역에 대한 에너지다소비산업의 배치는 중앙정부와 지방자치단체의 이해관계가 충돌할 가능성이 크기 때문이다.

셋째, 온실가스 감축에 따라서 각 산업에 미치는 영향은 상이하다. 특히, 에너지다소비업종인 석유화학, 철강의 부가가치 감소가 다른 산업에 비해 두드러진다. 이를 달리 해석하면 이러한 산업이 유치해 있는 지역의 경제적인 피해가 가중될 수 있다는 것이다. 따라서 이러한 산업이 밀집해 있는 지역자치단체에 대해서는 중앙정부 차원의 배려가 있어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강승진, 『에너지·경제·환경시스템의 모형화에 관한 연구』, 에너지경제연구원, 1999.
- 강운영, 『탄소세가 국민경제에 미치는 영향: 동태적 일반균형모형』, 에너지경제연구원, 1998.
- 김수이·조경엽·유승직, 『동태 글로벌 CGE모형을 활용한 정책 포트폴리오의 Post 2012 경제적 과급효과 분석』 제18권 제4호, 2009, 587~635.
- 노동운, 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구: 지역별 저탄소 경제시스템 개발』, 경제·인문사회연구회 미래사회협동연구총서 09-16-16, 기본연구보고서 09-17, 에너지경제연구원 2009.
- 노동운·김수이, 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구—통합모형 구축 및 경제환경적 효과 분석』, 기본연구보고서 08-17, 에너지경제연구원, 2008.
- 문영석·조경엽, 『불완전 경쟁시장하의 대체에너지 기술개발과 기후변화협약』,

- 에너지경제연구원, 2003.
- 손양훈·신동천, 『연산일반균형모형의 개발 및 운용: 전기요금의 경제적 효과에 관한 연구』, 에너지경제연구원, 1996.
- 이인실·김성태·안종범·이상돈, 『법인세제 개편방향에 관한 연구』, 한국경제연구원, 연구보고서, 2002.
- 임재규, “한국의 온실가스 중기 감축목표가 경제와 환경에 미치는 파급효과와 시사점,” 『경제학연구』 제57집 제4호, 2009, 101~133.
- 조경엽, 『내생화된 불확실성 기술진보와 온실가스 저감 정책』, 에너지경제연구원, 2001.
- 조경엽·나인강, “온실가스 저감정책과 기술진보,” 『경제학연구』 제51집 제3호, 2003, 263~294.
- 한국은행, 『지역산업연관표』, 2003.
- Bernstein, P. M., W. O. Montgomery, T. F. Rutherford, and G. F. Yang, “Effects of Restrictions on International Permit Trade, The MS-MRT Model,” *Resource and Energy Economics*, Vol. 21, 1999, 375~413.
- Fullerton, D. and D. L. Rogers, *Who the Bears Lifetime Tax Burden?*, The Brookings Institution, Washington D.C., 1993.
- Goulder, L.H. and S.H. Schneider, “Induced Technological Change and the Attractiveness of CO2 Abatement Policies,” *Resource and Energy Economics*, 21(3-4), 211~253.

[Abstract]

## Regional Impacts Analysis of Domestic GHG Mitigation Policy

Suyi Kim\* · Gyeong Lyeob Cho\*\* · Dongun Noh\*\*\*

In this research, we developed Multi-Regional Dynamic Computable General Equilibrium Model which could analyze regional mitigation policy. And through this model, we evaluate the regional economic and environmental impacts of mitigation policy and drove its policy implications. It is pioneering research which analyzes systematically regional impacts of mitigation policy utilizing domestic regional input output table in Korea. It points that GRDP (Gross Regional Domestic Products) of Homam and Kyungnam Province has decreased significantly from the baseline (BAU), because its share of energy intensive industry is higher than other provinces. So it is required that central government subsidize these provinces financially. Reducing GHG emissions by market based mechanism as GHG emission trading is more cost effective rather than reducing GHG emissions individually through policy instruments as carbon tax.

**Keywords:** GHG emission reduction target, computable general equilibrium(CGE) model

**JEL Classification:** D5, Q4

---

\* First author, Wonkwang University, Division of International Trade, Assistant Professor, Tel: (063) 850-6268, E-mail: suyikim@wonkwang.ac.kr

\*\* Co-author, Korea Economic Research Institute, Senior Research Fellow, Tel: (02) 3771-0042, E-mail: glcho@korea.re.kr

\*\*\* Co-author, Korea Energy Economics Institute, Senior Research Fellow, Tel: (031) 420-2282, E-mail: dwroh@keei.re.kr

— |

| —

— |

| —