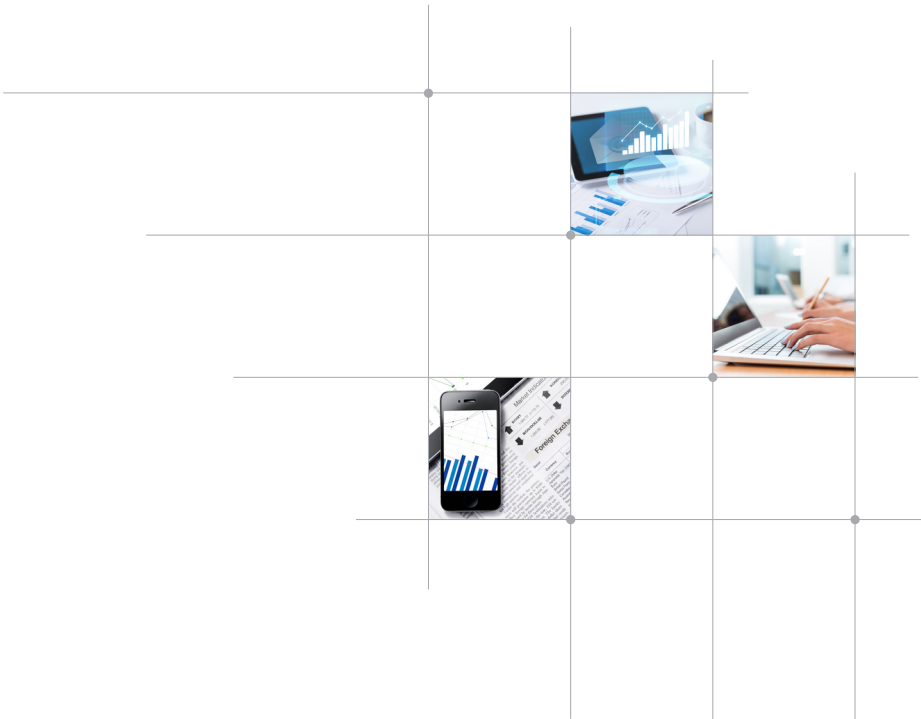


# 저탄소 사회로의 전환을 위한 조세정책의 역할

2021. 12

정재현 · 정다운



# 저탄소 사회로의 전환을 위한 조세정책의 역할

2021. 12

정재현 · 정다운



## 서 언

해외 주요국에서 탄소중립을 선언하고 기후변화 위기에 대응하기 위한 국제공조를 다지기 위한 방안으로 탄소국경조정제도 도입을 본격화하고 있다. 우리나라는 탄소집약적인 산업구조를 지니고 있어 저탄소 성장전략 마련이 시급한 실정이다. 이에 우리나라는 탄소중립 新경제질서에 대응할 계획으로 2020년 12월 「2050 탄소중립 추진전략」을 수립하고, 조세재정제도 측면에서 탄소가격 시그널 강화, 기후대응기금 신설, 탄소중립 친화적 지출프로그램의 구축을 목표로 설정한 바 있다. 이 중 탄소가격 시그널 강화는 기존 환경세제, 부담금, 배출권거래제 등을 종합적으로 검토하고, 기금 등을 통해 재정 수입원으로 활용할 수 있도록 탄소가격 체계를 재구축하는 것을 내용으로 한다.

이러한 탄소가격체계 개편 요구에 따라, 현행 환경에너지세제의 탄소가격 부담 수준에 대한 평가와 함께 전반적인 탄소가격 부과체계에 관한 개편방안을 제시하는 연구가 필요한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 현행 제세부담금하에서 탄소배출의 사회적 비용 부담 수준을 평가하고, 탄소가격 반영 시 예상되는 경제적 효과를 분석해, 합리적인 탄소가격 부과체계 개편방안에 대한 시사점을 제시하고자 하였다.

우선 현행 에너지 관련 제세부담금의 탄소가격 부담 수준에 대한 적정성 평가는 사회적 비용과의 비교를 중심으로 진행하였다. 탄소가격체계를 구축하여 운용하고 있는 해외 주요국을 중심으로 관련 사례를 분석하였고, 또한 탄소가격체계 도입의 환경 및 경제 파급효과에 대해 실증분석한 해외의 최신 연구들을 취합하여 그 효과성에 대해 논의를 정리하였다. 이어서 에너지 가격 변화에 따른 귀착효과를 중점으로 탄소세 부과에 따른 경제적 효과를 간접적으로 추정하고자 하였다. 본 연구를 통해 우리나라가 저탄소 사회로 이행할 수 있는 경제적 수단에 대한 이해를 제고하고, 기존의 다양한 제도

들과의 연계를 통해 탄소가격체계 개편 방안을 마련하는 데에 정책적 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 본원의 정재현 박사와 정다운 박사가 공동으로 집필하였다. 저자들은 연구 착수 단계부터 최종보고서 집필까지의 과정에서 통찰력 있는 제안을 해준 원내 연구위원들과 원외 전문가들에게 감사의 뜻을 전하고 있다. 아울러 연구 집필 과정에서 기초자료 수집과 문헌정리 등에 힘 써준 유동영 연구원과 연구행정 및 출판 과정을 도와준 연구사업팀과 연구출판팀에도 감사의 뜻을 전한다.

마지막으로 본 보고서의 내용은 저자들의 개인적인 의견이며, 한국조세재정연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝혀 둔다.

2021년 12월

한국조세재정연구원  
원장 김 재 진

## 요약 및 정책적 시사점

본 연구에서는 우리나라에서 이미 시행되고 있는 배출권거래제와 연계하여 탄소세를 도입할 수 있는 여건을 살펴보기 위해 우선 탄소가격 부담에 대한 국제 수준 등을 종합적으로 고려한 적정한 제세부담금의 수준에 대한 분석과 탄소세 도입 시 고려할 수 있는 경제효과 중 가격전가효과를 위주로 분석을 수행하였다.

연구 내용으로는 첫째, 현재 우리나라에 도입된 탄소가격체계인 배출권거래제 대비 탄소세의 장단점을 파악해 보고, 해외사례를 중심으로 탄소세 도입의 효과와 기존 에너지 과세와 대비하여 탄소세 도입의 배경, 현황, 산업 경쟁력을 고려한 감면 현황에 대해 전반적으로 살펴 시사점을 도출하였다.

구체적으로는 우선 주요국 탄소가격 부과수단의 도입 사례 및 탄소감축효과를 검토하였다. 이전의 연구는 배출권거래제 도입 이전에 탄소세 단독 도입의 시나리오와 그에 따른 경제적 효과를 살펴본 것으로, 2015년 우리나라에 배출권거래제가 도입된 이후 탄소세의 추가 도입 등의 에너지세제 개편의 실효성을 따지기 위해서는 탄소세와 배출권거래제를 동시에 운영하고 있는 해외 주요국의 사례 연구가 필요하다. 또한 우리나라의 현행 에너지세제의 부담 수준에서 과연 추가적으로 탄소가격을 반영할 여지가 있는지에 대한 판단이 필요한데, 이에 대해서도 해외 주요국의 탄소세 부과 사례를 살펴볼 필요가 있다. 현행 에너지 관련 제세부담금 체계하에서 탄소가격 부담에 대한 적정성 평가는 사회적 비용과의 비교를 중심으로 진행하였으며, 부과대상별 탄소배출량을 정리하고 현행 제세부담금의 수준이 각 연료별 탄소가격을 중심으로 한 사회적 비용을 충분히 반영하고 있는지를 평가하고자 하였다. 그 결과 우리나라의 탄소가격 부담 정도는 OECD 회원국 및 주요국 등 44개국의 중위 수준보다 비교해 높으며, 탄소 사회적 비용 최저한인 30유로를 기준으로 할

때에는 가장 광범위하게 탄소가격을 부담하고 있는 것으로 조사되었다.

이어서 현행 에너지 제세부담금 체계가 어느 정도로 탄소가격을 부담하고 있는지를 평가하기 위해 탄소가격체계를 구축하여 운영하고 있는 해외 주요국을 중심으로 관련 사례를 분석하였다. OECD 주요국을 중심으로 EU ETS 도입 전에 탄소세를 도입한 국가, ETS 도입 후에 탄소세를 추가로 도입한 국가를 구분하여 국가별 부과방식·세율·세수활용 사례 등을 비교분석하였다. 일반적으로 탄소세 도입 국가들은 수송용 연료에 높은 세율을 적용하는 반면, 산업부문 연료에 대해서는 각 국가별 산업 특성을 반영하여 경쟁력 저하를 방지하기 위한 다양한 종류의 조세특례 조치를 마련·운영하고 있다는 점을 밝혀내었다.

이어서 본 연구의 마지막 장에서는 탄소세 도입에 대한 정책적 근거를 제시하기 위해 에너지 투입요소 가격 상승이 어느 정도로 소비자 가격에 전가되는지 살펴보아, 현 산업구조하에 탄소세 도입에 따른 경제적 효과를 간접적으로 추정하고자 하였다. 구체적으로는 에너지가격 변동을 도구변수로 활용해 미국에서 탄소세 도입의 경제적 효과를 모의 분석한 Ganapati et al.(2020)의 연구를 활용, 탄소세 도입의 경제적 효과(귀착효과)를 개별 기업 단위에서 분석하였다. 분석 결과, 산업별로 한계비용의 가격전가효과의 정도에 따라서 세율 변화의 소비자 부담 전가효과가 달라지는 것을 관찰할 수 있었다. 특히 섬유제품, 펄프, 종이 및 종이제품 산업은 세율 변화에 따른 소비자 부담의 크기가 큰 것으로 나타났다. 세율 변화로 인한 중간재의 가격 변화 등은 소비자에게 90% 이상의 부담을 안겨줄 수 있음을 보였다. 이렇게 에너지가격 변화에 따른 세부담 전가효과를 살펴봄으로써 탄소세 부과에 따른 효과를 간접적으로 추정할 수 있었으며, 탄소세 도입으로 생산자 및 소비자 부담의 상대적 크기 예측에 따라 상대적 피해계층에 대한 정책지원 방향 등을 결정하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

탄소세 도입을 위주로 논의되고 있는 탄소가격체계 개편이 우리나라의 탄소감축 목표 달성에 어느 정도로 기여할 수 있을지는 계속 논의 중이며, 이번 연구가 저탄소 사회로의 전환을 위한 조세정책의 역할을 고민하는 데 있어 필수적인 연구자료로 활용되기를 기대한다.

## 목 차

I. 서론 .....	13
II. 탄소가격체계 개괄 .....	18
1. 탄소의 사회적 비용 .....	18
2. 탄소가격체계 .....	19
가. 배출권거래제 .....	20
나. 탄소세 .....	21
3. 탄소가격 부담 현황 .....	23
III. 해외 주요국의 탄소세 도입 사례 및 시사점 .....	28
1. 해외 주요국의 탄소세 도입 사례 .....	28
2. 친환경 세제 개편 과정에서의 탄소세 도입 사례 .....	30
가. 핀란드 .....	30
나. 스웨덴 .....	32
다. 노르웨이 .....	35
라. 덴마크 .....	37
3. EU ETS 도입 이후 탄소세를 도입한 EU 국가 .....	39
가. 프랑스 .....	39
나. 포르투갈 .....	41
4. EU 이외의 국가 중 탄소세를 단독으로 도입한 국가 .....	42
가. 일본 .....	42
나. 싱가포르 .....	44
다. 남아프리카공화국 .....	45
5. 최근의 탄소가격체계 논의 현황 .....	46

6. 시사점 .....	54
가. 탄소세 부과부문 및 세율 .....	54
나. 기존 에너지세와 탄소세와의 연계 방안 .....	61
<b>IV. 탄소가격체계의 배출저감효과 .....</b>	<b>66</b>
1. 주요국의 탄소배출량 추이 .....	66
2. 탄소가격체계의 배출저감효과 연구 개발 .....	69
가. 탄소가격체계 효과 .....	69
나. 배출권거래제 효과 .....	71
다. 탄소세 효과 .....	72
3. 최신 연구로 살펴본 배출권거래제와 탄소세의 배출저감효과 .....	75
가. EU-ETS의 배출저감효과 .....	75
나. 스웨덴 탄소세의 배출저감효과 .....	78
<b>V. 탄소세 부과의 경제적 효과 분석 .....</b>	<b>81</b>
1. 기초통계 분석 .....	82
2. 이론적 개념(Conceptual framework) .....	99
가. 에너지가격과 관련 산업의 산출물 .....	99
나. 전가효과의 추정 .....	100
3. 실증분석(Empirical Analysis) .....	111
4. 소결 .....	123
<b>VI. 결론 및 정책적 시사점 .....</b>	<b>126</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>129</b>

---

---

## 표목차

〈표 II-1〉 탄소세와 배출권거래제 비교 .....	21
〈표 II-2〉 부문별 탄소가격지표 .....	25
〈표 II-3〉 우리나라의 탄소가격지표(2018년 기준) .....	25
〈표 II-4〉 EUR 60 기준 대비 부문별 탄소가격지표(2018년 기준) .....	26
〈표 III-1〉 탄소세 및 배출권거래제 도입 현황(2020년 5월 기준) .....	28
〈표 III-2〉 EUR 30 기준 단위당 피해비용 .....	30
〈표 III-3〉 핀란드의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	31
〈표 III-4〉 스웨덴의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	33
〈표 III-5〉 노르웨이의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	36
〈표 III-6〉 덴마크의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	38
〈표 III-7〉 프랑스의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	40
〈표 III-8〉 포르투갈의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	42
〈표 III-9〉 일본의 탄소세 부과 부문 및 세율 .....	43
〈표 III-10〉 캐나다 탄소가격체계 도입 현황 .....	47
〈표 III-11〉 탄소세 도입국의 탄소세 부과 부문 .....	56
〈표 III-12〉 탄소가격체계별 탄소가격 현황 .....	58
〈표 IV-1〉 탄소가격체계 효과성 분석 .....	74
〈표 V-1〉 에너지가격의 변화 .....	85
〈표 V-2〉 1993~2019년 제조업 부문의 생산 활동 및 부가가치 변화 .....	88
〈표 V-3〉 1993~2019년 제조업 부문 에너지 비용의 변화 .....	91
〈표 V-4〉 국가별 원유 소비량 .....	95
〈표 V-5〉 국가별 천연가스 소비량 .....	96

---

〈표 V-6〉 국가별 전기 소비량 .....	97
〈표 V-7〉 총에너지 사용량과 제조업 부문 에너지 사용량의 비중 .....	98
〈표 V-8〉 생산함수 추정 및 산출물의 요소 탄력성 .....	107
〈표 V-9〉 한계비용의 가격 전이 효과 .....	110
〈표 V-10〉 2008년 기준 산업별 에너지집약도 및 요소비용 비중 .....	114
〈표 V-11〉 실증분석 결과 1 .....	116
〈표 V-12〉 실증분석 결과 2 .....	117
〈표 V-13〉 실증분석 결과 3 .....	118
〈표 V-14〉 실증분석 결과 4 .....	119
〈표 V-15〉 실증분석 결과 5 .....	119
〈표 V-16〉 실증분석 결과 6 .....	120
〈표 V-17〉 2008년 기준 산업별 에너지집약도 및 요소비용 비중 .....	122

---

---

## 그림목차

[그림 III-1] 탄소가격체계 도입 현황(2021년 기준) .....	46
[그림 III-2] 탄소가격 현황(2021년 기준) .....	59
[그림 III-3] 탄소세 부과대상 배출 커버리지와 탄소세율 .....	60
[그림 III-4] 부문별 탄소세율 .....	61
[그림 III-5] 수송부문 연료별 탄소세율 .....	62
[그림 III-6] 수송부문 탄소배출 비중 대비 탄소세 세율 .....	62
[그림 III-7] 수송부문 합계 세율 .....	63
[그림 III-8] OECD 회원국 무연휘발유 가격 및 세율(2020년 2분기 기준) .....	63
[그림 III-9] OECD 회원국 무연휘발유 가격 대비 세율 비중(2020년 2분기 기준) .....	64
[그림 III-10] OECD 회원국의 자동차용 경유 가격 및 세율(2020년 2분기 기준) .....	64
[그림 III-11] OECD 회원국 경유 가격 대비 세율 비중(2020년 2분기 기준) .....	65
[그림 IV-1] OECD 주요국의 연간 탄소 배출량 변화(1970~2018년) .....	67
[그림 IV-2] 북유럽 4개국 연간 탄소 배출량 변화(1970~2018년) .....	67
[그림 IV-3] 수송부문 실효탄소세율과 탄소배출집약도 간 상관관계 .....	68
[그림 IV-4] EU-ETS의 도입 유무에 따른 가상 및 실제 배출량 추이 .....	77
[그림 IV-5] 스웨덴 탄소세 도입 유무에 따른 가상 및 실제 배출량 추이 .....	79
[그림 V-1] 에너지가격(명목)의 연도별 변화 .....	83
[그림 V-2] 1990~2020년 생산자 물가지수의 변화 .....	84
[그림 V-3] 원자재 및 에너지 생산자 물가지수의 변화(2015년=100) .....	86
[그림 V-4] 총에너지 사용량과 제조업 에너지 사용량 .....	87
[그림 V-5] 에너지 비용, 석탄, 원유 단가 .....	94
[그림 V-6] 완전경쟁시장하의 전가 .....	103
[그림 V-7] 독점시장하의 전가 .....	104

---



---

# I. 서론

---

파리협정 및 UN 기후정상회의 이후 121개 국가가 2050년 탄소중립 목표 기후동맹에 가입함에 따라 2050 탄소중립은 글로벌 주요 의제로 부상하였다. 주요국은 2020년까지 장기저탄소발전전략(LEDS)을 UN에 제출하고, 이를 달성하기 위한 탄소세 도입, 기후변화위험 금융감독 관리체계 구축 등 선제적 대응 전략 마련에 고심하고 있다. 이러한 움직임은 비단 역내에만 국한되는 것이 아니라 기후위기의 특성상 전 세계적 공조가 요구되어, 2021년 7월 EU는 자신들이 부과하고 있는 탄소가격을 국외의 탄소 다배출기업에도 동일하게 부과하는 탄소국경조정 계획을 발표하였다(EU Fit for 55).

우리나라는 탄소배출이 많은 산업구조를 지니고 있어 탄소중립을 달성하기 위한 여건이 녹록하지 않다. 우리나라의 온실가스배출량은 2018년을 정점으로 감소할 전망이다, 배출 정점이후 탄소중립까지의 기간이 32년으로 유럽 주요국이나 일본에 비해 촉박한 실정이다.

우리나라 정부는 저탄소 사회 구현을 목표로 「저탄소 녹색성장기본법」을 제정하고, 배출권거래제, 목표관리제 등을 운영해 왔으며, 2016년 파리협정 비준 이후 국제사회 기준에 맞추어 정책을 수행하고 있다. 국가별 감축목표(NDC), 온실가스 감축 기본 로드맵, 국가별 감축목표(NDC) 이행점검·평가 체계 등을 수립하였으며, 2020년 12월에는 장기저탄소발전전략(LEDS)을 UN에 제출하고 『2050 「탄소중립」 추진전략』에서 구체적인 계획을 수립하였다.

하지만 우리나라도 NDC 상향 등 최근 탄소중립에 대한 시대적 요구가 거세진 지금, 현재의 배출권거래제만으로는 탄소중립 목표 달성이 요원하여 강화된 탄소가격체계에 대한 요구가 높아지고 있다. 이를 반영하여 「2050 탄소중립 추진전략」에서도 탄소가격 시그널 강화, 기후대응기금 신설, 탄소중립 친화적 지출프로그램의 구축 등의 목표가 설정된 바 있다. 이 중 탄소

가격 시그널 강화는 기존의 제도인 환경세제, 부담금, 배출권거래제 등 시장 도구(Market instruments)의 역할을 종합적으로 검토하고, 기금 등을 통해 재정수입원으로 활용할 수 있도록 가격 체계를 재구축하는 것을 내용으로 한다.

배출권거래제와 함께 가장 대표적인 탄소가격부과체제로 논의되는 탄소세는 에너지원별 탄소함유량에 따라 과세하여 온실가스 배출로 인한 외부효과를 경제적 비용으로 반영하는 시장도구이다. 탄소세는 핀란드, 덴마크, 스웨덴, 노르웨이 등 북유럽 국가들을 중심으로 친환경 세제 개편의 일환으로 1990년대 초에 최초로 도입되었으나, 1997년 교토의정서 합의 이후 EU ETS를 대표로 탄소세보다는 배출권거래제 위주로 탄소가격체계 도입이 이루어졌다. 그러나 배출권거래제가 산업과 발전 부문의 대규모 배출원만을 대상으로 하며 운영방법의 복잡성 등의 이유로 인해, 상대적으로 용이하게 도입하여 운영할 수 있는 탄소세에 대한 관심이 다시 증대되고 있다. 이에 우리나라도 2015년 배출권거래제가 도입되어 시행되고 있는 만큼, 최근의 탄소중립사회로 이행하기 위한 여러 방법들 중에서 탄소세 도입에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 이미 시행되고 있는 배출권거래제와 연계하여 탄소세를 도입할 수 있는 여건을 살펴보기 위해 우선 탄소가격 부담에 대한 국제 수준 등을 종합적으로 고려한 적정한 제세부담금의 수준에 대한 분석과 탄소세 도입 시 고려할 수 있는 경제효과 중 가격전가효과를 위주로 분석을 수행하고자 한다.

연구 내용으로는 첫째, 현재 우리나라에 도입된 탄소가격체계인 배출권거래제 대비 탄소세의 장단점을 파악해 보고, 해외 사례를 중심으로 탄소세 도입의 효과와 기존 에너지 과세와 대비하여 탄소세 도입의 배경, 현황, 산업경쟁력을 고려한 감면 현황에 대해 전반적으로 살펴보아 시사점을 도출하고자 한다.

구체적으로는 우선 주요국 탄소가격 부과수단의 도입 사례 및 탄소감축 효과를 검토하였다. 이전의 연구는 배출권거래제 도입 이전에 탄소세 단독

도입의 시나리오와 그에 따른 경제적 효과를 살펴본 것으로, 2015년 우리나라에 배출권거래제가 도입된 이후 탄소세의 추가 도입 등의 에너지세제 개편의 실효성을 따지기 위해서는 탄소세와 배출권거래제를 동시에 운영하고 있는 해외 주요국의 사례 연구가 필요하다.

또한 우리나라의 현행 에너지세제의 부담 수준에서 과연 추가적으로 탄소 가격을 반영할 여지가 있는지에 대한 판단이 필요한데, 이에 대해서도 해외 주요국의 탄소세 부과 사례를 살펴볼 필요가 있다. 현행 에너지 관련 제세 부담금 체계의 탄소가격 부담에 대한 적정성 평가는 사회적 비용과의 비교를 중심으로 진행하며, 부과대상별 탄소배출량을 정리하고 현행 제세부담금의 수준이 각 연료별 탄소가격을 중심으로 한 사회적 비용을 충분히 반영하고 있는지를 평가하고자 한다.

이어서 현행 에너지 제세부담금 체계가 어느 정도로 탄소가격을 부담하고 있는지를 평가하기 위해 탄소가격체계를 구축하여 운용하고 있는 해외 주요국을 중심으로 관련 사례를 분석하였다. OECD 주요국을 중심으로 EU ETS 도입 전에 탄소세를 도입한 국가, ETS 도입 후에 탄소세를 추가로 도입한 국가를 구분하여 국가별 부과방식·세율·세수활용 사례 등을 비교분석하였다.

이어서 탄소가격체계 도입의 실효성에 대해 논의하고자 하였다. 특히 우리나라의 경우 이미 배출권거래제가 시행되고 있는 만큼, 탄소세를 추가로 도입하여 운영하는 경우 그 효과성에 대한 고민이 필요할 것으로 생각된다. 배출권거래제만으로 탄소감축에 효과적일 수 있는지, 탄소세 도입한 주요국의 탄소저감효과가 어느 정도인지 파악할 수 있다면, 이미 배출권거래제를 도입하여 운영하고 있는 우리나라의 정책 방향을 설정하는 데 참고가 될 수 있기 때문이다. 이를 위해 온실가스 배출을 줄이기 위한 탄소가격체계 도입의 환경 및 경제 파급효과에 대해 실증분석한 해외의 최신 연구들을 취합하여 그 효과성에 대해 논의를 진행하였다. 한편 우리나라 정부는 2010년대 초에 녹색성장을 추진하면서 탄소배출에 관련한 제세부담금에 대한 평가와 전반적인 부과체계에 관한 개편방안을 제시하는 연구가 제기되었지만, 우리나라 배출권거래제 도입 후 탄소세 도입의 실효성을 연구하는 연구는 아직

미미하다.

앞서 논의한 내용을 바탕으로 본 연구의 마지막 장에서는 현 경제구조하에 탄소세 도입에 따른 경제적 효과를 살펴보고 탄소세 도입에 대한 정책적 근거를 제시하고자 한다. 탄소세 도입에 대한 정당성은 외부비용을 가격에 내재화하는 피구비안 관점의 조세의 논리에서 그 근거를 찾을 수 있으나, 현실적으로는 과연 탄소가격 도입이 탄소배출에 어떠한 영향을 끼칠 수 있으며, 그리고 경제주체들의 행동 변화를 통해 야기될 단기적 영향뿐 아니라 중장기적 영향까지 살펴야 할 필요가 있다. 가령 정책입안자는 탄소세 도입으로 인해 기업이 온실가스 배출을 야기하는 화석연료를 좀 더 친환경적인 생산요소로 대체하고, 배출가스 저감기술을 도입하며, 공정을 개선하는 등의 노력을 기울일 것으로 기대하지만, 단기적으로 기업은 탄소가격 도입으로 인해 인상된 생산비용을 소비자에게 전가할 가능성이 상존한다. 또한 탄소세 도입의 주요 설득 근거 중 하나가 늘어난 세수입을 탄소저감기술에 투자하고 관련 기업의 저탄소 공정 전환을 지원하는 것인데, 실제로 세수입을 저탄소 사업에 투입하지 않는 경우 정부 세수입만 늘어나고 기업의 수익구조는 악화되며, 그 비용은 소비자에게 전가되는 경우가 충분히 발생할 수 있는 점까지 고려하여야 한다.

따라서 본 연구는 에너지 투입요소 가격 상승이 어느 정도로 소비자 가격에 전가되는지 살펴보고, 현 산업구조하에 탄소세 도입에 따른 경제적 효과를 간접적으로 추정하고자 하였다. 우리나라에서 진행한 기존의 탄소세 도입 논의는 다양한 세계 시나리오를 설정한 후 일반균형모델을 위주로 분석이 이루어졌으나, 개별 기업 단위 자료를 사용한 미시레벨에서의 분석은 부족한 실정이다. 본고에서는 탄소세 도입 시 고려할 수 있는 다양한 고려 요소 중 산업부문의 탄소가격체계 강화의 귀착효과에 대해 살펴보고자 한다.

구체적으로는 에너지가격 변동을 도구변수로 활용해 미국에서 탄소세 도입의 경제적 효과를 모의 분석한 Ganapati et al.(2020)의 연구를 활용, 탄소세 도입의 경제적 효과(귀착효과)를 개별 기업 단위에서 분석한다. 전반적인 경제적 파급효과를 추정하는 것이 목표이며, 에너지가격 변화에 따른 귀착효

과를 중점으로 살펴보고자 한다. 우선 에너지가격 상승이 제조업 부문의 생산량 및 업체 수 변화에 미친 영향을 추정하고, 제조업 부문의 부가가치와 에너지 수요에 끼친 영향을 살펴보고자 한다. 이를 위해 업체별 에너지 사용과 사용하는 에너지가격의 변이를 이용하여 에너지가격의 변화가 업체별 최종 제품 가격에 미치는 영향을 추정한다. 이렇게 에너지가격 변화에 따른 세부담 전가효과를 살펴봄으로써, 탄소세 부과에 따른 효과를 간접적으로 추정할 수 있다.

---

## II. 탄소가격체계 개괄

---

### 1. 탄소의 사회적 비용

지구 평균기온 상승으로 인한 기후변화는 농업생산, 노동공급, 에너지 수급 등 다양한 부문에 걸쳐 막대한 피해를 가져올 수 있다. 여기서 탄소의 사회적 비용(Social Cost of Carbon, SCC)은 1톤의 이산화탄소가 대기에 배출됐을 때 초래되는 경제피해를 화폐단위로 환산한 것을 의미한다.

탄소의 사회적 비용은 기후변화 대응전략을 고려하는 데 있어서 비용 대비 효과를 가능할 수 있는 유용한 벤치마크로 작용한다. 이산화탄소 1톤 배출의 사회적 비용이 높다면, 탄소배출을 줄이기 위해 더 큰 비용도 감내할 수 있다는 의미가 된다. 한 번 배출된 온실가스는 대기 중에 체류하게 되고, 기온이 상승할수록 이상기후로 인한 경제적 피해가 가중될 것으로 기대되어 시간이 지날수록 탄소의 사회적 비용이 높아질 것으로 추정할 수 있다.

탄소배출의 사회적 비용을 계산하기 위해서는 통합분석모델(Integrated Assessment Model)이 필요하다. 통합분석모델은 크게 네 가지 요소로 구성되어 있다. 첫째, 인구구조 변화를 포함한 경제성장에 대한 예측(경제모델), 온실가스 축적에 따른 기후변화모델(자연과학 모델), 둘째, 지구 평균기온 상승에 따른 경제 피해규모와 적응에 투입되는 비용 등을 고려하는 피해함수, 끝으로 현재 세대와 미래 세대 사이의 자원분배에 관한 사회적 합의를 경제학적으로 표현한 사회적 할인율(Social discount rate)이 통합분석모델을 구성하는 마지막 요소이다.

최근까지도 지속적으로 개선되고 있는 통합분석모델을 통해 탄소의 사회적 비용의 다양한 추정치가 제시되어 왔다. 최근 들어 자연과학 모델과 경제 모델의 핵심 연결고리인 피해함수 추정이 고도화됨에 따라 탄소배출의 사회적

비용은 지속적으로 상승하였다. 국가별로·연구진별로 다양한 추정치가 제시되어 왔지만, 대표적으로 미국은 오바마 정부 때 연방 차원에서 탄소의 사회적 비용을 추정하기 위한 기관 협력 워킹그룹(Interagency Working Group)을 설치하여 탄소의 사회적 비용을 계산하고 있으며, 트럼프 정부 때 그 활동이 잠시 중단되었으나, 최근 바이든 정부는 오바마 정부 때 계산한 임시 비용(interim SCC) 3% 할인율을 적용한 이산화탄소 1톤당 51달러를 준용하고 있다.

OECD(2021a) 등 국제기구 연구에서는 대체적으로 현재 시점에서 이산화탄소 배출 1톤당 30유로를 탄소의 사회적 비용의 최저하한선으로 논의하고 있으며, 파리협정의 목표 이행에 필요한 탄소가격 수준은 2020년까지 최소 40~80달러/tCO<sub>2e</sub>, 2030년까지 50~100달러/tCO<sub>2e</sub> 이상으로 추정되고 있다.<sup>1)</sup> 이 외에도 추정방식의 차이에 따라 적절한 탄소의 사회적 비용에 대한 다양한 추정치가 제시되고 있으나, 대체적으로 현행 탄소가격 정책은 시민과 기업이 기후비용을 고려할 만큼의 탄소가격 신호를 전달하지 못하는 것으로 인정된다. 현재의 통합모델이 아직까지는 기후변화가 생산성이나 경제성장률, 생태계 등에 미치는 영향과 피해에 대한 정보를 제대로 반영하고 있지 못하기 때문이다.<sup>2)</sup>

## 2. 탄소가격체계

탄소의 사회적 비용은 개별 시장참여자들의 경제활동에서 의도하지 않게 발생시키는 외부효과에 따른 것으로, 정부는 시장참여자들에게 탄소배출에 의한 사회적 비용을 부담시키기 위한 다양한 정책을 강구할 수 있다.

온실가스 감축을 위한 주요 정책 수단으로는 크게 규제와 표준, 그리고 배출권거래제, 탄소세 등과 같은 경제적 수단(Market instruments)이 존재한다.

---

1) World Bank, *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*, 2017, [https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing\\_FullReport.pdf](https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf), 검색일자: 2021. 1. 21.

2) IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report*, 2007.

그중 경제적 수단은 탄소저감 산업이나 공정채택에 인센티브를 부여하고 탄소저감 기술개발을 촉진하여 이산화탄소 배출저감효과를 가져온다. 이번 장에서는 배출권거래제에 대해 EU의 배출권거래시장(EU-ETS)을 개략적으로 살펴보고, 이와 비교하여 탄소가격체계로서의 탄소세의 장단점에 대해 다루고자 한다.

### 가. 배출권거래제

탄소가격체계의 큰 축을 담당하는 배출권거래제는 정부가 온실가스 배출총량을 사전적으로 결정(총량 규제)하고, 대상 사업장은 연 단위 배출권을 할당받아 그 범위 내에서 배출 또는 감축을 하되, 초과분 또는 여분의 배출권에 대해서는 사업장 간 거래를 허용하는 제도이다.

세계 최초로 시행된 EU의 배출권거래제(EU ETS)를 위주로 그 내역을 개괄하자면, EU ETS는 2005년에 시작되어 단계적으로 운영되고 있으며 2005년부터 2007년까지의 1기에서는 25개 EU 회원국이 참여하여 약 1만 2천개의 설비에서 약 22억톤(EU 총배출량의 약 50%)의 이산화탄소 배출권이 거래 대상으로 지정되었다.<sup>3)</sup> 현재 진행 중인 4단계는 2021년에 시작, 2030년까지 시행이 예정되어 있다. 한편 배출권 가격은 EU-ETS 3기간 대부분 5유로에서 형성되어 있었으나, 2018년 하반기에 약 20유로로 4배 증가하였다.<sup>4)</sup> 이렇게 배출권 균형가격이 통상적으로 인식되는 탄소배출의 사회적 비용보다 낮아 배출권거래제가 효율적인 탄소가격체계가 될 수 있을 것인가에 대한 학계의 부정적인 의견에도 불구하고, EU 집행위원회가 EU-ETS의 정상적인 기능을 회복할 것이라고 예측하는 근거 중 하나는 시장안정준비금의 도입이다. 시장안정준비금은 중앙은행과 같은 역할을 하며, 가격을 안정시키기 위하여 배출권의 형태로 시장의 유동성을 조절할 것으로 기대하고 있다.

3) EU, "EU Emissions Trading System(EU ETS)," [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en), 검색일자: 2021. 11. 1.

4) EU, "EU Emissions Trading System(EU ETS)," [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en), 검색일자: 2021. 11. 1.

## 나. 탄소세

탄소세는 석유, 석탄 등 각종 화석연료에 함유된 탄소량에 기초하여 부과하는 세금으로 이산화탄소 배출로 인한 사회적 비용을 내재화하여 화석연료의 소비 억제 또는 효율적 사용을 유도하는 것을 목적으로 한다. 1990년 핀란드를 시작으로 1991년 스웨덴, 노르웨이가 도입한 이래 현재 프랑스, 포르투갈, 일본 등 25개국 이상이 탄소세를 도입하여 시행 중이다.

탄소세는 비용효과적인 수단으로 평가받고 있다. 그 이유로는 현실적으로 대규모 탄소배출자에만 적용이 가능한 ETS와는 달리 가정과 건물과 같은 소규모 배출자들에게도 적용 가능하고, 탄소의 사회적 비용이 사전적으로 정해짐에 따라 정책의 예측 가능성이 높다는 장점 때문이다. 또한 탄소세로부터 거둬 들인 세수입을 소득세·법인세 경감 등에 활용하거나 탄소절약적인 산업이나 공정채택을 유도하고 탄소저감 기술개발을 촉진하는 정책의 재원으로 활용할 수 있다.

〈표 II-1〉 탄소세와 배출권거래제 비교

구분	탄소세	배출권거래제
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이산화탄소 가격에 대한 확실성</li> <li>- 저탄소기술 개발에 대한 장기적이고 안정적인 인센티브 제공</li> <li>- 적용대상이 광범위하여 탄소가격 부담에 대한 형평성 문제 없음</li> <li>- 정책의 투명성과 예측 가능성이 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최종배출량에 대한 확실성</li> <li>- 국제 탄소시장과 연계 가능성</li> <li>- 인플레이션 대처에 문제 없음</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최종배출량에 대한 불확실성(배출량이 에너지 수요 및 연료가격에 민감)</li> <li>- 조세저항</li> <li>- 역진적인 소득분배</li> <li>- 인플레이션 시 실질 세율이 낮아짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이산화탄소 가격에 대한 불확실성</li> <li>- 가정, 상업(건물), 수송 및 중소기업에 적용 어려움</li> <li>- 배출권가격에 대한 불확실성은 저탄소 기술 개발에 대한 인센티브를 약화시킬 가능성</li> <li>- 배출권거래제 참여자가 적을 경우 배출권거래시장의 불안전 경쟁</li> <li>- 할당 시스템의 객관성 문제</li> <li>- 거래 비용 높고(복잡한 정보수집과 배분과정) 시장진입이 용이하지 않음</li> </ul>

자료: 강만욱 외(2011), p. 60, 〈표 4-1〉, 내용을 수정하여 저자 작성

배출권 거래는 총량을 규제함으로써 탄소 배출 상한을 사전에 정할 수 있으나, 탄소세는 총량 규제가 아니어서 탄소 배출량 자체를 통제하지 못하는 불확실성이 존재한다. 또한 탄소세 도입에 대한 조세저항이 존재하고, 최종 소비자에게 미치는 영향이 이질적일 수 있고, 소득 재분배 차원에서도 논란이 있을 수 있다(유동현·박아현, 2013, p. 4).

한편 확실성이 보장된 상황에서는 총량규제인 배출권거래제나 가격규제인 탄소세가 동일한 효과를 거둘 것으로 기대되지만, 불확실성이 상존하는 현실에서는 탄소세가 운용의 용이성, 국제적인 탄소가격 최저한을 설정할 수 있다는 점 때문에 더 나은 가격체제일 수도 있다는 의견이 제시되고 있다.

일례로 Weitzman(2016)은 우선 수량 기반 통제수단과 가격 기반 통제수단은 모두 불확실성이 존재하지만 불확실성이 각자 다른 형태로 나타남을 지적하였다. 가령 배출권거래제의 경우 총 배출량에 대한 확실성은 가지고 있으나 가격 및 (한계)비용은 불확실하고, 탄소세의 경우 탄소 배출에 대한 가격과 (한계)비용에 대한 확실성은 가지고 있으나, 총 배출량은 불확실함을 논의하였다. 이러한 불확실성을 포함하여 탄소가격체제의 장단점을 비교하여 볼 때 Weitzman(2016)은 탄소세는 이론적으로나 실증적으로나 배출권거래제에 비해 뛰어난 가격체제임을 주장한 바 있다. 또한 국제적인 탄소가격 하한을 설정하는 데 있어 탄소세가 배출권거래제보다 더 쉽게 관리되며 더 투명하다고 주장하고 있다. 그 이유는 국제 배출권거래제에서 발생하는 수익은 국경을 넘어 발생하며 이는 허가량을 구매하기 위해 거액의 세수를 지출해야 하는 국가에서 쉽게 용인되지 않을 수 있는 반면, 국제 탄소세에서 발생하는 수입은 각 국가 내에서 관리되며 다른 세금을 공제하는 데 사용되거나 내부적으로 재분배될 수도 있기 때문이다. 한편으로 배출권거래제가 여전히 탄소세에 비해 시장친화적인 탄소가격체제라는 주장도 존재하며, 그에 대한 주요 근거로는 탄소 집약적 산업에 무상할당 배출권을 제공할 수 있다는 정치적 이점을 들 수가 있다고 하였다(Weitzman, 2016).

우리나라의 경우 현재 배출권거래제를 도입하여 운영 중에 있고 기존에 화석연료를 대상으로 교통·에너지·환경세 및 개별소비세를 운영하고 있어,

탄소중립을 달성하기 위한 탄소가격체계 구축을 위해서는 기존 배출권거래제의 강화, 에너지세제의 친환경적인 개편 등의 대안과 비교하여 탄소세 신규 도입의 장단점에 대해 고민할 필요가 있다.

### 3. 탄소가격 부담 현황

OECD(2021a)에서는 국가별 실효탄소가격을 정리하여 발표하는데, 이는 각 국가가 개별소비세, 탄소세 및 배출권거래제를 통해 화석연료 소비 시 발생하는 이산화탄소 1톤에 부과하는 총비용을 의미한다. 이렇게 정부는 탄소배출에 비용을 부과하여 시장참여자에게 친환경자동차를 이용한다든지, 저탄소 공정을 채택하게 하는 등의 탄소비용을 줄이기 위한 경제적 선택을 독려하게 된다.

배출권거래제나 탄소세의 경우 배출된 이산화탄소의 단위배출량에 따라 가격이나 세율이 정해져 국가별 비교가 용이하지만, 기존 환경세제의 경우 그 과세표준이 단순히 외부비용만 가지고 설정되지 않았고 또한 조세의 정책적 목적, 즉 특정 에너지원을 주로 사용하는 산업의 경쟁력과 연료의 사용에 따른 수직적 형평성 또한 고려되었기 때문에 OECD 회원국들 사이에서도 각 부문별·연료별 실효세율이 상이하다고 파악한다(OECD, 2019a). 따라서 각 국가의 화석연료 사용에 따른 실효세율은 연료 사용시 발생하는 탄소배출량을 추정한 후 탄소배출 단위당 부과되는 세율을 계산하여 비교하고 있다.

이후 기존 연구에서 도출된 탄소의 사회적 비용의 여러 벤치마크들과 비교하여 각 국가의 탄소가격부담 수준을 분석하게 된다. 우선 가장 최저한의 외부비용으로 고려되는 이산화탄소 배출 1톤당 30유로(EUR30/tCO<sub>2</sub>)가 사용되며 이와 더불어 앞서 논의한 탄소의 사회적 비용에 대한 다양한 추정치 중에 OECD(2021a)는 추가적으로 두 가지의 벤치마크를 활용하고 있다. 첫째로 60유로는 2017년 탄소가격 제정을 위한 고위급위원회(High-Level Commission on Carbon Pricing)에서 제시한 2020년 탄소가격의 중위수준이고 마지막으로 120유로는 최근 통합모형을 통해 추정되는 탄소 사회적 비용의 중위수준으로 2050 탄소중립 달성을 위한 벤치마크로서 의미를 지닌다.

이러한 세 가지 벤치마크를 기반으로 OECD(2021a)에서는 비교 가능한 탄소가격지표(Carbon Pricing Score, CPS)를 계산하여 제공하고 있다. 한 국가가 개별소비세, 탄소세, 배출권 거래가격 등의 시장도구(market instruments)를 활용하여 탄소배출에 부과하는 총부담 정도를 의미하는 실효탄소세율<sup>5)</sup>이 탄소비용의 세 가지 벤치마크인 1톤당 30유로, 60유로, 120유로를 어느 정도로 달성하고 있는지를 나타낸다. 예를 들어 온실가스 배출량 전체에 대해서 1톤당 30유로 이상의 조세나 배출권거래가격을 부과하고 있다면, 즉 해당 부문의 실효탄소세율(Effective Carbon Rate, ECR)이 30유로 이상이면 CPS 30은 100%를 달성한 것이 된다.

전 세계 이산화탄소 배출의 약 80%를 차지하고 있는 조사 대상 44개국의 2018년 기준 탄소가격지표(CPS 60)를 추정된 결과 19%로 나타났는데, 이는 전체 이산화탄소 배출의 19%만 조세 혹은 배출권거래 방식으로 탄소배출에 대해 1톤당 60유로 이상의 비용을 부과하고, 81%에 대해서는 그렇지 않다는 의미이다. 30유로 기준 탄소가격지표(CPS 30)는 24%를 달성하고 있다(OECD, 2021a).

탄소가격을 부과하는 세 가지 시장도구 중에서도 조세가 현재 탄소가격부과체계의 중추를 담당하고 있다. 2018년 현재 조세가 탄소가격부과의 93%를 차지하고 있으며, 그중 기준 환경세가 89%p를, 나머지 4%p를 탄소세가 담당하고 있다.

부문별 탄소가격지표가 상이한 점도 탄소가격체계의 개편을 고려하는 데 있어 유념해야 할 요소 중 하나이다. <표 II-2>의 부문별 탄소가격지표를 보면 도로수송부문에서의 탄소가격지표가 30유로 기준에서는 91%, 60유로 기준에서는 80%로 가장 높는데, 이는 도로수송부문이 발전, 산업 등 다른 부문에 비하여 조세를 통해 탄소배출 비용을 상대적으로 높은 수준으로 부담하고 있다는 뜻이다. 반면에 발전, 산업, 주거 및 상업부문은 탄소가격지표가 20% 미만으로, 80% 이상의 탄소배출에 대해서 톤당 30유로 미만으로

---

5) OECD(2021b)에서는 조세 경감조치와 배출권거래제의 무상할당을 반영한 실효평균세율(Effective Average Carbon Rate, EACR)을 실효탄소세율로 제시하고 있다.

외부비용을 부담하고 있다는 것을 의미한다.

〈표 II-2〉 부문별 탄소가격지표

(단위: %)

부문	EUR 30 기준	EUR 60 기준	EUR120 기준
농어업	43	38	23
발전	10	5	3
산업	9	5	3
비도로 수송	34	25	13
주거 및 상업	14	10	6
도로수송	91	80	58

자료: OECD(2021a), p. 23, Table 4. 1.

〈표 II-3〉은 2018년 기준, 세 가지 벤치마크 대비 한국의 부문별 탄소가격지표를 보여주고 있다. 도로수송부문은 96% 이상의 배출량에 대해서 30유로 이상 과세되고 있다. 유연탄 과세가 도입되기 시작한 2015년만 해도 전력부문은 30유로 이상 과세되고 있는 배출 비중이 0%에 불과하였으나, 이후 꾸준히 발전용 유연탄 과세가 강화되고 발전부문의 ETS 참여로 인해 30유로 기준 발전부문의 탄소가격지표는 93%로 상승하였다. 반면 산업부문은 60유로 기준 탄소가격지표가 33%, 주거 및 상업부문에서는 44%에 머물고 있다. 도로수송부문의 탄소가격지표는 조세로만 구성되었고, 다른 부문에서는 배출권거래시장의 거래 가격 또한 반영되었다.

〈표 II-3〉 우리나라의 탄소가격지표(2018년 기준)

(단위: %)

구분	EUR 30	EUR 60	EUR 120
전력	93	49	25
산업	64	33	17
주거 및 상업	74	44	26
도로수송	96	96	93

자료: OECD Stat, "Effective Carbon Rates," <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>(검색일자: 2021. 10. 20)를 활용하여 저자 재가공

〈표 II-4〉는 OECD 회원국 중심으로 조사대상 44개국의 부문별 및 60유로 기준 탄소가격지표를 제시하고 있다. 평균적으로 도로수송부문을 제외하고는 주거 및 상업, 산업, 전력 순으로 높은 탄소가격지표를 기록하고 있다. 우리나라는 CPS 60 기준 비교대상 44개국 중 10번째에 위치해 국내 배출 이산화탄소에 대해 60유로까지 부담하는 정도가 조사대상국 중위수준과 비교해 높음을 알 수 있다. 한편 30유로 기준 탄소가격지표로 우리나라는 81을 기록하고 있어 비교대상 44개국 중 가장 광범위하게 탄소가격을 부담하고 있다.

〈표 II-4〉 EUR 60 기준 대비 부문별 탄소가격지표(2018년 기준)

(단위: %)

구분	전력	산업	주거 및 상업	도로수송	CPS60
스위스	32	21	78	97	69
룩셈부르크	7	18	6	100	69
노르웨이	18	59	37	99	68
슬로베니아	26	44	26	100	57
아이슬란드	47	15	46	94	57
프랑스	23	21	51	100	55
아일랜드	24	25	43	100	53
이탈리아	24	24	51	98	51
네덜란드	26	25	89	100	50
한국	49	33	44	96	49
오스트리아	18	28	30	100	48
영국	44	23	14	100	47
그리스	29	32	48	100	47
스페인	26	22	21	100	46
덴마크	17	30	35	99	45
리투아니아	7	22	5	96	45
포르투갈	24	20	33	95	44
독일	23	23	33	100	41
슬로바키아	22	22	9	100	36
이스라엘	6	6	46	100	36
폴란드	26	20	3	99	35
헝가리	20	21	3	100	35
캐나다	11	12	18	97	34

〈표 II-4〉의 계속

(단위: %)

구분	전력	산업	주거 및 상업	도로수송	CPS60
벨기에	18	15	8	99	34
핀란드	18	23	28	100	34
뉴질랜드	15	11	11	67	33
멕시코	1	0	1	97	30
체코	25	15	2	98	30
라트비아	16	8	2	100	29
스웨덴	9	10	19	91	29
에스토니아	24	16	11	100	29
아르헨티나	9	2	4	78	28
콜롬비아	2	6	4	66	25
일본	9	6	25	99	24
터키	0	2	6	100	24
미국	1	0	1	71	22
호주	0	0	0	100	20
조사대상 평균	5	5	10	80	19
칠레	7	1	0	75	17
인도	5	5	2	97	13
남아공	0	2	5	100	13
중국	1	2	5	90	9
러시아	0	2	2	60	7
인도네시아	0	0	0	12	2
브라질	0	0	0	4	1

자료: OECD Stat, "Effective Carbon Rates," <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>(검색일자: 2021. 10. 20)를 활용하여 저자 재가공

### Ⅲ. 해외 주요국의 탄소세 도입 사례 및 시사점

#### 1. 해외 주요국의 탄소세 도입 사례

해외 주요국의 탄소세 도입 사례는 크게 유럽 주요국을 중심으로 EU ETS 도입 전 친환경 세제 개편 과정에서 탄소세를 도입한 북유럽 국가의 사례와 EU ETS 도입 이후 탄소세를 배출권거래제와 조화시켜 도입한 국가들의 사례로 구분할 수 있고, 그 외에 EU 외에 탄소세를 단독으로 도입한 사례(일본, 호주), EU 회원국 외에 배출권거래제와 탄소세를 연계하여 도입한 사례를 구분하여 살펴볼 필요가 있다.

첫째, EU ETS 이전 세제의 친환경적 개편 과정에서 탄소세를 도입한 국가는 1990년 핀란드를 시작으로 1991년 스웨덴과 노르웨이, 1992년 덴마크가 있다. 둘째, 2005년 EU ETS 도입 이후에도 프랑스, 스페인, 포르투갈 등이 탄소세를 신규로 도입하여 시행 중이다. 이전에 탄소세를 도입한 핀란드를 비롯한 북유럽 국가들도 탄소세 및 배출권거래제를 동시에 운영하는 국가가 되었으며, 이 과정에서 EU ETS 도입과 함께 기존의 탄소세 부과 세율 및 부과 범위를 변경한 바 있다.

〈표 III-1〉 탄소세 및 배출권거래제 도입 현황(2020년 5월 기준)

탄소세 도입 국가 및 도입 연도	ETS 도입 국가 및 도입 연도
핀란드(1990)	EU(2005)
폴란드(1990)	캐나다 앨버타(2007) <sup>1)</sup>
노르웨이(1991)	뉴질랜드(2008)
스웨덴(1991)	RGGI(2009)
덴마크(1992)	일본 도쿄(2010)
슬로베니아(1996)	일본 사이타마(2011)
에스토니아(2000)	미국 캘리포니아(2012) <sup>1)</sup>
라트비아(2004)	호주 CPM(2012)

〈표 III-1〉의 계속

탄소세 도입 국가 및 도입 연도	ETS 도입 국가 및 도입 연도
리히텐슈타인(2008)	캐나다 퀘벡(2013)
아이슬란드(2010)	카자흐스탄(2013)
아일랜드(2010)	영국(2013)
우크라이나(2011)	중국 파일럿 ETS(선진, 상하이, 베이징, 광둥, 텐진, 2013, 후베이, 충칭, 2014, 푸젠, 2016) <sup>1)</sup>
일본(2012)	한국(2015)
프랑스(2014)	호주 ERF(2016)
멕시코(2014)	미국 워싱턴(2017) <sup>1)</sup>
스페인(2014)	캐나다 온타리오(2017) <sup>1)</sup>
포르투갈(2015)	미국 매사추세츠(2018) <sup>1)</sup>
칠레(2017)	캐나다(노바스코샤, 서스캐처원)(2019) <sup>1)</sup>
콜롬비아(2017)	미국 버지니아(2020) <sup>1)</sup>
아르헨티나(2018)	독일(2021)
싱가포르(2019)	중국(2021) <sup>1)</sup>
남아프리카공화국(2019)	
캐나다(프린스 에드워드 아일랜드, 노스웨스트 준주, 2019, 뉴브런즈윅, 2020) <sup>1)</sup>	

주: 1. ( ) 안의 숫자는 정책 도입 연도를 의미함

1) 미국, 중국, 캐나다의 경우 각 주정부의 자체 기준에 따라 운용하는 경우를 포함하였음

자료: World Bank(2020), p. 10, Figure ES. 1; p. 11, Figure ES. 2를 바탕으로 저자 재구성

우리나라는 현재 배출권거래제를 이미 시행하고 있고 여기에 연계하여 탄소가격체계를 재구축하는 것이기 때문에, 탄소세와 배출권거래제를 함께 운영하고 있는 국가들의 사례를 위주로 시사점을 도출하고자 한다.

이어지는 장에서는 국가별로 각 부문별·연료별로 부과하고 있는 탄소세와 에너지세를 정리하였다. 본고에서는 화석연료에 부과하는 탄소가격체계를 다루고 있고, 최근의 국제기구 보고서에도 탄소배출에 따른 세율을 주된 비교 방법으로 사용하고 있어, *Taxing Energy Use 2019*(OECD, 2019a)에서 제공한 OECD 회원국 및 주요국을 대상으로 이산화탄소 톤당 탄소세 및 에너지세를 재가공하여 정리하였다.

참고로 탄소세는 화석연료 사용 시 발생하는 이산화탄소의 단위배출량별로 세율을 책정하고 있으나, 실무상으로는 화석연료 단위소비당 발생하는 탄소량을 계산한 탄소에 부과하는 세율을 환산하여 기존의 에너지세처럼 에너지

지소비 단위당 부과하고 있다. 예를 들어 탄소의 사회적 비용을 이산화탄소 1톤당 30유로로 계산할 때, 각 화석연료 단위 부과 및 질량당 부과할 수 있는 세율을 정리하면 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> EUR 30 기준 단위당 피해비용

구분	단위당 피해비용
석탄 및 고체연료	0.0624 EUR/kg
중유	0.0894 EUR/liter
경유	0.0799 EUR/liter
등유	0.0758 EUR/liter
휘발유	0.0686 EUR/liter
LPG	0.0475 EUR/liter
천연가스	0.0513 EUR/m <sup>3</sup>

주: 지역별 화석연료 특성에 따라 실제 단위 소비당 탄소배출량은 달라질 수 있음  
 자료: OECD(2019a), p. 77, Table 3.1.; 조사 대상 44개국의 IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018의 평균 탄소 함유량을 이용하여 계산함

## 2. 친환경 세제 개편 과정에서의 탄소세 도입 사례

핀란드, 스웨덴, 덴마크, 노르웨이 등 북유럽 4개국은 1990년대 초 탄소세를 중심으로 하는 친환경 세제 개편을 단행하였다. 탄소세 세율은 자국의 경제상황 및 에너지 소비구조에 따라 상이하다.

### 가. 핀란드

#### 1) 개요

핀란드는 1990년 당시 전 세계 이산화탄소 배출량의 0.3%밖에 차지하지 않음에도 불구하고 전 세계 최초로 탄소세(Hiilidioksidivero)를 도입하였다.

#### 2) 적용 대상과 세율

핀란드의 에너지 세제는 크게 개별소비세(excise tax)와 탄소세(carbon tax)

로 구성되어 있다. 핀란드의 탄소세는 발전을 제외한 수송, 산업, 가정·상업 전 부문을 대상으로 과세되고 있으며, 전체 에너지세 대비 탄소세의 평균 비중은 약 48%를 차지하고 있다.

탄소세 도입 초기에는 비교적 낮은 수준인 CO<sub>2</sub> 1톤당 1.2유로를 부과하였으나 이후 지속적으로 증가하여 2020년 기준 CO<sub>2</sub> 1톤당 약 63유로까지 증가하였다. 부문별 연료별 과세 현황을 살펴보면 연료 소비 시 발생하는 이산화탄소 1톤당 가장 높은 탄소세를 부과하고 있는 항목은 수송용 경유로, 2018년 기준 74.8유로를 부과하고 있으며, 가장 낮게 부과하고 있는 부문은 가정 및 상업시설에서 사용하는 바이오연료(0.1유로)이다.

〈표 III-3〉 핀란드의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/CO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	74.8	124.4	199.2	38	9	14
	휘발유	76.9	234.1	311.0	25	4	
	바이오연료	22.1	194.9	217.0	10	1	
	기타	7.4	3.7	11.1	67	1	
수송(비도로)	기타	17.5	11.4	28.9	60	11	61
산업	석탄·고체연료	45.0	32.3	77.3	58	4	60
	천연가스	0.0	0.0	0.0	-	5	
	기타 화석연료	0.0	0.0	0.0	-	34	
	바이오연료	50.8	26.8	77.6	65	6	
	기타	32.4	3.1	35.5	91	2	
농수산업	기타	62.1	29.5	91.6	68	2	10
가정·상업	바이오연료	0.1	0.6	0.7	14	7	7
	기타	67.8	139.0	206.8	33	1	
발전	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	6	12
	기타	0.0	0.0	0.0	-	3	

주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율

2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)

3. 에너지소비비가 2% 미만인 에너지 카테고리는 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않음. 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'를 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 88, Figure 3.A.14. 저자 재가공

탄소세 도입 전 기존에 부과하고 있던 에너지세는 탄소세의 부과 과정에서 그 비율을 조정해 왔으며, 탄소세와 에너지세의 총합으로 봤을 때 가장 큰 비용을 부담하고 있는 분야는 수송용 휘발유(311EUR/tCO<sub>2</sub>)이다.

핀란드는 이산화탄소 다배출 부문에 높은 탄소세를 유지하고 있지는 않다. 핀란드의 산업부문이 2016년 기준 핀란드 전체의 61%를 차지하고 있음에도 불구하고 석탄과 천연가스를 제외한 이산화탄소를 발생시키는 연료에는 탄소세나 에너지세를 과세하고 있지 않으며, 석탄과 천연가스의 경우에도 수송부문에 부과되는 세율보다는 상대적으로 낮은 편이다. 이는 주로 산업경쟁력을 고려한 측면과 함께 핀란드가 EU ETS에 참여하고 있기 때문이다.

### 3) 감면 및 배출권거래제 조화방안

핀란드는 EU ETS 도입 이전에 탄소세를 도입하였기 때문에 EU ETS의 적용을 받는 사업자에게도 탄소세를 부과하고 있었으나, ETS 이전에 도입된 탄소세는 ETS 적용 부문이 확대되면서 감면 부문이 확대되었다. 특히 산업 부문의 경우 자국 산업의 경쟁력 강화를 위해 특정 산업 및 연료 사용에 대해 탄소세 감면 및 환급제도를 실시하고 있다. 예를 들어 정유공장 및 열병합발전소와 같이 석탄 및 천연가스를 산업 공정의 원료로 사용하는 경우에 탄소세가 일부 면제되고 있다. 환급제도의 경우 기업이 납부한 총에너지세가 기업의 부가가치의 3.7%를 초과하면 EUR 5만 초과분에 대하여 납부한 세금의 85%까지 환급을 신청할 수 있다(NERI, 2006).

## 나. 스웨덴

### 1) 개요

스웨덴은 1991년 핀란드에 이어 세계에서 두 번째로 탄소세를 도입하였다. 스웨덴의 탄소세 도입이 다른 북유럽 국가들과 다른 점은 높은 세율로 탄소세를 도입하여 수송부문을 제외한 나머지 부문의 에너지 세수가 50~60%까지 증가하였다는 점이다. 단 스웨덴은 증가한 재원을 근로소득세를 낮추는

등 세금 이전(tax shift) 프로그램에 활용하였다.

## 2) 적용 대상과 세율

스웨덴의 탄소세는 모든 화석연료를 부과 대상으로 하며, 탄소세는 에너지에 부과되는 세금의 가장 큰 비중을 차지한다. 2018년 기준으로 화석연료에 부과되는 개별소비세 대비 평균 54% 정도이다.

〈표 III-4〉 스웨덴의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/1CO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	80.2	85.7	166.0	48	13	25
	휘발유	110.9	167.0	277.9	40	7	
	바이오연료	66.2	74.7	140.9	47	4	
	기타	107.0	0.0	107.0	100	0.1	
수송(비도로)	기타	0.0	0.0	0.0	-	1	1
산업	석탄·고체연료	1.4	5.0	6.4	22	5	60
	기타 화석연료	0.0	0.0	0.0	-	8	
	폐기물	0.0	0.0	0.0	-	2	
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	41	
	기타	37.0	12.1	49.1	75	4	
농수산업	기타	8.0	25.6	33.6	24	1	1
가정·상업	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	5	7
	기타	116.6	33.6	150.2	78	2	
발전	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	5	7
	기타	0.0	0.0	0.0	-	2	

주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율

2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)

3. 에너지소비가 2% 미만인 에너지 카테고리는 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않음. 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'를 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 101, Figure 3.A.40. 저자 재가공

스웨덴은 또한 가장 높은 탄소세율을 유지하고 있는 국가 중 하나이다. 2018년 기준 수송부문 평균 세율을 이산화탄소 1톤당 91유로 수준이며, 휘

발유에 부과되는 탄소세율은 발생 이산화탄소 1톤당 약 111유로에 달한다.

단 산업부문은 스웨덴이 이미 EU ETS에 참여하고 있는 만큼 산업경쟁력 저하를 우려하여 석탄 및 고체연료에 낮은 세율을 유지하고 있는 것 외에 탄소세를 부과하고 있지 않다.

핀란드와 마찬가지로 스웨덴도 탄소세 도입 전 기준에 부과하고 있던 에너지세는 탄소세의 부과 과정에서 그 비율을 조정해 왔으며, 탄소세와 에너지세의 총합으로 봤을 때 가장 큰 비용을 부담하고 있는 분야는 수송용 휘발유(277.9EUR/tCO<sub>2</sub>)이다.

발전부문도 핀란드와 마찬가지로 전기사용 단계에 세금을 부과하고 있어 발전용 연료에 세금을 부과하고 있지 않다. 전력생산에 투입되는 화석연료에 탄소세나 에너지세를 과세하고 있지는 않은데, 이는 전력생산 단계가 아닌 전기사용에 대해 세금을 부과하고 있기 때문이다.

### 3) 감면 및 배출권거래제 조화방안

도입 초기부터 1993년까지는 산업부문과 가정부문에 동일한 탄소세율을 적용하였으나 1990년대 스웨덴 경기침체로 인해 산업부문과 농림어업부문에 감세정책이 실시되었다.

1993년부터 산업부문은 석탄 및 고체연료 사용을 제외하고 에너지세가 완전히 면제되었으며 탄소세도 가정부문에 비해 약 25% 수준으로 인하하였다. 여기에 에너지집약산업의 경우 매출액 규모에 따라 탄소세를 추가로 환급하는 정책을 실시하였다.

특히 스웨덴 또한 ETS 적용 부문이 확대되며, 자체 도입한 탄소세의 온실가스 감축 역할은 점차 축소되어, 탄소세와 ETS의 중복규제 문제를 해결하기 위한 보완 장치를 운영 중이다. EU ETS 대상 사업자의 경우, 비(非)제조 부문에 사용되는 화석연료를 제외하고는 탄소세가 면제되고 있다.

하지만 스웨덴은 2045년까지 온실가스 제로 배출의 목표를 달성하기 위한 일련의 조치로, 2019년 8월 1일 탄소세에 대한 면제 조항을 없애거나 축소하고 있다. 광업용 경우 대상 부분 면제를 폐지하였으며, EU ETS 대상 열

병합발전설비에 사용되는 연료에 대해 탄소세의 89%가 면제되어 왔으나 생성된 열이 산업 제조 공정에서 사용되지 않을 경우 그 면제 비율을 9%로 축소하였다.

## 다. 노르웨이

### 1) 개요

노르웨이는 1991년에 탄소세를 도입하고, 2008년에 EU ETS에 가입하여 산업부문을 중심으로 한 배출권거래제를 함께 운영하고 있다.

### 2) 적용 대상과 세율

노르웨이 탄소세(CO<sub>2</sub> avgift)는 발전을 제외한 전 부문의 온실가스 배출에 적용된다. 노르웨이 탄소세의 특징은 연료에 따른 탄소세율이 상이하다는 것이다. 즉 CO<sub>2</sub> 1톤당 세율이 연료별로 다르게 책정되었다. 도입 당시 노르웨이의 탄소세율은 탄소 1톤당 NOK97(중질연료유)~NOK259(휘발유)까지 다양하게 설정되었다. 연료별 세율은 2020년까지 몇 차례에 걸쳐 조정되어 휘발유는 탄소 톤당 53.5유로의 수준까지 증가하였다.

참고로 노르웨이는 북유럽 국가 중에서도 특히 수력발전 비중이 높아 전기세율이 타 국가에 비해 낮은 편이다.

### 3) 감면 및 배출권거래제 조화방안

노르웨이 역시 자국의 경제 및 에너지 수급환경을 고려하여 산업부문에서 다양한 감세 혹은 환급 제도를 운영하고 있다. 수산물 가공산업, 목재, 제지·펄프산업 부문의 석유 소비에 대하여 세율 50%를 경감해 주고 있으며, 연료로 사용되는 석탄과 코크스는 탄소세가 전액 면제된다.

〈표 III-5〉 노르웨이의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/tCO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	52.1	146.8	198.8	26	18	25
	휘발유	53.5	238.4	291.9	18	5	
	바이오연료	0.0	199.8	199.8	0	2	
	기타	52.4	15.0	67.5	78	0	
수송(비도로)	디젤	47.7	34.9	82.6	58	6	10
	등유	54.0	0.0	54.0	100	3	
	기타	38.4	0.0	38.4	100	1	
산업	석탄·고체연료	0.0	0.0	0.0	-	6	52
	디젤	0.0	62.1	62.1	0	3	
	천연가스	44.7	0.0	44.7	100	27	
	기타 화석연료	0.0	0.0	0.0	-	6	
	폐기물	0.0	0.0	0.0	-	2	
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	6	
	기타	0.0	2.8	2.8	0	1	
농수산업	기타	37.7	39.2	76.9	49	1	1
가정·상업	디젤	49.5	63.8	113.2	44	3	11
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	6	
	기타	48.2	147.8	196.0	25	2	
발전	기타	0.0	0.0	0.0	-	1	1

- 주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율  
 2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)  
 3. 에너지소비가 2% 미만인 에너지 카테고리인 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않음. 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'를 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 97, Figure 3.A.32. 저자 재가공

대표적인 에너지집약산업인 시멘트 산업의 석탄 소비 역시 탄소세가 100% 면제된다. 단 노르웨이는 산업부문에 따라 오히려 탄소세를 할증하기도 한다. 예를 들어 해양석유 시추설비에서 사용하는 석유에 대해서는 내륙에서 소비되는 석유보다 두 배의 탄소세를 부과한다.

EU ETS에 가입한 노르웨이는 다른 북유럽 국가와 마찬가지로 탄소세와 ETS의 중복 규제 문제를 해결하기 위한 보완장치를 운영 중이다. 해양석유 생산 활동을 제외하고, EU ETS가 적용되는 사업자는 탄소세가 면제되고 있다.

## 라. 덴마크

### 1) 개요

덴마크는 1992년 가정부문에 탄소세를 먼저 도입한 이후 1993년에 산업 부문으로 확대하였다. 덴마크는 스웨덴과 마찬가지로 탄소세 도입으로 인한 조세부담을 완화하기 위해 개인소득세 부담을 낮추는 조세 이동(tax shift)을 단행하였다.

### 2) 적용 대상과 세율

덴마크의 탄소세는 발전을 제외한 수송, 산업, 가정·상업 전 부문을 대상으로 이산화탄소를 발생시키는 연료에 대해 고루 과세하고 있다. 전체 에너지세 대비 탄소세의 평균 비중은 약 25%를 차지하고 있다.

탄소세 도입 초기에는 비교적 낮은 수준인 CO<sub>2</sub> 1톤당 1.34유로를 부과하기 시작하여 1992~2004년까지는 연료의 형태와 관계없이 약 EUR 13.4/tCO<sub>2</sub>e이 적용되었다. 세율은 이후 매년 인플레이션을 고려하여 세율을 재산정하는 등 지속적으로 증가하여 2018년 기준 약 EUR 26/tCO<sub>2</sub>e까지 인상되었다.

탄소세율 자체는 타 EU 국가에 비해 낮은 수준이나, 기존 에너지를 고려할 시 덴마크는 EU에서 가장 높은 수준의 세율로 에너지세를 부과하고 있다.

탄소세의 세율은 사용자와 소비부문에 따라 다른 비율로 적용되었으며, 가정부문에 가장 높은 세율이 적용되었다(Jamet, 2012). 이에 반해 산업경쟁력 강화를 위해 에너지집약산업에 대하여는 매우 낮은 세율이 적용되었다.

발전부문의 경우 전력생산에 투입되는 화석연료에 탄소세나 에너지세를 과세하고 있지 않은데, 이는 전력생산 단계가 아닌 전기사용에 대해 세금을 부과하고 있기 때문이다.

〈표 III-6〉 덴마크의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/tCO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+ 에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	23.2	135.8	159.0	15	14	23
	휘발유	23.5	250.4	273.9	9	8	
	기타	0.1	173.7	173.8	0	1	
수송(비도로)	기타	7.8	17.6	25.4	31	2	2
산업	석탄·고체연료	17.6	55.7	73.3	24	7	39
	천연가스	10.5	88.0	98.5	11	9	
	기타 화석연료	0.3	1.3	1.6	17	2	
	폐기물	0.0	0.0	0.0	-	3	
	바이오연료	0.2	0.3	0.5	37	17	
	기타	5.4	85.5	90.9	6	2	
농수산업	디젤	16.5	2.1	18.5	89	3	4
	기타	3.3	3.3	6.6	49	1	
가정·상업	천연가스	28.6	160.8	189.4	15	4	16
	바이오연료	0.1	0.2	0.3	33	10	
	기타	22.4	98.0	120.3	19	2	
발전	석탄·고체연료	0.0	0.0	0.0	-	11	17
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	4	
	기타	0.0	0.0	0.0	-	1	

주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율

2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)

3. 에너지소비가 2% 미만인 에너지 카테고리는 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않은 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'을 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 87, Figure 3.A.12. 저자 재가공

### 3) 감면 및 배출권거래제 조화방안

탄소세가 처음 도입되었던 1992년에는 산업부문의 탄소세가 100% 환급되었다. 이후 산업부문 감세제도는 기업들의 자발적인 감축협약과 에너지집약 산업 경쟁력 유지를 위한 탄소세의 영향을 최소화하는 것을 원칙으로 운영되었다.

2005년 EU ETS 도입과 함께 배출권거래제에 속하여 감축량을 할당받은 사업자는 탄소세가 면제되었다. 또한 비도로 수송부문 및 전력 및 열 생산

산업의 경우 탄소세가 일부 면제된다. 탄소세 도입 이후 전력소비에도 탄소세가 추가되었으나, 2005년 타 부문의 탄소세 감세 정책과 함께 DDK 0.09/kWh 수준으로 인하되었다.

### 3. EU ETS 도입 이후 탄소세를 도입한 EU 국가

#### 가. 프랑스

##### 1) 개요

프랑스 탄소세는 에너지 제품 소비세(taxes interieures sur la consommation des produits energetiques)의 일부로 2014년 도입되었다. 애초에 프랑스는 2010년 도입을 목표로 탄소세 도입계획을 2009년에 발표하였으나, 국민 반발과 헌법위원회 판결에 따라 시행하지 못하고 취소되었다. 2009년 계획 당시 탄소세는 17유로/tCO<sub>2</sub>e로 책정되었으며, 적용대상은 화석연료를 소비하는 모든 일반 가정과 기업으로 EU-ETS 적용대상인 철강, 시멘트, 화학, 전력 등은 탄소세 부과대상에서 제외되었다. 이후 François Hollande 정부는 원자력 발전 의존도를 75%에서 50%로 낮추고 이를 신재생에너지로 대체하기 위한 자원 마련의 목적으로 탄소세 도입계획을 재차 밝히고, 2014년에 탄소세 도입안을 통과시켰다.

##### 2) 적용 대상과 세율

EU ETS를 보완하기 위한 목적으로 도입된 프랑스의 탄소세 적용대상은 주로 수송 및 가정부문이며, EU ETS의 적용을 받지 않는 산업부문에 탄소세를 부과하였다. 특정 산업 공정, 전력 생산, 운송, 항공, 대중교통 및 화물 운송에 대해서는 탄소세가 일부 면제되고 있다.

프랑스는 2014년 탄소세 도입 당시 CO<sub>2</sub> 1톤당 7유로에서 2015년 14.5유로, 2016년 22유로, 2017년 30.5유로로 인상하였으며, 그에 따른 정부수입을 2014년에 3억 4천만유로, 2015년 25억유로, 2016년 40억유로로 전망하고, 이렇게 확보된 재원을 신재생에너지 전환에 사용할 계획이었다.

〈표 III-7〉 프랑스의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/tCO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+ 에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	37.3	175.1	212.4	18	27	34
	휘발유	43.6	262.0	305.6	14	5	
	바이오연료	10.1	107.0	117.1	9	2	
	기타	42.1	15.9	58.0	73	0	
수송(비도로)	기타	4.8	2.5	7.3	65	1	1
산업	석탄· 고체연료	0.7	0.6	1.3	52	5	26
	천연가스	1.1	4.4	5.5	20	9	
	기타 화석연료	0.0	0.0	0.0	-	4	
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	6	
	기타	15.6	6.5	22.1	71	3	
농수산업	경유	0.0	13.2	13.2	0	3	3
	기타	1.1	7.1	8.3	14	1	
가정· 상업	경유	45.0	13.7	58.7	77	6	29
	천연가스	40.2	1.6	41.8	96	12	
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	9	
	기타	19.8	3.6	23.4	84	2	
발전	천연가스	0.0	0.0	0.0	-	3	7
	기타	0.0	0.0	0.0	-	4	

- 주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율  
 2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)  
 3. 에너지소비비가 2% 미만인 에너지 카테고리는 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않음.  
 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'을 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 88, Figure 3.A.15. 저자 재가공

2018년에는 이러한 인상계획에 따라 휘발유는 1리터당 3.9센트(50원), 경유는 1리터당 7.6센트(98원) 인상되었다. 2018년 원유값 상승으로 기름값이 급격히 상승함에 따라 자동차를 운행해야 하는 파리 외곽시민을 중심으로 정부의 탄소세의 급격한 인상에 대한 불만이 고조되었고, 이는 노란조끼 시위로 이어졌다.

프랑스 정부에는 2019년에 이어 이후에도 탄소세율을 꾸준히 인상하여 2022년까지 탄소세 세율을 계속 올려 이산화탄소 1톤당 86.2유로를 부과할

계획이었으나 노란조끼 시위로 인해 기존 탄소세 인상 계획은 철회되었고, 이후 탄소세율은 현재까지 EUR 44.6/tCO<sub>2</sub> 수준을 유지하고 있으며 향후 새로운 세율 인상 계획은 아직 결정되지 않았다.

## 나. 포르투갈

### 1) 개요

포르투갈 탄소세는 2015년 녹색 세제개혁과 관련하여 특별 소비세(Codigo dos Impostos Especiais de Consumo)로 도입되었으며, EU ETS의 보완적 역할을 수행하고 있다.

### 2) 적용 대상과 세율

포르투갈의 탄소세는 주로 수송과 건물부문의 화석연료를 대상으로 부과되고 있다. 포르투갈의 탄소세율은 <표 III-8>과 같이 2015년 이산화탄소 1톤당 5유로로 도입되어 2019년까지 평균 5유로 정도로 운영되고 있었으나, 2020년 세제 개편을 통해 탄소세율을 두 배가량 인상하였다(2020년 기준 EUR 12.74/tCO<sub>2e</sub>~EUR 23.619/tCO<sub>2e</sub>). 한 가지 주목할 만한 점은 2020년부터 포르투갈의 탄소세율은 전년도 평균 EU ETS 탄소배출권가격과 연계되어 설정된다는 점이다. 또한 2020년부터는 EU ETS 해당 배출원을 대상으로 영국의 탄소가격 최저하한과 유사한 제도를 도입하여 운영하고 있는데, 예를 들어 석탄발전의 경우 2020년 이전에는 탄소세 부과대상이 아니었으나 이제는 직전년도 평균 EU ETS 탄소배출권 가격과 EUR 25/tCO<sub>2e</sub> 차액의 50%를 부담해야 한다.

### 3) 감면 및 배출권거래제 조화방안

EU ETS 적용 사업자는 탄소세가 면제되었으나, 최고세율(EUR 25/tCO<sub>2e</sub>)이 도입됨에 따라 2020년부터는 해당 사업자들도 탄소세를 부담하게 되었다. 또한 이전에는 발전부문 증유 및 천연가스 연료 소비에 대해서 전액 탄소세

가 면제되었으나, 2020년부터는 각각 전년도 EU ETS 연간 평균가격으로 설정된 탄소세의 각각 25%와 10%를 부담하게 되었다.

〈표 III-8〉 포르투갈의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/CO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	6.4	161.3	167.7	4	20	26
	휘발유	6.9	285.0	291.9	2	5	
	기타	1.1	11.2	12.3	9	2	
수송(비도로)	기타	0.2	1.4	1.7	14	1	1
산업	천연가스	1.3	10.7	11.9	11	9	34
	기타 화석연료	0.0	0.0	0.0	-	7	
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	12	
	기타	1.5	12.0	13.5	11	6	
농수산업	기타	4.9	31.5	36.4	14	2	2
가정·상업	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	6	11
	기타	6.8	64.3	71.1	10	5	
발전	석탄·고체연료	0.0	0.0	0.0	-	18	26
	천연가스	0.0	0.0	0.0	-	5	
	기타	0.0	0.0	0.0	-	3	

주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율

2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)

3. 에너지소비가 2% 미만인 에너지 카테고리인 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않음. 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'를 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 98, Figure 3.A.34. 저자 재가공

## 4. EU 이외의 국가 중 탄소세를 단독으로 도입한 국가

### 가. 일본

#### 1) 개요

일본은 2010년 발전차액지원제도와 탄소세, ETS 도입에 대한 내용을 담고 있는 「지구온난화대책기본법(Basic Act on Global Warming Countermeasures)」을 통과시키고, 2012년부터 기존의 에너지세에 이산화탄소발생량을 기준으

로 세율을 추가하여 부과하기 시작하였다. 참고로 「지구온난화대책기본법」에 포함된 국가 단위의 ETS는 국제경쟁력 저하를 우려한 산업계의 반발과 2011년 일본대지진이 발생함에 따라 2012년 폐지되고, 도쿄도와 사이타마현의 ETS만 운영되고 있다.

## 2) 적용 대상과 세율

일본의 탄소세는 ‘넓고 가벼운’ 조세부담을 기본원칙으로, 산업과 발전 등 특정 부문에 대한 과중한 조세부담을 피하면서도 화석연료를 사용하는 전 부문의 CO<sub>2</sub> 배출을 과세대상으로 하고 있다. 2012년 당시 최초 도입 세율은 289엔/tCO<sub>2</sub>으로, 2012년 10월, 2014년 4월, 2016년 4월 등 3년 6개월에 걸쳐 인상하였으며, 이때 추가되는 세금총액은 각각 석유는 1kl당 760엔, LNG는 1톤당 780엔, 그리고 석탄은 1톤당 670엔이었다. 산업 활동, 전력, 운송, 농업 및 임업 분야에서 화석연료의 특정 사용에 대해 탄소세의 각종 면세 및 환급 조치가 마련되어 운영 중에 있다.

## 3) 감면 부문

일본은 국제경쟁력 저하를 방지하기 위해 다양한 세부담 경감조치를 취하고 있다. 철강 등 산업 공정에 사용되는 제조용의 석탄, 코크스, 농림어업용 A중유 등은 면세 조치하고 에너지 다소비형 대규모 업체의 경우 정부와의 자율적 감축협약에 따라 80%까지 세부담을 경감하였다. 이뿐만 아니라 중소기업이나 저소득층에 대해서는 세부담을 낮춰 주고 있다.

〈표 III-9〉 일본의 탄소세 부과 부문 및 세율

(단위: EUR/tCO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
수송(도로)	경유	2.2	98.4	100.6	2	5	15
	휘발유	2.5	187.1	189.7	1	9	
	기타	1.4	31.5	32.9	4	0	
수송(비도로)	기타	1.1	30.1	31.2	4	2	2

〈표 III-9〉의 계속

(단위: EUR/tCO<sub>2</sub>, %)

부문		탄소세	에너지세	탄소세+ 에너지세	탄소세 비율	CO <sub>2</sub> 발생 비중	부문별 비중
산업	석탄·고체연료	0.8	0.9	1.7	49	12	33
	천연가스	2.1	3.0	5.1	42	3	
	기타 화석연료	3.4	3.7	7.1	48	12	
	바이오연료	0.0	0.0	0.0	-	2	
	기타	0.8	3.7	4.4	18	4	
농수산업	기타	0.0	0.0	0.0	42	1	1
가정·상업	등유	2.3	6.3	8.6	27	3	10
	천연가스	2.4	3.3	5.8	42	4	
	기타	1.6	42.7	44.3	4	4	
발전	석탄·고체연료	2.2	2.3	4.4	49	19	39
	천연가스	2.4	3.3	5.8	42	14	
	기타 화석연료	4.5	5.6	10.1	44	2	
	기타	1.0	4.9	5.9	17	4	

- 주: 1. 2018. 7. 1. 현재 적용 세율  
 2. 에너지 사용 데이터는 2016년 기준(IEA, *World Energy Statistics and Balances*, 2018에서 가져옴)  
 3. 에너지소비비가 2% 미만인 에너지 카테고리는 'misc.energy use'로 표기하거나 표기되어 있지 않음. 같은 방법을 이용하여 'misc.rate'를 그룹화함

자료: OECD(2019a), p. 93, Figure 3,A,24. 저자 재가공

## 나. 싱가포르

싱가포르는 기업의 탄소배출량을 줄이기 위한 탄소가격 부과체제로, 2019년 1월 1일 동남아시아 최초로 탄소세를 시행하였다. 탄소세는 면제 부문 없이 에너지 집약적 산업 및 무역을 포함한 모든 부문에 대해 균일하게 적용되며, 이는 경제 전반에 걸쳐 공정하며 일관된 가격 신호를 유지하기 위함이다. 탄소세는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 육불화황(SF<sub>6</sub>), 수소 불화탄소(HFCs) 및 퍼플루오로카본(PFCs)을 대상으로 하며, 연간 총배출량이 2,500t/CO<sub>2</sub>e 이상인 시설의 직접 배출에 적용된다. 이는 싱가포르 전체 배출량의 약 80%를 차지하고 있다. 다만 운송연료의 경우 개별소비세를 통해 배출량 저감을 장려하고 있기 때문에 탄소세 적용 범위에서 제외되고 있는 점은 주목할 만하다. 탄소세율은 2023년까지 1차적으로 1톤당 5싱가포르달러

(S\$ 5/tCO<sub>2</sub>e)로 설정되며, 이는 배출시설이 에너지 효율성 및 배출량 감소 프로젝트를 시행하기 위한 유예기간으로 작용한다. 이후 2023년까지 검토를 거쳐 최종적으로 2030년까지 S\$ 10/tCO<sub>2</sub>e~S\$ 15/tCO<sub>2</sub>e 사이의 비율로 인상될 예정이다. 정부는 탄소세를 통한 세입으로 기업이 에너지 및 탄소 효율적인 기술에 투자할 수 있도록 지원하며, 또한 싱가포르 정부는 기업에 거래 불가능한 고정가격 탄소배출권을 지급하여 배출원이 해당 배출권으로 탄소세를 지불하는 방식의 고정가격배출권기반(FPCB) 세금 메커니즘을 활용할 예정이다.

#### 다. 남아프리카공화국

남아프리카공화국의 에너지 부문은 G20 회원국 중 가장 높은 석탄 의존도를 보이고 있으며, 동시에 세계 7위의 석탄 수출국이다. 또한 남아프리카공화국은 G20 회원국 중 가장 높은 산업배출량 집약도를 보였으며, 이는 대부분 전력부문에 집중되어 있다. 이에 따라 남아프리카공화국 정부는 2012년 발표한 국가개발계획 및 NDC를 통해 저탄소 공정전환을 탄소배출저감전략 우선순위로 명시하였으며, 아프리카 국가 최초로 2019년 탄소세를 시행하였다. 남아프리카공화국의 탄소세는 국내 배출량의 약 80%를 커버하며, 이는 G20 회원국 중 가장 높은 수치 중 하나이다. 탄소세는 일정 수준 이상의 배출량을 발생시키는 국가 내 시설을 운영하는 기업에 부과되며, 최초 세율은 톤당 120랜드(R120/tCO<sub>2</sub>e)로 2022년까지 매년 2% 증가한 뒤 이후에는 매년 물가상승률만큼 인상될 예정이다. 남아프리카공화국의 탄소세는 사용되는 화석연료와 상관없이 산업, 전력, 건물 및 운송부문에 적용되며 감면 및 오프셋 허용량은 부문에 따라 상이하다. 기업은 배출량의 60~95% 범위에서 면세수당을 받을 수 있으며, 이를 통해 유효 탄소세율을 1톤당 6랜드에서 48랜드까지 감소할 예정이다. 60%의 기본 면세한도는 모든 납세자에게 적용되며, 회사는 탄소 오프셋을 유연성 메커니즘으로 사용하여 배출량의 5% 혹은 10%까지 면세한도를 늘릴 수 있다. 또한 기업에 무역노출이 발생한 경우 10%의 추가 면세수당을 받고, 해당 산업의 GHG 배출집약도 벤치마크를

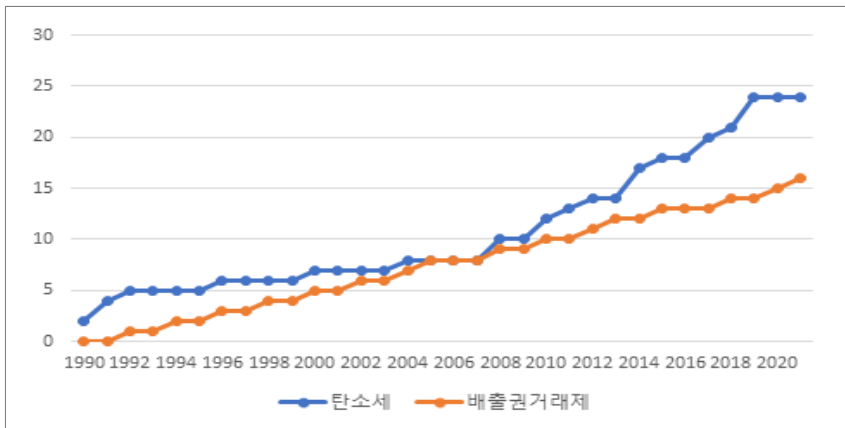
초과하는 경우 10%를 추가로 면세받는다. 기업은 환경부의 탄소예산 정보 요구사항을 준수하는 경우 면세한도를 5% 더 늘릴 수 있으며, 정부는 조항에 대한 규제를 입법화하는 과정에 있다. 다만 COVID-19의 영향으로 인해 2020년 GDP가 11.5% 감소할 것으로 예상되며, 경기부양 프로그램 및 의료 및 복지 조치를 시행하고 있음에 따라 탄소세 납부를 3개월(2020년 7월~2020년 10월) 유예한 바 있다.

## 5. 최근의 탄소가격체계 논의 현황

1990년 핀란드에서 탄소세가 도입된 이후 탄소세 또는 배출권거래제를 도입한 국가는 [그림 Ⅲ-1]과 같이 지속적으로 증가하여 2021년 기준 탄소세 24개국, 배출권거래제 16개국 혹은 지역에 달한다. 전반적으로 탄소세를 도입한 국가가 배출권거래제를 도입 국가(EU 회원국 제외)보다 많은 가운데, 2006년을 기점으로 탄소세를 도입하는 국가가 배출권거래제 도입 국가보다 더 많이 증가하고 있는 현황을 살펴볼 수 있다.

[그림 Ⅲ-1] 탄소가격체계 도입 현황(2021년 기준)

(단위: 개국)



주: 현재 시행 중인 탄소가격체계 중 파일럿 프로그램과 주정부 단위 탄소세 및 배출권거래제 제외  
 자료: World Bank(2020), p. 11, Figure ES.2 저자 재가공

World Bank(2020)는 각 국가 및 지역별 탄소가격 부과체계의 지난 1년간 발전 사항을 정리하였는데, 국가별 내용을 간략하게 정리하면 다음과 같다.

먼저 오스트리아는 2020년 1월 2일 국가기후계획 및 2040년 탄소중립 전략을 발표하였는데, 해당 계획은 EU ETS에 해당되지 않는 부문(교통 및 건축)에 대한 탄소가격 도입이 포함되며, 이를 위한 전담조직을 설립해 2022년에 공식 제안할 예정이다.

캐나다의 10개 주 및 3개 준주는 2019년부터 탄소오염가격 책정에 대한 범캐나다적 접근(Pan-Canadian Approach to Pricing Carbon Pollution) 기준에 따라 자체 탄소가격 체계를 개발하거나, 관할구역에 연방 백스톱 시스템을 구축해야 함을 발표하였다. 연방 백스톱 시스템은 두 가지 방안으로 구성되는데, 첫 번째는 2019년 1톤당 20캐나다달러로 설정된 화석연료에 대한 규제 비용을 연간 10캐나다달러씩 증가시켜 2022년에는 1톤당 50캐나다달러로 설정하는 것이고, 두 번째는 연간 50킬로톤 이상을 배출하는 백스톱 관할구역 내 시설 및 자발적으로 참여하는 적격 시설에 적용되는 배출량에 따른 가격제(OBPS)이다. 연방 백스톱 시스템은 두 가지 방안을 별도로 혹은 모두 적용할 수 있으며, 일부 주 및 준주에서 이미 시행되고 있다. 노스웨스트 준주의 경우 2019년 9월 1일부터 탄소세를 시행하고 있으며, 뉴브런즈윅 주는 2020년 4월 1일 1톤당 30캐나다달러의 탄소세를 도입해 연방 백스톱 시스템을 대체하였다. 앨버타주는 2019년 5월 30일 탄소세를 폐지하고, 2020년 1월 1일부터 기존 배출 기준 및 배출권 관련 탄소 경쟁력 인센티브 규정(CCIR)을 기술 혁신 배출관리체계(TIER)로 대체하였으며, 또한 매니토바, 뉴브런즈윅 및 온타리오주는 추가적인 탄소가격체계 도입을 고려하고 있다.

〈표 III-10〉 캐나다 탄소가격체계 도입 현황

지역	구분 및 현황
앨버타	배출권거래제 시행 연방 백스톱 일부 시행
브리티시컬럼비아	탄소세 및 배출권거래제 시행 연방 벤치마크 충족

〈표 III-10〉의 계속

지역	구분 및 현황
매니토바	연방 백스톱 전체 시행 탄소세 및 배출권거래제 도입 고려 중
뉴브런즈윅	배출권거래제 도입 고려 중 탄소세 시행 연방 백스톱 일부 시행
뉴펀들랜드 래브라도	탄소세 및 배출권거래제 시행
노스웨스트	탄소세 시행
노바스코샤	배출권거래제 시행
누나부트	연방 백스톱 사전 동의(opt-in)
온타리오	배출권거래제 도입 고려 중 연방 백스톱 전체 시행
프린스에드워드아일랜드	탄소세 시행 연방 백스톱 중 OBPS에 한해 사전 동의(opt-in)
퀘벡	탄소세 시행 연방 벤치마크 충족
서스캐처원	탄소세 시행 연방 백스톱 일부 시행
유콘	연방 백스톱 사전 동의(opt-in)

주: World Bank(2020), p. 30, Table 2. 1.을 바탕으로 저자 재구성

칠레는 2020년 2월 24일, 세계 개혁의 일환으로 탄소세에 대한 수정안을 채택하였다. 칠레의 탄소세는 이산화탄소 배출량이 2만 5천톤 이상인 시설과 미세먼지 배출량이 매년 100톤 이상인 시설을 대상으로 적용되며, 열용량이 50메가와트 이상인 설비 또한 과세된다. 탄소세율은 1톤당 5달러로 유지되나, 준수의무 충족을 위해 오프셋을 사용할 수 있도록 개정하였다. 또한 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해 「기후변화기본법」 마련을 위해 노력 중이며, 해당 법안의 초안에는 배출권거래제에 대한 조항이 포함되어 있다. 규제대상은 일정 한도 이하로 배출량을 줄이거나 특정 기준을 충족하는 배출량 감축 계획을 시행함으로써 배출권을 배정받을 수 있고, 이를 다른 규제대상에 판매할 수 있다. 정부는 각 규제대상이 배출량 감축계획을 시행하고 배출권을 제3자에게 이전하는 것을 허용할 수 있으며, 프로젝트와 배출권을 추적한다. 현재 법안 초안은 2020년 1월 의회에 제출된 뒤 아직 입법 과정에 있다.

독일은 2019년 12월 20일, 「연료배출거래법(Fuel Emissions Trading Act)」이 발효되어 현재 EU-ETS가 적용되지 않는 난방 및 도로운송부문에 대한 국가 배출권거래제를 수립하고, 2021년 1월 1일부터 연료 공급업체에 탄소 가격을 책정하였다. 이는 독일의 2030년 기후목표 및 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해 채택된 광범위한 국가 기후패키지의 일부로서, 2038년까지 석탄 화력발전소의 단계적 폐쇄와 이로 인한 배출량 감소에 해당하는 EU-ETS 배출권 할당량 취소가 포함되어 있다. 독일의 국가 배출권거래제는 2021년부터 2025년까지 배출권 할당량 가격을 단계적으로 도입한다. 탄소가격은 2021년부터 1톤당 25유로로 설정되어 2025년 기준 1톤당 55유로까지 단계적으로 인상되고, 2026년에는 1톤당 55~65유로 사이의 가격 상하한제를 도입해 경매를 통해 책정되며, 2027년 이후 가격 상하한제 적용 여부는 제도 검토를 거쳐 2025년에 결정된다. 이러한 탄소가격은 2021년 1톤당 10유로로 책정된 「연료배출권거래법」 초기 가격보다 높은데, 이는 독일 연방정부와 주 정부 간의 협상 결과로, 연방정부는 2020년 2월 「연료배출권거래법」을 개정하기 위한 법안 초안을 발표했으며 이는 아직 입법 과정에 있다. 국가 배출권거래제의 수익은 기후친화적 운송, 에너지 효율적인 건물 및 탄소비용 인상에 따른 시민들에 대한 리베이트 등 다양한 기후보호 조치를 지원하기 위해 사용된다.

아이슬란드의 탄소세율은 2020년 1월 1일에 10% 인상되어 탄소 1톤당 4,235 아이슬란드크로나(30달러)로 책정되었다. 또한 아이슬란드는 프레온가스에 대해 탄소 1톤당 2,500아이슬란드크로나(18달러)의 추가 세율을 도입함으로써 기업이 프레온가스 사용을 대체해 GHG 배출량을 줄일 수 있는 친환경적인 대안을 찾도록 장려하였다. 추가 세율은 프레온가스 1kg당 최대 1만아이슬란드크로나이며, 각 기업은 2020년에는 50%, 2021년에는 전체 세율을 납부해야 한다.

인도네시아는 국가 온실가스 감축목표를 달성하고 저탄소 지속가능한 개발을 촉진하기 위해 전력 및 산업에 대한 국내 배출권거래제를 고려하고 있다. 2018년 「대통령령」 제77호에 따라 배출권거래제를 포함한 환경기금 및

메커니즘을 관리하는 공공기관을 설립할 예정이며, 먼저 전력부문에 대한 자발적 국내 배출권거래제를 시행한 후 이를 의무화하는 것을 목표로 한다. 현재 운영 및 절차 지침을 포함한 배출권거래제 시범사업 기술 및 규제 프레임워크를 개발하는 과정에 있으며, 시범사업 결과를 토대로 실제 배출권 거래제에 적용할 예정이다.

아일랜드의 탄소세는 1톤당 6유로에서 26유로로 인상되었으며, 정부의 「기후행동계획지침」에 따라 2030년에 1톤당 80유로까지 인상할 계획이다. 이는 탄소가격 인상이 아일랜드의 기후목표를 달성하는 데 필수적이라는 기후변화자문위원회(Climax Change Advisory Council)의 조언을 따른 것으로, 가격 인상은 운송연료의 경우 2019년 10월 9일부터, 기타 연료는 2020년 5월 1일부터 적용되며 2020년에 약 9천만유로의 초과수익이 발생할 것으로 예상된다. 탄소세율 인상으로 인한 수익은 에너지 취약계층 지원 및 저탄소 전환 촉진 투자 등에 재분배될 예정이다.

라트비아는 2019년 11월 14일 「천연자원세법」 개혁의 일환으로 탄소세율을 인상하였다. 이는 정부의 온실가스 감축목표를 달성하며 ETS에 포함되지 않는 시설의 탄소가격을 EU-ETS 가격과 일치하도록 개선한 것으로, 2020년 1월 1일부터 탄소세율은 1톤당 4.5유로에서 9유로로 인상되며, 2021년 12유로, 2022년 15유로로 인상된다. 또한 주 기본예산에 적립되는 탄소세 수입의 비율이 60%에서 100%로 증가하는 추가 조항이 삽입되는데, 기존 수입의 40%는 수입이 발생한 지방자치단체에 할당되고 있다.

룩셈부르크는 국가 통합 에너지 및 기후 계획의 일환으로 2021년에 1톤당 20유로의 탄소세를 도입하여 EU-ETS에 포함되지 않는 부문에서 2005년 수준보다 55% 낮은 GHG 배출 감소목표를 달성할 계획을 발표하였다. 탄소세율은 2022년 1톤당 25유로, 2023년 30유로로 인상될 계획이며, 파리협정과 일치하는지 확인하기 위해 정기적으로 검토될 예정이다. 탄소세로 인한 기대수입은 기후 변화에 대처하기 위한 조치와 세금 공제와 같은 사회적 조치로 구분할 수 있다.

멕시코는 2020년 1월 1일, 배출권거래제 시범사업의 운영을 시작하였다.

배출권거래제 시범사업은 국가 GHG 배출량의 약 40%를 차지하는 전력, 석유 및 가스, 산업부문에 적용되며, 멕시코 내 모든 부문에서 배출되는 CO<sub>2</sub>를 포괄하는 탄소세와 함께 운영된다. 2016년부터 2019년까지 혹은 시범사업이 시작된 이후 어느 해에든 직접 배출원으로부터 연간 배출량이 10만톤 이상인 기업은 시범사업의 대상이다. 멕시코의 배출권거래제도 구축 2단계 중 1단계는 시범사업을 통한 제도설계를 시험해 보는 2020년 및 2021년, 온전한 배출권거래제로 전환되는 2022년 총 3년으로 구성된다.

네덜란드는 2019년 6월, EU-ETS 추가 강화에 대한 지원 및 국가 탄소가격 책정에 대한 두 가지 조치를 포함하는 국가기후협정을 발표하였다. EU-ETS의 합의하에 발전기에 대한 탄소가격 하한선 적용에 대한 내용이 포함되어 있으며, 발전부문의 시설과 발전기, 산업부문의 발전기 또한 적용대상에 포함된다. 탄소가격 하한선은 전력 생산자에게 탄소비용에 대한 장기적인 확신을 제공하고, 이러한 비용이 투자 결정에 고려되도록 하는 것을 목표로 한다. 만약 탄소배출권 가격이 탄소가격 하한선보다 낮은 경우, 해당 시설은 EU-ETS에 따른 준수 의무와는 별개로 세금 형태로 둘 사이의 차액을 지불해야 한다. 탄소가격 하한선은 2020년 1톤당 12유로에서 시작해 매년 인상되어 2030년에는 1톤당 32유로로 인상된다. 또한 네덜란드 정부는 국가기후협정에서 2021년부터 적용되는 산업부문 탄소세의 세부 사항에 대해 발표하였다. 네덜란드 탄소세는 EU-ETS가 적용되는 모든 네덜란드 시설과 현재 EU-ETS에 포함되지 않은 폐기물 소각로를 대상으로 하며, 이를 통해 배출량을 감축시키려는 강력한 인센티브를 제공하고자 한다. 탄소세의 수준은 현재 논의 중에 있으나, 초기 추정에 따르면 탄소세율은 1톤당 30유로에서 시작해 2030년에는 125~150유로까지 인상될 계획이다. 탄소세는 배출량이 벤치마크와 국가 감소계수를 기반으로 한 개별 기준선을 초과하는 경우에만 부과되며, EU-ETS 준수 의무와는 별개로 부과된다. 벤치마크는 EU-ETS의 무료할당량 벤치마크를 기반으로 하며, 대상 시설은 협력을 통해 지정 기준선 이하로 배출량을 줄일 수 있다.

뉴질랜드는 2019년 7월 31일, 배출권거래제를 강화하고 기후변화 적응 및

국가 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 최종 결정을 발표하였으며, 산업 부문의 무상할당을 단계적으로 중단하는 방안이 포함되어 있다. 2021년부터 2030년까지 무상할당량을 매년 최소 1%씩 감소시킬 예정으로, 2031년에서 2040년 사이에 매년 2%, 2041년에서 2050년 사이에는 3%로 감소량을 점진적으로 확대할 예정이다. 또한 뉴질랜드 정부는 2019년 말, 2025년부터 농업부문의 GHG 배출량에 탄소가격을 책정할 것이라고 발표하였다. 비료로 인한 GHG 배출량이 배출권거래제에 포함될 가능성이 높으며, 가축 배출량은 농업부문과 함께 농장 수준에서의 별도 가격 책정 메커니즘이 개발될 계획이다.

노르웨이는 탄소세율을 2019년 1톤당 508노르웨이크로네(49달러)에서 2020년 544노르웨이크로네로 인상하였다. 노르웨이 정부는 기후정책을 강화하고 탄소세의 비용효율성을 개선하기 위해 2020년 1월 1일부터 특정 산업 공정에 대한 천연가스 및 액화석유가스에 대한 감면 조항을 삭제하였으나, COVID-19로 인한 경제침체로 인해 의회는 2020년 4월 1일부로 감면 조항을 복원하기로 결정하였으며 2021년에서 2024년까지 연간 25%씩 감면율을 줄여나갈 예정이다. 또한 2020년 1월 1일부로 어선에 사용되는 연료에 대한 감면 조항 역시 삭제되었으나, 어업부문의 저탄소 전환을 촉진하기 위해 한시적 보상조치가 도입된다. 2020년 기준 한시적 보상조치가 적용된 어업 부문에 대한 탄소세 실효세율은 인플레이션을 고려했을 때의 2019년 감면세율과 동일하며, 이 역시 시간이 지남에 따라 단계적으로 감면율을 줄여나갈 예정이다.

포르투갈 정부는 탄소세가 포함된 에너지 및 석유 제품에 대한 세금 중 특정 화석연료에 대한 감면을 단계적으로 폐지하고 재정정책을 에너지 전환 및 탈탄소화 목표와 일치시키고자 하였다. 감면 조항 삭제로 인한 수입은 탈탄소화 및 기타 기후 행동조치에 사용된다. 2020년 전체 탄소세율이 기존 1톤당 12.74유로에서 23.619유로로 약 2배 증가했는데, 이는 탄소세율이 EU-ETS의 전년도 탄소가격과 연계되어 있기 때문이다. 특히 EU-ETS에 포함되는 석탄 화력발전 및 열병합 발전시설의 2020년 탄소세율은 전체 탄소세

올과 목표 탄소가격인 톤당 25유로 간의 차이의 절반을 기준으로 하며, 따라서 EU-ETS 가격에 1톤당 0.69유로가 추가된다. 또한 EU-ETS에 포함되지 않은 배출시설에는 기존에는 탄소세가 면제되었으나, 2020년 전력 생산에 사용되는 연료유 및 천연가스에 대해 탄소세율의 각각 25% 및 10%가 부과된다. 포르투갈 정부는 이외에도 다른 탄소세 감면조항에 대한 재평가를 실시할 예정이다.

스웨덴은 2019년 8월 1일, 2045년까지 Net-zero 기후 목표를 달성하기 위해 탄소세 감면을 폐지하거나 축소하였다. 탄소세의 약 40%에 해당하는 광업용 경우에 대한 감면이 폐지되었으며, EU-ETS에 포함되는 열병합 발전 시설에서 열을 생성하는 데 사용되는 연료에 대한 감면의 경우, 해당 열이 산업 제조공정에서 사용되지 않으면 기존 89% 감면에서 9%로 감소하며, 이는 EU-ETS 내 다른 열 생산 설비와 일치한 수준이다. EU-ETS에 포함되지 않는 시설에서 생성된 열은 2020년 1톤당 1,190크로나(119달러)에 해당하는 전체 탄소세율로 과세된다.

스위스는 2020년 1월 1일, 스위스와 EU-ETS 간 협정이 발효되었다. EU와 스위스의 협정 비준은 2019년 12월 12일에 발표되었으며, 스위스 배출권거래제가 EU-ETS와 호환되고 협정을 준수하는 데 필요한 입법 개정을 거쳤다. 두 제도는 별도의 경매시장을 운영하며, 협정 이후 스위스 배출권거래제의 배출권 가격은 유럽배출권(EUA) 가격으로 인상되어 2019년 1톤당 7스위스프랑(8달러)에서 18스위스프랑(19달러)로 두 배 이상 증가하였다.

영국은 2020년 1월 31일 유럽연합에서 탈퇴했으나 2020년 말(EU-ETS 3기)까지는 EU-ETS에 참여하기로 합의하였다. 앞으로는 스위스-EU ETS 상호협정과 같이 미래의 영국 배출권거래제와 EU-ETS 연결 또한 고려하고 있으며, 이 경우 두 시스템 간에 할당량이 교환될 수 있다. 그러나 독립형 영국 배출권거래제 및 장기 탄소세와 같은 선택지 또한 고려하고 있으며, 이에 따라 'Financial Bill 2020'의 일부로 국내 배출권거래제와 탄소세에 대한 조항을 입법화하기도 했다.

미국은 지난 한 해간 연방 차원에서 의원들이 배출권거래제 또는 탄소세

에 관한 다양한 법안을 제출했으나 통과되지 않았다. 단 주정부 단위에서 자체 탄소가격 책정 이니셔티브를 개발하거나 기존 이니셔티브를 강화하고 있는 추세를 보이고 있다. 예를 들어 RGGI(Regional Greenhouse Gas Initiative)에 참여하는 주정부는 2020년 이후 배출권거래제 규정을 채택하였다. 이는 배출량 상한선을 강화하고 배출권거래제 세부사항을 추가로 조정한 2017년 개정 시범규칙을 기반으로 한다. 2020년 1월 현재 뉴저지주가 RGGI에 재가입했으며, 재가입 회원으로서의 첫 경매는 2020년 3월이었다. 버지니아주는 2021년 초까지 RGGI에 가입할 예정이며, 펜실베이니아주는 빠르면 2022년까지 RGGI에 가입할 예정이다.

최근의 탄소가격체계 도입 현황을 요약하자면, 첫째로 탄소가격체계를 신규 도입 또는 강화하고자 하는 이니셔티브, 둘째로, 탄소세나 배출권거래제를 단독 운영하고 있는 국가들의 경우 각각의 탄소가격체계가 커버하지 못 하였던 부문에 대한 탄소가격 부과를 강화하는 움직임 - 가령 건물과 수송부문의 탄소세 부과 혹은 배출권거래제의 하한가격 도입 등 - 마지막으로 탄소세 혹은 배출권거래제의 강화 움직임으로 탄소세율 인상, 무상할당 비중 감소, 세제 감면, 면제 부문의 지속적인 축소 등 전반적으로 사회적 비용 이상으로 탄소가격을 부과하고자 하는 움직임이 여러 국가에서 관찰됨을 알 수 있다.

## 6. 시사점

### 가. 탄소세 부과부문 및 세율

앞 장의 국가별 탄소세 도입 사례에서 살펴본 바와 같이 탄소세 도입 국가들은 그 구체적인 세율이나 적용 부문에 대해 다양한 접근방식을 취하고 있다. 탄소세를 운영 중인 국가들은 탄소세 도입 시 어느 부문에 어떤 세율로 부과할 것인지, 시장파급효과는 어떻게 될지, 조세수입은 어떻게 활용할 것인지, 온실가스 감축효과는 어느 정도인지 등을 종합적으로 고려하여 도입하였다. 일반적으로 탄소세 도입 국가들은 수송용 연료에 높은 탄소세율을 적

용하는 반면, 산업부문에 대해서는 각 국가별 산업특성을 반영하여 다양한 종류의 조세특례 조치를 마련하여 산업 경쟁력 저하를 방지하고 있다.

〈표 Ⅲ-11〉과 같이, 가장 많이 부과하는 부문(기타 연료 제외)은 수송 부문이며, 부문별·연료별 부과 사례를 살펴보면 수송에서는 경유 및 휘발유에 탄소세를 부과하는 국가가 가장 많으며, 비수송부문에 탄소세를 부과하는 국가는 많지 않다. 산업부문에 사용되는 연료 중에는 천연가스와 석탄류를 위주로 탄소세를 부과하고 있으며, 가정 및 상업부문에 사용되는 천연가스 및 경유에도 탄소세를 부과하고 있다. 마지막으로 발전부문에 사용되는 화석연료에 대해서는 탄소세를 부과하는 경우가 다른 부문에 비해 상대적으로 적은 편인데, 이는 유럽의 많은 국가들이 전력생산 단계가 아닌 사용 단계에서 세금을 부과하고 있고, 상당수의 발전소가 EU ETS 대상 배출원이기 때문이다. 대신 일본의 경우 전력 소비 단계에도 세금이 부과되고 있긴 하지만(전원개발촉진세), 전력 생산에 투입되는 화석연료에도 탄소세를 부과하고 있다.

〈표 III-11〉 탄소세 도입국의 탄소세 부과 부문

부문	캐나다	스위스	칠레	콜롬비아	덴마크	에스토니아	핀란드	프랑스	영국	아일랜드	아이슬란드	일본	라트비아	멕시코	노르웨이	포르투갈	슬로베니아	스웨덴	계	
수송 (도로)	경유	○			○	○	○	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	13
	휘발유	○			○		○	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	13
	바이오연료						○											○	○	2
	기타	○			○		○	○		○		○		○	○	○	○	○	○	11
수송 (비도로)	경유														○					1
	등유	○													○					2
	기타	○			○		○	○		○		○		○	○	○	○			11
	석탄·고체연료	○			○	○	○	○		○		○		○	○		○	○	○	10
산업	경유	○	○								○									3
	천연가스	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○	○			15
	기타 화석연료	○			○								○							4
	바이오연료				○															1
	기타	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	16
농 수산업	경유				○						○									2
	중유										○									1
	기타	○	○	○	○	○	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○	12

〈표 III-11〉의 계속

부문	캐나다	스위스	칠레	콜롬비아	덴마크	에스토니아	핀란드	프랑스	영국	아일랜드	아이슬란드	일본	라트비아	멕시코	노르웨이	포르투갈	슬로베니아	스웨덴	계
석탄·고체연료										○									1
	경유	○		○		○		○		○					○		○		7
	천연가스	○	○		○			○		○		○					○		7
	바이오연료				○		○												2
	등유									○		○							2
	LPG													○					1
	기타	○	○		○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	14
석탄·고체연료			○						○			○		○					4
	천연가스	○	○						○			○							4
	중유													○					1
기타	기타석연료	○	○		○						○	○	○	○	○				6
	기타											○							1

주: 2018. 7. 1. 현재 적용 세율

자료: OECD Database, [https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr\(검색일자: 2021. 10. 20.\)](https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr(검색일자: 2021. 10. 20.))를 이용하여 저자 작성

세율은 각국의 상황에 따라 매우 다양하게 나타나고 있다. 에너지세 중 탄소세의 비중이 높은 스웨덴의 경우 도입 국가 중 가장 높은 수준인 이산화탄소 1톤당 119유로 수준을 부과하는 반면, 대부분의 국가들이 탄소 사회적 비용의 최저한인 30유로 미만에서 부과하고 있다.

〈표 III-12〉 탄소가격체계별 탄소가격 현황

(단위: US\$/tCO<sub>2</sub>e)

탄소 가격	탄소가격체계	
	탄소세	배출권거래제
1 미만	폴란드, 우크라이나, 멕시코(코코스)	-
1	-	중국 선전, 카자흐스탄, 중국 푸젠
2	에스토니아	-
3	일본, 멕시코(항공유)	-
4	싱가포르, 노르웨이(천연가스)	중국 충칭, 중국 텐진, 중국 베이징, 중국 후베이
5	칠레, 콜롬비아	일본 도쿄, 일본 사이타마
6	아르헨티나	중국 광둥, 중국 상하이
7	-	미국 매사추세츠
8	멕시코 바하 칼리포르니아	-
9	남아프리카 공화국	RGGI
12	멕시코 사카테카스	-
13	멕시코 타마울리파스	-
14	라트비아	-
16	-	한국
18	스페인	캐나다 퀘벡, 미국 캘리포니아
20	슬로베니아, 아이슬란드(프레온가스)	캐나다 노바스코티아, 캐나다 브리티시컬럼비아
23	룩셈부르크(화석연료)	-
24	캐나다 뉴펀들랜드라브라도, 캐나다 노스웨스트 준주, 캐나다 프린스에드워드 아일랜드, 덴마크(프레온가스)	캐나다 뉴펀들랜드라브라도
25	영국	-
26	-	뉴질랜드
28	덴마크(화석연료), 포르투갈	-
29	-	독일
32	캐나다 연방 탄소세, 캐나다 뉴브런즈윅	캐나다 알버타, 캐나다 연방 ETS, 캐나다 서스캐처원

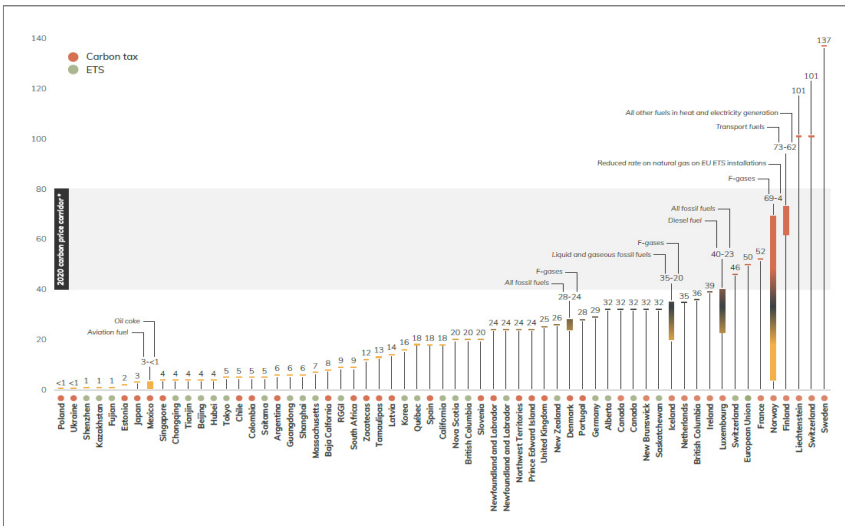
〈표 III-12〉의 계속

(단위: US\$/tCO2e)

탄소 가격	탄소가격체계	
	탄소세	배출권거래제
35	아이슬란드(액체 및 기체 화석연료), 네덜란드	-
36	캐나다 브리티시컬럼비아	-
39	아일랜드	-
40	룩셈부르크(경유)	-
46	-	스위스
50	-	유럽연합
52	프랑스	-
62	핀란드(열 및 전기 발전 연료)	-
69	노르웨이(프레온 가스)	-
73	핀란드(운송연료)	-
101	리히텐슈타인, 스위스	-
137	스웨덴	-

자료: World Bank(2021), p. 13을 바탕으로 저자 재구성

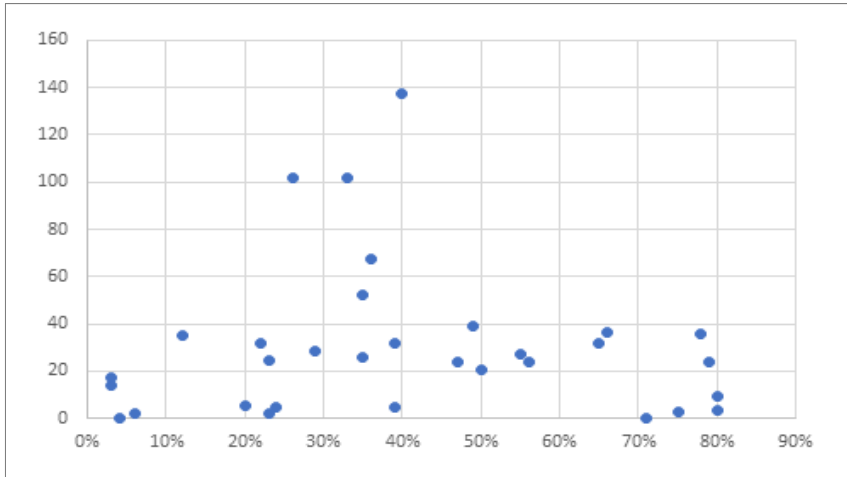
〔그림 III-2〕 탄소가격 현황(2021년 기준)



주: 2021. 4. 1. 경상가격 기준  
 자료: World Bank(2021), p. 26, Figure 2.3.

한편 탄소세의 부과대상이 되는 부문의 배출 커버리지와 탄소세율 간의 관계를 살펴보면 [그림 Ⅲ-3]과 같이 나타낼 수 있다. 현재 시행되는 대부분의 탄소세율이 부과대상 커버리지와는 관계없이 1톤당 40달러 미만에서 형성되어 있는 가운데, 일부 높게 탄소세율이 형성되어 있는 경우의 커버리지는 대부분 30~40% 대에서 머물러 있는 것을 발견할 수 있다.

[그림 Ⅲ-3] 탄소세 부과대상 배출 커버리지와 탄소세율



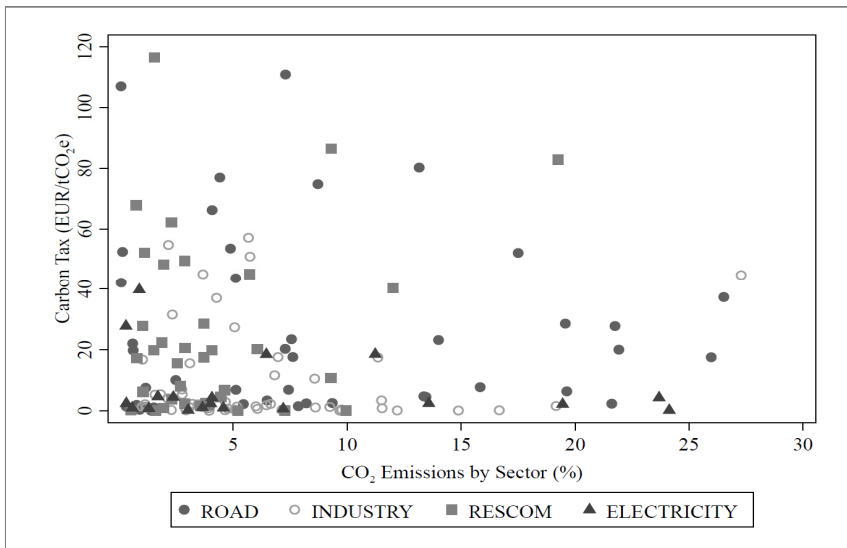
주: 탄소가격 단위는 USD/tCO2  
 자료: World Bank(2020), p. 29, Figure 2. 5를 이용하여 저자 재작성

이렇게 화석연료 사용 비중, 담당 커버리지 비중 등과 큰 상관관계 없이 탄소세율이 결정되는 이유는 탄소세 도입 시 탄소의 사회적 비용을 기준으로 하기보다는 기존의 조세부담을 크게 증가시키지 않는 범위에서 탄소세 도입 세율이 결정되었기 때문인 것으로 분석된다. 결국 세율을 어떻게 할 것인가 하는 것은 근본적으로 각 국가의 탄소세 도입목적 및 경제 상황에 따라 결정됨을 알 수 있다.

부문별로 살펴보면, 수송부문이 한 경제의 탄소집약도에 비해 가장 높은 수준으로 부과하고 있는 것을 알 수 있다. 그다음으로 가정 및 상업부문이 탄소집약도 대비 높은 수준으로 탄소세율을 높은 수준으로 유지하고 있다.

반면 산업 및 특히 발전부문의 경우 한 경제에서 가장 높은 수준의 탄소배출을 담당하고 있음에도 불구하고 해당 부문에 부과되는 탄소세율은 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 앞서 논의한 바와 같이 유럽 국가들의 경우 전기세가 소비 단계에서 부과된다는 점, 그리고 산업부문의 경우 대규모 배출업체의 경우 EU ETS 대상 배출원으로 분류되어 탄소세 부과대상이 아닌 경우인 것으로 파악할 수 있다.

[그림 III-4] 부문별 탄소세율



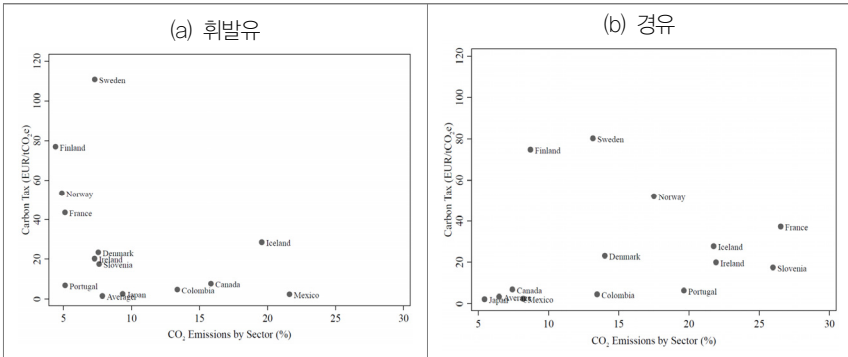
자료: OECD Database, <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>(검색일자: 2021. 10. 20.)를 이용하여 저자 작성

#### 나. 기존 에너지세와 탄소세와의 연계 방안

탄소세가 새롭게 도입되는 세원이라 하더라도 그 실질은 기존 에너지 환경세와 밀접한 관련이 있다. 환경과 관련하여 개별소비세, 교통에너지환경세 등 탄소배출에 대해 간접적으로 통제할 수 있는 세제가 존재한다.

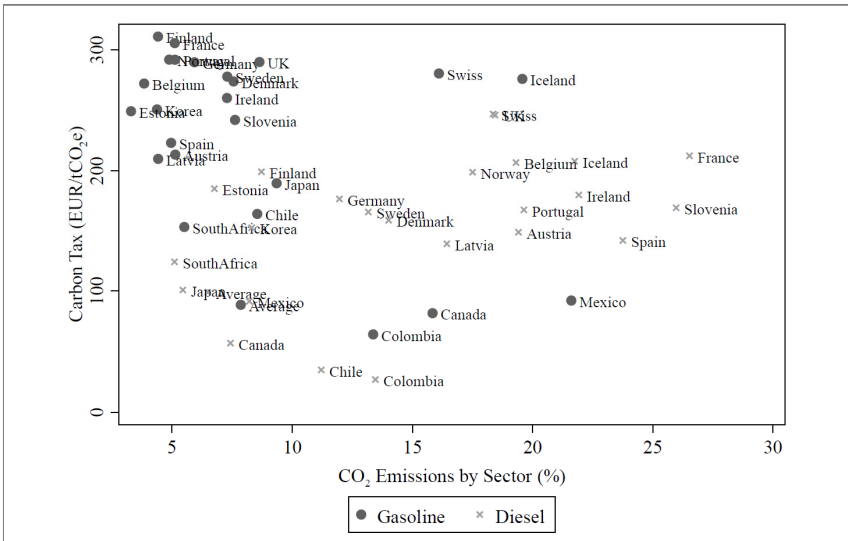
특히 기존에 탄소세를 도입한 국가들은 각 에너지에 부과되는 총에너지세의 조세 수준을 고려하여 탄소세율을 조정하고 있다.

[그림 III-5] 수송부문 연료별 탄소세율



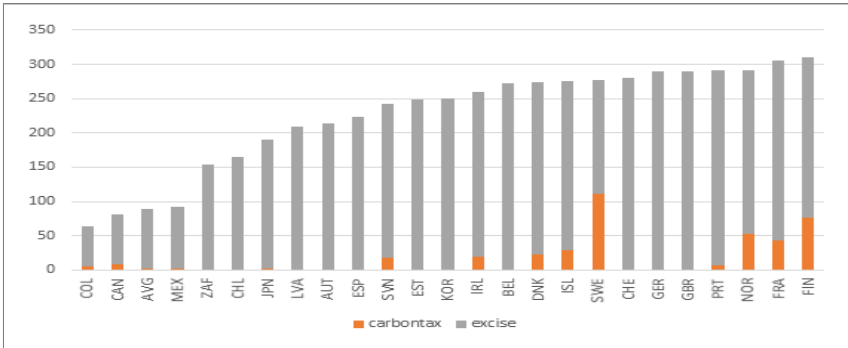
자료: OECD Database, <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>(검색일자: 2021. 10. 20.)를 이용하여 저자 작성

[그림 III-6] 수송부문 탄소배출 비중 대비 탄소세 세율



자료: OECD Database, <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>(검색일자: 2021. 10. 20.)를 이용하여 저자 작성

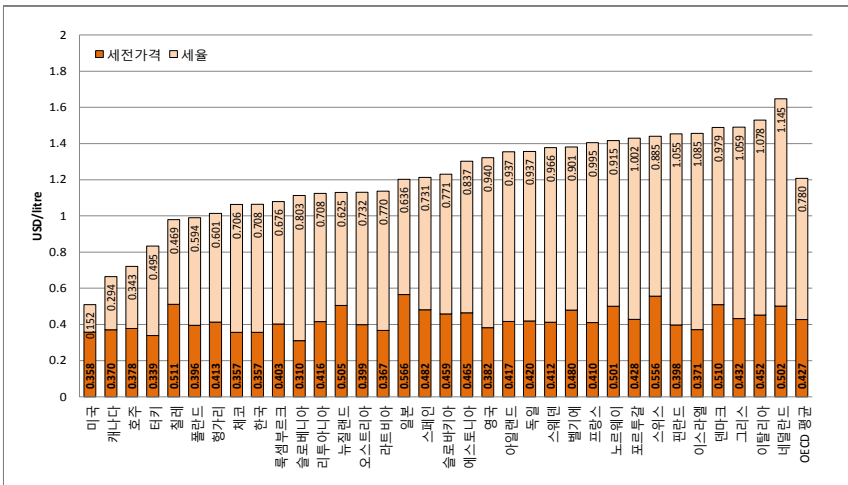
[그림 III-7] 수송부문 합계 세율



자료: OECD Database, <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>(검색일자: 2021. 10. 20.)를 이용하여 저자 작성

[그림 III-5]~[그림 III-11]을 보면 국가별로 에너지원별 가격 수준에는 차이가 있지만 석유제품별 가격 대비 세금 비중은 유사하다. 즉 국가별로 탄소세율에는 차이가 존재하지만 기존 개별소비세를 고려한 실제 조세부담 수준에 있어서는 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다.

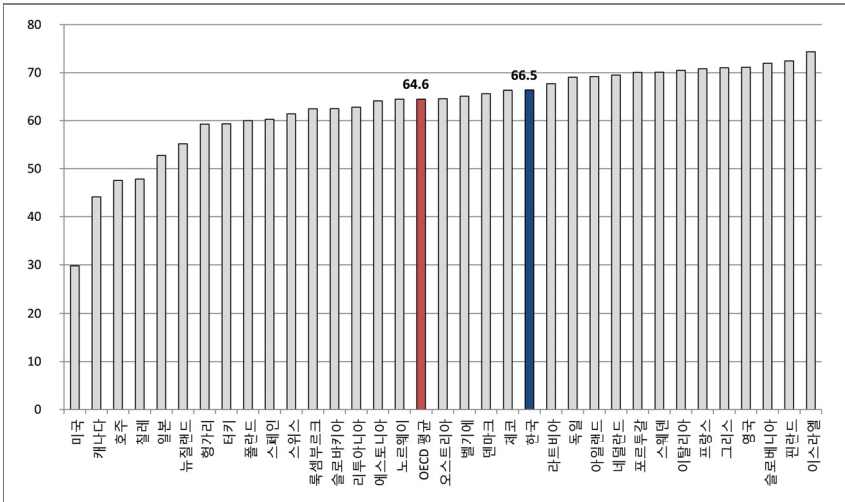
[그림 III-8] OECD 회원국 무연휘발유 가격 및 세율(2020년 2분기 기준)



자료: IEA(2020), p. xxvi, [Figure 16] 일부 저자 조정

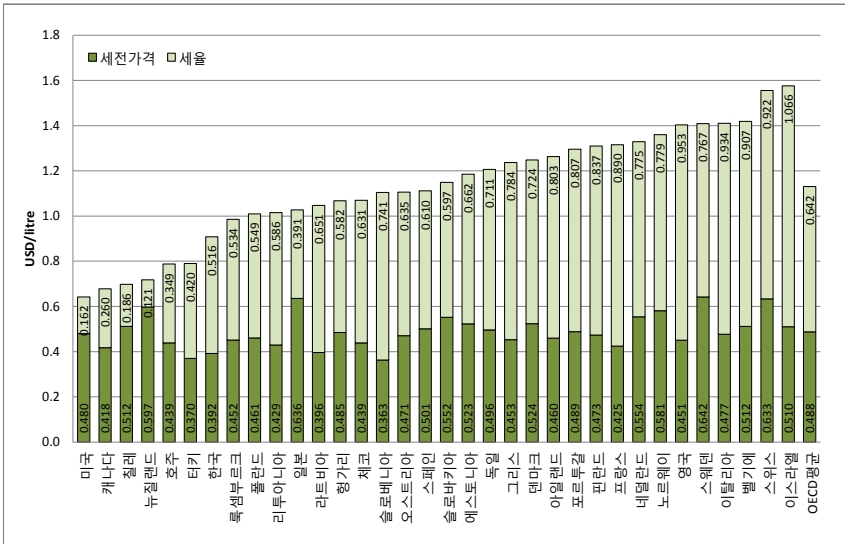
[그림 III-9] OECD 회원국 무연휘발유 가격 대비 세율 비중(2020년 2분기 기준)

(단위: %)



자료: IEA(2020), p. xxvi, [Figure 16] 일부 저자 추정

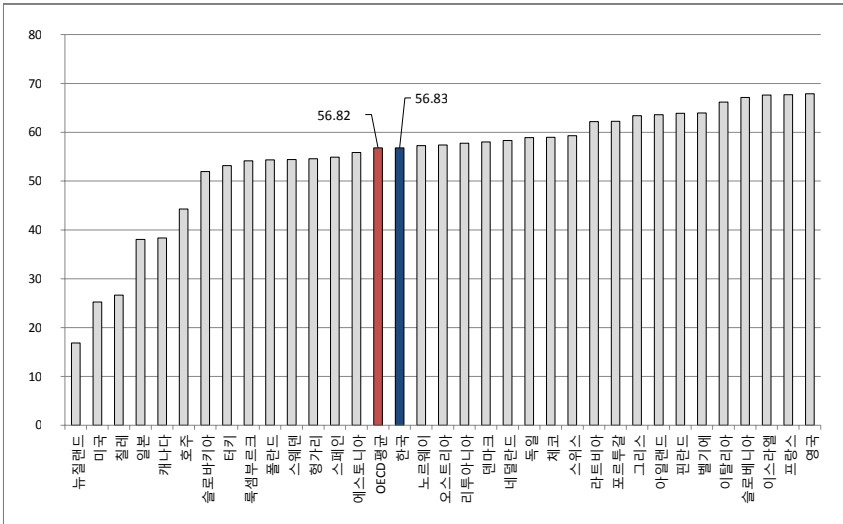
[그림 III-10] OECD 회원국의 자동차용 경유 가격 및 세율(2020년 2분기 기준)



자료: IEA(2020), p. xxvii, [Figure 17] 일부 저자 추정

[그림 III-11] OECD 회원국 경유 가격 대비 세율 비중(2020년 2분기 기준)

(단위: %)



자료: IEA(2020), p. xxvii, [Figure 17] 일부 저자 조정

명시적으로 탄소세를 부과하고 있지는 않아도 특히 수송부문의 경우, 기존의 에너지세를 통해 탄소의 사회적 비용(이산화탄소 1톤당 30유로 기준)의 상당 부분을 부담하고 있음을 알 수 있다. 반면 수송 이외 부문의 경우 기존의 에너지세를 통해 탄소비용을 부담하는 것은 미미하며, 스위스, 노르웨이, 핀란드, 프랑스 등 탄소세를 명시적으로 도입한 국가를 위주로 수송 이외 부문의 탄소의 사회적 비용을 부담하고 있음을 알 수 있다.

---

## IV. 탄소가격체계의 배출저감효과

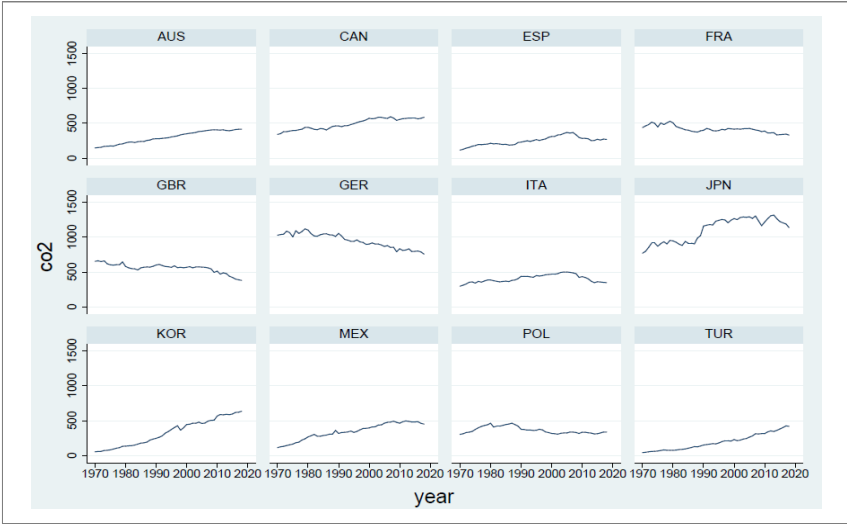
---

### 1. 주요국의 탄소배출량 추이

이제까지 탄소가격체계를 구성하는 대표적인 시장도구인 탄소세와 배출권거래제의 특징과 세계 주요국을 중심으로 한 탄소세 도입 현황, 그리고 탄소세 도입을 고려하는 데 있어 고려할 사항을 위주로 시사점에 대해 살펴 보았다. 이번 장에서는 탄소세 또는 배출권거래제를 시행하여 구축한 탄소 가격체계가 과연 온실가스의 배출을 줄이는 데 과연 기여를 했는지를 살펴 보고자 한다. 탄소가격체계와 온실가스 배출량 간의 상관관계를 연구한 주요 연구 결과를 살펴보기에 앞서, OECD 주요국 및 탄소세를 조기에 도입한 북유럽 국가를 중심으로 이산화탄소 배출의 추이를 개략적으로 살펴보고자 한다.

[그림 IV-1]은 OECD 회원국 중 2018년 기준 이산화탄소 배출량 상위 12 개국(미국 제외)의 1980~2018년간 배출량 추이를 나타내고 있다. 대체적으로 EU 회원국들은 1980~1990년대에 배출 정점에 도달하고 2000년대 들어서는 이산화탄소 배출량이 줄어드는 추세를 보이는 반면, 우리나라를 비롯해 터키, 호주, 캐나다 등 EU 이외의 OECD 주요국은 탄소배출량이 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. EU 회원국을 위주로 탄소배출이 줄어드는 추세는 2005년부터 시작된 EU ETS의 효과로 그 원인을 추정할 수 있으며, EU ETS와 배출량 감소 간의 인과관계에 대한 논의는 이어지는 장에서 더 자세히 다루고자 한다.

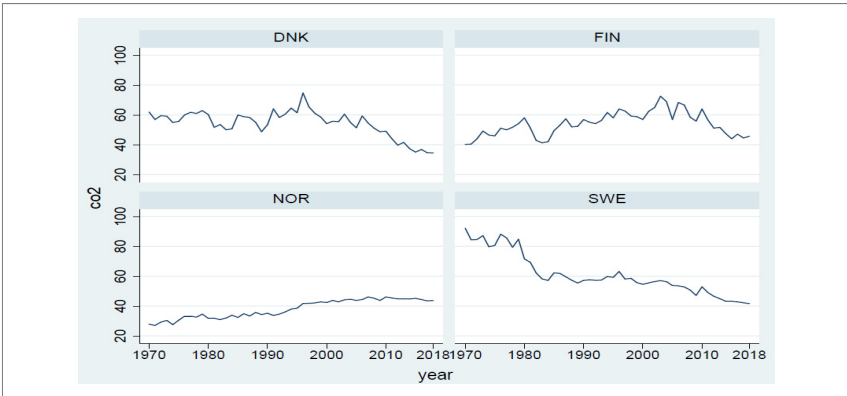
[그림 IV-1] OECD 주요국의 연간 탄소 배출량 변화(1970~2018년)



주: 미국을 제외한 OECD 주요국의 연간 탄소배출량 변화

자료: Our World in Data, "CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emission," <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>(검색일자: 2021. 10. 20.) 자료를 활용하여 저자 작성

[그림 IV-2] 북유럽 4개국 연간 탄소 배출량 변화(1970~2018년)



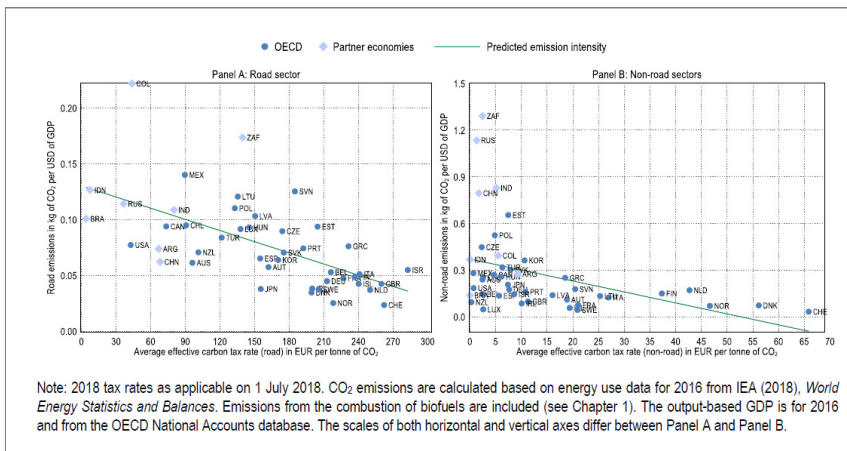
자료: Our World in Data, "CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emission," <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>(검색일자: 2021. 10. 20.) 자료를 활용하여 저자 작성

한편 [그림 IV-2]는 1990년 초 탄소세를 도입한 북유럽 4개국인 덴마크, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴의 1970년부터 2018년까지의 연간 탄소배출량 변

화를 나타내고 있다. 스웨덴과 덴마크를 위주로 탄소배출량 변화의 감소 추이가 확인되며, 핀란드와 노르웨이의 경우 1990년을 전후로 탄소배출량이 오히려 증가하거나 변동하는 추세를 보이는 것을 확인할 수 있다.

한편 OECD(2019a)에서는 실효탄소세율이 높은 국가일수록 국가별 탄소배출량이 적은 상관관계를 보여주며, 온실가스 배출저감에 있어서 탄소가격체계의 효과성을 주장하고 있다. [그림 IV-3]에서처럼, 수송부문의 경우 평균 실효탄소세율이 높을수록 국내총생산 단위당 이산화탄소 배출이 낮은 것을 알 수 있는데, 이에 대해서는 주의 깊게 살펴볼 필요가 있다. 특히 전력시장이 개방되고 저탄소 배출산업이 주를 이루어 애초에 탄소배출집약도가 낮았던 북유럽 국가의 경우, 높은 탄소세율을 도입하는 것에 대한 국민적 수용도가 높았을 가능성이 커 높은 탄소세율을 도입하고 유지할 수 있었다. 반면에 탄소배출집약도가 높은 산업을 보유하고 자체 전력에 의존해야 하는 우리나라와 일본의 경우, 국민 수용도, 산업경쟁력 측면에서 높은 탄소가격체계를 유지하기 힘든 측면이 있다. 따라서 탄소세의 인과적 효과에 대해서는 좀 더 면밀히 살펴볼 필요가 있다.

[그림 IV-3] 수송부문 실효탄소세율과 탄소배출집약도 간 상관관계



자료: OECD(2019a), p. 71, Figure. 3. 3.

## 2. 탄소가격체계의 배출저감효과 연구 개괄

본 장에서는 탄소가격체계가 온실가스 배출저감에 어떤 영향을 끼칠 수 있는지에 대한 실증연구를 위주로 그 상관관계를 정리하였다. 우선 배출권 거래제나 탄소세와 같은 탄소가격체계 도입의 효과를 살펴본 논문부터 개괄하고, 그다음 각각의 제도가 탄소배출 저감에 어떤 효과를 거두었는지를 살펴보는 연구를 요약 정리하였다.

연구 내용을 살펴보기에 앞서 탄소가격체계와 온실가스 감축과의 인과적 효과를 살피기는 쉽지 않은 것이 사실임을 인지할 필요가 있다. 배출권거래제의 형태 및 탄소세의 부과 범위, 세율 등이 다양한 방식으로 설정되어 각 국가별로 도입한 탄소가격체계가 상이하고, 탄소가격체계 설정과 함께 진행되고 있는 직접규제방식(command and control) 또한 동시에 실행되고 있는 경우가 많기 때문에 탄소가격체계 개별 정책의 인과적 효과를 살피기는 어려운 것이 현실이다.

탄소가격체계의 효과성을 살펴보는 가장 이상적인 검증 방안은 정치경제적으로 유사한 두 개의 경제체제에 탄소세 또는 배출권거래제 도입의 유무만을 구분한 후, 정책 시행 여부의 효과를 살펴보는 것이다. 하지만 탄소가격체계의 도입이 국가 단위에서 결정되는 사례가 많고, 비교적 규제가 느슨하여 탄소배출비용을 부담하지 않는 타 국가로의 배출시설 이전과 같이 탄소누출 등의 우려가 있어, 탄소가격체계가 탄소배출 저감에 어떠한 영향을 끼치는가는 본질적으로 쉽게 파악하기 어려운 문제임을 사전에 인지할 필요가 있다. 따라서 본고에서 살펴볼 연구 결과들은 대체로 탄소가격체계의 탄소배출 감소효과에 대해 일관적이지 않은 결과를 제시하고 있다. 탄소가격체계 효과에 대한 기존 연구를 간략하게 정리하면 다음과 같다.

### 가. 탄소가격체계 효과

Somanathan et al.(2014)은 국가별 기후변화 대응정책을 평가하고 비교분석하였다. 구체적으로는 에너지 및 산업분야의 온실가스 감축에 탄소가격체

계가 어떠한 영향을 끼쳤는지를 국가별로 비교분석하였으며, 분석 결과, 배출권거래제의 효과는 국가 및 지역별로 상이하지만, 종합적으로 보았을 때 규제의 정도가 약해 배출량 감소에 미치는 영향이 미미한 반면, 탄소세의 경우 일부 국가에서 시행되어 경제성장 및 온실가스 배출의 탈동조화를 이끌어냈다고 평가하고 있다.

Haites et al.(2018)은 1990년부터 2015년까지 시행된 전 세계의 다양한 탄소가격체계가 실제 배출량 감소에 어떠한 영향을 미쳤는가를 살펴보았다. 연구가 진행된 2015년 기준으로 탄소세는 18개 국가 및 지역에서 부과되고 있으며, 17개의 배출권거래제가 55개 국가 및 지역에서 운영되었다. 분석 결과, 탄소세와 배출권거래제는 모두 산업부문 배출량을 감소시키는 효과가 있었으나, 실질 배출량은 화석연료 가격 및 경제상황 변화에 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 해당 연구에서는 탄소가격체계가 단독으로 전체 배출량 감소에 어느 정도로 기여하였는지를 구분해내지 못하였으나, 2008년 금융위기에 따른 배출량 감소의 영향이 컸을 것으로 파악하는 등 본 연구의 한계를 인지할 필요가 있다.

Best et al.(2020)은 탄소가격체계의 효과를 살펴보기 위해 142개국의 20년간 배출량 자료를 살펴보았다. 분석 기간은 1997년부터 2017년이며, 총 142개국 중 43개 국가에서 분석 기간 내에 탄소가격체계를 도입 및 시행한 것으로 나타났다. 배출량 증가율을 이용한 횡단면 분석 및 패널 고정효과모형, 1인당 배출량 수준을 이용한 패널 고정효과모형을 사용하여 분석을 진행하였으며, 통제변수로는 탄소세율 및 휘발유세, 1인당 GDP, 에너지 사용에 대한 화석연료 비중, 인구증가율 등을 포함하여 분석을 진행하였다. 분석 결과, 이산화탄소 1톤당 가격이 1유로 증가할 경우 연간 배출량 증가율은 약 0.3% 감소하였으며, 탄소가격체계를 도입한 국가는 그렇지 않은 국가들에 비해 평균적으로 연간 이산화탄소 배출량 증가율이 약 2% 낮게 나타남을 보였다. 하지만 본 연구 결과는 온실가스 저감에 적극적이거나 그에 상응하는 기술수준을 갖춘 국가들이 탄소가격체계에 도입에 적극적인 점 등 내생성을 통제할 수단을 고려하지 않아 연구 결과 해석에 주의가 요구된다.

## 나. 배출권거래제 효과

우선 배출권거래제의 효과를 살펴본 이전 연구들은 크게 EU ETS를 중심으로 일본과 미국의 지역 단위에서 시행된 배출권거래제의 효과를 살펴본 사례가 대부분이다. 구체적으로 살펴보면 우선 Bel and Joseph(2015)는 2005년부터 2012년까지 EU-ETS가 온실가스 배출에 미치는 영향을 살펴보았다. 분석대상은 불가리아, 루마니아, 크로아티아 등을 제외한 EU 25개 회원국으로 종속변수는 EU-ETS 해당 사업체의 배출량, 설명변수는 석탄, 전기, 천연가스 등의 에너지소비량, 에너지가격, GDP 성장률, 그리고 2008년 세계 금융위기로 인한 영향을 통제하기 위해 금융위기 더미변수 등을 포함한 동태적 패널 모형을 활용하여 분석을 수행하였다. 분석 결과, 배출권거래제의 도입 이후 2012년까지 294.5MgT의 온실가스 배출량 감소를 확인할 수 있었지만, 감소량의 대부분(255MgT)은 세계 금융위기에 의한 것으로 분석하였다. 특히 본 연구에서는 EU 배출권 시장은 공급과잉으로 인해 배출권가격이 하락하여 시장참여자들이 저탄소 기술에 투자할 인센티브가 감소하고 있음을 지적하였다.

Arimura and Abe(2021)는 시범 실시된 도쿄 ETS의 도입이 실제로 배출량을 감소시켰는지 여부를 살펴보았다. 오피스 건물을 대상으로 2009년부터 2013년까지의 연간 이산화탄소 배출량, 전기 및 화석연료 소비량, 고용인원, 건물면적 등을 묻는 설문조사를 시행하였으며, 총 414개 건물의 자료를 이용하여 분석하였다. 분석 결과, 도쿄 ETS 도입 후 도쿄 지역 이산화탄소 배출량이 타 지역에 비해 약 13.3% 감소하였고 이 중 배출권거래제를 통한 배출량 감소는 약 6.9%로 나타난 반면, 나머지 절반 정도의 감소량은 동일본 대지진으로 인한 전기요금 인상에 따른 것으로 분석되었다. 그러나 도쿄 ETS가 국가 단위가 아닌 지자체 단위 ETS로 시범 실시되어 도쿄 이외 지역으로 탄소누출이 일어났을 가능성과 설문조사로 배출량을 가늠함으로 인한 측정의 오류 가능성, 또한 단순히 배출권거래제 전후 배출량만을 비교하여 일반적 추세의 영향 등 다른 기타 요인들의 영향을 배제할 수 없는 등 연구의 한계를 고려해서 본 연구 결과를 이해해야 할 필요가 있다.

Murray and Maniloff(2015)는 미국의 북동부 배출권거래시장(Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)의 효과를 살펴보았다. RGGI는 미국 북동부 9개주(코네티컷, 델라웨어, 메인, 메릴랜드, 매사추세츠, 뉴햄프셔, 뉴욕, 로드아일랜드, 버몬트)가 참여하는 배출권거래제 컨소시엄으로, 2009년 도입되었다. 분석 기간은 1990년부터 2012년으로, 1990~2008년과 2009~2012년 두 기간 동안 알래스카와 하와이를 제외한 미국 48개주의 배출량 변화를 비교하였으며, 경기침체, 기타 기후대응 정책, 천연가스 가격 인하 등과 같은 외부요인을 통제함으로써 RGGI 도입에 따른 효과를 살펴보고자 하였다. 분석 결과, RGGI가 도입된 주에서는 전력부문 배출량이 크게 감소하였으며, RGGI가 도입되지 않았을 경우를 시뮬레이션한 결과 2012년 기준 배출량이 약 50% 증가하는 것으로 나타났다. 다만 외부요인에 의한 효과가 평균적으로 약 12~14%로 나타났으며, 외부요인을 통제할 경우 RGGI 도입에 따른 배출량 저감효과는 약 24%로 나타났으나, 이는 RGGI에 참여하지 않은 근접 주로의 탄소누출 등을 고려하지 않은 결과임을 감안할 필요가 있다.

#### 다. 탄소세 효과

첫째로 Bruvold and Larsen(2004)은 노르웨이의 탄소세가 이산화탄소 배출량 감소에 미친 영향을 살펴보았다. 노르웨이는 1991년에 탄소세를 시행하였으며, 이에 따라 1990년부터 1999년까지의 이산화탄소, 메탄, 아산화질소의 세 가지 온실가스의 배출량의 변화를 일반균형모형을 활용하여 분석을 수행하였다. 분석 결과, 총배출량은 증가하였으나 에너지 집약도 감소, 에너지 믹스 변화 및 공정 배출량 감소로 인해 GDP 단위당 배출량은 감소한 것으로 나타났다. 다만 배출량 14% 감소 중 탄소세 도입을 통한 배출량 감소는 약 2%에 불과한 것으로 나타났는데, 이는 실제 세금이 부과되는 부문의 수요가 상대적으로 비탄력적이며, 다양한 세금 면제 혜택 등으로 인해 실효 세율이 명목 탄소세율보다 낮기 때문으로 분석하였다.

Lin and Li(2011)는 북유럽 5개국의 탄소세 도입에 따른 배출량 감소효과를 이중차분법을 이용하여 분석하였다. 분석 기간은 1990년부터 2010년이며,

처치그룹은 핀란드, 네덜란드, 노르웨이, 덴마크, 스웨덴의 5개국이며, 통제 그룹은 독일, 영국, 이탈리아를 제외한 EU 13개국으로 설정하였다. 분석 결과, 핀란드의 경우 탄소세를 도입함에 따라 온실가스 배출량이 약 1.69% 감소하는 것으로 분석하였으나, 덴마크, 스웨덴, 네덜란드의 경우 탄소세 도입에 따라 배출량 감소를 보였지만 그 음(-)의 계수값이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 한편 노르웨이의 경우 탄소세 도입이 배출량을 오히려 증가시키는 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의미하지는 않았다. 본 연구는 탄소세의 배출저감효과를 실증적으로 분석하는 초기의 연구로 의의를 지니지만, 비교 가능한 대상으로 통제그룹을 설정하였는가의 문제, 그리고 충분히 장기적 관점에서 탄소세의 효과를 분석했는가의 문제 등 연구의 한계에 대해서는 인지할 필요가 있다. 가령 노르웨이의 경우, 에너지 산업의 급격한 성장으로 인해 석유 시추 및 천연가스 개발 부문에서 이산화탄소 배출량이 크게 증가하는 등의 단기적 반동을 통제하지 못해 탄소세 도입 이후 배출량이 늘어난 것으로 파악된다.

Murray and Rivers(2015)는 캐나다 브리티시컬럼비아의 탄소세가 온실가스 배출량, 경제 및 소득분배에 미치는 영향을 분석하였다. 브리티시컬럼비아는 2008년 북미 최초로 탄소세를 도입하였으며, 2012년 기준 1톤당 30캐나다달러의 세율을 부과하였다. 분석 결과, 탄소세의 도입은 브리티시컬럼비아의 온실가스 배출량을 약 5~15%까지 감소시킴을 밝혀내었다. 단 탄소세 부과는 저소득층에게 부담으로 작용될 수 있으나 세액공제 등을 통해 역진적 부담을 완화하였으며, 전반적으로 소득분배효과는 크지 않은 것으로 나타났다.

Aydin and Esen(2018)은 EU 15개 회원국의 이산화탄소 배출에 대한 환경세의 영향을 살펴보기 위하여 동태적 패널임계모형(dynamic panel threshold model)을 사용하여 분석을 수행하였다. 분석 기간은 1995년부터 2013년이며, 종속변수는 1인당 이산화탄소 배출량, 설명변수로는 1인당 GDP 및 GDP 대비 세율, GDP 대비 연구개발비, 에너지가격 등을 포함하여 분석을 수행하였다. 분석 결과, 환경 관련 세율(환경세 및 에너지세)의 경우는 일정 수준까지 배출량 감소에 유의한 영향을 미치지만 그 이상은 배출량 감소에 유

의미한 영향을 끼치지 못하며, 특히 운송부문에서는 세율과 이산화탄소 배출과는 유의미한 관계를 찾을 수 없는 것으로 분석하였다.

앞서 논의한 탄소가격체계의 배출저감효과를 분석한 연구 결과를 요약하면, <표 IV-1>와 같이 간략히 정리할 수 있다. 하지만 이제까지 논의한 이전 연구들의 추정치의 한계를 인정해야 하는데 그 이유로는 첫째, 탄소세를 시행하고 있는 국가를 통제집단에 포함시키거나, 이산화탄소 배출량을 예측할 수 있는 중요변수들이 통제변수에 포함되는 경우가 이에 해당한다. 이 외에도 탄소세가 시행되는 부문과 시행되지 않는 부문의 배출량을 합한 수치를 성과변수로 사용하거나, 탄소세의 환경효율성을 과소평가하는 수요의 가격탄력성을 분석도구로 사용하는 것, 운송연료 혹은 교통수단 간의 대체효과를 고려하지 않는 것 등이 포함된다.

따라서 이어지는 장에서는 사후 배출량데이터와 통제집단합성법 등 좀 더 엄밀한 연구방법에 활용하여 EU ETS의 효과와 탄소세의 효과를 살펴본 Bayer and Aklın(2020)과 Andersson(2019)의 연구를 좀 더 상세하게 살펴보고, 배출권거래제와 탄소세의 온실가스 배출저감에 미치는 인과적 영향에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

<표 IV-1> 탄소가격체계 효과성 분석

연구	국가	탄소가격체계	연구기간	감소효과
Andersson (2019)	스웨덴	탄소세	1960~2005	OECD 14개국 대비 운송부문 이산화탄소 배출량이 연평균 11% 감소
Arimura and Abe(2021)	일본	배출권거래제	2009~2013	도쿄 ETS 도입 후 배출량 13.3% 감소 중 절반 가량은 전기요금 인상에 따른 것으로, 배출권 거래제를 통한 배출량 감소는 약 6.9%임
Aydin and Esen(2018)	EU	탄소세	1995~2013	환경 관련 세율이 일정 수준을 넘어서면 배출량 감소에 유의한 영향을 미치지만, 운송 부문에서는 세율과 관련 없이 영향이 미미
Bel and Joseph (2015)	EU	배출권거래제	2005~2012	배출량 감소는 EU-ETS의 효과보다는 경기 침체에 따른 것
Best et al. (2020)	142개국	배출권거래제	1990~2017	CO <sub>2</sub> 1톤당 1유로가 증가할 경우 연간 배출량 증가율을 약 0.3% 감소시켜, 탄소가격 도입 시 평균적으로 CO <sub>2</sub> 배출량의 연간 성장률이 약 2% 낮게 나타남

〈표 IV-1〉의 계속

연구	국가	탄소가격체계	연구기간	감소효과
Bruvoll and Larsen (2004)	노르웨이	탄소세	1990~1999	배출량 14% 감소 중 대부분은 에너지 집약도 감소 및 에너지 믹스 변화에 따른 것으로, 탄소세 도입을 통한 배출량 감소는 약 2%임
Haites et al. (2018)	12개국 및 지역	배출권거래제 및 탄소세	1991~2015	탄소세와 배출권거래제 모두 배출량을 감소 시키나, 배출권거래제가 환경효율성 및 비용 효율성 측면에서 더 우수한 성과를 보임
Lin and Li (2011)	유럽 16개국	탄소세	1990~2010	탄소세 도입에 따른 저감효과는 핀란드 (1.69%)만 유의하게 나타났음. 이는 국가별로 세율이 상이하기 때문인 것으로 보이며, 에너지 집약적 산업의 비중이 높은 국가(노르웨이)는 탄소세 도입에도 불구하고 배출량이 증가함
Murray and Maniloff (2015)	미국 RGGI (Regional Greenhouse Gas Initiative)	배출권거래제	2009~2012	2009~2012년간 발전부문 배출량 24% 감소 (경기, 천연가스 가격, 기타 규제정책 영향 통제)
Murray and Rivers(2015)	캐나다(British Columbia)	탄소세	2008~2017	온실가스 감축량 2012년까지 5~15% 감소
Somanathan et al.(2014)	-	배출권거래제 및 탄소세	-	배출권거래제는 규제의 정도가 미미해 배출량 감소에 미치는 영향도 미미하다고 볼 수 있으며, 탄소세는 일부 국가에서 시행되어 경제성장과 온실가스 배출의 탈동조화를 이끌어냄
Sumner et al.(2011)	12개국 및 지역	탄소세	1990~2008	1990년대 초에 도입된 탄소세의 저감효과는 최대 15%까지 나타나지만 다른 탄소저감정책과의 효과가 혼재되어 있을 수 있음
Narassimhan et al.(2017)	EU를 포함한 8개국 및 지역	배출권거래제 및 탄소세	2012~2016	국가적 상황에 따라 ETS 정책은 상이한 효과를 보일 수 있으며, ETS에 대한 지식 격차와 이해관계자 참여 정도에 따라 크게 달라짐

자료: 저자 정리

### 3. 최신 연구로 살펴본 배출권거래제와 탄소세의 배출저감효과

#### 가. EU-ETS의 배출저감효과

본 장에서는 Bayer and Aklin(2020)의 논문을 중심으로 배출권거래제의 도입과 그에 따른 온실가스 배출저감효과와 산업에의 영향 등을 살펴보기로 한다. 유럽연합의 배출권거래시스템(EU-ETS)은 현재까지 탄소배출을 줄이기 위한 탄소가격체계 도입 사례 중 가장 대규모로 시행된 제도로, 개별 국가

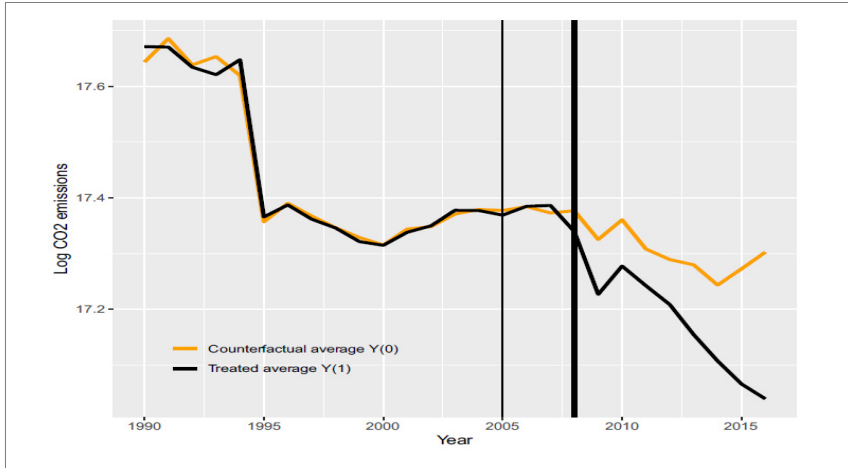
단위에서의 도입 사례가 아닌 국가별 협력체계하에 구축된 유일한 사례이다. Bayer and Aklin(2020)의 연구에서는 EU-ETS가 이산화탄소 배출에 미치는 영향을 추정한 이전의 연구와 비교하여 연구방법 및 연구자료 활용 측면에서 몇 가지 개선점을 찾을 수 있어 EU-ETS의 온실가스 감축효과에 대한 신빙성 있는 근거자료로 활용할 수 있다.

우선 이전 연구에서는 EU-ETS의 온실가스 배출저감효과가 크지 않았다는 의견을 다수 제시하며, 그 근거로 첫째, 2005~2006년에 연간 50~100만톤(2~5%)에 그치는 배출량 감소를 보인 점을 들었다. 하지만 대부분의 연구가 적절한 통제집단이 설정되지 않은 단순비교 연구로, 제도 시행 이전과 이후를 비교한 수치라는 점, 그리고 상당한 기간이 소요되는 기업들의 저탄소 공정 채택과 적용의 시점을 고려하지 않고 EU-ETS 제도 시행 초기의 단기 효과만을 측정한 점 등으로 이전 연구의 한계를 지적했다. 둘째, 이전의 연구에서는 탄소의 사회적 비용보다 낮게 형성된 배출권 가격을 EU-ETS의 주요 한계로 지적한 바 있다. 하지만 Bayer and Aklin(2020)의 연구에서는 EU-ETS의 효과성을 평가할 때는 시장균형가격과는 관계없이 실제로 정책이 배출량을 감소시켰는지 여부를 평가해야 함을 지적하며, 낮은 균형가격과는 별개로 EU-ETS가 유럽연합의 온실가스 배출저감에 상당한 효과를 거두었음을 보이고 있다.

이렇게 EU-ETS의 온실가스 배출저감의 인과적 효과를 검증하기 위해 해당 연구에서는 일반화된 통제집단합성법(generalized synthetic control approach)을 사용하여 가상 배출경로를 파악하고, 이를 실제 배출량과 비교하여 EU-ETS의 영향을 추정하는 방법을 취하였다. 앞서 논의한 바와 같이 탄소가격 체계의 효과성에 대한 신빙성 있는 분석 결과를 도출할 수 없었던 가장 큰 이유 중 하나는 탄소가격체계가 국가 단위로 시행되는 특성상, ETS나 탄소세가 존재하지 않았을 경우의 배출량 수준을 관측할 수 없다는 문제점 때문에 정책 시행 유무에 따른 인과적 효과를 파악하기 힘들다는 점이다. 따라서 실증분석의 추정치가 얼마나 설득력 있는 수치인지를 가늠할 수 있는 척도는 배출량 데이터를 얼마나 상세하게 구축하고, 설득력 있는 통계적 모델

로 ETS가 도입되지 않았을 때의 반사실적(counterfactual) 배출 수준을 추정해 낼 수 있는가의 문제로 귀결된다.

[그림 IV-4] EU-ETS의 도입 유무에 따른 가상 및 실제 배출량 추이



자료: Bayer and Akin(2020), p. 8808.

따라서 해당 논문은 일반화된 통제집단합성법을 이용하여 EU-ETS가 시행되지 않았을 경우의 이산화탄소 배출량을 추정하였다. 즉 EU-ETS가 적용되지 않는 부문의 관찰 가능한 배출량을 활용하여 EU-ETS가 적용되는 부문에 대한 반사실적 배출량 궤적을 추정해 내었다. 이때 정책 시행 이전의 데이터를 이용하여 가중치를 구성하기 때문에, 정책 시행 후 통제집단과 (가상) 처치집단 간의 결과 차이는 정책 시행 여부에서만 기인한다. 따라서 배출량 감축분에 대한 추정량은 단순히 ETS 부문 배출량과 비ETS 부문 배출량의 차이가 아니라 반사실적 배출량(통제집단)과 ETS 부문의 실제 배출량(처치집단)의 차이로 고려될 수 있다. 이러한 개선된 연구방법을 바탕으로, 해당 연구에서는 선행연구와는 대조적으로 EU-ETS가 2008년부터 2016년까지 약 12억톤의 이산화탄소 배출을 감소시켰음을 밝혀내었다. 이는 해당 기간 내 총배출량의 약 3.8%에 상응하며, 이러한 배출량 감소는 교토의정서 EU 기후 목표의 절반에 해당한다. 주 감축부문은 발전 및 대규모 산업과 같은 EU-ETS

대상 배출원으로, EU-ETS가 적용되지 않았을 경우에 비해 이산화탄소를 약 11.5% 적게 배출한 것으로 조사되었다. 이는 시장 기반 규제가 노력 분담 법안과 같은 고전적인 통제 규제보다 배출량을 더 빠르게 감소시킬 수 있음을 시사하며, EU ETS는 낮은 배출권 가격에도 불구하고 온실가스 배출저감에 효과적이었다고 저자들은 주장하고 있다.

본 연구를 통해 우리나라 탄소가격체계 개편에 참고해야 할 시사점으로는 첫째, 배출자들이 탄소가격체계를 통해 정부가 장기적으로 탄소배출에 비용을 부과할 것이라는 신호로 해석하는 한, 현재의 낮은 탄소가격 수준에서도 유의미하게 배출량을 감소시킬 수 있다는 점이다. Bayer and Aklin(2020)에서는 당장에 높은 탄소가격은 기후변화에 대처하기 위한 기술에 더 많은 투자를 장려할 수 있지만, 저탄소에 투자하는 것이 탈탄소화에 적극적이지 않은 경쟁자에 비해 미래의 비교우위가 있다는 것이 확실하다면 단기의 낮은 가격은 문제시되지 않는다고 주장하고 있다. 이는 낮은 배출권가격으로 탄소시장을 도입하는 것이 효과적인 탈탄소화 전략이 될 수 있음을 의미하며, 탄소시장에 대한 정치적 의지를 표현하는 것이 장기적인 정책효과 실현을 위해 요구됨을 의미한다.

#### 나. 스웨덴 탄소세의 배출저감효과

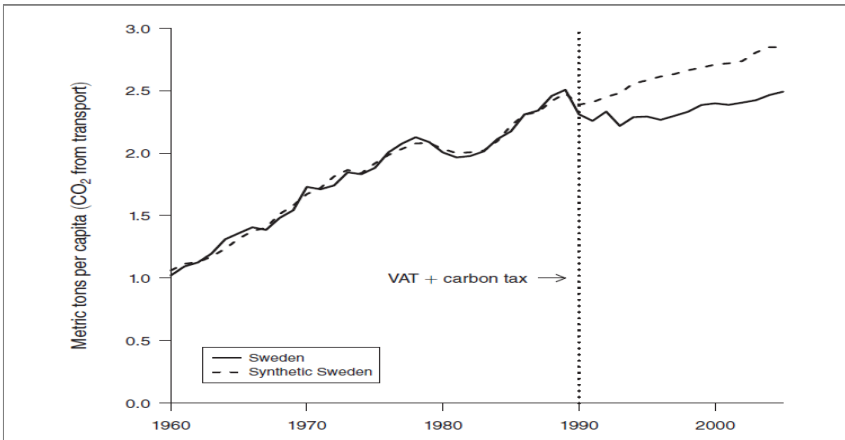
Andersson(2019)은 1990년에 도입된 스웨덴의 운송연료에 대한 탄소세 및 부가가치세 부과가 배출량에 미치는 영향에 대해 실증분석을 수행하였다. 스웨덴은 1991년 탄소세를 시행한 세계 최초의 국가 중 하나로, 스웨덴의 탄소세는 이산화탄소 1톤당 30달러 수준으로 도입된 후 2018년 기준 세계 최고 수준인 1톤당 132달러 수준으로 인상된 바 있다. 따라서 휘발유 및 경유에 부과되는 세율은 1990년에 약 39% 증가했으며, 1989년부터 2005년 사이에는 82% 이상 인상되었다. 스웨덴의 탄소세는 주로 운송부문을 위주로 부과되었으며, 스웨덴 탄소세 수입의 약 90%는 휘발유와 디젤 소비에서 발생하고 있다. 또한 운송부문은 스웨덴의 가장 큰 이산화탄소 배출원이며, 따라서 탄소세가 운송부문에 미치는 영향을 살펴보는 것이 탄소세가 배출저감

에 미치는 인과적 효과를 살펴보는 데 있어 가장 적합한 연구범위 설정임을 알 수 있다.

연구방법으로는 1960년부터 2005년까지<sup>6)</sup>의 탄소배출량을 종속변수로 설정하였으며, 정확한 인과효과를 추정하기 위해 통제집단을 OECD 회원국 25개국 자료와 통제집단합성법(Synthetic Control Method)으로 구성된 가상의 스웨덴, 두 가지로 나누어 분석하였다. 분석 결과 탄소세 및 부가가치세<sup>7)</sup>의 도입은 탄소 배출량을 연평균 11% 감소시키며, 탄소세 단독 도입은 탄소배출량을 연평균 6.3% 감소시키는 것으로 나타났다. 이는 탄소세가 온실가스 배출량에 거의 영향을 주지 않는다고 주장한 선행연구들과는 대조적인 결과이다. 단 해당 기간 인상된 탄소세에 대한 대응 방안으로 휘발유차 대비 연료 효율이 좋은 디젤차로의 급격한 전환이 이루어진 점(디젤차 승용차 비율이 1991년 2.7%에서 2005년 5.2%, 2015년 29.6%로 증가)은 미세먼지 문제에서 자유롭지 않은 우리나라에 시사하는 바가 있다.

[그림 IV-5] 스웨덴 탄소세 도입 유무에 따른 가상 및 실제 배출량 추이

(단위: 1인당 이산화탄소톤)



자료: Andersson(2019), p. 12, Figure. 4.

- 6) 2005년 EU-ETS의 시행으로 인해 정확한 탄소세의 인과효과를 추정할 수 없다고 판단하여 분석 기간은 2005년까지로 제한함
- 7) 탄소세 도입 전년도인 1990년 3월, 스웨덴은 기존 부가가치세(VAT)의 적용 범위를 휘발유와 경유까지 포함하도록 확장하고 세율 25%를 부과함

추가적으로 저지는 탄소세와 연료가격의 탄력성을 개별적으로 추정하고자 하였으며, 추정 결과 소비자들은 연료가격의 변화보다 탄소세율의 변화에 3배가량 민감하게 반응하는 것으로 밝혀내었다. 이는 소비자가 휘발유 가격 변화에 비해 탄소세율의 변화에 더 크게 반응함을 보여, 온실가스 및 대기오염 감축을 위한 기후정책으로 탄소세가 효과적일 수 있다는 정책적 시사점을 지닌다. 한편 해당 연구에서는 소비자가 어느 수준까지 인상된 유류세를 부담하는지 조세귀속 문제 또한 다루었으며, 휘발유의 명목 가격(세금 포함)의 변화량을 종속변수로, 원유 가격과 소비세의 변화량을 설명변수로 회귀분석을 실시하여 스웨덴의 에너지세와 탄소세율의 변화는 소비자에게 모두 전가됨을 밝혀내었다.

---

## V. 탄소세 부과와 경제적 효과 분석

---

이번 장에서는 탄소세 부과와 경제적 효과를 추정하기로 한다. 이는 에너지가격 변화에 따른 전반적인 경제적 파급효과를 추정함으로써 검토할 수 있다. 왜냐하면 탄소세 부과는 결국 에너지가격의 변화와 높은 상관관계가 있기 때문이다. 탄소세를 부과하는 방식에 따라 탄소세의 크기와 탄소세의 영향이 달라질 수 있으나, 본고에서는 기초적인 논의로서 탄소세 부과와 가상적 상황을 상정하고 이에 따라 가격 체계가 변화할 경우 예상되는 경제적 효과를 추정한다. 이를 위해 우선 기초적으로 에너지 수요 함수에 대한 추정 작업이 선행되어야 한다.

기본적인 모형은 최근 미국 제조업의 에너지 투입 비용의 변화를 연구한 Ganapati et al.(2020)과 Linn(2009) 모형 두 가지를 참고한다. 탄소세가 부과될 경우 에너지가격 상승으로 이어지고, 이에 따라 에너지 투입 비용이 발생하는 기업의 생산량, 고용량 등이 영향을 받게 될 수 있다. 본고에서는 Ganapati et al.(2020) 및 Linn(2009)이 제조업체를 분석하였듯이, 에너지 수요가 높은 제조업 부문을 중심으로 효과를 분석한다. Ganapati et al.(2020)은 탄소세 부과에 따른 경제적 효과를 추정하는 방법을 단순화하여 효과 추정 과정을 매우 명확히 보여주었다는 점에서 큰 기여가 있다. 본 연구는 국내 연구 가운데 처음으로 이 연구를 반영한다.

탄소세 부과에 따른 경제적 효과 검토는 중요하다. 환경오염에 따른 경제적·사회적 비용의 증가가 향후 미래에 더욱 큰 사회적 문제로 이어질 수 있어 이에 대한 대책이 필요하기 때문이다. 탄소세 부과에 따라 기업 입장에서는 탄소배출 비용이 늘어나 시장 참여자들의 의사 결정이 변하게 되고, 이러한 교정 과정을 통해 사회적으로 바람직한 수준의 탄소거래 균형을 찾을 수 있다. 그러나 탄소세 부과로 인한 추가적인 세부담은 시장에 참여하는

모든 경제 주체들에 영향을 준다. 세부담이 산업별로, 소득 계층별로 공평하게 배분되지 않는다면, 이는 사회적으로 큰 조세저항을 유발할 수 있다. 예를 들어 탄소세 부과로 에너지 및 관련 상품들의 가격이 상승하게 되면, 저소득층이 상대적으로 더 큰 부정적 영향을 받을 수 있다는 점이다. 상품의 전반적인 가격 상승은 상대적으로 저소득층의 세부담을 늘릴 가능성이 높기 때문이다. 따라서 탄소세 부과가 에너지가격 상승으로 이어지고, 이러한 가격 인상이 소비자 및 생산자에게 미치는 경제적 효과를 추정하는 것은 중요하다.

오형나(2011)의 연구는 국내 자료를 사용하여 우리나라 제조업 부문의 에너지 수요함수를 추정한 중요한 선행연구라 할 수 있다. 에너지 관련 가격 변수들과 생산량의 관계를 추정하여, 에너지가격의 공급 및 수요 탄력성을 추정하였다. 본절의 시작은 오형나(2011)의 연구를 최근 자료로 재검토하는 것에서 시작하며, Ganapati et al.(2020)의 방법론을 적용하여 세부담 전가 정도에 대한 실증분석을 검토하고 이를 통해 시사점을 찾는다. 제1절에서는 기초통계를 검토하고, 제2절에서는 이론 모형에 관해 설명하고, 제3절에서는 실증분석 결과를 검토한다.

## 1. 기초통계 분석

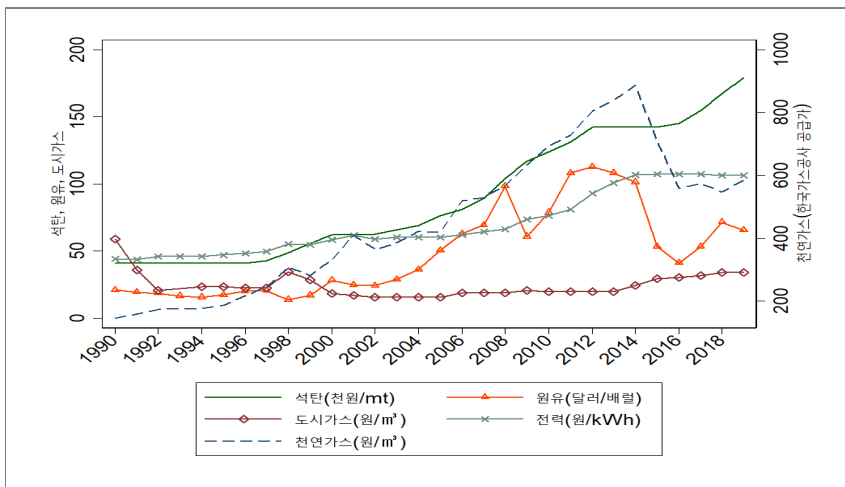
제조업 부문의 에너지 투입 비용을 살펴보기 위해 본고는 통계청에서 제공하는 「광업·제조업조사」를 이용한다. 「광업·제조업조사」는 제조업 부문의 패널 데이터이며 2011년부터 2019년까지의 자료를 이용한다. 「광업·제조업조사」는 1992년부터 2006년까지는 급여 종사자 5인 이상 사업체를 대상으로 조사하였으며, 2007년부터는 10인 이상 사업체를 대상으로 조사하였다. 수집된 주요 변수로는 사업장별 전력비, 연료 및 에너지 비용, 중간재 구입비용, 기업 총매출액, 종사자 수 및 연간 급여액, 연간 매출액 및 수입액, 영업비용, 연간 제품별 출하액 및 재고액, 사업체의 업력 등이 있다. 에너지가격 관련 변수는 주요 독립변수로 활용하고, 기타 변수들은 통제변수로 활용한다.

「광업·제조업조사」와 더불어 한국은행 「생산자물가조사」, 「산업연관표」, 『에너지통계연보』 등을 추가로 사용하여 분석한다. 한국은행 「생산자물가조사」

는 산업별 생산자 물가지수(원자재 물가지수, 중간재 물가지수, 연료 및 에너지가격지수, 전력가격지수) 등의 정보가 제공되고, 「산업연관표」는 생산자 가격 평가표, 『에너지통계연보』는 원유도입가 등의 정보가 제공되어 본고의 분석에 활용된다.

기초통계 분석을 위해 우선 에너지가격의 연도별 변화를 살펴본다. <표 V-1>은 1990년부터 2019년까지의 에너지가격 변화를 정리한 것이며, <그림 V-1>은 에너지가격의 연도별 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 석탄의 경우 1997년 이후 꾸준히 상승하였으며, 원유는 2012년까지는 증가하다 그 이후로 증감을 반복하고 있다. 국제유가는 1995년 배럴당 17.32달러로 최저치를 기록한 뒤 2008년까지 증가하였다. 2009년 글로벌 금융위기로 인해 유가가 다시 하락하였으나, 그 이후 다시 상승하여 2012년에는 1배럴당 112.79달러까지 증가하였다. 2012년 당시 미국 및 EU 등이 초저금리 정책을 유지함에 따라 자금의 상당 부분이 유가시장으로 흘러들어 가격 상승을 견인한 것으로 해석된다. 그러다가 2014년 이후 유가는 급락하여 2015년의 원유가격이 2014년에 비해 절반 가까이 감소하였다. 이는 그동안 누적되었던 원유 공급 과잉

[그림 V-1] 에너지가격(명목)의 연도별 변화

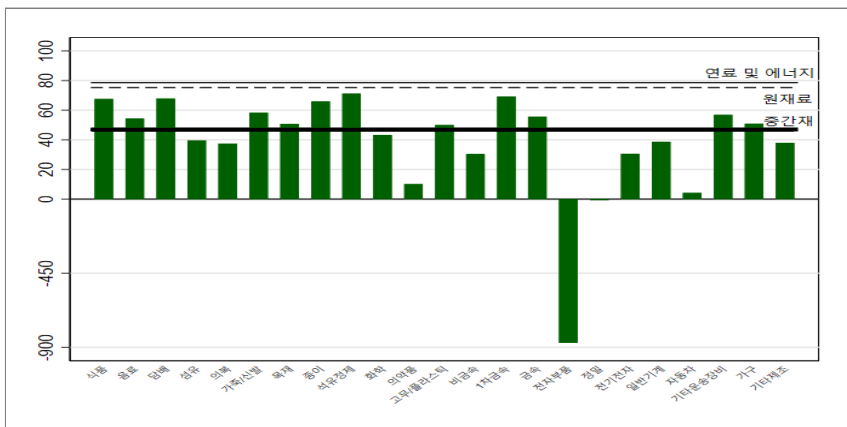


자료: 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각 연도를 참고하여 저자 작성

때문인 것으로 추측된다. 사우디아라비아 등 중동 국가들이 미국의 셰일가스 및 석유업체와의 점유율 경쟁에서 우위를 확보하기 위해 지속적으로 원유 공급을 늘린 것이 2015년 원유가격 하락으로 이어진 것이다. <표 V-1>에서는 제시하지 않았으나, 코로나19 등의 여파로 2020년 유가 수준도 예년과 비슷하였지만, 2021년 들어 코로나19 회복에 대한 기대감 등으로 유가가 급증하고 있다.

같은 기간 전력 및 도시가스의 공급가격은 [그림 V-1]에서 확인할 수 있듯이, 가격 상승속도는 석탄 및 원유가격에 비해 완만한 것을 알 수 있다. 따라서 원자재 가격 등의 상승이 제조업 등을 비롯한 기업의 에너지가격 비용으로 전부 전가되지는 않는다는 것을 추론할 수 있다. [그림 V-2]는 원자재 및 에너지 관련 생산자 물가지수의 변화를 보여준다. 전반적으로 생산자 물가지수가 상승하는 것을 확인할 수 있으며, 원유가격의 변화가 특히 심한 것을 확인할 수 있다. 일반적인 물가상승률을 나타내는 GDP 디플레이터에 비해 원재료, 중간재, 연료·에너지, 가스·증기, 원유 등 모두 가격 변화가 더 심한 것을 알 수 있다. 이는 이를 투입 요소로 사용하는 기업들의 비용 부담이 상대적으로 컸을 것임을 추론하게 한다. 연도별 에너지가격은 추후 실증분석에서 에너지가격 변수로 사용되며, 연도별 변화를 추정에 활용한다.

[그림 V-2] 1990~2020년 생산자 물가지수의 변화



자료: 한국은행 경제통계시스템, 「물가통계」, <http://ecos.bok.or.kr/ftex/EasySearch.jsp>, 검색일자: 2021. 8. 26.

〈표 V-1〉 에너지가격의 변화

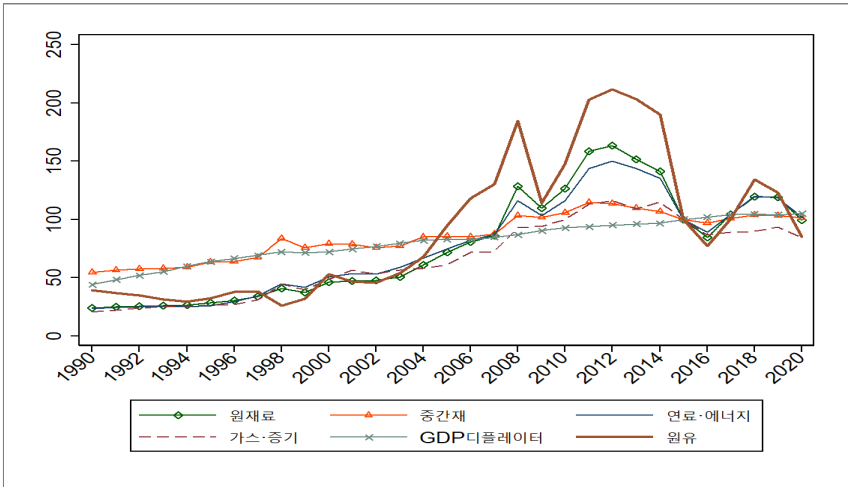
연도	석탄 (천원/mt)	원유도입단가 (달러/배럴)	한국가스공사 공급가 (LNG) <sup>1)</sup> (원/㎥)	도시가스 공급가격 (산업용) <sup>1)</sup> (원/㎥)	전력 판매단가 (산업용) (원/kWh)
1990	40.74	20.95	145.52	58.70	44.33
1991	40.74	19.42	158.15	35.84	43.84
1992	40.74	18.55	173.33	20.66	46.00
1993	40.74	16.59	-	-	46.20
1994	40.74	15.55	176.59	23.37	46.14
1995	40.74	17.32	186.35	23.37	47.14
1996	40.74	20.11	-	22.37	48.37
1997	42.85	20.34	245.58	22.37	49.86
1998	48.83	13.72	307.58	34.54	55.01
1999	55.50	16.91	281.52	28.45	54.78
2000	62.21	28.22	330.04	18.34	58.30
2001	62.21	24.86	409.89	16.88	61.56
2002	62.47	24.24	363.49	15.42	59.02
2003	65.60	28.73	385.85	15.42	60.30
2004	69.03	36.18	421.98	15.42	60.23
2005	76.20	50.53	419.56	15.42	60.25
2006	81.11	62.83	519.15	18.66	61.92
2007	89.22	69.36	529.64	18.66	64.56
2008	103.84	98.28	567.18	18.66	66.24
2009	116.81	60.76	633.29	20.45	73.69
2010	123.68	78.73	692.42	19.73	76.63
2011	131.46	108.00	728.63	19.73	81.23
2012	142.23	112.79	804.26	19.63	92.83
2013	142.23	108.27	839.46	19.52	100.70
2014	142.23	101.24	886.62	24.42	106.83
2015	142.23	53.29	711.16	29.31	107.41
2016	145.11	41.08	558.14	30.51	107.11
2017	154.72	53.36	574.53	31.88	107.41
2018	167.16	71.48	547.56	33.92	106.46
2019	179.38	65.51	583.27	33.91	106.56
연간 상승률(%)	5.24	4.01	4.90	-1.87	3.07
연간 상승률(%) <sup>2)</sup>	원재료 물가지수			2.94	
	GDP deflator			4.85	

주: 1) 연평균가격, 2012년 7월 이후는 에너지 열량을 환산하여 산출한 가격임

2) 1990~2020년 연간 상승률

자료: 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 2020.; 한국은행 경제통계시스템, 「물가지수」, <http://ecos.bok.or.kr/flex/EasySearch.jsp>(검색일자: 2021. 8. 26.)를 참고하여 저자 작성

[그림 V-3] 원자재 및 에너지 생산자 물가지수의 변화(2015년=100)



자료: 한국은행 경제통계시스템, 「물가통계」, <http://ecos.bok.or.kr/ftex/EasySearch.jsp>, 검색일자: 2021. 8. 26.

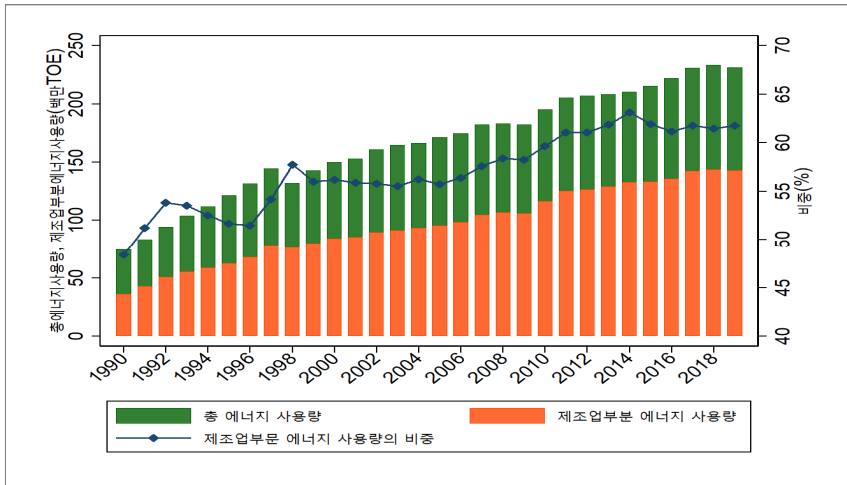
기업들 생산비용의 상대적인 부담 변화는 [그림 V-3]을 통해서도 확인할 수 있다. [그림 V-3]은 산출물 가격의 물가지수 변화를 나타내는 그림이다. [그림 V-3]에서 확인할 수 있는 것은 연료 및 에너지, 원재료 등의 물가지수 변화가 산출물 가격의 변화보다 크다는 것을 확인할 수 있다. 이는 상대적으로 기업들의 생산비용 부담이 컸을 것으로 예상할 수 있다. 상대적으로 중간재 가격의 상승분은 원재료 등에 비해서 크지는 않았다.

에너지 관련 산업들의 산출물 생산자 물가지수 변화를 살펴보기 위해 에너지 투입이 상대적으로 많은 석유정제, 화학, 비금속 제조 및 1차 금속 제조 품목을 살펴본다. 석유정제, 1차 금속은 가격 변화가 상대적으로 큰 산업으로 분류할 수 있으나, 화학 및 비금속 등은 다른 산업에 비해 가격 변화가 크다고 볼 수 없다. 따라서 에너지 수요가 많은 이들 산업군 내에서도 가격 변화의 크기가 일정하다고 볼 수는 없다.

다음으로 제조업 부문을 중심으로 기초통계를 검토한다. 제조업 부문을 분석하는 이유는 앞서 밝혔듯이, 에너지 수요가 큰 산업이 포함된 부문으로 탄소세 부과 영향 상대적으로 많이 받는 산업이기 때문이다. 이는 [그림

V-4에서 확인할 수 있다. 우리나라의 전체 총 에너지 사용량 중에서 제조업부문의 에너지 사용이 차지하는 비중은 꾸준히 증가하였다. 비록 2013년 이후 증가율이 소폭 감소하였으나, 여전히 총 에너지 사용량 가운데 제조업의 에너지 사용이 차지하는 비중이 60%를 넘을 정도로 높은 수준이다. 참고로 우리나라의 제조업 비중은 2019년 기준 28.4%로, EU의 16.4%, 미국의 11%에 비해 최대 2배 많으며, 이러한 결과 우리나라 전체 에너지 사용량 중 제조업 부문의 에너지 사용량 비중이 당연히 높은 것을 확인할 수 있다. 마찬가지로 우리나라의 총 에너지 사용량에서 제조업 에너지가 차지하는 비중은 주요 OECD 회원국들에 비해 높다. 따라서 탄소세 부과로 인한 에너지 가격의 상승은 우리나라의 경우 다른 OECD 회원국들에 비해 더 큰 부담이 될 가능성이 높다. 이에 대해서는 추후 살펴본다.

[그림 V-4] 총에너지 사용량과 제조업 에너지 사용량



자료: 에너지경제연구원, 『Energy info, Korea』, 각 연도 자료를 사용하여 저자 작성

〈표 V-2〉는 1993년부터 2019년까지 제조업 부문의 생산 활동 및 부가가치 변화를 보여준다. 1993년부터 2019년까지 제조업의 부가가치는 연평균 약 4.53% 증가하였으며, 고용자 수는 0.05% 감소하였다. 수출산업의 경우 연평균

9.83% 증가하여 수출산업의 성장률이 전체 산업 평균에 비해 높은 것을 확인할 수 있다. 3대 에너지 다소비부문인 연탄 및 석유정제품, 비금속광물, 1차 금속 부문을 살펴보면 부가가치는 연평균 3.21% 증가하였으며, 고용자 수는 -0.56% 감소하였다. 제조업의 부가가치는 꾸준히 증가한 반면, 고용자 수는 증감을 반복하였으나 비교적 안정적으로 일정하게 유지되고 있는 것을 알 수 있으며, 결과적으로 고용자 1인당 부가가치는 증가한 것을 알 수 있다.

〈표 V-2〉 1993~2019년 제조업 부문의 생산 활동 및 부가가치 변화

구분	연도	부가가치		고용자 수		10인 이상 사업체 수 (천개)
		합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)	
전체	1993	150,912	2,960	2,499	49	51
	1994	178,839	3,446	2,533	49	52
	1995	207,805	4,001	2,541	49	52
	1996	216,280	4,212	2,499	49	51
	1997	235,647	4,969	2,475	52	47
	1998	204,938	4,812	2,034	48	43
	1999	235,017	4,875	2,198	46	48
	2000	251,960	4,849	2,322	45	52
	2001	242,094	4,570	2,231	42	53
	2002	269,271	4,887	2,268	41	55
	2003	276,806	5,014	2,278	41	55
	2004	312,537	5,703	2,304	42	55
	2005	317,518	5,535	2,368	41	57
	2006	329,064	5,561	2,411	41	59
	2007	347,055	5,738	2,399	40	60
	2008	356,935	6,196	2,326	40	58
	2009	367,467	6,431	2,332	41	57
	2011	421,554	6,776	2,580	41	62
	2012	420,691	6,685	2,620	42	63
	2013	424,346	6,583	2,669	41	64
2014	429,116	6,342	2,755	41	68	
2016	493,461	7,282	2,805	41	68	
2017	511,909	7,487	2,789	41	68	

〈표 V-2〉의 계속

구분	연도	부가가치		고용자 수		10인 이상 사업체 수 (천개)
		합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)	
전체	2018	527,357	7,704	2,791	41	68
	2019	477,339	8,133	2,467	42	59
	1993~2019년 평균 증가율(%)	4.53%	3.96%	-0.05%	-0.59%	0.56%
수출산업 (9, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31)	1993	32,736	2,207	1,003	68	15
	1994	42,784	2,766	1,060	68	15
	1995	54,046	3,362	1,106	69	16
	1996	60,993	3,727	1,145	70	16
	1997	77,376	5,035	1,220	79	15
	1998	73,209	5,270	964	69	14
	1999	88,087	5,463	1,027	64	16
	2000	99,228	5,628	1,095	62	18
	2001	106,299	5,746	1,048	57	18
	2002	132,303	6,762	1,080	55	20
	2003	147,350	7,250	1,112	55	20
	2004	175,189	8,408	1,173	56	21
	2005	186,257	8,390	1,228	55	22
	2006	196,510	8,326	1,276	54	24
	2007	239,986	7,166	1,557	46	33
	2008	247,124	7,706	1,520	47	32
	2009	256,882	8,099	1,521	48	32
	2011	301,173	8,474	1,721	48	36
	2012	300,794	8,347	1,747	48	36
	2013	302,848	8,138	1,785	48	37
	2014	307,652	7,870	1,839	47	39
2016	371,398	9,614	1,840	48	39	
2017	386,517	9,932	1,822	47	39	
2018	396,023	10,172	1,814	47	39	
2019	374,967	10,571	1,693	48	35	
	1993~2019년 평균 증가율(%)	9.83	6.21	2.03	-1.33	3.31

〈표 V-2〉의 계속

구분	연도	부가가치		고용자 수		10인 이상 사업체 수 (천개)
		합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)	
3대 에너지 다소비부문 (19, 23, 24)	1993	25,824	6,673	227	59	4
	1994	31,681	8,183	227	59	4
	1995	35,841	9,281	231	60	4
	1996	30,192	7,970	215	57	4
	1997	36,937	10,059	208	57	4
	1998	31,265	9,508	174	53	3
	1999	30,574	8,686	168	48	4
	2000	28,851	8,164	164	46	4
	2001	29,824	8,237	162	45	4
	2002	31,267	8,198	166	43	4
	2003	33,484	8,516	170	43	4
	2004	39,351	9,762	175	44	4
	2005	40,884	9,629	179	42	4
	2006	39,180	8,842	179	40	4
	2007	43,588	9,304	193	41	5
	2008	44,284	9,489	196	42	5
	2009	40,795	8,737	198	42	5
	2011	42,534	8,386	213	42	5
	2012	39,800	7,776	215	42	5
	2013	38,642	7,386	217	42	5
	2014	39,067	7,188	226	41	5
2016	62,011	11,182	229	41	6	
2017	64,982	11,449	232	41	6	
2018	66,256	11,591	234	41	6	
2019	58,775	12,875	196	43	5	
	1993~2019년 평균 증가율(%)	3.21	2.56	-0.56	-1.21	0.86
석유정제업	1993~2019년 평균 증가율(%)	3.47	1.28	1.59	-0.54	2.16

주: 부가가치 실질가치 기준, 2011년 2015년 자료는 없음  
 자료: 통계청, 「광업·제조업조사」, 각 연도 자료를 이용하여 저자 작성

〈표 V-3〉은 제조업 부문의 에너지 비용의 변화를 1993년부터 2019년까지 제시한 것이다. 제조업 전체 해당 기간의 전기비용 증가율은 약 5.67%이고, 연료비용은 약 2.11%, 전기비용 및 연료비용을 포함하는 에너지 비용의 증가율은 약 2.84%이다. 3대 에너지 다소비 부문인 연탄 및 석유정제품, 비금속광물, 1차 금속 부문을 살펴보면 전기비용은 해당 기간 연평균 5.08%, 연료비용의 경우 약 1.35%, 에너지 전체 비용의 경우 약 2.19% 증가하였다. 〈표 V-1〉의 석탄, 원유단가 등의 추이와 전기비용, 연료비용, 에너지 비용의 추이를 비교해 보면 [그림 V-5]와 같다.

〈표 V-3〉 1993~2019년 제조업 부문 에너지 비용의 변화

구분	연도	전기비용		연료비용		에너지 비용	
		합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)
전체	1993	5,192	101	6,650	129	16,779	330
	1994	5,869	112	7,788	149	19,035	367
	1995	6,317	121	8,882	170	20,647	396
	1996	6,839	134	9,753	189	21,086	411
	1997	8,403	177	11,140	234	23,231	491
	1998	7,774	182	10,033	236	19,387	454
	1999	8,369	174	11,493	239	21,618	448
	2000	9,048	174	13,573	262	23,945	462
	2001	9,078	172	10,075	191	20,345	383
	2002	9,633	175	10,367	188	21,213	385
	2003	10,678	194	10,621	192	22,183	402
	2004	11,051	201	9,220	169	20,721	378
	2005	12,385	216	7,864	137	19,975	348
	2006	11,857	200	8,534	145	19,470	330
	2007	13,352	220	8,153	135	20,530	339
	2008	14,046	244	8,206	142	20,288	352
	2009	15,998	281	8,806	154	23,482	411
2011	19,433	312	9,026	145	25,676	412	
2012	20,982	333	8,867	141	26,718	425	
2013	21,571	334	9,419	146	28,382	440	

〈표 V-3〉의 계속

구분	연도	전기비용		연료비용		에너지 비용	
		합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)
전체	2014	23,362	345	10,377	153	31,278	462
	2016	25,059	390	13,896	269	41,471	612
	2017	26,487	408	12,661	246	41,052	600
	2018	26,353	409	10,632	205	38,495	563
	2019	21,796	391	11,447	262	34,766	593
	1993~2019년 평균 증가율(%)	5.67	5.34	2.11	2.76	2.84	2.28
수출 산업	1993	2,715	183	3,020	204	8,337	563
	1994	3,126	202	3,833	249	9,845	637
	1995	3,450	215	4,585	286	11,031	684
	1996	3,825	234	5,115	313	11,480	703
	1997	4,938	321	6,126	397	13,267	864
	1998	4,704	339	6,092	440	11,751	845
	1999	4,830	300	7,091	440	12,883	799
	2000	5,249	298	9,112	517	15,045	853
	2001	5,222	283	5,737	311	11,649	629
	2002	5,642	288	5,974	305	12,334	630
	2003	6,606	324	6,476	318	13,632	671
	2004	6,820	327	5,526	266	12,620	606
	2005	7,925	356	4,503	203	12,228	551
	2006	7,515	319	5,283	224	12,208	517
	2007	9,424	282	5,184	154	13,877	414
	2008	9,952	310	5,487	171	13,978	436
	2009	11,736	370	6,024	190	16,726	527
	2011	14,553	410	6,716	189	19,173	540
	2012	15,888	441	6,669	185	20,174	560
	2013	16,376	440	7,057	190	21,434	576
	2014	18,006	461	7,696	197	23,765	608
2016	19,302	530	11,062	376	32,298	836	
2017	20,470	555	9,653	332	31,583	811	
2018	20,442	559	8,206	278	29,812	766	
2019	17,029	505	9,194	350	27,459	774	
1993~2019년 평균 증가율(%)	7.32	3.98	4.37	2.10	4.69	1.23	

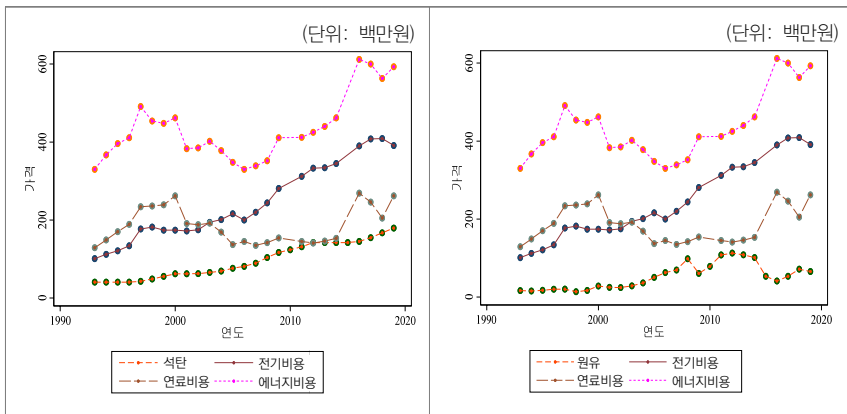
〈표 V-3〉의 계속

구분	연도	전기비용		연료비용		에너지 비용	
		합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)	합계 (십억원)	평균 (백만원)
에너지 다소비 부문	1993	1,555	402	2,874	741	5,869	1,515
	1994	1,820	469	3,401	880	6,823	1,762
	1995	1,865	483	3,725	965	7,115	1,843
	1996	2,041	539	4,131	1,092	7,414	1,956
	1997	2,512	685	4,412	1,201	7,938	2,162
	1998	2,333	709	3,831	1,164	6,573	2,000
	1999	2,275	646	5,067	1,441	7,598	2,159
	2000	2,130	602	3,892	1,101	6,286	1,780
	2001	2,194	606	3,905	1,078	6,286	1,736
	2002	2,387	626	3,991	1,047	6,568	1,723
	2003	2,781	708	4,534	1,153	7,471	1,900
	2004	2,892	718	3,279	813	6,300	1,563
	2005	3,106	732	2,940	692	6,022	1,418
	2006	3,046	688	2,886	652	5,730	1,293
	2007	3,810	813	3,096	660	6,685	1,426
	2008	4,028	863	3,131	671	6,759	1,448
	2009	4,402	943	3,213	688	7,369	1,579
	2011	5,744	1,133	3,241	639	8,328	1,642
	2012	5,801	1,133	3,506	685	8,723	1,704
	2013	6,231	1,191	3,517	672	9,156	1,750
2014	6,513	1,199	4,107	755	10,094	1,857	
2016	6,696	1,256	4,207	964	11,570	2,086	
2017	7,440	1,351	4,413	987	12,467	2,196	
2018	7,242	1,312	3,887	849	11,741	2,054	
2019	5,640	1,275	4,071	1,166	10,310	2,258	
1993~2019년 평균 증가율(%)	5.08	4.54	1.35	1.76	2.19	1.55	

주: 전기·연료·에너지 비용 실질가치 기준  
 자료: 통계청, 「광업·제조업조사», 각 연도 자료를 이용하여 저자 작성

〈표 V-1〉의 평균 석탄가격은 대체로 〈표 V-3〉의 전기비용의 추이를 잘 설명하는 것으로 보이며, 연료비용 및 에너지 비용에 대한 예측력은 높지 않은 것으로 판단된다. 〈표 V-1〉의 평균 원유가격 역시 대체로 전기비용에 대한 예측력은 상대적으로 연료비용 및 에너지 비용에 비해 높은 것으로 판단된다. 이러한 관계는 추후 실증분석에서 사용된다. 자세한 설명은 실증분석 제3절에서 논의한다.

〔그림 V-5〕 에너지 비용, 석탄, 원유 단가



자료: 통계청, 「공업·제조업조사」, 각 연도 자료 이용하여 저자 작성

〈표 V-4〉는 기초통계로서 국가별 원유 소비량을 보여준다. 우리나라의 원유 소비량은 1973년 일본의 1/15 수준이었고, 2000년에는 1/2 수준까지 증가하였다. 2017년을 기준으로 우리나라의 원유 소비량은 일본보다 앞선 것을 확인할 수 있다. 우리나라의 원유 소비량은 전 세계 원유 소비량 대비 1973년에는 약 0.89%, 1990년에는 약 2.56%, 2000년에는 약 4.47%, 2010년에는 약 4.79%, 2017년에는 약 5.86%로 계속 증가하였다. OECD 회원국의 전체 소비량과 비교하여도 증가하였는데, 1973년에는 약 1.22%, 1990년에는 약 4.20%, 2010년에는 약 9.89%, 2017년에는 약 13.4%까지 증가하였다. 우리나라와 경제 수준이 비슷한 스페인, 이탈리아 등과 비교할 때, 우리나라의 원유 소비량은 6~7배가량 더 많다. 절대적인 소비량 측면에서 우리나라의

원유 소비가 매우 높은 수준인 것을 확인할 수 있다.

〈표 V-4〉 국가별 원유 소비량

(단위: 천톤)

구분	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2016	2017
전체	705,540	772,588	675,383	773,445	855,329	874,591	883,480	907,047
OECD 합계	517,597	498,024	411,682	450,623	474,486	423,167	390,266	395,453
미국	154,235	184,106	141,641	150,284	176,310	146,904	124,017	124,660
일본	93,518	69,450	67,212	69,398	65,448	55,704	51,252	51,963
대한민국	6,297	9,875	17,275	34,611	36,645	41,869	50,710	53,148
이탈리아	30,092	22,940	17,248	14,173	14,353	12,739	8,204	8,814
스페인	13,773	16,320	11,513	15,162	14,089	12,236	7,357	7,320
스웨덴	8,328	6,231	3,934	4,517	3,810	2,983	2,675	2,737
G7	414,280	383,302	301,884	315,317	337,755	286,024	250,645	251,848
G8	-	-	345,050	349,733	369,300	327,512	291,544	295,681
G20	-	-	549,415	652,139	706,621	711,262	711,526	730,607
OPEC	-	-	37,142	51,181	62,537	80,876	83,102	89,420

자료: OECD(2019b), p. 111.; p. 116.

〈표 V-5〉는 국가별 천연가스 소비량에 대한 기초통계이다. 우선 우리나라와 일본을 비교해 보면 천연가스 소비량 역시 1990년대에는 일본의 1/64 수준에서 2000년 약 1/3 수준까지 증가하였으며, 2017년 현재는 2/3 수준까지 증가하였다. 우리나라의 천연가스 소비량의 절대적인 증가 역시 원유 소비량과 마찬가지로 급격하게 이루어졌다. 전 세계 천연가스 소비량과 비교하여도 우리나라의 천연가스 소비량이 전 세계 대비 차지하는 비중은 1990년에 약 0.017%에 불과하였으나, 2010년에는 1.09%로 증가하여 2017년에도 약 1% 수준을 유지하고 있다. OECD 회원국들의 전체 천연가스 소비량과 비교하면, 1990년 약 0.028%, 2010년 약 2.53%, 2017년 약 2.36%로 소비량이 크게 증가하였음을 알 수 있다. 우리나라와 경제 규모가 비슷한 이탈리아 및 스페인과 비교하면 거의 비슷한 수준이거나 약간 작은 정도이다. 우리나라는 천연가스 소비에 대한 의존보다는 원유 소비 의존이 상대적으로 더 큰 것을 알 수 있다.

〈표 V-5〉 국가별 천연가스 소비량

(단위: TJ-gross)

구분	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2016	2017
전체	17,434,195	21,365,684	20,968,037	24,592,694	25,683,596	30,340,362	33,101,250	35,055,493
OECD 합계	11,913,118	12,475,862	12,288,758	15,229,057	13,021,791	13,033,963	14,256,616	14,771,963
미국	8,245,986	7,051,141	5,759,491	7,226,818	5,189,993	5,660,485	6,711,525	6,916,901
일본	76,132	99,443	218,680	349,038	500,092	524,096	534,373	540,707
대한민국	-	-	3,391	134,005	193,894	329,932	349,305	348,056
이탈리아	401,909	516,576	681,431	818,855	691,030	507,827	419,355	443,155
스페인	18,300	28,119	175,486	447,755	640,393	383,168	324,522	340,604
스웨덴	-	-	11,762	14,075	15,743	20,004	17,925	30,860
G7	10,559,822	10,504,479	9,571,554	11,871,735	9,426,542	9,433,411	10,392,755	10,678,155
G8	-	-	11,972,666	13,861,070	11,824,285	12,520,059	13,675,959	14,290,901
G20	-	-	16,970,386	19,665,617	19,005,536	22,135,059	23,859,418	25,427,565
OPEC	-	-	1,731,842	2,631,516	3,495,137	5,294,060	5,690,247	5,833,142

자료: OECD(2019b), p. 111.; p. 119.

마지막으로 〈표 V-6〉에서 국가별 전기 소비량을 비교한다. 우리나라의 전기 소비량은 꾸준히 증가하고 있다. 1973년에서 2017년까지 전기 소비량은 30배가 넘게 증가하였다. 일본과 비교하였을 때 1973년에는 일본의 전기 소비량 대비 약 1/33 수준이었으며, 1990년에는 약 1/7 수준, 2000년에는 약 1/2.8 수준으로 증가하였으며, 2010년에는 약 1/1.7, 2017년에는 1/1.3 수준까지 증가하여 거의 비슷한 수준이다. 우리나라와 일본의 경제적 규모를 고려하면, 우리나라의 전기 소비량이 상대적으로 높은 수준인 것을 알 수 있다. 전 세계 전기 소비량과 비교하였을 때 우리나라에서 소비하는 전기 소비량은 1973년 약 0.32%, 1990년 약 1.28%, 2000년 약 2.79%, 2010년 약 3.07%, 2017년에도 약 3.07%를 차지하여 증가한 것을 알 수 있다. OECD 회원국 전체 소비량과 비교하여도 1973년 약 0.48%, 1990년 약 2.16%, 2000년 약 4.60%, 2010년에는 약 7.54% 그리고 2017년에는 약 8.96%까지 증가하였다.

〈표 V-6〉 국가별 전기 소비량

(단위: GWh)

구분	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2016	2017
전체	2,731,900	3,464,174	4,517,579	5,398,689	6,271,220	7,435,956	8,699,330	8,944,697
OECD 합계	1,843,182	2,169,539	2,677,807	3,271,269	3,172,342	3,026,008	3,036,543	3,061,725
미국	645,799	746,136	866,542	1,142,111	898,152	826,432	796,896	778,435
일본	291,381	327,788	423,612	418,508	407,301	378,369	342,707	346,398
대한민국	8,846	22,720	57,791	150,391	183,954	228,120	265,383	274,429
이탈리아	77,146	94,021	110,917	141,847	144,763	127,868	113,257	115,609
스페인	37,946	53,944	63,279	85,640	105,036	73,490	77,899	79,450
스웨덴	39,543	40,571	53,955	56,938	57,558	54,386	50,289	50,939
G7	1,473,774	1,685,812	2,000,802	2,366,137	2,145,842	1,954,963	1,858,066	1,858,329
G8	-	-	2,482,524	2,678,540	2,475,719	2,281,812	2,184,409	2,197,114
G20	-	-	3,826,182	4,669,472	5,360,449	6,383,261	7,467,694	7,679,317
OPEC	-	-	69,735	105,684	127,370	178,184	212,747	208,236

자료: OECD(2019b), p. 111.; p. 122.

결론적으로 우리나라의 에너지 사용이 전반적으로 큰 것을 알 수 있다. 또한 다른 주요 OECD 회원국에 비해 전체 산업에서 제조업이 차지하는 비중이 상대적으로 크고 우리나라의 제조업 분야의 에너지 집중도가 높은 현실을 고려할 때, 에너지가격 변화가 산업에 미치는 효과는 다른 국가들에 비해 클 것을 쉽게 예상할 수 있다. 따라서 탄소세 부과로 인한 에너지가격 변화의 효과를 면밀하게 검토해야 할 필요성이 높다. 마지막으로 살펴볼 기초통계는 제조업 부문의 에너지 사용량이다(〈표 V-7〉 참조). 우리나라의 총 에너지 사용 중에서 제조업 부문에서 사용하는 에너지의 비중은 1990년 48.4%였으며, 이는 점차 증가하여 2011년 60%를 넘었다. 제조업 부문에서의 에너지 집중도가 매우 높은 것을 다시 확인할 수 있다. 국내총생산 대비 에너지 사용량으로 계산되는 에너지 집약도의 경우 2000년대 중반 이후 조금 감소하는 경향이 있으나, 우리나라의 전체 에너지 집약도 대비 제조업의 에너지 집약도가 여전히 높은 것을 확인할 수 있다.

다음 소절인 제2절에서는 이론적 모형을 검토하고, 논의된 이론 모형을 바탕으로 제3절에서 실증분석을 검토한다.

〈표 V-7〉 총에너지 사용량과 제조업 부문 에너지 사용량의 비중

(단위: 천TOE, %, 십억원)

연도	총에너지 사용량	제조업 부문 에너지 사용량	비중	국내총생산	에너지 집약도 전체	에너지 집약도 제조업
1990	74,701	36,144	48.4	454,146	20.50	16.45
1991	83,336	42,701	51.2	503,094	20.50	16.56
1992	94,403	50,818	53.8	534,279	21.70	17.67
1993	103,850	55,563	53.5	571,024	22.20	18.19
1994	111,787	58,741	52.5	623,950	22.00	17.92
1995	121,333	62,695	51.7	683,940	21.90	17.74
1996	131,573	67,751	51.5	737,908	22.40	17.83
1997	144,541	78,322	54.2	783,441	23.10	18.45
1998	132,177	76,353	57.8	743,255	22.40	17.78
1999	143,027	80,114	56.0	828,483	21.90	17.26
2000	149,958	84,237	56.2	903,551	21.40	16.60
2001	153,103	85,562	55.9	947,395	21.00	16.16
2002	160,876	89,755	55.8	1,020,582	20.50	15.76
2003	164,550	91,400	55.5	1,052,703	20.50	15.63
2004	166,452	93,650	56.3	1,107,416	19.90	15.03
2005	171,543	95,578	55.7	1,155,130	19.90	14.85
2006	174,873	98,577	56.4	1,215,940	19.20	14.38
2007	182,016	104,866	57.6	1,286,459	18.40	14.15
2008	183,054	106,902	58.4	1,325,219	18.20	13.81
2009	182,080	106,053	58.2	1,335,724	18.20	13.63
2010	195,401	116,590	59.7	1,426,618	18.50	13.70
2011	205,239	125,332	61.1	1,479,198	18.70	13.88
2012	206,969	126,368	61.1	1,514,737	18.40	13.66
2013	208,362	128,920	61.9	1,562,674	17.90	13.33
2014	210,448	132,897	63.1	1,612,718	17.50	13.05
2015	215,389	133,416	61.9	1,658,020	17.30	12.99
2016	221,936	135,698	61.1	1,706,880	17.20	13.00
2017	230,594	142,481	61.8	1,760,812	17.20	13.10
2018	233,368	143,498	61.5	1,812,005	17.00	12.88
2019	231,353	142,903	61.8	1,848,959	16.40	12.51

자료: 에너지경제연구원, 『Energy info, Korea』, 각 연도; 한국은행 경제통계시스템, 「국내총생산 - 에너지사용량」, <http://ecos.bok.or.kr/ilex/EasySearch.jsp>(검색일자: 2021. 8. 26.)를 참고하여 저자 작성

## 2. 이론적 개념(Conceptual framework)

### 가. 에너지가격과 관련 산업의 산출물

최종재 및 중간재 생산함수의 추정은 Linn(2009) 모형을 참고한다. 앞서 언급하였듯이 본고는 에너지 집약도가 높은 제조업을 중심으로 살펴봄으로써 에너지가격에 민감하게 반응할 것으로 예상되는 산업을 살펴본다. 궁극적으로는 에너지가격의 변화가 산업의 생산량 및 부가가치에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 본 소절의 분석은 Linn(2009) 및 오형나(2011)의 연구와 동일하다. 본 소절의 분석은 다음 절에서 추정할 세율 변화 및 에너지가격 상승이 후생에 미치는 효과 분석을 위한 전제 분석이라고 할 수 있다.

우선 제조업 부문을 중간재 생산 및 최종재 생산으로 구분하여 검토한다. 최종재 생산부문  $j$ 에 속하는 사업체의 최종재 생산량  $Y_{jn}$ 은 이를 생산하기 위해  $E_{jn}$ 만큼의 에너지의 투입과 중간재 부문  $i$ 에서 구입한 중간재  $M_{ijn}$ 의 투입으로 결정된다. 따라서 기본적으로 최종재 생산은 투입된 에너지와 중간재에 의해 결정된다. 에너지 투입  $E_{jn}$ 을 결정하는 요소는 기본적으로 에너지가격  $P^E$ 에 의해서 결정되며, 중간재  $M_{ijn}$  투입에 대한 결정 요소는 중간재가격  $P_i$ 에 의해 결정된다. 중간재 부문이 에너지 집약 산업이라면, 중간재 부문의 산업 역시 에너지가격에 의존한다. Linn(2009)의 기본적인 아이디어를 바탕으로 직관적인 모형을 세워 보면, 에너지가격의 변화가 최종재 생산에 미치는 효과는 크게 세 가지 효과로 나눌 수 있다. 첫째는 에너지가격의 변화가 최종재 생산 자체에 미치는 직접적인 효과, 둘째는 생산 투입에 사용되는 중간재 산업이 에너지 관련 투입에 의존할 때 에너지가격 변화로 중간재 산업의 생산구조 등이 변화함에 따라 미치는 간접적 효과, 셋째는 에너지가격 변화로 에너지 관련 산업의 수요를 위축시켜 연쇄적으로 관련 산업에 미치는 간접적 효과이다. 이를 간단한 수식으로 표현하면 식 (V-1)과 같다.

$$\ln Y_{jn} = \beta_1 s_j^E \ln P^E + \beta_2 S_j \ln P^E + \beta_3 D_j \ln P^E \quad \text{식 (V-1)}$$

산업  $j$ 의 생산 과정을 예로 들어본다. 산업  $j$ 는 최종 생산물  $Y_j$ 를 생산하기 위해서는 에너지 관련 투입에 의존하게 되는데, 이때 에너지가격 자체가 변하면 투입 비용에 영향을 미쳐, 당연히 산업  $j$ 의 생산과정에 영향을 미치게 된다. 이것이 첫 번째 직접효과이다. 식 (V-1)에서  $s_j^E$ 는 에너지 집약도를 나타내며, 산업  $j$ 의 총생산비 대비 에너지 비용을 의미한다. 따라서 에너지비용의 상승에 따른 영향은 에너지 집약도가 높은 산업일수록 더 커지는 것을 반영한다.

두 번째 간접효과는 각 산업 간 연관효과를 반영하는 것으로서, 산업  $j$ 가 사용하는 중간재 산업  $i$ 가 에너지가격 변화에 영향을 받음으로써 발생하는 효과이며, 이는 식 (V-1)에서  $S_j$ 로 표현된다.  $S_j$ 는  $\sum_i s_{ij}^M s_i^E$ 로 계산되며, 이때  $s_{ij}^M$ 은 산업  $j$ 의 총생산비 중에서 중간재 산업  $i$  구입비용이 차지하는 비중을 의미하며,  $s_i^E$ 는 중간재 산업  $i$ 의 에너지 집약도를 나타낸다. 따라서 에너지를 많이 사용하는 중간재 산업에 의존하는 비중이 큰 산업  $j$ 일수록 에너지가격 변화에 더 크게 영향을 받는다.

마지막으로 세 번째 간접효과는 수요효과로서 산업  $j$ 의 생산물이 다른 산업( $k$ )에서 투입물로 사용되어 나타나는 효과를 반영한다. 식 (V-1)에서  $D_j$ 에 의해 반영되며,  $D_j$ 는  $\sum_k s_{jk}^M s_k^E$ 로 계산된다. 해석은 앞선 효과와 비슷하게 할 수 있다. 즉 산업  $j$ 의 생산물이 산업  $k$ 에서 사용되는 비중( $s_{jk}^M$ )과 산업  $k$ 의 에너지 집약도에 의해 결정된다. 에너지 집약도가 높은 산업에서 산업  $j$ 의 생산물을 많이 사용할 경우, 에너지가격 변화에 따른 영향은 더 크게 받게 되며 궁극적으로는 산업  $j$ 의 생산물에 영향을 줄 수 있다.

식 (V-1)의 모형을 통해 에너지가격 변화가 산업에 미치는 전반적 효과를 추정할 수 있으며, 이는 추후 탄소세 부과가 산업에 미치는 영향을 추정하는 데 중요한 자료가 될 수 있다. 자세한 추정 모형에 대해서는 다음 소절에서 설명하기로 한다.

## 나. 전가효과의 추정

산업의 생산함수 추정을 통해 에너지가격 변화가 산업에 미치는 영향을

추정한 후 추가적으로 검토하고자 하는 것은 탄소세 도입에 따른 에너지가격 상승의 귀착(incidence)효과이다. 이에 대한 기본적인 분석 방법은 Ganapati et al.(2020)을 따른다. 본 소절에서의 논의는 탄소세 도입과 함께 재생에너지 사용 비중의 증가, 교통·에너지·환경세의 조정에 따른 경제적 영향, 원자력 발전 비중의 변화 등이 함께 논의될 수 있으나, 탄소세 도입에 따른 후생 변화 효과를 추정하는 본 소절에서는 이와 같은 제반 여건의 변화를 고려하지 않는다. 본 소절의 분석은 추후 재생 에너지, 원자력 발전 등에 관한 구체적인 논의 과정에 필요한 자료가 제공되는 것에 목표를 둔다. 아울러 이러한 점은 본고 분석의 한계점이기도 하다.

후생 변화 효과의 추정은 현재 우리나라의 탄소세 도입 논의와 연결하여 매우 중요한 의미를 갖는다. 앞서 언급했듯이 우리나라는 2030년까지 국가 온실가스 감축목표치를 현재의 40% 수준으로 설정하고 있다. 탄소배출량을 목표만큼 줄이는 과정에서 탄소세 신설, 전기요금 인상 등의 조치 논의가 활발할 것이다. 따라서 이러한 에너지가격 인상에 대한 가능성이 높아지는 상황에서 이번 장에서 하려는 분석은 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.

탄소세 도입에 따라 에너지 투입 비용이 달라지고, 에너지 투입 비용의 변화에 따라 가격이 변화할 경우 제1절에서 살펴보았듯이 최종 산출물에 영향을 준다. 최종 산출물 변화 및 산출물 가격 등의 변화는 궁극적으로 최종 소비자에게 영향을 준다. 정책 담당자 입장에서 결국 관심 있는 것은 에너지가격 변화로 인해 생산자 및 소비자에게 미치는 효과이다. 만약 귀착효과가 생산자 및 소비자에게 불공평하게 적용된다면 정부의 적절한 개입을 통해 일정 부분 형평성을 추구할 수 있다. 반면 탄소세 도입으로 에너지가격이 상승하고 이에 따라 생산자 및 소비자가 부담하는 비용의 크기가 탄소세 도입으로 기대하는 여러 편익들의 크기를 상회한다면 탄소세 도입의 정책적 타당성은 재검토되어야 할 것이다. 이렇듯 여러 가지 이유로 에너지가격 변화의 귀착효과를 살펴보는 것이 정책 시행의 필수 과제라 할 수 있다. 참고로 Ganapati et al.(2020)에서는 전체적인 소비자로의 비용 전가효과는 75%로 추정하였으며, 이는 이론적으로 가격 상승에 따른 후생 부담(welfare burden)

을 100% 전가할 것으로 예측되는 것에 비해서는 작은 수치이다. 소비자들은 이론적인 수치보다 작게는 20%에서 많게는 70%가량 적은 부담을 갖는 것으로 분석되고, 반대로 생산자들이 세부담을 예상보다 많이 가져갈 수 있다. 사실 이럴 경우 생산자들의 추가적인 후생손실에 따라 생산 감축 등으로 이어진다면, 이는 추가적인 경제적 손실로 이어질 가능성도 배제할 수 없으나 일반 균형 관점에서의 분석은 본고에서 생략한다.

본고에서는 탄소세 도입에 따른 에너지가격 변화로 인한 생산자 및 소비자의 귀착효과 비교 검토에 초점을 맞춘다. 탄소세 도입이 생산자 및 소비자 후생에 미치는 귀착효과의 추정은 식 (V-2)와 같이 간단히 표현할 수 있다.

$$I \equiv \frac{dCS/dr}{dPS/dr} \quad \text{식 (V-2)}$$

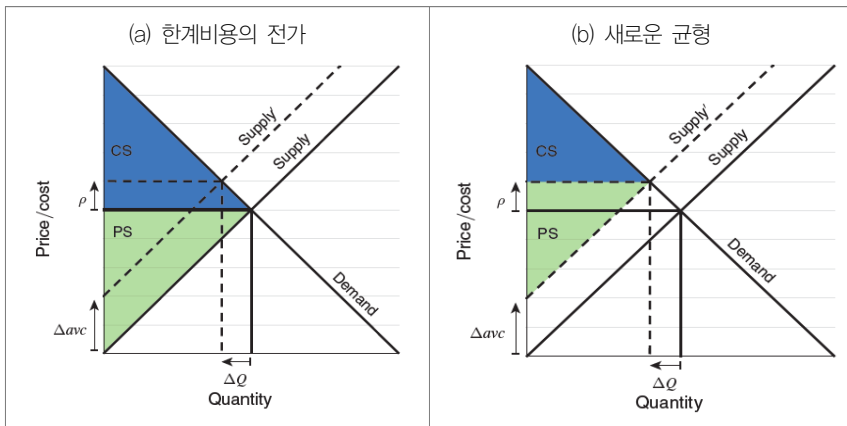
$I$ 는 세율  $\tau$ 가 변화하였을 경우의 귀착효과를 의미하며, 세율 변화가 생산자( $PS$ ) 및 소비자( $CS$ ) 잉여에 미치는 효과의 비율을 의미한다.  $I$ 가 1보다 크다면 세율 증가에 따른 소비자 잉여의 변화가 세율 증가에 따른 생산자 잉여의 변화보다 크다는 의미이기 때문에, 세율 증가에 따른 세부담이 소비자에게 대부분 전가된다고 해석할 수 있다. 반대로  $I$ 가 1보다 작으면 세부담은 생산자에게 대부분 귀착된다고 해석할 수 있다. 따라서 소비자와 생산자 간의 세부담의 상대적 크기를 나타내 주는 지표라 할 수 있다.

뒤에서 진행할 분석에 사용될 수식에 필요한 몇 가지 변수에 대해 정의한다. 탄소세의 산출물 가격으로의 전가 비율(pass through rate)을 다음과 같이 정의하고  $\left( \rho \left( \equiv \frac{dP}{dr} = \frac{1}{1 + \frac{\epsilon_D}{\epsilon_S}} \right) \right)$ , 탄소세의 한계비용으로의 전가율(cost-shift rate)을  $\gamma \left( \equiv \frac{dMC}{dr} \right)$ 로 정의한다. 마지막으로 탄소세의 평균가변비용(average variable cost)으로의 전가율을  $\frac{dAVC}{dr}$ 라고 정의한다.

만약 시장이 완전경쟁적이라면,  $I^{\text{완전경쟁}} = \frac{\rho}{dAVC - \rho} = \frac{\rho}{\gamma - \rho}$  와 같이 표현할 수 있을 것이다. 반면 시장이 독점적 구조라면,  $I^{\text{독점}} = \frac{\rho}{dAVC/dr} = \frac{\rho}{\gamma}$ 로 표현할 수 있다. 이는 직관적인 이해가 가능한 수식이다. 완전경쟁시장에서는

세율  $\tau$  이 증가하면 소비자 잉여(CS)는 산출물  $Q$ 와 세율 변화에 따른 가격 변화( $\rho$ )를 곱한 것만큼 감소할 것이다. 반면 세율  $\tau$  이 증가하면 생산자 잉여(PS)는 산출물  $Q$ 와 생산자의 마진(producer margin) 변화( $\gamma - \rho$ )를 곱한 것만큼 감소할 것이다. 반면 독점의 경우 세율  $\tau$  이 증가하면 생산자 잉여는 산출물  $Q$ 와 생산자의 마진 변화, 즉 한계비용의 변화  $\gamma$ 만큼 가져갈 것이다. 결과적으로 독점에서의 귀착효과  $I$ 는 완전경쟁의 경우에 비해 감소할 것이다.

[그림 V-6] 완전경쟁시장하의 전가

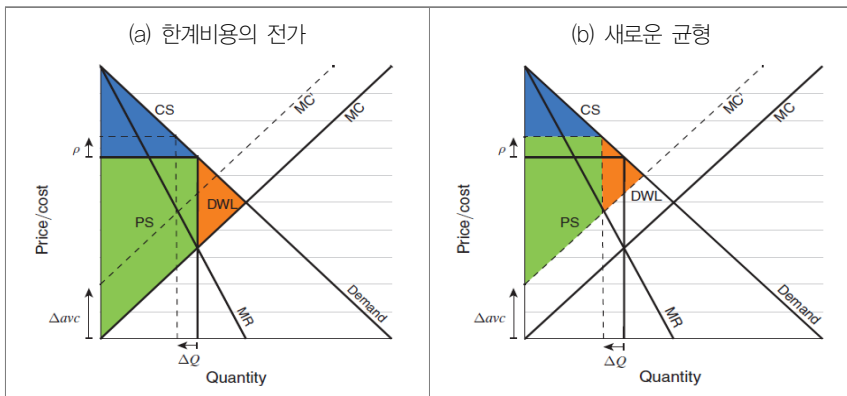


자료: Ganapati et al.(2020), p. 313.

완전경쟁에서의 전가현상은 <그림 V-6>에서 살펴볼 수 있다. 세율 변화로 인해 투입물의 가격이 상승할 경우, 평균비용의 변화를 (a)에서 살펴볼 수 있으며, (b)에서는 새로운 균형에서의 소비자 잉여 및 생산자 잉여의 변화를 관찰할 수 있다. 독점상황에서의 전가현상은 <그림 V-7>에서 살펴볼 수 있다. 독점에서도 완전경쟁과 마찬가지로 한계비용은 증가한다고 가정한다. 세율 변화에 따른 소비자 잉여의 변화는 완전경쟁과 동일한 방식으로 감소한다. 반면 독점에서의 생산자 잉여 크기의 변화는 평균비용 크기 변화에 의해 좌우된다. 왜냐하면 세율 변화에 따른 가격 변화가 추가적인 산출물 변화에 의해 상쇄되기 때문이다.

이렇듯 귀착효과의 추정은 시장 구조 형태에 따라 그 추정방법이 달라진다. 본고에서는 Ganapati et al.(2020)에서 정립한 이론적 모형을 차용하여 분석한다. 현실적으로는 완전경쟁시장과 독점시장을 가정하는 것보다 과점(oligopoly) 경쟁 상황을 가정하는 것이 바람직할 것이다. Ganapati et al.(2020)과 마찬가지로 시장에서의 기업들은 모두 동질적(identical)이라는 가정에서 출발한다. 분석에 추가적으로 사용하기 위해 수요탄력성, 러너지수 변수에 대해 정의한다.  $\epsilon_D = -[dQ/dp][P/Q]$ 는 수요 탄력성을 의미하며, 러너지수는  $L = (P - MC)/P$ 로 정의한다. 앞서 사용한 전가율( $\rho$ )과 한계비용 전가율( $\gamma$ )은 그대로 사용한다.

[그림 V-7] 독점시장하의 전가



자료: Ganapati et al.(2020), p. 314.

$N$ 개의 동질적인 기업의 이윤극대화 식은  $\pi = (P - MC)Q_i$ 와 같다. 투입물에 부과되는 세율에 대해 이윤극대화 조건식을 미분하면,  $\frac{d\pi}{dr} = Q_i[(1 - L \cdot \epsilon_D)\rho - \gamma]$ 로 정리할 수 있다. 이때 세율의 변화에 따른 소비자 잉여의 변화는 산출물  $Q (= N \cdot Q_i)$ 와 세율 변화에 따른 가격 변화( $\rho$ )를 곱한 값만큼 변화한다. 즉  $\frac{dCS}{dr} = -Q \cdot \rho$ 로 표현할 수 있다. 또한 세율의 변화에 따른 생산자 잉여의 변화는  $N$ 개의 동질적인 기업이 세율의 변화에 따라 얻는 이윤 크기의 변화로 표현할 수 있다. 따라서  $\frac{dPS}{dr} = N \cdot Q_i[(1 - L \cdot \epsilon_D)\rho - \gamma]$ 로 표현된다. 결과적으로 본고

에서 추정하고자 하는 궁극적인 귀착효과는 식 (V-3)과 같이 표현할 수 있다.

$$I \equiv \frac{\rho}{1 - (1 - L \cdot \epsilon_D) \rho} \quad \text{식 (V-3)}$$

식 (V-3)에 대한 직관적인 설명은 다음과 같다. 소비자들이 떠안게 되는 부담은 가격 변화분  $\rho$ 이며, 생산자들이 떠안게 되는 부담은 한계비용의 변화  $\gamma$ 와 가격 변화  $\rho$ 의 차이가 된다. 이는 앞선 경쟁시장의 경우와 동일한 해석이다. 다만 과점 경쟁의 상황에서는 가격 변화는 시장 지배력 지수(러너 지수)에 따라 달라지는 점이 다른 점이다. 그러므로 이해하려면 앞선 <그림 V-6>과 <그림 V-7>의 사이에 있는 변화로 생각하면 된다.

다음 절에서 식 (V-3)을 이용하여 실증분석을 진행한다. 실증분석을 진행하기 위해서는 추정 가능한 모수의 적용이 필요하며, 이를 위해 추정 가능한 모수들을 식 (V-3)의 형태에서 식 (V-4)와 같이 변형한다. 변형 과정에서 새로운 변수  $\rho_{MC} = \frac{dP}{dMC}$ 를 정의하며, 이는 한계비용의 가격으로의 전가를 의미한다. 이 새로운 변수와 세율의 가격 전가율  $\rho$ 의 관계는  $\rho = \gamma \cdot \rho_{MC}$ 와 같이 나타낼 수 있다. 결국 식 (V-3)은 다음과 같이 표현된다.

$$I \equiv \frac{\rho_{MC}}{1 - (1 - L \cdot \epsilon_D) \rho_{MC}} \quad \text{식 (V-4)}$$

식(V-4)와 같이 변형함으로써 실증분석에서는 세 가지 모수를 추정하면 된다. 한계비용의 가격 전가( $\rho_{MC}$ ), 시장 지배력 러너 지수(L), 그리고 산업의 수요탄력성( $\epsilon_D$ )이다. 각각의 모수는 별도로 추정되어야 하는 변수이다.

첫 번째로 한계비용의 가격 전가  $\rho_{MC} = \frac{dP}{dMC}$ 를 추정하기 위해서는 식 (V-5)와 같은 회귀방정식을 사용하여 분석한다.

$$p_{jt} = \rho_{MC, \epsilon} mc_{jt} + X'_{jt} \gamma + \eta_j + \pi_t + \epsilon_{jt} \quad \text{식 (V-5)}$$

식 (V-5)에서  $p_{jt}$ 는 산업  $j$ 의 최종 생산물 가격(본고에서는 산업별 생산

자 가격지수)을 의미하고,  $\rho_{MC,\epsilon}$ 는 생산물 가격의 한계비용 탄력성을 나타내며, 이는 식 (V-5)의 회귀식에서 추정하고자 하는 계수이다. 개별 사업체별로 생산물의 가격 정보가 있다면 식 (V-5)의 추정이 더욱 정확할 것이다. 하지만 본고에서 사용하는 「광업·제조업 조사」는 개별 사업체의 생산물의 가격정보를 제시하지 않는다. 추후 설명하겠지만 산업별 생산자 가격지수와 평균 한계비용을 통해 관심 있는 계수  $\rho_{MC,\epsilon}$ 를 추정하고자 한다.

식 (V-5)의  $\rho_{MC,\epsilon}$ 는 다음과 같이 표현되며,  $\rho_{MC,\epsilon} = \frac{dP}{dMC} \times \frac{MC}{P}$ ,  $\rho_{MC}$ 는  $\rho_{MC,\epsilon} \times \frac{P}{MC}$ 의 관계식을 통해 계산할 수 있다. 따라서 식 (V-5)로부터 추정된  $\rho_{MC,\epsilon}$ 를 통해  $\rho_{MC}$ 를 추정한 후, 이후 본고에서 관심을 갖는 귀착효과를 나타내는 식 (V-4)의 관계식을 통해 귀착효과  $I$ 에 대한 추정이 가능하다.

식 (V-5)의 구체적인 추정에 앞서 추정에 필요한 변수인 한계비용  $mc_{jt}$ 에 대한 도출이 선제적으로 필요하다. 한계비용 변수는 별도로 추정 과정을 거쳐 변수를 생성한다. 한계비용 추정의 기본적인 방법론은 Hall(1986)과 De Loecker and Warzynski(2012)의 연구를 바탕으로 한다. Hall(1986)과 De Loecker and Warzynski(2012)의 기본적인 아이디어는 다음과 같다. 기업의 1계 조건을 살펴보면, 에너지 산업의 마크업(가격과 한계비용의 비율)은 최종 생산물의 투입 요소(에너지) 탄력성에 의해서 결정된다.

마크업을 계산하기 위해 필요한 정보들은 <표 V-8>에 제시하였다. 「광업·제조업 조사」 자료를 활용하여 각 산업별 에너지 비용이 전체 비용에서 차지하는 비율을 첫 번째 열에 제시하였다. 또한 마크업 계산에 필수적인 총수입 대비 원자재 비용의 비율을 두 번째 열에 제시하였다. 세 번째 열은 생산요소인 노동, 원자재, 자본의 생산 탄력성 수치를 제시하였다. 생산탄력성 계산을 위해서 노동은 투입된 노동자 수를 사용하였고, 원자재는 연료, 에너지 등에 투입된 금액, 자본은 각 사업체가 보유하고 있는 자산 등을 사용하였다. 생산탄력성 수치를 바탕으로 추정한 규모에 대한 수익(returns to scale)을 살펴보면, 대부분 1.1 이하의 수치를 보여 규모에 대한 수익 불변임을 확인할 수 있다. 다만 코크스, 연탄 및 석유정제품의 경우 그 숫자가 조금 큰 것을 확인할 수 있다.

〈표 V-8〉 생산합수 추정 및 산출물의 요소 탄력성

산업(산업코드)	에너지 비용 비율	총수입 대비 원자재 비용 비율	생산 탄력성			규모에 대한 수인	마크업	관측 수
			노동	원자재(연료 등)	자본			
식품품(10)	0.08	0.54	0.33	0.55	0.15	1.04	1.02	3,744
음료(11)	0.17	0.39	0.57	0.50	0.12	1.20	1.28	181
섬유제품(의복 제외)(13)	0.15	0.38	0.44	0.42	0.16	1.01	1.11	1,434
의복 및 액세서리(14)	0.09	0.28	0.46	0.37	0.27	1.15	1.32	783
가죽, 가방 및 신발(15)	0.06	0.41	0.45	0.46	0.20	1.12	1.12	344
목재 및 나무제품(가구 제외)(16)	0.05	0.52	0.44	0.52	0.19	1.16	1.03	611
펄프, 종이 및 종이제품(17)	0.05	0.53	0.48	0.55	0.09	1.14	1.04	1,261
인쇄 및 기록매체 복제업(18)	0.07	0.32	0.59	0.36	0.15	1.11	1.13	94
코크스, 연탄 및 석유정제품(19)	0.04	0.62	0.45	0.63	0.25	1.35	1.02	116
화학제품(의약품 제외)(20)	0.08	0.50	0.39	0.51	0.20	1.15	1.04	2,513
의료용 물질 및 의약품(21)	0.06	0.49	0.38	0.56	0.16	1.16	1.14	489
고무제품 및 플라스틱 제품(22)	0.07	0.48	0.42	0.48	0.14	1.02	1.12	4,491
비금속 광물 제조업(23)	0.09	0.45	0.39	0.51	0.12	1.01	1.13	2,248
1차금속 제조업(24)	0.08	0.52	0.43	0.52	0.13	1.09	1.06	2,206
금속기공제품(기계, 가구 제외)(25)	0.08	0.41	0.48	0.43	0.18	1.10	1.05	5,541

〈표 V-8〉의 계속

산업(산업코드)	에너지 비용 비율	총수입 대비 원자재 비용 비율	생산 탄력성			규모에 대한 수익	마크업	관측 수
			노동	원자재(연료 등)	자본			
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향, 통신장비(26)	0.07	0.40	0.43	0.50	0.13	1.05	1.25	2,413
의료, 정밀, 광학기기, 시계 제조업(27)	0.04	0.39	0.42	0.50	0.14	1.05	1.28	1,967
전기장비 제조업(28)	0.04	0.49	0.41	0.49	0.14	1.03	1.02	3,457
기타 기계 및 장비 제조업(29)	0.04	0.42	0.45	0.43	0.16	1.03	1.02	7,437
자동차 및 트레일러 제조업(30)	0.09	0.43	0.46	0.43	0.17	1.07	1.06	2,870
기타 운송장비 제조업(31)	0.10	0.19	0.56	0.21	0.24	1.05	1.11	455
가구 제조업(32)	0.04	0.48	0.39	0.51	0.17	1.10	1.06	906
기타 제품 제조업(33)	0.04	0.39	0.43	0.42	0.20	1.03	1.08	706

자료: 통계청, 「공업·제조업 조사」 자료를 사용하여 저자 작성

추정한 원자재의 생산탄력성과 총수입 대비 원자재 비용 비율을 이용하여 마크업을 계산한 결과를 (5)열에 제시하였다. 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향, 통신장비, 의료, 정밀, 광학기기, 시계 제조업 등의 마크업이 25%로 높은 편임을 확인할 수 있다.

앞서 추정된 마크업과 산출물 가격지수를 활용하여 한계비용을 추정한다. 다시 언급하지만 개별 사업체의 산출물 가격에 대한 정보가 없어, 산업별 가격 지수를 사용하는 한계가 있다. 이렇게 변수들을 구축하고 식 (V-5)를 추정하여, 관심 계수인  $\rho_{MC,\epsilon}$  를 계산한다.

식 (V-5)의  $X_{nst}$ 는 산업별 특성(지역 분포, 종사자 수 등)을 나타내는 기본 통제변수이며, 기본적으로 산업 고정효과( $\eta_j$ ), 연도 고정효과( $\pi_t$ )를 통제하여 가격에 영향을 줄 수 있는 관찰되지 않은 특성들을 통제한다. 따라서 시간에 따라 변하지 않는 산업의 고정적인 특성에 따른 효과들은 통제 가능하며, 이에 따른 추정치의 편의는 발생하지 않는다. 그럼에도 불구하고 식 (V-5)의 추정은 내생성(endogeneity)으로부터 자유로울 수 없다. 시간에 따라 변하는 관찰 불가능한 변수들의 영향을 통제하기 어렵기 때문이다. 예를 들어 화학산업이 경기변동에 대처하는 능력이 석유산업이 경기변동에 대처하는 능력보다 더 우수하다면, 이는 산업별로 시간에 따라 변하는 요인이 최종 생산물의 가격과 한계비용에 동시에 영향을 줌으로써 추정치에 편의를 일으킬 수 있다. 산업별 고정효과를 통제한 후의 회귀방정식의 추정에서 산업별 한계비용이 가격에 미치는 효과는 과대 또는 과소추정될 수 있는 것이다. 또 한 가지 잠재적인 문제점은 설명변수인 한계비용( $mc_{jt}$ )의 측정오차(measurement error)가 있을 가능성이 있다. 이럴 경우 역시  $\rho_{MC,\epsilon}$ 의 추정은 정확하지 않을 수 있다.

내생성 문제를 해결하기 위해서는 한계비용  $mc_{jt}$ 에 대한 도구변수를 사용하는 방법이 있다. 도구변수를 사용함으로써 앞서 언급한 측정오차 문제 및 시간의 변화에 따른 통제되지 않는 효과를 해결할 수 있다. 또한 도구변수 추정을 통해 LATE(Local Average Treatment Effect)를 추정함으로써 세율 변화에 따른 정책적 효과를 추정하는 데 도움이 된다. 즉 세율 변화에 따라

영향을 받는 집단에 대한 분석이 가능하다는 장점이 있다. 다만 본고에서는 자료 확보 등의 어려움으로 도구변수 추정 대신 OLS 추정을 대체한다. 추정치는 추후 재검토하여 정확히 추정할 필요가 있다. 이는 향후 후속 연구로 남겨둔다.

이러한 한계점을 감안하고 식 (V-5)를 추정하여 한계비용의 가격 전이 효과  $\rho_{MC,c}$ 를 추정한다. 이 결과는 <표 V-9>에 그 결과를 제시한다. 추정은 「광업·제조업 조사」 자료의 2016~2019년 4개년도 자료를 이용하였다. 기본적으로 산업별 특징들(평균 고용원 수, 평균 자산 규모 등)은 모든 회귀분석에서 통제하였다. (1)열은 기본 통제변수만을 사용하여 식 (V-5)를 추정하였으며, (2)열은 연도 고정효과를 추가로 통제하였고, (3)열은 연도 고정효과 대신 지역 고정효과를 통제하였다. (4)열은 산업 고정효과만을 사용하였으며, (5)열은 연도, 지역, 산업 고정효과를 모두 사용하였다. 추정계수는 모형별로 큰 차이를 보이지는 않는다. 한계비용이 1% 증가하면 가격지수는 약 0.17% 증가한다. 모형별로 큰 차이를 보이지 않는 추정치는 한계비용과 가격의 상관관계가 일정하게 관찰됨을 나타낸다. 따라서 이 두 변수 간의 상관성에 충분한 신뢰를 가질 수 있다. 다만 앞서 언급했듯이 본고에서 분석한 모형은 내생성을 완벽하게 통제했다고 볼 수 없기 때문에 인과관계 분석을 위해서는 추가 검토가 필요하다.

<표 V-9> 한계비용의 가격 전이 효과

구분	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
한계비용	0.17*** (0.0000)	0.17*** (0.0000)	0.16*** (0.0000)	0.17*** (0.0000)	0.14*** (0.0000)
통제변수	0	0	0	0	0
연도 고정효과	X	0	X	X	0
지역 고정효과	X	X	0	X	0
산업 고정효과	X	X	X	0	0

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준  
자료: 저자 추정

이러한 기본 추정된 값들을 사용하여 다음 제3절에서 실증분석 결과와 함

계 최종적으로는 세율 인상 및 에너지가격 상승의 전가효과 및 후생효과를 살펴보도록 한다.

### 3. 실증분석(Empirical Analysis)

본 소절에서는 제2절에서 논의한 이론 모형을 바탕으로 실증분석을 검토한다. 실증분석은 제2절의 개념적 설명과 마찬가지로 두 가지 방법을 적용하여 분석한다. 첫 번째는 제조업 부문 생산 함수의 추정과 공급 측면의 탄력성, 수요 측면의 탄력성 추정과 관련한 실증분석이며, 두 번째는 세율 변화로 인한 에너지가격 상승에 따른 부담의 귀착효과 분석이다. 본 소절에서 사용하는 자료는 앞선 분석과 동일하게 통계청 「광업·제조업 조사」 2011~2019년 자료이다. 2013년과 2015년 자료는 조사되지 않아 분석에 포함된 자료는 총 6개 년도이다. 마지막에는 추정된 이 두 가지 방법을 모두 사용하여 세율 변화 혹은 도입에 따른 소비자 및 생산자 부담의 상대적인 크기를 계산한다.

Linn(2009)의 아이디어를 바탕으로 에너지 수요 함수를 추정하기 위해서는 다음과 같은 실증 모형을 사용한다.

$$\text{생산: } \ln y_{jnt} = \beta_1^q s_j^E \ln P_t^E + \beta_2^q S_j \ln P_t^E + \beta_3^q D_j \ln P_t^E + \delta_j^q + \eta_t^q + \epsilon_{jnt}^q \quad \text{식 (V-6)}$$

$$\text{부가가치: } \ln v_{jnt} = \beta_1^q s_j^E \ln P_t^E + \beta_2^q S_j \ln P_t^E + \beta_3^q D_j \ln P_t^E + \delta_j^q + \eta_t^q + \epsilon_{jnt}^q \quad \text{식 (V-7)}$$

$$\text{에너지 수요: } \ln e_{jnt} = \beta_1^q s_j^E \ln P_t^E + \beta_2^q S_j \ln P_t^E + \beta_3^q D_j \ln P_t^E + \delta_j^q + \eta_t^q + \epsilon_{jnt}^q \quad \text{식 (V-8)}$$

$y_{jnt}$ ,  $v_{jnt}$ ,  $e_{jnt}$ 는 각각  $j$  산업에 속한  $t$ 년도의 사업체  $n$ 의 생산량, 부가가치, 에너지 수요를 나타낸다. 생산량은 「광업·제조업 조사」에서 수집한 생산액을 산업별 생산자 물가지수로 나누어 계산하였으며, 부가가치 역시 실질 부가가치로 「광업·제조업 조사」에서 수집한 부가가치액 정보를 산업별 생산자 물가지수로 나누어 계산하였다. 에너지 수요는 세 가지를 분석하였는데,

「광업·제조업 조사」의 전력, 연료, 그리고 총 에너지 사용을 검토하였다.

또한  $j$ 산업은 산업분류 중분류 기준의 산업군을 의미한다.  $P_t^E$ 는  $t$ 년도의 에너지가격(원유, 석탄가격 등)을 의미하며,  $\delta_j$ 는  $j$ 산업 고정효과(fixed effect),  $\eta_t$ 는 연도 고정효과를 의미한다. 이 모형의 기본적인 가정은 각 산업 내에서의 연도별 에너지가격 변화를 이용하여 에너지가격 변화에 따른 산출물의 변화를 살펴보는 것이다. 모형에서  $s_j^E$ ,  $S_j$ ,  $D_j$ 는 제2절에서 정의하였듯이, 각각 산업  $j$ 의 에너지 집약도, 산업  $j$ 가 사용하는 중간재 산업의 에너지 집약도, 산업  $j$ 가 중간재로 사용될 때의 해당 산업의 에너지 집약도를 의미한다. 다시 언급하자면  $s_j^E$ 는 직접적 공급효과이며,  $S_j$ 는 산업연관을 통한 간접적 공급효과,  $D_j$ 는 산업연관을 통한 수요효과라고 할 수 있다.

본 실증분석은 우선 에너지가격의 내생성을 고려하지 않고 분석한다. 에너지가격이 완전히 외생적이라고 가정할 수는 없으나, 우리나라의 산업구조상 원유 및 석탄 등의 에너지가격이 상당 부분 외생적으로 정해지는 것을 가정한다. 물론 정책적 판단에 따라 가격 통제, 가격 조정의 가능성이 있기 때문에 가격의 외생성을 보장할 수 없다. 따라서 석탄 및 원유단가에 영향을 주는 외부요인들을 찾아보고 도구변수법을 활용하는 것이 적절하다. 다만 본고에서는 외생성을 가정하고 분석하고, 도구변수 추정에 의한 분석은 추후 연구로 남겨둔다.

우선 식 (V-6)~식 (V-8)은 독립적인 회귀분석으로 각각의 방정식을 개별로 추정할 수 있으나, 잔차항들이 서로 독립적이지 않을 가능성이 높다. 즉 최종생산, 부가가치, 에너지 수요에 미치는 관찰되지 않는 요인들이 서로 공통된 요인들일 수 있기 때문에, 이들의 상관관계를 모형에 반영해야 한다. 따라서 오형나(2011)의 연구와 마찬가지로 SUR(Seemingly Unrelated Regression) 모형으로 분석한다. 에너지 수요의 경우 실제로는 전력, 연료, 총에너지 세가지를 분석하기 때문에 SUR 모형에서는 총 5개 회귀 방정식을 분석한다. SUR 모형에 더해 개별 방정식 추정을 동시에 진행한다. 만약 SUR 추정 모형의 결과와 개별 방정식 추정 결과에 큰 차이가 없다면, 내생성 문제도 줄어들었다고 볼 수 있다. 이에 대해서 추후 모형의 계수를 비교함으로써 검토한다.

SUR 모형으로 5개 방정식을 추정하여 각각 모형의 계수 값  $\beta$ 를 추정하며, 이를 토대로 궁극적으로 에너지가격 변화의 효과를 추정한다. 본 장에서 관심 있는 것은 에너지가격 변화의 직접적인 효과를 비롯한 간접효과의 총합인 총효과라고 할 수 있다. 오형나(2011)에서 정의한 것과 동일하게 보고는 다음 세 가지를 최종적으로 추정하고자 한다.

$$\text{총효과: } \beta_1 s^E + \beta_2 S + \beta_3 D$$

$$\text{공급효과: } \beta_1 s^E + \beta_2 S$$

$$\text{수요효과: } \beta_3 D$$

총효과는 공급효과와 수요효과의 합이라고 할 수 있다. 추정된 계수 값들은 방정식의 모형을 통해 계산한 값을 사용하며,  $s^E$ ,  $S$ ,  $D$ 는 제조업 전체의 평균값을 사용한다. 즉 앞서 언급하였듯이 각 산업별로 에너지 집약도, 직접적 공급효과, 수요효과를 추정할 수 있지만, 총효과 계산은 제조업 전체의 평균값을 사용한다. 산업별 개별 추정 값을 사용하지 않고, 제조업 전체의 평균값을 사용한 것은 에너지가격 변화가 제조업 전반에 미친 효과를 살펴보는 데 유용하기 때문이다(오형나, 2011). 이때 Linn(2009)의 연구에서는 분석 자료의 초기 연도 제조업 평균값을 사용하여  $s^E$ ,  $S$ ,  $D$ 를 추정한 반면, 오형나(2011)의 연구에서는 분석 자료의 초기 연도 제조업 평균값이 아닌 가장 마지막 연도 제조업 평균값을 사용한 점이 차이점이다. 오형나(2011)의 연구는 「광공업통계조사」 1993~2009년 자료를 사용하였는데, 산업연관을 파악하기 위해 필요한 「산업연관표」의 1993년 자료가 존재하지 않아 Linn(2009)의 연구에서처럼 초기값을 사용하지 못하였다. 차선책으로 분석 연도의 마지막 연도인 2019년 자료를 사용하였다. 2019년에 사용된 자료는 <표 V-8>의 (1)열에 제시되었다. 본 연구는 「광업·제조업 조사」 2011~2019년 자료를 사용하며, Linn(2009)의 연구와 마찬가지로 초기 연도 값을 사용하기 위해 오형나(2011)의 연구에서 제시한 2008년의 수치인 <표 V-10>의 값과 2019년을 기준으로 작성한 <표 V-8>의 (1)열 값을 모두 사용하여 결과를 비교한다.

분석에 필요한 기본 정보를 위해 우선 <표 V-10>을 살펴본다. <표 V-10>은 2008년을 기준으로 제조업 부문의 에너지 집약도 및 요소비용의 비중을 보여준다. (1)열은 통계청의 「광업·제조업 조사」 자료를 이용하여 계산한 에너지 집약도이며, (2)열은 「산업연관표」를 이용하여 에너지 집약도를 계산한 결과이다. (3)열은 「산업연관표」를 이용하여 각 산업 내에서 다른 산업의 중간재 구입 관련 비중을 고려한 에너지 집약도를 보여주며, (4)열은 각 산업의 산출물이 다른 산업의 중간재로 사용되었을 경우를 고려한 에너지 집약도를 보여준다. (1)열과 (2)열은 각 산업의 에너지 집약도를 나타내며 비교 검토에 적합하다. 「광업·제조업 조사」 자료를 사용하여 분석한 첫 번째 열의 제조업 전체 에너지 집약도는 0.05144이며, 「산업연관표」를 사용하여 분석한 에너지 집약도는 0.03061로 약간의 차이가 존재한다. <표 V-8>의 (1)열에서는 최근 「광업·제조업 조사」인 2019년 자료를 사용하여 에너지 집약도를 계산한 결과, 제조업 전체 평균은 0.04138로 2008년의 수치와 비슷한 수준으로 보인다. <표 V-10>의 (3)열은 「산업연관표」를 사용하여 추정된 간접적 공급효과로서 에너지 집약도는 제조업 전체 기준 약 0.01636으로 추정되었으며, 마지막으로 (4)열은 「산업연관표」를 사용하여 수요효과로 추정된 에너지 집약도를 보여주며 그 값은 0.00515로 가장 작은 것을 알 수 있다.

<표 V-10> 2008년 기준 산업별 에너지집약도 및 요소비용 비중

산업(산업코드)	(1) <sup>1)</sup>	(2) <sup>2)</sup>	(3) <sup>3)</sup>	(4)
식료품(10)	2.187	0.804	0.595	0.107
음료(11)	3.588	0.749	0.713	0.017
담배제품(12)	1.204	0.099	0.189	0.001
섬유제품(의복 제외)(13)	4.300	4.911	2.229	0.467
의복 및 액세서리(14)	0.773	1.034	1.565	0.178
가죽, 가방 및 신발(15)	1.058	0.435	0.698	0.140
목재 및 나무제품(가구 제외)(16)	2.277	1.928	0.959	0.471
펄프, 종이 및 종이제품(17)	5.475	3.279	3.211	0.992
인쇄 및 기록매체 복제업(18)	1.546	0.857	1.748	0.277
코크스, 연탄 및 석유정제품(19)	73.475	62.073	1.191	2.896

〈표 V-10〉의 계속

산업(산업코드)	(1) <sup>1)</sup>	(2) <sup>2)</sup>	(3) <sup>3)</sup>	(4)
화학제품(의약품 제외)(20)	4,961	1,871	4,114	1,779
의료용 물질 및 의약품(21)	2,208	0,740	0,570	0,062
고무제품 및 플라스틱 제품(22)	2,516	1,033	1,340	1,210
비금속 광물 제조업(23)	15,305	3,090	5,118	0,402
1차금속 제조업(24)	9,721	3,091	2,809	2,208
금속가공제품(기계, 가구 제외)(25)	1,516	1,067	2,014	0,985
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향, 통신장비(26)	0,947	0,725	0,372	0,171
의료, 정밀, 광학기기, 시계 제조업(27)	0,565	0,543	0,618	0,066
전기장비 제조업(28)	0,917	0,860	1,089	0,245
기타 기계 및 장비 제조업(29)	0,683	0,601	1,199	0,738
자동차 및 트레일러 제조업(30)	0,968	0,593	0,915	0,316
기타 운송장비 제조업(31)	0,726	0,643	1,521	0,027
가구 제조업(32)	0,710	0,423	1,357	0,063
기타 제품 제조업(33)	0,912	0,820	1,077	0,030
제조업 전체	5,144	3,061	1,636	0,515

주: 1) 「광공업통계조사」: 100×에너지 비용/총생산비

2) 직접적 공급효과:  $s_j^E$  (=에너지 비용/총생산비)×100, 간접적 공급효과:  $S_j (= \sum_i s_{ij}^M s_i^E) \times 100$

3) 수요효과:  $D_j (= \sum_k s_{jk}^M s_k^E) \times 100$

자료: 오형내(2011), p. 27

〈표 V-10〉의 산업별 분포를 살펴보면, 코크스, 연탄 및 석유정제품의 에너지 집약도는 0.73475, 비금속 광물 제조업은 0.15305, 그리고 1차 금속 제조업의 경우 0.09721로 다른 산업에 비해 매우 큰 것을 알 수 있다. 곧 이들 산업이 에너지를 가장 많이 소비하고 있다고 해석할 수 있다. 다만 이러한 패턴이 2019년에 동일하게 관찰되지는 않는다. 따라서 연도별로 산업의 에너지 집약도에 변화가 있음을 알 수 있다. 간접적 공급효과와 수요효과의 경우 화학제품, 비금속 광물 제조업 등에서 높은 것으로 나타났는데, 이들 산업은 에너지 집약도가 높은 중간재에 대한 수요가 많은 것을 확인할 수 있다. 수요효과 측면에서는 1차 금속 제조업, 코크스, 연탄 및 석유정제품 등이 높는데, 다른 산업 부문에서 이들 생산물에 대한 수요가 많이 발생하기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

에너지가격( $P_t^E$ )은 『에너지통계연보』의 원유단가, 한국석유화학협회 「주요 원자재 가격동향」의 두바이유 기준 원유가격, 세계은행에서 집계하는 「에너지 가격 지수(energy price index)」를 사용하여 분석한다. <표 V-11>은 첫 번째 실증분석 결과로서 SUR 모형의 결과이다. 원유단가를 에너지 비용으로 사용하여 분석하였을 경우, 생산량의 경우 에너지가격이 1% 증가하면 총생산은 약 0.044% 감소함을 의미한다. 이는 옹형나(2011)의 연구에서 추정한 0.021% 감소보다 큰 수치이다. 다만 Linn(2009) 연구에서 제시하듯이 유가가 1% 상승할 경우 생산은 에너지투입계수, 본고에서는 약 0.031%만큼보다 크게 감소하는 것이 이론적 예측으로 본고의 추정치는 옹형나(2011)의 연구와 달리 이론적 예측에 부합한다. 부가가치의 경우에는 에너지 비용이 1% 상승하면 약 0.061% 감소하며, 에너지소비는 에너지 비용이 1% 증가할 경우 약 0.059% 감소하는 것으로 나타났다. 전력소비 및 연료소비는 에너지 비용이 1% 증가할 때 각각 0.074%, 0.041% 감소하는 것으로 나타났다. 공급 측면에서는 생산량은 0.03% 감소하고, 부가가치 역시 약 0.03% 감소한다. 반면 수요 측면에서는 생산량은 약 0.01% 감소하고, 부가가치는 약 0.03% 감소한다.

<표 V-11> 실증분석 결과 1

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$s_j^E \times \ln P_t^{E1}$	-0.9423*** (0.1617)	-1.0743*** (0.1420)	-0.7700*** (0.1133)	-0.8132*** (0.1008)	-0.9029*** (0.0820)
$S_j \times \ln P_t^{E1}$	-0.1019 (0.6833)	0.3996 (0.6003)	1.1471** (0.4787)	0.3975 (0.4260)	-0.4000 (0.3466)
$D_j \times \ln P_t^{E1}$	-2.5692** (1.1373)	-6.7380*** (0.9991)	-10.6059*** (0.7967)	-10.8180*** (0.7090)	-1.2668** (0.5768)
$\ln(Age_{jnt})$	0.1444*** (0.0083)	0.0389*** (0.0073)	-0.2412*** (0.0058)	-0.1977*** (0.0052)	-0.2187*** (0.0042)
$\ln(Age_{jnt})^2$	0.0692*** (0.0020)	0.0756*** (0.0018)	0.1208*** (0.0014)	0.1007*** (0.0013)	0.0806*** (0.0010)
관측 수	383,466	383,466	383,466	383,466	383,466
Total effect	-0.04374	-0.06105	-0.05942	-0.0741	-0.04071
Supply effect	-0.03051	-0.02635	-0.0048	-0.01839	-0.03418
Demand effect	-0.01323	-0.0347	-0.05462	-0.05571	-0.00652

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준

1)  $P_t^E$ 는 원유물가지수

자료: 저자 추정

〈표 V-12〉는 같은 방법으로 「두바이유 원유가격」을 바탕으로 추정된 결과이다. 〈표 V-12〉의 결과는 〈표 V-11〉과 유사하다. 유가가 1% 증가할 경우 제조업 부문의 생산량은 약 0.045% 감소하며, 부가가치는 약 0.063%, 에너지소비는 약 0.061%, 전력소비는 약 0.077%, 연료소비는 약 0.042% 감소하는 것으로 나타났다. 공급과 수요를 각각 살펴보면 공급 측면에서 생산량은 약 0.03% 감소, 부가가치 역시 0.03% 감소, 수요 측면에서는 생산량은 약 0.01% 감소, 부가가치는 약 0.04% 감소하여 〈표 V-11〉과 구성면에서도 비슷한 결과를 보여준다.

〈표 V-12〉 실증분석 결과 2

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$s_j^E \times \ln P_t^{E1}$	-0.9835*** (0.1673)	-1.1195*** (0.1470)	-0.7929*** (0.1172)	-0.8420*** (0.1043)	-0.9300*** (0.0849)
$S_j \times \ln P_t^{E1}$	-0.1086 (0.7073)	0.4227 (0.6214)	1.2123** (0.4955)	0.4088 (0.4409)	-0.3813 (0.3587)
$D_j \times \ln P_t^{E1}$	-2.6184** (1.1773)	-7.0168*** (1.0343)	-11.0187*** (0.8248)	-11.1941*** (0.7340)	-1.3707** (0.5971)
$\ln(Age_{jnt})$	0.1444*** (0.0083)	0.0390*** (0.0073)	-0.2412*** (0.0058)	-0.1977*** (0.0052)	-0.2187*** (0.0042)
$\ln(Age_{jnt})^2$	0.0692*** (0.0020)	0.0756*** (0.0018)	0.1208*** (0.0014)	0.1007*** (0.0013)	0.0806*** (0.0010)
관측 수	383,466	383,466	383,466	383,466	383,466
Total effect	-0.04537	-0.06349	-0.06118	-0.07674	-0.04176
Supply effect	-0.03188	-0.02735	-0.00444	-0.01909	-0.03471
Demand effect	-0.01348	-0.03614	-0.05675	-0.05765	-0.00706

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준

1)  $P_t^{E1}$ 는 원유수입단가

자료: 저자 추정

〈표 V-13〉은 세계은행의 「에너지가격 지수」를 이용한 분석 결과이다. 에너지가격이 1% 상승할 때 제조업 부문의 생산량은 약 0.0484% 감소하며, 부가가치의 경우 에너지가격이 1% 인상할 때 생산량은 0.0781% 감소하는 것으로 나타났다. 에너지소비의 경우, 에너지가격이 1% 인상할 때 0.091% 감소하는 것으로 나타났다. 공급 측면에서 생산량은 약 0.03% 감소, 수요

측면에서는 약 0.01% 감소하며, 부가가치는 공급 측면에서 약 0.04% 감소, 수요 측면에서도 약 0.04% 감소한다. 제조업 부문 생산량 감소에 미치는 효과의 크기는 <표 V-10>~<표 V-11>의 결과와 유사하게 나타났으며, 세 가지 결과 모두 Linn(2009)의 이론적 예측과 일치한다고 해석할 수 있다.

<표 V-13> 실증분석 결과 3

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$s_j^E \times \ln P_t^{E1}$	-1.0938*** (0.1842)	-1.2449*** (0.1618)	-0.9186*** (0.1291)	-0.9476*** (0.1149)	-1.0770*** (0.0934)
$S_j \times \ln P_t^{E1}$	0.0005 (0.0085)	0.0076 (0.0075)	0.0188*** (0.0059)	0.0067 (0.0053)	0.0001 (0.0043)
$D_j \times \ln P_t^{E1}$	-2.8950** (1.2981)	-7.7939*** (1.1403)	-12.2902*** (0.9094)	-12.3274*** (0.8092)	-1.7851*** (0.6584)
$\ln(Age_{jnt})$	0.1444*** (0.0083)	0.0390*** (0.0073)	-0.2413*** (0.0058)	-0.1977*** (0.0052)	-0.2187*** (0.0042)
$\ln(Age_{jnt})^2$	0.0692*** (0.0020)	0.0756*** (0.0018)	0.1208*** (0.0014)	0.1007*** (0.0013)	0.0806*** (0.0010)
관측 수	383,466	383,466	383,466	383,466	383,466
Total effect	-0.04838	-0.07812	-0.09111	-0.09238	-0.04216
Supply effect	-0.03347	-0.03798	-0.02781	-0.0289	-0.03297
Demand effect	-0.01491	-0.04014	-0.06329	-0.06349	-0.00919

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준

1)  $P_t^{E1}$ 는 원유수입단가

자료: 저자 추정

다음으로는 <표 V-14>~<표 V-16>은 SUR 모형 대신 개별 방정식 5개 각각을 추정한 결과이다. <표 V-14>는 에너지가격 변수를 『에너지통계연보』의 원유단가를 사용하여 다섯 가지 종속변수에 대해 개별적으로 분석한 모형이며, <표 V-15>는 에너지가격 변수로 한국석유화학협회의 「두바이유 기준 원유가격」을, <표 V-16>은 에너지가격 변수로 세계은행에서 집계하는 「에너지가격 지수」로 사용하여 분석한 결과이다. 결과를 살펴보면 원유단가가 1% 상승할 때 제조업 생산량은 0.032% 감소하며, 두바이유 가격이 1% 상승할 때 0.033% 감소하고, 세계은행의 에너지가격 지수가 1% 상승할 때 0.051% 감소한다. 이는 앞선 SUR 모형의 결과와 크게 차이나지 않으며, 여전히 Linn

(2009)의 이론적 예측과 일치한다. 공급 측면에서의 생산량은 각각 0.02%, 0.02%, 0.03% 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 수요 측면에서 생산량은 약 0.02%씩 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이 역시 앞선 모형들의 숫자와 크게 차이나지 않는다. 따라서 이들 개별 방정식의 추정들에 편이가 발생할 우려가 크지는 않은 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 앞서 언급했듯이 내생성을 통제하기 위한 도구변수 추정 등의 활용은 추후 필요하다.

〈표 V-14〉 실증분석 결과 4

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$s_j^E \times \ln P_t^{E1}$	-0.9208*** (0.1477)	-0.9956*** (0.1371)	-0.5298*** (0.1029)	-0.7262*** (0.0929)	-0.8401*** (0.0785)
$S_j \times \ln P_t^{E1}$	0.7414 (0.6328)	0.7885 (0.5687)	1.5115*** (0.4406)	0.7626* (0.3994)	-0.6615* (0.3420)
$D_j \times \ln P_t^{E1}$	-3.1079*** (1.0637)	-7.0607*** (0.9369)	-11.1503*** (0.7407)	-10.4650*** (0.6729)	-1.3203** (0.5800)
$\ln(Age_{jnt})$	0.2237*** (0.0074)	0.0988*** (0.0065)	-0.1587*** (0.0052)	-0.1727*** (0.0048)	-0.2220*** (0.0042)
$\ln(Age_{jnt})^2$	0.0556*** (0.0018)	0.0654*** (0.0016)	0.1030*** (0.0013)	0.0966*** (0.0012)	0.0817*** (0.0010)
관측 수	453,724	450,682	453,724	440,060	388,585
Total effect	-0.03206	-0.05394	-0.04891	-0.06365	-0.04334
Supply effect	-0.01606	-0.01758	0.00851	-0.00975	-0.03654
Demand effect	-0.01601	-0.03636	-0.05742	-0.05389	-0.0068

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준, \* 10% 유의수준

1)  $P_t^{E1}$ 는 원유수입단가

자료: 저자 추정

〈표 V-15〉 실증분석 결과 5

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$s_j^E \times \ln P_t^{E1}$	-0.9638*** (0.1531)	-1.0377*** (0.1419)	-0.5454*** (0.1066)	-0.7533*** (0.0962)	-0.8689*** (0.0814)
$S_j \times \ln P_t^{E1}$	0.7674 (0.6560)	0.8289 (0.5893)	1.5984*** (0.4568)	0.7971* (0.4140)	-0.6441* (0.3541)
$D_j \times \ln P_t^{E1}$	-3.2059*** (1.1026)	-7.3657*** (0.9712)	-11.6139*** (0.7678)	-10.8552*** (0.6974)	-1.4355** (0.6005)

〈표 V-15〉의 계속

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$\ln(Age_{jnt})$	0,2237*** (0,0074)	0,0988*** (0,0065)	-0,1587*** (0,0052)	-0,1727*** (0,0048)	-0,2220*** (0,0042)
$\ln(Age_{jnt})^2$	0,0556*** (0,0018)	0,0654*** (0,0016)	0,1030*** (0,0013)	0,0957*** (0,0012)	0,0817*** (0,0010)
관측 수	453,724	450,682	453,724	440,060	388,585
Total effect	-0,03346	-0,05614	-0,05036	-0,06592	-0,04453
Supply effect	-0,01695	-0,0182	0,00946	-0,01002	-0,03713
Demand effect	-0,01651	-0,03793	-0,05981	-0,0559	-0,00739

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준, \* 10% 유의수준

1)  $P_t^E$ 는 원유수입단가

자료: 저자 추정

〈표 V-16〉 실증분석 결과 6

구분	생산량	부가가치	에너지소비	전력	연료
$s_j^E \times \ln P_t^{E1}$	-1,0780*** (0,1687)	-1,1562*** (0,1562)	-0,6379*** (0,1174)	-0,8477*** (0,1061)	-1,0089*** (0,0897)
$S_j \times \ln P_t^{E1}$	0,0113 (0,0079)	0,0131* (0,0071)	0,0239*** (0,0055)	0,0119** (0,0050)	-0,0033 (0,0043)
$D_j \times \ln P_t^{E1}$	-3,5738*** (1,2166)	-8,2225*** (1,0716)	-13,0349*** (0,8472)	-12,0095*** (0,7694)	-1,8655*** (0,6620)
$\ln(Age_{jnt})$	0,2237*** (0,0074)	0,0988*** (0,0065)	-0,1588*** (0,0052)	-0,1727*** (0,0048)	-0,2220*** (0,0042)
$\ln(Age_{jnt})^2$	0,0556*** (0,0018)	0,0654*** (0,0016)	0,1030*** (0,0013)	0,0956*** (0,0012)	0,0817*** (0,0010)
관측 수	453,724	450,682	453,724	440,060	388,585
Total effect	-0,05122	-0,07752	-0,08626	-0,0876	-0,04054
Supply effect	-0,03281	-0,03518	-0,01914	-0,02575	-0,03094
Demand effect	-0,01841	-0,04235	-0,06713	-0,06185	-0,00961

주: 1. \*\*\* 1% 유의수준, \*\* 5% 유의수준, \* 10% 유의수준

1)  $P_t^E$ 는 원유수입단가

자료: 저자 추정

지금까지의 분석은 최종적으로 세율 변화와 에너지가격 상승의 전가효과를 추정하기 위한 과정이었다. 마지막으로 본 소절에서는 전가효과를 추정하기 위해서 앞서 식 (V-4)의 모형과 지금까지의 추정 결과를 사용하여 전

가효과를 계산한다. 재언급하면 전가효과를 추정하기 위해 필요한 모수들은 한계비용의 가격 전가효과  $\rho_{MC}$ , 시장 지배력 러니 지수, 그리고 앞서 추정 한 탄력성 수치이다. 이들은 모두 「광업·제조업 조사」 자료를 활용하여 계산하였다. 앞 절에서 추정한 산업별 모수들을 활용하여 최종적으로 세율 변화에 따른 에너지가격 상승으로 인한 소비자의 부담을 계산해 본다.

첫 번째 계산 결과는 <표 V-17>에 제시하였다. 각 산업별로 추정된 모수 값들과 소비자 부담, 그리고 제조업 전체에 대해 평균값을 제시하였다. 소비자 부담은  $\rho_{MC}$ , 수요 탄력성, 러니 지수 등을 이용하여 계산된  $I$ 값을 사용하여 계산하였다. 재언급하면 소비자 부담은 세율 변화에 따른 소비자 잉여 변화분과 생산자 잉여 변화분 중에서 소비자 잉여가 차지하는 부분이라고 할 수 있다. 소비자 부담을 계산하기 위해서  $I/(1+I)$ 를 이용하여 소비자 부담분을 계산하였다. 만약  $I$ 값이 0이라면 소비자 부담은 전혀 없고 세율 인상 및 에너지가격 상승에 따라 생산자가 모든 부담을 가져간다는 의미가 된다. 반대로 만약  $I$ 값이 1이라면 세율 변화에 따른 모든 부담은 소비자가 부담한다. 따라서  $I$ 값이 큰 산업에서 소비자 부담의 크기가 크며, 반대로  $I$ 값이 작은 사업에서는 소비자 부담의 크기가 작다.

추정 결과는 모든 산업에서 소비자가 세율 변화에 따른 부담이 100%를 넘지는 않는 것으로 추정된다. 따라서 세부담의 귀착이 생산자와 소비자에게 일정 부분 각각 돌아간다는 것을 확인할 수 있다. 예를 들어 식료품 군에서는 에너지에 부과하는 세율 변화에 따른 가격 상승의 소비자 부담은 약 35%로 추정되며, 섬유제품은 약 87%로 추정된다. 가구 제조업 분야는 약 28% 소비자 부담으로 귀착되며, 1차 금속 제조업은 약 43% 부담이 전가된다. 제조업 전체를 보면 소비자 부담의 크기가 평균적으로 30%에서 60% 대에 위치한다고 볼 수 있다. 이는 Ganapati et al.(2020)에서 추정한 수치와 유사한 수치로 해석할 수 있다. 펄프, 종이 및 종이제품의 경우 소비자의 부담이 약 94%로 크게 추정되었으며, 섬유제품 역시 소비자의 상대적 부담이 클 것으로 추정된다. 반면 전자부품, 의료, 정밀, 광학기기, 시계제조업 등은 소비자 부담이 낮게 추정되는 것을 확인할 수 있다. Ganapati et al.(2020)에서는

시멘트 산업의 경우 세율 변화에 따른 에너지 투입물 가격 상승으로 인해 소비자 부담이 약 46%로 추정되었다. 시멘트 산업에 대응될 수 있는 비금속 광물 제조업의 우리나라 소비자 부담의 크기는 약 76%로, Ganapati et al.(2020)의 추정결과에 비해 크게 추정되었다. 이는 우리나라의 시멘트 산업이 미국의 경우에 비해 덜 경쟁적이며, 이에 따라 탄소세 부과로 인한 소비자로서의 세부담 전가가 더 용이함을 간접적으로 추론할 수 있는 부분이다. 코크스, 연탄 및 석유정제품 산업의 소비자 부담은 약 18%로 낮게 측정되었는데, 이는 Ganapati et al.(2020)에서도 유사하게 관찰된다. 수치가 서로 다르게 추정되는 것은 우선 산업의 환경이 너무 다르다는 점과 본 장에서 분석하는 산업의 분류가 상대적으로 커서 다양한 산업이 하나의 분류로 잡히는 경우가 발생하기 때문으로 해석된다.

〈표 V-17〉 2008년 기준 산업별 에너지집약도 및 요소비용 비중

산업(산업코드)	$\rho_{MC}$	수요 탄력성	러너 지수 평균(L)	소비자 부담
식료품(10)	0.354	0.033	0.33	0.35
음료(11)	0.162	2.239	0.34	0.14
섬유제품(의복 제외)(13)	0.876	0.027	0.39	0.87
의복 및 액세서리(14)	0.716	0.205	0.17	0.69
가죽, 가방 및 신발(15)	0.694	0.813	0.30	0.59
목재 및 나무제품(가구 제외)(16)	0.222	0.234	0.49	0.22
펄프, 종이 및 종이제품(17)	0.980	0.103	0.46	0.94
인쇄 및 기록매체 복제업(18)	0.523	0.301	0.59	0.48
코크스, 연탄 및 석유정제품(19)	0.180	0.014	0.62	0.18
화학제품(의약품 제외)(20)	1.77	0.091	0.49	0.29
의료용 물질 및 의약품(21)	0.426	0.337	0.43	0.40
고무제품 및 플라스틱 제품(22)	0.138	0.183	0.49	0.14
비금속 광물 제조업(23)	0.768	0.031	0.35	0.76
1차금속 제조업(24)	0.436	0.014	0.25	0.43
금속가공제품(기계, 가구 제외)(25)	0.408	0.098	0.42	0.40
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향, 통신장비(26)	0.116	0.368	0.19	0.11
의료, 정밀, 광학기기, 시계 제조업(27)	0.108	0.781	0.15	0.11

〈표 V-17〉의 계속

산업(산업코드)	$\rho_{MC}$	수요 탄력성	러너 지수 평균(L)	소비자 부담
전기장비 제조업(28)	0.66	0.063	0.28	0.65
기타 기계 및 장비 제조업(29)	0.36	0.320	0.33	0.35
자동차 및 트레일러 제조업(30)	0.354	0.513	0.28	0.34
기타 운송장비 제조업(31)	0.546	1.042	0.21	0.49
가구 제조업(32)	0.276	0.004	0.28	0.28
기타 제품 제조업(33)	0.384	0.222	0.12	$0\rho_{MC}.38$
제조업 전체	0.498	0.329	0.347	0.47

자료: 저자 추정

추정 결과를 요약하면 한계비용의 가격 전가율이 낮은 산업군이 상대적으로 에너지가격 상승 등에 따른 소비자 부담의 증가분이 작은 것을 알 수 있다. 소비자 부담이 높게 추정된 섬유제품, 펄프, 종이 및 종이제품 산업은 대체로 한계비용의 가격 전가율이 높은 것을 확인할 수 있다. 반대로 소비자 부담이 낮은 음료, 의료, 시계 제조업 등의 분야는 한계비용의 가격 전가율이 낮은 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 소결

이번 장에서는 세율 변화에 따른 산업별 에너지가격의 변화, 그리고 궁극적으로는 소비자들의 부담에 대해 추정했다. 본 장은 Ganapati et al.(2020)의 연구방법론을 이용하였다. 이 연구방법론은 세율 변화에 따른 가격 변화 및 세부담의 전가효과를 추정하는 새로운 방법을 제시하였다. 세부담 전가효과의 추정 과정의 복잡성을 단순한 과정으로 추정할 수 있는 방법을 제시하여 기여한 것으로 평가할 수 있다. 한계비용의 가격 전가효과, 마크업과 시장 지배력 지수 등에 대한 직관적인 추정을 할 수 있는 배경을 제공하였다. 본 장은 통계청의 「광업·제조업 조사」 자료를 사용하여 Ganapati et al.(2020)의 방법론을 적용하였을 때 우리나라의 산업별 세부담의 소비자 전가효과가 어떻게 도출되는지를 검토하였다. 새로운 방법론 적용에 더해 산출물의 수요

탄력성 계산 등에는 기존에 많이 사용하는 방법론을 적용하였다.

분석 결과, 산업별로 한계비용의 가격 전가효과의 정도에 따라서 세율 변화의 소비자 부담 전가효과가 달라지는 것을 관찰할 수 있었다. 특히 섬유 제품, 펄프, 종이 및 종이제품 산업은 세율 변화에 따른 소비자 부담의 크기가 큰 것으로 나타났다. 세율 변화로 인한 중간재의 가격 변화 등은 소비자에게 90% 이상의 부담을 안겨줄 수 있음을 보였다.

본 장의 분석은 이전에 한국의 자료를 사용하여 분석된 적이 없는 측면에서 기여도가 인정될 수 있다. 하지만 한계점 역시 존재한다. 앞서 언급하였듯이 우선 「광업·제조업 조사」에서 개별 사업체 산출물의 가격 정보가 제시되지 않기 때문에, Ganapati et al.(2020)의 방법론을 적용하기 위해서는 매우 강한 가정이 들어간다. 따라서 앞서 추정된 주요 모수들에 편이가 발생할 가능성을 배제할 수가 없다. 또한 추정된 모수를 바탕으로 한계비용의 가격 전가효과를 추정하는 회귀식은 내생성을 통제하지 못한 한계점이 있다. 이 부분은 추후 연구에서 재검토되어야 할 것이다. 또한 본 장에서 분석한 세율 변화 및 중간재 투입물의 가격 변화에 따른 소비자 부담은 현재의 다른 조건들이 변하지 않는다는 가정에서 분석된 것이다. 만약 재생에너지 사용에 따른 추가적인 에너지 자원의 가용성이 높아진다면, 원자력 발전의 비중을 현재보다 늘린다면 하는 상황이 발생하면, 현재의 분석은 수정이 필요할 것이다. 다만 앞서도 언급했듯이 Ganapati et al.(2020)의 방법론은 부분 균형 방법론을 적용하여 세부담 측정 방법을 정교하게 설계한 장점이 있으며, 이를 국내 연구에 처음 시도했다고 할 수 있다.

지구온난화의 환경 문제가 매우 심각한 문제로 공감대를 형성하고 있다. 이에 대응하여 우리나라의 탄소 배출량을 2030년까지 현재 수준의 40%까지 줄이고 2050년까지는 탄소 배출량을 제로(0)로 만드려는 정책적 노력이 진행되고 있다. 구체적인 대안으로 제시되는 것은 탄소세 도입이다. 탄소세 도입은 분명 생산량과 소비량에 영향을 줄 것이다. 생산 측면에서는 새로운 세제 도입에 따른 산업의 경쟁력 약화, 그리고 소비 측면에서는 소비자에게 대한 추가적인 세부담이 정책 담당자 입장에서 심각하게 고민하는 내용일

것이다. 본 장의 분석은 탄소세 도입을 염두에 두고 그 세부담의 방향과 크기를 추정했다. 탄소세의 도입은 분명 소비자는 물론 생산자들에게 추가적인 부담으로 귀착될 것이다. 급격한 부담이 경제적 행동의 위축을 가져오지 않도록 하기 위한 추가적인 대책이 고민되어야 할 것이다.

---

## VI. 결론 및 정책적 시사점

---

본 연구에서는 우리나라의 탄소가격체계를 개편하는 주요 방안으로 거론되고 있는 탄소세의 도입 여건에 대해 살펴보았다. 우선 탄소가격 부담에 대한 국제 수준 등을 종합적으로 고려한 적절한 제세부담금의 수준에 대한 분석과 탄소가격체계 도입의 실효성에 대해 논의, 그리고 탄소세 도입 시 예상되는 경제효과 중 가격 전가효과 분석을 진행하였다.

제세부담금 수준에 대한 분석에서는 우리나라가 현행 환경에너지세제 및 배출권거래제 외에 탄소세의 형태로 추가적으로 탄소가격을 반영할 여지가 있는가에 대한 판단을 위해 현행 제세부담금의 수준이 탄소의 사회적 비용을 충분히 반영하고 있는지를 평가하였다. 분석 결과, 수송부문의 경우 OECD 주요국과 비교할 시 평균 수준으로 탄소의 사회적 비용을 반영하고 있다고 판단할 수 있는 가운데, 산업과 발전부문에서도 배출권거래제에 포함되는 대형 배출업체를 위주로 상당 부분 탄소가격을 부담하고 있는 현황을 파악할 수 있었다. 단 화석연료에 부과되는 현행 교통에너지환경세 및 개별소비세율이 탄소의 외부비용만이 아닌 혼잡비용 및 기타 대기오염 물질의 외부비용을 포함하여 산정된 만큼, 탄소가격의 추가 반영의 필요성에 대한 고민이 필요하다. 또한 최근 EU 주요국을 중심으로 배출권거래제와 탄소세의 연계방안이 추진되는 점을 고려하였을 때, 배출권거래제에 포함되지 않은 소규모 산업체 및 수송부문의 탄소세 도입 방안 또한 고민할 필요가 있을 것으로 판단된다.

이어지는 장에서는 탄소가격체계 도입의 실효성에 대해 논의하였다. 우리나라의 경우 이미 배출권거래제를 시행하고 있어 배출권거래제 외에 탄소세를 추가로 도입하여 운용하는 경우의 효과성을 살펴볼 필요가 있다. 그러나 두 가격체계를 동시에 운용하고 있는 사례가 많지 않은 것과 함께 효과를

살피기에 충분하지 않은 시행 기간 및 제도의 복잡성으로 인해 두 가격체계 간 연계의 인과적 효과를 살피기에는 어려운 측면이 있어, 탄소세 및 배출권거래제의 개별 효과에 대한 최근의 해외 연구를 기반으로 효과성을 판단해 보고자 하였다. 그 결과 스웨덴의 탄소세의 경우 온실가스 배출저감에 어느 정도의 효과를 거두었으나, 상대적으로 높은 세율로 도입하여 경유로의 적극적인 수송연료 전환을 야기한 점은 유념해야 할 필요가 있다. EU ETS의 경우 배출권거래가격이 탄소의 사회적 비용보다 낮게 형성되어 그 실효성에 대한 의문이 제기되어 왔으나, 대상 거래업체를 위주로 탄소배출 저감효과가 나타난 연구 결과에 비추어 볼 때, 탄소가격체계를 통해 탄소배출 비용을 부담하게 할 것이란 정부의 확실한 시장 신호를 제공하는 것의 중요성을 시사한다.

이어지는 장에서는 탄소세 부과와 경제적 효과를 분석하였다. 새로운 세금 부과로 인한 생산자와 소비자 간 귀착효과를 집중적으로 분석하였다. Ganapati et al.(2020)은 세부담 귀착효과를 분석하는 새로운 방법론을 제시하였고, 이를 통계청의 「광업·제조업 조사」 자료를 사용하여 실증적으로 분석하였다. 생산자와 소비자 간의 상대적인 세부담 귀착효과를 분석하기 위해 한계비용의 가격 전가, 러너 독점 지수, 산업별 수요 탄력성 등의 모수를 추정하였다. 추정된 모수를 바탕으로 생산자와 소비자 간 상대적 귀착효과를 산업별로 계산할 수 있었다. 산업별로 소비자의 부담 정도를 분석한 결과, 탄소세의 부과로 인해 소비자 부담이 100%를 초과하는 경우는 발견되지 않았다. 산업별로 소비자 부담의 상대적인 크기 변화는 뚜렷하게 관찰된다. 펄프, 종이 및 종이제품의 경우 소비자의 부담이 약 94%로 가장 크게 추정되었으며, 반대로 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향, 통신장비, 의료, 정밀, 광학기기, 시계, 제조업 분야의 소비자 부담은 약 11%로 추정되어 가장 작게 나타났다. 한계비용의 가격 전가율이 낮은 산업군은 상대적으로 에너지가격 상승 등에 따른 소비자 부담의 증가분이 작게 나타났다. 직관적으로도 세금 부과 이후 생산자가 가격을 통한 전가가 용이할수록 소비자에게 부담을 전가하기 쉽기 때문인 것으로 해석된다. 본고의 산업별 분석은 Ganapati et al.(2020)의 미

국 산업 분석과 산업별 차이를 보인다. 이는 기본적으로 미국과 우리나라의 산업 내의 시장 규모, 시장 지배력 등이 다르기 때문이다.

탄소세 도입은 생산자 및 소비자에게 모두 부담으로 작용할 것이다. 일부 산업에서는 소비자 부담의 크기가 크게 증가할 가능성도 있다. 제 V장의 분석은 생산자와 소비자의 상대적 부담을 측정하는 새로운 방법론을 우리나라의 실증 자료에 적용하였다는 점에서 의미가 있다. 다만 분석 과정에서 자료의 한계 등으로 에너지가격 등의 내생성을 충분히 통제하지 못한 부분은 아쉬운 부분이다. 이는 추후 후속 연구를 통해 강건성 검토를 진행해야 할 것이다. 탄소세 도입으로 생산자 및 소비자 부담의 상대적 크기 예측에 따라 선제적으로 정책 지원 등의 방안을 강구하는 것이 향후 세부담을 감소시키는 방법일 수 있다. 본고의 분석보다 더 세밀한 산업 분류 등에 대한 분석은 더 정교한 정책 설계를 위해 추후 필요할 것이다.

---

## 참고문헌

---

### 〈국내 문헌〉

강만옥·강광규·조정환, 『탄소세 도입 및 에너지세제 개편방안 연구』, 한국환경정책평가연구원, 2011.

기획재정부, 『2050 「탄소중립」 추진전략』, 2020.

에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 2011~2020.

\_\_\_\_\_, 『Energy info. Korea』, 2001~2020.

오형나, 『제조업부문 에너지 수요에 대한 연구』, 한국개발연구원, 2011.

유동현·박아현, 「최근 주요국의 탄소세 관련 현황 및 시사점」, 『세계 에너지 시장 인사이트』, 제13-44호, 2013, 에너지경제연구원, pp. 3~11.

통계청, 「광업·제조업 조사」, 2011~2019.

한국석유화학협회, 「주요 원자재 가격동향」, 2020.

한국은행, 「산업연관표」, 2011~2019.

\_\_\_\_\_, 「생산자물가통계」, 2011~2019.

### 〈외국 문헌〉

Andersson, J., “Carbon Taxes and CO<sub>2</sub> Emissions: Sweden as a Case Study,” *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(4), 2019, pp. 1~30.

Arimura, T. H. and T. Abe, “The impact of the Tokyo emissions trading scheme on office buildings: what factor contributed to the emission reduction?,” *Environmental Economics and Policy Studies*, 23, 2021, pp. 517~533.

- Aydin, Celil and Ömer Esen, "Reducing CO<sub>2</sub> emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?," *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13), 2018, pp. 2396~2420.
- Bayer, Patrick and Michaël Aklin, "The European Union Emissions Trading System reduced CO<sub>2</sub> emissions despite low prices," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117, 2020, pp. 8804~8812.
- Bel, Germà and Stephan Joseph, "Emission abatement: Untangling the impacts of the EU ETS and the economic crisis," *Energy Economics*, 49, 2015, pp. 531~539.
- Best, R., P. J. Burke, and F. Jotzo, "Carbon pricing efficacy: Cross-country evidence," CCEP Working Paper 2004, Crawford School of Public Policy, The Australian National University, 2020.
- Bruvoll, Annegrete and Bodil Merethe Larsen, "Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work?," *Energy Policy*, 32(4), 2004, pp. 493~505.
- De Loecker, Jan and Frederic Warzynski, "Markups and Firm-Level Export Status," *American Economic Review*, 102(6), 2012, pp. 2437~2471.
- Ganapati, S., J. S. Shapiro, and R. Walker, "Energy cost pass-through in US manufacturing: Estimates and implications for carbon taxes," *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(2), 2020, pp. 303~342.
- Haites, Erikm, Duan Maosheng, Kelly Sims Gallagher, Sharon Mascher, Easwaran Narassimhan, Kenneth R. Richards, and Masayo Wakabayashi, "Experience with Carbon Taxes and Greenhouse Gas Emissions Trading Systems," *Duke Environmental Law & Policy Forum*, 29, 2018, pp. 109~182.
- Hall, Robert E., "Market Structure and Macroeconomic Fluctuations," *Brookings Papers on Economic Activity*, 16(2), 1986, pp. 285~338.

- IEA, *Energy Prices and Taxes for OECD Countries*, 2020.
- \_\_\_\_\_, *World Energy Statistics and Balances 2018*, IEA, Paris, 2018.
- IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 2007.
- Jamet, Stéphanie, "Towards Green Growth in Denmark: Improving Energy and Climate Change Policies," OECD Economics Department Working Papers 974, OECD Publishing, 2012.
- Lin, Boqiang and Xuehui Li, "The effect of carbon tax on per capita CO<sub>2</sub> emissions," *Energy Policy*, 39(9), 2011, pp. 5137~5146.
- Linn, J., "Why do energy price matter? The role of interindustry linkages in U.S. manufacturing," *Economic Inquiry*, 47(3), 2009, pp. 549~567.
- Murray, Brian and Nicholas Rivers, "British Columbia's revenue-neutral carbon tax: A review of the latest "grand experiment" in environmental policy," *Energy Policy*, 86, 2015, pp. 674~683.
- Murray, Brian C. and Peter T. Maniloff, "Why have greenhouse emissions in RGGI states declined? An econometric attribution to economic, energy market, and policy factors," *Energy Economics*, 51, 2015, pp. 581~589.
- Narassimhan, E., Gallagher, K. S., Koester, S., and Rivera Alejo, J., "Carbon Pricing in Practice: A Review of the Evidence," Medford, MA, Climate Policy Lab, 2017.
- NERI, *The Use of Economic Instruments in Nordic and Baltic Environmental Policy 2001~2005*, Denmark, 2006.
- OECD, *Taxing Energy Use 2019: Using Taxes for Climate Action*, OECD Publishing, 2019a.
- \_\_\_\_\_, *World Energy Statics 2019*, 2019b.

- \_\_\_\_\_, *Effective Carbon Rates 2021: Pricing Carbon Emissions through Taxes and Emissions Trading*, OECD Publishing, Paris, 2021a.
- \_\_\_\_\_, *Taxing Energy Use for Sustainable Development: Opportunities for energy tax and subsidy reform in selected developing and emerging economies*, OECD Publishing, 2021b.
- Somanathan E., T. Sterner, T. Sugiyama, D. Chimanikire, N.K. Dubash, J. Essandoh-Yeddu, S. Fifita, L. Goulder, A. Jaffe, X. Labandeira, S. Managi, C. Mitchell, J. P. Montero, F. Teng, and T. Zyllicz, *National and Sub-national Policies and Institutions*, In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J. C. Minx(eds.)), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
- Sumner, Jenny, Lori Bird, and Hillary Dobos, “Carbon taxes: a review of experience and policy design considerations,” *Climate Policy*, 11(2), 2011, pp. 922~943.
- Weizman, Martin L., “How a Minimum Carbon Price Commitment Might Help to Internalize the Global Warming Externality,” NBER Working Paper 22197, NBER, 2016.
- World Bank, *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*, Carbon Pricing Leadership Coalition, 2017.
- \_\_\_\_\_, *State and Trends of Carbon Pricing 2020*, 2020.
- \_\_\_\_\_, *State and Trends of Carbon Pricing 2021*, 2021.

## 〈웹사이트〉

- 한국은행 경제통계시스템, <https://ecos.bok.or.kr>, 최종 검색일자: 2021. 11. 1.
- EU, “EU Emissions Trading System(EU ETS),” [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en), 검색일자: 2021. 11. 1.
- EU Fit for 55, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition>, 검색일자: 2021. 10. 27.
- IEA, “IEA World Energy Statistics and Balances,” [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-world-energy-statistics-and-balances\\_enestats-data-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-world-energy-statistics-and-balances_enestats-data-en), 2018, 검색일자: 2021. 10. 20.
- OECD Database, <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>, 검색일자: 2021. 10. 20.
- OECD Stat, “Effectvie Carbon Rates,” <https://stats.oecd.org/?datasetcode=ecr>, 검색일자: 2021. 10. 20.
- Our World in Data, “CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions,” <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>, 검색일자: 2021. 10. 20.

## 저탄소 사회로의 전환을 위한 조세정책의 역할

정재현 · 정다운

파리협정 및 UN 기후정상회의 이후 121개 국가가 2050년 탄소중립 목표 기후동맹에 가입함에 따라 2050 탄소중립은 글로벌 주요 의제로 부상하였다. 우리나라도 NDC 상향 등 최근 탄소중립에 대한 시대적 요구가 거세진 지금, 현재의 배출권거래제만으로는 탄소중립 목표 달성이 요원하여 강화된 탄소가격체계에 대한 요구가 높아지고 있다. 이를 반영하여 「2050 탄소중립 추진전략」에서도 탄소가격 시그널 강화, 기후대응기금 신설, 탄소중립 친화적 지출프로그램의 구축 등의 목표가 설정된 바 있다. 이 중 탄소가격 시그널 강화는 기존의 제도인 환경세제, 부담금, 배출권거래제 등 시장도구(Market instruments)의 역할을 종합적으로 검토하고, 기금 등을 통해 재정수입원으로 활용할 수 있도록 가격체계를 재구축하는 것을 내용으로 한다.

본 연구에서는 우리나라에서 이미 시행되고 있는 배출권거래제와 연계하여 탄소세를 도입할 수 있는 여건을 살펴보기 위해 우선 탄소가격 부담에 대한 국제 수준 등을 종합적으로 고려한 적정한 제세부담금의 수준에 대한 분석과 탄소세 도입 시 고려할 수 있는 경제효과 중 가격 전가효과를 위주로 분석을 수행하였다.

도입하는 장에서는 현재 우리나라에 도입된 탄소가격체계인 배출권거래제 대비 탄소세의 장단점을 파악해 보고, 해외 사례를 중심으로 탄소세 도입의

효과와 기존 에너지 과세와 대비하여 탄소세 도입의 배경, 현황, 산업경쟁력을 고려한 감면 현황에 대해 전반적으로 살펴보아 시사점을 도출하였다.

이어지는 장에서는 에너지 투입요소 가격 상승이 어느 정도로 소비자 가격에 전가되는지 살펴보아, 현 산업구조하에 탄소세 도입에 따른 경제적 효과를 간접적으로 추정하고자 하였다. 에너지가격 변동을 도구변수로 활용해 미국에서 탄소세 도입의 경제적 효과를 모의 분석한 Ganapati et al.(2020)의 연구를 활용, 탄소세 도입의 경제적 효과(귀착효과)를 개별 기업 단위에서 분석하였다. 이를 통해 탄소세 도입 시 고려할 수 있는 다양한 고려 요소 중에 산업부문의 탄소가격체계 강화의 귀착효과에 대해 살펴보았다.

탄소세 도입을 위주로 논의되고 있는 탄소가격체계 개편이 우리나라의 탄소감축 목표 달성에 어느 정도로 기여할 수 있을지는 계속 논의 중이며, 이번 연구가 저탄소 사회로의 전환을 위한 조세정책의 역할을 고민하는 데 있어 필수적인 연구자료로 활용되기를 기대한다.

## Improving Carbon Pricing Using Tax Policies in Korea

---

Jaehyun Jung and Dawoon Jung

South Korea declares the goal of carbon neutrality by 2050 to participate in the efforts of the international community to address climate change. One of the most important strategies for Korea to achieve the goal is putting the right price on carbon emissions. Carbon pricing incorporates climate risks into the cost of doing business so that the cost of climate impacts is better reflected in our production and consumption choices. This will allow the market to operate as an efficient means to cut emissions and to encourage to adopt low-carbon technologies. There are two main types of carbon pricing: emissions trading systems (ETS) and carbon taxes. In particular, carbon taxes are simple and cost-effective tools to curb excessive carbon emissions. Since Korea operates an emission trading system and environmental taxes already, we explore the rationale to introduce a carbon tax in Korea in this study.

We first evaluate current carbon pricing by using the results of Effective Carbon Rates from Taxing Energy Use (OECD) to evaluate the current level of carbon pricing in Korea relative to various macroeconomic indicators and emission intensities of OECD member countries. In order to better

understand the effectiveness of carbon pricing, we discuss the past literature examining the effects of carbon pricing-carbon tax or ETS on emission reduction.

We then examine the potential impacts of carbon taxes by investigating the incidence of an increase in energy price which can be a valid proxy for carbon taxes. By using the methodology suggested by Ganapati, Shapiro, and Walker (2020), we estimate the incidence of input taxes that accounts for incomplete pass-through, imperfect competition, and substitution among inputs. This study would provide important implications for policymakers to introduce carbon taxes in Korea.



## ■ 저자약력

### 정재현

연세대학교 경영학과 졸업  
미국 Columbia Sustainable Development 경제학 박사  
현, 한국조세재정연구원 부연구위원

### 정다운

서강대학교 경제학과 졸업  
미국 University of Southern California 경제학 박사  
현, 한국조세재정연구원 부연구위원

### 자료 수집 및 정리

유동영 한국조세재정연구원 연구원

연구보고서 21-08

## 저탄소 사회로의 전환을 위한 조세정책의 역할

---

---

발행	2021년 12월 31일
저자	정재현 · 정다운
발행인	김재진
발행처	한국조세재정연구원
주소	30147 세종특별자치시 시청대로 336
전화	(044)414-2114(대)
홈페이지	www.kipf.re.kr
등록	1993. 7. 15. 제2014-24호
정가	10,000원
조판 및 인쇄	일지사
I S B N	979-11-6655-100-0

---

© 한국조세재정연구원 2021 \* 잘못 만들어진 책은 바꾸어 드립니다.