

# 에너지전환과 탄소중립을 위한 우리나라 탄소세 정책조합에 관한 연구: 거시-재정모형을 중심으로

김재혁\*† · 조하현\*\* · 김영덕\*\*\*

\*재단법인 한마음재단 연구위원, \*\*연세대학교 산학특임교수, \*\*\*부산대학교 경제학부 교수

## An analysis on the carbon tax policy for energy transition and zero-carbon: Estimation of a macro-fiscal model

Kim, Jaehyeok\*† · Jo, Ha-Hyun\*\* and Kim, Young Duk\*\*\*

\*Research Fellow, Hanmaum Foundation, Seoul, Korea

\*\*Distinguished University Professor, Yonsei University, Seoul, Korea

\*\*\*Professor, Dept. of Economics, Pusan National University, Busan, Korea

### ABSTRACT

We analyze the impact of policy combination of carbon tax and corporate income tax on carbon emission and economy by estimating the mid-scale quarterly Keynesian macro-fiscal model. The model consists of six blocks of final demand, foreign transaction, price, wage and employment, fiscal revenue, and energy and environment. The six blocks consist of 33 behavioral equations and 35 definition equations, and each behavioral equation is estimated using the least squares method. To our knowledge, this is the first study of the impact of combined carbon tax and corporate income tax on the Korean economy using a Keynesian macro-fiscal model. The imposition of a carbon tax assumes a scenario in which numerous energy sources are taxed at a low rate and a scenario in which few energy sources are taxed at a high rate. To offset the economic slowdown caused by the carbon tax, this study assumed a fiscal policy combination scenario with exemption of corporate income taxes through investment in energy efficiency. In particular, the scenario assumed that the carbon emission factor of electricity would be improved. The results of the scenario analysis using the macro-fiscal model are summarized as follows. First, it is more efficient to impose a high carbon tax on a narrow range of energy sources. Second, the economic slowdown caused by the carbon tax can be offset through corporate tax cuts. Third, it is effective to use the secured finances to improve the efficiency of electricity.

*Key words : Climate Change, Carbon Tax, Zero-Carbon, Corporate Income Tax, Fiscal Policy, Macroeconometric Model*

## 1. 서론

탄소중립은 오늘날 선진국과 개도국 구분 없이 각국이 마주하고 있는 가장 중요한 현안이 되었다. 글로벌 경제는 청정에너지로의 전환과 함께 배출한 탄소를 다양한 저감원을 통해 상쇄시켜 실질적으로 탄소배출을 0으로 하는 탄소중립에 박차를 가하고 있다. 여기에는 정책적 노력을

기울이지 않고서는 기후변화로 인한 지구 온도의 상승을 막기 어려우며, 이로 인한 인류의 피해가 막대할 것이라는 인식의 합의가 있다.<sup>1)</sup>

에너지전환과 함께 탄소중립 정책을 지속적으로 추진하여 바람직한 결과를 얻기 위해서는 다양한 정책의 조합이 필요하다. 우선 에너지전환과 탄소중립의 핵심은 화석 연료 소비의 지속적 감소와 이를 보완하는 청정에너지로

†Corresponding author : [safin84@gmail.com](mailto:safin84@gmail.com) (#1123, 10, Bamgogae-ro 1-gil, Gangnam-gu, Seoul, 06349, Korea. Tel. +82-2-6207-0813)

ORCID 김재혁 0000-0002-8847-5734  
조하현 0000-0001-5346-6857

김영덕 0000-0001-5609-8754

의 에너지시스템 전환이다. 이를 위해서는 대규모 청정에너지원의 확보와 함께 에너지를 덜 소비하는 구조로의 전환이 필요하다.

우리나라는 주요 에너지인 전기, 석유, 가스의 인프라 보급률이 매우 높기에<sup>2)</sup> 소비자들이 이들 중 하나의 에너지원을 선택할 때는 경제적 유인이 강하게 작용한다.<sup>3)</sup> 특히, 에너지의 가격이 매우 중요하다. 우리나라의 에너지가격은 OECD 국가들에 비해 낮은 수준임에 따라 에너지소비를 감축할 수 있을 정도의 가격 신호기능이 미미한 실정이다.

우리나라의 일부 에너지가격이 낮은 이유 중 하나는 탄소중립을 위한 정책적 의지가 제대로 반영되지 않기 때문이다. 우리나라를 비롯한 대부분의 선진국에서 에너지가격은 시장가격에 에너지소비로 인한 외부효과(externality)를 반영한 교정세를 부과하여 설정한다. 특히, 스웨덴, 덴마크 등 유럽의 선진국들은 1990년대 초부터 화석연료 소비로 인한 탄소배출을 내부화하기 위해 탄소세(carbon taxation)를 부과하기 시작하여 에너지전환과 탄소중립을 일찍부터 준비하였다. 여기에 2010년대 들어서면서 영국, 프랑스, 독일, 미국 등은 정부의 탄소중립 투자를 에너지가격의 인상을 통해 회수하는 방법을 취하였다.

그러나 우리나라는 탄소배출이 상당히 많은 국가임에도 아직까지 에너지가격에 탄소중립과 에너지전환 정책의 의지가 반영되지 않고 있다. 우리나라는 휘발유와 경유에 대해서는 국세인 교통-에너지-환경세와 지방세인 자동차주행세가 부과되며, 등유, 중유, LPG, 발전용 유연탄 및 LNG에 대해서는 국세인 개별소비세가 부과된다. 그러나 이들 중 발전용 유연탄과 LNG에 대해서만 최근 탄소중립을 지원하는 방향으로 세제가 개편되었을 뿐, 나머지 에너지원의 세율에는 약 20년간 큰 변화가 보이지 않는다. 또한, 교통-에너지-환경세는 주로 교통인프라 정비와 확장에 필요한 재원을 마련하기 위한 목적세이므로, 재원의 73%가 교통 분야에 쓰인다. 개별소비세도 그 시작은 사치세였다. 따라서 이후로도 환경적 측면이 고려된 세계개편의 움직임은 장기간 미미하였다.

최근 우리나라에서도 미세먼지와 탄소저감 문제가 본격적으로 대두되면서 2015년 탄소배출권거래제가 시행되

어 탄소가격제도가 도입되었다. 여기에 유럽과 미국이 탄소국경조정제(Carbon Border Adjustment Mechanism)를 추진하는 움직임을 보임에 따라 탄소세 부과에 대한 논의는 최근 상당히 활발하다. 그러나 탄소세는 교정세이면서 동시에 에너지소비에 과세하는 소비세라는 성격이 중요하다. 에너지는 거의 모든 산업과 가계의 필수재임에 따라 에너지가격의 인상이 가계와 산업에 미치는 파급효과가 상당하다. 에너지가격의 인상은 산업의 비용을 상승시켜 생산활동을 위축시키고, 산업의 생산비용 상승은 생산자물가를 인상 시킨다. 생산자물가의 인상은 곧 소비자물가로 이어져 가계 지출을 감소시킨다. 산업의 생산 위축과 가계의 소비 위축은 곧 GDP의 감소를 의미한다.

그렇다면 탄소세를 과세하더라도 경제의 위축을 부분적으로 상쇄시킬 수 있는 방법은 무엇일까? 법인세 인하 등과 같은 타 조세와의 정책조합을 통해 기업의 부담을 완화시키는 것이 가능하다. 실제로, 일찍이 환경친화적 세계개편을 추진한 유럽의 경우 탄소세로 인해 발생한 조세수입을 법인세 완화 등으로 재활용(recycling)하여 세수중립적 정책조합을 시도함에 따라 이중배당가설(double dividend hypothesis)을 목표로 하였다.

탄소세와 완화적 조세정책의 조합에 관한 선행연구는 대부분 CGE (Computational General Equilibrium) 모형에 기반을 두고 있으며, 단기 효과에 집중하고 있다(Cho and Kim, 2013; Kim, 2012b; Kim and Lee, 2016). CGE 모형은 이론적 정합성이 높다는 장점이 있으나 모형의 규모가 제한적이며, 모수의 캘리브레이션(calibration)의 안정성이 떨어진다는 한계점이 있다. 이에 CGE와 성격이 다른 모형을 활용한 분석으로 실증결과를 보완할 필요성이 제기된다.

거시계량 연립방정식 모형은 CGE 모형의 보완적 역할을 충분히 수행할 수 있는 것으로 평가된다. 위 모형은 경제의 각 부문을 행태식으로 구축하여 회귀모형으로 추정하고, 다수의 행태식을 연결하여 수학적 기법으로 해를 찾는 방법론이다. 위 모형은 이론의 제약을 덜 받기 때문에 자료에 대한 설명력이 높고, 대규모 변수를 모형에 포함시킬 수 있으며, 다양한 외생변수의 정책 시나리오 분석이 가능하다는 장점이 있다. 연립방정식 모형은 과거에는 주

1) IPCC 6차 보고서에서는 탄소중립을 달성하지 않고서는 지구 온도의 상승을 막을 수 없으며, 이산화탄소뿐만 아니라 전반적인 온실가스의 저감이 필요하다고 밝히고 있다.

2) 우리나라 1인당 에너지 소비량은 세계 17위(2021년)로 석유의 경우 세계 4위(2023년), 전기는 14위(2021년) 수준이다.

3) 우리나라의 전기요금은 낮고, 난방용 전열기기의 보급이 증가함에 따라 여름철에만 발생하던 연간 최대전력이 겨울철에도 발생하는 것이 주요한 사례이다.

로 전통적인 통화정책이나 재정정책의 분석에서 활용되었다(Cho et al., 2010; Park and Oh, 2017; Park et al., 2020). 그러나 위와 같은 장점들이 부각 되면서 연립방정식 모형은 에너지와 환경분야의 분석으로도 활용도가 확장되었다(Ahn, 2011; Boo and Choi, 2002; Boo et al., 2003; Jo et al., 2019; Kim, 2021). 그러나 아직까지 연립방정식 모형을 활용하여 탄소세와 완화적 조세정책의 효과를 동시에 분석한 선행연구는 부재한 것으로 보인다.

선행연구와 비교한 본 연구의 차별점은 다음과 같다. 첫째, 거시계량 연립방정식 모형을 구축하여 탄소세의 부과와 법인세율 변화의 정책조합을 시도하였다는 것이다. CGE 등에서 이 같은 조합을 분석한 사례는 있으나 연립방정식 모형에서 이를 분석한 사례는 저자들이 알기로 본 연구가 처음이다. 연립방정식 모형과 CGE 모형은 구동되는 원리가 상이하고, 상호 보완적임에 따라 연립방정식 모형에서도 이 같은 정책조합을 분석하는 것은 중요한 시도라고 생각한다.

둘째, 탄소세와 법인세율 인하의 장기적 영향을 분석하였다. 대부분의 선행연구에서는 정책변화의 단기적 영향을 분석하였고, 특히 연립방정식 모형으로 장기 분석의 사례는 찾기 어렵다. 현실적으로 탄소세 도입과 같은 세제 개편은 장기적으로 유지된다. 따라서 조세정책의 파급효과는 단기보다는 장기 분석이 필요하다.

## 2. 탄소세와 재정정책 조합에 대한 논의

탄소세의 도입은 에너지가격의 인상으로 이어지므로 전반적인 물가수준이 상승하여 경제를 위축시킨다는 것이 선행연구의 중론이다. 그러나 선행연구들에서는 경제가 위축되더라도 탄소세로 인한 세수는 증가할 것으로 보고 있다(Cho and Kim, 2013; Kim, 2012b; Kim and Lee, 2016; Lee and Kim, 2020; Lee et al., 2019). 이는 단기적으로 에너지가격이 상승하더라도 소비자들이 이를 다른 방법으로 대체하기 어렵기 때문이다<sup>4)</sup>. 즉, 에너지수요의 가격탄력성이 낮고 비탄력적이라는 것이다(Kim, 2018; Kim and Heo, 2013; Shin and Jo, 2016; Shin et al., 2015).

탄소세는 환경세이므로 탄소세를 통해 확보된 세수는 다양한 방법으로 재활용될 수 있다. 학계와 정책 생태계에서 논의되고 있는 세수 재활용 방안으로는 타 조세의 부담

완화로 이를 이중배당가설(double dividend hypothesis)라 한다. 이 중 특히 법인세의 감면이 활발히 논의되고 있다. 에너지가격의 인상은 기업활동에 부담을 주므로 탄소세 부담에 대응하는 법인세를 감면해 주는 것이다. 이중배당가설에 따르면 탄소세로 인해 발생하는 환경개선이 첫째 배당이며, 탄소세수를 기업 혹은 개인 소득세에 지원하여 소득세율을 낮춰주면 경제가 활성화 되는 것이 두 번째 배당이다.

법인세율 인하가 경제 활성화에 미치는 영향에 대해서도 학술적인 중론은 찾기 쉽지 않다(Gerchert and Heimberger, 2022). 법인세율 인하를 지지하는 연구들은 기업의 투자 의욕을 고취시키고, 전반적인 총수요 진작효과가 발생하여 경제는 활성화된다는 논거를 제시한다. 반면, 법인세율 인하를 지지하지 않는 연구들은 기업의 투자 결정에 법인세율이 중요한 변수로 작용하지 않으며, 법인세율이 인하되면 세수가 감소하여 재정에 악영향을 미친다는 논거를 제시한다. 이들 연구들은 사용한 표본자료, 분석 시계, 모형, 방법론 등이 각각 상이함에 따라 일관적인 결과를 기대하기 어렵다.

그러나 단기적으로는 법인세율 인하가 경제 활성화에 큰 역할을 할 수 있다고 보기 어렵다(Gerchert and Heimberger, 2022). 기업의 투자결정은 비가역적이므로 보다 장기적인 시계를 고려하게 되며, 세율보다는 경제 환경의 불확실성 해소와 미래 경기전망 등이 더욱 중요할 것이다. 따라서, 법인세율 인하가 경제에 긍정적인 영향을 미치기 위해서는 장기적인 시계를 고려해야 한다는 것을 알 수 있다(Kim, 2017, 2022; Kim et al., 2017; Lee and Gordon, 2005; Macnamara et al., 2023; OECD, 2010).

## 3. 경제-에너지-환경-재정모형의 설계

### 3.1. 경제-에너지-환경-재정의 유기적 연결

본 연구에서는 탄소세 부과와 이에 따른 조세정책 조합이 경제, 에너지, 환경, 재정에 미치는 영향을 분석한다. 특히, 장기분석을 수행함에 따라 2000년~2019년의 분기자료를 활용하여 E3FM (Economy-Energy-Environment-Fiscal Model)를 설계한다. 추정된 모형이 현실의 자료를 잘 설명할 수 있는지 예측력 평가를 수행 후, 예측력이 양호하다면 가상의 탄소세 부과 및 조세 정책 조합 시나리오를

4) 우리의 일상을 생각해 보면, 전기요금이나 가스요금도 오르더라도 일상생활에서 항상 사용하는 가전기기를 쓰지 않을 수 없다.

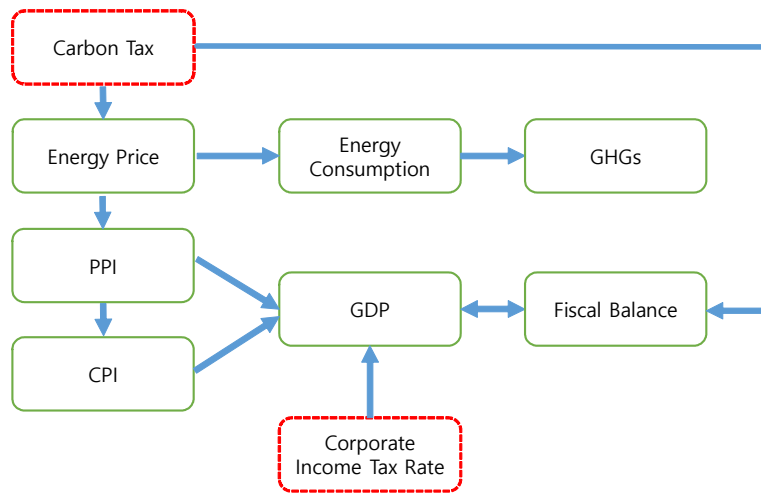


Fig. 1. Flow chart of the model

Table 1. Data source and description of key variables

Variable	Source	Frequency
Real Economy	Bank of Korea	Quarterly
Price		
Fiscal Revenue	OECD Statistics Bank of Korea	Annual
Energy	Korea Energy Statistical Information System	Monthly
GHG emissions	KOrean Statistical Information Service	Annual

모형에 부여하여 내생변수들의 변화를 분석한다.

따라서, 연구의 첫 단계는 현실 자료를 잘 설명할 수 있는 모형을 설계하는 것이다. 일반적으로 거시계량 연립방정식 모형은 변수들의 움직임을 행태식으로 추정하여 설명한다. 본 연구에서 설계하는 E3FM은 총수요 부문에 집중하였다.<sup>5)</sup> 국민경제를 최종수요, 대외거래, 물가, 임금 및 고용, 재정, 에너지 및 환경 등 총 6개 블록으로 구성한다. 6개 블록은 총 33개 행태식과 35개 정의식으로 구성되며, 각 행태식은 최소자승법(OLS)을 활용하여 추정한다.<sup>6)</sup> 특히, 연구의 주안점이 장기분석에 있으므로 각 변수 시계열의 장기 추세를 제거하지 않고 이를 그대로 활용한다.<sup>7)</sup>

본 고에서 E3FM을 설계할 때 가장 주안을 둔 부분은 탄소세 부과 시나리오 분석을 위한 각 블록 간의 유기적 연결이다. 에너지는 기업의 생산요소이면서 가계의 소비재이므로 탄소세 부과로 인한 에너지가격의 인상은 생산자물가와 소비자물가에 영향을 미쳐 소비, 투자, 대외거래에 영향을 준다. 경제 각 부문의 변화는 GDP 변화로 이어지며, GDP의 변화는 재정의 변화로 이어진다. 또한, 에너지라는 재화 측면을 고려하면 에너지가격의 인상은 에너지소비에 영향을 미치고, 이는 곧 탄소배출에 영향을 미친다.

Fig. 1과 Table 1은 본 연구에서 활용한 자료에 대한 설명과 6개 블록의 주요 변수 간 흐름을 간략히 그린 구조도이다. 주요 변수들의 그래프는 부록에 수록하였다.

5) 총수요 부문으로 구성된 모형으로는 NABO 모형 (Kim, 2012a), 한국은행 BOK20 (Park et al., 2020), Kim (2021) 등이 있다.

6) 거시계량 연립방정식 모형에서는 개별 행태식을 통계학적으로 정교하게 추정하기보다는 모형 전체의 안정성을 더욱 중요시하여 개별 행태식은 보통 최소자승법으로 추정한다.

7) 단기 분석에는 오차수정모형이 적용되어야 한다.

### 3.2. 최종수요 블록

최종수요 블록은 소비지출과 투자지출로 구성된다. 본 연구에서는 소비지출 중 민간 소비를 내생변수로, 정부 소비는 외생변수로 구성하였다. 투자지출은 민간과 정부를 나누지 않고 통합하여 내생변수로 추정하였다. 투자지출은 세부적으로는 설비투자, 건설투자, 지식생산물투자, 재고증감, 정부 투자지출 등으로 구성할 수 있다. 일부 선행연구들에서는 투자를 전술한 각 요소로 나누어 각각을 내생변수로 추정하기도 한다. 그러나 본 연구의 주안은 거시경제 각 세부 부문의 정교한 분석보다는 탄소세가 경제 전반과 환경에 미치는 영향이므로 투자지출을 통합하여 보더라도 큰 문제가 없다고 판단하였다.

민간의 소비지출을 결정하는 가장 중요한 변수는 소득이다. 가계는 명목소득에서 소비세를 제하고 난 후 노동소득분배율만큼 받는다. 이후 정부로부터 보조금인 가계이전지출을 받고, 재산세, 소득세, 사회보장기여금을 지출한다. 본 연구에서는 Park and Oh (2017)과 Park et al. (2020)를 참고하여 이와 같은 일련의 과정을 정의식으로 구성하여 내생화하였다.

기업의 투자지출도 기업의 가치분소득에 큰 영향을 받는다. 기업의 가치분소득도 가계의 가치분소득의 형성 과정과 동일하다. 다만, 기업은 명목소득에서 자본소득분배율만큼 받는다.<sup>8)</sup> 또한, 가계에서는 소득세를 제하나 기업은 법인세를 제하고, 사회보장기여금은 제하지 않는다. 따라서 다음의 정의식으로 가계와 기업의 가치분소득을 구성한다.

투자지출은 기업 가치분소득 외에도 주택가격지수, 생산자물가, 법인세율에 영향을 받는 것으로 설정하였다. 투자지출에 건설투자가 포함되어 있으므로 전반적인 건설 경기를 대변할 수 있는 주택가격을 추정식에 포함하였고, 생산비용을 대변할 수 있는 생산자물가를 추정식에 포함하였다.

본 연구에서 탄소세와 타 조세정책 조합의 파급효과를 분석하는 과정에서 중요한 역할을 하는 것이 법인세율이다. 높은 법인세율은 장기적으로 투자유인을 저해하므로 전반적인 경제의 활력을 떨어뜨릴 수 있다. 본고에서는

법인세율을 지방세를 포함한 법정 명목 최고세율로 추정식에 포함하였다.<sup>9)</sup>

$$\text{가계 가치분소득} = (\text{GNI}-\text{소비세}-\text{관세}) \times \text{노동소득분배율} + (\text{가계이전}-\text{개인소득세}-\text{재산세}-\text{사회보장기여금}) \quad (1)$$

$$\text{기업 가치분소득} = (\text{GNI}-\text{소비세}-\text{관세}) \times \text{자본소득분배율} + (\text{기업이전}-\text{법인세}-\text{재산세}) \quad (2)$$

$$\text{민간소비} = f(\text{가계 가치분소득}, \text{소비자물가}) \quad (3)$$

$$\text{총투자} = f(\text{기업 가치분소득}, \text{주택가격}, \text{생산자물가}, \text{법인세율}) \quad (4)$$

### 3.3. 대외거래 블록

대외거래는 국민계정상의 재화와 서비스의 수출입으로 구성한다. 재화와 서비스의 수출은 글로벌 경기와 수출물가에 영향을 받는다. 글로벌 경기는 CPB World Trade Monitor의 세계 수입량 지수를 활용하였다. 수출물가는 우리나라의 수출단가를 세계 수입단가의 비율로 구성하여 상대가격으로 설정하였고, 추가로 원달러 환율도 포함하였다.

재화와 서비스의 수입은 우리나라의 구매력과 물가에 영향을 받는다. 우리나라의 구매력은 내수와 GNI를 활용하였고, 물가는 생산자물가지수를 활용하였다.

$$\text{재화수출} = f(\text{세계수입량}, \text{수출단가}/\text{세계수입단가}, \text{환율}) \quad (5)$$

$$\text{서비스수출} = f(\text{세계수입량}, \text{수출단가}/\text{세계수입단가}, \text{환율}) \quad (6)$$

$$\text{재화수입} = f(\text{내수}, \text{재화수출}, \text{서비스수출}, \text{환율}, \text{생산자물가}) \quad (7)$$

$$\text{서비스수입} = f(\text{GNI}, \text{환율}) \quad (8)$$

8) 본 연구에서는 Park and Oh (2017)의 결과에 따라 노동소득분배율로 0.66을, 자본소득분배율로 0.34를 활용하였다.

9) 법인세율은 법정세율이 아닌 실효세율로도 측정할 수 있다. 실효세율은 기업이 받는 면세, 감세 혜택 등이 모두 반영되어 실제로 부담한 세금을 기준으로 한다. 그러나 실효세율은 다양한 기준으로 측정할 수 있기에 다소 일관성이 떨어진다. 흔히 실효세율은 세부담을 소득으로 나눈다. 여기서 분자인 세부담을 실제 징수액과 신고액으로, 분모인 소득을 소득금액과 과세표준 기준으로 나눌 수 있다. 또한, 우리나라는 2019년 기준 법인세부담의 60% 이상을 과세표준 기준 3,000억원 이상의 법인이 부담하고 있는데 이들은 법정 최고세율을 적용받는다. 따라서 법정 최고세율을 적용하는 것이 실효세율에 비해 타당하다.

### 3.4. 물가 블록

물가 블록은 생산자물가, 소비자물가, 수출물가, 수입물가, GDP디플레이터의 5개 변수로 구성된다. 생산자물가는 탄소세가 경제 전반에 미치는 파급효과를 설계할 때 핵심 변수이다. 에너지는 기업의 생산요소이므로 에너지가격의 인상은 생산자물가의 인상으로 이어진다. 기업의 생산 비용 인상은 곧 소비자들이 구매하는 최종재화의 가격 인상으로 이어진다. 따라서 소비자물가는 생산자물가의 영향을 받는다. 이와 같이 탄소세 부과로 인한 에너지가격의 인상은 생산자물가에 영향을 미치고, 생산자물가는 소비자물가에 영향을 미쳐 경제 전반에 영향을 미친다.

수출물가는 국내의 생산비용, 환율, 수입물가에 영향을 받는다. 수입물가는 글로벌 경제의 외생적인 변수들에 주로 영향을 받으므로, 비에너지원자재가격, 국제유가, 환율에 영향을 받는 것으로 설정하였다. GDP디플레이터는 소비자물가와 환율에 영향을 받는다.

$$\text{생산자물가} = f(\text{수입물가}, \text{임금}, \text{환율}, \text{에너지가격}) \quad (9)$$

$$\text{소비자물가} = f(\text{생산자물가}) \quad (10)$$

$$\text{GDP디플레이터} = f(\text{소비자물가}, \text{환율}) \quad (11)$$

$$\text{수출물가} = f(\text{생산자물가}, \text{환율}, \text{수입물가}) \quad (12)$$

$$\text{수입물가} = f(\text{글로벌비에너지원자재가격}, \text{글로벌유가}, \text{환율}) \quad (13)$$

### 3.5. 노동 블록

노동 블록은 고용과 임금으로 구성된다. 고용은 취업자 수를 활용하였고, 임금은 전산업 5인 이상 사업체의 명목 임금을 활용하였다. 고용은 전반적인 경기에 큰 영향을 받으므로 추정식에 실질GDP를 주요 설명변수로 포함하였고, 임금은 추정식에 물가와 내수를 주요 설명변수로 포함하였다.

$$\text{고용} = f(\text{실질GDP}) \quad (14)$$

$$\text{임금} = f(\text{소비자물가}, \text{내수}) \quad (15)$$

### 3.6. 에너지-환경 블록

에너지 및 환경 블록은 크게 에너지소비와 온실가스배출로 구성한다. 본 연구는 탄소세의 정책조합을 분석함에 따라 에너지-환경 블록을 더욱 세분화하여 구성하였다. 탄소세는 상류 탄소세와 하류 탄소세로 나뉜다(Park and Kang, 2020). 상류 탄소세는 석탄, 원유, 천연가스와 같은 1차 에너지원에 부과하는 탄소세로 에너지 투입에 대한 조세이다. 반면, 하류 탄소세는 1차 에너지원을 가공 및 전환하여 최종소비자가 쓸 수 있는 무연탄, 휘발유, 도시가스, 전력 등의 최종 에너지에 부과하는 탄소세로 배출량에 부과하는 조세이다.

본 연구에서는 하류 탄소세에 주안을 둬서 에너지는 크게 석탄, 석유, 가스, 전력으로 구성한다.<sup>10)</sup> 석탄은 무연탄, 산업용 유연탄으로 구성하였다. 석유는 휘발유, 경유, 등유, 중유, 부탄, 프로판으로 구성하였다. 가스는 도시가스로 구성한다. 전력을 최종에너지로 편성함에 따라 발전용 유연탄과 발전용LNG는 분석에서 제외하였다.

각 에너지원의 소비는 습관지속가설(habit formation hypothesis)에 따라 전 분기의 소비량을 포함하고, 소득변수와 가격변수의 함수로 추정한다. 이때, 가격변수는 실질자기가격(own-price)을 기본으로 하되, 일부 에너지원은 타 에너지원과의 상대가격(cross-price)을 설명변수로 포함하였다.

환경은 탄소세의 교정세적 기능을 평가하기 위해 온실가스배출로 구성한다. 우리나라의 국가 온실가스배출은 크게 에너지원 배출과 산업 배출로 나뉘며, 이 중 대부분이 에너지원의 소비를 통한 배출에 해당한다. 이에 본 연구에서는 탄소세의 분석에 집중하여 산업 배출은 고려하지 않았다. 에너지원의 온실가스배출은 공식적으로 다음의 수식을 통해 계산한다.

$$\text{온실가스 배출} = \text{에너지원 소비량} \times \text{순발열량} \times \text{배출 계수} \times 44/12 \quad (16)$$

$$\text{에너지소비} = f(\text{실질GDP}, \text{자기가격}, \text{대체에너지가격}) \quad (17)$$

### 3.7. 재정 블록

재정 블록은 정부의 재정수입으로 구성한다. 우리나라

10) 석유류에서 비에너지인 나프타 등은 외생변수로 처리하였다.

Table 2. Definition of fiscal revenue

Classification	Definition
Income Tax	Income Tax (central & local)
Corporate Tax	Corporate Tax (central & local)
Consumption Tax	VAT + Excise tax + Rural development tax + Education tax + Alcohol tax + Tobacco consumption tax (local)
Energy Tax	Traffic, energy and environment tax + Automobile tax for road (local)
Property Tax	Securities transaction tax + Inheritance tax + Comprehensive real estate tax + Property tax (local) + Acquisition tax (local) + Registration tax (local) + Stamp tax
Custom Tax	Custom tax
Other Tax	collection from previous year
Social Security Contribution	National pension, National health insurance, Employment insurance, Industrial insurance
Other Revenue	Penalty + fine

에서 재정수지는 기획재정부의 통합재정수지와 한국은행의 국민계정을 통해 확인할 수 있다. 그러나 두 자료는 집계 기준이 각각 상이함에 따라 일관된 체계를 갖출 필요가 있다. 통합재정수지는 중앙정부의 수입과 지출에 대한 순계기준 자료이며 현금주의를 기준으로 한다. 반면, 한국은행 국민계정은 일반정부(중앙정부+지방정부+사회보장기금) 기준이며 발생주의를 기준으로 한다. 과거에는 지방정부와 사회보장기금의 규모가 작았기 때문에 통합재정수지를 활용한 분석을 수행하더라도 무리가 없었으나 지방정부와 사회보장기금의 규모가 점차 커짐에 따라 국민계정 자료를 이용할 필요성 높아지고 있다(Park and Oh, 2017; Park et al., 2020).

따라서 본 연구에서는 일반정부의 재정수입을 분석 대상으로 삼는다. 재정수입은 크게 세입, 사회보장기여금, 기타세외수입으로 구성한다. 세입은 각 조세의 특성과 탄소세 부과의 분석을 위해 소득세, 법인세, 소비세, 재산세, 관세, 교통-에너지-환경세, 자동차세 주행분, 기타세로 구성한다. 소비세는 부가가치세(VAT), 개별소비세, 주세, 교육세 등으로 구성한다.

본 연구의 차별점 중 하나는 탄소세 분석을 위해 조세수입에서 에너지 관련 세입을 따로 편성하였다는 것이다. 2025년 현재 우리나라의 에너지 관련 조세수입은 개별소비세, 교통-에너지-환경세, 자동차세 주행분이다. 에너지 원별로는 휘발유와 경유는 교통-에너지-환경세가, 등유, 중유, 부탄, 프로판, LNG, 발전용유연탄은 개별소비세가 부과된다. 자동차세 주행분은 지방세로 교통-에너지-환경세의 26%가 부가세(surtax) 형태로 부과된다.

일반정부의 재정수입은 OECD Revenue Statistics와 한국은행의 자료를 활용한다. 세입과 사회보장기여금은 OECD 자료를, 기타세외수입은 한국은행의 총수입자료에서 세입과 사회보장기여금을 차감한다. 일반정부의 자료는 모두 연별로 구축되어 있는데, 이를 분기로 편성하기 위해서 통합재정수지의 월별 자료를 분기별 진도율로 변환하여 연간자료에 적용한다.

통합재정수지와 OECD 및 한국은행 자료는 다음과 같이 결합하였다. 통합재정수지 자료 중 소비세는 재화 및 용역으로 구성되어 있다. 따라서 OECD 조세수입 중 소비세에 해당하는 소비세, 교통-에너지-환경세, 자동차세 주행분은 모두 재화 및 용역 수입의 진도율을 적용하였다. 이와 같은 방법으로 OECD 자료 중 소득세에 해당하는 법인세, 개인소득세는 통합재정수지 중 소득세 및 이익세의 진도율을 적용하였고, OECD의 재산세는 통합재정수지의 재산세의 진도율을 적용하였다. Table 2는 이에 대한 자세한 내용을 담고 있다.

앞선 최종수요 블록에서 소비와 투자의 행태식에 가계와 기업의 가처분소득이 설명변수로 포함되었다. 가계와 기업의 가처분소득에서는 정부의 이진지출인 가계이전과 기업이전이 포함된다. 가계이전과 기업이전은 한국은행 일반정부기준에서는 연간 자료만이 가용하므로, 이 역시 통합재정수지와 결합할 필요가 있다. 한국은행의 연간 자료에서는 가계이전은 사회수혜금, 기타경상이전, 비생산비금융자산의 순취득으로 구성된다. 반면, 통합재정수지에서 가계이전은 가계경상이전, 비영리기구경상이전, 토지 및 무형자산매입으로 구성됨에 따라 통합재정수지의

Table 3. Merge of government transfer payment based on BOK general government and consolidated primary fiscal balance classification

Classification by our paper	Classification by Bank of Korea	Classification by Consolidated Primary Fiscal Balance
Household Transfers	Social Benefits Other Current Transfers Not Elsewhere Classified Net acquisition of Nonproduced and nonfinancial assets	Household Current Transfers Non-profit Institution Current Transfers Purchase of land and intangible assets
Corporate Transfers	Capital Transfers Subsidies	Capital Transfers Subsidies Special Accounts for Corporations Net Loan

분기별 진도율을 한국은행 자료에 반영하여 분기별 자료를 구성하였다.

한국은행 자료에서 기업이전은 자본이전, 보조금으로 구성되고, 통합재정수지에서는 자본이전, 보조금, 기업특별회계, 순융자로 구성됨에 따라 위와 같은 방법으로 두 자료를 결합하여 분기별 자료를 구성하였다. Table 3은 가계이전과 기업이전의 구성을 담고 있다.

#### 4. E3FM의 예측력 평가

본 절에서는 거시-재정모형의 활용을 위해 주요 내생변수에 대한 예측력을 평가한다. 예측력의 평가란 실제 변수의 값과 모형을 통해 생성한 예측치 간의 오차를 측정함을 뜻한다. 오차가 작을수록 연구자가 구축한 모형이 현실 자료를 잘 설명한다고 볼 수 있으므로 이를 통한 정

척 시뮬레이션을 수행할 수 있는 근거가 된다. 본 연구에서는 오차를 측정하는 방법으로 평균 제곱근 퍼센트 오차(Root Mean Squared Percentage Error, 이하 RMSPE)를 활용한다. RMSPE는 다음 수식과 같다.

$$RMSPE(\%) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left( \frac{\hat{Y}_t - Y_t}{Y_t} \right)^2} \times 100 \quad (18)$$

여기서  $\hat{Y}_t$ 은 예측치,  $Y_t$ 는 실제치,  $n$ 은 관측치의 수

본 연구는 탄소세의 장기적 영향을 평가함에 따라 10년을 예측력 평가 기간으로 설정한다. 따라서 예측력 평가와 시나리오 분석은 2010년 1분기부터 2019년 4분기까지의 10년간 자료를 대상으로 한다. 다음 Table 4는 주요 변수에 대한 RMSPE이다. 최종수요, 물가, 에너지 블록 대

Table 4. RMSPE (%) of key variables

Real Economy					
Consumption	Investment	Export	Import	Real GDP	Employment
1.1	5.5	5.5	5.0	3.2	0.8
Price					
CPI	PPI	GDP Deflator	Export Price	Import Price	Wage
1.6	1.0	1.5	2.2	2.3	2.3
Fiscal Revenue					
Corporate Tax	Income Tax	VAT	Property Tax	Custom Tax	
8.4	9.3	7.5	7.4	11.7	
Energy Consumption					
Gasoline	Diesel	Electricity	Natural Gas	Renewable	
3.4	3.6	3.0	8.2	9.1	

부분의 변수에서 5% 내외의 오차를 보이는 것으로 나타나 모형의 설명력은 양호하였다. 그러나 상대적으로 재정블록의 예측력은 7~9% 내외를 보여 최종수요나 물가에 비해 예측력이 다소 떨어졌다. 이는 본 연구에서 재정블록을 설계할 때 연간자료를 분기자료로 편성하면서 발생한 오차가 반영되었기 때문으로 볼 수 있다.

## 5. 정책 시뮬레이션

본 장에서는 정책 시뮬레이션을 통해 먼저 탄소세의 부과가 경제, 에너지, 환경에 미치는 장기적 영향을 분석한다. 탄소세가 부과되면 전반적인 물가수준이 오르기 때문에 실물경제는 위축될 수 있다. 따라서 실물경제의 위축을 보완하는 재정정책으로 본 연구에서는 법인세 인하를 추가로 제시하고, 탄소세 부과와 법인세 인하가 동시에 시행될 때의 시나리오 분석을 수행한다.

본 연구는 탄소세와 법인세 인하의 장기적 영향을 분석함에 따라 10년간 탄소세와 법인세가 인하되는 시나리오를 상정한다.

### 5.1. 탄소세 부과 시나리오

에너지가격은 세금이 부과되기 전인 세전가격에 세금이 부과되어 세후가격이 된다. 우리나라는 휘발유와 경유에 교통-에너지-환경세가, 이 외의 에너지인 유류, 가스, 유연탄에 개별소비세가 부과되고 있다. 교통세와 개별소비세는 종량제로 과세표준이 에너지의 소비량이다.

우리나라에는 아직 탄소세가 도입되지 않았으나 정책생태계에서 탄소세는 꾸준히 논의되고 있다. 탄소세도 에너지를 소비하면서 과세됨에 따라 탄소세의 부과는 세후 에너지가격의 인상을 의미하여 그 기능은 에너지세제와 같다. 그러나 탄소세는 과세표준이 에너지에 함유된 탄소량이라는 점이 에너지세제와 다르다. 즉, 탄소 단위 당 세금을 부과하더라도 유연탄과 같이 탄소가 많이 함유된 에너지는 가격이 가파르게 인상되고, LNG와 같이 탄소가 적게 함유된 에너지는 가격 인상이 낮다. 신재생에너지는 탄소를 배출하지 않으므로 과세대상에서 제외된다.

탄소세는 이론적으로 외부효과인 사회적비용(social cost)을 반영하여 세율을 추정할 수 있다. 그러나 다음의 몇 가지 원인으로 사회적비용을 추정하는 것에는 상당한 어려움이 따른다.

첫째, 사회적비용을 정의하기가 쉽지 않다. 탄소배출로

인한 외부효과로는 건강에 미치는 영향과 생태계에 미치는 영향을 거론할 수 있다. 그러나 건강과 생태계라는 범위가 너무 넓고, 탄소배출이 이들에 미치는 영향은 방대한 과학 및 의학 연구를 참고해야 하는바 현실적으로 제약이 크다.

둘째, 건강과 생태계에 미치는 영향에 대한 합의가 도출되더라도, 이를 경제적 가치로 환산해야 한다. 이에 대한 자료도 미비할뿐더러, 경제적 가치의 추정치는 범위가 너무 넓다.

셋째, 탄소세의 세율을 추정할 때는 미래 발생할 사회적비용에 할인율을 적용하여 현재가치로 전환하여야 한다. 그러나 환경피해에 대한 할인율 개념이 모호할뿐더러, 다양한 할인율을 적용할 때, 현재가치는 할인율의 값에 큰 영향을 받는다.

위의 이유로 탄소세율을 직접 추정하는 것은 본 연구의 목적인 탄소세의 파급효과를 분석하는 것의 범위를 벗어난다. 따라서 본고에서는 Lee et al. (2019)에서 제시된 탄소세율을 일부 조정하여 두 개의 시나리오를 검토한다. 두 시나리오의 결과를 일관적으로 평가하기 위해서는 두 시나리오에서 동일한 탄소배출의 감축이 이루어져야 하므로, 본 연구에서는 두 시나리오의 탄소배출 감축이 일치하도록 탄소세율을 사후적으로 결정하였다.

[시나리오 1]에서는 석탄, 석유, 가스, 전력에 모두 탄소세를 부과하여 에너지 전반에 영향을 미치되, 조세부담은 다소 낮게 탄소 1톤당 12,000원을 부과한다. [시나리오 2]는 주요 에너지원인 휘발유, 경유, 도시가스, 전기에만 탄소세를 부과하되, 이들의 비중이 큰 것을 감안하여 탄소 1톤당 20,000원을 과세하여 조세부담을 높인다. 요약하자면, [시나리오 1]은 넓은 세원에 저율과세, [시나리오 2]는 좁은 세원에 고율과세이다.

시나리오 1: 넓은 에너지원(석유류, 석탄류, 도시가스, 전기)에 저율과세

시나리오 2: 좁은 에너지원(휘발유, 경유, 도시가스, 전기)에 고율과세

본 연구에서는 현행 개별소비세법과 달리 전력요금에 직접 탄소세를 과세하는 방식을 취하고, 발전원인 유연탄과 LNG에는 과세하지 않는 방법을 활용하였다. 또한, 현행 개별소비세 법에서는 비과세인 무연탄에도 탄소세를 부과하는 것으로 분석하였다. 우리나라에서 전력은 전체 에너지원 중 차지하는 비중이 상당하나 발전원인 유연탄

Table 5. Carbon rate and ex-post price increase rate in Scenario 1

Energy	Gasoline	Diesel	BC	Kerosene	Butane
Carbon/Increase	₩26/1.8	₩31/2.3	₩37/4.9	₩30/3.1	₩36/2.6
Energy	Propane	Anthracite Coal	Bituminous Coal	Natural Gas	Electricity
Carbon/Increase	₩36/1.9	₩30/18.8	₩26/21.5	₩26/3.6	₩6/5.2

1) ex-post price increase rate is based on average price in 2019

Table 6. Carbon rate and ex-post price increase rate in Scenario 2

Energy	Gasoline	Diesel	Natural Gas	Electricity
Carbon/Increase	₩44/3.0	₩52/3.9	₩43/6.0	₩9/8.7

1) ex-post price increase rate is based on average price in 2019

과 LNG에 과세하고, 전력에 직접 과세하고 있지 않다. 우리나라는 소비자 전력요금에 최종적으로는 정부 정책에 의해 결정됨에 따라 발전원에 부과하는 세율을 높이더라도 전력요금은 직접적인 영향을 받지 않는다. 국제적 기준에서 대부분의 국가들은 전기에 직접 과세하는 방식을 취하고 있다.

Table 5와 Table 6은 각각 시나리오 1과 시나리오 2의 탄소세율 및 에너지 세후가격 인상률을 나타낸다.

## 5.2. 탄소세 부과 & 법인세율 인하 & 탄소배출 효율성 개선 시나리오

탄소세 부과로 인한 경제활동 둔화를 보완하기 위해 [시나리오 3]과 [시나리오 4]에서는 탄소세 부과와 함께 법인세 최고세율 인하를 정책조합으로 제시한다. 탄소세 부과로 인해 감소하는 10년 평균 GDP가 회복될 수 있는 만큼 법인세율을 인하한다. 그러나 본 모형에서는 법인세율 인하는 경제를 활성화하지만 이에 따라 에너지소비는 증가하여 감소한 탄소배출량이 상쇄된다. 이는 환경의 개선이라는 탄소세 본연의 목적을 달성하지 못하는 방법이다. 실제로 탄소세를 부과한 후 법인세를 감면해 준 유럽의 사례에서는 법인세율을 직접적으로 인하하는 것이 아니라 탄소저감 시설투자와 같은 투자에 대한 법인세 세액 공제를 인센티브로 제시하였다. 본 연구의 모형에서 이와 실질적으로 동일한 효과를 내는 시나리오는 에너지 연소 시의 탄소배출 효율성을 개선하는 것이다. 다양한 에너지원 중 점차 전기의 비중이 높아지는 전기화 현상이 강해지고 있고, 신재생 전력에 대한 투자가 가장 활발하므로 본 연구에서는 전기의 탄소배출계수가 개선되어 총배출

량 감소가 시나리오 1 & 2와 동일해지는 상황을 가정하였다. 따라서, 사후적으로 [시나리오 1 & 2]의 GDP 감소를 상쇄시킬 수 있도록 [시나리오 3]과 [시나리오 4]에서는 법인세 최고세율이 각각 4.6%p, 5.0%p 인하되고, 전기의 탄소배출계수는 4% 개선되어 기존 0.48에서 0.46으로 하향한다.

시나리오 3: 시나리오 1 + 법인세 최고세율 4.6%p 인하 + 전기배출계수 4% 개선

시나리오 4: 시나리오 2 + 법인세 최고세율 5.0%p 인하 + 전기배출계수 4% 개선

## 5.3. 시나리오 분석 결과

시나리오 분석에서는 일련의 충격반응을 계산하였다. 본고에서 충격반응은 변수의 베이스라인 값 대비 변수의 시나리오 값을 평균 변화율로 정의한다.

$$\text{충격반응(\%)} = \frac{Y_s - Y_b}{Y_b} \times 100 \quad (19)$$

여기서  $Y_s$ 는 시나리오 값,  $Y_b$ 는 베이스라인 값

### 5.3.1. 시나리오 1 & 2

Table 7은 [시나리오 1]~[시나리오 4]의 주요 변수들의 충격반응 수치를 요약한 것이다. [시나리오 1]에서는 석유류, 석탄류, 도시가스, 전기 등 10개의 에너지원에 탄소세를 부과하였고, [시나리오 2]에서는 주요 에너지원인 휘발유, 경유, 도시가스, 전기 등 4개의 에너지원에만 탄

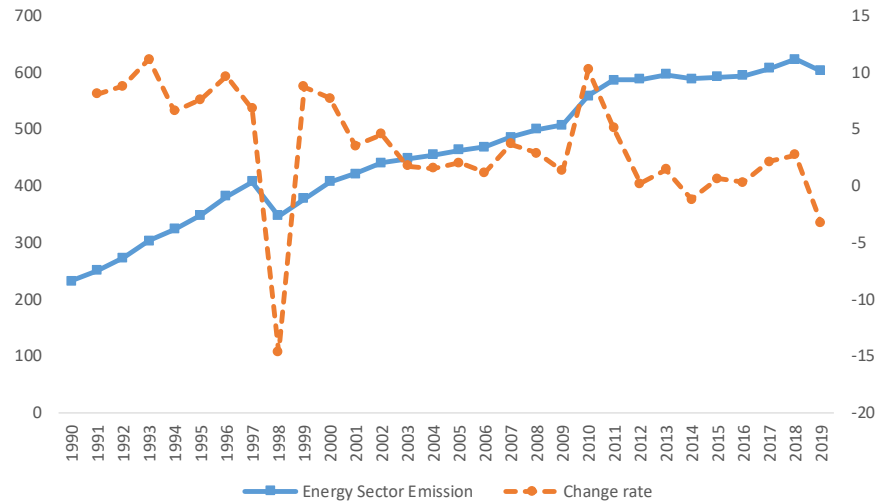
(unit: Million CO<sub>2</sub>t)

Fig. 2. GHG emission from energy sector in Korea

소세를 부과하였으나 온실가스 배출 감축량은 모두 1.3%로 동일하였다. 특히, 탄소함유량이 많은 무연탄과 산업용 유연탄의 세후가격 인상률은 약 20%로 매우 높았으나 큰 효과는 없었다. 오히려 4개 에너지원에 집중적으로 과세한 [시나리오 2]가 온실가스 배출 저감효과의 효율성이 높았다. 이는 휘발유, 경유, 도시가스, 전기의 비중이 2019년 기준 전체 에너지소비열량 중 약 절반인 45%를 차지하기 때문이다. 특히, 전기는 단독으로 비중이 19%를 차지하는 가장 중요한 에너지원인데 [시나리오 2]에서는 전기의 세후가격 인상률이 9%에 달하였기에 그 효과가 주효했다.

온실가스 배출량의 1.3% 감축은 상당한 효과로 볼 수 있다. Fig. 2는 우리나라의 1990년부터 2019년까지 에너지 부문의 배출량과 변화율을 보여주고 있다. 90년대 후반 외환위기 기간을 제외하면 온실가스 배출량의 변화율은 거의 양의 값을 보여 배출량은 지속적으로 증가하는 추세이다. 이와 같은 우리나라의 상황에서 톤 당 2만원의 탄소세를 부과하여 배출량의 1.3%를 감축할 수 있다는 것은 고무적이다.

다만, 이 과정에서 GDP는 다소 감소하는 것으로 나타났다. 탄소세의 부과로 에너지의 세후가격의 인상되면 물가가 오르고, 경제의 소비지출을 감소시킨다. [시나리오 1&2]에서는 생산자물가가 0.8~0.9% 인상되었고, 이는 GDP가 1.5~1.7% 위축되는 결과를 야기하였다. 그러나 이는 절대값으로 연평균 약 25조원의 GDP 감소를 뜻하

로 우리 경제가 감당하기 어려운 수치는 아니다.

3대 기간 세목인 법인세, 소득세, 소비세는 경제활동 둔화로 인해 각각 19.7조원, 21.5조원이 감소하였다. 이는 각각 연평균 2.2조원, 2.4조원에 해당하는 수치이다. 2019년 국세 기준 법인세, 소득세, 부가가치세의 세수는 227조원에 달하므로 이는 3대 세목의 1% 정도의 감소이다. 반면, 탄소세는 [시나리오 1]에서 52.5조원, [시나리오 2]에서는 57.2조원이 확보되는 것으로 나타났다. 이는 각각 연평균 5.8조원, 6.4조원으로 2019년 기준 휘발유와 경유에서 걷히는 교통·에너지·환경세가 14.6조원임을 감안하면 상당한 규모의 세수라고 볼 수 있다. 특히 [시나리오 2]에서는 휘발유, 경유, 전력, 도시가스에만 과세하였으나 [시나리오 1]에 비해 소폭 더 많은 탄소세를 확보할 수 있었다.

### 5.3.2. 시나리오 3 & 4

[시나리오 3]과 [시나리오 4]에서는 탄소세 부과로 인한 경제활동 둔화가 법인세 최고세율 인하를 통해 상쇄되었다. 이는 법인세율 인하로 기업이 투자를 늘렸기 때문이다. 각각 최고세율을 4.6%p, 5.0%p 인하한 결과 GDP는 장기적으로 변화가 없었다.

두 시나리오에서는 3대 세목의 변화 역시 장기적으로는 세수 감소를 상쇄하는 것으로 나타났다. 각각 3.4조원, 3.7조원이 증가하였는데 연평균 3,800억원, 4,100억원 수준이므로, 227조원에 달하는 세수 중 0.2%에 해당하는 수

Table 7. Impulse response to key variables

variables / scenario	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
GHG emission change rate	-1.3	-1.3	-1.3	-1.2
GDP change rate	-1.5	-1.7	0	0
PPI change rate	0.8	0.9	1.0	1.1
Energy consumption change rate	-1.0	-0.9	0.1	0.3
Three key tax revenue change rate	-1.0	-1.1	0.2	0.2

Table 8. Change in tax revenue compared to baseline (billion won)

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Three key tax (total/annual average)	-19,741 / -2,193	-21,482 / -2,387	3,403 / 378	3,684 / 409
Carbon tax (total/annual average)	52,456 / 5,828	57,230 / 6,358	54,126 / 6,014	59,109 / 6,568
Gasoline + Diesel	7,213	12,442	8,096	13,442
Electricity	25,839	38,686	26,266	39,384
Kerosene	701	-	702	-
BC	1,876	-	1,876	-
Butane	1,374	-	1,379	-
Propane	1,154	-	1,199	-
Natural Gas	3,668	6,102	3,801	6,283
Anthracite Coal	2,343	-	2,352	-
Bituminous Coal	8,288	-	8,455	-

치이다.

탄소세 수입도 소폭 증가하였다. 법인세를 인하로 경제가 회복되어 에너지소비 역시 회복됨에 따라 탄소세 수입은 [시나리오 1]과 [시나리오 2]에 비해 소폭 증가하였다. [시나리오 3]에서는 연평균 탄소세 수입은 6조원, [시나리오 4]에서는 6.6조원으로 추정되었다.

[시나리오 3]과 [시나리오 4]의 결과에서 가장 주목할 만한 것은 법인세를 인하로 경제가 회복되었음에도 온실가스 배출량은 [시나리오 1&2]와 동일하게 1.3%가 감소하였다는 것이다. 이는 법인세의 감면과 함께 이를 탄소저감기술에 투자한 효과를 전기의 탄소배출계수 4% 개선으로 가정하였기 때문이다. 전기의 비중이 전체 에너지소비량에서 차지하는 비중이 높기 때문에 전기의 탄소효율성이 소폭 증가하는 것을 가정하더라도 상당한 배출 감축을 달성할 수 있었다.

## 6. 국가 온실가스 감축목표와의 비교

우리나라는 2021년 10월 18일 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 상향 조정하였다. 2018년 배출량 대비 40% 감축이라는 상당히 공격적인 목표를 세웠다. 본고에서 탄소세의 효과를 분석하기 위해 활용한 모형은 실증 자료를 통한 추정이기에, 우리나라의 2030년 NDC 및 2050년 탄소중립과 같은 먼 미래에 대한 분석은 어렵다는 한계점을 갖고 있다. 그럼에도 본고의 결과와 정부가 공표한 NDC 시나리오 및 관련 선행연구의 비교 검토를 통해 시사점을 얻을 수 있다.

우리나라 2030년 NDC 시나리오를 검토해 보면 2018년 대비 291백만톤이라는 막대한 양의 온실가스를 감축한다고 밝히고 있다. 주로 에너지 및 산업의 수요관리, 공정상의 혁신기술 도입, 신재생에너지 전환 확대 등을 그 방

법론으로 제시하고 있다. 이와 함께 톤당 약 40달러의 탄소세가 부과되고, 기술발전이 경제전반에서 이루어질 때 GDP가 0.07% 감소하여 경제적 손실이 거의 없음을 예상하고 있다(The Government of the Republic of Korea, 2021).

미래 NDC 시나리오가 경제에 미치는 영향을 분석한 연구가 소수인 가운데 한국은행은 DSGE를 활용한 시뮬레이션을 통해 이를 수행하였다(Park et al., 2021). 한국은행은 2050년 지구 평균기온을 1.5°C 상승으로 억제하는 탄소중립 시나리오와 평균기온을 2°C 상승으로 억제하는 시나리오를 가정하고 목표를 초과하는 배출량에 대해 탄소세를 부과할 때 경제에 미치는 파급효과를 분석하였다. 그 결과 탄소세 부과 시 탄소중립 시나리오는 30년간 연평균 0.32%p의 경제성장률 손실이 예상되었고, 2°C 상승 억제 시나리오는 0.08%p의 경제성장률 손실이 예상되었다. 그러나 이들의 탄소중립 시나리오에서는 2050년까지 톤당 90만원에 육박하는 막대한 탄소세를 부과하는 것을 가정하였다. 이는 본고의 톤당 2만원에 비해 40배에 달하는 탄소세이므로 본고와 비슷한 탄소세율을 가정한다면 GDP 손실은 그리 크지 않을 것이다.

본고와 정부의 NDC, 한국은행의 연구를 비교할 때 다음의 시사점을 얻을 수 있었다. 첫째, 본고와 한국은행은 탄소세를 주 정책수단으로 고려하였고, 다른 정책이 없이 탄소세가 부과된다면 GDP 손실은 불가피함을 확인하였다. 둘째, 본고와 한국은행 탄소세로 걷은 세수를 기술발전이 재투자한다면 GDP 손실을 충분히 상쇄할 수 있음을 밝히고 있다. 특히, 한국은행은 매년 정부투자를 점진적으로 늘려 2050년경에는 GDP 대비 1~5% 수준은 되어야 효과가 있다고 보고 있다. 이는 2020년 기준 약 80~300조원 규모의 투자로 상당한 수준이다. 셋째, 2030년 NDC 목표 달성 및 2050년 탄소중립 등의 온실가스 저감 목표를 달성하기 위해서는 국가의 전방위적 기술진보를 통해 경제 시스템을 전환해야 가능함을 알 수 있다. 본고의 결과와 같이 톤당 2만원 정도의 탄소세를 부과해서 1.3%의 배출저감을 달성할 수 있는데 NDC 목표인 40%의 배출저감은 탄소세만으로는 역부족이다. 정부의 NDC 시나리오에서는 기술진보와 에너지 전환을 가정하면서 탄소세가 지 부과했기에 40%의 저감 목표를 달성하면서 GDP 손실은 거의 없음을 제시하고 있다.

## 7. 결론 및 정책 시사점

본고에서는 33개 행태식과 35개 정의식으로 구성된 장기 거시-에너지-환경-재정모형을 구축하였다. 모형을 통해 생성한 예측치들은 실제치를 잘 설명하였다. 따라서 모형을 활용하여 탄소세가 부과되었을 때의 시나리오 분석을 통해 경제, 에너지, 환경, 재정의 반응을 추정하였다. 그 결과 탄소세는 에너지가격을 인상하여 경제 전반의 물가수준이 높아졌고, 경제활동은 둔화되었다. 인상된 에너지가격과 감소한 소득으로 인해 에너지소비는 감소하였고, 이를 통해 온실가스 배출량은 감소하였다.

그러나 탄소세 부과는 경제활동 위축을 야기하므로 이를 상쇄하는 방안으로 법인세 감면의 조세정책 조합을 고려하였다. 에너지기술 투자 및 에너지효율개선 투자 시 법인세를 감면하여 주는 효과를 반영하여 법인세 감면과 함께 전기의 탄소배출계수가 개선되는 시나리오를 분석하였다. 그 결과 온실가스 배출은 탄소세 부과할 때와 동일한 수준의 감축이 이루어지면서 GDP 감소는 상쇄되어 후생손실은 없는 것으로 나타났다.<sup>11)</sup>

실증분석 결과를 바탕으로 한 정책 시사점은 다음과 같다.

첫째, 탄소세 부과로 인하여 감소하는 GDP가 우려할 수준은 아니나 우리나라의 NDC 목표를 고려하면 경제의 근본적인 전환이 필요하다. 본고에서는 온실가스를 1.3% 감축하는데 GDP가 1.5~1.7% 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 이 결과는 본고가 기존의 자료를 활용하여 분석한 것이므로 미래 2030년 NDC와 2050년 탄소중립을 반영하지 못한 것이다. 2030년 NDC가 2018년 배출량 대비 40% 감축이라는 것을 감안하고 본고의 결과를 검토하면, 단순히 탄소세만으로는 미래 막대한 GDP 손실이 우려될 수 있다. 즉, 앞서 살펴본 정부의 NDC 시나리오와 같이 산업의 수요관리, 에너지 전환, 기술진보 등의 종합적인 대응과 함께 탄소세가 부과되어야 GDP 손실을 막으면서 막대한 배출량 감축이 가능하다.

둘째, 조세의 효율성을 고려할 때, 좁은 에너지원에 과세하는 방식이 낫다. 조세정책은 통화정책과 달리 법으로서 집행되기 때문에 정치적인 논의가 필수적이다. 일반적으로 조세정책에서는 넓은 세원에 저율로 과세하는 것이 바람직하다고 보는 견해가 지배적이다. 소득세가 중심인 조세구조에서 소득세율을 인상하는 것은 한계가 있기에, 소비세를 중심으로 새로운 세원을 찾아 저율로

11) 이와 같은 결과는 앞서 본 한국은행(Park et al., 2021)과 Noh (2012) 등과 유사하다.

과세하는 것이 조세저항이 적기 때문이다.

그러나 탄소세는 과세의 목적이 환경개선에 있다. 특히, 우리나라는 전기의 비중이 높고, 전기에 직접 과세하는 것이 아닌 발전원에 과세를 하고 있으나 발전원에 과세하는 것이 소매가격 인상에 100% 전가되지 않는다. 따라서 우리나라에서는 전기 직접과세로 전환하면서 소비량 비중이 큰 휘발유, 경유, 전기, 도시가스에 집중적으로 과세하는 것이 더 큰 효과를 볼 수 있다.

셋째, 법인세 감면으로 경제활동 둔화를 상쇄할 수 있다. 법인세 감면의 경기 개선 효과에 대해서는 실증분석 결과가 엇갈리나 본고에서는 법인세 감면의 효과가 있는 것으로 나타났다. 모형의 특성상 법인세 최고세율을 인하하는 것으로 법인세 감면 효과를 반영하였으나 세율을 인하하지 않더라도 실질 법인세 부담을 줄여주는 정책을 활용한다면 동일한 효과를 낼 수 있다. 예를 들어, 최근 조세특례에서 제외되었으나 에너지절약시설 투자에 대한 세액공제와 같은 제도는 법인세를 감면해 주는 것으로 그 효과는 2009년부터 2018년까지 연간 2천억원이 넘는다.

넷째, 탄소세 수입을 전기효율 개선에 집중적으로 활용하여야 한다. 전기는 안전하고, 접근이 쉬우며, 다양한 내구재에 활용할 수 있다는 장점으로 인해 에너지는 점차 전기화현상을 보이고 있다. 향후 내연기관차의 폐지와 전기차로의 전환이 명백한 추세에서, 전기소비량은 지속적으로 증가할 것으로 보인다.<sup>12)</sup> 그러나 전기차는 배터리로 움직이기에 자체로서는 탄소배출이 없으나 배터리를 충전하는데 필요한 전기가 화력발전으로 공급된다면 전기차는 환경적 측면에서 내연기관차와 동일하다. 결국 재생 에너지 발전이 증가하고, 전기전환기술이 발전하는 등 전기효율 개선이 필요하다.

## 사사

이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021S1A5A2A03064733).

## Reference

Ahn J. 2011. Establishment of forecasting future energy system by techno-economic analysis: Extension of the

model and policy assessment. Gyeonggi, Korea: Korea Energy Economics Institute. Research Paper 11-33.

Boo K, Choi D. 2002. Evaluation of GHG mitigation measures by energy- environment-economy simulation model. Gyeonggi, Korea: Korea Energy Economics Institute. Research Paper 02-11.

Boo K, Choi D, Noh D. 2003. Projection of energy, environmental, economic indicators and evaluation of relevant policies through developing a quarterly econometric simulation model. Gyeonggi, Korea: Korea Energy Economics Institute. Research Paper 03-09.

Cho G, Kim C, Jang K. 2010. KERI 2010 Korea's quarterly macroeconomic model. Seoul, Korea: Korea Economic Research Institute. Research Paper 11-08.

Cho G, Kim Y. 2013. The impacts of CO2 tax on the regional economies in Korea. *J Env Pol Admin* 12(3): 123-159. doi: 10.17330/joep.12.3.201309.123

Gechert S, Heimberger P. 2022. Do corporate tax cuts boost economic growth?. *Eur Econ Rev* 147, 104157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2022.104157>

Jo H, Lee J, Lim H. 2019. A study on the Korean electricity-E3 model incorporating structural change. *J Econ Stud* 37(3): 117-150. doi: 10.30776/JES.37.3.6

Kim H. 2012a. NABO's macro-econometric model. Seoul, Korea: National Assembly Budget Office.

Kim H. 2017. Policy recommendations on the new government's corporate income tax reform proposal. *Korean Econ Forum* 10(3): 85-119.

Kim H. 2018. Income distribution effect of Korean transportation oil product tax: Estimating price elasticities for different driving distance demand quantiles. *Korea Energy Econ Rev* 17(1): 347-374. doi: 10.22794/keer.2018.17.1.013

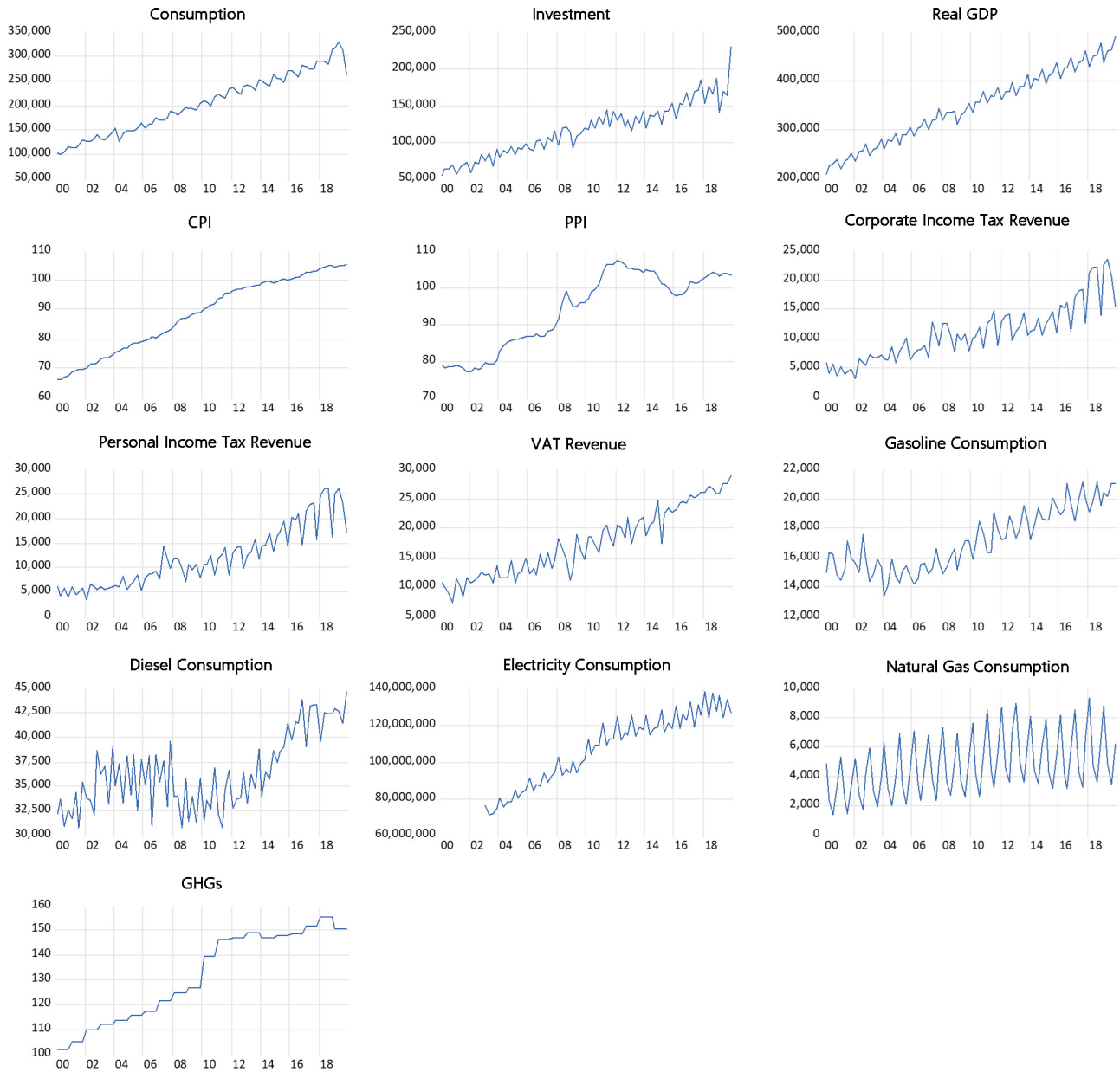
Kim H. 2022. Evaluation of the corporate tax rate system reform plan and future policy tasks. Sejong, Korea: Korea Development Institute. KDI FOCUS 117.

Kim J. 2021. Designing the 3E-macroconometric model of Korea for the low carbon economy: Examining the

12) EU는 2035년 휘발유와 디젤 차량의 판매금지를 확정하였다. 우리나라의 전기차 보급도 2024년 6월 현재 60만대를 넘어서면서 매년 10만대 이상의 성장을 보이고 있다.

- impact of oil price on 3E. *J Int Trade and Ind Stud* 26(2): 1-31. doi: 10.23030/katis.2021.26.2.001
- Kim J, Heo E. 2013. Asymmetric substitutability between energy and capital: Evidence from the manufacturing sectors in 10 OECD countries. *Energy Econ* 40: 81-89. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.06.014>
- Kim S. 2012b. Dynamic general equilibrium effects of revenue-neutral tax reforms for low-carbon green growth in Korea: The introduction of a carbon tax. *Korean J Pub Fin* 5(2): 1-26.
- Kim S, Lee J. 2016. The inter-regional economic effects of greenhouse gas emissions reduction policies: Focusing on carbon taxes. *J Env Pol and Admin* 24(2): 137-171. doi: 10.15301/jepa.2016.24.2.137
- Kim S, Yang E, Choi Y. 2017. Dynamic revenue effects of a corporate income tax increase: Case of Korea. *Kor J Econ Stud* 65(2): 5-37. doi: 10.22841/kjes.2017.65.2.001
- Lee Y, Gordon R H. 2005. Tax structure and economic growth. *J Pub Econ* 89(5-6): 1027-1043. doi: 10.1016/j.jpubeco.2004.07.002
- Lee Y, Kim J. 2020. A multidimensional analysis of energy tax reforms: A case from Korean transportation fuel tax. *J Bud Pol* 9(1): 89-132. doi: 10.35525/nabo.2020.9.1.004
- Lee Y, Park J, Kim J. 2019. Status of energy taxation and analysis of issue-specific effects. Seoul, Korea: National Assembly Budget Office. Research Paper.
- Macnamara P, Pidkuyko M, Rossi R. 2023. Marginal tax rates and income in the long run: Evidence from a structural estimation. *J Mon Econ* 142: 103514. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2023.09.001>
- Noh D. 2012. The macroeconomic impact of carbon tax revenue utilization as new technology investment. *Korea Ass Pol Stud* 21(4): 313-342.
- OECD. 2010. Tax policy reform and economic growth. Paris, France: OECD Publishing. OECD Tax Policy Studies No. 20.
- Park K, Kang S. 2020. An economic impact analysis of reforming the energy tax: Up- and downstream carbon tax in the energy sector. *J Env Pol Admin* 28(2): 49-77. doi: 10.15301/jepa.2020.28.2.49
- Park K, Lim H, Noh K. 2020. Results of Bank of Korea macro-econometric model (BOK20) construction. Seoul, Korea: Bank of Korea. Quarterly Bulletin September.
- Park K, Park J, Park S, Lim J, Kim C, Lee J, Kwak Y. 2021. Impact of climate change adaptation on macroeconomy. Seoul, Korea: Bank of Korea. BOK Issue Note 2021-23.
- Park M, Oh J. 2017. Analysis of the macroeconomic effects of tax and fiscal policies: Construction and use of macro-fiscal models. Sejong, Korea: Korea Institute of Public Finance. Policy Report 17-09.
- Shin D, Jo H. 2016. An analysis on the structural break of asymmetric price effects to transport energy consumption: Evidence from gasoline and diesel consumption in Korea. *J Korean Econ Stud* 34(2): 5-42.
- Shin D, Jo H, Jang M. 2015. An analysis on the heterogeneity of residential electricity consumption depending on income level: Evidence from urban household in South Korea. *Korea Energy Econ Rev* 14(3): 27-81. doi: 10.22794/keer.2015.14.3.002
- The Government of the Republic of Korea. 2021. Enhanced update of 2030 nationally determined contribution. The Government of the Republic of Korea.

부록



Appendix 1. Time series graphs of the key variables