

KEEI ISSUE PAPER

이슈페이퍼 23-11

탄소세 도입의 상업·공공용 건물에너지소비 영향 분석 연구

조성진·김수일·이성재



이슈페이퍼 23-11

**탄소세 도입의 상업·공공용
건물에너지소비 영향 분석 연구**

조성진·김수일·이성재

1. 연구 배경 및 목적

□ 온실가스 감축에 대한 국제사회와의 약속을 이행하기 위한 수단으로 현재 운영 중인 배출권거래제와 더불어 탄소세 도입의 필요성 제기

○ 정부는 2021년 11월 제26차 당사국총회(COP26)에서 목표가 상향된 '2030 국가 온실가스 감축목표(NDC)'를 발표하고 동년 12월 상향안을 국제연합(UN)에 제출함.

- 상향된 국가 온실가스 감축목표는 2030년까지 2018년 배출량(727.6백만 톤) 대비 약 40%의 배출량(291백만 톤) 감축을 제시함.

- '에너지 탄소중립 혁신전략(관계부처 합동, 2021)', '탄소중립 산업·에너지 R&D 전략(산업통상자원부, 2021)' 등 목표 달성을 위한 구체적 이행 수단이 제시되었고, 이를 종합한 이행 계획을 수립 중임.

○ 경제 전반에 걸쳐 보다 강력하면서 실질적인 온실가스 감축을 실행하기 위해 배출권거래제가 적용되지 않거나 제한적으로 활용되고 있는 부문에 대해 탄소세 도입이 필요하다는 주장이 제기됨.

- 유럽은 일반적으로 배출권거래제가 적용되지 않는 부문에 대해 탄소세를 도입하고 있지만 일부는 배출권거래제와 병행하고 있음.

- 이에 따라 정책당국은 2021년 유관 부처 합동으로 탄소가격 부과 체계(특히 탄소세) 도입에 대한 타당성 연구용역을 수행한 바 있음.

□ 탄소세 효과 및 영향을 심층적으로 분석한 국내 연구가 매우 드물며, 수행한 일부 연구도 주로 하향식 거시모형을 통해 산업부문의 영향만을 분석

○ 기존 탄소세 관련 국내 연구는 주로 연산가능일반균형(CGE)이나 산업연관표 기반 투입산출모형(Input-Output) 등의 상향식 거시경제 모형을 활용하여 특정 부문을 집중적으로 분석함.

- 특정 부문에 한정된 부분적 분석은 탄소세 부과에 따른 부문 간, 혹은 용도 간 상호작용은 반영하지 못할 가능성이 큼.

- 단일모형 사용으로 분석 결과의 신뢰도가 일부 부족한 측면도 존재함.

○ 2021년 정부 연구용역의 경우 산업, 수송, 전환(발전) 부문만을 대상으로 탄소세 도입 자체의 타당성만을 분석하였다는 한계가 존재함.

- 수송부문을 비롯하여 배출권거래제가 이미 적용되고 있는 산업과 전환 부문으로 한정하고 있으며, 건물 및 농·어업 부문은 분석에서 제외함.

- 해당 용역은 각 부문별 탄소세의 영향을 심층적으로 분석한 것이 아닌, 도입 자체의 타당성을 평가하고 있다는 한계가 존재함.

□ 본 연구는 ‘에너지·온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS)’을 이용하여 탄소세가 비주거용 건물의 에너지 소비와 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석하는 것이 목적

○ 기존 연구의 한계를 보완하기 위해 상향식 미시모형인 KEEI-EGMS를 활용하며, 탄소세 부과의 에너지 소비 및 탄소배출 영향을 정량적으로 분석함.

- 또한, World Bank에서 제안한 방법론(WB-간이방법론)을 보조 방법론으로 이용하여 주 모형을 통해 도출한 분석 결과의 정확성과 신뢰성을 제고함.

- 한편, 주 모형 외에 전력계통모형인 M-Core를 통해 도출한 전기요금을 이용하여 탄소세율과 전기요금에 대한 다양한 시나리오를 설계함으로써 모형의 적합성과 결과의 타당성을 평가함.

- 비주거용 건물 부문(상업 및 공공부문)에 대한 탄소세 부과의 영향 분석을 바탕으로 정책적 시사점을 비롯하여 다른 부문으로 분석 방법의 확장·적용을 위한 전략을 도출하고자 함.
 - 건물 부문은 간접배출까지 고려했을 때 온실가스 배출 비중이 상당히 크지만, 탄소세 등 탄소가격 부과에 따른 영향을 경제학적 관점에서 분석한 국내 연구는 없음.
 - ※ 2018년 건물부문의 온실가스 배출은 52.1백만 톤으로 다른 부문에 비해 배출량이 적은 편(전환 269.6백만 톤, 산업 260.5백만 톤, 수송 98.1백만 톤)이나, 간접배출까지 고려하면 배출량은 179.2백만 톤으로 수송부문보다 많음.
 - 주거용 건물의 경우 1) 비주거용 건물의 에너지 수요와 주거용 건물의 에너지 수요 함수의 이론적 도출 과정이 다르고, 2) 탄소세 분석을 위한 KEEI-EGMS 활용의 신뢰성 평가가 선행되어야 하므로 분석에서 제외하였으나, 본 연구 결과를 바탕으로 향후 분석을 확대하는 것이 필요함.

2. 주요 연구내용

- 3가지 탄소세 시나리오, 2가지 전기요금 추정 방법, 3가지 분석 방법을 적용하여 비주거용 건물 부문에 대한 탄소세 부과의 에너지소비와 탄소배출 영향을 분석
 - 탄소세 시나리오: 2만 원/tCO₂e (시나리오 1), 4만 원/tCO₂e (시나리오 2), 6만 원/tCO₂e (시나리오 3)
 - 에너지 가격(전기요금) 추정 방법: KEEI-EGMS (Case 1), M-Core (Case 2)

-
- 분석 방법: KEEI-EGMS(KEEI), 메타분석 결과 적용 WB-간이방법론(WB-Type 1), 기존 연구의 장기 가격탄력성 평균치 적용 WB-간이방법론(WB-Type 2)

□ 탄소세율의 증가는 모든 경우에서 상업·공공 부문의 에너지 소비를 기준 시나리오 대비 감소시키지만, 에너지원마다 감소율이 다르고, 적용 방법에 따라 차이 발생

- KEEI-EGMS를 이용하여 에너지 가격을 추정한 Case 1의 경우
 - KEEI의 경우 탄소세 부과로 인해 2030년 상업·공공 부문의 에너지 소비가 0.4~1.1% 감소하는 것으로 전망됨.
 - 석탄의 감소율이 가장 크며, 열, 도시가스, 석유 등이 그 뒤를 잇지만, 전기의 감소율은 0.2~0.4%에 불과하며, 신재생에너지는 0.9~3.4% 증가함.
 - WB-Type 1의 경우에는 에너지 소비가 2.6~6.7% 감소하여, KEEI 경우보다 감소율이 크게 확대됨.
 - WB-Type 2는 다소 낮은 장기 가격탄력성이 적용되어 WB-Type 1에 비해 에너지 소비 감소율이 조금씩 낮게 나타남.
- KEEI-EGMS와 WB-간이방법론의 결과를 비교해 보면, 에너지원별 감소율의 순위는 비슷하지만 KEEI의 도시가스, 열, 전기 소비 감소율이 WB-간이방법론에 비해 매우 작게 나타남.
 - 반면, 석탄과 석유제품의 감소율은 두 방법론이 비슷한 결과를 도출함.
 - 이는 두 방법론 간의 구조적 차이에 기인하는 결과로, WB-간이방법론은 가격효과만을 반영하고 대체효과는 배제하는 반면, KEEI의 경우 설비 교체, 효율 투자, 에너지 대체 등을 모두 고려하기 때문임.

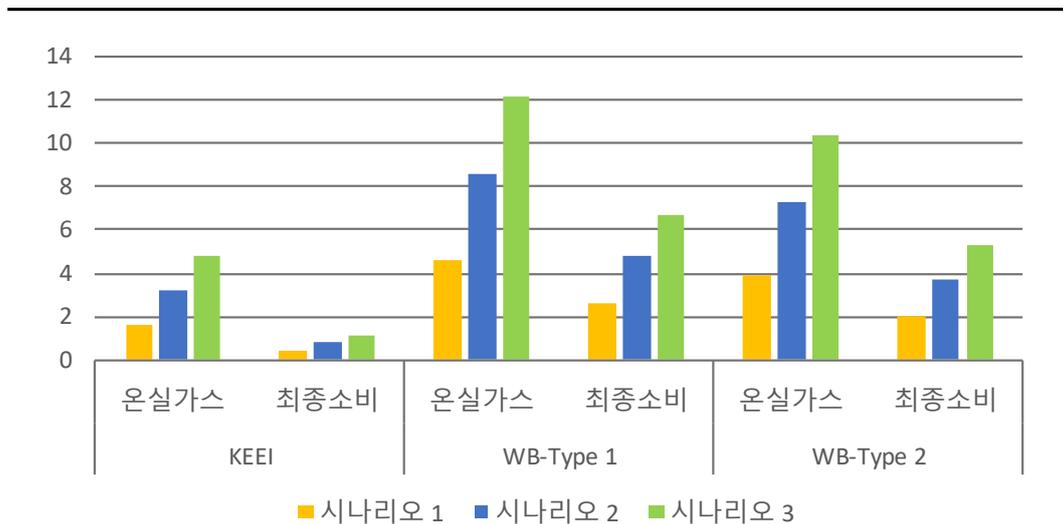
○ 전기요금의 변화를 M-Core를 이용하여 추정한 Case 2의 경우

- KEEI는 에너지 소비가 0.4~1.8% 감소하여 Case 1보다 소비 감소율이 조금 더 확대됨.
- WB-Type 1이나 Type 2는 전기요금 산정 방법 변경에 따라 전기수요의 감소율만 확대될 뿐 다른 에너지원에는 변화가 없음.
- KEEI는 전기요금 인상률의 상승이 타 에너지원, 특히 가스와 열에너지의 감소율을 축소함.

□ 온실가스 배출은 탄소세율이 올라갈수록 온실가스 감축 효과가 확대되지만, 에너지원간 상대가격에 따라 배출 감축 효과가 변화

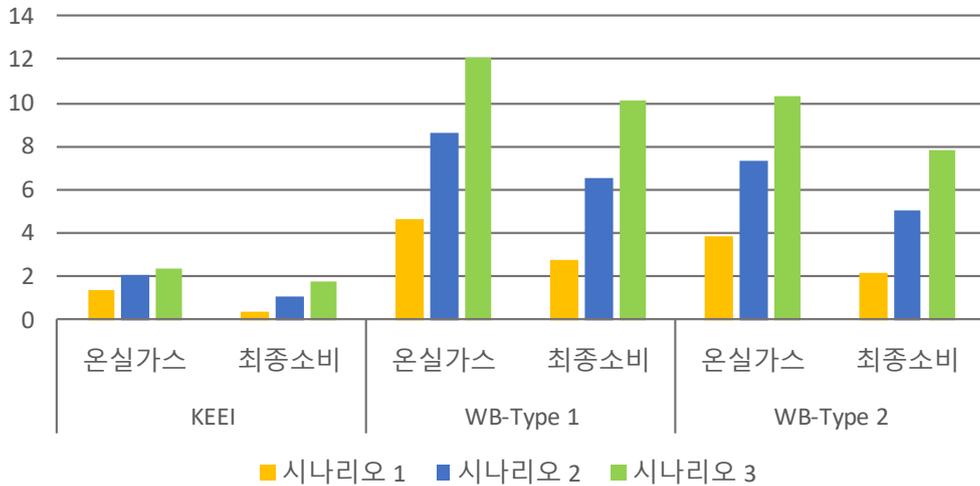
- 에너지소비는 전기, 열, 신재생에너지 같은 비배출원을 포함하기 때문에 온실가스 감소율은 에너지소비 감소율보다 크게 나타남(Case 1 참조).

[그림 1] Case 1의 시나리오별 온실가스 및 최종소비 감축률 비교 (%)



주: 기준 시나리오 대비 감소율의 절대값으로 표시. 온실가스는 직접배출의 감축률.
 자료: 본 연구의 [그림 5-1].

[그림 2] Case 2의 시나리오별 온실가스 및 최종소비 감축률 비교 (%)



주: 기준 시나리오 대비 감소율의 절대값으로 표시. 온실가스는 직접배출의 감축률.
 자료: 본 연구의 [그림 5-2].

- 탄소세는 대체효과 반영 여부와 탄소세의 에너지가격 형성 정도에 따라 온실가스 배출과 에너지 소비에 미치는 효과가 달라짐.
 - 대체효과를 반영한 KEEI는 대체효과를 반영하지 않은 WB-간이방법론보다 탄소세 부과에 따른 에너지 소비와 온실가스 배출 감축이 적은 것으로 분석됨(Case 1과 Case 2).
 - M-Core의 전기요금 인상률 추정치를 사용한 경우(Case 2), WB-간이방법론은 온실가스 배출의 변화는 없지만, KEEI는 최종소비 감소율이 미세하게 증가하는 반면 온실가스 감축률은 눈에 띄게 축소됨.
 - KEEI의 결과에서 온실가스 감축률이 축소되는 이유는 전기의 상대가격 상승으로 Case 1 대비 도시가스 및 지역난방에서 전기로의 에너지 소비 이전이 감소했기 때문임.

3. 결론 및 시사점

□ 본 연구는 비주거용 건물에 대한 탄소세 영향을 다양한 방법과 시나리오를 통해 분석하고, KEEI-EGMS를 활용한 신뢰성 있는 탄소세 분석의 타당성을 확인

○ 본 연구는 KEEI-EGMS와 보조 방법론을 활용하여 국내 상업·공공부문에 대한 탄소세 도입 효과를 경제학적 관점에서 최초로 분석하였으나 한계도 존재함.

- 비교 방법론으로 활용하고 있는 WB-간이방법론은 국내 에너지소비 구조와 특징을 반영한 장기 가격탄력성 전제를 적용하지 못하는 한계가 존재함.

- 탄소세가 에너지 가격에 미치는 다양한 상황을 고려하기 위해 도입한 M-Core의 전기요금 상승률 전제는 '9차 전기본'을 기반으로 하고 있어 전기요금 상승률이 과대추정 되었을 가능성이 존재함.

○ 하지만, WB-간이방법론 결과와의 비교, 다양한 탄소세 시나리오 및 에너지가격 도출 방법을 적용하여 KEEI-EGMS는 개별 에너지 수요나 최종 소비의 변화 방향이 이론과 상충하지 않음을 확인함.

- KEEI-EGMS는 가격효과 및 대체효과를 종합적으로 고려할 수 있다는 점에서 단순 분석보다는 정책의 다양한 효과를 살펴볼 수 있음.

- 탄소세의 영향 분석은 하나의 모형에 의존하기보다 WB-간이방법론, 연산가능일반균형모형 등의 다양한 모형을 병행하여 결과의 정확성과 신뢰도를 제고하는 것이 바람직함.

□ 적정 탄소가격 수준과 더불어 에너지가격 변화에 대한 보강 연구 필요

○ 본 연구를 통해 KEEI-EGMS를 탄소세 분석을 위한 신뢰성 있는 도구로 평가할 수 있는 만큼, 향후 연구에서는 다른 에너지 부문을 포괄하는 종합적인 영향 분석을 수행할 필요가 있음.

- 우선, 본 연구의 결과는 탄소세 부과가 상업공공용 건물의 에너지 소비에 미치는 영향을 거쳐 동 부문의 온실가스 직접 배출 감소 효과를 측정함.
- 전력 및 열 소비의 변화는 탄소세 부과가 발전 및 열생산 부문에 미치는 영향의 분석을 전제로 건물 부문의 간접 배출을 결정함.
- 배출권 도입이 어려운 수송 부문이나 이미 배출권을 도입하고 있는 산업 및 발전 부문에 탄소세 부과로 인한 효과를 모형을 통해 분석할 필요가 있음.

○ 최종적으로 영향을 미치는 것은 탄소세 자체가 아니라 에너지가격이므로 탄소세 부과를 반영한 전기 및 열요금, 에너지세제의 변화, 국제 에너지 시장의 변화 등을 충분히 고려한 분석이 필요함.

- 본 연구의 사례(Cases) 비교에서는 일정 수준 이상의 전기요금에서는 상대가격 변화로 인해 에너지 소비 감소는 증가하지만, 탄소배출 감소는 줄어드는 효과가 발생하는 것을 확인함(Case 1과 Case 2).
- 따라서 탄소세 수준별로 에너지원간 상대가격 변화와 이로 인한 탄소 배출량 증감 효과를 단계적으로 살펴볼 필요가 있음.

□ 연구결과는 목표 달성을 위한 탄소세율의 수준이 국내외 에너지 시장 및 정책환경에 따라 가변적임을 시사

○ 정책당국은 세계 차원, 에너지 부문 차원 그리고 경제 전체 차원 등 여러 측면을 고려하여 탄소세를 분석하고 정책을 설계해야 함.

- 국가 온실가스 감축목표 달성이 가능한 탄소세율을 분석하는 것이 목표는 아니지만, 본 연구에서 설정한 탄소세율의 범위로는 온실가스 감축 목표 달성이 어려운 것으로 판단됨.
 - 온실가스 감축 목표는 탄소세 외에도 다양한 정책이 우선 또는 병행되므로 목표 달성과 관련된 적정 탄소세 설정은 경제 및 정책 전반을 고려한 분석이 필요함.
- 따라서 에너지 부문 전체를 포함하는 것과 동시에 정책 전반을 고려한 최적 탄소가격에 대한 후속 연구를 제안함.
- 본 연구는 KEEI-EGMS를 이용한 탄소세 분석의 적정성을 평가하는데 비중을 두고 있어 탄소중립 달성을 위한 탄소세 수준에 대한 분석은 수행하지 않음.
 - 종합적인 후속 연구는 다른 온실가스 감축 정책 수단과 병행한 탄소세 효과를 추정함으로써 정책 수립에 실질적으로 기여할 수 있을 것으로 기대됨.