

탄소세 도입이 지역경제에 미치는 영향에 대한 실증 분석

조경엽¹⁾ · 김영덕^{2)*}

The impacts of CO₂ tax on the regional economies in Korea

Gyeong-Leob Cho¹⁾, Youngduk Kim²⁾

1) 한국경제연구원(Korea Economic Research Institute)

2) 부산대학교 경제학부(Pusan National University Department of Economic)

제출: 2012년 11월 20일 수정: 2013년 7월 24일 승인: 2013년 9월 9일

국문 요약

탄소세를 도입할 경우 국민경제 및 지역경제에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 다지역 다부문을 대상으로 동태적 연산 가능한 일반균형모형(MRDCE: Multi-Regional Dynamic Computable General Equilibrium Model)을 구축하였다. 기초적인 지역경제 자료를 사용하여 모형을 구축하고, 공적인 경제전망 자료를 바탕으로 BAU를 도출한 후, 탄소세를 도입하였을 때 BAU로부터 얼마나 이탈하는지를 분석하여 탄소세의 지역별 효과를 평가하였다. 탄소세의 도입방안에 대해서는 우선 지역 개별탄소세와 전국 공통탄소세의 효과를 비교하였다. 개별탄소세의 경우 수도권, 경남권의 탄소세율은 다른 지역에 비하여 월등히 높게 나타났으며, 공통탄소세를 시행하였을 때의 탄소세율보다 높은 것으로 분석되었다. 국민경제 전체적으로는 공통탄소세의 GDP 손실이 개별탄소세의 GDP 손실보다 적게 나타나 국민경제 전체적으로 공통탄소세가 개별탄소세보다 우월한 것으로 평가되었다. 탄소세를 시행하는 경우 정부는 탄소세 부과에 따른 세수입이 발생하며, 이를 활용할 수 있게 된다. 탄소세를 시행할 때 이 세수를 어떻게 활용하는가에 따라 탄소세에 의해 초래된 부정적 영향을 상쇄하기도 한다. 따라서 탄소세의 부정적 영향을 줄이는 세수환원 방안을 평가할 필요가 있다. 여기서는 세 가지 형태의 세수환원 방안을 설정하고 이들을 시행하였을 때, 경제적 영향이 어떻게 달라지는가를 평가하였다. 세수환원 방안으로는 소비세, 근로소득세, 법인세를 활용하는 방안 세 가지로 구분하여 평가하였다. 국민경제 전체적으로 보면 법인세를 통하여 세수를 활용하는 방안이 GDP 손실을 가장 줄여주는 정책방안으로 추정되었다. 또한 공통세율 세수환원과 차등세율 세수환원에 대한 경제적 영향도 비교하여 분석하였다. 분석 결과에 따르면 국민경제 전체적인 면에서 공통세율로 세수환원하는 방안이 차등세율 방안보다 경제적 손실을 더 적은 것으로 평가되었다. 이러한 분석결과를 종합하면, 탄소세는 전국 공통탄소세율로 부과하는 것이 국민경제 전체적으로 효율적이며, 세수를 환원할 때는 법인세 중심으로 세수를 환원하는 방안을 마련할 필요가 있으며, 전국 공통세율을 통하여 세수를 환원하는 것이 국민경제뿐만 아니라 지역경제에서도 바람직한 탄소세 도입방안이라고 할 수 있다.

주제어 | 탄소세, 지역경제, 세수환원

Abstract

We use a multi-regional dynamic computable general equilibrium model to explain an economic effect of CO₂ tax on the national and regional economy of Korea. First, we compare two CO₂ taxes: a region-specific CO₂ tax and a uniform CO₂ tax. In the region-specific tax, the CO₂ tax rate in the capital area and the south-eastern region is much greater than those in other regions. GDP loss resulting from the region-specific tax is bigger than that in the uniform tax. Second, we consider three options for tax recycling: consumption tax recycling, labor-income tax recycling, and corporate-income tax recycling. The corporate-income tax recycling has the least GDP-loss effect over the three options. These results support that it is more efficient to use a uniform CO₂ tax rate than a region-specific CO₂ tax rate and that the corporate-income tax recycling is more desirable in a sense of efficiency than the consumption and labor-income tax recycling options.

Keywords | CO₂ tax, Regional Economy, Tax Recycling

I. 서론

지구온난화는 세계가 직면하고 있는 심각한 문제 중 하나이며, 문제를 해결하기 위하여 세계가 집중하고 있는 이슈이며, 장기적인 시각에서 가장 시급하게 풀어야 할 인류 생존의 문제라고 할 수 있다. 지구온난화를 억제하기 위하여 인류는 많은 해결방법을 제시하고 있으며 이러한 해결방법을 전 세계가 공통적으로 시행할 수 있도록 합의를 진행하고 있기도 하다. 지금까지 제시되고 있는 많은 방안들 중에서 정책적으로 시행가능하고 효과적인 정책 방안은 시장에 기반을 둔 온실가스 저감정책이라고 할 수 있다.

시장에 기반을 둔 온실가스 저감정책은 경제적 유인을 제공하기 때문에 다른 어떠한 정책보다 효율적이며 효과적이라고 여겨지고 있다. 이러한 시장기반 온실가스 저감정책 중에 가장 대표적이라고 할 수 있는 정책이 바로 탄소세와 배출권거래제이며, 우리나라 온실가스 중기 감축목표를 달성하기 위하여 시행가능성이 높은 제도라고 할 수 있다. 이 두 제도 모두 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따라 시행할 수 있는 법적 근거는 마련되어 있다.¹⁾ 한편, 우리나라는 2015년부터 배출권거래제를 시행할 계획이며, 이를 위해 배출권거래제법 시행령이 마련되었다.

이와 같이 배출권거래제나 탄소세 등의 시장기반 온실가스저감정책 수단이 우리나라

1) 「저탄소 녹색성장 기본법」 제27조에는 탄소세 등 환경세제를 운영할 수 있는 법적 근거가 마련되었으며, 제43조에는 총량제한 배출권 거래제의 도입에 대한 법적 근거가 마련되어 있다.

라에서도 조만간 시행이 될 계획이며, 제도적으로 그 기반이 마련되었다고 볼 수 있다. 그렇다면 온실가스저감정책이 시행되는 경우 지역경제에는 어떠한 영향을 미칠 것인지에 대해 고려하는 것이 요구된다. 예를 들면, 온실가스저감정책은 온실가스배출집약적인 산업에 부정적 영향을 미치며, 특정 지역에 배출 집약적인 산업이 집중되어 있는 것이 현실이다. 따라서 산업구조와 소비구조의 지역별 차이는 온실가스저감정책의 경제적 영향의 지역별 차이를 가져오게 된다. 온실가스저감정책은 산업별로 차별적인 영향을 미치고, 이는 결국 지역산출뿐만 아니라 지역 간 교역의 교역조건에 영향을 미쳐 지역경제에 그 영향이 파급되어, 지역 간 경제적 영향의 차이를 가져온다. 따라서 지역의 경제성장과 지역 간 균형 발전이라는 두 가지 차원에서 온실가스저감정책의 지역경제에 미치는 영향은 중요하다고 할 수 있다.

온실가스저감정책의 경제적 영향에 대한 연구들은 우리나라에서도 많이 진행되고 있는 것이 사실이다. 그러나 그 대상은 국가경제 전체에 한정된 연구가 대부분이다.²⁾ 기존의 연구에서 온실가스저감정책 시행에 따른 지역경제의 영향에 대한 구체적인 설명을 제시할 수 있는 연구는 제한적이다. 온실가스저감정책의 지역별 경제적 파급효과를 처음으로 제시한 연구로는 다지역 완전 동태적 CGE 모형을 이용하여 5개 권역에 대하여 배출권거래제를 시행하여 온실가스를 감축할 때의 경제적 파급효과를 분석한 노동운·김수이(2008)의 연구를 들 수 있다.³⁾ 김영덕·조경엽·한현옥(2009)은 다 지역 완전 동태적 CGE모형을 이용하여 6개 권역에 대하여 고성장과 저성장 시나리오를 가지고 온실가스저감목표를 지역별로 개별 이행하는 경우와 배출권거래제를 시행하는 경우로 저감정책 수단을 분류하여 지역별 온실가스저감정책 수단에 따른 경제적 파급효과를 분석하였다. 김재현·정기호(2011)는 온실가스 감축정책 수단에 따라 온실가스 감축량과 경제적 효과의 지역 간 격차를 다 지역 축차적 동태 CGE모형을 이용하여 평가하였다. 탄소세와 배출권거래제의 경제적 효과를 비교하여 온실가스 감축수단 간의 경제적 효과의 순위를 제시하였다.⁴⁾ 기존의 연구를 바탕으로 본고에서는 권역을 6개 권

2) 우리나라 전체를 대상으로 온실가스 저감목표 시나리오를 구성하고 이에 따른 경제적 파급효과와 저감비용을 도출한 연구로는 강승진(1999), 신동천(2000), 조경엽(2000), 강운영(1999), 임재규(2001), 임재규·김정인(2003), 조경엽·나인강(2003), 유승직·조경엽(2004), 문영석·조경엽(2005), 조경엽·김영덕·김효선(2006), 배정환·조경엽(2007), 김수이·조경엽·유승직(2008), 정현식·이성욱(2007) 등을 들 수 있다.

3) 이 연구의 모형구조는 김영덕·조경엽(2006)의 모형을 기반으로 하고 있으며, 심화과정을 거쳐 김수이·조경엽·노동운(2010)으로 발전되었다.

4) 불확실성이 존재하지 않을 때 배출권거래제와 탄소세의 온실가스감축과 온실가스가격은 이론적으로 동일하다. 이 연구에서는 불확실성이 존재하지 않는 것으로 보인다. 또한, 배출권거래제의 배출권가격을 제시하지 않고 있어 기존 연구의 결과와 비교하기 어렵다. 또한, 에너지를 생산요소로 볼 것인지 또는 중간재로 볼 것인지에 대한 논의가 요구된다. 에너지와 중간재의 대체관계가 형성된

역으로 확장하고, 완전 동태적 다 지역 다 부문 CGE모형을 사용하였으며, 탄소세의 세수를 활용하는 세수환원 방안에 대한 경제적 영향을 평가하는 데 초점을 두었다.

온실가스 저감정책이 경제에 미치는 영향은 경제를 구성하는 여러 구성 부문에 차별적인 영향을 준다고 할 수 있다. 특히, 여러 산업이 다른 형태로 발전한 지역의 경우에는 그 영향이 상당히 차별화되어 있을 것으로 판단된다. 예를 들면 철강 산업이나 석유 화학산업과 같이 화석연료 소비가 높고 온실가스 배출이 높은 산업을 가지고 있는 지역은 온실가스저감정책에 대하여 다른 지역보다 취약할 가능성이 높다. 지역의 발전과정이 상이한 지역적 특성이 존재하는 한 온실가스저감정책이 미치는 영향 역시 지역적으로 차별화될 것이다. 그렇다면 이러한 지역적 영향 차이는 얼마나 되는지를 추정하는 것은 지역경제 측면에서는 중요한 정보가 될 수 있다. 또한, 이러한 지역적 영향 차이를 완충할 수 있는 정책적 배려도 필요하다. 따라서 어떠한 정책적 대안이 지역적 차이를 완충할 수 있는지를 국가 전체적인 차원에서 고려하는 것이 요구된다. 또한 국가의 온실가스 저감정책에 대한 지역의 협조와 조화를 위해서는 지역적 영향과 그 완충 수단을 조사하는 것은 중요한 의의를 가질 수 있다. 본고에서는 시장기반 온실가스 저감정책 수단의 하나인 탄소세가 시행되었을 때, 탄소세 관련 정책 대안을 상정하고 이러한 정책 방안들이 지역경제에 어떻게 영향을 미치는지를 살펴보고자 하였다. 우선적으로 정책대안을 지역적 개별탄소세와 전국 공통탄소세를 구분하여 지역경제 및 국가경제에 미치는 영향을 분석하였다. 또한, 이러한 경제적 영향을 가능하면 최소화할 수 있는 대안에 대하여 조사하였다.

탄소세를 시행하는 경우 정부는 탄소세로부터의 세수를 활용할 수 있다. 이러한 세수를 환원하는 경우, 크게 소비세, 근로소득세, 법인세 감면을 통한 환원이 가능하다. 이와 같이 세수환원 방안에 대하여 지역과 국민 경제가 어떻게 영향을 받는지에 대하여 분석하였다. 세수환원 방안으로는 소비세를 활용하는 방안, 근로소득세를 활용하는 방안, 법인세를 활용하는 방안을 시나리오로 설정하고 이 세 대안 중에 가장 경제적 효율성이 높은 대안이 무엇인지에 대하여 평가하였다.

한편, 세수를 환원하는 경우 지역적 차등세율을 적용하여 세수를 환원하는 경우와 공통세율을 적용하여 세수를 환원하는 경우, 지역적 차이가 존재할 수 있다. 따라서 전국적인 차원에서 어떠한 환원방식이 손실을 최소화하는 방식인지를 평가하는 것이

다면 온실가스 저감정책의 시행은 중간재 수요를 늘려 경제적 충격을 완화할 가능성이 있다.

요구된다. 따라서 본 연구에서는 법인세 세수환원을 대상으로 공통세율을 적용하는 경우와 지역적 차등세율을 적용하는 경우를 구분하여 경제적 영향을 평가하고자 하였다. 이러한 분석을 위하여 본 연구에서는 다 지역 다 부문을 대상으로 한 동태적 연산 가능한 일반균형모형(MRDCGE: Multi-Regional Dynamic Computable General Equilibrium Model) 구축하였다. 본 모형은 온실가스 감축에 따른 지역별 효과와 지역을 통합한 국가전체의 효과를 동시에 분석할 수 있는 장점을 지니고 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 우선, 입력데이터와 지역별 경제구조에 대한 설명하고, 그 다음 장에 모형구조를 수식을 통해 설명하였다. 이후에는 지역별 감축 시나리오와 정책 시나리오에 대하여 논의하고, 모형으로부터의 분석 결과를 제시한 후, 결과의 해석과 시사점에 대하여 논의하였다.

II. 지역별 경제구조

본고에서는 분석 대상지역과 대상산업을 한국은행의 지역별 산업연관표 2005에 기초하여 분류하였다. 분석대상지역은 서울, 경기, 인천으로 구성된 수도권(R01), 강원권(R02), 충남, 충북, 대전으로 구성된 충청권(R03), 광주, 전남, 전북, 제주로 구성된 전라권(R04), 대구와 경북으로 구성된 경북권(R05), 그리고 부산, 울산, 경남으로 구성된 경남권(R06) 등 6개의 광역자치단체로 구성된다.

각 지역에는 18개의 산업이 존재한다. <표 1>은 지역 산업분류표에 기초하여 18개 산업으로 재분류된 분석대상 산업을 보여준다. 에너지 산업은 석탄, 석유, 가스와 같은 화석연료와 전력으로 구분하였고, 농림어업, 수산업 및 광업을 하나의 산업으로 분류하였다. 제조업은 음식료품, 에너지다소산업, 시멘트, 철강, 조립가공, 전기전자, 자동차, 선박, 기타수송, 기타제조업 등 10개의 산업으로 분류하였다. 그리고 건설업, 운수업 그리고 서비스업도 하나의 분석 대상산업으로 분류하였다.

표 1 산업분류

구분	산업분류	MRIO 분류
S01	석탄	석탄, 석탄제품
S02	석유	원유, 석유제품
S03	가스	천연가스, 도시가스
S04	전력	전력
S05	농림어업광업	농업, 수산업, 광업
S06	음식료품	음식료품
S07	에너지다소비	펄프 및 종이제품, 석유화학, 화학섬유
S08	시멘트	시멘트
S09	철강	제1차 금속제품
S10	조립가공	일반기계, 정밀기기
S11	전기전자	전기 및 전자기기
S12	자동차	자동차
S13	선박	선박
S14	기타수송	기타수송장비
S15	기타제조	섬유 및 가죽, 목재, 화학, 비금속광물, 금속, 기타제조
S16	건설	건설
S17	운수	도로운송, 철도운송, 해양 및 항공운송, 운수업
S18	서비스	서비스업

표 2 지역별 사회회계행렬(SAM) 구성도

	총산출	가계	정부	투자	부가가치	세금	해외수출	지역 순수출	관세	해외수입	계
중간투입	18 × 18	18 × 1	18 × 1	18 × 1			18 × 1	18 × 1			
가계			가계이전		$\Sigma(2 \times 18)$						
정부				정부저축		$\Sigma(5 \times 18)$					
투자		저축						$\Sigma(2 \times 18)$		수입수출	
부가가치	2 × 18										
세금	3 × 18										
해외수출										$\Sigma(1 \times 18)$	
지역 순수출	6×18×18	6×18									
관세	2 × 18										
해외수입	1 × 18										
계											

CGE 모형의 입력데이터는 기준연도의 2005년도의 각 지역별 사회회계행렬(social account matrix: SAM)에 기초한다. <표 2>에서 보듯이 SAM은 특정 기간 동안 한 지역의 경제적 거래를 요약한 테이블로 정의할 수 있다. SAM에서 행(가로)을 따라 나타난 수치는 해당 부문의 수입을 의미하며, 열(세로)을 따라 나타난 수치는 지출을 의미한다. 경제전체로 볼 때 소득과 지출이 같다는 거시순환 원칙에 따라서 행(소득측면)과 열(지출측면)의 합은 일치한다.⁵⁾ 따라서 SAM 테이블은 일반균형모형이 요구하는 세 가지 균형조건(0의 이윤, 시장청산, 소득균형)이 충족된다. SAM 테이블 내에 표시한 수치는 하부 입력 데이터의 규모(dimension)를 나타낸다. 예를 들어 지역별 산출물은 총 18개 산업의 제품으로 구성된다. 따라서 지역에 존재하는 18개 산업은 18개의 재화를 중간재화로 사용하기 때문에 산업별 중간재화의 규모는 18×18 행렬로 구성된다. 그리고 지역별 18개의 재화는 하나의 가계, 정부, 투자부문, 해외수출, 타 지역으로 수출된다. 순수출은 총 공급에서 타 지역으로의 수출을 제외한 부분만큼 자본이 유입되어 투자로 연결된다. 개별 지역에서 부가가치는 산업별 자본과 노동에 의해 형성된다. 그리고 총 세금은 법인세, 근로소득세, 소비세, 관세 및 수품수입세 5개의 세금으로 구성된다. 가계는 정부이전소득과 자본과 노동공급으로 인한 부가가치의 합으로 형성된다. 가계의 소득은 소비 또는 저축으로 지출한다. 정부는 근로소득세, 법인세, 소비세, 및 관세를 부과하고 이를 정부지출 소비와 가계이전으로 지출된다. 또한, 지역별 SAM은 지역 간 수출입으로 연계된다. 각 지역의 18개 산업의 제품은 타 지역의 18개 제품과 수출입으로 연계되며, 이에 따라 수출입 행렬은 $6 \times 18 \times 18$ 의 규모로 형성된다.

지역별 GRDP는 지역 소비, 투자, 정부지출, 지역 간 순수출, 해외 순수출의 합으로 정의한다. 다음 <표 3>은 2005년 기준 지역별 GRDP의 구성을 나타낸다. 수도권외의 GRDP는 약 411조원에 이르며, 소비는 246조원, 투자는 120조원, 정부지출 49조원, 지역 간 순수출은 약 -9.6조원, 해외 순수출은 5.9조원에 달한다. 지역 간 순수출이 음(-)

5) 지역경제의 순환도를 살펴보면, 기업은 재화와 서비스를 생산하여 가계, 정부, 타 산업, 타 지역 그리고 해외로 판매하여 수입을 얻고 이를 근로자들에게는 임금으로, 주주들에게는 배당 또는 이윤으로 배분하고, 정부에는 세금을 납부한다. 따라서 기업의 판매수입은 경제주체들에게 완전히 배분하여 균형 상태에서 기업의 이윤은 영(零)이 된다. 가계의 주 소득원은 생산요소를 공급함으로써 얻는 요소소득이며, 정부의 주 수입원으로는 생산요소 또는 재화 판매단계에 부과된 세금을 들 수 있다. 가계 및 정부는 이들 소득을 소비나 저축으로 지출하여 소득과 지출을 일치시킨다. 마지막으로 시장청산조건은 가격 메커니즘을 통해 달성된다. 해외로 수출되고 남은 재화와 해외와 타 지역으로부터 수입된 재화가 합쳐져 총 공급을 형성한다. 총수요는 지역 내 또는 타 지역의 가계 및 정부의 소비와 산업의 중간재화 소비로 구성된다. 그리고 총 공급과 총수요의 불일치는 가격이 변동하여 해소된다. 재화시장과 마찬가지로 요소시장 또한 공급과 수요는 임금과 자본수익률이 변동하여 일치된다. 시장청산조건은 가격변동에 의해 초과수요나 초과공급이 없는 상태를 일컫는다.

인 지역은 수도권, 강원권, 경북권과 경남권인 것으로 나타나고 있다. 강원권은 지역 간 순수출도 작고 해외 순수출도 작아서 6개 권역에서 경제적으로 가장 고립된 지역이라고 할 수 있다. 경남권의 경우에는 지역 간 순수출은 음(-)인 반면 해외순수출은 17.4 조원으로 가장 큰 규모를 보이고 있다.

표 3 지역별 GRDP의 구성 (단위: 조원)

	소비	투자	정부	지역간순수출	해외순수출	GRDP
수도권	246.0	119.8	49.2	-9.6	5.9	411.3 (48.2%)
강원권	12.1	8.2	8.2	-1.8	-2.1	24.5 (2.9%)
충청권	41.0	33.6	15.6	7.5	-6.8	90.9 (10.7%)
전라권	49.2	28.1	15.4	10.8	-8.4	95.2 (11.2%)
경북권	46.7	26.7	12.1	-3.4	4.7	86.7 (10.2%)
경남권	70.2	39.3	19.5	-2.1	17.4	144.3 (16.9%)
합계	465.2	255.7	120.0	1.4	10.7	852.9 (100.0%)

아래의 <표 4>는 제품별 지역의 수요비중을 보여주고 있다. 석탄(S01)의 경우에는 전라권의 수요 비중이 가장 높으며, 경북권의 비중도 높게 나타나고 있는데, 이는 제철에서의 높은 석탄수요를 반영하고 있다. 석유(S02)의 경우 수도권보다는 경남권의 비중이 높으며, 전라권의 수요도 수도권 다음으로 높게 나타나고 있다. 가스(S03)의 경우에는 수도권이 절대적으로 높은 수요 비중을 차지하여, 전국의 1/3 이상을 수도권에서 수요하는 것으로 나타나고 있다. 충청권과 경북권도 가스에 대한 수요가 높은 것으로 나타나고 있다. 전력(S04) 수요 역시 수도권의 비중이 높다. 수도권 전력 수요가 전국의 약 41%를 차지하고 있으며, 그 다음이 경남권으로 수도권의 반에도 못 미치는 17.2%를 기록하고 있다. 음식료품(S06)은 수도권에서 전국의 41%를 수요하고 있는 것으로 나타나 이는 수도권이 전국의 음식료품에 대한 수요의 중심임을 설명하고 있다. 에너지 다소비제품(S07)의 경우 수도권이 29%를 수요하고 있으며, 다음은 경남권이 23%, 충청과 전라권이 16.7%를 차지하고 있다. 에너지 다소비업종 중의 하나로 꼽히고 있는 시멘트(S08)에 대한 수요도 수도권이 40%로 가장 높게 나타나고 있으며, 다음은 경남권이 17.9%를 차지하고 있다. 시멘트는 건설경기에 크게 영향을 받기 때문에 건설에 대한 수요가 가장 높은 수도권에서의 수요가 높을 수밖에 없다. 철강(S09)에 대한 수요는 수도권이 26.5%, 경남권이 22.7%, 경북이 21.2%를 차지하고 있다. 전기전자 제

품(S11)에 대한 수요도 수도권이 가장 높고 다음은 경북권, 충청권의 수요가 높은 것으로 나타나고 있다. 자동차(S12)에 대한 수요는 수도권이 36.8%를 차지하고 있으며, 경남권이 28.6%를 차지하고 있다. 선박에 대한 수요는 수도권과 경남권의 수요비중이 각각 30%를 넘고 있다. 운수업(S17)은 수도권이 41.8%를 기록하고 있으며 다음은 경북권이 16.4%, 충청권이 16.1%, 경남권이 14.9%를 기록하고 있다.

표 4 제품별 각 지역 수요 비중 (단위: %)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	합계
S01	3.2	4.3	2.7	45.4	21.3	23.0	100.0
S02	23.3	1.4	11.1	20.6	9.9	33.7	100.0
S03	38.5	0.5	25.3	2.1	22.7	10.8	100.0
S04	41.0	2.6	11.4	14.3	13.5	17.2	100.0
S05	29.1	3.5	17.1	18.6	13.9	17.7	100.0
S06	41.5	2.9	16.0	11.1	14.4	14.1	100.0
S07	28.9	0.9	16.7	16.7	13.8	23.0	100.0
S08	40.3	4.8	14.1	13.5	9.4	17.9	100.0
S09	26.5	0.6	12.5	16.5	21.2	22.7	100.0
S10	33.3	1.5	19.6	7.1	18.6	19.9	100.0
S11	36.1	0.8	21.7	5.0	24.9	11.4	100.0
S12	36.8	1.4	12.9	11.3	9.0	28.6	100.0
S13	31.5	2.4	15.1	5.0	15.6	30.5	100.0
S14	29.6	2.2	31.5	3.2	19.2	14.3	100.0
S15	39.6	1.8	16.0	9.2	15.8	17.6	100.0
S16	46.3	4.1	12.2	12.3	9.5	15.7	100.0
S17	41.8	2.0	16.1	8.9	16.4	14.9	100.0
S18	50.2	2.9	11.1	9.8	11.4	14.5	100.0

지역별 에너지 소비량과 이산화탄소 배출량은 다음과 같이 추정하였다. 우선 에너지경제연구원의 발표에 따르면 우리나라 에너지원별 총 소비량은 석탄이 54,786천 toe에 달하며, 석유가 101,556 천 toe, 가스가 30,355천 toe에 달한다. 에너지경제연구원에 따르면 이산화탄소 배출량은 석탄소비로부터 212,120 천 tCO₂, 석유 소비로부터 209,542 천 tCO₂, 가스 소비로부터 71,002 천 tCO₂에 달한다. 한편, 에너지원별 소비액은 앞서 설명한 지역별 산업연관표에서 구할 수 있다. 에너지원별 전환계수는 에너지소비량을

에너지소비액으로 나누어 도출할 수 있다. 그리고 에너지원별 이산화탄소 전환계수는 이산화탄소 배출량을 에너지소비량으로 나누어 추정된다.

표 5 에너지 전환계수 및 이산화탄소 배출계수

	에너지소비 (천 toe)	이산화탄소 (천 tCO ₂)	소비액 (억원)	에너지물량 전환계수 (천 toe/억원)	이산화탄소 전환계수 (천 tCO ₂ /천 toe)
석탄	54786	212120	78687	0.696	3.872
석유	101556	209542	1132324	0.090	2.063
가스	30355	71002	230622	0.132	2.339
합계	186698	492665	1441633	0.130	2.639

이와 같이 추정된 에너지 물량 전환계수와 이산화탄소 전환계수를 이용하여 지역별·산업별 에너지소비량과 이산화탄소 배출량을 도출할 수 있다. 이와 같이 도출된 각 산업과 가계의 에너지소비량을 합한 에너지원별 지역별 에너지소비량과 이산화탄소 배출량은 각각 <표 6>과 <표 7>에 제시한다.

표 6 2005년도 지역별·에너지원별 소비량 (천 toe)

	수도권	강원권	충북권	전라권	경북권	경남권	합계
S01	1272	1702	1064	17906	8419	9083	39447
S02	24608	1523	11699	21788	10424	35554	105596
S03	19858	240	13041	1105	11706	5577	51527
합계	45738	3465	25804	40799	30549	50214	196570

표 7 2005년도 지역별 이산화탄소 배출량 (단위: 천 TCO₂)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	합계
S01	4,784	6,791	46,090	63,906	55,409	35,159	212,139
S02	50,840	3,035	28,312	44,388	10,471	72,402	209,448
S03	46,262	538	5,996	2,488	2,922	12,795	71,000
합계	101,886	10,364	80,398	110,782	68,801	120,356	492,588

Ⅲ. 모형구조

본고의 모형구조는 김영덕·조경엽·한현옥(2009)의 모형에 기초하고 있지만, 입력데이터, 지역별 성장률, 대체탄력성 등 입력 데이터를 업데이트하여 개선하였다. 또한 저감시나리오도 최근 정부가 발표한 국가감축목표를 기준으로 분석하였으며, 정책 시나리오도 탄소세 부과와 탄소세수 환원에 따른 파급효과 분석에 초점을 맞추었다. 모형구조에서도 에너지복합단계 등에서 차이를 보이고 있다.⁶⁾

본고에서 구축한 모형 경제의 재화 및 생산요소흐름은 <그림 1>에 간단하게 제시한다. 그림에서 보듯이 본 모형은 지역별로 공급부문, 수요부문, 교역부문, 정부 등으로 구성되며, 지역별 생산부문은 중간재화, 자본 노동을 사용하여 생산 활동을 하고 타 지역과 해외로부터 수입한 재화를 합쳐 총공급을 결정한다. 각 지역에서 생산된 총 재화는 국내 재화시장으로 판매되거나 해외로 수출된다. 지역별 수요부문은 가계 및 정부의 부문별 소비와 투자수요로 구성된다. 공급과 수요 간 불균형은 가격의 조정과정을 거쳐 청산된다. 재화시장에서 초과수요가 발생하면 해당 생산물 가격이 상승하고, 초과공급이 있을 경우에는 가격이 하락하게 되어 장기적으로는 생산물 가격은 시장 균형에 도달하는 시스템을 가지고 있다. 생산물은 해외로 수출되거나 또는 국내 및 지역 내 시장 소비재 및 투자재로 소비되고 생산자의 수입은 임금, 자본수익, 감가상각, 조세, 중간투입물 구매 등으로 지출되어 균형에서 기업의 초과이익은 영이 된다. 지방 정부는 근로소득세, 법인세, 부가가치세, 관세 및 수출입 상품세를 통해 세수입을 확보하고 이를 정부지출과 가계이전에서 지출된다. 가계는 자본과 노동의 공급을 통해서 수입을 얻으며, 이러한 수입은 소비, 저축 및 세금 납부를 통해서 전액 지출한다. 가계와 생산자는 각각의 제약 조건에서 효용과 이익을 극대화하는 방향으로 활동한다.

각 지역의 가계는 하나의 대표소비자로 구성된다고 가정한다. 대표소비자(representative agent)는 무한(infinite) 생존 능력과 미래에 대한 완전예측능력(perfect foresight)을 가지고 시점 간(intertemporal) 예산제약조건 하에 시점 간 효용을 극대화한다. 지역별 대표소비자의 효용함수(U_t)는 다음과 같이 시간에 대해 분리 가능(separable)한 CES(constant elasticity of substitution) 함수로 가정한다.

6) 여기서는 김영덕·조경엽·한현옥(2009)와 다른 부분과 기본적인 모형부분에 대해서만 주로 설명하였다. 구체적인 모형구조에 대해서는 김영덕·조경엽·한현옥(2009)와 김영덕·조경엽(2010)을 참조하기 바란다.

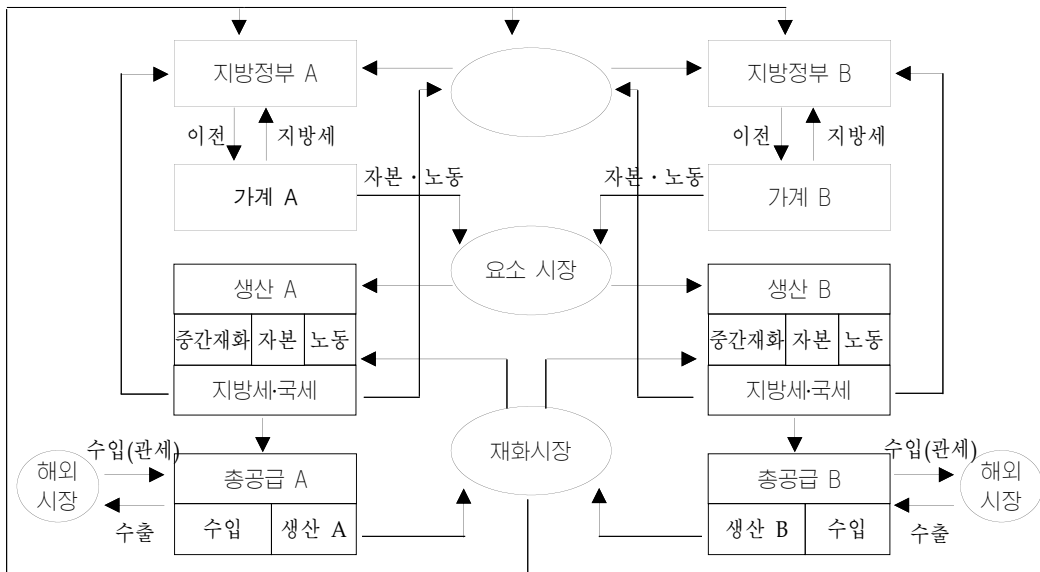
$$\max_{C, L} U_r(Z_{r,t}) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{Z_{r,t}^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (1)$$

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

여기서 하첨자 r 은 각 지역을 대변한다. β 는 시간에 대한 할인율을 의미하며, $1/\theta$ 는 시점 간 대체탄력성(inter-temporal elasticity of substitution)을 나타낸다. $L_{r,t}$ 는 t 기의 지역별 소비자의 노동시간을 의미한다. 따라서 총 할당된(endowment) 시간을 $H_{r,t}$ 이라고 가정할 때 여가시간은 $H_{r,t} - L_{r,t}$ 이 된다. 최종 소비복합소비재화($Z_{r,t}$)는 소비복합재화 $C_{r,t}$ 와 여가의 CES 함수로 구성된다. $\frac{1}{1-\rho}$ 는 소비재와 여가의 대체탄력성을 의미하며, α 는 복합소비재화중 소비재화가 차지하는 비중을 나타내는 모수이다. 가중치 모수 (α)와 대체탄력성 모수(ρ)는 수식마다 다른 표기를 사용해야하나 서술의 편의상 이하 수식에서 모두 동일하게 표시하기로 한다.⁷⁾

지역별 소비자의 시점 간 예산제약식은 다음의 식을 만족한다.

그림 1 MRDCGE 모형의 재화 및 생산요소 흐름도



7) 이하 대체탄력성과 가중치 모수에 대한 설명은 생략하기로 한다.

$$\begin{aligned} \sum_t P_{c,t} C_{r,t} + \sum_t P_{i,t} I_{r,t} \\ = \sum_t W_t L_{r,t} + \sum_t R_t K_{r,t} + \sum_t Tr_{r,t} \end{aligned} \quad (3)$$

제약식에 나타난 가격은 모두 세후가격을 나타내며, 시간에 대한 할인율을 반영한 가격을 나타낸다. $P_{c,t}$ 는 할인율을 반영한 소비복합재화의 t 기의 세후가격을 의미한다. 따라서 균제상태에서 $P_{c,t}$ 는 $\frac{1}{(1+r^*)^{t-1}} P_{c,0}$ 로 정의되며, $P_{c,0}$ 는 기준연도 복합소비재화의 가격을 의미한다. $P_{i,t}$ 는 할인율이 반영된 투자재의 세후가격을, W_t 는 세후 임금률을, R_t 는 자본의 세후 수익률을 $I_{r,t}$ 는 r 지역의 총 투자를, $K_{r,t}$ 는 산업에 대여하는 자본량을, $Tr_{r,t}$ 는 할인율이 반영된 정부로부터 받은 이전소득을 의미한다.

자본과 노동은 지역 간 및 부문 간 이동이 자유롭다고 가정하였다. 균형에서 지역별 총 노동공급 $\sum_r L_{r,t}$ 은 각 지역에 존재하는 모든 산업의 총 노동수요($\sum_i \sum_r L_{i,r,t}$)와 동일하며, 각 지역에서 공급한 총자본 $\sum_r K_{r,t}$ 은 각 지역과 산업에서 수요하는 자본의 량 $\sum_i \sum_r K_{i,r,t}$ 과 일치한다. 결국 식(3)은 가계의 소득은 현재가치로 환산된 노동임금 수입, 자본 대여로부터 얻는 수익과 정부의 가계이전소득으로 구성되고, 이는 현재가치로 환산된 소비와 자본 투자로 지출됨을 표현한다.

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

$$C_{r,t} = \left(\sum_i^{18} \alpha_i (XA_{r,i,t})^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (4)$$

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. 김영덕·조경엽·한현옥(2009)와 달리 에너지복합재화는 가계와 산업에서 다른 구조를 가진다고 가정하였다. 가계의 에너지 복합재화($E_{r,c,t}$)는 석유, 가스, 석탄이 복합되고 이는 다시 전력과 복합되는 구조를 가진다고 가정하였다.

$$E_{r,c,t} = [\alpha COG_{r,c,t}^\rho + (1-\alpha)EL_{r,c,t}^\rho]^{1/\rho} \quad (5)$$

$COG_{r,c,t}$ 는 r 지역 가계에서 소비하는 석탄, 석유, 가스의 복합재화를 의미하며, $EL_{r,c,t}$ 은 가계에서 소비하는 전력을 의미한다. 가계의 석탄·석유·가스 복합재화는 다음과 같이 형성된다.

$$COG_{r,c,t} = [\alpha_1 Coal_{r,c,t}^\rho + \alpha_2 Oil_{r,c,t}^\rho + (1-\alpha_1-\alpha_2) Gas_{r,c,t}^\rho]^{1/\rho} \quad (6)$$

$Coal_{r,c,t}$, $Oil_{r,c,t}$, $Gas_{r,c,t}$ 는 r 지역 가계의 석탄, 석유, 가스의 소비를 의미한다.

각 지역에서 공급하는 최종소비재화는 생산복합단계와 아밍톤 복합단계를 거쳐 공급된다. 지역 r 의 i 산업에서 생산되는 t 기의 재화($Y_{i,r,t}$)는 노동·자본·에너지복합재화와 아밍톤 중간재화를 사용하여 생산되며, 노동·자본·에너지 복합재화는 노동·자본 복합재화와 에너지복합재화의 CES 함수로 구성되고, 노동·자본 복합재화는 노동과 자본의 CES 함수로 구성된다. 지역 간 노동과 자본의 이동이 자유롭기 때문에 각 지역 산업에서 사용한 노동과 자본은 지역 내 자본뿐만 아니라 타 지역의 자본과 노동으로 구성된다. 에너지복합재화는 석탄·석유·가스 복합재와 전력의 CES 생산함수로 구성된다. 석탄·석유·가스 복합재는 석탄과 석유·가스 복합재로 구성되고, 석유·가스 복합재는 석유와 가스의 CES 함수로 구성된다. 지역별 최종 공급재화($YS_{i,r,t}$)는 지역 r 에서 생산한 i 생산재화($Y_{i,r,t}$)와 r 지역이 해외에 수입한 i 제품($XM_{i,r,t}$) 간 불완전 대체관계로 형성된다.

한편, i 산업에 사용되는 아밍톤 중간재화는 j 아밍톤 재화로 구성된다. 지역 r 에서 수요되는 총 아밍톤 복합재화는 산업의 중간재화, 최종 수요부문의 최종소비재화, 그리고 수출로 구성된다. 따라서 산업에서 사용되는 중간재화와 지역 r 에서 사용한 총 아밍톤 재화를 구분하기 위해 하첨자 j 를 사용하기로 한다. 지역 r 에서 사용한 총 아밍톤 재화 j 는 지역별 최종공급재화 간의 불완전 대체관계로 형성된 복합재화를 의미한다.

$$XA_{j,r,t} = \left(\sum_s^6 \alpha_s YS_{j,s,r,t}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (7)$$

하첨자 s 는 각 지역을 대변한다. 따라서 식 (7)은 r 지역의 아밍톤 재화의 소비가 s 지역으로부터 수입한 재화 간 불완전 대체관계를 통해서 생산된다는 것을 나타낸다. 생산된 아밍톤 복합재화는 산업의 중간재화와 최종 수요부문의 최종소비재화 또는 해외로 판매된다.

$$XA_{j,r,t} = \sum_i XA_{i,j,r,t} + XA_{c,j,r,t} + XA_{inv,j,r,t} + XA_{gl,j,r,t} + XE_{j,r,t} \quad (8)$$

$XA_{i,j,r,t}$ 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, $XA_{gl,j,r,t}$ 는 r 정부의 소비지출로, $XE_{j,r,t}$ 는 r 지역이 수출한 j 아밍톤 재화를 의미한다.

정부는 근로소득세, 법인세, 부가가치세, 소비세, 관세 및 수출상품세를 통해 수입을 얻고 정부소비와 가계이전을 통해 이를 지출한다. 정부 지출과 수입과의 차이는 재정적자 또는 정부저축으로 정의된다. t 기의 정부의 수입(Φ_t)은 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \Phi_t + \sum_r P_{ex,r,t} D_{r,t} &= \sum_i \sum_r \tau_{1,i,r} r_t K_{i,r,t} \\ &+ \sum_i \sum_r \tau_{2,i,r} w_t L_{i,r,t} \\ &+ \sum_i \sum_r (\tau_{3,i,r} + \tau_{4,i,r}) p_{xm,i,r,t} XM_{i,r,t} \\ &+ \sum_i \sum_r^6 (\tau_{5,i,r}) p_{y,i,r,t} Y_{i,r,t} \end{aligned} \quad (9)$$

$D_{r,t}$ 는 t 기에 의 정부부채를, $P_{ex,r,t}$ 는 환율을 의미한다. 여기서 재정적자는 국채발행을 통해 가계 또는 해외로부터의 자금을 빌려온다는 의미이며 반대로 재정흑자는 가계 또는 해외로 자금을 대출한다는 의미를 내포한다.⁸⁾ $\tau_{1,i,r}$ 는 r 지역의 i 산업의 자

8) 따라서 본 모형에서 정부의 재정적자에 대한 가격은 무역수지의 가격과 동일한 가격 지수를 사용한다.

본수익에 대한 산업별 유효 법인세율(effective tax rate)을, r_t 는 t 기의 자본에 대한 세전 수익률을 의미한다. $\tau_{2,i,r}$ 는 근로소득세를, w_t 는 세전임금, $L_{i,r,t}$ 는 r 지역의 i 부문에 고용된 노동을 의미한다. 자본과 노동의 지역 간·산업 간 이동이 자유롭다고 가정하면 각 지역 및 산업은 동일한 임금과 자본수익률에 직면한다. $p_{xm,i,r,t}$ 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 세전 가격을 나타내며, $\tau_{5,i,r}$ 은 r 지역에서 생산된 i 재화에 부과된 간접세를 의미한다. 정부의 지출(Γ_t)측면은 다음과 같이 정의된다.

$$\Gamma_t = \sum_i \sum_r P_{xa,i,r,t} XA_{g,i,r,t} + \sum_r Tg_{r,t} \quad (10)$$

$P_{xa,i,r,t}$ 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 가계이전을 의미한다. 정부예산 균형은 다음과 같이 형성된다.

$$\Phi_t + \sum_r P_{ex,r,t} D_{r,t} = \Gamma_t \quad (11)$$

본 모형은 소규모 개방경제를 산정하고 있기 때문에 수입재화의 가격은 외생적으로 주어진 것으로 간주한다. 그러나 무역수지 불균형은 해외자본이동으로 해소된다.

$$\sum_i P_{xe,i,r,t} XE_{i,r,t} - \sum_i P_{xm,i,r,t} XM_{i,r,t} + P_{ex,r} B_{r,t} = 0 \quad (12)$$

$P_{xe,i,r,t}$ 는 r 지역 i 재화의 세후수출가격을 나타내며, $P_{xm,i,r,t}$ 는 r 지역이 수입한 i 재화의 세후수입가격을 나타낸다. $P_{ex,r}$ 는 환율로서 기간에 상관없이 고정된 것으로 가정할 때 불균형은 자본이동 $B_{r,t}$ 가 내생적으로 변동하여 해소된다. 따라서 해외자본이동에 따라 국내자본스톡이 영향을 받는다.

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

$$\sum_i P_{y,i,r,t} YS_{i,r,t} - \sum_i \sum_s PM_{i,s,r,t} XM_{i,s,r,t} + P_{exd,r} BD_{r,t} = 0 \quad (13)$$

$PM_{i,s,r,t}$ 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 순수출로 총 공급에서 다른 지역으로부터의 수입을 제외한 것으로 정의한다.

한편, 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.

$$K_{r,t+1} = (1 - \delta_r) K_{r,t} + I_{r,t} \quad (14)$$

δ_r 은 r 지역의 감가상각률을 의미한다.⁹⁾ 지역 r 의 총 투자는 가계저축, 정부의 저축 그리고 해외와 타지역로부터의 자본유입의 합으로 정의된다.

$$I_{r,t} = S_{h,r,t} + D_{g,r,t} + B_{r,t} + BD_{r,t} \quad (15)$$

연산에 필요한 모든 정보를 SAM으로부터 얻을 수 없기 때문에 외생적으로 주어진 대체탄력성을 가지고 가중치 모수 값 등을 추정한다. 본 모형에서는 Fullerton and Rogers(1993), 손양훈·신동천(1997), 조경엽(2000), 이인실 외(2002), Bernstein et al.(1999) 등 기존의 국내외 문헌에서 사용된 모수 값과 유사한 값을 사용하도록 노력하였다.¹⁰⁾ 지역별 생산부문의 재화 간 대체탄력성은 모든 부문이 동일한 값을 갖는다고 가정하였다. 시점 간 대체탄력성 ($\mu_1 = 1/$)은 0.25로 설정하였다.¹¹⁾ 소비복합재화와 여가와의 대체탄력성은 Bernstein et al.(1999)과 같이 0.8를 설정하였다. 가계부문의 아밍톤 재화의 대체탄력성은 산업과 동일하다. 가계의 에너지원간 복합재화는 Bernstein et al.(1999)

9) 본고에서는 자본이동이 자유롭다는 가정 하에 지역에 상관없이 감가상각률은 모두 동일하도록 캘리브레이션하였다.

10) 본고에서 사용한 연산기법인 MPSGE는 기준연도의 실질 데이터와 주어진 대체탄력성을 가지고 프로그램 내에서 자동으로 가중치 모수(share parameter)를 추정하기 때문에 이에 대한 값은 본고에서 제시하지 않고 탄력성 값만을 제시하기로 한다.

11) 우리나라의 경우 상대적 위험회피를 나타내는 μ_1 는 1.5~4로 추정되고 있다. 구본열(1992)는 μ_1 를 1.74로 추정하였으며, 남주하(1993)은 2.5, 이민원(1992)는 1.44로 추정하였다. 외환위기 이후의 자료를 이용하여 추정한 최진석(2006)에 따르면 μ_1 가 3.8~6의 범위를 갖는다.

과 동일한 값을 사용하였다. 화석연료 간 대체탄력성은 2005년에 1에서 점진적으로 증가하여 2035년에 2로 증가한다고 가정하였다. 석탄·석유·가스 복합재화와 전력의 대체탄력성은 0.1로 가정하였다.

국내재화와 수입재화 간의 대체탄력성은 1.5 ~ 3.0값을 사용하였고, 수출재화와 국내재화 간의 전환 탄력성은 수입재화와 국내재화 간의 대체탄력성과 동일하다고 가정하였다. 한편, 국내지역 간 대체탄력성은 2.5 ~ 3.0으로 설정하였으며, 노동과 자본의 대체탄력성은 모든 산업에서 동일하게 1로 가정하였다.

앞서 언급하였듯이 환경정책은 단기적으로 청정연료로의 전환을 유발하고, 중단기적으로 더욱 효율적인 기기의 대체를 유발한다. 따라서 Bernstein et al.(1999)과 같이 에너지원 간 대체탄력성과 에너지복합재화와 자본·노동복합재화 간 대체탄력성은 시간이 지남에 따라 점진적으로 증가한다고 가정하였다. 자본·노동 복합재화와 에너지복합재화의 대체탄력성은 2005년에 0.3에서 2035년에 0.6으로 점진적으로 증가한다고 가정하였다. 석유·가스복합재화와 석탄과의 대체탄력성은 0.25 ~ 0.5, 석유와 가스의 대체탄력성은 2 ~ 3으로 증가한다고 가정하였다.

상기의 모수 전제가 주어지면 본 모형은 소득계층별 가계의 효용극대화과 산업의 비용최소화 문제로 요약된다. 모형의 해는 Rutherford (1994)가 개발한 MPSGE를 사용하여 연산하였다.¹²⁾ MPSGE는 일반균형모형의 해를 구하기 위해 Mathiesen(1985)이 제시한 MCP (Mixed Complementarity Problems)를 일반화한 프로그램으로서 세 가지 균형조건(시장청산, 영의 이윤조건, 소득균형)을 만족하는 해를 구하는 것으로 정리할 수 있다.¹³⁾

12) MPSGE에서는 효용극대화와 비용최소화 문제로 도출되는 일차 조건들을 일일이 입력하지 않고 일정한 법칙에 따라 앞서 설명한 복합단계를 규칙에 따라 입력한다. MPSGE 프로그램은 모형에 적합한 생산함수의 복합구조와 대체탄력성을 지정하면 모형 내에서 비용함수를 추정하여 연산에 필요한 식을 구성한다. 또한 모형의 자료가 SAM과 같기 때문에 모형의 캘리브레이션이 매우 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그리고 시장청산조건식과 소득균형 식들이 프로그램 내에서 자동으로 구성된다. 즉 경제구조가 입력되면 MPSGE 프로그램 내에서 주어진 데이터에 기초하여 가격과 공급 및 수요량을 1로 정규화(normalize)하는 가중치 모수들을 도출한다. 또한, MPSGE는 주어진 데이터가 세 가지 균형조건이 충족되는지를 검증하는 캘리브레이션을 자동적으로 수행한다.

13) 자세한 연산방법에 대해서는 김영덕·조경엽·한현옥(2009)와 김영덕·조경엽(2010)을 참조하기 바란다.

IV. 분석 결과

1. 분석의 전제조건

지역별 온실가스 감축에 따른 거시경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 우선적으로 온실가스 감축이전의 경제성장 전망에 대한 설정이 필요하다. 본고에서는 지역별 산업구조 차이, 요소생산성 차이, 노동공급 차이에 의해 지역별 경제성장의 차이가 나타나지만, 시간이 지날수록 모든 지역의 성장율은 점차 둔화된다고 가정하였다.¹⁴⁾ <표 8>에서 보듯이 충청권의 성장률이 가장 높아 2010년에 4.68%에서 2020년에 3.79%, 2030년에 3.42% 증가한다고 가정하였다. 강원권의 성장률이 가장 낮아 2010년에 3.6%에서 2035년에는 2.5%로 둔화된다고 가정하였다.

표 8 지역별 GRDP 성장률 전망 (단위: %)

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
수도권	5.00	4.50	4.05	3.65	3.46	3.29	3.13
강원권	4.00	3.60	3.24	2.92	2.77	2.63	2.50
충청권	5.20	4.68	4.21	3.79	3.60	3.42	3.25
전라권	4.10	3.69	3.32	2.99	2.84	2.70	2.56
경북권	4.70	4.23	3.81	3.43	3.26	3.09	2.94
경남권	5.10	4.59	4.13	3.72	3.53	3.36	3.19

에너지 사용에 있어서 지속적으로 신기술이 도입됨에 따라 화석연료 사용에 있어서 효율개선이 존재한다. 이러한 에너지효율향상은 온실가스 배출 저감에 기여하고, 온실가스 배출전망이 GRDP 성장률과 동일하지 못하게 하는 동인이 된다. 이러한 이유로 에너지효율개선은 사전적으로 전망이 전제될 필요가 있다. 본고에서는 에너지 효율향상은 에너지경제연구원의 에너지원별 이산화탄소 전망과 일치하도록 조정하였다.¹⁵⁾ GRDP 한 단위 생산에 필요한 에너지 소비량을 2005년에 1로 정규화하였을 경우, 연도별 에너지원별 에너지효율은 <표 9>에 제시하였다. 에너지원별 이산화탄소 배출량 전망을 수도권 GRDP 증가율로 나누어 추정함에 따라서 에너지 효율향상이 1보다 크

14) KDI의 장기 경제전망 자료(문형표 외(2004))를 이용하여 지역의 경제구성이 기준연도와 동일하게 유지될 것이라는 전제 하에 지역별로 성장률을 전망하여 사용하였다. 이에 대해서는 김영덕·조경엽(2006)을 참조할 수 있다.

15) 노동윤·김수이(2008)의 국가 전체 온실가스 전망치와 지역별 온실가스 전망치의 합계를 일치하도록 조정하였다.

면 에너지효율이 악화되었다는 의미이며, 1보다 작으면 향상된 것을 의미한다.

석유에 대한 에너지효율이 가장 빠르게 개선되어 2020년에 0.687, 2035년에 0.440로 추정된다. 석탄의 경우 2010년에 1.029로 증가하다가 2015년 이후 점차 감소하여 2035년에 0.719로 감소한다. 에너지경제연구원의 전망에¹⁶⁾ 따르면 석탄으로부터 발생하는 이산화탄소는 수도권의 GRDP 증가율보다 빠르게 증가할 전망이다. 따라서 석탄의 에너지 효율은 2010년과 2015년에 1보다 크게 추정된다. 천연가스도 2010년과 2015년에 1보다 크고 이후 점차 개선되어 2035년에 0.848에 달할 전망이다.

표 9 화석연료별 효율향상

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
석탄	1.000	1.029	1.025	0.944	0.850	0.777	0.719
석유	1.000	0.796	0.687	0.632	0.558	0.496	0.440
가스	1.000	1.152	1.060	0.985	0.932	0.907	0.848

한편, 정부가 발표한 국가 온실가스 감축목표는 2020년에 BaU 대비 30%를 감축하는 것이다. 따라서 2020년 이후의 감축목표에 대한 불확실성이 존재하지만 분석의 편의를 위하여 2020년 이후에도 BaU 대비 30%를 감축하는 것으로 가정하였다. 또한, 점진적인 감축 정책을 시행할 것이라는 전제 하에 온실가스 감축의무는 없지만 2015년부터 BaU 대비 15%에 달하는 이산화탄소량을 사전적으로 감축한다고 가정하였다.

<그림 2>는 국가전체의 이산화탄소 배출량과 배출 허용량 그리고 배출 저감량을 보여주고 있다. 기준균형 하의 국가전체의 배출량은 2020년에 668,597천 tCO₂에 달해 30%를 감축하면 저감량은 228,365천 tCO₂에 이른다. 경제가 성장함에 따라 저감량은 시간에 따라 증가하여 2025년에는 257,931천 tCO₂, 2035년에는 319,537천 tCO₂를 감축해야 한다.

지역별로 살펴보면 경남권의 감축량이 가장 많아 <표 12>에서 보듯이 2020년의 감축량은 53,152천 tCO₂, 2035년에 75,249천 tCO₂에 달한다. 다음은 수도권의 감축량이 많은데 2020년에 47,462천 tCO₂, 2035년에는 67,857천 tCO₂를 감축해야 한다. 저감량이 가장 적은 지역은 강원권으로 2020년에 4,831천 tCO₂, 2035년에 6,458천 tCO₂를 줄여야 한다.

16) 노동운·김수이(2008) 참조

그림 2 국가감축 시나리오 (천 tCO₂)

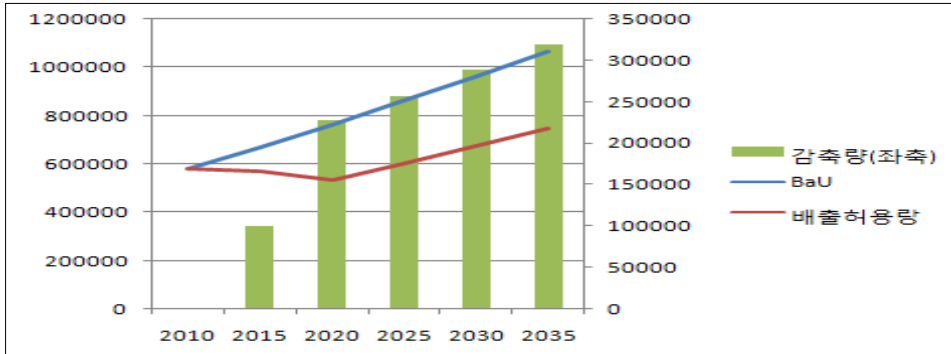


표 10 기준시나리오 하의 지역별 이산화탄소 배출량 (천 tCO₂)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	합계
2010	118,184	12,550	98,819	129,888	83,835	137,438	580,714
2015	138,127	14,363	116,440	146,431	97,747	155,489	668,597
2020	158,205	16,104	134,851	163,722	111,163	177,172	761,217
2025	179,957	17,937	156,389	180,212	124,471	200,804	859,769
2030	203,332	19,771	179,238	197,074	137,806	226,148	963,370
2035	226,190	21,527	202,155	213,438	150,986	250,828	1,065,124

표 11 지역별 이산화탄소 배출 허용량 (천 tCO₂)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	합계
2010	118,184	12,550	98,819	129,888	83,835	137,438	580,714
2015	117,408	12,209	98,974	124,466	83,085	132,166	568,308
2020	110,744	11,273	94,395	114,606	77,814	124,020	532,852
2025	125,970	12,556	109,472	126,148	87,129	140,563	601,839
2030	142,333	13,840	125,467	137,952	96,464	158,304	674,359
2035	158,333	15,069	141,509	149,407	105,690	175,580	745,587

표 12 지역별 이산화탄소 감축량 (천 tCO₂)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	합계
2015	20,719	2,154	17,466	21,965	14,662	23,323	100,290
2020	47,462	4,831	40,455	49,117	33,349	53,152	228,365
2025	53,987	5,381	46,917	54,064	37,341	60,241	257,931
2030	61,000	5,931	53,771	59,122	41,342	67,844	289,011
2035	67,857	6,458	60,647	64,031	45,296	75,249	319,537

2. 분석 시나리오

본고의 분석 시나리오는 탄소세 부과 방법, 탄소세수입 환원 방법에 따라 <표 13>에 보듯이 6개의 정책 시나리오로 구성된다. 탄소세 부과 방법에 따라서는 크게 탄소세를 지역별로 차등하여 부과하는 개별 탄소세(정책 1)와 모든 지역에 동일한 탄소세를 부과하는 공통탄소세(정책 2)로 분류하였다. 이때 탄소세수입은 환원하지 않고 정부지출로 사용한다고 가정하였다. 탄소세를 환원하는 경우, 탄소세수입은 소비세, 근로소득세, 법인세를 인하하는 형태로 사용한다고 가정하였다.¹⁷⁾ 탄소세수입을 환원할 때 동일한 세율로 모든 지역에 환원하는 방법과 차등하여 환원하는 방법을 고려할 수 있다. 정책 3은 소비세를, 정책 4는 근로 소득세를 정책 5는 법인세를 동일한 세율로 인하하는 시나리오이다. 지역별로 차등하여 세율을 인하하는 시나리오는 분석을 단순화하기 위해 법인세에 국한하여 분석하였다.¹⁸⁾

표 13 정책 시나리오

	탄소세 유형	세수환원 대상 세목	지역간 세수환원율
정책 1	개별 탄소세	-	-
정책 2	공통 탄소세	-	-
정책 3	공통 탄소세	소비세	공통
정책 4	공통 탄소세	근로소득세	공통
정책 5	공통 탄소세	법인세	공통
정책 6	공통 탄소세	법인세	차등

3. 분석 결과

가. 개별탄소세(정책 1)와 공통탄소세(정책 2)

여기서는 지역에 대해서 개별적으로 탄소세율을 적용하는 개별탄소세(정책1)와 전국에 공통적으로 탄소세율을 적용하는 공통탄소세(정책2)에 대한 분석결과를 비교하여 제시하였다. 개별탄소세는 지역이 독립적으로 그 지역에 적합한 탄소세율을 설정하는 정책안을 의미하며 공통탄소세는 전국에 공통의 탄소세율을 적용함으로 저감비용

17) 여기서 소비세는 모형에서 소비복합재화에 부과되는 세금을 의미하며, 현실적으로는 개별소비세와 유사하다고 볼 수 있다.

18) 지역별 차등세율보다는 지역별 공통세율을 적용하는 것이 자원 효율성을 향상시킬 수 있다. 이는 지역간 세율 수준이 다를 경우 자원배분의 왜곡이 발생하기 때문이다. 따라서 분석의 편의를 위해 법인세에 국한하여 이를 분석하였다.

이 높은 지역은 적게 줄이고 저감비용이 낮은 지역은 많이 줄일 수 있도록 하여 경제적 효율성을 얻을 수 있도록 하는 방안이다. 따라서 이론적으로는 공통탄소세가 개별탄소세에 비하여 더 효율적인 자원배분이 가능하다. 여기서는 이러한 이론적 비교를 확인하는 동시에 효율성의 개선이 어느 정도 이루어지는가를 확인하고자 하였다.

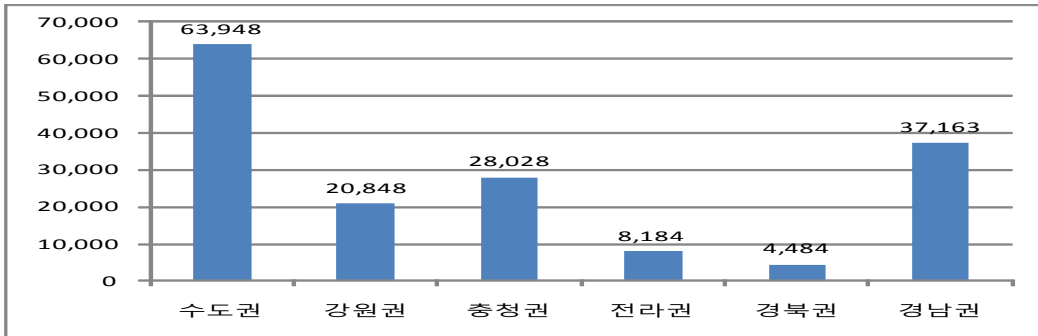
1) 탄소세율(저감비용)

전국적으로 동일한 온실가스 배출량을 저감한다고 하였을 때 지역별 개별 탄소세율과 공통탄소세율을 비교하였다. 지역의 개별탄소세율은 지역에 공통적으로 전국과 같은 비율의 온실가스배출을 지역별로 각각 저감한다고 가정하였을 때 지역의 최적 탄소세율을 의미한다. 아래 표에 나타난 바와 같이 개별탄소세율은 2020년 기준으로 수도권권이 가장 높으며, 경남권, 충청권의 순으로 탄소세율이 높은 것으로 나타나고 있다. 수도권권이 약 64,000원/톤, 경남권이 약 37,000원/톤에 이르는 것으로 나타난다. 이와 같은 지역에 탄소세율이 높은 것은 탄소의존도가 높아 동일한 율의 온실가스를 줄이기 위한 온실가스의 한계저감비용이 높기 때문이다. 반면에 전라권은 약 8,100원/톤, 경북권은 약 4,500원/톤에 불과한 것으로 나타나고 있다. 공통탄소세의 경우에는 2020년에 약 25,000원/톤으로 나타나고 있다. 이를 지역 개별탄소세와 비교하면 수도권, 경남권, 충청권의 부담이 줄고, 강원권, 전라권, 경북권의 부담이 늘어나는 것을 확인할 수 있다. 다음 <그림 3>은 2020년의 탄소세율을 비교한 것이다. 수도권의 개별탄소세율이 어느 지역보다 월등히 높음을 다시 한 번 확인할 수 있다.

한편, 탄소세율에서 특징적인 것은 2020년을 정점으로 탄소세율이 하락하고 있다는 것이다. 이러한 현상은 지역 개별탄소세나 공통탄소세 모두에서 공통적으로 나타나고 있다. 이는 온실가스 저감기술의 발전이 매우 빠르기 때문에 나타나는 현상이라고 할 수 있다.

표 14 지역별 개별 탄소세(정책 1)와 공통 탄소세(정책2) (단위: 원/tCO₂)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권	공통탄소세
2015	30,938	16,101	25,619	2,335	617	30,193	9,905
2020	63,948	20,848	28,028	8,184	4,484	37,163	24,761
2025	42,693	14,369	21,000	5,699	2,808	26,414	17,851
2030	29,702	10,301	15,972	4,150	1,894	19,347	13,269
2035	20,606	7,665	12,418	3,057	1,295	14,455	10,036

그림 3 지역별 개별 탄소세: 2020년 (단위: 원/tCO₂)

<표 15>는 지역 개별탄소세에서 공통탄소세와 비교하는 경우, 개별 지역이 추가적으로 감축하여야 하는 온실가스 감축량을 제시하고 있다. 여기서 음(-)의 값은 줄어드는 감축량을 의미한다. 개별탄소세율이 높은 수도권, 충청권, 경남권은 공통탄소세가 시행되면 개별탄소세보다 이산화탄소 배출을 늘리게 된다. 반면, 전라권과 경북권은 개별탄소세에 비하여 공통탄소세에서 추가적으로 더 온실가스를 감축하여야 한다. 아래 표는 이러한 감축량의 변화를 제시하고 있다. 흥미로운 것은 2020년 이후에 경남권이 수도권에 비하여 감축이 줄어드는 량(배출이 허용되는 량)이 더 크다는 점이다. 가격이 적게 줄어들었음에도 불구하고 배출이 늘어나는 정도가 더 크다는 것을 의미하며, 이는 상대적으로 수도권에 비하여 경남권이 탄소 비탄력적임을 시사한다.

표 15 공통탄소세(정책 2)에 따른 지역별 추가 감축량 (단위: 천 tCO₂)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권
2015	-13,476	-1,278	-12,059	19,344	18,597	-11,129
2020	-20,801	753	-10,013	26,869	24,731	-21,539
2025	-22,362	1,032	-14,293	30,734	29,212	-24,323
2030	-23,908	1,313	-18,217	34,341	33,344	-26,873
2035	-24,203	1,528	-23,473	38,058	37,544	-29,455

2) GDP와 GRDP 변화

여기서는 개별탄소세와 공통탄소세를 시행하였을 경우 GRDP와 GDP가 어떻게 변화하는가에 대해서 비교하여 살펴보기로 한다. 개별탄소세를 시행하는 경우, 개별지역

의 GRDP 변화는 <표 16>에 제시되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 2020년 기준으로 수도권이 BAU 대비 -1.97%의 GRDP 감소를, 경남권이 -1.88%의 손실을 나타내고 있다. 가장 GRDP 손실이 큰 지역은 강원권으로 -3.83%의 손실을 나타내고 있다. 온실가스 저감량이 적어 개별탄소세율이 상대적으로 낮음에도 불구하고 강원권의 GRDP 손실이 큰 것은 강원지역이 석탄과 석유에 대한 의존이 다른 지역에 비하여 높기 때문이다. 수도권과 경남권은 탄소의존적이어서 개별탄소세가 상대적으로 높기 때문에 GRDP의 손실이 큰 것으로 나타나고 있다.

표 16 정책 1(개별 탄소세)의 GRDP 변화 (단위: %)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권
2015	-1.56	-1.91	0.05	-1.14	-0.45	-1.19
2020	-1.97	-3.83	-1.09	-1.31	0.47	-1.88
2025	-1.52	-3.38	-1.04	-1.58	0.28	-2.10
2030	-1.18	-3.07	-0.99	-1.82	0.17	-2.19
2035	-0.95	-2.92	-0.87	-1.95	0.07	-2.11

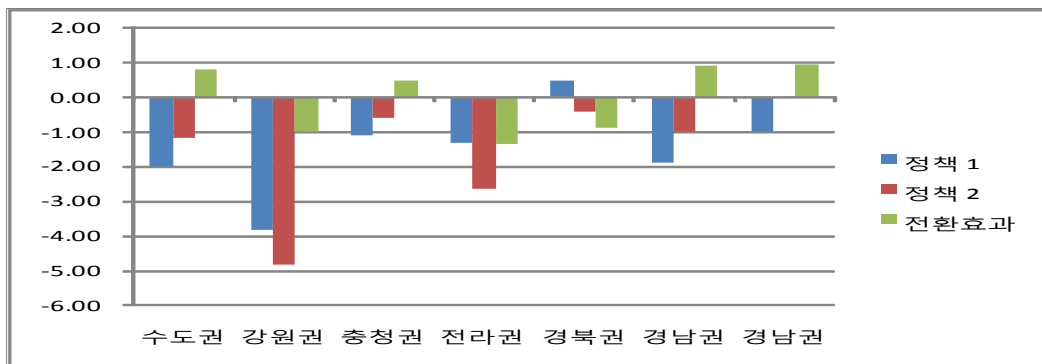
아래 <표 17>은 공통탄소세를 시행하는 경우의 지역별 GRDP 손실을 제시하고 있다. 공통탄소세의 경우 2020년 기준으로 수도권은 -1.16%, 경남권은 -0.97%의 손실을 나타내고 있다. 이 지역은 개별탄소세의 경우보다 손실이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 반면에 강원권, 전라권, 경북권은 오히려 손실폭이 확대되는 모습을 나타내고 있다. 이러한 지역은 개별탄소세에 비하여 더 높은 공통탄소세에 직면하기 때문에 온실가스를 더 많이 감축하여야 한다.

표 17 정책 2(공통 탄소세)의 GRDP 변화 (단위: %)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권
2015	-1.11	-1.06	-0.21	-1.37	-0.68	-1.53
2020	-1.16	-4.83	-0.60	-2.65	-0.41	-0.97
2025	-0.98	-4.42	-0.48	-2.82	-0.39	-1.19
2030	-0.82	-4.13	-0.41	-2.96	-0.36	-1.36
2035	-0.71	-3.98	-0.29	-3.04	-0.36	-1.41

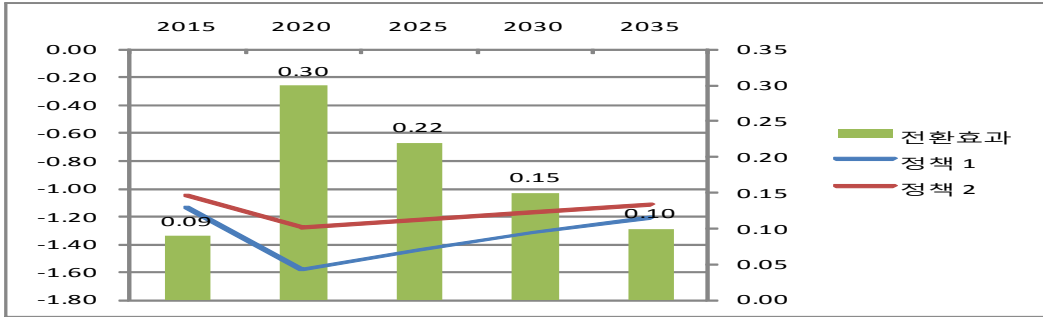
아래 <그림 4>는 개별탄소세와 공통탄소세 간의 GRDP 손실 차이를 나타내고 있다. 개별탄소세에 비하여 공통탄소세를 시행하는 경우 수도권, 경남권, 충청권은 손실이 줄어들며, 다른 지역은 손실이 확대되는 것을 확인할 수 있다. 결국 공통탄소세를 시행하는 경우 강원권, 경북권, 전라권은 더 높은 탄소세율에 직면하고, 이 결과 개별탄소세에 비하여 더 많은 배출을 저감하기 때문에 이러한 지역별 차이가 나타난다.

그림 4 개별탄소세(정책 1)에서 공통탄소세(정책 2)전환에 따른 2020년도 GRDP 변화 (단위: %p)



개별탄소세와 공통탄소세를 시행하는 경우 국가 전체의 GDP 손실에서 어떠한 차이가 나타나는가는 다음 <그림 5>에서 제시하고 있다. 개별탄소세를 시행하는 경우 GDP의 BAU 대비 손실과 공통탄소세를 시행하는 경우의 BAU 대비 GDP 손실이 나타나 있으며 이 둘 간의 차이, 즉 정책2의 GDP손실 - 정책1의 GDP 손실을 나타내고 있다. 두 정책 모두 시간이 흐름에 따라 GDP 손실이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이는 상기에 언급한 바와 같이 미래 기술의 진보가 가속화되어 나타나기 때문에 손실이 줄어드는 것으로 볼 수 있다. 두 정책 간의 비교를 보면 공통탄소세가 개별탄소세보다 GDP 손실 측면에서 우월한 것으로 나타나고 있다. 그러나 이러한 차이는 시간이 경과할수록 줄어든다. 2020년에 그 차이가 0.30%p였으나, 2035년 기준으로는 0.10%p의 차이에 그치고 있다. 이러한 현상은 탄소세에 대한 정책 효과보다 기술진보에 따른 기술의 온실가스 저감효과가 더 크기 때문이다. 이러한 차이 비교를 통하여 탄소세정책은 기술진보가 가속화된다면 장기적으로 개별탄소세와 공통탄소세의 효율성에 미치는 효과 차이가 적어짐을 뜻한다.

그림 5 개별탄소세(정책 1)와 공통탄소세(정책 2)의 GDP 변화 (단위: %, %p)



나. 세수환원효과

탄소세를 시행하고 세수를 환원하는 경우 어떠한 세수환원정책이 후생측면에서 더 바람직한 정책인지를 실증분석을 통하여 확인하고자 하였다. 특히, 세수환원의 방법으로 소비세, 소득세, 법인세 감면을 통한 세수환원 간의 비교를 통하여 경제적 충격을 가장 잘 완충할 수 있는 세수환원 방안을 고려하였다. 또한, 지역 간 공통세율을 통하여 환원하는 경우와 차등세율을 통하여 환원하는 경우를 비교하여 그 두 환원 방안의 효율성에 대한 효과도 확인하였다.

다음 <표 18>은 지역 간 공통세율을 적용한 소비세, 근로소득세, 법인세를 통한 세수환원정책인 정책3, 정책4, 정책5를 비교하고, 법인세의 경우 지역 간 공통세율과 차등세율 환원 방안인 정책5와 정책6을 비교하여 제시하고 있다. 우선 지역 간 공통세율을 통하여 소비세, 근로소득세, 법인세를 통하여 탄소세수를 환원하는 정책3, 4, 5에 대해서 비교하면 2020년 기준으로 소비세 환원을 통한 탄소세(정책3)는 BAU 대비 -0.79%의 GDP 손실을 가져오는 것으로 나타나며, 근로소득세를 통한 세수환원 탄소세(정책4)는 -0.44%의 GDP 손실을 가져오며, 법인세를 통한 세수환원 탄소세(정책5)는 -0.35%의 GDP 손실을 가져오는 것으로 제시되고 있다. 따라서 이러한 정책3, 정책4, 정책5의 비교에서는 법인세를 통하여 세수를 환원하는 탄소세가 가장 GDP 손실을 적게 하는 정책임을 확인할 수 있다. 이러한 차이는 시간이 경과함에 따라서도 줄어들지는 않는 것으로 나타나고 있어, 장기적으로도 법인세를 통한 세수환원이 충격을 완화하는 가장 바람직한 정책임을 알 수 있다. 소비세를 통한 세수환원의 경우에는 시간이 경과함에 따라 오히려 GDP 손실이 확대되는 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 기술진

보가 빠른 경제에서 충격을 완화하는 정책은 기술진보의 효과를 오히려 상대적으로 후퇴시키는 효과가 있으며, 특히 소비세 환원의 경우 이러한 후퇴효과가 크다는 것을 확인할 수 있다.

표 18 세수환원에 따른 GDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	-0.56	-0.73	-0.13	-0.02
2020	-0.79	-0.44	-0.35	-0.36
2025	-0.95	-0.44	-0.34	-0.40
2030	-1.04	-0.46	-0.35	-0.47
2035	-1.11	-0.46	-0.34	-0.46

한편, 법인세 환원에서 이를 지역별로 공통세율을 통하여 환원하는지 아니면 개별 차등세율을 통하여 환원하는지에 대한 비교는 정책5(공통세율)와 정책6(차등세율)의 비교를 통하여 가능하다. 2020년 이후를 살펴보면 공통세율로 환원하는 정책5가 지역 차등세율로 환원하는 정책 6보다 GDP 손실이 작음을 확인할 수 있다. 이는 세수를 환원할 때도 국가 전체의 효율성 측면에서 보면 공통세율로 환원하는 정책이 더 우월하다는 것을 의미한다. 탄소세로부터의 충격을 흡수하고 GDP 손실을 가장 적게 하는 탄소세정책은 공통세율 법인세를 통하여 세수를 환원하는 탄소세정책이라고 할 수 있다.

세수환원을 하는 탄소세 정책에 대하여 각 지역별 GRDP의 변화는 다음 표에서 살펴볼 수 있다. 우선 수도권 GRDP 변화에 대하여 살펴보면 다음 <표 19>와 같다. 세수환원을 소비세, 근로소득세, 법인세에서 시행하는 경우, 수도권의 GRDP 손실은 법인세 환원(정책5)에서 가장 작다. 이는 국가 전체의 GDP 손실에서와 같은 정책 우선순위를 나타낸다. 전체 GDP에서의 결과와의 차이는 시간이 경과함에 따라 GRDP 손실이 점차적으로 줄어들고, 법인세를 통한 세수환원의 경우에는 오히려 2030년부터 정(+)의 GRDP 이득을 가진다는 것이다. 수도권에서도 법인세 세수환원이 가장 충격을 완화하는 정책수단임을 확인할 수 있다. 법인세 지역 간 공통세율과 개별 차등세율을 통한 세수환원에서는 지역 간 차등세율 세수환원이 공통세율 법인세보다 수도권의 GRDP 손실이 큰 것으로 나타난다. 또한, 비록 법인세율을 통한 세수환원을 하더라도

지역 간 차등세율을 적용하는 경우에는 어떠한 공통세율 정책수단보다 수도권에서는 열위에 있다.

표 19 세수환원에 따른 수도권의 GRDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	-0.63	-0.79	-0.18	-1.48
2020	-0.67	-0.32	-0.20	-1.71
2025	-0.71	-0.19	-0.07	-1.13
2030	-0.70	-0.11	0.01	-0.86
2035	-0.71	-0.07	0.07	-0.76

강원권의 경우에는 근로소득세를 통한 세수환원이 가장 작은 충격을 가지며, 공통세율보다는 차등세율이 강원권에는 더 유리한 것으로 나타난다. 충청권의 경우에는 공통세율을 적용하여 세수환원을 하는 정책3, 정책4, 정책5의 비교에서 근로소득세를 통한 세수환원이 가장 우월한 것으로 나타나고 있다. 공통세율과 차등세율을 통한 세수환원 효과에 대해서는 시간에 따라 변화가 있어 어느 것이 더 우월한 정책인지에 대해서 판단하기 어렵다.

표 20 세수환원에 따른 강원권의 GRDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	-0.56	-0.46	-0.25	-0.89
2020	-4.30	-3.53	-3.99	-3.84
2025	-4.09	-3.27	-3.60	-2.92
2030	-3.94	-3.12	-3.37	-2.61
2035	-3.89	-3.06	-3.27	-2.56

표 21 세수환원에 따른 충청권의 GRDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	0.10	0.06	0.23	2.08
2020	-0.23	0.00	-0.10	0.11
2025	-0.27	0.11	0.05	0.15
2030	-0.32	0.12	0.09	0.09
2035	-0.30	0.17	0.16	0.04

전라권의 GRDP 변화에 대해서는 아래 표에 보는 바와 같이 공통세율인 경우 법인세가 다른 세금보다 세수환원의 효과가 더 큰 것으로 나타나고 있다. 또한 법인세 공통세율과 차등세율 사이의 비교에서는 차등세율이 전라권에는 더 유리한 것으로 나타나고 있다.

표 22 세수환원에 따른 전라권의 GRDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	-0.97	-1.02	-0.56	1.28
2020	-2.22	-1.75	-1.74	0.89
2025	-2.59	-1.95	-1.92	-0.23
2030	-2.86	-2.16	-2.11	-0.92
2035	-3.05	-2.29	-2.23	-1.01

경북권의 세수환원 정책 비교에서는 경북권은 소비세를 제외하고는 모두 양(+)의 GRDP 변화를 나타내는 특징을 가지고 있다. 공통세율의 경우 법인세를 통한 세수환원이 가장 효과적인 것으로 나타나는 반면, 법인세 공통세율과 차등세율 사이에서는 차등세율 법인세 세수환원 효과가 더 큰 것으로 나타나고 있다.

표 23 세수환원에 따른 경북권의 GRDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	-0.22	-0.42	0.13	0.21
2020	0.11	0.32	0.43	0.88
2025	-0.11	0.29	0.40	0.68
2030	-0.23	0.25	0.36	0.49
2035	-0.36	0.18	0.31	0.58

경남권의 GRDP 변화에 대해서는 공통세율 세수환원에서 가장 효과적인 정책은 법인세 세수환원 정책이며, 차등세율이 공통세율보다 GRDP면에서 더 효과적인 것으로 나타나고 있다.

표 24 세수환원에 따른 경남권의 GRDP 변화 (단위: %)

	지역 간 공통세율			지역 간 차등세율
	정책 3 소비세	정책 4 근로소득세	정책 5 법인세	정책 6 법인세
2015	-0.81	-1.20	-0.07	1.49
2020	-0.33	0.03	0.36	2.12
2025	-0.81	-0.29	0.00	1.00
2030	-1.16	-0.54	-0.28	0.40
2035	-1.36	-0.64	-0.36	0.17

지금까지의 결과를 요약하면 GRDP 변화에 대해서는 개별탄소세율이 공통탄소세율보다 높은 지역인 수도권, 경남권에서는 법인세를 통한 세수환원이 효과적인 것으로 나타나고 있는 반면, 충청권은 근로소득세 세수환원이 더 효과적인 것으로 나타나고 있다. 반면에 개별탄소세율이 공통탄소세율보다 낮은 전라권과 경북권에서는 차등세율의 법인세 세수환원이 더 효과적인 것으로 나타났고, 강원권의 경우에는 근로소득세를 통한 세수환원이 더 효과적인 것으로 나타나 지역별 경제구조에 따라 상이한

GRDP 변화 차이가 존재하고 있음을 확인할 수 있다.

아래의 표는 각 지역별 여섯 가지 정책수단에 대한 GRDP 변화를 2020년 기준으로 정리한 것이다. 이로부터 앞서 상기의 논의와 일치하는 것을 다시 한 번 확인할 수 있다.

표 25 정책별 2020년도 GRDP 변화 비교 (%)

	수도권	강원권	충청권	전라권	경북권	경남권
정책 1	-1.97	-3.83	-1.09	-1.31	0.47	-1.88
정책 2	-1.16	-4.83	-0.60	-2.65	-0.41	-0.97
정책 3	-0.67	-4.30	-0.23	-2.22	0.11	-0.33
정책 4	-0.32	-3.53	0.00	-1.75	0.32	0.03
정책 5	-0.20	-3.99	-0.10	-1.74	0.43	0.36
정책 6	-1.71	-3.84	0.11	0.89	0.88	2.12

탄소세에 의한 온실가스 저감정책은 경제적 효율성에도 영향을 미치지만, 고용의 변화에도 영향을 준다. 고용의 변화는 탄소세 정책을 시행하는 데 고려되어야 할 중요한 요인 중 하나이다. 여기서는 탄소세와 관련한 여러 정책방안들이 고용에 어떠한 영향을 주는가를 분석하여 제시하였다.¹⁹⁾

다음 표는 정책별 총고용 변화를 제시하고 있다. 정책1과 정책2를 비교하면, 공통탄소세(정책2)가 개별탄소세에 비하여 총고용 감소를 완화하는 정책방안임을 시사한다. 정책3, 정책4, 정책5의 고용변화를 비교하면, 정책4인 근로소득세를 통한 세수환원이 고용 감소를 완화하는 방안임을 확인할 수 있다. 또한 정책5와 정책6을 비교하면 정책5인 공통세율 법인세를 통한 세수환원이 총고용을 안정시키는 데 도움되는 정책방안임을 확인할 수 있다.

한편, 정책별 자본스톡의 변화를 국가 전체적으로 살펴보면 개별탄소세(정책1)가 공통탄소세보다 투자 면에서 유리한 것으로 나타나고 있으며, 법인세를 통한 세수환원(정책5)이 투자 감소를 완화하는 정책방안이라고 할 수 있으며, 공통세율을 통한 세수환원(정책5)이 차등세율에 비하여 상대적으로 투자 감소를 완화하는 정책방안임을 제시하고 있다.

19) 권역별 정책수단에 따른 고용과 자본스톡의 변화는 여기서는 제시하지 않았다. 이에 대한 자세한 사항은 김영덕·조경엽(2010)에서 확인할 수 있다.

표 26 정책별 총 고용변화 (단위: %)

	정책 1	정책 2	정책 3	정책 4	정책 5	정책 6
2015	-1.74	-1.25	-1.36	-1.02	-0.93	-1.24
2020	-2.51	-1.94	-2.05	-0.60	-2.05	-2.15
2025	-2.40	-1.93	-1.89	-0.93	-1.93	-2.06
2030	-2.32	-1.92	-1.84	-1.10	-1.80	-1.98
2035	-2.19	-1.87	-1.84	-1.18	-1.65	-1.87

표 27 정책별 자본스톡 변화 (단위: %)

	정책 1	정책 2	정책 3	정책 4	정책 5	정책 6
2015	-2.64	-2.87	-2.33	-2.40	-0.25	-0.03
2020	-2.30	-2.28	-2.67	-0.91	-0.30	-0.50
2025	-2.13	-2.16	-2.50	-1.08	-0.54	-0.84
2030	-1.98	-2.07	-2.46	-1.14	-0.65	-1.08
2035	-1.88	-2.00	-2.52	-1.13	-0.63	-1.07

V. 결론

여느 규제정책이 경제에 영향을 미치는 것처럼 온실가스저감정책 시행은 국민경제에 영향을 미치게 된다. 온실가스 저감정책 수단 중에 대표적으로 시행되고 있는 정책 중 하나가 탄소세이다. 탄소세의 도입은 온실가스에 가격을 부과하여 온실가스 배출을 저감하고자 하는 정책이다. 이러한 온실가스에 대한 탄소세 부과는 탄소를 함유하고 있는 에너지나 제품의 가격을 상승시키는 효과가 있으며, 이러한 에너지나 제품을 사용하는 제조업의 생산비용을 상승시키고, 결국 산업의 경쟁력을 약화시켜 산출에 대한 부정적 영향을 초래하는 것으로 알려져 있다. 따라서 탄소세의 도입 시행은 국민경제 뿐만 아니라 지역경제에도 영향을 미친다. 특히, 산업발전의 속성이 다른 지역의 경우 이러한 영향은 차별화되어 나타날 것이고, 지역적으로 차별화된 충격은 지역 경제 및 지자체에 의미 있는 시사점을 주게 된다. 지역의 경제를 보다 건실하게 하기 위한 여러 정책과 방안들을 고려하여야 하기 때문이다. 따라서 국민경제에 미치는 영향도 중요하지만 지역경제에 미치는 영향을 가늠해보는 것은 매우 중요하다. 본고에서는 탄소세를 도입하는 경우 국민경제 및 지역경제에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 다 지역 다 부문을 대상으로 한 동태적 연산 가능한 일반균형모형(MRDCGE: Multi-Regional

Dynamic Computable General Equilibrium Model)을 구축하였다.

기초적인 지역경제 자료를 바탕으로 모형을 구축하고, 경제전망 자료를 바탕으로 BAU를 도출한 후, 탄소세를 도입하였을 때 BAU로부터 얼마나 이탈하는지를 분석하여 탄소세의 효과를 평가하였다. 탄소세의 도입방안에 대해서는 우선 지역 개별탄소세와 전국 공통탄소세에 대하여 비교하고 평가하였다. 개별탄소세의 경우 수도권, 경남권의 탄소세율은 다른 지역에 비하여 월등히 높게 나타났으며, 공통탄소세를 시행하였을 때의 탄소세율보다 높은 것으로 분석되었다. 개별탄소세의 경우에 공통탄소세 시행보다 일부 지역에서 유리하게 나타나기는 하였지만, 국민경제 전체적으로는 공통탄소세의 GDP 손실이 개별탄소세의 GDP 손실보다 적게 나타나 국민경제 전체적으로 공통탄소세가 개별탄소세보다 우월한 것으로 평가되었다.

탄소세를 시행할 경우 정부는 탄소세 부과에 따른 세수입이 발생하여 활용할 수 있을 것이다. 탄소세를 시행할 때 이 세수를 어떻게 활용하는가에 따라 탄소세에 의해 초래된 부정적 영향을 상쇄하기도 한다. 따라서 탄소세의 부정적 영향을 줄이는 세수환원 방안을 평가할 필요가 있다. 여기서는 세 가지 형태의 세수환원 방안을 설정하고 이들을 시행하였을 때, 경제적 영향이 어떻게 달라지는가를 평가하였다. 세수환원 방안으로는 소비세를 활용하는 방안, 근로소득세를 활용하는 방안, 법인세를 활용하는 방안 세 가지로 구분하여 평가하였다. 국민경제 전체적으로 보면 법인세를 통하여 세수를 활용하는 방안이 GDP 손실을 가장 줄여주는 정책방안임을 확인할 수 있었다. 또한 고용 및 투자(자본스톡)에 미치는 영향 면에서도 법인세를 감면하는 세수활용이 효과적인 것으로 평가되었다.

그렇다면 이러한 법인세를 통한 세수환원 시 전국 공통세율로 시행하는 방안과 지역 차등세율로 환원하는 방안 중 어떤 방안이 더 유리할 것인지에 대한 의문을 제기할 수 있다. 본고에서는 공통세율 세수환원과 차등세율 세수환원에 대한 경제적 영향도 비교하여 분석하였다. 분석 결과에 따르면 국민경제 전체적인 면에서 공통세율로 세수환원하는 방안이 차등세율로 환원하는 방안보다 경제적 손실을 더 적게 하는 방안인 것으로 평가되었다.

이러한 분석결과를 종합하면, 탄소세는 전국 공통탄소세율로 부과하는 것이 국민경제 전체적으로 효율적이며, 세수를 환원할 때는 법인세 중심으로 세수를 환원하는 방안을 마련할 필요가 있으며, 전국 공통세율을 통하여 세수를 환원하는 것이 국민경제 뿐만 아니라 지역경제에서도 바람직한 탄소세 도입방안이라고 할 수 있다.

참고 문헌

- 강승진. 1999. 「에너지-경제-환경시스템의 모형화에 관한 연구」. 에너지경제연구원.
- 강윤영. 1999. 「에너지/탄소세가 국내경제에 미치는 영향: National CGE Model 결과 중심으로」. 에너지경제연구원.
- 구본열. 1992. “소비에 근거한 CAPM의 실증적 연구”. 「재무관리연구」 9(1): 1-23.
- 김수이, 조경엽, 유승직. 2008. 「저탄소 경제시스템 구축 전략 연구: 경제-에너지-환경 통합정책」. 에너지경제연구원.
- 김수이, 조경엽, 노동운. 2010. “국내 온실가스 감축정책의 지역별 효과 분석”. 「한국경제연구」 28(3): 29~57.
- 김영덕, 조경엽. 2006. “수도권 공공기관 지방이전의 경제적 효과”. 「경제학연구」 54(2): 143-184.
- 김영덕, 조경엽. 2010. 「탄소세 도입이 지역경제에 미치는 영향연구」. 환경정책평가연구원.
- 김영덕, 조경엽, 한현욱. 2009. 「국가 온실가스 감축 정책의 지역 파급효과 분석 및 정책 대안 발굴」. 환경관리공단.
- 김재현, 정기호. 2011. “온실가스 감축의 지역간 격차 영향 분석”. 「자원·환경경제연구」 20(2): 199-228.
- 남주하. 1993. “소비준거 자산가격모형을 이용한 소비행태의 분석: 소비의 내구성과 습관성”. 「경제학연구」. 41(2): 49-69.
- 노동운, 김수이. 2008. 「저탄소 경제 시스템 구축 전략 연구: 통합모형 구축 및 경제·환경적 효과 분석」. 기본연구보고서 08-17. 에너지경제연구원.
- 문영석, 조경엽. 2005. “독점적 경쟁시장 하에서 온실가스 배출규제가 장기 에너지 전환에 미치는 효과”. 「경제학연구」 53(1): 121-153.
- 문형표 외. 2004. 「인구고령화와 거시경제」. 한국개발연구원.
- 배정환, 조경엽. 2007. “동태 CGE 모형을 활용한 수소에너지 보급의 경제적 영향 추정”. 「자원·환경경제연구」 15(2): 313-336.
- 손양훈, 신동천. 1997. “세율변동이 에너지 산업에 미치는 영향”. 「경제학연구」 45(1): 123-139.
- 신동천. 2000. “규모의 경제와 탄소세의 경제적 효과: CGE모형을 이용한 분석”. 「자원·환경경제연구」 9(5): 973-997.
- 유승직, 조경엽. 2004. 「조세왜곡하의 에너지-환경정책의 효율성 평가」. 에너지경제연구원.
- 이민원. 1992. “소비변동의 함축성: 항상소득가설과 유동성계약”. 「경제학연구」 40(20): 469-489.

- 이인실 외. 2002. 「법인세제 개편방향에 관한 연구」. 연구보고서 02-12. 한국조세연구원.
- 임재규. 2001. “온실가스 배출 감축이 한국경제와 에너지산업에 미치는 영향: CGE모형을 사용한 경제적 분석”. 「자원·환경경제연구」 10(4): 547-567.
- 임재규, 김정인. 2003. “온실가스 감축을 위한 배출권거래제와 탄소세의 정책혼합 효과 분석”. 「자원·환경경제연구」 12(2): 245-267.
- 정현식, 이성욱. 2007. “SGM_Korea 모형을 이용한 탄소세의 이산화탄소 배출저감 효과 분석”. 「자원·환경경제연구」 16(1): 129-169.
- 조경엽. 2000. “온실가스 저감정책과 파급효과: Global CGE 모형에 의한 분석”. 「경제학연구」 48(4): 328-368.
- 조경엽, 김영덕, 김효선. 2006. “초기할당방식과 예대(預貸)가능여부에 따른 CO₂ 배출권거래제의 경제적 효과”. 「자원·환경경제연구」 15(4): 591-642.
- 조경엽, 나인강. 2003. “온실가스 저감정책과 기술진보”. 「경제학연구」 51(3): 263-294.
- 최진석. 2006. “위험회피, 위험증가 효과와 예비적 저축에 관한 연구”. 부산대학교 경제학과 mimeo.
- Bernstein, P. M., W. O. Montgomery, and T. F. Rutherford. 1999. “Global Impacts of the Kyoto Agreement: Result from MS-MRT Model”. *Resource and Energy Economics*, 21: 375-413.
- Fullerton, D. and D.L. Rogers. 1993. *Who Bears the Lifetime Tax Burden?*, Washington D.C.: The Brookings Institution.
- Mathiesen, L. 1985. “Computation of Economic Equilibria by a Sequence of Linear Complementarity Problems”. *Mathematical Programming Study*, 23: 144 -162.
- Rutherford, T. F. 1994. *The GAMS/MPSGE and GAMS/MILES User Notes*. Washington D.C.: GAMS Development Corporation.