

2024-02 한국은행 부산본부

지역 산업구조를 고려한 시나리오별 탄소세 파급영향 분석

2024. 11

윤동근¹⁾, 김하영²⁾

1) 연세대학교 도시공학과 교수
2) 한국은행 부산본부 기획금융팀 과장

<차 례>

I. 서론	
1. 연구 배경 및 필요성	3
2. 연구 목적	5
3. 연구 범위 및 체계	5
II. 선행연구 검토	
1. 탄소세 및 탄소배출권 거래제	9
2. 탄소세 정책 도입 현황	11
3. 탄소세 부과에 따른 경제적 파급영향 분석	19
III. 산업군별 탄소 배출량 현황 분석	
1. 전국 산업군별 탄소 배출량 현황 분석	21
2. 부산광역시 산업군별 탄소 배출량 현황 분석	24
3. 소결	26
IV. 탄소세 시나리오	
1. 탄소세 책정 기준	27
2. 탄소세 부과 시나리오	28
V. 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석	
1. 산업연관분석	31
2. 경제적 파급영향 분석 모형	32
3. 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석	37
4. 특화 산업 분석 기반 경제적 파급영향 비교분석	52
5. 소결	54
VI. 경제적 파급영향 완화를 위한 정책적 제안 및 시사점	
1. 국외 탄소세 시행에 따른 정책적 지원 사례	56
2. 부산광역시 경제적 파급영향 완화를 위한 정책 제안	58
VII. 결론	62

〈 요약 〉

본 연구는 탄소세 적용에 따른 산업별 경제적 파급영향을 분석하기 위하여 여러 시나리오를 통해 전국 및 부산지역에 탄소세를 적용하였으며, 각 시나리오에 대한 산업 단위의 생산비용 상승률, 생산액 감소율, 부가가치 감소율을 산정하였다. 이러한 분석을 통해 탄소세 부과에 따른 경제적 파급영향 완화를 위한 정책적 대안 및 시사점을 제시하고자 하였다.

탄소세는 탄소의 배출량을 기준으로 단위 배출량 당 일정 수준의 세금을 부과하는 정책으로, 1990년 핀란드에서 처음 시작되어 2023년 기준 22개국이 전국 단위로 탄소세를 부과하고 있다. 산업별로 탄소 배출량이 다르며, 탄소세가 미치는 영향 역시 산업 특성에 따라 달라지기 때문에 탄소세 부과 시, 탄소 배출량을 고려하여 부과 대상이 되는 산업군을 설정할 필요가 있다. 부산시의 경우, 제조업과 운수업의 탄소 배출량이 가장 높은 것으로 나타났다. 제조업은 제조 공정 과정에서 대량의 에너지를 소비하고 있으며, 운수업에서는 화석연료 기반의 운송수단과 장거리 운송의 빈도 증가로 인한 에너지 소비가 높기에 이러한 결과가 도출된 것으로 보인다.

본 연구는 탄소 배출량이 가장 높은 산업군인 제조업과 운수업 각각에 탄소세를 부과하는 시나리오와 모든 산업군에 탄소세를 부과하는 세 가지 시나리오를 토대로 전국 및 부산시의 31개 산업군을 대상으로 산업연관분석을 수행하였다. 국내에서는 탄소배출권거래제만을 도입하고 있기 때문에 탄소세를 시행하고 있는 타 국가들 중 한국과 경제 규모가 유사한 국가들의 평균 탄소세액을 벤치마킹하여 적용하였다. 본 연구의 대상이 전국 및 부산시의 개별 산업이므로, 산업의 생산성 및 수익성과 직접적으로 연계되어 있는 개념인 생산비용, 생산액, 부가가치의 변화를 경제적 파급영향에 대한 주요 지표로 설정하였다. 또한 경제적 파급영향 분석 시 직접피해는 탄소세 부과 대상이 되는 산업군의 생산비용 상승률, 생산액 및 부가가치 감소율로 정의하였으며, 간접피해는 부과 대상 산업군을 제외한 타 산업군의 생산비용 상승률, 생산액 및 부가가치 감소율로 정의하였다.

분석 결과, 전국 단위에서는 제조업, 광업, 운수업 관련 산업군이 생산비용, 생산액, 부가가치의 모든 측면에서 가장 큰 경제적 파급영향을 받는 것으로 나타난 반면, 부산시에서는 서비스업 관련 산업군이 모든 측면에서 가장 큰 경제적 파급영향을 받는 것으로 분석되었다. 특히 입지계수를 통해 산정한 부산시의 지역 특화 산업이 대부분 서비스업에 해당하는 것으로 미루어 보아, 탄소세 부과

에 따른 경제적 타격이 지역의 경제에서 가장 큰 비중을 차지하는 지역 특화 산업으로 집중된다는 점을 도출하였다.

나아가 탄소세 시나리오1·2에서는 제조업과 운수업에만 탄소세를 부과하였으나, 부산시의 경우 탄소세가 부과되지 않은 산업군에서 경제적 과급영향이 더 크게 나타나 탄소세 부과로 인한 직접피해보다 간접피해가 더욱 크다는 점을 확인하였다. 예를 들어, 탄소세를 운수업에 부과하였을 때(시나리오 2), 생산비용 상승으로 인한 운수업의 직접피해액은 약 1,618억 800만 원이었으나, 운수업을 제외한 타 산업의 총 피해는 약 1조 570억 3,600만 원으로, 간접피해가 직접피해보다 약 6.5배 더 큰 값을 보였다.

본 연구의 정책적 시사점은 다음과 같다. 우선 부산시에서 탄소세 부과로 인해 생산비용이 가장 크게 증가한 산업군은 도매 및 소매업(1.4160%), 금융 및 보험업(1.2556%), 운수업(1.1707%), 부동산업(1.1552%)이었다. 그 중 금융 및 보험업과 부동산업은 탄소 배출량이 상대적으로 낮은 산업군이며 운수업을 제외한다면 직접적인 탄소세 부과 대상이 아니었으므로, 탄소 저감 설비와 같은 지원보다는 보조금 및 세제 감면 등의 단기적인 재정 지원정책이 필요할 것으로 보인다. 생산액이 가장 크게 감소한 산업군으로는 도매 및 소매업(2.4196%), 운수업(2.3016%), 금융 및 보험업(2.0014%)이 도출되었다. 금융 및 보험업을 제외한 두 산업 모두 탄소 배출량이 높은 산업군이기, 중장기적으로 탄소저감에 필요한 조치를 이행할 수 있도록 하는 정책과 생산액 감소로 인하여 발생하는 갑작스러운 경제적 충격을 완화할 수 있는 단기적인 정책이 함께 도입될 필요가 있다. 마지막으로 부가가치 감소율이 가장 큰 산업군은 도매 및 소매업(1.9945%), 운수업(1.6004%), 금융 및 보험업(1.5767%)이었다. 부가가치에 대한 감소율이 큰 산업군에 대해서는 기존의 부가가치세를 감면하는 정책이나, 연구개발에 대한 보조금을 지원함으로써 각 산업군에서 창출되는 부가가치를 증가시키는 정책을 고려할 수 있다.

본 연구에서 수행한 부산시 내에서의 경제적 과급영향에 대한 분석 외에도, 부산시에서 탄소세를 시행하게 된다면 타 지역에도 경제적 영향이 과급되어 나타날 가능성이 있기에 향후 특정 지역의 탄소세 시행에 따른 지역 간의 경제적 과급영향을 산정하는 연구를 수행할 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 탄소세액 설정을 위해 경제 규모가 유사한 타 국가를 벤치마킹하였으나, 추후 한국의 경제적 구조를 세분화하여 적절한 탄소세액 및 부과대상을 설정하는 것이 중요할 것이다.

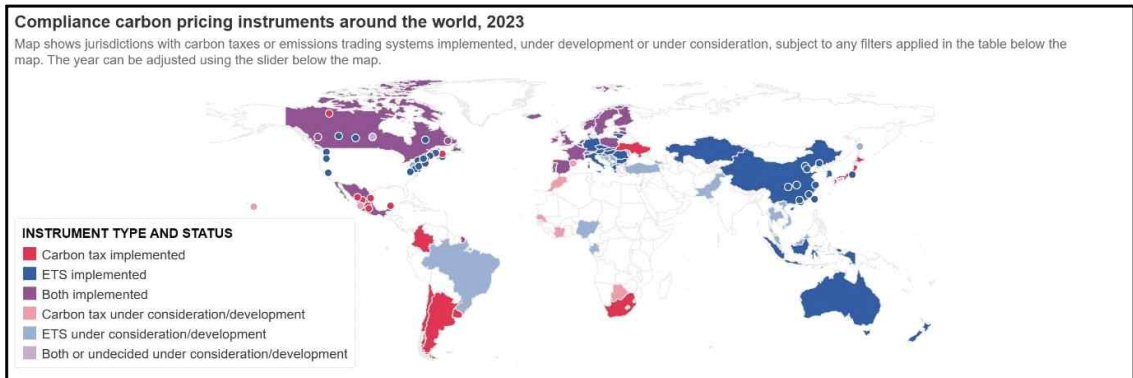
1. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

전 세계적으로 기후변화의 심각성이 강조되고 있으며, 기후변화를 가속화시키는 주요 요인인 탄소배출 감축에 대한 중요성 또한 강조되고 있다. 유엔재해경감사무국(UNDRR)에 따르면, 이상기후 현상의 약 75%가 탄소배출과 관련되어 있으며, 탄소배출은 자연재해와 이상기후 발생 빈도 증가에 직접적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(UNDRR, 2023). 이에 따라 많은 국가들이 2050년까지 탄소중립을 실현하기 위해 국가적 차원에서 다양한 정책적 노력을 기울이고 있으며, 국제 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)나 파리 기후협정 등을 통해 국제사회 전반에서 탄소배출 감축을 위해 노력하고 있다. 탄소 배출을 저감하기 위해 탄소 배출원에 대한 다양한 규제 정책이 실행되고 있으며, 저탄소경제로의 전환 등이 이루어지고 있다. 국내에서도 2030년까지 2018년 대비 온실가스 배출량 40% 감축 및 2050년 탄소중립을 목표로 2021년 「탄소중립기본법」을 제정하였으며, 탄소중립계획 수립 등을 통해 저탄소 산업구조 및 순환경제 전환, 그린 리모델링 등 탄소배출과 관련된 다양한 정책 등이 시행되고 있다³⁾.

탄소배출 감축 정책 중 탄소가격제, 에너지 효율 보조금 지급 및 세액공제 제도, 신재생에너지 의무 이행제도 등의 경제적 유인정책들이 도입되고 있으며, 이산화탄소 등 온실가스 배출 행위에 대해 세금을 부과하는 탄소세나 거래가능한 배출권 등을 발행 및 구매하여 배출량을 억제하는 탄소배출권 거래제도 등을 포함하는 탄소가격제가 대표적이다(진현정·김정인, 2011; 박정희, 2022). <그림 1>과 같이 탄소가격제는 전 세계적으로 시행되고 있는 정책으로, 북미나 유럽에서는 탄소세와 배출권 거래제 모두 시행하고 있는 경우가 많은 반면, 아시아나 호주에서는 배출권 거래제를 주로 사용하는 것으로 나타났다.

3) 탄소중립 정책포털. 정책정보. <https://www.gihoo.or.kr/menu.es?mid=a30201000000>. (접속일자: 2024. 09.15).



<그림 1> 탄소가격제 시행 국가 현황(World bank)

탄소세는 탄소의 단위 배출량 당 일정 수준의 세금을 부과하는 정책으로, 1990년 핀란드에서 처음 시작되었다(금민, 2022). 2023년 기준, 22개국 이 전국 단위로 탄소세를 시행하고 있다. 탄소세는 배출저감방법을 제한하지 않고, 탄소를 배출하는 기업이나 주체가 배출저감 방안을 자율적으로 선택할 수 있도록 유연성을 제공해 배출자의 상황에 맞게 최선의 배출저감 방법을 선택할 수 있다(진현정·김정인, 2011). 또한, 기업들이 세율을 통해 탄소 배출 저감 비용을 예상할 수 있고, 정부에 의해 외생적으로 탄소세율이 결정되므로 급격한 가격 변동으로 인한 경제적 피해를 방지할 수 있다.

탄소세는 각 산업에 동일한 영향을 미치지 않으며, 산업별 탄소배출 특성과 경제적 취약성에 따라 그 효과가 달라질 수 있다. 대표적으로 광업 및 제조업 부문은 타 부문의 산업에 비해 높은 탄소 배출량을 보이는 경향이 있으며(최한주·이기훈, 2006), 이러한 고탄소 산업은 탄소세 도입에 따른 생산비용 증가 등의 부정적 영향을 크게 받을 수 있다. 예를 들어, Koch et al (2020)의 연구에 따르면, 탄소 배출량이 높은 광업, 제조업, 운송업에 탄소세가 부과되면, 최대 11.8%의 생산비용 증가가 예상되며, 이는 해당 산업의 생산성 하락으로 이어질 수 있다. 따라서 탄소세 도입 시, 각 산업의 구조적 특성을 충분히 고려하여 적정 세율을 설정하는 것이 중요하다.

즉, 산업별 탄소 배출량과 지역의 산업구조에 따라 탄소세 도입으로 인한 부차적인 경제적 영향이 상이하게 도출될 수 있다. 어떤 산업에 탄소세를 부과하는지, 그리고 탄소 배출량 당 얼마의 탄소세율을 설정할 것인지에 따라 탄소배출 감축 효과를 얻는 동시에 부정적인 경제적 파급영향이 야기될 수 있다. 따라서 탄소세를 도입함에 있어서 영향을 받을 수 있는 산업구조와 각 산업별 적정한 탄소세율을 도출하여, 탄소배출 감축과 경제적 영향을 모두 고려하는 것이 중요하다. 그러나 탄소세의 경우, 현재까지 국내에 도입되지 않아 탄소배출 1톤당

적정 탄소세율이나 탄소세 부과 대상 산업이 결정되지 않았다. 또한, 탄소세 부과에 따라 발생할 수 있는 지역의 경제·산업적 과금영향에 대한 논의도 미흡하다. 이에 본 연구에서는 국내 탄소세 도입을 위한 시나리오를 구축하고 시나리오별 산업의 경제적 과금영향을 평가하여 향후 탄소세 도입 시 적정 탄소세율을 찾기 위한 기초 연구를 수행하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 탄소세 적용에 따른 산업별 경제적 과금영향 분석

둘째, 탄소세 부과에 따른 경제적 과금영향 완화를 위한 정책적 대안 및 시사점 제시

3. 연구 범위 및 체계

가. 연구 범위

본 연구의 주 연구 범위는 2019년도 산업연관표를 기준으로 산업대분류로 분류된 18개 산업군으로 선정하였다(<표 1>). 단, 산업연관표 대분류에는 총 33개 산업이 분류되어 있으나, 이는 제조업의 하위 산업군 14개가 각각 대분류로 분류되었기에 나타난 것으로 본 연구에서는 제조업은 하나의 산업군으로 간주하였음을 밝힌다.

본 연구의 공간적 범위는 크게 국가 단위(전국 대상)와 부산광역시이다. 먼저, 산업연관표를 기반으로 앞에서 설정한 18개 분석 대상 산업군에 대해 전국 단위로 구분하여 각각 산업군별 탄소 배출량을 분석하고, 탄소세를 적용하였을 때의 경제적 과금영향력을 분석하였다. 이후, 부산광역시를 대상으로 동일하게 탄소세 시나리오에 따른 경제적 과금영향력을 분석하였으며, 이를 바탕으로 탄소세에 취약한 산업군을 대상으로 경제적 과금영향을 비교분석하였다.

<표 3> 연구 범위에 해당하는 산업대분류별 산업군 구분

연번	분류 1	분류 2	
1	농림어업	농림어업	
2	광업	광업	
3	제조업	음식료품 제조업	
4		섬유 및 가죽제품 제조업	
5		목재 및 종이, 인쇄 및 복제업	
6		코크스 및 석유정제품 제조업	
7		화학물질 및 화학제품 제조업	
8		비금속광물제품 제조업	
9		1차 금속 제조업	
10		금속가공제품 제조업	
11		컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업	
12		전기장비 제조업	
13		기계 및 장비 제조업	
14		운송장비 제조업	
15		기타 제조업	
16		제조임가공 및 산업용 장비 수리업	
17		수도, 하수 및 폐기물처리, 원료 재생업	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료 재생업
18		건설업	건설업
19	도매 및 소매업	도매 및 소매업	
20	운수업	운수업	
21	숙박 및 음식점업	숙박 및 음식점업	
22	정보통신업	정보통신업	
23	금융 및 보험업	금융 및 보험업	
24	부동산업	부동산업	
25	전문, 과학 및 기술 서비스업	전문, 과학 및 기술 서비스업	
26	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	
27	공공행정, 국방 및 사회보장 서비스업	공공행정, 국방 및 사회보장 서비스업	
28	교육 서비스업	교육 서비스업	
29	보건업 및 사회복지 서비스업	보건업 및 사회복지 서비스업	
30	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	
31	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	

주1 : 분류 1의 경우, 제조업에 속하는 세부 산업군을 나열하지 않고, 제조업으로 모두 통합하여 분류

주2 : 분류 2의 경우, 제조업에 속하는 세부 산업군을 하나의 개별 산업군으로 간주하여 분류

나. 연구 자료

본 연구를 위하여 산업군별 탄소 배출량 분석을 위한 자료와 탄소세 적용에 따른 산업별 경제적 파급영향 분석을 위한 자료를 사용하였다. 산업군별 탄소 배출량 분석을 위하여, ‘2019 전 부문 에너지사용 및 온실가스 배출량 통계’와 ‘2020년도 에너지 총조사 데이터’를 사용하였으며, 경제적 파급영향 분석을 위하여 ‘2019년도

산업연관표' 및 '2015년도 지역산업연관표'를 사용하였다.

<2020년도 에너지 총조사 데이터>는 산업연관표의 투입산출표와 동일하게 한국표준산업분류(10차)의 산업대분류로 산업들을 구분하여 에너지 사용량을 제공하고 있다. 농림업, 어업, 광업, 제조업, 건설업, 수송, 상업공공, 가정, 건물로 구분하여 에너지 사용량 데이터를 제공하며, 상업공공 부문은 산업대분류 상 서비스업으로 분류되는 산업군의 에너지 사용량을 의미한다. 또한, 각 산업군별 에너지원(휘발유, 등유, 경유, 중유 등)별 에너지 사용량도 제공하고 있다. 단, 산업군별 에너지 사용량만 제공할 뿐 탄소 배출량에 대한 데이터는 제공하지 않기 때문에 본 연구에서는 농림어업 및 건설업 관련 탄소 배출량 산출 시에만 본 자료를 사용하였다.

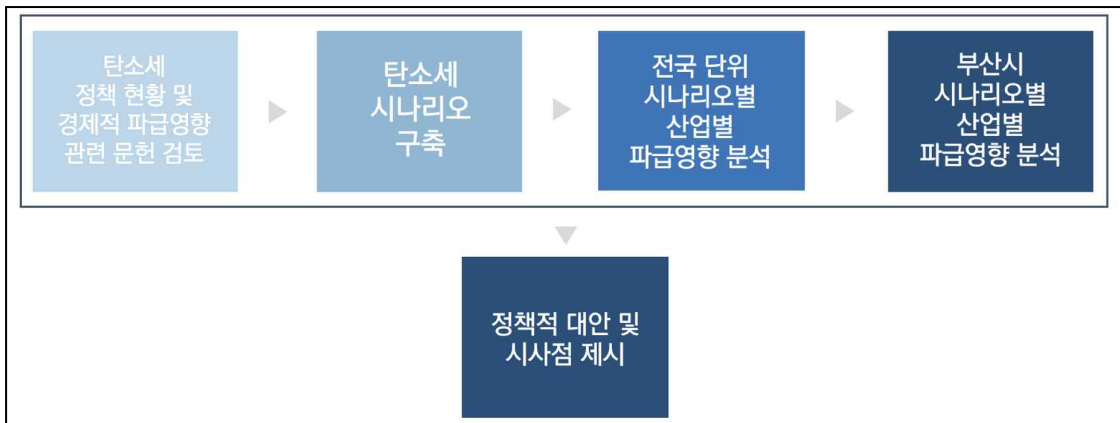
<2019 전 부문 에너지사용 및 온실가스 배출량 통계> 자료는 한국표준산업분류(10차)의 산업대분류를 기반으로 데이터가 구성되어 있으며, 2018년 기준 에너지원별 산업별 에너지 사용량, 환산된 탄소 배출량 데이터를 제공하고 있다. 본 연구에서는 전국 및 부산광역시 광업, 제조업, 상업공공 및 수송부문의 총 탄소 배출량과 배출원별 탄소 배출량 산정을 위해 위 데이터를 활용하였다. 탄소 배출량과 관련 데이터의 경우, 2020년 이후는 코로나19 감염병으로 인해 산업별 에너지 사용 등 온실가스 배출량에 있어서 기존과 다른 양상을 보일 수 있으므로 코로나19 감염병 발생 이전 데이터 중 가장 최신 연도의 데이터를 활용하였다. 다만, 상업공공, 수송 부문 등에 대한 탄소 배출량 데이터는 2018년도 실적을 기준으로 작성된 <2019 전 부문 에너지사용 및 온실가스 배출량 통계> 자료가 가장 최신이었기에 이를 활용하였으며, 에너지 총조사 데이터는 2018년도 데이터를 제공하지 않고 있어 부득이하게 가장 가까운 연도인 2019년 실적을 기준으로 한 데이터를 활용하였다.

산업연관표는 국가 및 지역단위의 산업 간 거래관계를 일정한 원칙에 따라 행렬형식으로 기록한 통계표로, 일반적으로 1년 주기로 한국은행에서 발간하는 자료이다. 본 연구에서는 <2019년도 산업연관표>를 사용하였으며, 그중 상품을 기준으로 생산 내역을 나타낸 투입산출표를 중점적으로 활용하였다. 추가적으로, 부산광역시를 대상으로 탄소세 부과에 따른 경제적 파급영향력을 분석하기 위하여, <2015년도 지역산업연관표>를 활용하였다. 이를 바탕으로 부산광역시의 총산출 및 총투입으로 구성된 투입산출표를 구축하여 본 연구에 활용하였다.

다. 연구 체계

본 연구는 <그림 2>와 같은 과정으로 구성되어 있으며, 먼저 탄소세와 관련된

국내·외 정책적 현황, 산업별 탄소 배출량 현황 등을 분석한 뒤, 이를 바탕으로 탄소세 시나리오를 구축하였다. 이후, 구축한 탄소세 시나리오에 대하여 전국 단위에서 시나리오별 산업별 경제적 파급영향을 분석하고, 동일한 시나리오에 대해 부산광역시 산업을 대상으로 산업별 파급영향력 분석을 수행하였다.



<그림 2> 연구 과정 모식도

탄소세 관련 문헌 검토를 통한 국내·외 탄소세 정책 현황 분석을 위하여, 탄소세율, 탄소세 부과 대상이 되는 산업군, 탄소세 시행과 관련된 정책적 지원 및 세입 분배 방안 등에 관한 국내·외 논문, 연구보고서, 정책 자료, 기사 등의 문헌을 검토하였다. 또한, 탄소세 시행으로 인한 지역 및 산업의 사회경제적 파급영향에 관한 국내·외 논문, 연구보고서 등의 문헌에 대한 검토도 수행하였다.

탄소세 시나리오의 경우, 18개 산업대분류별 탄소 배출량 분석을 통해 탄소세 부과 대상 산업군을 결정하였으며, 앞선 국내·외 탄소세 관련 정책 및 문헌 검토를 통해 탄소배출 1톤당 탄소세율을 결정하였다.

탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석의 경우, 산업연관표(생산자 가격) 기반 산업연관분석을 통해 수행하였으며, 구축한 탄소세 시나리오별로 산업 및 지역의 경제적 파급영향 분석하였다. 전국 단위 및 부산광역시를 대상으로 산업연관분석을 개별적으로 진행한 후, 탄소세에 취약한 산업군을 도출하고 탄소세 부과로 인한 경제적 파급영향을 비교분석하였다. 경제적 파급영향의 경우, 탄소세 부과 후 산업군별 생산자비용의 변화율, 생산액 감소율, 그리고 부가가치 감소율을 평가하였으며 이를 바탕으로 종합적인 경제적 파급영향을 분석하는 과정으로 본 연구가 수행되었다. 탄소세 시나리오별 자세한 탄소세율 산정 방법 및 산업연관분석에 대한 내용은 3장 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석에 기술하였다.

II. 선행연구 검토

1. 탄소세 및 탄소배출권 거래제

산업 활동을 통해 배출되는 탄소의 경우, 주로 공급 측면에서 재화 및 서비스를 생산함으로써 발생되기 때문에 시장 수요나 소비자가 아닌 시장 외부의 제3자에게 영향을 미친다. 예를 들어, 섬유 및 가죽제품 제조업의 산업 공정 과정에서 발생한 탄소 배출량은 시장에서 가죽제품을 소비하는 소비자보다 가죽제품의 거래에 직접적으로 참여하지는 않았으나 공장 인근에 거주하는 지역 주민들에게 대기오염 등의 더욱 큰 피해를 안길 수 있다. 이처럼 시장 내부에서 발생하는 경제활동에 의한 결과가 시장 외부의 제3자에게까지 영향을 미치는 경우를 ‘외부효과(externalities)’로 정의한다(문진영 외, 2017). 해당 사례는 탄소 배출량이 제3자인 지역주민에게 부정적인 영향을 초래하였으므로 ‘부정적 외부효과(negative externality)’로 정의될 수 있는데, 탄소 배출량이 야기하는 사회적 비용은 시장 및 가격 형성 등에 반영되지 않으므로 이러한 현상은 사회 전체에 대한 부담을 높일 뿐만 아니라 자원 배분의 효율성도 저하시킨다.

탄소가격제(Carbon Pricing)는 탄소 배출량에 가격을 부여한다는 의미로, 탄소 배출량이 사회적으로 야기하는 부정적 외부효과를 배출 주체인 산업 및 개별 기업에 비용의 형태로 부담시키는 경제적 수단으로(문진영 외., 2017), 탄소배출 감축을 위한 정책 중 하나이다. 탄소가격제는 대표적으로 탄소세와 탄소배출권거래제로 구분된다. 탄소세는 탄소 배출량을 기준으로 단위 배출량 당 일정 수준의 세금을 부과하는 정책이며, 탄소배출권거래제는 배출허용량을 설정하거나 국제적으로 인정되는 방식으로 시장 기능을 활용하여 배출권을 거래하도록 하는 제도이다(진현정·김정인, 2011). 탄소를 배출하는 경제주체들을 대상으로 저감 할당량의 잉여분을 배출권 형태로 구매하도록 하고, 할당량을 달성하지 못할 경우 타 주체들로부터 배출권을 구매할 수 있게 허용하는 제도이다(채종오·박선경, 2016).

국내의 경우, 탄소세는 아직 도입되지 않았으나 탄소배출권거래제는 2015년부터 시행되고 있다. 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제정과 함께 2015년부터 시행되었으며, 현재 1·2차 계획기간(1차: 2015-2017, 2차: 2018-2020)이 종료되고, 3차 계획기간(2021-2025) 중에 있다(한국에너지공단). 배출권거래제의 적용 대상은 3년간 온실가스 배출량의 연평균 총량이 125,000톤

이상인 업체 혹은 25,000톤 이상인 사업장을 보유하고 있는 업체 중, 자발적으로 배출권 할당에 대한 참여의사를 밝힌 업체이다. 현재 시행 중인 제3차 계획기간 온실가스 배출권 할당 계획의 경우, 6개 부문(전환, 산업, 수송, 건물, 폐기물, 공공·기타)에 속한 사업장을 단위로 배출권을 할당하고 있다. 배출권거래제 3차 계획의 목표 감축량은 2021년부터 2023년까지 연평균 약 6억 1,600만 톤, 2024년부터 2025년까지 연평균 약 5억 9,900만 톤을 저감하는 것이다(환경부, 2019). 배출권 할당 방식으로는 사업장의 과거 배출 실적과 동일하거나 그 이하로 할당하는 GF (Grandfathering), 그리고 생산량 등의 경제활동자료를 고려하여 할당하는 BM (Benchmark) 방식이 있다. 정책의 유연성을 제고하기 위하여 계획기간 내 타 이행 연도의 잉여 배출권을 차입하거나, 특정 연도에 할당받은 배출권을 타 이행 연도로 이월하는 것이 허용되고 있다. 탄소배출권거래제를 시행한 결과, 2020년 최종 할당량은 562.5백만 톤으로 전년 대비 탄소 배출량이 0.2% 감소하였으며, 인증배출량 역시 554.4백만 톤으로 전년 대비 5.7% 감소라는 성과를 거두었다(환경부, 2022).

탄소세와 탄소배출권거래제는 배출 감축의 효과, 경제적 영향, 분배적 영향의 측면에서 차이를 보인다. 우선 탄소세는 배출량에 일정 수준의 세율을 부과하는 것으로, 부과 대상이 되는 기업들이 저감비용과 배출비용을 장기적으로 예측할 수 있으나, 감축 목표와 연계하여 세금 부과를 통해 저감된 배출량의 정도를 파악하기에는 어려움이 존재한다. 이에 반해 탄소배출권거래제는 배출총량이 있어 탄소 배출량의 저감 효과를 확실하게 측정할 수 있지만, 가격 변동성이 크다는 단점이 있다. 따라서 가격 변동성에 따른 배출권거래제의 영향을 저감하기 위해 배출권 추가 할당 등의 추가 정책이 필요하며, 그로 인해 탄소배출 저감효과는 상쇄될 수 있다는 한계가 있다(윤효영, 2015).

탄소세가 갖는 분배적 영향의 경우, 탄소세로 인한 세수가 탄소저감 기술 등에 대한 투자금의 형태로 지원된다면 부과 대상 기업에 대한 경제적 타격을 완화할 수 있다는 주장이 있다. 하지만, 세수가 다르게 활용된다면 국내총생산(GDP) 및 고용률 감소라는 부정적인 경제적 파급효과로 이어질 수 있다(박하준, 2012). 탄소배출권거래제의 경우, 세수보다 시장경제의 역할이 더욱 크게 작용하기 때문에 탄소 배출량이 높지만 적절한 저감 조치를 취하지 않은 기업이라면 배출권거래제 도입으로 인해 생산비용이 일시적으로 상승할 수 있다.

탄소세나 배출권거래제가 갖는 대표적인 분배적 영향으로는 저소득층에 대한 타격이 있다. 탄소세 부과로 인해 기업들이 에너지에 대한 비용을 증가시킨다면, 에너지 비용에 포함되는 전기와 가스 등은 고정수요이므로 저소득층에 대한 타격이 더욱 큰 것으로 나타난 바 있다(Chen et al., 2020). 탄소배출권거래제 역시 할당권의 구매로 인해 상승한 생산비용을 소비자에게 전가할 경우, 관련 에너지 및

제품의 전반적인 물가가 상승하여 저소득층의 생계에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Boyce, 2018). 결론적으로, 탄소세는 일정 수준의 세율을 부과함으로써 가격 변동성이 적어 기업들이 장기적인 탄소 저감 조치를 시행하는 것을 용이하게 하는 정책이며, 탄소배출권거래제는 시장 기반의 유연성에 따라 기업들이 생산비용의 효율성을 고려하여 탄소배출을 저감하도록 유인하는 정책이므로 국가 및 지역의 감축목표 및 경제구조에 적합한 정책을 선정할 필요성이 있다.

2. 탄소세 정책 도입 현황

가. 개요

2023년 4월 1일 기준, 총 25개 국가 및 지역이 탄소세를 시행하고 있다(World Bank, 2023). 22개 국가 및 지역은 단일 탄소세를 부과하는 한편, 3개 국가에서는 탄소배출원별로 탄소세를 부과하고 있다. 단일 탄소세 부과 국가 및 지역 중, 18개 국가는 국가 단위로 탄소세를 부과하고 있으며, 4개 지역은 지역단위로, 특정 지역에서만 탄소세를 부과하고 있다. 22개 국가 및 지역별 탄소세율 현황을 검토한 결과, 탄소 배출량 1톤 당 가장 높은 탄소세액을 부과한 국가 및 지역은 우크라이나(155.8684 USD/tCO₂e)이며, 가장 낮은 탄소세액을 부과한 국가 및 지역은 우루과이(0.8204USD/tCO₂e)인 것으로 분석되었다.

나. 탄소세 부과 방법

탄소세 부과방법은 대표적으로 탄소배출원의 종류에 관계없이 동일한 탄소세(Single Price)를 부과하거나, 탄소배출원별로 다른 탄소세를 부과하는 방법으로 구분된다. <표 2>는 단일 탄소세를 부과하는 국가 및 지역을 나타낸 표로, 이 중 가장 먼저 탄소세를 시행한 국가는 덴마크이며, 전체의 약 78.3%가 2010년대 이후 탄소세를 도입한 것으로 확인되었다. 이들 중 탄소 배출량 1톤 당 가장 높은 탄소세를 부과하는 곳은 우크라이나로 1톤당 155.8684달러를 부과하고 있으며 가장 낮은 탄소세는 1톤당 0.8204달러로, 우루과이에서 부과되고 있다. 총 22개 국가 및 지역 중 18개 국가는 국가 단위로 국가 전체에 일률적인 탄소세를 부과하는 반면 4개 국가는 해당 국가 내에서도 특정 지역에만 탄소세를 부과하고 있다. <표 3>은 탄소배출원별로 상이한 탄소세를 부과하는 국가 및 지역으로, 아르헨티나, 핀란드, 멕시코(2014-2021년)가 해당한다. 대표적으로 휘발유, 경유,

등유, 중유, 항공유 등의 배출원 특성을 고려하여 1톤당 탄소세를 책정하고 있다.

<표 4> 단일 탄소세 부과 국가 및 지역

구분	국가/지역명	시행시작연도	탄소세액 (USD/tCO2e)
국가_단위	덴마크	1992	26.5287
	에스토니아	2000	2.1750
	라트비아	2004	16.3125
	리히텐슈타인	2008	130.8116
	스위스	2008	130.8116
	아일랜드	2010	52.7438
	우루과이	2011	0.8204
	일본	2012	2.165118
	영국	2013	22.2759
	스페인	2014	16.3125
	프랑스	2014	48.5025
	칠레	2017	5.0000
	콜롬비아	2017	5.0558
	남아프리카공화국	2019	8.9256
	싱가포르	2019	3.7679
	캐나다	2019	48.0307
	멕시코	2022	16.3125
	우크라이나	2022	155.8684
지역_단위	멕시코 사카테카스	2017	13.8569
	캐나다 프린스 에드워드 아일랜드	2019	36.9467
	멕시코 유카탄	2022	15.5253
	멕시코 케레타로	2022	32.2002

자료 : World Bank (2023)

<표 5> 탄소배출원별 탄소세 부과 국가 및 지역

국가/지역명	시행시작연도	부과 대상	탄소세액(USD/tCO2e)
핀란드	1990	Transport fuels	83.7375
		Heating fuels	57.6375
멕시코	2014-2021	Gasoline	2.1651
		Aviation gasoline	16.3125
		Kerosene or jet fuel	130.8116
		Diesel	3.9427
		Fuel oil	3.9796
		LPG or Propane	3.0935
		Butane	4.0091
		Petroleum coke	0.4125
		Coking coal	1.1487
		Coal	0.9454
		Other	3.3355
아르헨티나	2018	Gasoline	3.3390
		Natural gasoline	7.5856
		Kerosene	6.9082
		Diesel oil	6.5718
		Gas oil	3.2859
		Fuel oil	3.4096
		Petroleum coke	3.2691
		Coal	3.2692
		Turpentine	6.0169
Solvent	6.0169		

자료 : World Bank (2023)

다. 탄소세 부과 대상 산업군

World Bank에 따르면, 2023년 기준 국외 탄소세 부과 대상 산업군 조사 결과, 탄소세 부과 대상이 되는 산업군은 크게 7개(① 전력 및 열 생산업(Electricity and heat), ② 제조업(Industry), ③ 광업(Mining and extractives), ④ 운수업(Transport),

⑤ 항공업(Aviation), ⑥ 농림어업(Agriculture/ forestry/ fishing/ fuel use), ⑦ 폐기물 처리업(Waste)으로 구분된다. 7가지 산업군 모두에 탄소세를 부과한 국가 및 지역은 남아프리카공화국이 유일했으며, 대부분의 국가 및 지역은 전력 및 열 생산업, 제조업, 운수업에 탄소세를 부과하는 것으로 나타났다(<표 4>).

7개 산업군 중 전력 및 열 생산업이 18개로 가장 많은 국가 및 지역에서 탄소세를 부과하는 산업군으로 조사되었으며, 뒤이어 제조업이 17개, 운수업이 13개, 농림어업이 10개 국가 및 지역에서 탄소세를 부과하는 것으로 분석되었다.

<표 6> 국가 및 지역별 탄소세 부과 대상 산업군

국가 및 지역	전력 및 열 생산업	제조업	광업	운수업	항공업	농림어업	폐기물 처리업
남아프리카 공화국	○	○	○	○	○	○	○
덴마크	○	○		○	○	○	
라트비아	○	○					
리히텐슈타인	○	○		○			
멕시코	○	○		○	○	○	
멕시코 사카테카스	○						
싱가포르	○	○	○				
아르헨티나	○	○	○	○		○	
아일랜드	○	○		○		○	
에스토니아	○	○					
영국	○						
우루과이	○			○		○	
우크라이나	○	○					
일본	○	○	○	○			
칠레	○	○	○				
캐나다	○	○	○	○	○	○	
캐나다 프린스 에드워드 아일랜드	○	○	○	○	○	○	
콜롬비아	○	○	○	○	○	○	
프랑스		○		○			
핀란드		○	○	○		○	

자료 : World Bank (2022)

라. 주요 국가별 탄소세 운영 현황

(1) 일본

일본은 2050년까지 실질적인 온실가스 배출량 제로와 그린 트랜스포메이션(GX, 친환경 전환)을 달성하는 것을 국가적 목표로 수립하였다(황헌순, 2022). 이를 위해, 2012년부터 ‘지구온난화대책을 위한 세금’을 부과하고 있다(<그림 3>).



자료 : 毎日新聞, 2019

<그림 3> 일본의 ‘지구온난화대책을 위한 세금’ 세율

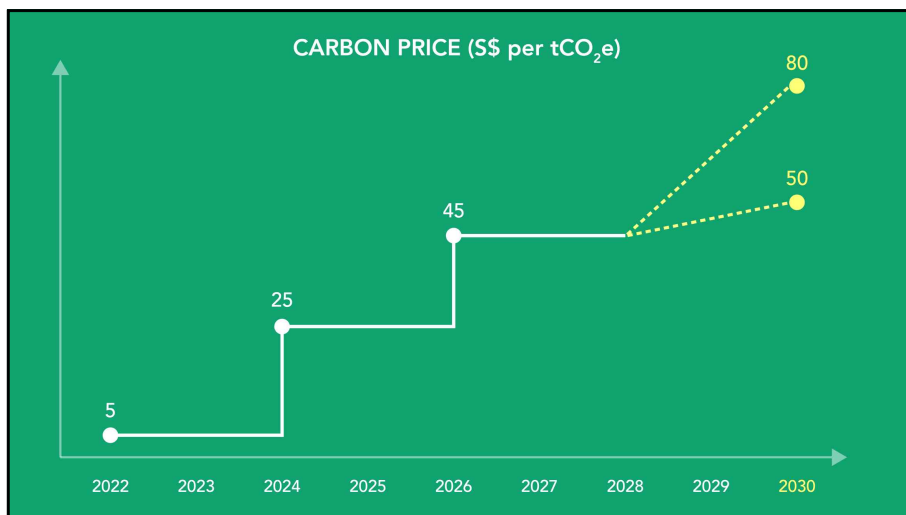
지구온난화대책을 위한 세금은 탄소 배출량을 억제하기 위해 탄소 배출량에 따른 세율을 기존의 석유석탄세에 추가적으로 부과하는 정책이며, 2012년 기준 지구온난화대책을 위한 세금은 이산화탄소 배출량 1톤당 289엔(USD 1.86)이다(毎日新聞, 2019). 해당 세액은 산업에 미칠 악영향을 우려하여 책정된 금액이나 탄소세를 도입한 다른 국가에 비해 낮은 수준으로 설정되었다. 또한, EU 배출권 거래제(EU-ETS)의 1톤당 가격이 1만 엔인 것보다도 큰 폭의 격차를 보인다.

그럼에도 지구온난화대책을 위한 세금을 통해 1년에 약 2,000억 엔(USD 12억 8,728만)의 세수가 발생하고 있으며, 세수는 재생에너지 도입 지원 및 에너지효율

대책에 사용하고 있다(에너지경제연구원, 2021). 이 외에도 일본의 경제산업성은 2021년 ‘지구온난화대책을 위한 세금’에 대한 부과 대상 산업의 경제적 부담을 덜기 위하여, 탈탄소화 설비에 대한 투자를 지원하는 세제우대조치 등의 산업경쟁력 강화법의 개정안을 결정하였다. 특히, 탈탄소화 효과가 높고 신규 수요 확대가 전망되는 제품(연료전지, 리튬이온전지, 해상풍력발전설비의 주요 부품 등) 생산을 위한 설비를 도입하거나 탈탄소화 및 고부가가치 생산공정 설비를 도입한 기업을 대상으로 최대 10% 세액 공제 및 50%의 특별 상각 혜택을 제공하고 있다(박란희, 2021).

(2) 싱가포르

싱가포르는 파리 협정 발표에 따라 2030년까지 탄소 배출량을 2005년 대비 36% 감축한다는 국가적 목표를 수립하고 있다(National Climate Change Secretariat Singapore, 2023). 싱가포르의 탄소세는 일반 사용자보다는 발전소 등 주요 배출기업에 부과되는 것이 특징이다. 현재 싱가포르 정부는 연간 온실가스 직접 배출량이 2만 5,000톤 이상인 시설에 탄소세를 부과하고 있다.



자료: National Climate Change Secretariat Singapore, 2023

<그림 4> 싱가포르의 탄소세율 인상안

2022년 2월, 싱가포르 정부는 2022년 기준 온실가스 배출량 1톤당 SGD 5(USD 3.72)에 불과한 탄소세를 2030년까지 약 10배 이상 인상할 계획을 발표하였다.

<그림 4>는 싱가포르 정부가 발표한 새 예산안을 나타낸 것으로, 온실가스 배출 기업에 부과되는 탄소세가 2024년에는 SGD 25(USD 18.59)로 설정되었으며, 2026년에는 SGD 45(USD 33.45)로 인상될 예정이다. 나아가 2030년에는 탄소세가 SGD 50-80(USD 37.18-59.49)까지 인상될 것으로 전망된다.

(3) 덴마크

덴마크는 1992년 가정부문에 탄소세를 우선적으로 도입하였으며, 1993년에 모든 산업부문으로 부과 대상을 확대하였다. 이로 인한 조세 부담을 완화하기 위하여 기존의 에너지세를 인하하고, 소득세·판매세·법인세를 감면하였다(백수연, 2021). 도입 당시 탄소 배출량 1톤당 약 13.4유로라는 상대적으로 적은 정도의 세율을 설정하였는데, 이는 산업경쟁력 강화를 위해 에너지집약산업을 고려한 것으로 보인다. 특히 탄소세가 처음으로 도입되었던 1992년에는 산업부문에 부과된 탄소세가 부과 대상 산업에 전액 환급되었으며, 환급금은 에너지소비 효율 개선을 위해 투자하거나 배출권거래제에 참여하도록 하는 지원금으로 활용할 것을 격려했다(이상열, 2013). 현재에는 전액 환급되지는 않지만, 덴마크 정부는 세수의 일정 부분을 환경보전 관련 보조금에 대한 재원으로 활용하고 있다(Jamet, 2012).

나아가 덴마크 정부는 2030년부터 농업 부문에서 배출되는 탄소 배출량 1톤당 DKK 300(USD 43.80)의 세금을 부과할 것임을 발표하였다. 5년 후인 2035년부터는 탄소세액을 1톤당 DKK 750(USD 109.50)으로 인상할 예정이며, 큰 인상폭을 고려하여 농가에 대한 세제 혜택을 확대하고 농가의 친환경 에너지 소비 전환을 위해 지속적으로 투자할 계획임을 언급하였다. 농업 부문에 탄소세를 부과하는 세계 최초의 국가로서, 덴마크는 2030년까지 총 탄소 배출량을 180만 톤 감축할 것으로 예측하였고, 2024년 대비 총 탄소 배출량 70% 저감이라는 목표를 설정하였다(에너지경제연구원, 2024).

(4) 스위스

스위스의 탄소세는 1999년부터 시행된 ‘이산화탄소법(CO₂ Act)’에 따라 도입되었으며, 난방, 천연가스, 석탄 등 화석연료의 에너지 사용과 관련된 모든 화석 연료 구매에 적용되고 있다(FOEN, 2019). 탄소세는 탄소배출권거래제에 참여하는 기업에는 부과되지 않으며, 부과 대상이 되는 타 기업 및 산업에 대해서는 세수를 재분배하고 있다. 총 세수의 약 3분의 1은 에너지 효율성 제고를

목표로 수행되고 있는 국가 사업에 배정되며, 남은 세수는 국민의 복지를 위하여 사용된다. 예를 들어, 세수의 일부분은 국민들이 의무적으로 지불하는 건강 보험료의 환급에 사용된 바 있으며, 기업 단위로 납부하는 사회 보장 세금의 환급에도 활용되었다(Deutscher Bundestag, 2018).

스위스는 유럽 국가 중에서 성공적인 탄소세 도입 사례로 알려져 있다. 예를 들어, Ecoplan et al.(2015)의 연구 결과에 의하면 2005년부터 2016년까지 스위스에서 탄소세로 인하여 감축한 총 누적 탄소 배출량은 약 860만 톤에 달하는 것으로 분석되었다. 탄소세 시행 후 2006년부터 그 영향을 확인할 수 있었으며, 2006년부터 약 10년 동안 총 탄소 배출량이 약 1.7%에서 3.7%가량 감소한 것으로 나타났다. 탄소세 도입과 관련하여 스위스의 성공에 기여한 주요 요인으로는 탄소세율의 변동성이 언급되었다. 탄소세를 시행한 이래, 스위스 정부는 지속적으로 배출 목표를 조정하고 그에 따라 탄소세율을 변경하는 동적인 가격 책정 방식을 활용하였으므로, 탄소세 도입으로 인한 경제적 과급영향을 저감함과 동시에 국가경제에 대한 적정 탄소세율의 범위를 도출하였다는 점이 분석되었다(Noka et al., 2021).

(5) 캐나다

캐나다 연방정부는 2007년 4월 발표된 대기오염 방지를 위한 규제안(Regulatory Framework for Air Emissions)에서 전기제품에 대한 효율성 기준 강화, 운송수단에 대한 배출기준 설정, 산업설비에 대한 탄소 배출량 규제 등을 공표하였다. 그러나 해당 규제안은 캐나다의 총 탄소 배출량 감축보다는 탄소배출의 효율 개선을 목적으로 하고 있어서 총 탄소 배출량에 대한 상한선 설정 등의 현실적인 규제의 도입이 아닌 탄소 배출량 저감의 목표를 설정하는 것에 그쳤다. 따라서 이에 대한 대응으로 각 주정부와 지방정부는 연방정부의 탄소 배출량 저감 대책을 보완하기 위하여 자발적으로 탄소배출권거래제 혹은 탄소세를 도입하고 있으며(신상철 외, 2010), 지역에 따라 탄소세 시행 여부 및 탄소세율을 다르게 적용하고 있다.

대표적인 예로, 프린스 에드워드 아일랜드 지역에서는 소비자에게 부과되는 연료세와 생산자 가격을 고려하여 탄소세율을 설정하고 있다. 모든 화석연료에 대하여 부과되는 연료세율을 고려하였으며, 연간 탄소 배출량 50킬로톤(kt) 이상을 배출하는 산업의 생산에 소요되는 생산비용을 감안하여 자체적으로 탄소세율을 설정 및 부과하였다. 이때, 탄소세 부과 대상이 되는 산업 중 농업 및 어업은 지역에 대한 경제적 과급영향을 고려하여 탄소세 대상에서 제외하였다(Prince

Edward Island, 2023). 그러나 2019년부터 캐나다의 연방 정부가 모든 주 정부 및 지방정부에 대하여 탄소세를 도입할 것을 규정함에 따라, 프린스 에드워드 아일랜드도 2023년을 기점으로 자체적인 탄소세율을 설정하지 않고 연방정부에서 규정하는 탄소세율을 도입하는 것으로 정책을 변경하였다(Government of Canada, 2024a).

3. 탄소세 부과에 따른 경제적 파급영향 분석

탄소세 부과와 관련된 기존의 연구는 크게 탄소세율 산정에 관한 연구와 탄소세 도입에 따른 경제적 파급영향 분석연구로 구분된다. 국내에서는 탄소세가 아직 도입되지 않았기에 국내를 비롯하여 탄소세가 도입되지 않은 국가 및 지역을 대상으로 수행된 연구는 모두 가상의 시나리오를 통해 탄소세율을 설정한 후 시나리오별 경제적 영향을 분석하고 있다.

김성균·이지웅(2016)은 탄소세 시나리오에 대한 근거로 19대 국회에서 발의된 탄소세 법안을 제시하였으며, 탄소 배출원별 1리터당 탄소세율 및 1톤당 탄소세율을 제조업 및 건설업에 부과하는 방법을 차용하였다. 국내 법안 벤치마킹과 더불어 탄소 배출량 저감 목표를 기반으로 탄소세 시나리오를 구축한 연구도 존재한다. 박종욱·이나운(2021)은 NGFS (Network for Greening Financial Systems)의 기후변화 시나리오를 참고하여 2050년까지 지구 평균온도의 상승을 2°C로 억제하거나, 2050년까지 탄소중립을 달성하여 지구 평균온도의 상승을 1.5°C로 한정하는 경우의 탄소세 시나리오를 설정하였다. 스코틀랜드 전국을 대상으로 탄소세의 국가 경제적 파급영향을 측정한 Allan et al (2014) 역시 스코틀랜드 정부가 언급한 바와 같이 2020년까지 총 탄소 배출량의 42%를 감축하는 것을 목표로 설정한 후 이에 대한 탄소세율을 분석에 적용하였다. 에너지경제연구원에서 제공하는 장기 에너지 수요 전망 자료를 활용하여 예측한 연료별 소비량 및 가격을 기준점(BAU, Business as Usual)으로 가격을 탄소세액에 합산하여 연구를 진행사례도 존재한다(이동규·강성훈, 2022). 이 외에도 탄소세가 기존의 연료세 및 에너지세와 유사한 성격임을 고려하여, 현재 시행 중인 조세정책을 벤치마킹하여 탄소세 시나리오를 설정하는 것도 고려되고 있다. 2000년 기준 화석연료의 가격에 기초하여 도출한 화석연료별 증가세를 탄소세로 설정하거나(배정환, 2005), 기존의 연료세 및 에너지 세율의 설정에 고려되는 탄소배출계수를 활용하여 에너지 소비 단위 당 탄소세율을 결정하는 방안이 제시된 바 있다(이재원·김우현, 2022).

탄소세의 경제적 파급영향 분석 관련 연구들의 경우, 주로 국가 및 가계

단위에서 탄소세 부과로 인한 경제적 파급영향을 측정하고 있다. 국가 단위의 경제적 파급영향을 측정하는 연구들은 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP), 국민총생산(Gross National Product, GNP), 실업률, 고용률, 정부 수입 및 지출과 같은 거시경제적 지표를 바탕으로 탄소세 부과 전후의 변화를 비교분석하였다(진현정·김정인, 2011; Meng et al., 2012; 김홍배·최준석, 2013; Allan et al., 2014; 조하현·남영진, 2022; Kanzig & Konradt, 2023). 가계 단위의 탄소세 부과로 인한 경제적 파급영향 분석 시, 탄소세 부과 전후의 가처분소득, 가계의 세금 부담률, 소비자 물가 지수(Consumer Price Index, CPI), 가계 지출, 가계의 소득분배 등의 지표의 변화를 통해 파급영향을 측정하였다(권오상·허등용, 2011; 이재원·김우현, 2022; Kanzig & Konradt, 2023).

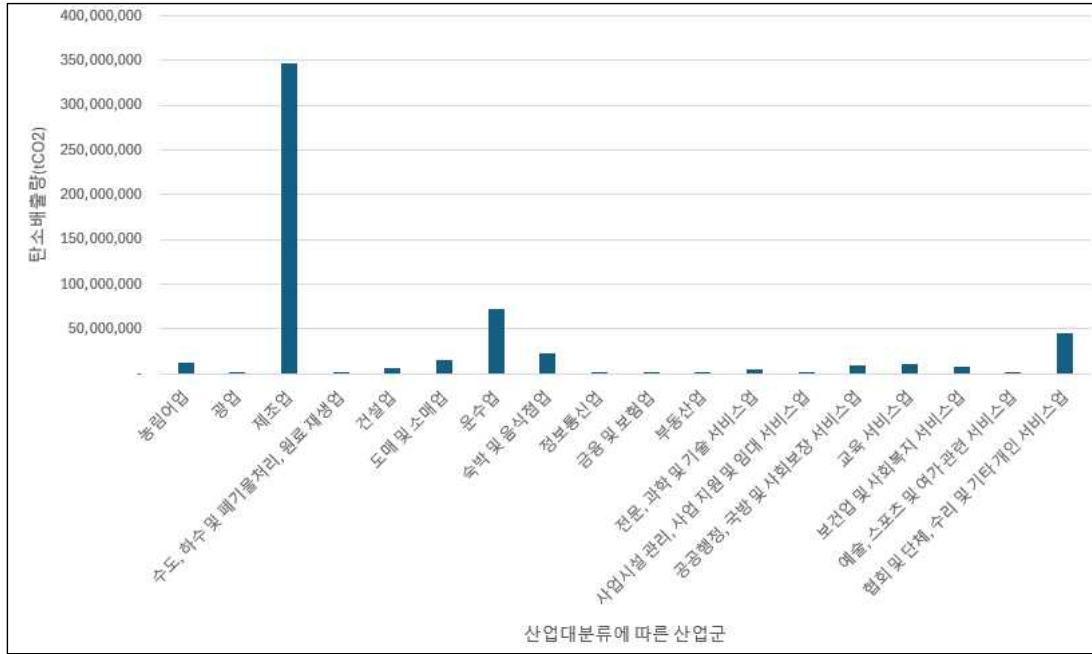
이에 반해 지역 단위에서 탄소세의 경제적 파급영향을 분석한 연구는 상대적으로 적은 편이다. 이는 탄소세는 캐나다 등 일부 국가를 제외하고 주로 국가 단위에서 일률적으로 시행되는 정책이므로 지역별로 경제적 파급영향을 분석하거나, 차이를 발견하기는 어렵기 때문일 것으로 짐작할 수 있다. 박종욱(2024)의 연구에서는 탄소세 부과에 따른 전국 시도별 및 산업별 경제적 파급영향을 분석하였으나, 제조업 및 서비스업만을 대상으로 하고 있어 농림어업, 광업 등 타 산업의 파급영향에 대한 분석은 진행되지 않아 산업 간 비교분석에는 한계가 있다. 그 외 탄소세의 지역별 경제적 파급영향을 분석한 연구에서도 여전히 지역내총생산(Gross Regional Domestic Product, GRDP)과 같은 거시적인 지표를 주로 사용하여 영향을 측정한다는 한계점이 발견되었다(배정환, 2005; 김성균·이지웅, 2016; 배한이, 2023). 앞서 국외 탄소세 시행 현황을 분석한 결과, 탄소세를 시행하는 모든 국가 및 지역에서는 산업군에 따라 탄소세를 부과하고 있음에도, 생산비용, 생산액, 부가가치 등 생산성 측면에서 탄소세로 인해 개별 산업군이 받는 경제적 타격을 분석한 연구는 많지 않다. 이는 탄소세 부과로 인하여 각 산업이 받는 경제적 파급영향을 지역의 단위에서 비교 분석하는 것이 유의미함을 방증한다.

Ⅲ. 산업군별 탄소 배출량 현황 분석

1. 전국 산업군별 탄소 배출량 현황 분석

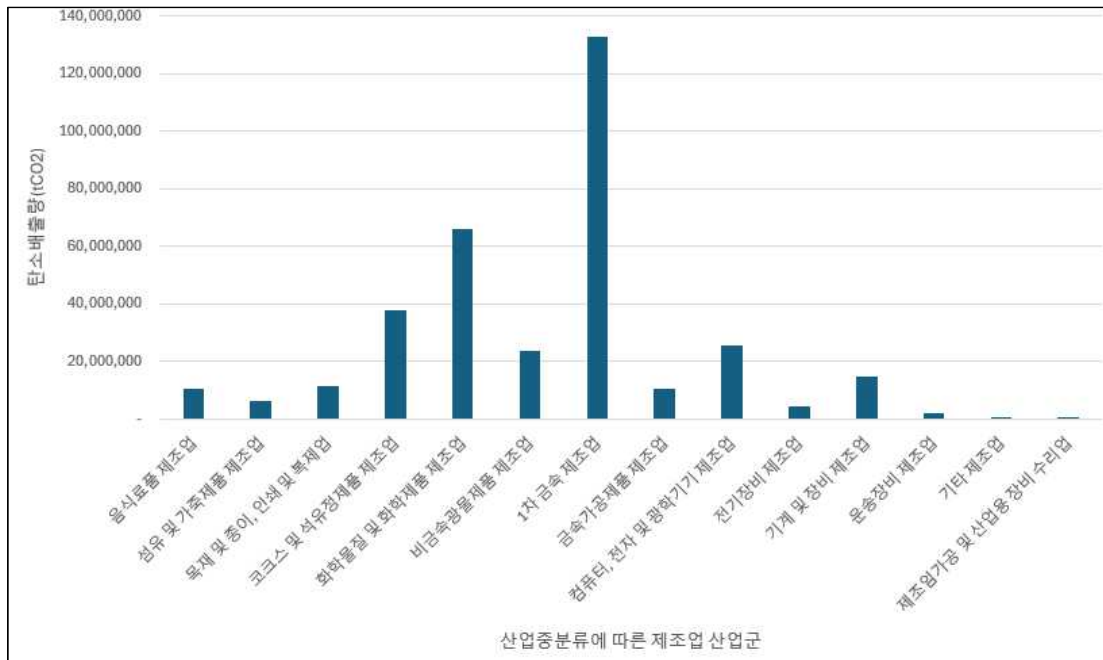
탄소세 시나리오 구축에 앞서 탄소세 부과 대상이 되는 산업군을 선정하기 위하여 본 연구의 분석 범위에 해당하는 18개 산업군에 대한 탄소 배출량 현황을 분석하였다. 산업군별 탄소 배출량은 ‘2019 전 부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계(2018년 기준)’ 자료를 활용하였으며, 해당 자료에서 온실가스 배출량 통계를 제공하지 않는 농림어업, 건설업, 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업의 탄소 배출량 데이터는 ‘2020년 에너지총조사(2019년 기준)’를 활용하여 분석하였다. 단, ‘에너지총조사’는 산업군별 에너지원에 따른 에너지 사용량 데이터만을 제공하고 있으므로 탄소배출계수를 활용하여 에너지 사용량을 탄소 배출량으로 환산하는 작업을 추가로 수행하였다.

이때 전기, 가스, 증기 및 공기 조절업의 탄소 배출량은 ‘에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계’와 ‘에너지총조사’ 모두 제공하지 않기에, 해당 산업군은 분석에서 제외하였다. 따라서 최종적으로 ① 농림어업, ② 광업, ③ 제조업, ④ 수도, 하수 및 폐기물처리, 원료재생업, ⑤ 건설업, ⑥ 도매 및 소매업, ⑦ 운수업, ⑧ 숙박 및 음식점업, ⑨ 정보통신업, ⑩ 금융 및 보험업, ⑪ 부동산업, ⑫ 전문, 과학 및 기술 서비스업, ⑬ 사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업, ⑭ 공공행정, 국방 및 사회보장 서비스업, ⑮ 교육 서비스업, ⑯ 보건업 및 사회복지 서비스업, ⑰ 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업, ⑱ 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업의 18개 산업군에 대한 탄소 배출량 현황을 분석하였다.



<그림 5> 산업대분류에 따른 산업군별 탄소 배출량(tCO₂)

산업대분류에 따른 18개 산업군별 탄소 배출량 현황은 <그림 5>와 같고, 제조업에 속하는 14개 산업에 대한 탄소 배출량은 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 산업중분류에 따른 제조업 산업군별 탄소 배출량(tCO₂)

탄소 배출량이 가장 높은 상위 5개 산업군과 하위 5개 산업군을 도출한 결과, 상위 5개 산업군에는 ① 제조업, ② 운수업, ③ 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업, ④ 숙박 및 음식점업, ⑤ 도매 및 소매업이 포함되는 것으로 나타났다(<표 5>). 반면, 하위 5개 산업군에는 ① 건설업, ② 전문, 과학 및 기술 서비스업, ③ 예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업, ④ 금융 및 보험업, ⑤ 사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업이 포함되었다. 18개 산업군 중 제조업이 월등히 높은 탄소 배출량을 기록하였으며, 서비스업에서도 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업, 숙박 및 음식점업, 도매 및 소매업이 높은 탄소 배출량을 기록한 것으로 확인되었다. 추가적으로, 제조업 중분류별 탄소 배출량 현황을 분석한 결과, 1차 금속 제조업, 화학물질 및 화학제품 제조업, 코크스 및 석유정제품 제조업이 높은 탄소 배출량을 기록한 것으로 분석되었다(<표 6>).

<표 7> 전국 단위 산업군별 탄소 배출량 순위(18개 산업군 대상)

순위	산업군	탄소 배출량(tCO _{2e})
1	제조업	346,884,800
2	운수업 ⁴⁾	72,504,699
3	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	44,591,547
4	숙박 및 음식점업	22,911,610
5	도매 및 소매업	15,354,384
6	농림어업	12,186,444
7	교육 서비스업	10,476,884
8	공공행정, 국방 및 사회보장 서비스업	9,784,018
9	보건업 및 사회복지 서비스업	7,170,240
10	건설업	6,534,469
11	전문, 과학 및 기술 서비스업	4,312,654
12	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	2,371,501
13	금융 및 보험업	2,272,906
14	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	2,179,930
15	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료 재생업	2,110,364
16	부동산업	1,663,256
17	정보통신업	1,236,701
18	광업	669,900

자료 : 전 부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계(2019), 에너지총조사(2020)

4) 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석 시, 해외 부문 운송서비스에서 발생한 탄소 배출량을 제외한 62,569,769 tCO_{2e}를 활용하였음(표에 제시된 탄소 배출량은 해외 부문까지 포함된 탄소 배출량)

<표 8> 전국 단위 제조업 산업군별 탄소 배출량 순위

순위	산업군	탄소 배출량(tCO ₂ e)
1	1차 금속 제조업	132,810,200
2	화학물질 및 화학제품 제조업	65,906,600
3	코크스 및 석유정제품 제조업	37,645,800
4	컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업	25,342,800
5	비금속광물제품 제조업	23,750,000
6	기계 및 장비 제조업	14,914,800
7	목재 및 종이, 인쇄 및 복제업	11,186,500
8	음식료품 제조업	10,478,000
9	금속가공제품 제조업	10,360,800
10	섬유 및 가죽제품 제조업	6,081,920
11	전기장비 제조업	4,336,900
12	운송장비 제조업	2,114,500
13	기타 제조업	642,300
14	제조임가공 및 산업용 장비 수리업	357,800

자료 : 전 부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계(2019), 에너지총조사(2020)

2. 부산광역시 산업군별 탄소 배출량 현황 분석

전국 단위로 탄소 배출량 분석과 동일한 통계 자료를 활용하여 부산광역시 대상 18개 산업군별 탄소 배출량을 분석하였다. 광업 및 제조업에 대한 탄소 배출량을 제공하는 ‘에너지총조사’의 경우, 시도별 탄소 배출량을 제공하고 있으나, 두 산업군을 제외한 나머지 산업군에 대한 탄소 배출량 데이터를 제공하는 ‘산업 부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계(2019)’의 경우, 시도 단위의 산업군별 탄소 배출량 데이터는 공표하고 있지 않다. 따라서 부산광역시의 산업군별 탄소 배출량을 계산하기 위하여 박종욱(2024)의 연구에서 사용된 탄소 배출량 비례배분법을 활용하였다.

탄소 배출량 비례배분법은 전국 단위의 산업대분류별 탄소 배출량과 한국은행에서 공표된 지역산업연관표(2015)를 통해 부산시의 산업군별 탄소 배출량을 추정하는 방법이다. 지역산업연관표의 지역별 총산출에 비례하도록 전국 단위 탄소 배출량을 지역별로 배분하여 지역별 산업군별 탄소 배출량을 산정할 수 있다. 부산시의 경우 총산출의 0.047336479를 차지하고 있으므로 전국 단위 산업대분류별 탄소 배출량에 0.047을 곱하여 부산시 산업군별 탄소 배출량을 산정하였다. 탄소 배출량 산정 결과는 <표 7>, <표 8>과 같으며, 부산시의 탄소

배출량 상위 6개 산업군 및 하위 6개 산업군은 전국 단위와 동일하다.

<표 9> 부산광역시 산업군별 탄소 배출량 순위

순위	산업군	탄소 배출량(tCO ₂ e)
1	제조업	4,274,700
2	운수업	3,407,721
3	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	2,095,803
4	숙박 및 음식점업	1,076,846
5	도매 및 소매업	721,656
6	농림어업	572,763
7	교육 서비스업	492,414
8	공공행정, 국방 및 사회보장 서비스업	459,849
9	보건업 및 사회복지 서비스업	337,001
10	건설업	307,120
11	전문, 과학 및 기술 서비스업	202,695
12	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	111,461
13	금융 및 보험업	106,827
14	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	105,457
15	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료 재생업	99,817
16	부동산업	78,173
17	정보통신업	58,125
18	광업	1,200

자료 : 전부문 및 산업부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계(2019), 에너지총조사(2020)

<표 10> 부산광역시 제조업 산업군별 탄소 배출량 순위

순위	산업군	탄소 배출량(tCO ₂ e)
1	1차 금속 제조업	1,349,600
2	금속가공제품 제조업	874,700
3	기계 및 장비 제조업	359,800
4	컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업	337,700
5	운송장비 제조업	325,800
6	음식료품 제조업	320,700
7	섬유 및 가죽제품 제조업	250,000
8	화학물질 및 화학제품 제조업	191,100
9	비금속광물제품 제조업	133,600
10	전기장비 제조업	76,400
11	목재 및 종이, 인쇄 및 복제업	20,400
12	제조임가공 및 산업용 장비 수리업	17,900
13	기타 제조업	13,100
14	코크스 및 석유정제품 제조업	3,900

자료 : 전부문 및 산업부문 에너지 사용 및 온실가스 배출량 통계(2019), 에너지총조사(2020)

3. 소결

본 장에서는 전국과 부산시의 산업군별 탄소 배출량 현황을 분석하였다. 전국 단위에서는 제조업이 가장 높은 탄소 배출량을 기록하였으며, 다음으로 운수업의 탄소 배출량이 타 산업에 비해 크게 높은 것으로 나타났다. 이어서 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업, 숙박 및 음식점업, 도매 및 소매업과 같은 주요 서비스업에서 높은 탄소 배출량이 기록되었다. 제조업은 제조 공정의 과정에서 대량의 에너지를 소비하고 있으며, 운수업 또한 화석연료 기반의 운송수단과 장거리 운송의 빈도 증가로 인한 에너지 소비가 상당하므로 이러한 결과가 도출된 것으로 보인다. 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업은 산업 및 시민 단체, 개인 및 소비용품 수리업, 세탁업과 미용업 등을 포함한 기타 서비스업으로 정의되는데, 탄소 배출량이 높은 타 서비스업 관련 산업군(숙박 및 음식점업, 도매 및 소매업)과 유사하게 냉난방, 전기 등 건물에서 소비되는 에너지가 크기 때문에 위와 같은 결과가 도출되었을 것으로 사료된다. 부산시의 경우 전국의 데이터를 기반으로 각 산업에 대하여 탄소 배출량을 비례배분하였으므로 전국 현황과 동일한 산업군에서 높은 탄소 배출량이 기록되었다.

IV. 탄소세 시나리오

1. 탄소세 책정 기준

UN에서는 탄소세 책정 기준으로 ‘탄소 저감 목표 기준 접근법(Standards and Price Approach)’, ‘정부 세입 취득 목표 기준 접근법(Revenue Target Approach)’, 그리고 ‘벤치마킹 접근법(Benchmarking Approach)’을 제시하고 있다. 먼저 ‘탄소 저감 목표 기준 접근법(Standards and Price Approach)’은 특정 탄소 저감 목표를 설정한 후, 목표치에 대한 탄소세율을 설정하는 방법이다. 탄소 저감 목표 설정 시, 2015년 파리 협정에서 결정되었던 Nationally Determined Contributions (NDC)를 참고하여 목표치를 설정할 것을 제안하고 있다. 다만, 탄소 저감 목표 기준 접근법의 경우 탄소세율을 결정할 때 저감 목표만을 고려할 뿐, 탄소 배출량의 사회적 비용을 반영하거나 정치·경제적 상황은 고려하지 않으므로 최적의 탄소세율을 책정하는 것으로 보기에 어렵다.

예를 들어, 미국의 탄소세 책정기준은 ‘탄소 배출량 저감 목표 설정(Emission Target Mechanism)’방법으로, 탄소저감목표를 우선적으로 설정한 후, 그에 맞는 탄소세율을 설정하는 방식으로 이루어지고 있다(Center on Global Energy Policy, 2023). 탄소 배출량 저감 목표를 달성할 수 있도록 연도별 탄소 배출량에 따라 탄소세율을 조정하며, 이전 연도의 탄소 배출량이 예상보다 높았다면 그다음 해의 탄소세율 상향 조정하는 식으로 탄소세가 책정되고 있다.

두 번째 탄소세 책정 기준은 ‘정부 세입 취득 목표 기준 접근법(Revenue Target Approach)’으로, 이는 탄소 세입에 대한 목표치를 우선 설정한 후 그에 맞는 탄소세율을 설정하는 방법이다. 이 책정 기준을 사용할 경우, 탄소세 부과를 통해 증가한 정부 세입을 활용하여 탄소 저감에 대한 투자가 가능하다. 다만, 이를 위해 재화별 가격 탄력성에 대한 데이터가 필요하며, 탄소세 세입의 최대화를 위해서는 시장에서 소비되는 재화에 대한 가격의 영향을 고려하여 탄소세율을 설정해야 한다. 예를 들어, 칠레의 경우, 교육 개혁을 위한 정부예산을 신속하게 마련하기 위해 정부 세입 취득 목표 기준법을 활용하여 탄소세를 도입하여, 세입을 취득하고자 하였다. 본 책정 기준을 활용하여 탄소세율을 결정할 경우, 정부 재정에 있어 탄소세 세입이 안정적인 수입원이 될 가능성이 있다. 그러나 점진적으로 탄소 배출량이 감소한다면 탄소세로 인한 수입 역시 감소할 것이므로 장기적으로 봤을

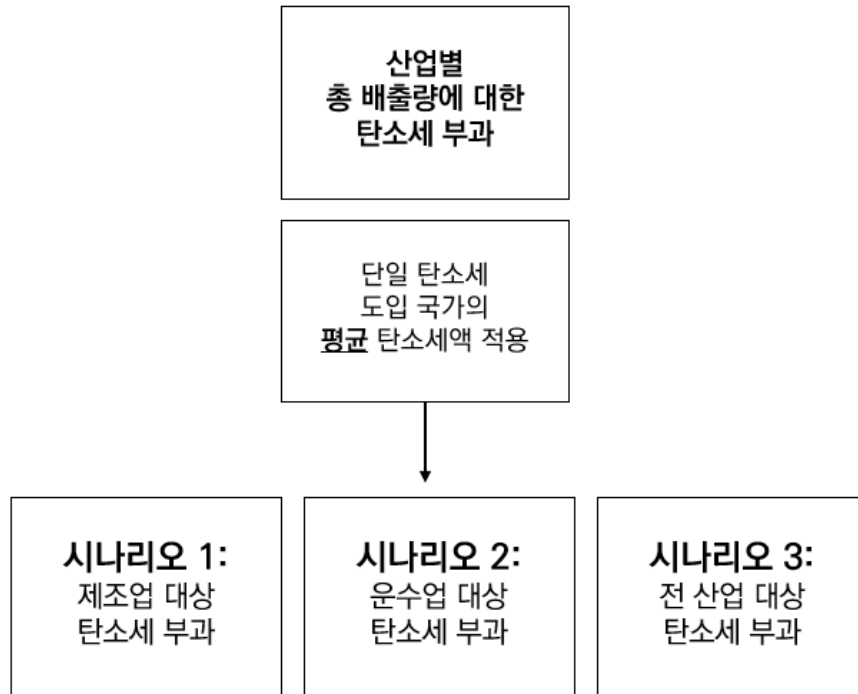
때 지속 가능한 탄소세율 책정 기준이 아닐 수 있음에 유의해야 한다.

세 번째는 ‘벤치마킹 접근법(Benchmarking Approach)’을 활용해 탄소세율을 책정하는 방법이다. OECD 및 World Bank에서는 매해 탄소세를 도입한 국가 및 지역별 탄소세율에 대해 공표하고 있다. 벤치마킹 접근법은 매해 발표되는 타 국가 및 지역별 탄소세율을 벤치마킹하여 탄소세율을 결정하는 방법이다. 탄소세를 시행하는 국가 및 지역별로 경제적 특성이 다르므로 타 국가 및 지역의 탄소세율을 벤치마킹할 때, 정책의 목표, 경제 및 정치구조, 인구학적 특성, 에너지 생산량, 지리학적 특성이 유사한 국가 및 지역의 탄소세율을 벤치마킹하는 것이 필요하다. 탄소세의 도입으로 인해 탄소 배출량이 전이되는 현상을 방지하기 위해 인근 국가 및 지역의 탄소세율을 벤치마킹하는 사례를 확인할 수 있다. 대표적으로 포르투갈과 아이슬란드는 유럽연합(European Union)의 연료 소비세(Excise tax on fuel)를 참고하여 자국의 탄소세율을 설정하고 있다. 연료 소비세는 화석연료에 대해 매기는 세금으로, 이를 벤치마킹하여 탄소가격을 측정하는 것이 이 접근법에 속한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 현재 국내에서 탄소세 정책이 시행되지 않고 있기에 많은 국가들에서 채택하고 있는 벤치마킹 접근법을 활용해 탄소세 부과 시나리오를 구축하였다.

2. 탄소세 부과 시나리오

탄소세 시행에 따른 경제적 파급영향 분석을 위한 탄소세 시나리오 구축 프레임워크는 <그림 7>과 같다. 탄소세 부과 방법의 경우, 에너지원에 관계없이 단일한 탄소세를 부과하는 방법만 고려하여 탄소세 시나리오를 구축하였다. 탄소세 시나리오는 부과 대상이 되는 산업군 유형에 따라 총 세 가지로 구성하였다. 시나리오에 대한 자세한 사항은 가. 탄소세액 설정과 나. 탄소세 부과 대상 산업군별 시나리오에 기술하였다.



<그림 7> 탄소세 시나리오 구축 프레임워크

가. 탄소세액 설정

탄소세 부과 시나리오는 배출원별 탄소 배출량과 관계없이, 각 산업군의 총 탄소 배출량에 따라 탄소세를 부과하는 방법을 활용하였다. 이는 국외 탄소세 시행 현황을 분석한 결과, 2023년 기준 배출원별로 탄소세율을 상이하게 부과하는 국가보다 배출원과 관계없이 단일 탄소세를 부과하고 있는 국가 및 지역이 대부분인 것으로 나타났기 때문이다. 현재 단일 탄소세를 도입하고 있는 국가 중 한국과 유사한 경제 규모를 보유하고 있는 국가의 평균 1톤당 탄소세액(원/tCO₂)을 벤치마킹하였다. 한국과 유사한 산업구조를 보유하고 있는 국가를 벤치마킹 대상으로 선정하고자 하였으나, 각 국가의 산업별로 국내총생산(Gross Domestic Product)에서 차지하는 비중을 검토한 결과 단일 탄소세를 부과하는 모든 국가가 서비스업, 제조업, 농림어업 순으로 국내총생산에서 차지하는 비중이 높은 유사한 산업구조를 보였다. 따라서 국가별 산업구조가 아닌 경제 규모를 비교하여 벤치마킹 대상의 국가를 선정하였다.

경제 규모의 경우, 국가별 2023년 1인당 국민소득(Gross National Income per capita)을 기준으로 World Bank에서 진행한 경제 규모 분류체계를 활용하였다(World Bank, 2024). 해당 분류체계에서 한국은 High Income Countries (HICs)로

분류되었으며, 단일 탄소세를 도입하고 있는 18개국 중 한국과 같이 HICs로 분류된 국가들은 남아프리카공화국, 멕시코, 우크라이나, 콜롬비아를 제외한 14개 국가인 것으로 확인되었다. 따라서 14개 국가의 1톤당 탄소세액의 평균값인 48,870.24원을 본 연구의 모든 시나리오에 적용하는 탄소세액으로 설정하였다. World Bank에서 제공한 2023년 기준 단일 탄소세 도입 국가의 1톤당 탄소세액이 미국 달러화(USD)로 제공되었으므로, '1 USD = 1351.50원'의 환율을 적용하여 한국 원화(KRW)로 환산하였다.

나. 탄소세 부과 대상 산업군별 시나리오

탄소세를 부과하는 산업은 전국 및 부산시에서 탄소 배출량 상위 1위 및 2위에 해당하는 제조업 및 운수업으로 설정하였다. 시나리오 1과 2에서는 제조업과 운수업에 개별적으로 탄소세를 부과하며, 시나리오 3에서는 탄소 배출량과 관계없이 본 연구의 대상이 되는 31개의 산업군(제조업 세부 산업군 포함) 모두에 탄소세를 부과하는 것으로 구성하였다. 전국 및 부산시의 산업별 탄소 배출량 순위는 동일하였으므로, 부산시를 대상으로 경제적 파급영향을 분석할 때에도 전국과 동일하게 <표 9>의 시나리오를 활용하였다.

<표 11> 탄소세 부과 대상 산업군별 탄소세 시나리오(전국 및 부산시 공통)

번호	시나리오
1	제조업 대상 탄소세 부과
2	운수업 대상 탄소세 부과
3	전 산업 대상 탄소세 부과

V. 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석

1. 산업연관분석

본 연구에서는 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향을 분석하기 위해, 산업연관분석을 수행하였다. 산업연관분석(inter-industry analysis) 또는 투입산출분석(input-output analysis)이란, 산업연관표를 이용하여 산업구조적인 측면에서 산업 간 상호연관관계를 수량적으로 분석하는 방법이다(한국은행, 2019). 산업연관표는 일정 기간 국가 및 지역 단위 산업간 거래관계를 일정한 원칙에 따라 행렬형식으로 기록한 통계표이며(한국은행, 2016), 국내에서는 한국은행이 작성하고 있다.

<그림 1-3> 투입산출표(Input-Output Table, 기초가격)-예시 단위: 조원

상품	농림수산물	공산품	서비스	최종수요			총수요	총산출	자가공정 산출액	수입	잔폐물 발생(+)	총공급
				소비	투자	수출						
농림수산물	4	39	9	15	1	1	69	56	0	13	0	69
공산품	17	1,183	334	150	131	681	2,496	1,732	108	642	14	2,496
서비스	4	235	465	696	271	101	1,772	1,684	0	88	0	1,772
소계	25	1,457	808	861	403	783	4,337	3,472	108	743	14	4,337
순생산물세	1	8	38	51	28	0	126	105	0	21	0	126
잔폐물발생(-)	0	-6	-2	-2	-4	0	-14	0	0	0	-14	-14
중간투입계	26	1,459	844	910	427	783	4,449	3,577	108	764	0	4,449
부가가치	30	381	840									
총투입계	56	1,840	1,684									

자료 : 한국은행(2016)

<그림 8> 투입산출표의 구조

산업연관표는 작성형식에 따라 공급사용표와 투입산출표로 분류할 수 있다. 공급사용표는 산업 기준의 생산내역을 나타낸 표이며, 투입산출표는 상품 기준의 생산내역을 나타낸 표이므로 하나의 산업에서 하나의 상품만을 생산한다는 가정을

토대로 구축되었다(한국은행, 2019). 그 중, 본 연구에서 산업연관분석을 위해 사용하는 투입산출표의 구조는 <그림 8>과 같다. 투입산출표는 산업별 상품의 사용 내역을 비롯하여 소비, 투자, 수출액의 최종수요 및 부가가치에 대한 내역이 상품의 행렬로 구성되어 있다. 투입산출표의 세로열은 각 산업이 생산을 위해 사용하는 재화 및 서비스의 가격을 의미하는 투입구조이며, 각 산업이 생산활동을 위해 지출한 생산비용으로 해석할 수 있다. 가로행은 배분구조로 각 산업에서 생산된 산출물, 즉 상품의 분배를 의미하기에 각 산업에 생산한 재화나 서비스가 다른 산업의 생산을 위해 분배되는 형태를 나타낸다. 투입구조에서는 중간투입부문과 생산에 필요한 요소의 구입비용을 합산하는 부가가치부문으로 구분되며, 두 부문의 합계를 총투입으로 정의한다. 배분구조에서는 생산을 위한 수요를 의미하는 중간수요부문과 소비재, 자본재, 수출 등의 최종수요부문으로 구분되며, 두 부문의 합계를 총산출로 정의한다(한국은행, 2016).

2. 경제적 파급영향 분석 모형

가. 분석 개요

본 연구는 4장에서 구축한 3가지의 탄소세 시나리오에 따라서 산업연관분석을 활용하여 전국과 부산광역시를 대상으로 탄소세 부과에 따른 경제적 파급영향을 분석하였다. 산업연관분석을 통해 특정 산업에 대한 충격 발생 전후 유발된 생산, 고용, 소득, 부가가치 등을 비교함으로써 경제적 파급영향을 분석할 수 있다. 이에 본 연구는 탄소세 부과라는 충격에 의한 산업의 경제적 파급영향을 생산비용의 상승률, 생산액 감소율, 그리고 부가가치 감소율이라는 세 가지 측면에서 살펴보려고 한다. 본 연구의 대상이 산업이므로, 산업의 생산성 및 수익성과 직접적으로 연계되어 있는 개념인 생산비용, 생산액, 부가가치를 경제적 파급영향에 대한 주요 지표로 설정하였다. 경제적 파급영향 분석 시 직접적 파급영향은 탄소세 부과 대상이 되는 산업의 생산비용 상승률, 생산액 및 부가가치 상승률로 정의할 것이며, 간접적 파급영향은 부과 대상 산업을 제외한 타 산업의 생산비용 상승률, 생산액 및 부가가치 상승률로 정의한다.

나. 탄소세를 산정 및 적용방법

현재 탄소세를 도입하고 있는 국가 및 지역의 탄소 배출량 1톤당

탄소세액(원/tCO₂)을 참고하여 평균세액을 산출한 후, 이를 각 산업군의 탄소 배출량과 곱하였다. 탄소세율을 산정하기 위해 박종욱·이나운(2021)을 참고하여 ‘탄소 배출량(tCO₂)×탄소세(원/tCO₂)’를 산업별로 투입되는 중간재의 합계인 중간투입(원)으로 나누었다. 최종적으로 탄소세율은 <수식 1>을 통해 산정되었다.

$$(\text{탄소배출량}(tCO_2) \times \text{탄소세(원}/tCO_2)) / \text{중간투입(원)} \quad \langle \text{수식 1} \rangle$$

탄소세율은 산업별 제품을 생산하기 위해 투입되는 중간재의 생산자 가격에 적용되었다. 투입산출표에 N 개의 재화가 있으며 재화 i 가 재화 j 에 투입되는 경우, 각 재화의 중간재에 탄소세 t 를 적용한 행렬 B 는 <수식 2>와 같이 표현할 수 있다. 탄소세율 적용 후의 행렬 B 에서 a_{ij} 는 투입계수, 즉 재화 i 가 재화 j 의 총산출에서 차지하는 비중으로 정의된다.

$$B = \begin{bmatrix} (1+t_{11})a_{11} & (1+t_{12})a_{12} \dots & (1+t_{1N})a_{1N} \\ (1+t_{21})a_{21} & (1+t_{22})a_{22} \dots & (1+t_{2N})a_{2N} \\ \vdots & & \\ (1+t_{M1})a_{M1} & (1+t_{M2})a_{M2} \dots & (1+t_{MN})a_{MN} \end{bmatrix} \quad \langle \text{수식 2} \rangle$$

다. 산업연관분석 분석 모형

(1) 생산비용 상승률 분석

생산비용의 상승률은 생산자 가격의 상승률로, 탄소세 부과 후 생산자 가격의 변화는 김성태 외(2010), 박종욱·이나운(2021)의 연구와 동일한 방식으로 다음과 같이 산정하였다. 재화 i 가 재화 j 에 투입된다는 것을 가정하였을 때, x_{ij} 는 재화 j 생산을 위해 투입된 재화 i 의 양이며, V_i 는 산업 i 의 부가가치, p_i 는 재화 i 의 가격을 뜻한다.

$$\begin{aligned}
x_{11}p_1 + x_{21}p_2 + \cdots + x_{M1}p_N + V_1 &= x_1p_1 \\
x_{12}p_1 + x_{22}p_2 + \cdots + x_{N2}p_N + V_2 &= x_2p_2 \\
&\vdots \\
x_{1N}p_1 + x_{2N}p_2 + \cdots + x_{NN}p_N + V_N &= x_Np_N
\end{aligned}
\tag{수식 3}$$

위의 <수식 3>을 투입계수 a_{ij} 에 대해서 풀면, <수식 4>가 도출된다.

$$\begin{aligned}
(1 - a_{11})p_1 - a_{21}p_2 - \cdots - a_{N1}p_N &= V_1/x_1 \\
-a_{12}p_1 + (1 - a_{22})p_2 - \cdots - a_{N2}p_N &= V_2/x_2 \\
&\vdots \\
-a_{1N}p_1 - a_{2N}p_2 - \cdots + (1 - a_{NN})p_N &= V_N/x_N
\end{aligned}
\tag{수식 4}$$

행렬을 활용하여 <수식 4>를 정리하면 <수식 5>와 <수식 6>으로 나타낼 수 있다. 여기서 v 란, 산출량당 부가가치 (V_j/x_j)를 말한다.

$$(1 - A')P_1 = v \tag{수식 5}$$

$$P_1 = (1 - A')^{-1}v \tag{수식 6}$$

만약 <수식 2>와 같이 중간재에 탄소세를 적용한다면, <수식 6>은 <수식 7>과 같이 변경된다.

$$P_1 = (1 - B)^{-1}v \tag{수식 7}$$

$$P_1 = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - (1 + t_{11})a_{11} & -(1 + t_{21})a_{21} & \cdots & -(1 + t_{N1})a_{N1} \\ -(1 + t_{12})a_{12} & 1 - (1 + t_{22})a_{22} & \cdots & -(1 + t_{N2})a_{N2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -(1 + t_{1N})a_{1N} & -(1 + t_{2N})a_{2N} & \cdots & 1 - (1 + t_{N3})a_{N3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1/x_1 \\ V_2/x_2 \\ \vdots \\ V_N/x_N \end{bmatrix} \tag{수식 8}$$

<수식 8>과 같이 P_1 벡터는 탄소세 부과로 인한 생산자 가격의 상승률을 의미한다.

(2) 생산액 감소율 분석

생산액의 감소율 C 는 <수식 9>와 같이 생산유발계수 행렬 A' 와 최종수요 변화율 벡터 F 를 곱한 값으로 정의된다.

$$C = A'F \quad \text{<수식 9>}$$

최종수요 변화율은 앞서 산정한 생산비용의 상승률과 각 산업군의 가격 탄력성을 곱한 값이다. 전국 및 부산시의 경제적 파급영향 분석에 활용한 산업군별 가격 탄력성은 강만옥 외(2011)의 연구 결과를 차용하였다.

생산유발계수는 최종수요가 한 단위 발생하였을 때, 이를 충족시키기 위하여 각 산업부문에서 직간접적으로 유발되는 생산액의 수준을 나타낸 것이다. 생산유발계수 행렬은 다음과 같은 과정으로 산정된다(<수식 10 - 13>).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} \cdots & a_{2N} \\ \vdots & & \\ a_{M1} & a_{M2} \cdots & a_{MN} \end{bmatrix} \quad \text{<수식 10>}$$

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \cdots 0 \\ 0 & 0 \cdots 0 \\ \vdots & \\ 0 & 0 \cdots 1 \end{bmatrix} \quad \text{<수식 11>}$$

$$A' = (I - A)^{-1} \quad \text{<수식 12>}$$

$$A' = \begin{bmatrix} (1-A)_{11}^{-1} & (1-A)_{12}^{-1} \cdots & (1-A)_{1N}^{-1} \\ (1-A)_{21}^{-1} & (1-A)_{22}^{-1} \cdots & (1-A)_{2N}^{-1} \\ \vdots & & \\ (1-A)_{M1}^{-1} & (1-A)_{M2}^{-1} \cdots & (1-A)_{MN}^{-1} \end{bmatrix} \quad \text{<수식 13>}$$

각 산업부문의 한 단위 생산에 필요한 중간재의 가치를 나타내는 투입계수 행렬 A 를 계산한 후, 단위행렬 I 를 활용하여 도출된 레온티에프 역행렬은 생산유발계수 행렬 A' 로 정의할 수 있다.

(3) 부가가치 감소율 분석

부가가치 감소율 D 는 부가가치유발계수 벡터 V' 와 최종수요 변화율 벡터 F 를 곱한 값으로 정의된다(<수식 14>).

$$D = V'F \quad \text{<수식 14>}$$

부가가치유발계수는 특정 산업에서 최종수요가 한 단위 발생하였을 때, 해당 산업에서 창출된 부가가치의 정도를 나타낸다. 부가가치유발계수 벡터 V' 는 다음과 같은 과정으로 산정된다(<수식 15 - 17>).

$$A' = (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} (1 - A)_{11}^{-1} (1 - A)_{12}^{-1} \dots (1 - A)_{1N}^{-1} \\ (1 - A)_{21}^{-1} (1 - A)_{22}^{-1} \dots (1 - A)_{2N}^{-1} \\ \vdots \\ (1 - A)_{M1}^{-1} (1 - A)_{M2}^{-1} \dots (1 - A)_{MN}^{-1} \end{bmatrix} \quad \text{<수식 15>}$$

$$v = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{bmatrix} \quad \text{<수식 16>}$$

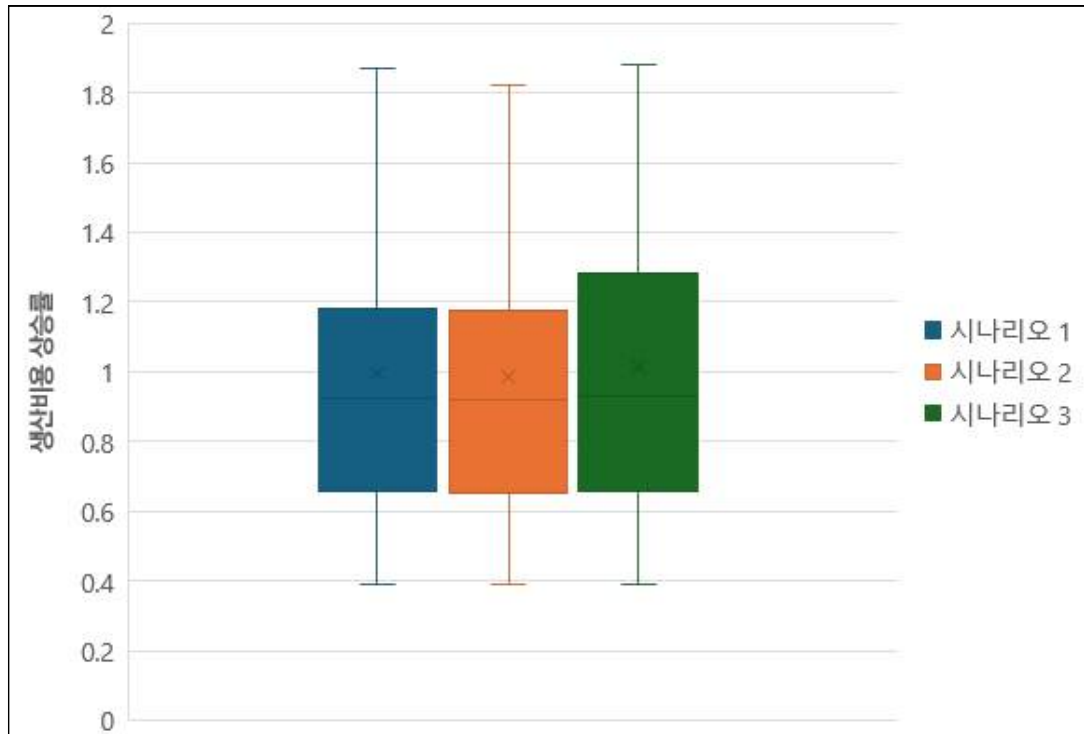
$$V' = (I - A)^{-1}v = \begin{bmatrix} (1 - A)_{11}^{-1} (1 - A)_{12}^{-1} \dots (1 - A)_{1N}^{-1} \\ (1 - A)_{21}^{-1} (1 - A)_{22}^{-1} \dots (1 - A)_{2N}^{-1} \\ \vdots \\ (1 - A)_{M1}^{-1} (1 - A)_{M2}^{-1} \dots (1 - A)_{MN}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{bmatrix} \quad \text{<수식 17>}$$

생산유발계수 행렬을 도출하는 과정과 동일하게 레온티에프 역행렬을 계산한 후, 부가가치 벡터 v 와 곱하면 부가가치 유발계수가 도출된다.

3. 탄소세 시나리오별 경제적 파급영향 분석

가. 전국 단위 경제적 파급영향 분석

(1) 생산비용 상승률



(단위 : %)

<그림 9> 시나리오별 생산비용 상승률

전국 단위에서는 시나리오별 모든 산업에 대한 평균값을 활용하여 분석하였다(<그림 9>). 시나리오별 생산비용 상승률의 평균값은 전 산업에 부과한 시나리오 3이 1.0120%로 가장 높았으며, 다음으로 제조업에 부과한 시나리오 1이 0.9942%로 높은 값을 보였다. 시나리오 1과 3은 약 0.0178%p의 상당히 작은 차이를 보인 반면, 시나리오 2와 3의 차이는 약 0.0270%p이기에 탄소세가 운수업에 비해 제조업에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

<표 10> 시나리오별 생산비용 상승률에 대한 피해

(단위 : 백만 원)

구분	탄소세 시나리오		
	1	2	3
직접피해	18,981,410	2,396,523	46,029,018
간접피해	26,660,690	42,834,211	0
총피해	45,642,102	45,230,735	46,029,018

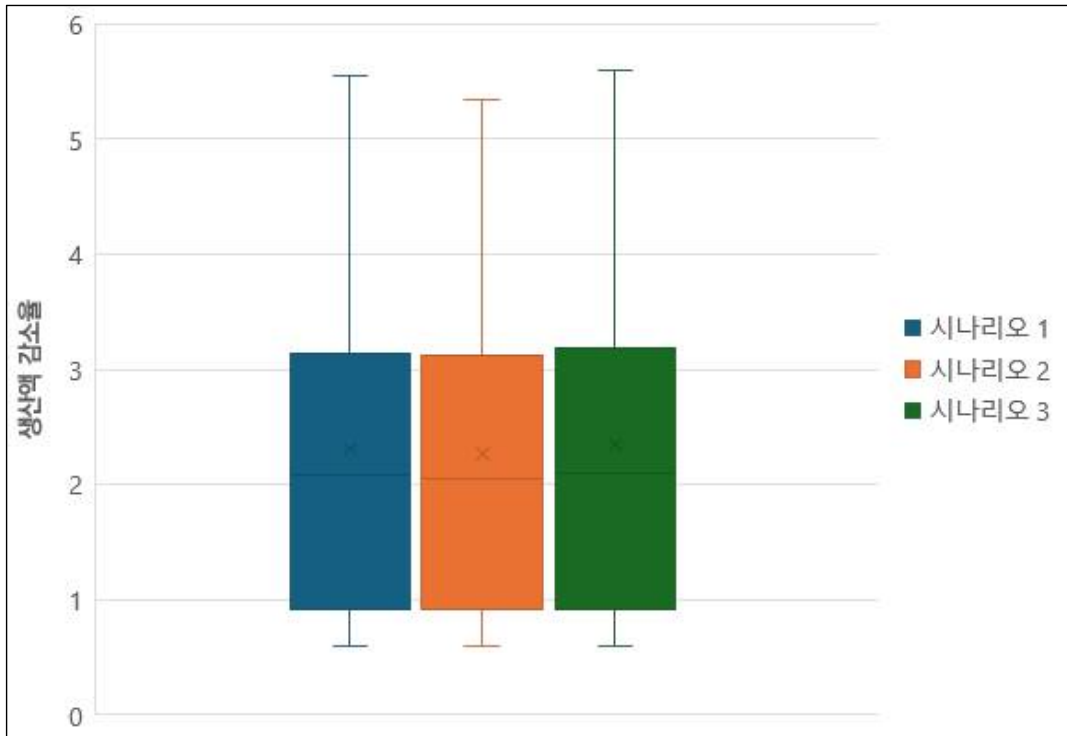
본 연구에서 직접피해는 탄소세를 부과한 산업의 피해로 정의하였으며, 간접피해는 탄소세를 부과하지 않은 타 산업에 대한 피해로 정의하였다. <표 10>의 경우, 시나리오 1의 직접피해는 탄소세를 부과한 제조업의 생산비용 상승분을 의미하고, 간접피해는 제조업 외 타 산업의 생산비용 상승분을 합한 값이며 총 피해는 직·간접피해를 합한 값으로 정의하였다. 생산비용 상승률이 가장 컸던 시나리오 3의 직접피해는 약 46조 290억 1,800만 원이며, 상승률이 가장 작았던 시나리오 2에서 운수업의 직접피해는 약 2조 3,965억 2,300만 원인 것으로 나타났다. 운수업을 제외한 타 산업에서의 피해인 간접피해는 총 42조 8,342억 1,100만 원으로, 시나리오 2에서는 간접피해가 직접피해보다 약 17.9배 더 큰 값을 보였다. 시나리오 1의 직접피해는 18조 9,814억 1,000만 원이었으며, 간접피해는 26조 6,606억 9,000만 원으로 간접피해가 직접피해에 비해 1.4배 크게 나타났다. 탄소세 부과 대상이 되는 산업군이 많을수록 직접피해가 커지고 간접피해가 줄어드는 경향이 있다. 따라서 시나리오 1과 2의 산업군 1개당 평균 간접피해를 비교하면, 시나리오 1의 평균 간접피해는 약 1조 5,682억 7,500만 원(간접피해 대상 산업군 17개)이며, 시나리오 2는 평균 1조 4,278억 700만 원(간접피해 대상 산업군 30개)으로, 탄소세 부과로 인한 타 산업의 피해는 제조업에 부과했을 때 더 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

<표 13> 시나리오별 생산비용 상승률 상위·하위 10% 산업군

시나리오	평균 상승률	상위 10% 산업군	하위 10% 산업군
1	0.9942%	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 및 화학제품 제조업 (1.8716%) • 광업 (1.7279%) • 전문, 과학 및 기술 서비스업 (1.5498%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 제조업 (0.3898%) • 비금속광물제품 제조업 (0.5328%) • 건설업 (0.5347%)
2	0.9850%	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 및 화학제품 제조업 (1.8239%) • 광업 (1.6966%) • 운수업 (1.5433%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 제조업 (0.3893%) • 비금속광물제품 제조업 (0.5201%) • 건설업 (0.5342%)
3	1.0120%	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 및 화학제품 제조업 (1.8809%) • 광업 (1.7553%) • 운수업 (1.5686%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 제조업 (0.3903%) • 비금속광물제품 제조업 (0.5335%) • 건설업 (0.5354%)

산업군별 세 개의 시나리오 적용에 따른 생산비용 상승률의 중간값 및 상위·하위 10% 산업군을 종합한 결과는 <표 11>과 같다. 상위 10%의 상승률을 보인 산업군은 탄소세에 대한 영향을 상대적으로 크게 받는 산업군으로, 하위 10%의 상승률을 보인 산업군은 탄소세에 대한 영향을 가장 작게 받는 산업군으로 정의하였다. 각 시나리오의 상위 10% 산업군은 동일하였으며, 하위 10% 산업군 역시 동일한 경향을 보였다. 탄소세에 대한 영향을 가장 크게 받는 산업군으로는 ① 화학물질 및 화학제품 제조업, ② 광업, ③ 운수업이 포함되었으며, 비교적 적은 영향을 받는 산업군으로는 ① 기타 제조업, ② 비금속광물제품 제조업, ③ 건설업이 포함되었다. 화학물질 및 화학제품 제조업의 경우, 모든 시나리오에서의 평균 생산비용 상승률이 약 1.8588%로 다른 산업군에 비해 높은 상승률을 보이는 것으로 분석되었으며, 뒤이어 광업이 1.7266%, 운수업이 1.5539%로 높게 나타났다.

(2) 생산액 감소율



(단위 : %)

<그림 10> 시나리오별 생산액 감소율

생산액 감소율의 경우, 모든 산업에 탄소세를 부과한 시나리오 3의 생산액 감소율의 평균값이 2.3429%로 가장 높았으며, 다음으로 제조업에만 부과한 시나리오 1이 2.3069%로 높게 나타났다(<그림 10>). 생산비용 상승률의 분석결과와 동일하게 화학물질 및 화학제품 제조업이 가장 큰 감소율을 보였는데, 시나리오 1에서는 5.5430%, 시나리오 2에서는 5.3452%, 시나리오 3에서는 5.6013%의 감소율이 나타났다. 전체 평균 생산액 감소율을 비교했을 때, 시나리오 1과 3은 약 0.0360%p의 차이를 보였으나, 시나리오 2와 3의 차이는 약 0.0736%p이기에 탄소세가 운수업에 비해 제조업에 미치는 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

<표 12> 시나리오별 생산액 감소율에 대한 피해

(단위 : 백만 원)

구분	탄소세 시나리오		
	1	2	3
직접피해	50,497,485	7,610,764	112,464,556
간접피해	60,354,657	101,504,172	0
총 피해	110,852,142	109,114,936	112,464,556

생산액 감소율이 가장 높았던 시나리오 3의 직접피해는 약 112조 4,645억 5,600만 원이며, 감소율이 가장 낮았던 시나리오 2에서 운수업의 직접피해는 약 7조 6,107억 6,400만 원인 것으로 나타났다(<표 12>). 운수업을 제외한 타 산업의 간접피해는 총 101조 5,041억 7,200만 원으로, 시나리오 2에서는 간접피해가 직접피해보다 약 13.3배 더 큰 값을 보였다. 시나리오 1의 경우 직접피해는 50조 4,974억 8,500만 원이며, 간접피해는 60조 3,546억 5,700만 원이므로 간접피해가 직접피해보다 약 1.2배 큰 것으로 나타났다. 시나리오 1의 산업 1개당 평균 간접피해는 약 3조 5,502억 7,300만 원, 시나리오 2의 산업 1개당 평균 간접피해는 3조 3,834억 7,200만 원으로 제조업에 탄소세를 부과했을 때 타 산업의 피해가 평균적으로 더 크게 나타났다.

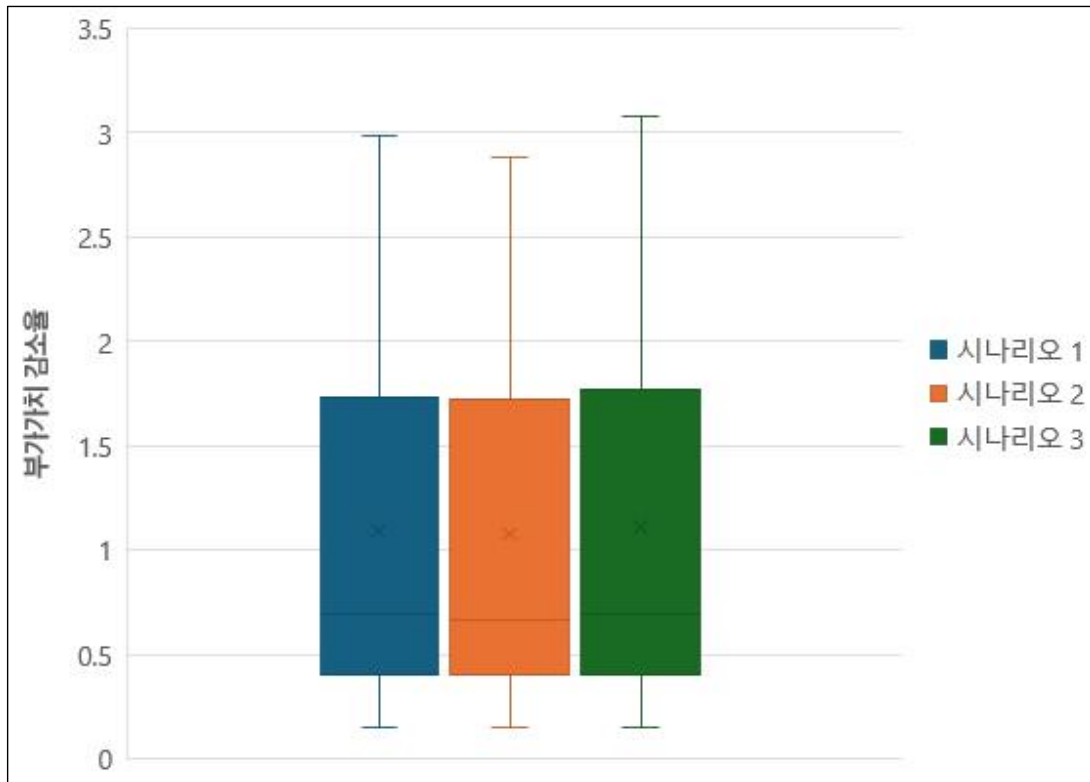
<표 13> 시나리오별 생산액 감소율 상위·하위 10% 산업군

시나리오	평균 감소율	상위 10% 산업군	하위 10% 산업군
1	2.3069%	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 및 화학제품 제조업 (5.5430%) • 광업 (4.9379%) • 운수업 (4.8211%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 제조업 (0.5961%) • 기타 서비스업 (0.6235%) • 보건 및 사회복지 서비스업 (0.7237%)
2	2.2693%	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 및 화학제품 제조업 (5.3452%) • 운수업 (4.9010%) • 광업 (4.7956%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 제조업 (0.5936%) • 기타 서비스업 (0.6210%) • 보건 및 사회복지 서비스업 (0.7214%)
3	2.3429%	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 및 화학제품 제조업 (5.6013%) • 광업 (5.0636%) • 운수업 (5.0491%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 제조업 (0.5991%) • 기타 서비스업 (0.6591%) • 보건 및 사회복지 서비스업 (0.7271%)

산업군별 탄소세 시나리오에 대한 생산액 감소율의 평균값과 상위·하위 10% 산업군을 도출한 결과는 <표 13>과 같다. 탄소세에 대해서 영향을 가장 크게 받는 감소율 상위 10% 산업군은 모든 시나리오에서 ① 화학물질 및 화학제품 제조업, ②

광업, ③ 운수업으로 도출되었다. 탄소세 부과에도 비교적 적은 경제적 타격을 받는 감소율 하위 10% 산업군은 모든 시나리오에서 동일하게 ① 기타 제조업, ② 기타 서비스업, ③ 보건 및 사회복지 서비스업인 것으로 나타났다. 상위 10% 산업군 중에서도 모든 시나리오에서 가장 높은 감소율을 보인 화학물질 및 화학제품 제조업은 전체 평균 5.4965%의 값을 보이며 타 산업에 비해 생산액이 큰 폭으로 감소하였다. 다음으로 광업은 4.9324%, 운수업은 4.9237%의 값으로 생산액 감소율이 높게 분석되었다. 반면, 탄소세 부과에도 생산액이 크게 감소하지 않은 산업군은 제조업보다도 서비스업이 높은 비중을 차지하였다.

(3) 부가가치 감소율



(단위 : %)

<그림 11> 시나리오별 부가가치 감소율

부가가치 감소율에서도 모든 산업에 탄소세를 부과 한 시나리오 3의 평균값이 1.1113%로 가장 높았으며, 뒤이어 제조업에만 부과한 시나리오 1의 평균값이 1.0923%로 높은 것으로 나타났다. 생산비용 상승률 및 생산액 감소율의 분석

결과와 동일하게 시나리오 2와 시나리오 3의 차이보다 시나리오 1과 시나리오 3의 차이가 더 작았으므로 운수업보다 제조업에 대한 탄소세의 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다(<그림 11>).

<표 14> 시나리오별 부가가치 감소율에 대한 피해

(단위 : 백만 원)

구분	탄소세 시나리오		
	1	2	3
직접피해	5,948,479	1,614,375	24,928,714
간접피해	18,627,637	22,694,236	0
총 피해	24,576,117	24,308,611	24,928,714

부가가치 감소율이 가장 높았던 시나리오 3의 직접피해는 약 24조 9,287억 1,400만 원이며, 상승률이 가장 낮았던 시나리오 2에서 운수업의 직접피해는 약 1조 6,143억 7,500만 원인 것으로 나타났다. 운수업을 제외한 타 산업의 총 피해는 22조 6,942억 3,600만 원으로, 시나리오 2에서는 간접피해가 직접피해보다 약 14.1배 더 큰 값을 보였다. 시나리오 1에서는 직접피해가 5조 9,484억 7,900만 원이었으며, 간접피해는 18조 6,276억 3,700만 원이므로 간접피해가 직접피해보다 약 3.1배 크게 나타났다(<표 14>).

<표 15> 시나리오별 부가가치 감소율 상위·하위 10% 산업군

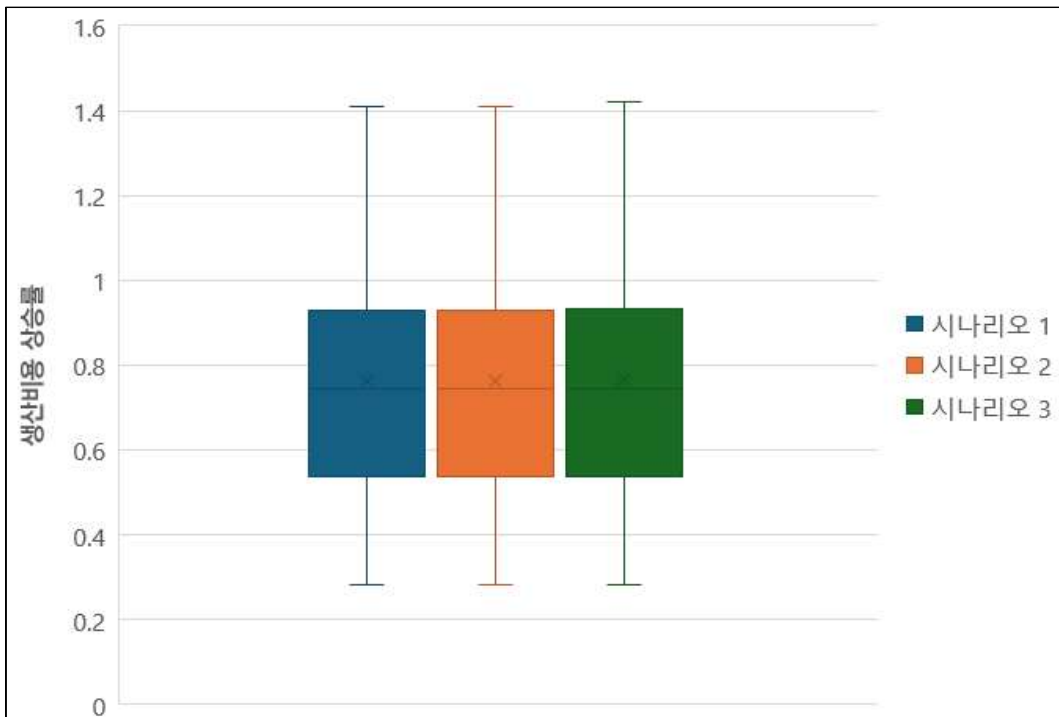
시나리오	평균 감소율	상위 10% 산업군	하위 10% 산업군
1	1.0923%	<ul style="list-style-type: none"> 광업 (2.9856%) 화학물질 및 화학제품 제조업 (2.8724%) 운수업 (2.7625%) 	<ul style="list-style-type: none"> 기타 제조업 (0.1519%) 기타 서비스업 (0.1731%) 비금속광물제품 제조업 (0.2839%)
2	1.0768%	<ul style="list-style-type: none"> 광업 (2.8786%) 운수업 (2.8580%) 화학물질 및 화학제품 제조업 (2.7278%) 	<ul style="list-style-type: none"> 기타 제조업 (0.1515%) 기타 서비스업 (0.1729%) 비금속광물제품 제조업 (0.2705%)
3	1.1113%	<ul style="list-style-type: none"> 광업 (3.0811%) 운수업 (2.9528%) 화학물질 및 화학제품 제조업 (2.9011%) 	<ul style="list-style-type: none"> 기타 제조업 (0.1523%) 기타 서비스업 (0.1796%) 비금속광물제품 제조업 (0.2846%)

산업군별 탄소세 시나리오별 부가가치 감소율 분석 결과의 중간값 및 상위·하위

10% 산업군은 <표 15>와 같다. 각 시나리오의 상위 10% 산업군은 ① 광업, ② 운수업, ③ 화학물질 및 화학제품 제조업이었다. 시나리오 2와 시나리오 3에서는 운수업이 두 번째로 높은 부가가치 감소율을 기록한 반면, 시나리오 1에서는 운수업이 세 번째로 높은 수치를 기록하였다. 이에 반해 하위 10% 산업군은 ① 기타 제조업, ② 기타 서비스업, ③ 비금속광물제품 제조업이었다. 광업은 모든 시나리오에 대한 평균 부가가치 감소율이 2.9818%로 생산비용 상승률 및 생산액 감소율 분석과 마찬가지로 전체 산업군에 비해 높은 것으로 나타났으며, 두 번째로 부가가치 감소가 큰 산업군인 운수업(2.8577%)과 0.1241%p 정도의 평균 감소율 차이가 있는 것으로 도출되었다. 반면, 기타 제조업의 평균 부가가치 감소율은 약 0.1519%로 감소율이 미미하였으며, 기타 서비스업과 비금속광물제품 제조업의 전체 평균 부가가치 감소율은 각각 0.1752%, 0.2797%로 도출되었다.

나. 부산광역시 경제적 파급영향 분석

(1) 생산비용 상승률



(단위 : %)

<그림 12> 시나리오별 생산비용 상승률

부산시를 대상으로 한 경제적 파급영향 분석에서도 전국 단위와의 비교를 위해 평균값을 활용하여 분석하였다. 시나리오별 생산비용 상승률을 <그림 12>와 같이 시각화 하였다. 분석 결과, 전 산업에 탄소세를 부과한 시나리오 3의 전반적인 생산비용 상승률이 가장 높았으며, 제조업에만 부과한 시나리오 1과 운수업에만 부과한 시나리오 2 사이의 차이는 그다지 크지 않은 것으로 나타났다. 시나리오 1과 2를 비교했을 때, 시나리오 1의 평균 생산비용 상승률이 0.7622%, 시나리오 2가 0.7628%로 탄소세의 영향이 근소하게 운수업에서 더욱 큰 것으로 나타났다.

<표 16> 시나리오별 생산비용 상승률에 대한 피해

(단위: 백만 원)

구분	탄소세 시나리오		
	1	2	3
직접피해	223,114	161,808	1,224,329
간접피해	990,194	1,057,036	0
총피해	1,213,308	1,218,845	1,224,329

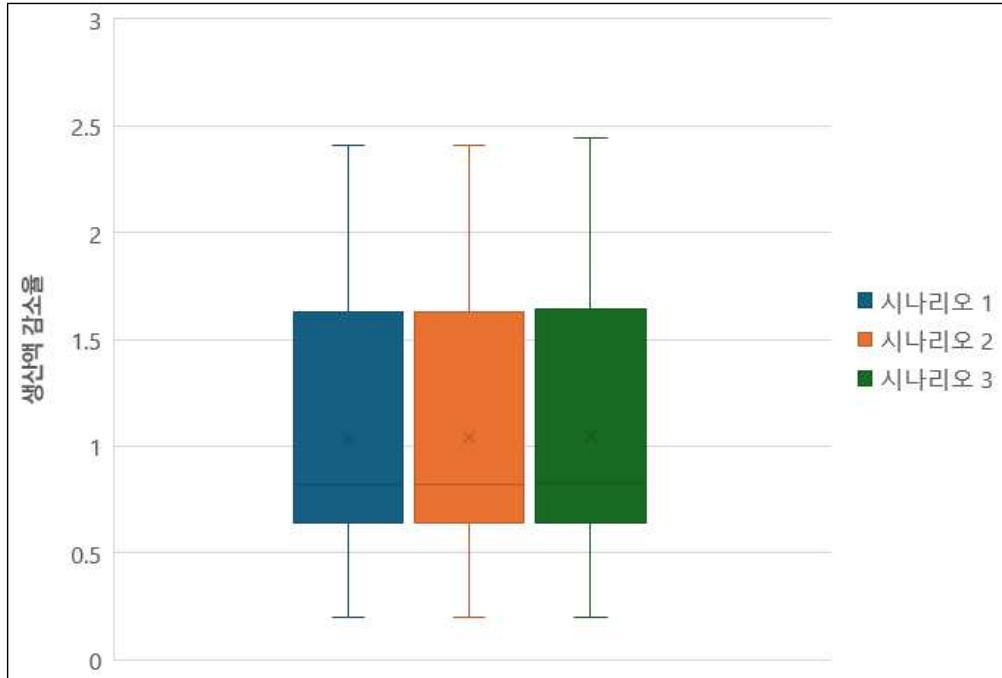
생산비용 상승률이 가장 높았던 시나리오 3의 직접피해는 약 1조 2,243억 2,900만 원이며, 상승률이 다음으로 높았던 시나리오 2에서 운수업의 직접피해는 약 1,618억 800만 원인 것으로 나타났다(<표 16>). 운수업을 제외한 타 산업의 총 피해는 1조 570억 3,600만 원으로, 시나리오 2에서는 간접피해가 직접피해보다 약 6.5배 더 큰 값을 보였다. 시나리오 1에서는 직접피해가 2,231억 1,400만 원이었으며, 간접피해는 9,901억 9,400만 원이므로 간접피해가 직접 피해보다 약 4.4배 크게 나타났다. 시나리오 1의 산업군 1개당 평균 간접피해는 약 582억 4,600만 원으로 시나리오 2의 평균 간접피해 352억 3,400만 원보다 약 230억 1,200만 원 더 높게 도출되었다. 이는 단일 산업군에 탄소세를 부과했을 경우, 운수업보다 제조업에 부과했을 때 타 산업군에 미치는 피해가 더 큰 것을 의미한다. 직접피해와 비교했을 때, 간접피해가 더 크게 나타나는 것은 제조업 또는 운수업의 제품이나 서비스가 타 산업에 중간재로 투입되면서 생산비용 상승을 유발하기 때문이며, 직접피해로 간주되는 산업의 개수는 1개지만 간접피해에 해당하는 산업의 개수는 30개이므로 총 간접피해가 직접피해보다 큰 것으로 사료된다. 평균 산업 1개당 간접피해의 금액과 제조업 및 운수업의 직접피해를 비교했을 때에는 직접피해가 각각 1,648억 6,800만 원(시나리오 1), 1,265억 7,400만원(시나리오 2) 만큼 더 높은 것으로 나타났다.

<표 17> 시나리오별 생산비용 상승률 상위·하위 10% 산업군

시나리오	평균 상승률	상위 10% 산업군	하위 10% 산업군
1	0.7622%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (1.4087%) • 금융 및 보험업 (1.2542%) • 부동산업 (1.1552%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.2820%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.3669%) • 1차 금속 제조업 (0.4244%)
2	0.7628%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (1.4197%) • 금융 및 보험업 (1.2545%) • 운수업 (1.1691%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.2820%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.3661%) • 1차 금속 제조업 (0.4194%)
3	0.7665%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (1.4197%) • 금융 및 보험업 (1.2582%) • 운수업 (1.1723%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.2821%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.3673%) • 1차 금속 제조업 (0.4244%)

산업군별 세 가지 시나리오 적용에 따른 생산비용 상승률의 평균값 분석 결과 및 상위·하위 10% 산업군은 <표 17>에서 확인할 수 있다. 시나리오 1에서 생산비용 상승률이 상위 10%에 속하는 산업군은 ① 도매 및 소매업, ② 금융 및 보험업, ③ 부동산업이었으나, 시나리오 2와 시나리오 3에서는 ① 도매 및 소매업, ② 금융 및 보험업, ③ 운수업인 것으로 나타났다. 도매 및 소매업의 경우 전체 평균 생산비용 상승률이 약 1.4160%로 31개 산업군 중 가장 높은 것으로 나타났으며, 뒤이어 금융 및 보험업은 1.2556%, 운수업은 1.1707%의 평균 생산비용 상승률을 갖는 것으로 나타났다. 반면, 탄소세를 부과했음에도 불구하고 생산비용이 크게 상승하지 않고, 비교적 적은 경제적 파급영향을 받는 산업군은 ① 코크스 및 석유정제품 제조업, ② 섬유 및 가죽제품 제조업, ③ 1차 금속 제조업이었다. 코크스 및 석유정제품 제조업의 전체 평균 생산비용 상승률은 약 0.2820%로 분석되었으며, 전체 31개 산업군 중 모든 시나리오 유형에서 가장 생산비용 상승이 적은 것으로 나타났다. 이어서 섬유 및 가죽제품 제조업의 전체 평균 생산비용 상승률은 0.3668%, 1차 금속 제조업은 평균 0.4227%의 생산비용 상승률을 갖는 것으로 분석되었다.

(2) 생산액 감소율



(단위 : %)

<그림 13> 시나리오별 생산액 감소율

생산액 감소율을 시나리오별로 분석한 결과는 <그림 13>과 같다. <그림 13>의 시나리오별 감소율의 범위를 비교한 결과, 전반적으로 전 산업에 탄소세를 부과한 시나리오 3의 감소율이 1.0494%로 가장 높았으며, 다음으로 운수업에만 탄소세를 부과한 시나리오 2의 감소율이 1.0393%로 높은 값을 보였다. 시나리오 1과 3은 평균적으로 약 0.0120%p의 차이를 보인 반면, 운수업에만 부과한 시나리오 2와 3의 차이는 약 0.0101%p이기에 생산액 측면에서 탄소세가 제조업에 비해 운수업에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

<표 20> 시나리오별 생산액 감소율에 대한 피해

(단위 : 백만 원)

구분	탄소세 시나리오		
	1	2	3
직접피해	235,715	289,607	1,552,130
간접피해	1,290,360	1,249,851	0
총 피해	1,526,075	1,539,458	1,552,130

가장 큰 생산액 감소율을 기록한 시나리오 3의 직접피해는 약 1조 5,521억 3,000만 원이며, 감소율이 가장 작았던 시나리오 1에서 제조업의 직접피해는 약 2,357억 1500만 원인 것으로 나타났다. 간접피해의 경우 1조 2,903억 6,000만 원으로, 시나리오 1에서는 간접피해가 직접피해보다 약 5.5배 더 큰 값을 보였다. 시나리오 2에서는 직접피해가 2,896억 700만 원이었으며, 간접피해는 1조 2,498억 5,100만 원이므로 간접피해가 직접피해보다 약 4.3배 크게 나타났다. 탄소세 부과로 인해 간접적으로 피해를 경험하는 산업군 1개당 평균 간접피해를 비교하면, 시나리오 1에서는 산업 1개당 평균 759억 300만 원의 생산액 감소가 나타나는 한편, 시나리오 2에서는 평균적으로 하나의 산업에서 416억 6,100만 원만큼의 생산액 감소가 나타나는 것으로 분석되었다. 생산액 감소에 따른 피해 역시, 생산비용과 유사하게 직접 탄소세가 부과된 제조업과 운수업을 제외한 30개 산업군의 총 간접피해액이 직접피해액보다 더 크지만, 산업군 1개당 평균 간접피해와 직접피해를 비교하면 직접피해가 더 큰 것으로 나타났다. 제조업에 탄소세를 부과했을 때인 시나리오 1에서 직접피해와 평균 간접피해액을 비교하면 직접피해액이 약 2,281억 2,200만 원 더 높고, 시나리오 2에서는 2,479억 4,600만 원 직접피해액이 더 높은 것으로 확인되었다(<표 18>).

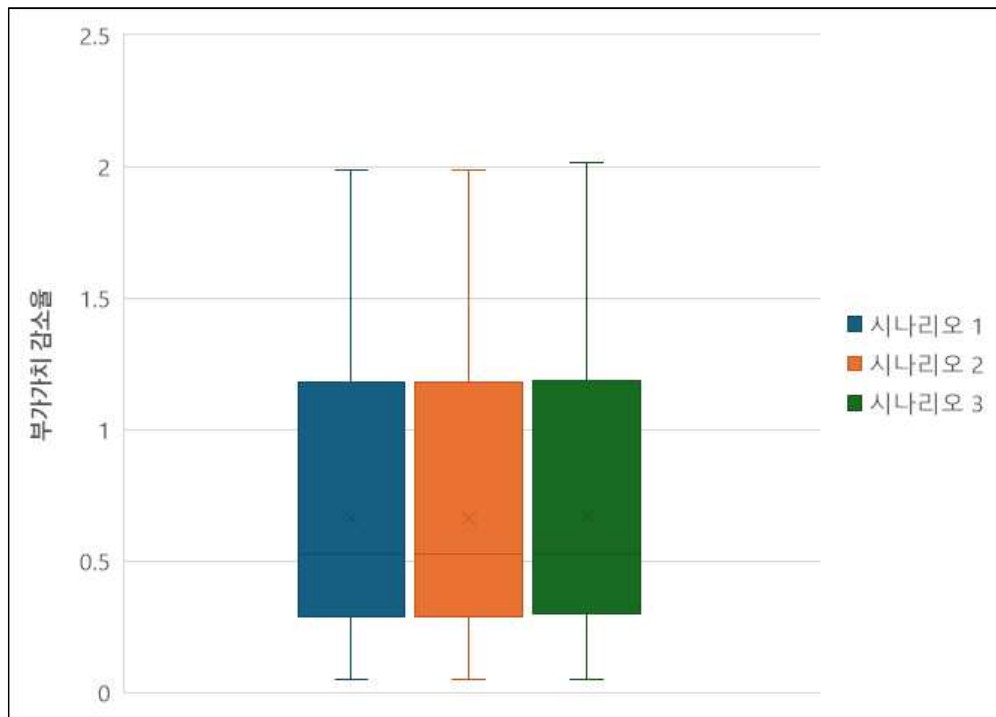
<표 21> 시나리오별 생산액 감소율 상위·하위 10% 산업군

시나리오	평균 감소율	상위 10% 산업군	하위 10% 산업군
1	1.0374%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (2.4094%) • 운수업 (2.2194%) • 금융 및 보험업 (1.9965%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.2002%) • 1차 금속 제조업 (0.2425%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.4863%)
2	1.0393%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (2.4082%) • 운수업 (2.3365%) • 금융 및 보험업 (1.9977%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.2001%) • 1차 금속 제조업 (0.2348%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.4846%)
3	1.0494%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (2.4413%) • 운수업 (2.3488%) • 금융 및 보험업 (2.0100%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.2004%) • 1차 금속 제조업 (0.2428%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.4880%)

산업군별 세 가지 시나리오 적용에 따른 생산액 감소율의 평균값 분석 결과 및 상위·하위 10% 산업군은 <표 19>와 같다. 시나리오별 탄소세 부과에 따른 생산액 감소율 분석 결과, 생산액 감소율 상위 및 하위 10%에 속하는 산업군이 동일한 것으로 나타났다. 상위 10% 산업군으로는 ① 도매 및 소매업, ② 운수업, ③ 금융 및 보험업이 있었으며, 도매 및 소매업은 전체 평균 생산액 감소율이 약

2.4196%로 31개 산업군 중 가장 높은 것으로 나타났다. 뒤이어 운수업은 2.3016%, 금융 및 보험업은 2.0014%의 평균 생산액 감소율을 갖는 것으로 분석되었다. 반면, 탄소세를 부과했음에도 불구하고 생산액이 크게 감소하지 않은 산업군은 ① 코크스 및 석유정제품 제조업, ② 1차 금속 제조업, ③ 섬유 및 가죽제품 제조업이었다. 코크스 및 석유정제품 제조업의 전체 평균 생산액 감소율은 약 0.2002%로 분석되었으며, 전체 31개 산업군 중 모든 시나리오 유형에서 생산액 감소가 가장 적은 것으로 나타났다. 이어서 1차 금속 제조업의 전체 평균 생산액 감소율은 0.2400%, 섬유 및 가죽제품 제조업은 평균 0.4863%로 분석되었다. 탄소세 부과에도 불구하고 생산액이 크게 감소하지 않은 산업군들은 생산비용 상승에 있어서도 탄소세의 영향을 가장 적게 받은 산업군과 동일하다.

(3) 부가가치 감소율



(단위 : %)

<그림 14> 시나리오별 부가가치 감소율

부가가치 감소율에서도 전반적으로 모든 산업에 탄소세를 부과한 시나리오 3의 감소율이 0.6712%로 가장 높았으며, 운수업에만 부과한 시나리오 2가 0.6655%로 다음으로 큰 감소율을 기록하였다(<그림 14>). 생산비용 상승률 및 생산액 감소율의

분석 결과와 동일하게, 시나리오 1과 3의 평균적인 차이(0.0090%p)보다 시나리오 2와 3의 평균적인 차이(0.0056%p)가 더 작기에 탄소세가 제조업보다는 운수업에 더 큰 영향을 야기한다는 것을 확인할 수 있다.

<표 22> 시나리오별 부가가치 감소율에 대한 피해

(단위 : 백만 원)

구분	탄소세 시나리오		
	1	2	3
직접피해	66,878	101,286	850,589
간접피해	768,938	741,999	0
총 피해	835,817	843,284	850,589

가장 높은 부가가치 감소율을 기록한 시나리오 3의 직접피해는 약 8,505억 8,900만 원이며, 감소율이 가장 작았던 시나리오 1에서 제조업의 직접피해는 약 668억 7,800만 원인 것으로 나타났다. 간접피해의 경우 7,689억 3,800만 원으로, 시나리오 1에서는 간접피해가 직접피해보다 약 11.5배 더 큰 값을 보였다. 시나리오 2에서는 직접피해가 1,012억 8,600만 원이었으며, 간접피해는 7,419억 9,900만 원이므로 간접피해가 직접피해보다 약 7.3배 크게 나타났다. 제조업 및 운수업에 탄소세를 부과했을 때 발생하는 직접피해와 각 시나리오에서의 평균 간접피해를 비교하면, 제조업의 경우 약 216억 4,700만 원, 운수업의 경우 765억 3,300만 원 정도 직접피해가 더 많은 것으로 분석되었다(<표 20>).

<표 23> 시나리오별 부가가치 감소율 상위·하위 10% 산업군

시나리오	평균 감소율	상위 10% 산업군	하위 10% 산업군
1	0.6622%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (1.9845%) • 금융 및 보험업 (1.5731%) • 운수업 (1.5122%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 금속 제조업 (0.0486%) • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.0525%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.1346%)
2	0.6655%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (1.9834%) • 운수업 (1.6401%) • 금융 및 보험업 (1.5738%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 금속 제조업 (0.0475%) • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.0525%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.1341%)
3	0.6712%	<ul style="list-style-type: none"> • 도매 및 소매업 (2.0156%) • 운수업 (1.6490%) • 금융 및 보험업 (1.5832%) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 금속 제조업 (0.0486%) • 코크스 및 석유정제품 제조업 (0.0525%) • 섬유 및 가죽제품 제조업 (0.1349%)

산업군에 따른 탄소세 시나리오별 부가가치 감소율의 평균값 및 상위·하위 10% 산업군을 도출한 결과는 <표 21>과 같다. 시나리오별 탄소세 부과에 대한 부가가치 감소율 분석 결과, 부가가치 감소율 상위 및 하위 10%에 속하는 산업군이 세 가지 시나리오 모두에서 동일한 것으로 도출되었다. 탄소세 부과 대상이 되는 산업군 유형이나 개수와 관계없이, 모든 시나리오에서 부가가치 감소율 상위 10%에 속하는 산업군은 ① 도매 및 소매업, ② 운수업, ③ 금융 및 보험업인 것으로 나타났다. 시나리오 1에서는 도매 및 소매업 다음으로 금융 및 보험업의 부가가치 감소율이 높게 나타났으나 시나리오 2와 3에서는 운수업이 두 번째로 높은 부가가치 감소율을 보였다. 도매 및 소매업의 경우, 전체 평균 부가가치 감소율이 약 1.9945%로 31개 산업군 중 가장 높은 것으로 나타났으며, 뒤이어 운수업은 1.6004%, 금융 및 보험업은 1.5767%의 평균 감소율을 갖는 것으로 나타났다. 반면, 탄소세를 부과했음에도 불구하고 부가가치가 크게 감소하지 않은 산업군은 ① 1차 금속 제조업, ② 코크스 및 석유정제품 제조업, ③ 섬유 및 가죽제품 제조업으로 분석되었다. 1차 금속 제조업의 전체 평균 부가가치 감소율은 약 0.0482%로 나타났으며, 전체 31개 산업군 중 모든 시나리오 유형에서 부가가치 감소가 가장 적은 것으로 도출되었다. 이어서 코크스 및 석유정제품 제조업의 전체 평균 부가가치 감소율은 0.0525%, 섬유 및 가죽제품 제조업은 평균 0.1345%로 분석되었다.

4. 특화 산업 분석 기반 경제적 파급영향 비교분석

부산시의 탄소세 취약산업을 추가적으로 분석하기 위해 <표 22>와 같이 부산시의 산업군별 입지계수(Location Quotient, LQ)를 산정하였다. 입지계수는 특정 산업이 부산시 내에서 차지하는 비중과 동일 산업이 전국에서 차지하는 비중의 비율이며, 부산시 및 전국의 종사자 수의 비중을 활용하여 산정된다. 따라서 입지계수가 1보다 큰 값을 보이면 해당 산업이 전국 대비 지역 내 특화산업임을 의미하고, 1보다 작은 값을 보이면 해당 산업이 전국 대비 지역에서 특화된 정도가 낮음을 뜻한다.

부산시의 경우 입지계수가 1보다 높은 특화산업은 대부분 서비스업인 것으로 나타났으며, 서비스업 중 가장 높은 입지계수를 보이는 산업은 보건업 및 사회복지 서비스업(3.393)으로 도출되었다. 서비스업 외에는 제조임가공 및 산업용 장비 수리업(2.280), 운수업(1.246), 수도, 하수 및 폐기물처리, 원료재생업(1.119)이 특화산업인 것으로 나타났다. 반면, 제조업 중분류 산업군의 경우, 제조임가공 및 산업용 장비 수리업을 제외하고 모두 1보다 낮은 입지계수를 보였다. 이를 통해 부산시는 서비스업, 운수업, 수도, 하수 및 폐기물처리, 원료재생업에 특화된 지역이라고 할 수 있다.

부산시에서 탄소세에 대하여 영향을 많이 받는 산업군이 도매 및 소매업, 금융 및 보험업 등의 주요 서비스업과 운수업이었음을 고려한다면, 지역 특화도와 탄소세로 인한 경제적 파급영향 간의 유의미한 관계가 있음을 확인할 수 있다. 또한 탄소세에 대한 경제적 파급영향이 가장 적었던 제조업은 부산시 내에서 특화도가 상대적으로 작은 산업으로 나타났다. 탄소 배출량이 가장 많은 제조업에 탄소세를 부과하였을 때에도 부산시의 특화산업인 주요 서비스업이 경제적으로 가장 큰 타격을 받는 것으로 분석되었다. 이는 탄소세에 취약한 산업을 지원할 때 부산시의 산업구조, 특히 특화도가 높은 산업을 우선적으로 고려하는 것이 중요함을 시사한다.

<표 24> 부산시 산업군별 입지계수

산업군	입지계수
농림어업	0.700
광업	0.169
제조업 (전체)	0.701
음식료품 제조업	0.430
섬유 및 가죽제품 제조업	0.991
목재 및 종이, 인쇄 및 복제업	0.585
코크스 및 석유정제품 제조업	0.016
화학물질 및 화학제품 제조업	0.125
비금속광물제품 제조업	0.492
1차 금속 제조업	0.386
금속가공제품 제조업	0.554
컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업	0.314
전기장비 제조업	0.292
기계 및 장비 제조업	0.399
운송장비 제조업	0.851
기타 제조업	0.500
제조임가공 및 산업용 장비 수리업	2.280
수도, 하수 및 폐기물처리, 원료재생업	1.119
건설업	1.273
도매 및 소매업	0.855
운수업	1.246
숙박 및 음식점업	1.183
정보통신업	0.310
금융 및 보험업	2.312
부동산업	0.289
전문, 과학 및 기술 서비스업	0.815
사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	0.904
교육 서비스업	3.141
보건업 및 사회복지 서비스업	3.393
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	1.325
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	1.288

5. 소결

가. 전국 단위 경제적 파급영향 분석

시나리오별 생산비용 상승률, 생산액 감소율을 기준으로 탄소세의 전국 대상 경제적 파급영향을 분석한 결과, 다양한 시나리오를 적용했음에도 불구하고 탄소세로 인해 가장 큰 영향을 받는 산업은 화학물질 및 화학제품 제조업 및 광업으로 도출되었다. 그 외에도 운수업, 서비스업(전문, 과학 및 기술 서비스업)이 탄소세로 인해 상대적으로 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 제조업과 운수업을 제외하고, 광업과 전문, 과학 및 기술 서비스업은 탄소세가 직접적으로 부과되지 않은 산업군임에도 불구하고 모든 산업군 중 가장 큰 경제적 타격을 받은 것으로 나타났다. 이는 가장 큰 피해를 받은 산업군이 탄소세의 부과 대상이 아니었던 것으로 미루어 보아, 탄소세의 직접적 영향을 받은 산업군보다 간접적 영향을 받은 산업군들의 피해가 더 클 수 있음을 시사한다.

생산비용, 생산액, 부가가치의 경제적 파급영향 유형에 따라 탄소세에 대해 상대적으로 큰 영향을 받는 산업군은 상이하였다. 예를 들어, 기타 제조업 및 기타 서비스업은 생산액과 부가가치의 측면에서 경제적 타격이 가장 적은 것으로 분석되었으나, 생산비용의 측면에서는 상대적으로 큰 경제적 파급영향을 받았다. 전문, 과학 및 기술 서비스업은 제조업만을 대상으로 부과한 시나리오 1에서는 생산비용 상승률이 크게 나타났지만, 생산액과 부가가치의 측면에서는 비교적 작은 정도의 경제적 타격을 받은 것으로 도출되었다. 또한 경제적 파급영향의 유형과 관계없이, 제조업만을 대상으로 부과한 시나리오 1의 경제적 타격이 가장 컸던 반면, 운수업만을 대상으로 부과한 시나리오 2의 경제적 타격은 상대적으로 작은 것이 나타났다.

나. 부산광역시 경제적 파급영향 분석

부산시를 대상으로 시나리오별 생산비용 상승률, 생산액 감소율을 분석한 결과, 전체적으로 탄소세로 인한 서비스업 관련 산업군의 경제적 피해가 큰 것으로 나타났다. 또한 탄소세로 인하여 가장 큰 경제적 파급영향을 받은 상위 10% 산업군 중에서는 생산비용, 생산액, 부가가치의 모든 부문에서 제조업을 찾아볼 수 없었다. 부과 대상 산업과 관계없이, 경제적 파급영향이 가장 작은 산업군은 모든 시나리오에서 동일하게 1차 금속 제조업, 코크스 및 석유정제품 제조업, 섬유 및

가죽제품 제조업으로 분석되었다. 이는 부산시의 경우, 탄소세를 부과하여도 제조업 관련 산업은 비교적 작은 정도의 경제적 타격을 받는 반면, 부가가치 창출 등이 높은 서비스업 관련 산업군은 직·간접적인 영향을 쉽게 받을 수 있음을 의미한다.

나아가 생산비용 상승률, 생산액 감소율, 부가가치 감소율의 모든 측면에서 가장 큰 경제적 영향을 받는 산업군은 도매 및 소매업인 것으로 나타났다. 해당 산업군은 모두 탄소세를 부과하지 않은 산업군이기에, 부산시 역시 전국 단위와 마찬가지로 탄소세 부과에 경제적 파급영향에 있어 직접피해보다 간접피해의 비중이 크다는 점을 시사한다. 이 외에도 금융 및 보험업, 운수업은 생산비용, 생산액, 부가가치의 모든 측면에서 큰 경제적 파급영향을 받았으며, 부동산업의 경우 제조업에만 탄소세를 부과한 시나리오 1에서만 높은 생산비용 상승률을 보였다.

전국 및 부산시의 탄소세에 대한 경제적 파급영향은 다음과 같이 비교할 수 있다. 우선 시나리오와 관계없이, 탄소세 부과 대상이 아닌 산업군이 받는 간접피해가 직접피해보다 더 큰 경향이 발견되었다. 이와 더불어 전국 단위 경제적 파급영향의 경우, 탄소세에 대한 경제적 타격이 다른 산업에 비해 화학물질 및 화학제품 제조업이 가장 높았으며, 그 외에도 서비스업에 속한 산업군도 상대적으로 큰 타격을 받은 것으로 나타났다. 그러나 부산시의 경우, 탄소세에 대한 경제적 파급영향이 큰 산업군 중 부산시 내 산업 특화도가 높은 서비스업의 비중이 높았으며, 탄소세 부과에 따른 경제적 파급영향이 가장 적은 산업군은 모두 제조업에 포함된다는 것을 확인하였다.

VI. 경제적 파급영향 완화를 위한 정책적 제안 및 시사점

1. 국외 탄소세 시행에 따른 정책적 지원 사례

탄소세 시행은 세수를 확보하여 정부에 세입 증가를 가져온다는 긍정적인 측면도 있지만, 산업에 세금을 더욱 부과함으로써 특정 산업군에서의 생산비용 증가 등의 파급영향을 가져오기도 한다. 따라서 탄소세 시행에 있어서 정부의 세입 분배 방안 뿐만 아니라 탄소세 시행으로 인해 영향을 받는 산업이나 지역, 취약인구를 위한 지원방안 또한 시행되고 있다. OECD에서는 탄소세 시행에 따른 정책적 지원방안을 크게 두 가지 유형으로 구분하여 제시하고 있다(OECD, 2023).

첫 번째 정책적 지원방안은 탄소세로 인한 소비자 물가 상승 혹은 가계 소득 감소를 상쇄하기 위해 저소득층을 대상으로 한 지원금을 지급하는 방안이다. 두 번째 정책적 지원방안은 탄소세 납부로 인한 산업의 경제적 피해를 저감하기 위한 보조금 지원 사업 시행이다. 이는 단기적인 회생을 위한 보조금이 아닌 탄소중립 기술 개발 등 중장기적인 프로젝트에 대한 투자금 형태로 지원해주는 정책이라고 할 수 있다. 이와 같은 탄소세 시행에 따른 정책적 지원방안을 시행하고 있는 대표적인 국가들에는 캐나다, 싱가포르, 덴마크 등이 있다.

가. 캐나다

캐나다에서는 탄소세 시행에 따른 지원정책의 일환으로 Clean Industrial Incentive Program (CIIP), 피해 산업 대상 보조금 정책, Canada Carbon Rebate (CCR) 정책 등을 도입하고 있다(Government of Canada, 2024b). CIIP는 탄소세 부과 대상 산업에 속하는 사업체를 대상으로 시행되고 있으며, 대표적으로 해당 산업군 내에서 가장 낮은 탄소 배출량을 보이는 사업체를 대상으로 경제적 인센티브를 지급하는 내용을 골자로 한다. 이때, 인센티브는 탄소세의 경제적 부담을 줄이기 위한 지원책의 일환으로 구성된다. 예를 들어, 본 정책을 시행하고 있는 브리티시 컬럼비아 지역의 경우, 지역 내에서 탄소세 부과의 대상이 되는 모든 산업은 매해 전년도의 탄소 배출량을 지자체에 보고해야 한다. 보고된 내용을

토대로 세계 탄소 배출량 저감 목표치(world-leading greenhouse gas emissions benchmark)에 가장 가깝게 배출한 사업체에 해당 지원금을 지급하는 형태로 정책이 시행되고 있다.

또 다른 지원정책은 탄소세 부과로 인해 경제적 타격을 입은 산업을 대상으로 시행되는 피해 산업 대상 보조금 지원정책이다. 캐나다의 경우, 2023년 한 해 동안 약 USD 18 million의 탄소세 세입을 취득하였으며, 2024년 4월 18일에 보조금의 형태로 세입을 지급 완료하였다. 캐나다 정부에서는 보조금을 지원받은 피해 산업이 온실가스를 줄이는 방안을 마련하고, 이를 시행할 수 있도록 하는 투자금으로 보조금을 활용할 것을 장려하고 있다. 또한, 탄소세 세입에서 가장 큰 비중을 차지하는 전력산업의 친환경화를 돕기 위해 보조금을 통해 전력공급을 위한 배출량 저감 설비를 마련하도록 장려하고 있다.

산업이나 사업체에 대한 정책적 지원뿐만 아니라 개인 및 가정을 지원하기 위한 정책 또한 시행되고 있다. Canada Carbon Rebate (CCR)는 탄소세를 납부한 만 19세 이상의 개인 및 가정을 대상으로 시행되는 정책으로, 탄소세로 인한 가계 소득의 피해를 저감하기 위해 보조금을 지급해주는 정책이다. 이는 납부한 세금 중 일부분을 보조금의 형태로 납부자에게 돌려주는 형태로 운영되며, 보조금 지급의 대상자 중 ‘Small and Rural Communities’로 분류되는 지역에 거주할 시, 기본 보조금의 20%에 해당하는 금액을 추가적으로 수령할 수 있다.

나. 싱가포르

탄소세 시행에 대한 정책적 지원을 수행하고 있는 또 다른 나라는 싱가포르로, 탄소세가 부과되는 사업체를 위한 지원정책을 시행하고 있다. 싱가포르는 탄소세 부과 대상 산업에 속하는 사업체를 대상으로 International Carbon Credits (ICCs)를 구매하여 탄소 배출량의 약 5%까지를 탄소세 부과 대상에서 제외하는 것을 허용하는 정책을 시행하고 있다(National Climate Change Secretariat Singapore, 2023). 이는 비록 싱가포르 정부의 직접적인 지원은 아니지만, 탄소배출권 거래제와의 연계로 각 사업체의 탄소세로 인한 경제적 피해를 저감한다는 특징이 있다.

다. 덴마크

마지막으로 덴마크 역시 탄소세 부과로 인해 피해를 받는 가정이나 사업체를

위한 지원책을 시행하고 있다. 먼저, 탄소세 부과에 따른 일반 가정을 지원하기 위한 정책으로, 정부가 소비자 물가 상승을 상쇄하기 위해 가계 소득을 지원하는 경우에 해당한다(Lenain, 2022). 이는 탄소세로 인한 소비자 물가 상승으로 경제적 피해를 입은 일반 가정을 대상으로 하며, 소득 분위가 낮은 가정을 대상으로 전기세 우대 조치를 취하도록 지원하는 내용을 포함하고 있다.

두 번째는 탄소세 부과 대상 산업에 속하는 사업체를 대상으로 한 지원정책으로, 탄소 배출량이 높은 산업을 선별하여 해당 산업의 사업체들에 보조금을 지급해주는 형식으로 운영된다. 보조금을 통해 대상 산업이 탄소중립 기술을 개발하고 도입함으로써 자발적으로 탄소세로 인한 경제적 부담을 저감할 수 있도록 격려한다는 장점이 있다.

2. 부산광역시 경제적 파급영향 완화를 위한 정책 제안

가. 생산비용 상승에 따른 파급영향 완화 정책

부산시에서 생산비용 상승률이 가장 높았던 산업군은 ① 도매 및 소매업, ② 금융 및 보험업, ③ 운수업, ④ 부동산업이다. 금융 및 보험업과 부동산업은 탄소 배출량이 상대적으로 높지 않아 탄소세 시나리오상 직접적인 탄소세 부과 대상은 아니었음에도 가장 큰 경제적 피해를 받는 것으로 분석되었다. 이는 생산비용의 측면에서는 탄소세 부과로 인한 직접피해보다 간접피해가 크다는 점을 시사한다. 따라서 금융 및 보험업과 부동산업의 생산비용 상승을 완화하기 위해서는 탄소 배출량 저감을 위한 설비를 지원하는 것보다 보조금 및 세제 혜택과 같이 산업의 재정 현황에 즉각적인 영향을 미칠 수 있는 단기적인 정책이 적합할 것으로 보인다.

예를 들어, 탄소세 도입 시 기업체 및 산업에 대한 보조금을 지원하되, 장기적으로는 탄소세 부과에 대한 간접피해가 가장 큰 산업에 대하여 우선적으로 지급하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 탄소세가 부과되지 않은 산업들의 생산비용 상승률을 완화하기 위하여 해당 산업들의 원자재 구매 및 물류 운송 등에서 부과되는 다른 유형의 세금을 감면하여 생산과정에서 해당 산업에 주어지는 부담을 경감해 줄 필요가 있다.

이 외에도 간접피해가 큰 산업들은 탄소 배출량이 높은 산업군에 의존하고 있다는 의미로 해석할 수 있으므로, 도매 및 소매업이나 제조업과 같이 탄소 배출량이 높은 산업군에 대한 지원책을 마련할 필요성이 있다. 예를 들어 탄소

배출량이 가장 높은 제조업에 탄소세를 부과한다면, 제조업에 의존하는 타 산업에 대한 생산비용 상승을 완화하기 위하여 제조업의 탄소 배출량을 집중적으로 저감해야 할 필요가 존재한다. 예를 들어, 2024년 수립된 ‘제1차 부산광역시 탄소중립·녹색성장 기본계획(2024-2033)’에서는 개별 건축물 또는 공공건축물만을 그린 리모델링 사업의 대상으로 설정하였지만, 제조업과 타 산업 간의 관계와 경제적 파급영향을 고려한다면 해당 사업의 대상을 부산시 전역의 산업단지로 확대하는 것이 보다 효과적일 것이다. 그린 리모델링을 통해 제조업이 집적되어 있는 산업단지 설비의 에너지 효율을 개선한다면 제조업 뿐만 아니라 이와 연계된 타 산업의 탄소세로 인한 생산비용의 상승 완화에도 기여할 수 있을 것이다. 또한 가장 높은 생산비용 상승률을 기록한 도매 및 소매업의 탄소 배출량을 저감하고 탄소세로 인한 경제적 타격을 줄이기 위해서는, 냉난방 설비, 조명 등 도소매 사업장의 필수 시설에 대해서는 에너지 성능 개선이 우선적으로 이루어질 수 있도록 보조금 지급이 필요할 것으로 보인다. 특히 경제적으로 취약한 영세 사업장의 타격을 완화하기 위하여 단순 보조금 지급 외에도 고효율 에너지 장비를 직접 보급하는 방안도 고려할 수 있다. 탄소 배출량 저감을 위한 노력이 지속될 수 있도록 도소매업종 종사자를 대상으로 지자체 차원에서 제로에너지 컨설팅을 제공하는 등 장기적인 성격의 정책도 권장되는 바이다.

나. 생산액 감소로 인한 파급영향 완화 정책

부산시에서 생산액 감소율이 가장 높았던 산업군에는 ① 도매 및 소매업, ② 운수업, ③ 금융 및 보험업이 있다. 이는 생산비용 상승률이 가장 높았던 산업군과 동일하지만, 생산액 감소율의 경우 부산시에서 높은 탄소 배출량을 기록하였던 운수업이 탄소 배출량이 적은 금융 및 보험업에 비해 큰 파급영향을 받았다는 것에서 차이가 있다. 도매 및 소매업과 운수업 모두 탄소 배출량이 높은 산업군임을 고려한다면, 중장기적으로 탄소저감에 필요한 조치를 이행할 수 있도록 해당 산업을 지원하는 정책이 가장 중요하다. 동시에, 생산액 감소로 인하여 발생하는 갑작스러운 경제적 충격을 완화할 수 있는 단기적인 정책 또한 필요하다.

우선 단기적인 정책으로는 탄소배출권거래제와 탄소세를 연계하는 방안이 있다. 탄소세 부과로 인하여 생산비용이 상승함에 따라 생산액이 감소하는 경우, 싱가포르의 사례와 같이 일정 수준 이상의 생산액이 감소하는 산업군에 대하여 탄소배출권을 할당하여 해당 산업군의 탄소세로 인한 경제적 타격을 상쇄할 수 있다. 다만 이러한 정책은 추가적인 탄소배출을 가능케 하는 수단이므로, 탄소세 도입 후 부과 대상 산업군이 탄소배출 저감 조치를 이행하여 배출량을 직접적으로

저감하기 전까지 지역경제 보호를 위한 임시적인 방편으로만 사용하는 것이 권장된다. 나아가 단기적으로는 산업 간의 차등적인 탄소세율을 부과하는 방안이 있다. 탄소 배출량이 높은 산업은 생산액 감소율의 측면에서 큰 타격을 받을 것이므로, 탄소세 도입 초기부터 목표 탄소세율을 설정하는 것이 아닌 그 이하를 설정하여 점진적으로 세율을 증가시키는 방안을 활용할 수 있다. 이러한 경우 탄소 배출량이 높은 산업군이 생산액 감소 완화를 위한 탄소배출 저감 조치를 이행하여 탄소세에 적응할 수 있는 시간을 제공한다.

장기적인 정책으로는 연구개발에 대한 정부의 지원이 있다. 탄소배출 저감에 대한 연구개발 외에도 전체적으로 생산성을 증가시킬 수 있는 기술을 개발한다면, 각 산업군의 생산성이 증대되어 생산비용이 상승하여도 탄소세 부과 이전과 유사한 생산액을 유지할 수 있을 것으로 기대된다. 예를 들어, 본 연구에서 생산비용에 비해 생산액으로 인한 경제적 타격이 큰 것으로 분석되었던 운수업이 탄소배출을 저감할 수 있는 친환경 물류 공급 네트워크 구축에 대한 기술을 개발하여 적용한다면, 탄소배출 저감에 따라 탄소세 부과로 인한 생산액 감소율 또한 감소할 것으로 보인다. 연구개발에 대한 정부의 지원 및 투자가 탄소세 부과로 인하여 생산액이 가장 크게 감소하는 산업군에 우선적으로 적용된다면 탄소세로 인한 생산액 감소의 완화로 이어질 수 있다.

현재 ‘제1차 부산광역시 탄소중립·녹색성장 기본계획(2024-2033)’에서는 탄소 배출량이 높은 수송 부문의 탄소중립을 위하여 23개 과제를 설정하고 있으나, 대부분의 과제가 친환경 버스 도입, 승용차요일제 활성화, 자전거도로 네트워크 구축 등 자가용 및 대중교통에 초점을 맞추고 있다. 그러나 본 연구의 분석 결과를 고려한다면, 생산액 감소율이 높은 운수업의 경제적 파급영향을 상쇄하기 위해서는 전기차 및 수소차의 보급을 물류 운송서비스를 제공하는 기업에게도 확대하고 해당 기업이 노후 교통수단을 폐차할 수 있도록 경제적인 지원이 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

다. 부가가치 감소로 인한 파급영향 완화 정책

부산시에서 부가가치 감소율이 가장 높았던 산업군은 ① 도매 및 소매업, ② 운수업, ③ 금융 및 보험업으로 분석되었다. 부가가치의 측면에서는 생산비용 및 생산액의 측면과 유사하게, 제조임가공 및 산업용 장비 수리업 외에 본 연구에서는 직접적으로 탄소세가 부과되지 않았던 산업의 경제적 타격이 큰 것으로 나타났다. 특히 금융 및 보험업은 탄소 배출량 또한 타 산업에 비해 낮으므로 탄소세 부과에 대한 간접피해가 큰 것으로 해석할 수 있다. 이를 고려하였을 때, 생산액 감소를

완화하기 위한 정책과 유사하게 단기적으로는 탄소배출권 거래제 및 탄소세를 연계하거나 산업 간 차등적인 탄소세율을 설정하여 경제적 타격을 완화할 수 있을 것이며, 장기적으로는 연구개발에 대한 정부의 지속적인 지원이 필요할 것이다. 또한, 기존의 부가가치에 대한 감소율이 큰 산업군에 대하여 부가가치세를 감면하는 방안이나, 연구개발에 대한 보조금을 지원함으로써 기술 개발을 통해 생산성을 제고하는 것도 고려할 수 있다. 이를 통해 각 산업군에서 창출되는 부가가치의 정도를 증가시킬 수 있을 것이다.

Ⅶ. 결론

본 연구는 탄소세 적용에 따른 산업별 경제적 파급영향을 분석하기 위하여 전국 및 부산시의 31개 산업군을 대상으로 탄소세 시나리오를 적용한 후 산업연관분석을 수행하였다. 국내에서는 탄소배출권거래제만을 도입하고 있기 때문에 탄소세를 시행 중인 타 국가들 중 한국과 경제규모가 유사한 국가들의 평균 탄소세액을 벤치마킹하여 적용하였다. 전국 및 부산시 탄소 배출량 현황을 검토한 결과, 제조업과 운수업에서 가장 높은 탄소 배출량이 기록되었기에 해당 산업군에 각각 탄소세를 부과하는 시나리오와 산업군에 관계없이 전 산업군에 탄소세를 부과하는 시나리오를 구축하였다. 경제적 파급영향은 산업별 탄소세 부과 이전 대비 생산비용 상승률, 생산액 감소율, 부가가치 감소율이라는 세 가지 측면으로 분석하였다.

분석 결과, 전국 단위에서는 제조업, 광업, 운수업 관련 산업군이 모든 측면에서 가장 큰 경제적 파급영향을 받는 것으로 나타난 반면, 부산시에서는 서비스업 관련 산업군이 모든 측면에서 가장 큰 경제적 파급영향을 받는 것으로 분석되었다. 특히 입지계수를 통해 산정한 부산시의 지역 특화 산업이 대부분 서비스업에 해당하는 것으로 미루어 보아, 탄소세 부과에 따른 경제적 타격이 지역의 경제에서 가장 큰 비중을 차지하는 지역 특화 산업으로 집중된다는 점을 도출하였다. 이와 더불어 본 연구의 탄소세 시나리오를 통해 탄소세가 부과된 산업군은 제조업과 운수업이었으나(시나리오 1·2), 부산시의 경우 탄소세가 부과되지 않은 산업군에서 경제적 파급영향이 큰 것으로 나타났기에 탄소세 부과에 따른 직접피해보다 간접피해가 크다는 점이 확인되었다.

본 연구의 정책적 시사점은 다음과 같다. 우선 탄소세 부과 시 생산비용의 상승률이 높은 산업군은 ① 도매 및 소매업, ② 금융 및 보험업, ③ 운수업, ④ 부동산업으로 분석되었으며, 그 중 상승률이 가장 높았던 도매 및 소매업은 탄소세 부과 후 생산비용이 평균적으로 1.4160% 상승하는 것으로 나타났다. 생산비용 상승률이 높았던 산업군에는 탄소 배출량이 상대적으로 낮고 직접적인 탄소세 부과 대상이 아니었던 산업군의 비중이 높기 때문에, 탄소 저감 설비 지원보다는 보조금, 세제 감면 혜택 등과 같이 산업의 재정 현황에 즉각적인 영향을 미칠 수 있는 단기적인 정책이 필요할 것으로 보인다. 이를 고려해 생산비용 상승을 완화하기 위하여 간접피해가 큰 산업군부터 우선적으로 보조금과 세제 감면 혜택을 지원해야 하며, 간접피해가 큰 산업군이 경제적으로 의존하고 있는 제조업 등의 산업군에

대한 탄소배출 저감 지원정책 또한 수립되어야 한다. 이에 반해 부산시에서 생산액 감소율이 높았던 산업군은 ① 도매 및 소매업, ② 운수업, ③ 금융 및 보험업이었다. 이 중 가장 큰 감소율을 보인 도매 및 소매업은 탄소세 부과 이후 생산액이 평균적으로 약 2.4196%가 감소하는 경향을 보였다. 금융 및 보험업을 제외하고 가장 높은 생산액 감소율을 보인 산업군인 도매 및 소매업과 운수업은 부산시에서 탄소 배출량이 매우 높은 산업군으로 나타났다. 따라서 중장기적으로 탄소저감에 필요한 조치를 이행할 수 있도록 하는 정책과, 생산액 감소로 인하여 발생하는 갑작스러운 경제적 충격을 완화할 수 있는 단기적인 정책 모두 중요하다. 마지막으로 부가가치 감소율이 가장 높은 산업군은 생산액의 측면의 순서와 동일한 것으로 나타났다. 부가가치 감소율이 가장 높았던 도매 및 소매업의 경우, 평균적으로 약 1.9945%의 감소율을 보였다. 부가가치에 대한 감소율이 큰 산업군에 대해서는 기존의 부가가치세를 감면하는 정책이나, 연구개발에 대한 보조금을 지원함으로써 각 산업군에서 창출되는 부가가치를 증가시키는 정책을 고려할 수 있다.

그러나 본 연구에서 생산액의 감소율과 부가가치의 감소율 산정 시 활용한 산업별 가격탄력성 데이터를 개선할 필요가 있다. 본 연구에서는 강만옥 외(2011)의 연구에서 해당 데이터를 구득하였으나, 해당 연구가 수행된 지 10년 이상이 지나, 최근의 산업별 시장 구조 및 소비자 선호의 변화를 반영하지 못했다는 한계가 있다. 또한, 탄소세 도입에 대한 전국 단위 및 부산시만의 경제적 파급영향을 비교하여 타 지역과 부산시 간의 경제적 파급영향을 비교분석하기에는 어려움이 존재한다. 부산시에서 탄소세를 시행하게 된다면 부산시 외의 타 지역에도 경제적 영향이 파급되어 나타날 것이기 때문에, 향후 특정 지역의 탄소세 시행에 따른 지역 간의 경제적 파급영향을 산정하는 연구를 수행할 필요가 있을 것으로 보인다. 또한 본 연구에서는 탄소세액 설정을 위해 경제 규모가 유사한 타 국가를 벤치마킹하였으나, 향후 한국의 경제적 구조를 세분화하여 적정한 탄소세액 및 부과 대상을 설정하는 것이 중요할 것이다. 마지막으로 본 연구는 단일 탄소세의 파급영향만을 분석하였으므로, 추후 배출원별 탄소세의 파급영향을 도출하고 단일 탄소세와의 파급영향을 비교하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- 권오상, & 허등용. (2011). 탄소세부과의 소득분배효과. *재정학연구*, 4(1), 153-179.
- 국가에너지통계종합정보시스템. (2022년 3월 18일). 2020년(2019년 기준) 에너지총조사 결과. 국가에너지통계종합정보시스템. Retrieved from https://www.kses.net/sub/sub_0001.jsp?M_MENU_ID=M_M_001&S_MENU_ID=S_M_008 (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 김성균, & 이지웅. (2016). 온실가스 감축 정책의 지역별 파급효과: 탄소세를 중심으로. *탄소세를 중심으로. 환경정책*, 24(2), 137-171.
- 김성태, 임병인, & 강만옥. (2010). 탄소세 도입이 산업별 가격경쟁력에 미치는 효과 분석. *한국재정학회 학술대회 논문집*, 2010(5), 1-24.
- 김홍배, & 최준석. (2013). 우리나라 탄소세 도입과 이중배당효과에 관한 연구. *국토계획*, 48(2), 21-34.
- 강만옥, 강광규, & 조정환. (2011). *탄소세 도입 및 에너지세제 개편방안 연구*. 한국환경정책·평가연구원.
- 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립기본법)(2023.07.10.시행)
- 금민. (2022년 5월 2일). 탄소세와 탄소배당. *재단법인 바람 정치경제연구소 대안*. Retrieved from <https://alternative.house/carbon-tax-and-carbon-dividend-geum/> (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 문진영, 한민수, 송지혜, & 김은미. (2017). 온실가스 감축을 위한 국제사회의 탄소가격제 도입과 경제영향 분석. (연구보고서 2017(31).) 대외경제정책연구원,
- 부산광역시. (2024). *제1차 부산광역시 탄소중립·녹색성장 기본계획(2024-2033)*. Retrieved from https://www.2050cnc.go.kr/storage/board/base/2024/07/10/BOARD_ATTACH_1720569838185.pdf (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 배정환. (2005). 탄소세 부과가 소규모 지역경제에 미치는 영향에 관한 연구: 연산가능 일반균형모형의 적용: 연산가능 일반균형모형의 적용. *에너지경제연구*, 4(2), 11-41.
- 배한이. (2023). *기후변화 대응이 지역경제에 미치는 영향*. (제2021-23호). 한국은행 이슈분석. 13-33.
- 박관희. (2023년 9월 27일). 일본, 탈탄소 제품 설비 및 생산공정 도입시 100% 세제혜택 주는 법안 통과. *임팩트온*. Retrieved from <https://www.impacton.net/news/articleView.html?idxno=1920> (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 박종욱, & 이나운. (2021). 기후변화 대응이 산업에 미치는 영향. *한국은행 조사통계월보*, 75(9), 16-35.

- 박종욱 (2024). 탄소세 도입의 지역별 및 산업별 영향 분석: 에너지 연소 온실가스 배출량을 중심으로. *자원·환경경제연구*, 33(1), 87-112.
- 박정희. (2022). *탄소가격제 (Carbon Pricing) 도입과 주요국의 운영 현황*. 보험연구원 글로벌 이슈 리포트, 12-13.
- 박하준. (2012). 효과적인 온실가스 감축을 위한 배출권거래제와 탄소세의 비교분석. *한국경제의 분석*, 18(2), 137-193.
- 백수연. (2021). *탄소세 논의 동향*. 국회예산정책처 나보포커스. 34.
- 신상철, 김용건, 한정희, & 박하얀. (2010). *기후변화 대응을 위한 탄소세 도입방안*. (KEI-a 녹색성장연구 2010-11). 한국환경정책평가연구원, 1-199.
- 이동규, & 강성훈. (2022). 2030 국가온실가스 감축목표(NDC)와 관련한 수송부문 탄소세 도입효과 연구. *에너지경제연구*, 21(2), 1-32.
- 이재원, & 김우현. (2022). 탄소세가 가계의 소득분배와 탄소 배출에 미치는 영향: QUAIDS 모형을 사용하여. *에너지경제연구*, 21(2), 33-74.
- 이상열. (2013). 북유럽 주요국의 탄소세 도입현황 및 시사점. *에너지포커스*. 10(2), 93-116.
- 에너지경제연구원. (2021). 일본 정부, 2050년 탄소중립 실현을 위한 제도 마련 움직임. *세계 에너지시장 인사이트*. 21(4), 1-2.
- 에너지경제연구원. (2024). 덴마크, 2030년부터 농업 분야 '탄소세' 세계 첫 부과. *에너지경제연구원*. Retrieved from https://www.keei.re.kr/board.es?mid=a10202010000&bid=0007&list_no=98734&act=view (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 윤효영. (2015). 배출권거래제도의 현황과 개선 방안: 탄소세와의 비교를 중심으로-탄소세와의 비교를 중심으로-. *강원법학*, 45, 393-431.
- 조하현, & 남영진. (2022). 탄소세가 GDP, 에너지사용량, 탄소 배출량, 고용에 미치는 영향 분석: 이중배당가설을 중심으로. *경제연구*, 40(4), 121-155.
- 진현정 & 김정인. (2011). 탄소세와 배출권거래제 제도가 국내 경제에 미치는 영향에 대한 비교분석. *GRI 연구논총*, 13(1), 29-47.
- 채중오, & 박선경. (2016). 한국의 탄소배출권 거래제 시행 1년 후 현황과 개선방안: EU 배출권 거래제와 비교를 통하여 - EU 배출권 거래제와 비교를 통하여 -. *한국기후변화학회지*, 7(1), 41-48.
- 최한주 & 이기훈. (2006). 환경 혼합 산업연관모형을 이용한 산업별 이산화탄소 배출량 추정과 변화 요인 분석. *자원환경경제연구*, 15(1), 27-50.
- 한국에너지공단. (n.d.). 배출권거래제도 소개(국내현황). *한국에너지공단*. Retrieved from https://offset.energy.or.kr/offsetsystem/offsetsystem_list.do (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 한국에너지공단. (2020년 6월 25일). 2019 전 부문 에너지사용 및 온실가스 배출량

- 통계(18년 실적). *EG-TIPS 에너지온실가스종합정보 플랫폼*. Retrieved from https://tips.energy.or.kr/report/report_view.do?no=28 (접속일자: 2024년 12월 23일)
- 한국에너지공단. (2021년 4월 19일). 2020 산업부문 에너지사용 및 온실가스 배출량 통계(18년 실적). *한국에너지공단*. <https://www.energy.or.kr/front/board/View9.do> (접속일자: 2024년 12월 23일)
 - 한국은행. (2016년 1월 13일). 2013년 산업연관표 해설편. *한국은행*. Retrieved from <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/P0001588/view.do?nttId=215619&menuNo=200457> (접속일자: 2024년 12월 23일)
 - 한국은행. (2019년 8월 23일). 2015년 산업연관표 해설편 및 통계편. *한국은행*. Retrieved from <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/P0001588/view.do?nttId=10053355&menuNo=200457> (접속일자: 2024년 12월 23일)
 - 한국은행. (2020년 7월 22일). 2015 지역산업연관표. *한국은행*. Retrieved from <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/P0000559/view.do?nttId=10059380&menuNo=200690> (접속일자: 2024년 12월 23일)
 - 한국은행. (2021년 6월 21일). 2019 산업연관표. *한국은행*. Retrieved from <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/P0000559/view.do?nttId=10065068&menuNo=2&pageIndex=1> (접속일자: 2024년 12월 23일)
 - 환경부. (2019). *제3차 배출권거래제 기본계획*. Retrieved from https://www.gir.go.kr/home/board/read.do;jsessionid=60F30HRjFmfs3Hvyi1CXgnYqTqPRs8uaPAV8MLml1bCVbgsfnU4hBXuPgB0CbL3X.og_was2_servlet_engine1?pagerOffset=500&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10&boardMasterId=3&boardId=1068 (접속일자: 2024년 12월 23일)
 - 환경부. (2022). *2020 배출권거래제 운영결과보고서*. (No. 11-1480906-000001-10). 환경부 온실가스종합정보센터.
 - 황헌순. (2022). 일본의 조세특별조치법 상 지구온난화대책세 - 일본의 석유석탄세와의 관계를 중심으로 -. *한국법제연구원 기후위기에 대응 이슈브리프*, 2022(2).
 - Allan, G., Lecca, P., McGregor, P., & Swales, K. (2014). The economic and environmental impact of a carbon tax for Scotland: A computable general equilibrium analysis. *Ecological economics*, 100, 40-50.
 - Boyce, J. K. (2018). Carbon pricing: effectiveness and equity. *Ecological Economics*, 150, 52-61.
 - Deutscher Bundestag (2018). *Die CO₂-Abgabe in der Schweiz, Frankreich, und Großbritannien - Mögliche Modelle einer CO₂-Abgabe für Deutschland*. Berlin:

Deutscher Bundestag. Retrieved from

<https://www.bundestag.de/resource/blob/559622/266b55977294ca9f45956c5d398173be/wd-8-027-18-pdf-data.pdf> (Accessed December 23, 2024)

- Center on Global Energy Policy. (2019년 4월 2일). What You Need to Know About a Federal Carbon Tax in the United States. *Center on Global Energy Policy at Columbia University SIPA*. Retrieved from <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/what-you-need-to-know-about-a-federal-carbon-tax-in-the-united-states/> (Accessed December 23, 2024)
- Chen, Y. H., Wang, C., Nie, P. Y., & Chen, Z. R. (2020). A clean innovation comparison between carbon tax and cap-and-trade system. *Energy Strategy Reviews*, 29, 100483.
- Ecoplan, EPFL & FHNW (2015). *Wirkungsabschätzung CO₂-Abgabe*. Synthese. Bern: FOEN. Retrieved from <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/externe-studien-berichte/wirkungsabschaetzungco2-abgabemodellrechnungen.pdf.download.pdf/wirkungsabschaetzungco2-abgabemodellrechnungen.pdf> (Accessed December 23, 2024)
- Federal Office for the Environment (FOEN) (2019). Imposition of the CO₂ levy on thermal fuels. *Federal Office for the Environment FOEN*. Retrieved from <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/info-specialists/reduction-measures/co2-levy/imposition.html> (Accessed December 23, 2024)
- Government of Canada. (2024a) (2024년 5월 3일). Carbon pollution pricing systems across Canada. *Government of Canada*. Retrieved from <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/pricing-pollution-how-it-will-work.html> (Accessed December 23, 2024)
- Government of Canada. (2024b) (2024년 7월 15일). Canada Carbon Rebate (CCR) for Individuals. *Government of Canada*. Retrieved from <https://www.canada.ca/en/revenue-agency/services/child-family-benefits/canada-carbon-rebate.html> (Accessed December 23, 2024)
- Känzig, D. R., & Konradt, M. (2023). *Climate Policy and the Economy: Evidence from Europe's Carbon Pricing Initiatives*. (No. w31260). National Bureau of Economic Research.
- Koch, C., Pizzola, B., & Hallmark, N. (2020). *How key industries would fare under a carbon tax*. Ernst & Young LLP.
- Lenain, P. (August 26, 2022). Denmark's Green Tax Reform: G20 Countries Should Take Notice. *Council on Economic Policies*. Retrieved from <https://www.cepweb.org/denmarks-green-tax-reform-g20-countries-should-take-notice/> (Accessed December 23, 2024)

- Meng, S., Siriwardana, M., & McNeill, J. (2012). The environmental and economic impact of the carbon tax in Australia. *Environmental and Resource Economics*, 54(3), 313–332.
- National Climate Change Secretariat Singapore. (n.d.). *Carbon Tax*. National Climate Change Secretariat Singapore. Retrieved from <https://www.nccs.gov.sg/singapore-s-climate-action/mitigation-efforts/carbontax/> (Accessed December 23, 2024)
- Noka, V., Schumacher, K., & Förster, H. (2021). *CO₂ Tax in Switzerland*. European Union. Retrieved from https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/ESL_FR_A1e_CS_CrossCutting-CO2tax.pdf (Accessed December 23, 2024)
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (April 24, 2023). *Distribution of Carbon Tax Burdens in Lithuania and Social Policy Implications*. OECD Publishing, Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/reform-options-for-lithuanian-climate-neutrality-by-2050_c6263591-en (Accessed December 23, 2024)
- Prince Edward Island. (2023 January 31). Carbon Levy on Fossil Fuels. *Prince Edward Island*. Retrieved from <https://www.princeedwardisland.ca/en/information/finance/carbon-levy-on-fossil-fuels> (Accessed December 23, 2024)
- Province of British Columbia. (2024 April 24). CleanBC Industrial Incentive Program. *Province of British Columbia*. Retrieved from <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/climate-change/industry/cleanbc-industrial-incentive-program> (Accessed December 23, 2024)
- UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (2023). GAR Special Report 2023: Mapping Resilience for the Sustainable Development Goals. *UNDRR*. Retrieved from <https://www.undrr.org/gar/gar2023-special-report> (Accessed December 23, 2024)
- World Bank. (2023). State and trends of carbon pricing dashboard. *World Bank*. Retrieved from <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/> (Accessed December 23, 2024)
- World Bank. (2024). World Bank Country and Lending Groups. World Bank. Retrieved from <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> (Accessed December 23, 2024)