

2030 국가온실가스 감축목표(NDC)와 관련한 수송부문 탄소세 도입효과 연구*

이동규** · 강성훈***

요 약

본 연구는 수송부문 '2030 국가온실가스 감축목표(NDC)'의 달성수단으로서 탄소세를 도입할 경우 기대효과를 추정하였다. 이를 위해 World Bank(2020)에서 제안한 탄소세 파급효과 분석방법론을 활용하였으며, 2030년의 에너지 전망은 에너지경제연구원의 장기 에너지 수요전망 자료를 토대로 하였다. 분석결과, 수송부문(휘발유, 경유, 부탄)에 대해 탄소세를 1만원~20만원/tCO₂e까지 부과할 경우, 2030년 BAU 대비 전체 연료 수요량과 이산화탄소 배출량은 1.0~15.6% 가량 감소할 것으로 추산되었다. 해당 세율범위에서 탄소세 세수입은 기준전망의 경우 0.9조원~14.9조원, 정책강화 전망의 경우 0.7조원~11.3조원 수준이 될 것으로 추산되었다. 특히, '2030 NDC 상향안'의 수송부문 감축목표인 2018년 대비 37.8% 감축률을 탄소세로 도달하기 위해서는 기준전망하에서는 약 53만원/tCO₂e, 정책강화 전망하에서는 약 10만원/tCO₂e 수준의 세율로 부과해야 하는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 수송부문의 온실가스 감축목표 실현을 위해 탄소세를 단독으로 활용하는 것은 큰 효과를 거두기 어렵고, 그 대신 다양한 혼합정책의 일환으로 탄소세를 보완적으로 도입하는 것이 적절함을 암시한다.

주요 단어 : 수송부문 탄소세, 2030 NDC 상향안, World Bank 방법론

경제학문헌목록 주제분류 : Q54, Q58

* 이 논문은 국회예산정책처 연구과제 「탄소중립에 따른 에너지세제 발전 방향 연구」의 내용 일부를 발췌하여 수정·보완한 논문입니다.

** 서울시립대학교 경제학부 조교수(주저자) (e-mail: dgyi77@uos.ac.kr)

*** 한양대학교 정책학과 부교수(교신저자) (e-mail: shkang7@hanyang.ac.kr)

I. 서 론

최근 전 세계적으로 기후변화 위기의식이 고조됨에 따라 탄소저감 및 탄소중립화가 환경과 산업을 아우르며 뜨거운 이슈가 되고 있다. 전 세계 120여 개 국가들이 2050년 탄소중립을 선언하였고, 그 외에도 2045년, 2060년 등 각국의 상황을 고려하여 탄소중립을 선언하고 있다. 우리나라도 2020년 10월, ‘2050 탄소중립’을 선언하였으며, 그해 12월에는 탄소중립 추진전략을 발표하여 전략 속에 탄소가격 시그널의 강화를 명시하였다. 또한, 2021년 8월말에는 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」이 국회를 통과하면서 탄소저감정책의 법적 추진기반도 마련하였다. 특히, 동법에서는 탄소중립의 실질적 중기목표인 2030년 국가온실가스 감축목표(NDC; Nationally Determined Contributions)를 2018년 대비 35% 이상으로 설정할 것을 명시하였으며, 2021년 10월에는 ‘2030 NDC 상향안’에서 이 비율을 40%로 상향하여 국제사회에 제출하였다. 2030 NDC 상향안’과 관련해서는 새 정부에서도 목표비율을 유지하는 것으로 알려져 있어 앞으로 고강도의 탄소배출 억제정책이 필요한 상황이다.

탄소를 저감하기 위한 대표적인 정책으로는 직접 규제(command & control)와 배출권거래제(ETS; Emission Trading Scheme), 탄소세(carbon tax) 및 보조금제도(subsidies) 등을 손꼽을 수 있다. 이 중에서도 배출권거래제나 탄소세 등의 탄소가격을 부과하는 정책은 시장원리를 활용함으로써 효율적으로 온실가스 감축을 유도한다는 장점이 있다. 우리나라는 온실가스 감축을 위해 온실가스 다배출 부문을 중심으로 2015년부터 배출권거래제를 시행하고 있다. 우리나라의 배출권거래제는 국가 전체 배출부문 중 배출량 기준으로 거의 75% 가량을 대상으로 하고 있어 EU-ETS 등과 비교할 때 상당히 광범위하게 적용하고 있다. 그러나 수송부문이나 건물부문, 소규모 사업장 등은 제외되어 있어 이러한 부문들에 대한 정책적 보완이 필요하다는

문제의식을 제기할 수 있다.

탄소세는 현행 에너지 관련 제세부담금제도와 배출권거래제의 부족한 점을 보완할 수 있는 특징을 가지고 있다. 우선, 탄소세는 기존 제세부담금과는 달리 온실가스라는 외부비용 요인을 직접적인 과세대상으로 하여 탄소에 대한 가격신호를 명확히 할 수 있다. 또한, 배출권거래제에서 제외된 부문은 대부분 개별적인 배출량이 높지 않은 다수의 개체(수송부문, 건물부문)로 구성되어 있어 배출권거래시장에 편입하는 것은 제도 운용 측면에서 쉽지 않다. 그렇지만 탄소세를 부과할 경우 연료 구입단가나 관리비 청구단계 등에서 과세하면 행정적으로 유리하다. 따라서 탄소세를 도입하는 것은 탄소비용을 직관적으로 가격에 반영할 수 있고, 세수입은 정부의 재정에도 도움이 된다. 이러한 장점이 부각되어 지난해에는 수송부문을 포함한 탄소세에 대하여 용혜인 의원 대표발의 법안과 장혜영 의원 대표발의 법안이 입법발의되기도 하였다. 그렇지만 수송부문은 이미 현행 에너지세제에서도 가장 많은 세금이 징수되고 있기 때문에 탄소세 도입에 따른 효과를 다양한 각도에서 평가하고 분석할 필요가 있다. 이에 본 연구는 수송부문에 탄소세를 도입할 경우, 얼마나 온실가스 감축에 기여할 것인지를 분석하고자 한다.

우리나라에서의 탄소세 도입과 관련한 연구는 최근 활발하게 이루어지고 있다. 탄소세의 이산화탄소 배출저감 효과에 집중한 연구(정현식·이성욱, 2007)부터 탄소세의 부과대상에 따른 효과 비교(박경원·강성원, 2020; 김승래, 2021), 탄소세 도입 시 지역 간 파급효과 격차(김성균·이지웅, 2016), 탄소세 세수에 대한 적절한 활용(김승래, 2012; 김신언, 2022), 탄소가격정책의 국경조정 관련 쟁점(이중교, 2018)에 대한 연구 등 다양한 주제와 관점에서 탄소세를 도입할 경우 예상되는 효과를 분석하였다. 이 중에서도 탄소세 도입에 대한 효과를 추정한 연구들을 살펴보면, 대부분의 연구가 국가 전체적인 탄소배출량에 대한 과세를 가정하고 있다(김성균·이지웅, 2016; 김승래, 2012; 정현식·이성욱, 2007; 임재규·김정인, 2003). 수송부문에 한정적으로 탄소세가 도입되는 것을 고려한 연구는 제한적이었다.

본고는 시나리오 설정과 분석방법에서도 선행연구와 차별성을 가진다. 세제 도입 효과를 분석하는 연구에서는 몇 개의 대표적인 제도 설계 시나리오를 설정하여 시나

리오별 효과를 분석하는 경우가 일반적이다. 본 연구도 시나리오 분석을 진행하지만 특정 세율 몇 개를 선택하는 대신 세율이 이산화탄소톤당 1만원에서 20만원에 이르기까지 순차적으로 증가함에 따라 온실가스 감축량이 어떻게 변화할지를 살펴본다. 또한, 탄소세의 효과분석을 수행한 선행연구에서는 대부분 산업연관표와 연산가능일반균형(CGE; Computable General Equilibrium) 모형을 기반으로 추정하였다(박정원·강성원, 2020; 김성균·이지웅, 2016; 김승래, 2021·2012; 정현식·이성욱, 2007; 임재규·김정인, 2003). 반면, 본 연구에서는 World Bank에서 소개한 가격탄력성을 이용한 약식의 분석기법(World Bank, 2020)을 사용하여 추정한다. 특히, ‘2030 NDC’ 목표달성을 고려하기 위해 에너지경제연구원에서 제공하는 장기 에너지 수요전망 자료(에너지경제연구원, 2021)를 활용하여 탄소세 도입효과를 2030년 기준에서 추정한다. 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제II장에서는 수송부문에 대한 우리나라의 에너지세제 현황을 간략히 소개하고, 해외에서 탄소세를 도입한 국가에서 수송부문에 대해서는 어떻게 부과하고 있는지 요약한다. 제III장에서는 시나리오의 내용과 분석방법을 설명하고, 제IV장에서는 분석의 결과를 정리한다. 마지막으로 제V장에서는 분석결과의 의미와 그 정책적 시사점에 대하여 요약하고 마무리한다.

II. 수송부문 관련 국내 제세부담금 제도 현황 및 국제 탄소세 동향

우리나라는 에너지원에 여러 가지 명목의 세금 및 부담금을 징수하고 있으며, 수송부문의 에너지원에도 국세와 지방세, 부담금 등이 다양하게 부과된다. 우선, 국세로는 교통·에너지·환경세(이하 교에환세)와 개별소비세, 교육세, 부가가치세(VAT; value-added tax) 및 관세가 부과되며, 지방세로는 자동차세 주행분을 부과하고 있다. 교에환세와 개별소비세는 국제적인 고유가 기조에 따라 서민부담을 경감시키기 위

해 기본세율보다 탄력세율을 적용하고 있다. 에너지원에 부과되는 교육세는 교에환세 및 개별소비세의 세율에 15%를 추가하는 부가세(surtax)이다. 자동차세 주행분도 교육세와 마찬가지로 부가세이며, 휘발유와 경유에 대해서만 교에환세의 26%를 세율로 부과된다. 부가가치세와 관세는 에너지원에만 부과되는 것이 아닌 일반적인 상품과 수입품에 관세되기 때문에 여타의 에너지 관련 세금과는 성격에 차이가 있다. 세금 이외에도 수입·판매부과금과 품질검사수수료 등의 부담금과 수수료의 부과대상이기도 하다. 수송부문에 대한 국내 제세부담금을 정리하면 <표 1>과 같이 요약할 수 있다.

〈표 1〉 수송부문 에너지 관련 제세부담금 현황(2022년 3월 기준)

구 분		휘발유(원/L)	경유(원/L)	LPG 부탄(원/kg)
관세	기본	3%		
	할당	0%		2%
개별 소비세	기본	-	-	252
	탄력	-	-	220
교에환세	기본	475	340	-
	탄력	423	300	-
부가가치세		10%		
교육세		63.5	45.0	33
자동차세 주행분		110	78	-
수입부과금		16	16	-
판매부과금		36(고급)	-	62.28
안전관리부담금		-	-	4.5
품질검사수수료		0.47	0.47	0.027
합계 (관세, 부가가치세 제외)		612.97, 648.97(고급)	439.47	319.807

주: 휘발유에 대한 판매부과금은 고급휘발유에만 적용됨

자료: 산업통상자원부(2022) 자료를 이용하여 저자 정리

한편, 우리나라의 에너지 제세부담금은 비록 탄소배출량을 과세대상으로 하지 않기 때문에 엄밀한 의미에서 탄소세로 분류되지 않는다. 그렇지만, 연료별로 탄소배출량이 소비량과 비례하여 발생하는 특성을 감안하면 종량세(ad quantum tax)인 우

리나라의 에너지 제세부담금은 탄소세적인 성격도 지닌다고 볼 수 있다. 다만, 본고에서는 기존 에너지 제세부담금은 탄소세가 아닌 것으로 분류하고 탄소세를 도입하면 기존 세제는 유지한 채로 탄소세가 추가되는 것으로 가정한다. 보다 자세한 내용은 제III장에서 구체적으로 다룬다.

World Bank에 따르면 2022년 4월 1일 기준으로 전 세계적으로 전국단위의 탄소세를 운용하는 국가는 28개국이며, 인도네시아도 2022년 7월부터 탄소세를 시행하면서 총 29개국이 탄소세를 운용하는 것으로 알려져 있다(<표 2> 참조). 탄소세는 1990년에 핀란드를 필두로 도입되기 시작하였고, 2010년부터는 거의 매년 탄소세를 도입하는 국가가 나타나고 있다. 가장 최근인 2022년에 우루과이와 인도네시아가 탄소세를 도입하였다. 이들 국가 중 발전부문의 저탄소화를 주된 목적으로 하는 영국, 인도네시아와 전력산업을 포함한 산업에 대한 탄소가격부과를 주된 목적으로 하는 에스토니아, 라트비아, 칠레 등을 제외한 대부분의 탄소세 도입국가들이 수송부문을 과세대상으로 포함하고 있다. 따라서 수송부문에 대하여 탄소세를 부과하는 가정이 해외사례에 비추어 볼 때 충분히 고려할 수 있는 정책적 대안 중 하나라 할 수 있다.

〈표 2〉 국가단위 탄소세 도입 국가 및 도입시기

국가	도입연도	국가	도입연도	국가	도입연도
핀란드	1990	아이슬란드	2010	콜롬비아	2017
폴란드	1990	아일랜드	2010	아르헨티나	2018
노르웨이	1991	우크라이나	2011	캐나다	2019
스웨덴	1991	일본	2012	싱가포르	2019
덴마크	1992	영국	2013	남아프리카공화국	2019
슬로베니아	1996	프랑스	2014	룩셈부르크	2021
에스토니아	2000	멕시코	2014	네덜란드	2021
라트비아	2004	스페인	2014	우루과이	2022
스위스	2008	포르투갈	2015	인도네시아	2022
리히텐슈타인	2008	칠레	2017		

자료: World Bank - Carbon Pricing Dashboard를 이용하여 저자 정리

Ⅲ. 시나리오 설정 및 분석방법

1. 시나리오 설정

본 연구는 수송부문에 탄소세를 도입할 경우 온실가스 저감효과를 추산하여 ‘2030 NDC’의 달성수단으로 탄소세를 고려할 때 정책효과에 대한 이해를 높이는 것을 주된 목표로 한다. 선행연구들은 탄소세를 도입할 경우 특정한 세율을 몇 개 설정하여 그 도입효과를 추정하였다. 탄소세 시나리오의 세율로 생각해 볼 수 있는 기준으로 탄소의 외부비용이나 국회에 입법발의된 법안의 세율, 배출권거래제의 배출권 가격 및 탄소중립에 도달하기 위해 필요할 것으로 추정되는 탄소가격 등을 고려할 수 있다. 그렇지만 현실에서는 정책적 여건이나 정치적 역학관계 등 다양한 요소에 의해 세율이 결정되는 경우가 많다. 이러한 점을 고려하여 본 연구는 몇 개의 탄소세율에 국한하지 않고 탄소세율을 1만원/tCO₂e에서 20만원/tCO₂e까지 순차적으로 증가시켜 각 세율에 따른 효과를 살펴본다. 이러한 탄소세율의 변화를 유종별 단위로 환산하면, 휘발유 리터당 21.8~435.8원, 경유 리터당 26.0~519.1원, 부탄 kg당 30.3~606.8원에 해당한다.

탄소의 외부비용은 여러 연구에서 대략 톤당 3~6만원 수준으로 추정되었다(IWG, 2021; EPA, 2016; IMF, 2014; 이동규 외, 2017; 전호철, 2017). 2021년 국회에서 입법발의한 탄소세 법안은 목표 탄소세율을 톤당 8만원(용혜인 의원 대표발의 법안), 11만원(장혜영 의원 대표발의 법안)으로 제시하고 있다. 또한, 우리나라 배출권거래제의 배출권 가격은 톤당 최대 4만원 수준까지 오르기도 하였으나 2022년에는 약 2~3만원에서 결정되고 있다.¹⁾

탄소중립을 위해 요구되는 탄소가격으로는 톤당 75 USD(IMF, 2019a), 100 USD(IPCC, 2018) 등이 거론된다. 이러한 제반사항들을 고려할 때, 탄소세율을 톤당 1만원부터 20만원까지 만원단위로 순차적으로 살펴보는 것은 현재 혹은 가까운

1) 우리나라 배출권거래제 배출권 가격은 KRX의 배출권시장 정보플랫폼(<https://ets.krx.co.kr/contents/ETS/03/03010000/ETS03010000.jsp>)을 참고하였다.

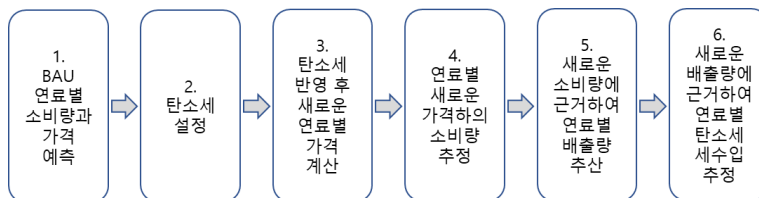
미래에 제도를 도입할 때 적용될 세율의 범위를 거의 포함한다고 볼 수 있다.

한편, 본 연구에서 고려하는 수송부문 연료는 휘발유, 경유, 자동차용 부탄이며, CNG 등은 에너지 소비량에서 차지하는 비중이 크지 않아 본 연구 분석대상에서 제외하였다. 탄소세는 수송부문 연료에 적용되는 현행 에너지 제세부담금 요율은 유지한 채 추가적으로 과세하는 것으로 가정한다. 이때, 탄소세율 단위는 원/tCO₂e으로 이산화탄소 배출량이 많을수록 탄소세 부담이 커지게 된다.

2. 분석방법

본 연구는 기본적으로 World Bank(2020)의 분석방법을 사용하여 시나리오별 연료 소비량, 이산화탄소 배출량, 탄소세 세수입을 추정한다. World Bank(2020)은 연료별 수요 탄력성을 이용하여 탄소세 세수입을 추정할 것을 제안한다. 이는 IMF(2019b)의 분석방법에 비해 쉽고 개략적으로 탄소세 파급효과를 추정할 수 있다. World Bank(2020)의 탄소세 효과 추정과정은 [그림 1]과 같은 순서로 진행하게 된다. World Bank(2020)는 전문기관에서 전망한 연료별 소비량 및 가격 전망치를 확보하고 이를 BAU(Business As Usual)로 사용할 것을 권고한다. 그 다음 시나리오에서 정한 탄소세율을 적용하여 연료별 가격을 업데이트 한다. 탄소세 도입으로 인한 연료별 가격 변화와 수요탄력성을 활용하여 연료별 소비량 변화를 추정하고 새로운 소비량에 근거하여 이산화탄소 배출량을 추산한다. 마지막으로 탄소세 도입 후 예상되는 이산화탄소 배출량을 기반으로 탄소세 세수입을 추정한다.

[그림 1] 탄소세 효과분석 추산과정의 요약



자료: World Bank(2020), Figure 2.

본고에서는 World Bank(2020)에서 제시한 6단계를 다음과 같이 적용하여 탄소세 효과를 추정하였다.

1) 1단계: BAU 연료별 소비량과 가격예측

World Bank(2020)에서는 공신력 있는 기관의 에너지 수요 전망치를 사용할 것을 권고하면서 IEA(International Energy Agency)의 전망자료를 예로 들지만, 본고에서는 에너지경제연구원에서 제공하는 장기 에너지 수요전망 자료를 사용하였다. 이는 에너지경제연구원의 자료가 IEA 전망보다 국내의 산업 및 정책여건을 더 잘 반영하고 있기 때문이다. 에너지경제연구원의 에너지 수요전망자료는 연간, 중기(5년), 장기(약 20년)으로 구분하여 매년 제공하고 있으며, 본 연구는 에너지경제연구원(2021)에 제시된 2020년 기준 제9차 전력수급기본계획의 가정을 적용한(탄소중립에 따른 정책기조 미반영) ‘기준전망’ 자료와 탄소중립 선언 이후 진행된 급격한 정책기조의 변화를 반영한 ‘정책강화’ 전망자료를 함께 사용하였다. 또한, ‘2030 NDC’ 목표달성에 대한 시사점을 얻기 위해 2030년을 기준연도로 설정하였다. 분석대상 연료인 휘발유, 경유, 부탄에 대한 가격은 에너지경제연구원(2021)에 제시된 각 에너지원 종류별 수입단가 변화율을 활용하여 세전가격도 수입단가와 동일한 변화율만큼 변할 것으로 가정하여 산정하였다. 이때, 에너지통계연보(에너지경제연구원, 2020)상의 환산표를 이용하여 단위가격을 환산하고, IEA(2020)와 산업·통상·자원주요통계(산업통상자원부, 2021) 등의 에너지원별 세금정보를 활용하여 연료별 세전·세후가격을 구분하였다.²⁾ 본 연구의 BAU 전망치는 <표 3>으로 정리된다.

2) 2030년의 세전·세후가격을 산정할 때는 현재 고유가에 의한 한시적 유류세 인하효과는 계속되지 않는 것으로 보고, 기존 탄력세율로 원상복귀하는 것으로 가정하였다.

〈표 3〉 BAU 전망치

(단위 : 백만 TOE, 원/kg, 원/L)

구분	2030년		
	기준전망 수요량	정책강화 수요량	세전가격
휘발유	11.849	9.005	761.7
경유	16.691	12.684	859.4
부탄	3.149	2.393	1,057.2

자료: 에너지경제연구원(2021), 에너지경제연구원(2020), IEA(2020), 산업통상자원부(2021), 한국석유공사의 Petronet 통계 등을 이용하여 저자 작성

2) 2단계: 탄소세 설정

본 연구의 시나리오는 1만원/tCO₂e부터 20만원/tCO₂e까지 20개의 탄소세율에 따라 구분하였다. 탄소세 세율은 탄소톤당 세율에서 에너지 소비량 단위인 석유환산톤(TOE)당 세율로 전환해야 한다. 이를 위해 순발열량 환산계수, 배출계수, 이산화탄소 환산계수 등을 이용하였다. 환산 후 시나리오별 연료별 탄소세는 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 시나리오별 연료별 탄소세

(단위 : 원/L, 원/kg)

탄소세율	휘발유	경유	부탄
1만원/tCO ₂ e	21.79	25.96	30.34
2만원/tCO ₂ e	43.58	51.91	60.68
3만원/tCO ₂ e	65.37	77.87	91.02
4만원/tCO ₂ e	87.16	103.83	121.37
5만원/tCO ₂ e	108.95	129.78	151.71
6만원/tCO ₂ e	130.74	155.74	182.05
7만원/tCO ₂ e	152.53	181.70	212.39
8만원/tCO ₂ e	174.32	207.65	242.73
9만원/tCO ₂ e	196.11	233.61	273.07
10만원/tCO ₂ e	217.90	259.57	303.41

탄소세율	휘발유	경유	부탄
11만원/tCO ₂ e	239.68	285.52	333.75
12만원/tCO ₂ e	261.47	311.48	364.10
13만원/tCO ₂ e	283.26	337.44	394.44
14만원/tCO ₂ e	305.05	363.39	424.78
15만원/tCO ₂ e	326.84	389.35	455.12
16만원/tCO ₂ e	348.63	415.31	485.46
17만원/tCO ₂ e	370.42	441.26	515.80
18만원/tCO ₂ e	392.21	467.22	546.14
19만원/tCO ₂ e	414.00	493.18	576.48
20만원/tCO ₂ e	435.79	519.13	606.83

자료: 온실가스종합정보센터(2020), 에너지경제연구원(2020)의 환산계수들을 이용하여 저자 작성

3) 3단계: 탄소세 반영후 새로운 연료별 가격 계산

1단계에서 도출한 BAU 세전가격에 기존 제세부담금과 탄소세를 합산한 세금을 적용하여 세후가격을 산출하였다. 기존 가격 전망치에 단순히 탄소세를 더할 경우 부가가치세 반영이 제대로 반영되지 않는 문제점을 고려하여 세후가격 산출 시 탄소세에 부가가치세를 추가하였다.

4) 4단계: 연료별 새로운 가격하의 소비량 추정

연료별 수요량은 각 연료의 수요탄력성과 1단계 및 3단계의 가격 추산결과를 사용하여 추정하였다. World Bank(2020)는 Labandeira et al.(2017)의 수요탄력성 추정결과를 국가별 추정에 활용할 수 있다고 설명한다. Labandeira et al.(2017)은 1990~2016년 사이에 출간한 428개 논문에서 추정한 917개 단기 가격탄력성과 959개 장기 가격탄력성 값들로 메타분석하여 연료별 장단기 가격탄력성을 재추정하였다. 비록 이 메타분석의 결과가 개별 국가 소비자 고유의 연료에 대한 가격탄력성을 제시한 것은 아니지만, World Bank(2020)는 국가별 에너지원 수요의 가격탄력성이 크게 차이가 나지 않는다는 점을 지적하며 Labandeira et al.(2017)의 결과를 준용하는 것을 제안하였다. 본고에서도 World Bank(2020)의 제안을 따르되 민감도 분석

을 위해 연료별 가격탄력성을 $\pm 30\%$ 까지 조정한 값을 적용할 때의 결과도 함께 제시하였다. 또한, World Bank(2020)는 연료의 교차가격탄력성이 보편적으로 낮은 편이어서 굳이 충분한 자료가 확보되지 않은 교차가격탄력성을 추가하기보다 각 연료별 자기가격탄력성만으로 수요량의 변화를 추정해도 제도의 효과가 크게 다르지 않게 도출될 것으로 보았다. 이에 본 연구는 World Bank(2020)의 권고에 따라 <표 5>에 요약된 Labandeira et al.(2017)의 수요탄력성을 사용하였다. 또한, 본 연구는 분석의 기준연도를 NDC 기준연도인 2030년으로 설정하였으므로 Labandeira et al.(2017)의 수요탄력성 중 장기 수요탄력성을 사용하였다.

<표 5> 주요 연료별 수요의 가격탄력성 설정값

연료	단기 탄력성	장기 탄력성
석탄	-0.20	-0.60
천연가스	-0.18	-0.68
휘발유	-0.29	-0.77
경유	-0.15	-0.44
기타 석유제품	-0.20	-0.60

주: 1) 여기서 단기는 1년 내외의 기간을 의미하고 장기는 5년 이상을 의미하여 경제학 이론상의 장·단기 구분과는 기준이 다름.

2) 자동차용 부탄의 가격탄력성은 기타 석유제품에 준하는 것으로 적용함.

자료: World Bank(2020), Table 4 (원자료: Labandeira et al.(2017))

탄소세 도입에 따른 수요량 변화분은 다음의 공식을 사용하여 추정한다.

$$Q_{Ctax,i} = Q_{BAU,i} \times (P_{Ctax,i} / P_{BAU,i})^{\epsilon_i} \quad (1)$$

여기서 $Q_{BAU,i}$ 와 $P_{BAU,i}$ 는 각각 연료 i 의 BAU 수요량과 BAU 가격 전망치를 의미한다. $Q_{Ctax,i}$ 와 $P_{Ctax,i}$ 는 각각 탄소세가 시행될 경우 연료 i 의 수요량과 가격 전망치를 의미한다. ϵ_i 는 연료 i 의 수요에 대한 가격탄력성을 의미한다.

5) 5단계: 새로운 소비량에 근거하여 연료별 배출량 추산

이산화탄소 배출량은 4단계에서 추정된 에너지원별 소비량에 이산화탄소 배출량 산출 공식을 사용하여 추산하였다. 이산화탄소 배출량 산출 공식은 식 (2)와 같다.

$$E = \sum_{ij} [(TA_{ij} - NA_{ij} \times FCS_{ij}) \times 41.868 \times CF_i \times EF_i \times OF_i \times 44/12]$$

(2)

i, j : 연료 유형(i)과 부문(j)을 각각 의미함

E : CO₂ 배출량(천 톤CO₂)

TA : 총 에너지원 사용량(천 TOE)으로 연료 및 원료사용량을 모두 포함함

NA : 비연료 사용량(천 TOE)

FCS : 탄소몰입률로 원료로 투입되는 경우 제품에 몰입되는 탄소는 배출되지 않는 특성을 반영하기 위해 사용하며, 본고에서는 온실가스종합정보센터(2020)와 일관되도록 IPCC(1996)에서 제시된 연료별 탄소몰입률을 사용함

41.868 : Joule-Toe 환산계수(TJ/천 TOE)

CF : 전환계수(순발열량/총발열량)

EF : 탄소배출계수(tC/TJ)로 온실가스종합정보센터(2020)와 동일하게 국가고유 배출계수를 사용하되, 국가고유값이 없는 연료에 대해서는 IPCC(1996)의 수치를 적용함

OF : 산화율로 연료용 소비된 에너지원 중 산화된 탄소비율(산화율)을 의미하며 온실가스종합정보센터(2020)와 일관되도록 IPCC(1996)에서 제시된 연료별 산화율을 적용함

44/12 : 탄소와 이산화탄소의 무게비율로 탄소 기준 배출량을 이산화탄소 기준으로 전환(kgCO₂/kgC)하는 비율

6) 6단계: 새로운 배출량에 근거하여 연료별 탄소세 세수입 추정

마지막으로 탄소세 세수입은 5단계에서 추산한 이산화탄소 배출량에 탄소세 세율을 곱하여 추계하였다.

IV. 시나리오 분석결과

본 연구는 탄소세율을 1만원에서 20만원/tCO₂e으로 증가시키면서 연료 수요량, 이산화탄소 배출량, 탄소세 수입이 어떻게 변화하는지 살펴본다.

1. 연료 수요량 효과

시나리오별 에너지원별 수요량 추정치는 <표 6>에 제시된 바와 같다. 수송부문 전체 BAU 수요량은 기준전망 31.7백만 TOE이며, 정책강화 전망의 경우에는 24.1백만 TOE이다. 기준전망은 제9차 전력수급계획 등 탄소중립 전략이 반영되기 전의 전망자료인 데에 반해 정책강화 전망은 친환경차 보급계획 등 수송부문과 관련되어 공개된 정부의 탄소중립 달성을 위한 각종 정책이 반영된 전망치이다. 2030년에 별도의 가격정책을 추가하지 않은 상태에서도 정책강화 전망에서 기준전망보다 24% 더 석유류 연료 소비량이 낮은 것으로 추정되어 있다. 기준전망 수요량의 경우, 탄소세를 1만원/tCO₂e부터 20만원/tCO₂e까지 부과함에 따라 연료 수요량은 0.31백만 TOE에서부터 4.76백만 TOE까지 감소될 것으로 추정되었다. 정책강화 전망 수요량의 경우, 탄소세를 1만원/tCO₂e부터 20만원/tCO₂e까지 부과함에 따라 연료 수요량은 0.24백만 TOE에서 3.62백만 TOE까지 감소될 것으로 추산되었다. 기준전망과 정책강화 전망에 대한 탄소세 세율별 수요량 감소율은 탄력성을 기반으로 추정하기 때문에 두 전망 시나리오에서 모두 동일하게 나타난다.

유종별 수요량의 변화를 살펴보면, 탄소세 부과에 따른 수요량 감소 효과는 부탄

이 가장 크고, 그 다음으로는 휘발유, 경유 순으로 감소 효과가 크게 나타난다. 탄소세를 1만원/tCO₂e 부과할 경우, BAU 대비 부탄은 1.2%, 휘발유는 1.1%, 경유는 0.8% 수요량이 감소하는 것으로 추산되었다. 또한, 탄소세율이 증가할수록 BAU 대비 연료 수요량 감소율은 더 크게 나타나 탄소세율 20만원/tCO₂e에서는 BAU 대비 부탄은 19.1%, 휘발유는 18.1%, 경유는 13.2% 정도 수요량이 감소하는 것으로 계산되었다. 유종별 가격탄력성은 Labandeira et al.(2017)에 따라 휘발유, 부탄, 경유의 순으로 높은 것으로 나타났지만, 연료별 탄소의 단위배출량이 다르기 때문에 탄소세를 적용할 경우 부탄에서 탄소세 세전 대비 세후가격의 변화가 가장 크다. 가격탄력성을 기반으로 연료의 수요량 변화를 추정할 경우, 수요량 변화를 결정하는 요인은 크게 가격변화율과 가격탄력성으로 분해된다. 부탄은 비록 가격탄력성은 휘발유보다 낮지만 탄소세가 부과될 때의 가격변화율이 다른 유종보다 더 커서 수요량의 변화도 가장 큰 것으로 나타났다.

〈표 6〉 시나리오별 2030년 에너지원 수요량 추정치

(단위: 백만 TOE)

시나리오별 탄소세율	휘발유		경유		부탄		합계	
	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망
Baseline (BAU)	11.849	9.005	16.691	12.684	3.149	2.393	31.689	24.082
1만원/tCO ₂ e	11.716	8.903	16.553	12.580	3.110	2.363	31.379	23.846
2만원/tCO ₂ e	11.586	8.804	16.419	12.478	3.072	2.334	31.077	23.616
3만원/tCO ₂ e	11.459	8.708	16.288	12.379	3.035	2.306	30.782	23.393
4만원/tCO ₂ e	11.335	8.614	16.161	12.282	3.000	2.279	30.496	23.175
5만원/tCO ₂ e	11.214	8.522	16.037	12.188	2.965	2.253	30.216	22.963
6만원/tCO ₂ e	11.096	8.432	15.916	12.096	2.931	2.228	29.943	22.756
7만원/tCO ₂ e	10.981	8.345	15.798	12.006	2.899	2.203	29.678	22.554
8만원/tCO ₂ e	10.869	8.260	15.683	11.918	2.867	2.179	29.419	22.357
9만원/tCO ₂ e	10.759	8.176	15.570	11.833	2.837	2.156	29.166	22.165

시나리오별 탄소세율	휘발유		경유		부탄		합계	
	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망
10만원/tCO ₂ e	10.652	8.095	15.460	11.749	2.807	2.133	28.919	21.977
11만원/tCO ₂ e	10.547	8.015	15.353	11.668	2.778	2.111	28.678	21.794
12만원/tCO ₂ e	10.445	7.937	15.248	11.588	2.750	2.090	28.443	21.615
13만원/tCO ₂ e	10.345	7.861	15.145	11.510	2.722	2.069	28.212	21.44
14만원/tCO ₂ e	10.247	7.787	15.045	11.434	2.696	2.048	27.988	21.269
15만원/tCO ₂ e	10.151	7.714	14.947	11.359	2.670	2.029	27.768	21.102
16만원/tCO ₂ e	10.057	7.643	14.850	11.286	2.644	2.009	27.551	20.938
17만원/tCO ₂ e	9.965	7.573	14.756	11.214	2.619	1.991	27.34	20.778
18만원/tCO ₂ e	9.875	7.505	14.664	11.144	2.595	1.972	27.134	20.621
19만원/tCO ₂ e	9.787	7.438	14.573	11.075	2.572	1.954	26.932	20.467
20만원/tCO ₂ e	9.701	7.372	14.485	11.008	2.549	1.937	26.735	20.317

자료: 저자 작성

2. 이산화탄소 배출량 효과

탄소세 세율에 따른 2030년 수송부문 휘발유, 경유, 부탄의 이산화탄소 배출량을 추정한 결과는 <표 7>에 요약되어 있다. 2030년 수송부문 전체의 BAU 이산화탄소 배출량은 기준전망에서 8,823만tCO₂이고, 정책강화 전망에서는 6,705만tCO₂이며 이는 기준전망 배출량의 76% 수준이다. 탄소세가 1만원/tCO₂e부터 20만원/tCO₂e 까지 부과될 경우, 이산화탄소 배출량이 기준전망에서는 86만tCO₂에서 1,374만 tCO₂까지 감소하고, 정책강화 전망에서는 65만tCO₂에서부터 1,044만tCO₂까지 감소하는 것으로 나타났다. 이는 각각 BAU 대비 1.0%에서 15.6%가 감소한 배출량이다.

이산화탄소 배출량에 관한 결과를 좀 더 살펴보면, 배출량이 가장 큰 연료는 경유이며, 휘발유, 부탄 순으로 나타났다. 반면, 탄소세 과세에 따른 이산화탄소 배출량의 변화율은 부탄이 가장 크며 그 뒤 휘발유와 경유의 순으로 추정되었다. 탄소세 세율이 1만원/tCO₂e에서 20만원/tCO₂e으로 증가함에 따라 부탄에서의 이산화탄소

배출량은 BAU 대비 1.3%에서 19.1%까지 감소한다. 휘발유에서의 이산화탄소 배출량은 1.1%에서 18.1%까지, 경유에서의 이산화탄소 배출량은 0.8%에서 13.2%까지 감소하는 것으로 추산되었다. 연료별 이산화탄소 배출량은 단위소비에 대해 일정하게 발생하기 때문에 결국 연료별 소비량의 변화율만큼 이산화탄소 배출량의 변화율도 동일하게 감소된다.

〈표 7〉 시나리오별 2030년 이산화탄소 배출량 추정치

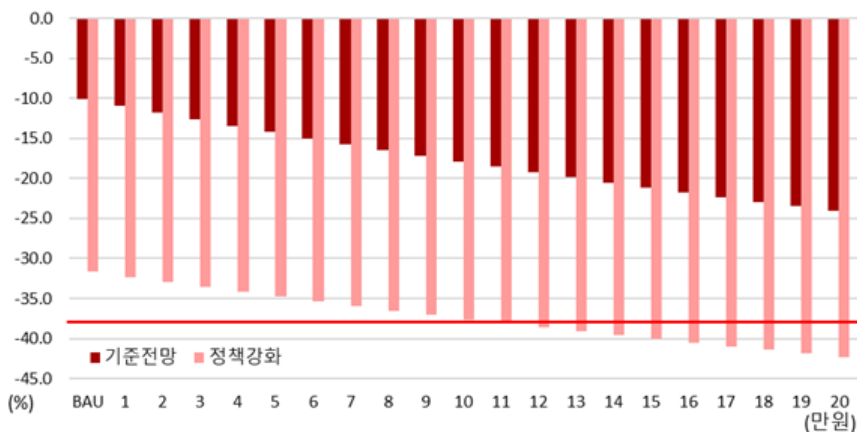
(단위: 천 tCO₂)

시나리오별 탄소세율	휘발유		경유		부탄		합계	
	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망	기준 전망	정책 강화 전망
BAU	32,739	24,879	47,495	36,094	7,999	6,078	88,233	67,052
1만원/tCO ₂ e	32,370	24,599	47,103	35,797	7,899	6,003	87,372	66,398
2만원/tCO ₂ e	32,010	24,326	46,722	35,507	7,803	5,929	86,535	65,762
3만원/tCO ₂ e	31,660	24,059	46,350	35,224	7,709	5,858	85,719	65,142
4만원/tCO ₂ e	31,318	23,799	45,988	34,949	7,619	5,790	84,925	64,538
5만원/tCO ₂ e	30,984	23,546	45,635	34,681	7,531	5,723	84,150	63,950
6만원/tCO ₂ e	30,659	23,298	45,291	34,419	7,446	5,658	83,396	63,376
7만원/tCO ₂ e	30,341	23,057	44,955	34,164	7,363	5,596	82,659	62,817
8만원/tCO ₂ e	30,031	22,821	44,627	33,915	7,283	5,535	81,941	62,271
9만원/tCO ₂ e	29,728	22,591	44,307	33,672	7,205	5,475	81,240	61,738
10만원/tCO ₂ e	29,432	22,366	43,994	33,434	7,130	5,418	80,555	61,218
11만원/tCO ₂ e	29,142	22,146	43,688	33,202	7,056	5,362	79,887	60,710
12만원/tCO ₂ e	28,859	21,931	43,390	32,975	6,985	5,308	79,233	60,213
13만원/tCO ₂ e	28,582	21,721	43,097	32,753	6,915	5,255	78,595	59,728
14만원/tCO ₂ e	28,312	21,515	42,812	32,535	6,847	5,203	77,970	59,253
15만원/tCO ₂ e	28,047	21,314	42,532	32,323	6,781	5,153	77,359	58,789
16만원/tCO ₂ e	27,788	21,116	42,258	32,115	6,716	5,104	76,762	58,335
17만원/tCO ₂ e	27,534	20,924	41,990	31,911	6,653	5,056	76,177	57,890
18만원/tCO ₂ e	27,285	20,735	41,727	31,711	6,592	5,009	75,604	57,455
19만원/tCO ₂ e	27,042	20,550	41,470	31,515	6,532	4,964	75,044	57,029
20만원/tCO ₂ e	26,803	20,368	41,217	31,324	6,474	4,920	74,495	56,612

자료: 저자 작성

한편, 지금까지의 추정결과를 바탕으로 ‘2030 NDC 상향안’의 달성 가능성도 평가해 볼 수 있다. ‘2030 NDC 상향안’에 따르면 우리나라 전체에서의 온실가스감축 목표는 2018년 대비 40%를 감소하는 것이며, 수송부문은 그보다는 낮은 2018년 대비 37.8% 감축하는 것으로 설정되어 있다. [그림 2]와 <표 8>에서 볼 수 있듯 기준전망하에서는 탄소세율을 20만원/tCO₂까지 높인다 하더라도 ‘2030 NDC 상향안’의 목표를 달성할 수 없을 것으로 나타났다. 만약 기준전망에서 ‘2030 NDC 상향안’의 수송부문 목표를 탄소세로 달성하려 한다면 탄소세율을 이산화탄소톤당 53만원 수준(52만 9,300원/tCO₂e)까지 높여야 하는 것으로 추산되었다. 정책강화 전망하에서는 탄소세율이 약 11만원/tCO₂e (보다 구체적으로는 10만 3,900원/tCO₂e) 이상 일 때 그 목표를 달성하는 것으로 나타난다. 정책강화 전망에서는 2030년 BAU에서 이미 2018년 대비 탄소 배출량이 31.6% 감축되어 있다. 정책강화 전망은 탄소중립을 지향점으로 두지만 탄소중립 목표로부터 백캐스팅(backcasting)한 것이 아니라 현 시점에서 정책과 기술을 ‘제3차 에너지기본계획’보다 추가적으로 강화할 때 도달할 수 있는 가상의 미래상이라 할 수 있다(에너지경제연구원, 2021, p.28). 따라서 정책강화 전망에서 전제하는 다양한 정책수단들과 기술개발의 효과가 탄소세 단일 정책

[그림 2] 전망별 세율별 2030년 수송부문의 2018년 대비 이산화탄소 배출량 감축률



주: 가로선은 2030 NDC 상향안에 따른 수송부문 감축목표 수준임

자료: 저자 작성

으로 시행할 경우 탄소세율 약 43만원/tCO₂e에 해당하는 상당한 효과라 할 수 있다.

〈표 8〉 시나리오별 2018년 대비 수송부문 이산화탄소 배출량 변화율 추정치

(단위: %)

시나리오별 탄소세율	휘발유		경유		부탄		합계	
	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화
BAU	22.8	-6.7	-15.0	-35.4	-14.0	-34.7	-10.1	-31.6
1만원/tCO ₂ e	21.4	-7.7	-15.7	-36.0	-15.1	-35.5	-10.9	-32.3
2만원/tCO ₂ e	20.1	-8.8	-16.4	-36.5	-16.1	-36.3	-11.8	-33.0
3만원/tCO ₂ e	18.8	-9.8	-17.1	-37.0	-17.1	-37.0	-12.6	-33.6
4만원/tCO ₂ e	17.5	-10.7	-17.7	-37.5	-18.1	-37.8	-13.4	-34.2
5만원/tCO ₂ e	16.2	-11.7	-18.4	-38.0	-19.0	-38.5	-14.2	-34.8
6만원/tCO ₂ e	15.0	-12.6	-19.0	-38.4	-20.0	-39.2	-15.0	-35.4
7만원/tCO ₂ e	13.8	-13.5	-19.6	-38.9	-20.8	-39.8	-15.7	-36.0
8만원/tCO ₂ e	12.6	-14.4	-20.2	-39.3	-21.7	-40.5	-16.5	-36.5
9만원/tCO ₂ e	11.5	-15.3	-20.7	-39.8	-22.5	-41.1	-17.2	-37.1
10만원/tCO ₂ e	10.4	-16.1	-21.3	-40.2	-23.4	-41.8	-17.9	-37.6
11만원/tCO ₂ e	9.3	-16.9	-21.8	-40.6	-24.1	-42.4	-18.6	-38.1
12만원/tCO ₂ e	8.3	-17.7	-22.4	-41.0	-24.9	-42.9	-19.2	-38.6
13만원/tCO ₂ e	7.2	-18.5	-22.9	-41.4	-25.7	-43.5	-19.9	-39.1
14만원/tCO ₂ e	6.2	-19.3	-23.4	-41.8	-26.4	-44.1	-20.5	-39.6
15만원/tCO ₂ e	5.2	-20.1	-23.9	-42.2	-27.1	-44.6	-21.1	-40.1
16만원/tCO ₂ e	4.2	-20.8	-24.4	-42.6	-27.8	-45.1	-21.8	-40.5
17만원/tCO ₂ e	3.3	-21.5	-24.9	-42.9	-28.5	-45.6	-22.3	-41.0
18만원/tCO ₂ e	2.3	-22.2	-25.4	-43.3	-29.1	-46.1	-22.9	-41.4
19만원/tCO ₂ e	1.4	-22.9	-25.8	-43.6	-29.8	-46.6	-23.5	-41.9
20만원/tCO ₂ e	0.5	-23.6	-26.3	-44.0	-30.4	-47.1	-24.1	-42.3

주: 합계에서 변화율이 진하게 표시된 부분은 ‘2030 NDC 상향안’의 수송부문 목표를 달성한 경우임

자료: 저자 작성

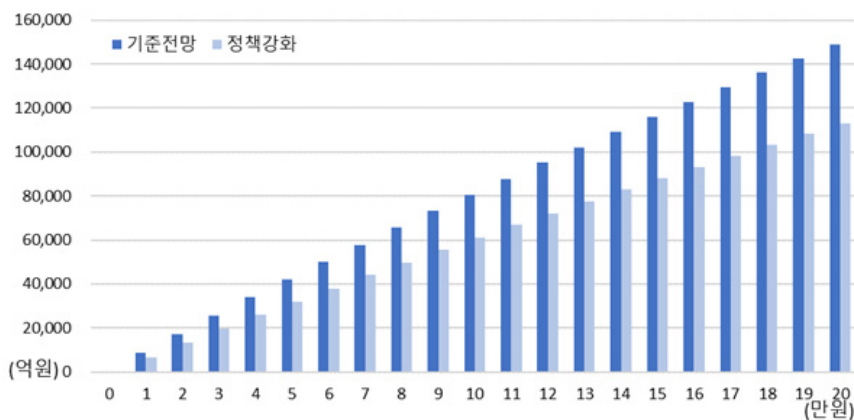
또한, 기준전망에서는 탄소세율이 20만원/tCO₂e 부과될 때 이산화탄소 배출량이 BAU 대비 14%p 감축되는 것으로 나타났으나, 정책강화 전망의 경우에는 동일한

탄소세율로 BAU 대비 10.7%p 감축되는 데에 그친다. 이러한 결과들을 종합해볼 때 수송부문의 탄소저감을 위해 세제 이외의 다른 제도 역시 중요한 역할을 하고 있음을 보여준다. 즉, 수송부문에서 탄소세의 이산화탄소 배출량 감소 효과는 제한적일 수 있다는 것이다. 또한, 이미 다른 정책수단으로 탄소저감이 이루어지는 상황에서 탄소세를 추가하는 것의 효과는 그리 크지 않을 수 있다. 따라서, 수송부문에서 탄소세만으로 온실가스 감축목표를 달성하는 것은 사실상 어려우며, 직접규제나 기타 저감을 위한 정책수단을 적극적으로 활용하면서 그 일부로서 탄소세의 도입은 고려할 수 있으나 그 저감효과는 제한적임을 정책입안자들은 이해할 필요가 있다. 이것은 비탄력적인 소비품에 대한 가격정책이 효과가 크지 않음을 보여주는 것이기도 하며, 동시에 ‘2030 NDC 상향안’이 현실적으로 달성하기 상당히 어려운 목표임을 재확인해 주는 것이기도 하다.

3. 탄소세 수입 효과

시나리오별 탄소세 세수 추계 결과는 [그림 3]과 <표 9>에 제시된 바와 같다. 그 결과를 살펴보면, 탄소세율이 증가할수록 탄소세 수입은 증가하며, 기준전망의 수입

[그림 3] 전망별 세율별 2030년 수송부문 탄소세 수입 추산결과



자료: 저자 작성

증가분은 정책강화 전망의 경우와 비교하여 크게 나타난다. 기준전망의 경우 탄소세율이 1만원/tCO₂e에서 20만원/tCO₂e으로 증가함에 따라 탄소세 수입은 0.9조원에서 14.9조원으로 증가할 것으로 추계된다. 정책강화 전망의 경우에는 세수입이 0.6조원에서 11.3조원으로 증가하는 것으로 예상된다. 정책강화 전망에서 기준전망보다 동일 세율에서 탄소세 세수가 더 작은 이유는 정책강화 전망에서 연료 소비의 변화량이 더 작기 때문이다. 본 연구에서 연료별로 동일한 세율을 적용하면 연료 소비량의 변화율은 같지만 BAU 소비량이 정책강화 전망에서 더 낮기 때문에 변화량도 더 낮게 추산된다.

유종별로는 기준전망과 정책강화 전망 모두 수송부문의 탄소세 수입 중 경유의 수입 비중이 가장 높으며, 다음으로 휘발유와 부탄의 순으로 나타났다. 탄소세율 1만원/tCO₂e에서는 전체 탄소세 세입 중 경유가 53.9%를 차지하고, 휘발유는 37.0%, 부탄은 9.0%를 차지하는 것으로 추산되었다. 탄소세율이 20만원/tCO₂e로 증가할 경우, 경유에서의 세수입은 6.3조원까지 증가하고 전체 탄소세 세입에서의 비중도 세율이 1만원/tCO₂e일 때보다 1.3%p 증가한다. 반면, 휘발유와 부탄은 세수입이 각각 4.1조원, 1.0조원까지 증가하지만, 전체 탄소세 세입에서의 비중도 세율이 1만원/tCO₂e일 때보다 각각 1.0%p와 0.3%p 감소한다.

〈표 9〉 시나리오별 에너지원 탄소세 세수

(단위: 억원)

시나리오별 탄소세율	휘발유		경유		부탄		합계	
	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화
BAU	0	0	0	0	0	0	0	0
1만원/tCO ₂ e	3,237	2,460	4,710	3,580	790	600	8,737	6,640
2만원/tCO ₂ e	6,402	4,865	9,344	7,101	1,561	1,186	17,307	13,152
3만원/tCO ₂ e	9,498	7,218	13,905	10,567	2,313	1,758	25,716	19,543
4만원/tCO ₂ e	12,527	9,520	18,395	13,980	3,048	2,316	33,970	25,815
5만원/tCO ₂ e	15,492	11,773	22,817	17,340	3,766	2,861	42,075	31,975
6만원/tCO ₂ e	18,395	13,979	27,174	20,652	4,468	3,395	50,037	38,026
7만원/tCO ₂ e	21,239	16,140	31,468	23,915	5,154	3,917	57,862	43,972

시나리오별 탄소세율	휘발유		경유		부탄		합계	
	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화	기준전망	정책강화
8만원/tCO ₂ e	24,025	18,257	35,702	27,132	5,827	4,428	65,553	49,817
9만원/tCO ₂ e	26,755	20,332	39,876	30,304	6,485	4,928	73,116	55,564
10만원/tCO ₂ e	29,432	22,366	43,994	33,434	7,130	5,418	80,555	61,218
11만원/tCO ₂ e	32,056	24,360	48,057	36,522	7,762	5,898	87,875	66,781
12만원/tCO ₂ e	34,631	26,317	52,068	39,570	8,381	6,369	95,080	72,256
13만원/tCO ₂ e	37,157	28,237	56,027	42,578	8,989	6,831	102,173	77,646
14만원/tCO ₂ e	39,636	30,121	59,936	45,549	9,586	7,284	109,158	82,954
15만원/tCO ₂ e	42,070	31,970	63,798	48,484	10,171	7,729	116,039	88,183
16만원/tCO ₂ e	44,460	33,786	67,613	51,383	10,746	8,166	122,819	93,336
17만원/tCO ₂ e	46,807	35,570	71,383	54,248	11,311	8,595	129,501	98,414
18만원/tCO ₂ e	49,113	37,322	75,109	57,080	11,866	9,017	136,088	103,419
19만원/tCO ₂ e	51,379	39,044	78,792	59,879	12,411	9,432	142,583	108,355
20만원/tCO ₂ e	53,606	40,737	82,435	62,648	12,948	9,839	148,989	113,224

자료: 저자 작성

4. 민감도 분석

본 절에서는 탄소세 도입효과 분석결과의 민감도를 살펴보기 위해 가격탄력성을 조정하였을 때의 결과를 비교하고자 한다. 지금까지의 시나리오 분석이 Labandeira et al.(2017)의 가격탄력성 추정치를 기초로 하고 있어 국내 연료별 수요의 가격탄력성이 이와 다를 가능성을 감안하여 가격탄력성이 더 낮은 경우와 높은 경우를 추가로 분석하였다. 국내에서 수행된 연료별 가격탄력성 수치는 연구에 따라 다양하게 나타나고 있다. 휘발유의 가격탄력성은 -0.20(조용찬 외, 2021), -0.251(이동규 외, 2017), -0.426(박용덕·마용석, 2007), -0.469(김영덕, 2007), -0.371~-0.771(최도영 외, 2011), -0.811(한민석 외, 2019), -1.548(김민성·김성수, 2011) 등으로 추정되었다. 경유의 경우, -0.139(김영덕, 2007), -0.284~-0.567(최도영 외, 2011), -0.336~-0.672(이동규 외, 2017), -0.955(박용덕·마용석, 2007), -1.073(한민석 외, 2019), -1.085(김민성·김성수, 2011), -1.93(조용찬 외, 2021) 등으로 추정되었다. 특히, 경유는 연

구에 따라 경유화물차의 연료 수요를 포함하느냐에 따라 편차가 상당히 크게 나타나고 있다. 부탄의 경우는 상대적으로 가격탄력성을 추정한 연구가 적었는데 이는 그동안 부탄 연료를 사용하는 자동차는 운전자가 특정한 조건을 만족해야 하는 등 자료를 확보하는 데 제약이 있었기 때문으로 보인다. 대표적인 추정결과는 -0.076(박용덕·마용석, 2007), -0.206(이동규 외, 2017), -0.422(이승재 외, 2012) 등이 있다. 이에 본 연구에서는 특정한 선행연구의 결과를 따르기보다는 Labandeira et al.(2017)의 가격탄력성 추정치를 $\pm 30\%$ 조정한 수치를 정책강화 전망에 대하여 적용하여 결과를 비교하였다(<표 10> 참조).

〈표 10〉 민감도 확인을 위해 적용한 연료별 수요의 가격탄력성

	30% 감소된 탄력성	기본 탄력성	30% 증가된 탄력성
휘발유	-0.54	-0.77	-1.00
경유	-0.31	-0.44	-0.57
부탄	0.42	-0.60	-0.78

주: 기본 탄력성은 Labandeira et al.(2017)의 추정치임

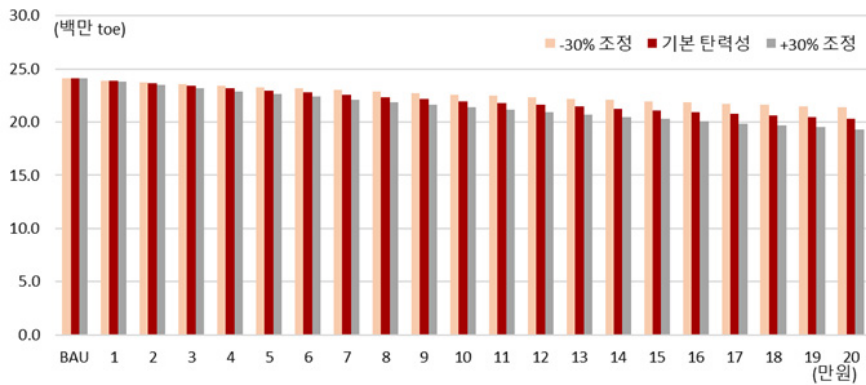
자료: 저자 작성

그 결과는 [그림 4]~[그림 6]으로 요약할 수 있다. 먼저, 연료별 수요량은 탄소세율이 20만원/tCO₂e일 때 가장 격차가 벌어지지만 그 격차는 기본 탄력성 기준에서보다 ± 1 백만 TOE 가량으로 $\pm 5\%$ 선에 불과한 것으로 나타났다. 마찬가지로 수송부문 연료 소비에 따른 이산화탄소 배출량도 탄소세율이 20만원/tCO₂e일 때 $\pm 5\%$ 정도만 바뀌는 것으로 추산되었다. 가격탄력성이 30% 증가하면 배출량은 4.9% 감소하고, 가격탄력성이 30% 감소하면 배출량은 5.2% 증가한다.

‘2030 NDC 상향안’을 달성하기 위한 탄소세 세율은 가격탄력성이 30% 증가하면 8만원/tCO₂e대까지 하락하지만, 가격탄력성이 30% 감소하면 16만원/tCO₂e대까지 높아져야 한다. 정책강화 전망의 BAU에서 이미 2018년 대비 온실가스 배출량이 31.6% 감축되는 것으로 예상되고 있기에 결국 ‘2030 NDC 상향안’ 수송부문 목

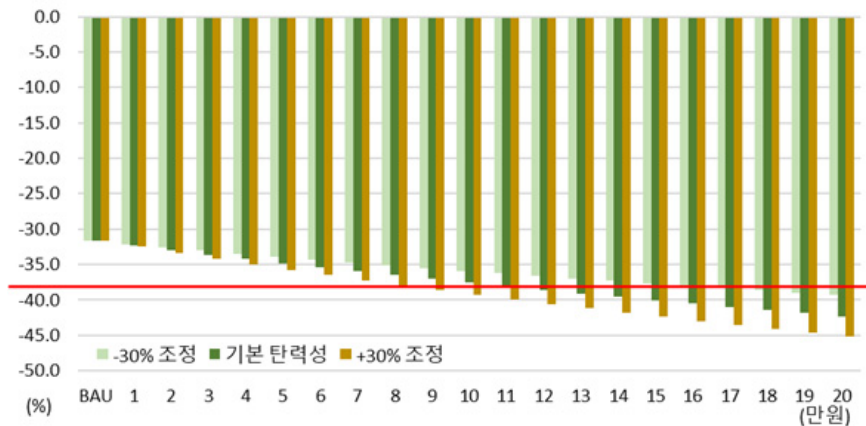
표인 37.8% 감축률 도달에 추가로 필요한 6.2%p를 탄소세로 유도하기 위해서는 적어도 8만원/tCO₂e 수준의 세율이 요구됨을 보여준다. 연료 수요가 가격에 비탄력적일수록 세율은 훨씬 더 높아져야 한다.

[그림 4] 탄력성별 세율별 2030년 수송 부문 총 에너지 수요량 추정치 비교



자료: 저자 작성

[그림 5] 탄력성별 세율별 2030년 수송부문 탄소감축률 추산결과 비교

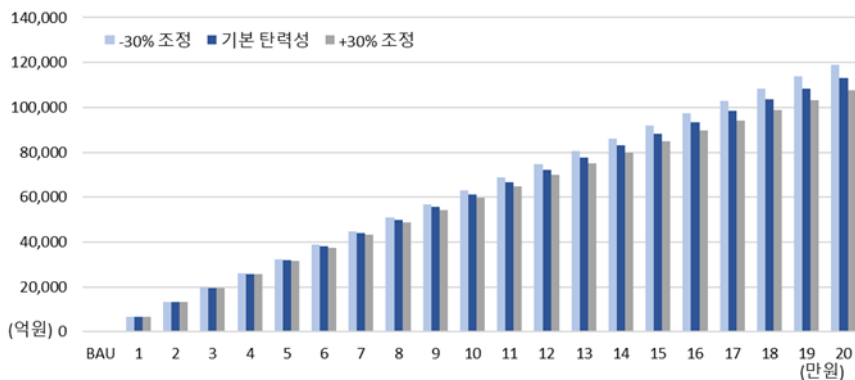


주: 가로선은 2030 NDC 상향안에 따른 수송부문 감축목표 수준임

자료: 저자 작성

탄소세 세수입도 이산화탄소 배출량에 의해 결정되기 때문에 동일한 세율에서 가격탄력성의 $\pm 30\%$ 변화에 수요량이나 배출량과 마찬가지로 세수입도 5% 정도의 변화만 예상된다. 가격탄력성이 30% 감소한다면 탄소세율 20만원/tCO₂e에서 기본 탄력성에서보다 6천억원 정도 증가한 11.9조원으로 증가하는 것으로 계산되었다. 반면 가격탄력성이 30% 증가한다면 같은 세율에서 5천억원 정도 감소한 10.8조원으로 감소할 것으로 추산된다. 결국 가격탄력성이 $\pm 30\%$ 씩 바뀌면 30% 감소된 가격 탄력성과 30% 증가된 가격탄력성 사이는 1.86배 차이이기 때문에 상당히 큰 차이로 볼 수 있지만 그에 따른 연료 수요량이나 이산화탄소 배출량, 탄소세 세수입 차이는 10% 정도로 제한적임을 확인할 수 있다.

[그림 6] 탄력성별 세율별 2030년 수송부문 탄소세수입 추산결과 비교



자료: 저자 작성

V. 결 론

본 연구는 수송부문에 탄소세를 도입할 경우 그 효과에 대하여 연료별 수요량, 이산화탄소 배출량, 탄소세 세수입을 중심으로 추정하였다. 수송부문(휘발유, 경유, 부

탄)에 대해 탄소세를 1만원~20만원/tCO₂e까지 부과할 경우, 2030년 BAU 대비 전체 연료 수요량은 1.0~15.6% 감소하는 것으로 추정되었다. 그에 따른 수송부문의 이산화탄소 배출량도 1.0~15.6% 가량 감소할 것으로 예상된다. 탄소세 세수입은 기준전망의 경우 8,737억원~14조 8,989억원 수준으로 확보되고, 정책강화 전망의 경우 6,640억원~11조 3,224억원 수준이 될 것으로 추산되었다. 또한, 본고의 시나리오 분석은 연료별 수요의 가격탄력성을 30% 증감시키고 재분석하여도 크게 결과가 바뀌지 않는 것으로 나타났다.

특히, ‘2030 NDC 상향안’의 수송부문 감축목표인 2018년 대비 37.8% 감축률을 탄소세로 도달하기 위해서는 기준전망의 경우 53만원/tCO₂e 가깝게 세율을 부과해야 한다. 현실적으로 이산화탄소톤당 50만원이 넘는 세율을 부과한다는 것은 기대하기 어렵기 때문에 이는 실질적으로 탄소세만으로는 저감목표에 도달하기 매우 어려움을 의미한다. 정책강화 전망의 경우에는 탄소세율을 약 11만원/tCO₂e 이상 부과해야 목표를 달성할 수 있는 것으로 나타난다. 현행 유류세가 적지 않은 수준임에도 현재의 유류세는 그대로 유지한 상태에서 추가적으로 이산화탄소톤당 10만원을 넘는 세부담이 얹혀지는 것이기 때문에 이 또한 실제로 부과하기에 상당히 부담되는 금액이라 할 수 있다. 오히려 정책강화 전망에서는 2030년 BAU가 이미 2018년 대비 31% 이상 배출감축을 실현할 것으로 예상하고 있는 점에서 가격부담 이외의 정책혼합의 효과가 더 크게 작용할 수 있음을 보여주고 있다.

이러한 결과를 미루어볼 때, 수송부문에서는 탄소세가 탄소저감효과를 크게 기대하기에는 효과적인 수단이라고 말하기는 어려워 보인다. 이는 기본적으로 수송부문의 연료에 대한 수요가 비탄력적인 데에서 기인한다고 볼 수 있다. 우리나라는 온실가스 배출권거래제가 상당히 광범위하게 시행되고 있어 이중부담을 배제하는 방향으로 정책을 수립할 경우 탄소세는 도입하더라도 수송을 포함한 일부 부문에 제한될 것으로 보인다. 그뿐 아니라 현행 에너지 관련 제세부담금의 대부분이 수송부문에 대한 것이어서 수송부문에 탄소세를 도입하더라도 현재의 세부담에서 크게 부담을 추가하기 부담스러운 정책여건을 가지고 있다. 즉, 국내에 탄소세를 도입할 경우, 탄소배출 전반에 과세하기도 어려우며 현행 세제와 대비할 때 추가적인 세부담을 크게

부과시키는 방향으로 제도를 설계하기도 어려운 상황이다.

이러한 상황과 본고의 시나리오 분석결과를 결합하면, 우선 ‘2030 NDC 상향안’은 도달하기 상당히 어려운 목표임을 재확인할 수 있다. 또한, 그래도 온실가스 감축을 위해서는 탄소세를 단독으로 활용하기보다는 다양한 정책수단을 혼합하여 사용하는 과정에서 일정 부분 감축효과를 보완하는 목적으로 고려하는 것이 적절해 보인다. 마지막으로, 정책강화 전망에서 수송부문의 ‘2030 NDC 상향안’을 달성하기 위해서는 탄소세 세율이 10만원/tCO₂e을 넘어야 한다고 예상하였는데 이때의 세수입은 대략 6조원대로 추산된다. 이것은 현행 수송부문에 대한 국세수입의 절반 정도 수준이다. 이때 해당 세수를 어떻게 활용하느냐가 중요한 문제가 될 것이다. 본고의 시나리오에서는 세수활용에 의한 추가적인 온실저감효과는 고려하지 않았으나, 탄소세 세수입을 온실가스 저감활동에 적극적으로 투입할 경우 온실가스 저감은 가속화될 수 있고 온실가스 저감에 따른 부담도 완화시킬 수 있다. 예를 들어, 탄소세로는 탄소가격을 반영시키고, 세수입으로는 저감활동부문에 소득지원을 한다면 가격왜곡을 최소화하면서 온실가스 감축에 따른 부담도 완화시킬 수 있다. 다만, 해당 세입을 일반 복지의 재원으로 활용하는 것은 주의해야 할 것으로 보인다. 탄소세는 탄소중립화되는 과정에서 도입 이후 시간이 갈수록 그 세수가 감소할 것이다. 따라서 중장기적으로 지속될 복지정책의 안정적인 세원이 되기에는 변동성이 클 것이며, 해당 세입은 에너지 대전환의 시기에 저감부담이 큰 경제주체들을 지원하기에도 충분치 않을 것이기 때문이다.

본고는 수송부문에 탄소세를 도입하는 것이 탄소감축에 얼마나 효과적인지를 살펴 펴보고자 연료별 가격탄력성에 기반하여 부분균형분석을 진행하였다. 따라서 일반 균형분석과 비교할 때 타 부문과의 연계효과를 고려하지 못하였다는 방법론적인 한계는 피할 수 없다. 또한, 비록 World Bank(2020)에서 연료별 교차탄력성은 크지 않다고 설명하였으나, 전기차 보급정책과 탄소세가 맞물릴 경우 내연기관차의 전기차로의 대체가 더 활발해질 수 있다는 점에서 본고의 탄소감축효과에 대한 결과는 과소추정되었을 가능성이 있다. 에너지경제연구원(2021)의 장기 에너지 수요전망에서 추정된 정책강화 시나리오에서는 탄소중립을 지향하는 수송부문의 정책도 반영하였다는 점에서 일정 부분 전기차 등 무공해차 보급정책 효과를 포함하였다고 말할

수 있다. 그러나 무공해차 보급정책과 탄소세의 결합효과를 명시적으로 분석하지 못한 것도 본 연구가 가지는 한계이다. 본고에 내재된 방법론적인 한계와 본고에서 다루지 못한 탄소세 세수입에 대한 구체적인 활용방안별 추가효과 등은 향후 후속연구에서 발전시키기를 기대한다.

접수일(2022년 9월 14일), 수정일(2022년 9월 26일), 게재확정일(2022년 9월 26일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 김민성·김성수(2011). “수송용 휘발유와 경유 수요의 가격 및 소득 탄력성 추정.” 환경노동 50 : 159-182.
- 김성균·이지웅(2016). “온실가스 감축 정책의 지역별 파급효과: 탄소세를 중심으로.” 환경정책 24(2) : 137-171.
- 김승래(2021). “탄소세 도입방안의 파급효과 및 성과 분석-과세대상 범위의 비교를 중심으로.” 재정정책논집 23(3) : 51-99.
- _____ (2012). “녹색성장을 위한 세제개편의 동태적 일반균형효과: 탄소세 도입을 중심으로.” 재정학연구 5(2) : 1-26.
- 김신언(2022). “기본소득형 탄소세의 과세논리와 타당성 검토.” 세무와 회계 연구 11(1) : 5-42.
- 김영덕(2007). “석유수요와 탄력성의 변화.” KEEI ISSUE PAPER 1(7).
- 박경원·강성원(2020). “에너지 세제 개편의 경제효과 분석: 에너지 부문의 상류탄소세와 하류탄소세에 대하여.” 환경정책 28(2) : 49-77.
- 박용덕·마용선(2007). “수송용 석유류 조세체계 현황과 적정개편 방향.” 에너지경제연구 6(2) : 257-287.
- 산업통상자원부(2022). 산업·통상·자원 주요통계.
- 에너지경제연구원(2021). 2020년 장기 에너지 전망 보고서.
- _____ (2020). 에너지통계연보.
- 온실가스종합정보센터(2020). 2020년 국가 온실가스 인벤토리 보고서.
- 이동규·정준환·조철근·임재규·김주영·한진석·이창훈(2017). 수송용 에너지 상대가격 합리적 조정방안 연구. 세종 : 한국조세재정연구원.
- 이승재·한종호·유승훈(2012). “수송용 LPG 수요함수의 추정 및 활용.” 에너지공학 21(3) : 301-308.
- 이중교(2018). “탄소세 및 배출권의 국경조정에 대한 주요 법리적 쟁점 검토.” 환경법과

- 정책 20 : 127-157.
- 임재규·김정인(2003). “온실가스 감축을 위한 배출권거래제와 탄소세의 정책혼합 효과 분석.” 자원·환경경제연구 12(2) : 245-274.
- 전호철(2017). 전기자동차 보급에 따른 지역간 오염물질 및 온실가스 배출 영향 분석. 세종 : 한국환경정책·평가연구원.
- 정현식·이성욱(2007). “SGM_Korea 모형을 이용한 탄소세의 이산화탄소 배출저감 효과 분석.” 자원·환경경제연구 16(1) : 129-169.
- 조용찬·김원년·제상영(2021). “QUAIDS 모형을 이용한 휘발유와 경유의 탄력성 추정.” Journal of the Korean Data Analysis Society 23(3) : 1143-1152.
- 최도영·김영덕·박민수(2011). 에너지 수요의 가격 및 소득탄력성에 관한 연구. 울산 : 에너지경제연구원.
- 한민석·전재완·제상영(2019). “휘발유 및 경유의 수요탄력성 추정에 관한 연구: 수요체계적 접근.” Journal of the Korean Data Analysis Society 21(5) : 2453-2464.
- EPA 2016. Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866.
- IEA 2020. Energy Prices and Taxes for OECD Countries.
- IMF 2019a. Fiscal Report: How to Mitigate Climate Change.
- _____ 2019b. Fiscal Policies for Paris Climate Strategies.
- _____ 2014. Getting Energy Prices Right.
- IPCC 2018. Special Report: Global Warming of 1.5°C.
- _____ 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency. Japan.
- IWG 2021. Technical Support Document: Social Cost of Carbon, Methane, and Nitrous Oxide Interim Estimates under Executive Order 13990.
- Labandeira, X., Labeaga, J. M., Lopez-Otero, X. 2017. “A meta-analysis on the price elasticity of energy demand.” Energy Policy 102 : 549-568.

World Bank 2021. State and Trends of Carbon Pricing 2021.

_____ 2020. A Simple Methodology for Calculating the Impact of a Carbon Tax.

MTI Global Practice, Discussion Paper No.23.

국가법령정보센터 (<http://www.law.go.kr>)

한국석유공사 페트로넷 (<https://www.petronet.co.kr>)

KRX 배출권시장 정보플랫폼 (<https://ets.krx.co.kr/contents/ETS/03/03010000/ETS03010000.jsp>)

World Bank - Carbon Pricing Dashboard

(https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)

ABSTRACT

The Effects of Carbon Tax on the Transport Sector in Achieving the National Greenhouse Gas Reduction Goals by 2030*

Donggyu Yi** and Sung Hoon Kang***

This study examines whether carbon tax in the transport sector plays an important role as a means of achieving the 2030 Nationally Determined Contribution (NDC). To do so, we apply the method of World Bank(2020) to the energy outlook data from the long-run energy demand outlook from the Korea Institute of Energy Economics. We find evidence that if carbon taxes are imposed on the transport sector (gasoline, diesel, butane) by 10,000 to 200,000 won/tCO₂e, the total fuel demand and carbon emissions will decrease by 1.0 to 15.6% compared to BAU in 2030. In particular, it was analyzed that to achieve the emission reduction goal in the transport sector by 2030, carbon tax rates should be about 530,000 won/tCO₂e under the standard outlook, and 100,000 won/tCO₂e under the net zero outlook. These results suggest that using carbon taxes alone is difficult to achieve the greenhouse gas reduction goal in the transport sector, and instead, it is desirable to introduce carbon taxes as a supplementary policy means as a part of various mixed policies other than price burdens.

Key Words : carbon tax in the transport sector, 2030 NDC, World Bank methodology

* This paper is a revised and supplemented version of the research, funded by National Assembly Budget Office, titled "A Study on the Energy Tax Reform in Achieving the National Greenhouse Gas Reduction Goals."

** Assistant Professor, Department of Economics, University of Seoul (main author), dgyi77@uos.ac.kr

*** Associate Professor, Department of Policy Studies, Hanyang University (corresponding author), shkang7@hanyang.ac.kr