

## 2021년도 풀씨연구회 1기 결과보고

### 난제를 해결하기 위해 모아올린 탄소중립 공정전환 모임(난쏘공)

본 연구모임은 탄소중립 과정에서 발생하는 공정 전환에 대해 학술정보 교류 및 연구협동을 진행함으로써 사회적 난제에 대한 대안을 제안하고자 한다.

(총 7회 연구모임 진행)

팀장 김해동 연세대 대학원 경제학과 박사과정  
팀원 김규환 한국기술교육대학교 연구교수  
팀원 박소은 연세대 대학원 대기과학과 석사과정  
팀원 안지연 서강대 대학원 경제학과 박사과정  
팀원 최세영 연세대 대학원 기계공학과 석사과정

# 우리나라의 기후 취약계층 추정 및 심각도 분석

## 1. 서론

EU와 더불어 바이든 행정부가 출범하에 따라 미국이 탄소중립이라는 기조를 진행함에 따라 우리나라에서도 2020년 12월 「2050 탄소중립 계획」을 발표하였다. 구체적으로, 해당 계획은 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 등 시 달성을 목표로 다음의 3가지 전략을 제시하고 있다. 첫째, 경제구조 저탄소화, 둘째, 저탄소 산업생태계 조성, 셋째, 탄소중립사회로의 공정(公正)전환인데 여기서, 공정전환은 정의로운 전환을 의미한다. 즉, 탄소중립 과정에서 나타나는 기후 취약계층의 사회적 포용 개념을 의미한다.

그러나 탄소중립사회로의 공정전환에 있어 기후 취약계층을 어떤 식으로 정의하고 파악할지에 대한 연구는 미진한 상태이다. 이와 같은 에너지빈곤 문제를 어떤 식으로 포용할지는 사회적으로, 학술적으로 매우 중요한 이슈이다.

탄소중립 정책 과정에서 신재생에너지 발전을 늘리고 화력발전 및 원자력 발전 비중을 낮게 되고, 이로 인하여 단기간에는 에너지요금이 상승할 수 밖에 없는 상황이다. 특히, 최근 산업통상자원부는 주택용 전기요금을 8년 만에 인상한 바 있다.

에너지는 생활 필수재이며 특히, 하계와 동계에 냉난방을 위해 꼭 필요함. 따라서 에너지요금가격 상승은 고소득층보다 저소득층에게 더 큰 부담을 주게 되고, 적정 수준의 냉난방을 못하는 에너지빈곤(energy poverty) 문제가 더 심각해질 것으로 예상된다.

즉, 적정 수준의 냉난방 지출을 하지 못하는 기후 취약계층 가구는 동하계에 발생하는 온열질환 등을 비롯한 육체적·정신적 피해를 겪게 되는데, 에너지 비용상승으로 인하여 기후 취약계층의 경우 상대적으로 더 큰 피해를 겪을 수 있다.

따라서 본 연구에서는 탄소중립 사회로의 공정전환을 위해서 기후 취약계층을 어떤 식으로 정의하고, 이를 추정할 수 있는지 개별 가구의 건강 정보 등을 반영하여 제안하고자 한다.

## 2. 본론

본 연구는 탄소세 도입 과정에서 나타나는 에너지가격 상승이 기후 취약계층에 미치는 영향을 추정하고자 한다. 따라서 탄소중립 과정에서의 기후 취약계층을 어떤 식으로 정의할지 기존 선행연구를 바탕으로, 새로 제안하고자 한다. 본 연구에서는 적정수준의 에너지 소비를 하지 못하는 에너지빈곤층을 정의하는 지표를 확장하여 탄소중립 공정전환과정에서의 기후 취약계층을 정의하고자 한다. 기존 선행연구들에서도 어떤식으로 에너지 취약계층을 정의할지 연구가 지속적으로 이뤄졌다.

에너지빈곤층을 정의하고 그 규모를 추정한 연구로는 진상현 외(2010), 신정수(2011), 이건민(2015), 윤태연·박광수(2016) 등이 있다. 진상현 외(2010), 신정수(2011), 이건민(2015)는 초기연구로, 해외에서 사용된 에너지빈곤 추정방법론을 소개하고 최소에너지 등의 개념으로 에너지빈곤층을 추정하는 방법을 제안하였다. 특히, 윤태연·박광수(2016)은 기존에 제시된 에너지빈곤 지표를 정리하고, 가계동향조사 자료를 이용하여 우리나라 에너지빈곤율을 추정한 바 있다.

그러나 대부분의 기존 지표가 에너지빈곤층인지 여부인지를 판별할 뿐 해당 부분을 점수화하여 평가하는 지표는 전무하였다. 또한, 기존 선행연구들에서 제시된 방법론들의 경우, 개별 가구의 건강상태 및 에너지효율성 등을 반

영하지 못하는 한계점이 존재함따라서 본 연구에서는 기후 취약계층 가구를 지표화할 수 있는 형태로 제안하고자 한다.

Charlier & Legendre(2019)는 에너지효율성 측면, 에너지빈곤의 비용측면, 난방제약 측면을 동시에 살펴보고자 FPI(Fuel Poverty Index)를 개발하였는데, 본 연구에서는 해당 지표를 참고하여 우리나라에 맞는 지표를 아래와 같이 EPI(Energy Poverty Index)제안하고자 한다.

$$EPI = \sqrt[3]{I_C \times I_P \times I_R}$$

여기서 C는 단위 면적당 에너지소비량, P는 가구의 균등화된 가처분 소득, R은 가구의 건강상태 점수를 의미한다.

기존연구의 경우 특정 기준 이상은 아예 빈곤층에서 배제하는 식으로 에너지빈곤층 정의를 하였는데, 이와 같이 지표를 점수화한다면 에너지복지 사각지대에 놓인 가구들 또한 같이 분석할 수 있다. 또한, 개별 가구의 건강상태 혹은 식료품비 점수를 반영하여, 개별 가구의 건강상태를 간접적으로라도 점수화하여 반영하고자 한다. 개별 가구의 객관적인 건강상태를 측정할 수 있는 변수를 활용하면 가장 이상적이지만, 국내 데이터로는 해당 부분을 분석하기에 어려움이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 한국복지패널의 주관적 건강상태 항목 및 우울증 척도 항목 혹은 식료품비 지출액을 활용하여 건강상태를 추정하고자 한다.

### 3. 결론

본 연구에서 제안하는 지표의 경우, 가구별로 점수 구간을 나눌 수 있기 때문에, 에너지빈곤 차상위 계층을 파악하기 용이하다. 기존의 지표는 대부분 연료비 지출액을 기준으로 취약계층을 정의하기 때문에 소득이 낮아, 연료비를 원하는 수준으로 지출하지 못하는 가구를 파악하기 어려운 경향이 있다. 본 연구에서는 소득이 낮을수록 가중치를 주기 때문에, 해당 부분을 어느 정도 해소할 수 있을 것으로 보인다.

또한, 본 연구에서 제안한 기후 취약계층 지표와 기존에 개발된 지표들을 비교 분석하여, 본 지표의 한계점 및 개선방안을 살펴보고자 한다.

### 참고문헌

- 신정수, 2011, 『한국의 에너지 빈곤 규모 추정에 관한 연구』, 에너지경제연구원 기본연구보고서, 11-18.
- 윤태연·박광수, 2016, 『에너지빈곤층 추정 및 에너지 소비특성 분석』, 기본연구보고서, 16(2).
- 이진민, 2015, “한국 에너지빈곤 정의의 비판적 검토 및 대안적 접근,” 비판사회정책, 48, pp.248-284.
- 진상현·박은철·황인창, 2010, “에너지빈곤의 개념 및 정책대상 추정에 관한 연구.” 한국정책학회보, 19(2), pp.161-314.
- Charlier, D. & Legendre, B. 2019. “A Multidimensional Approach to Measuring Fuel Poverty.” The Energy Journal, 40(2).

## 연구모임 결과 및 향후 연구활용 계획

- 2020년 등장한 개념인 탄소중립의 공정전환 부분에 관하여 처음으로 젊은 연구자 모임을 진행하였음. 특히, 서로 다른 전공을 가진 인원으로 구성된만큼 서로 다른 연구분야에서 바라보는 탄소중립 공정전환에 대한 시각을 공유할 수 있었음
  - 탄소중립 공정전환은 단순히 하나의 전공에서 다루기 어려운 분야이기 때문에, 본 모임에 속한 경제학, 대기과학, 기계공학, 도시행정학과 등의 다양한 전공의 젊은 연구자들 간의 연구협력이 매우 중요하였음
- 국내·외 탄소중립 사례분석 및 선행연구 정리를 통한 우리나라 탄소중립 공정 전환의 문제점 및 대안 제시를 하였음
  - 본 연구에서는 미국 및 EU의 탄소세 관련 정책을 세부적으로 정리하였음
  - 또한, 주요국가에서 탄소중립 과정에서의 취약계층을 어떤 식으로 대응하는지 정리하였음
- 본 연구모임에서는 탄소중립 내에서도 취약계층을 중점적으로 다루는 공정전환 이슈에 대하여 기초 조사를 진행하였음
  - EU와 더불어 바이든 행정부가 출범하에 따라 미국이 탄소중립이라는 기초를 진행함에 따라 우리나라에서도 2020년 12월「2050 탄소중립 계획」을 발표하였음. 구체적으로, 해당 계획은 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상 동시 달성을 목표로 다음의 3가지 전략을 제시하고 있다. 첫째, 경제구조 저탄소화, 둘째, 저탄소 산업생태계 조성, 셋째, 탄소중립사회로의 공정(公正)전환인데 여기서, 공정전환은 정의로운 전환을 의미함. 즉, 탄소중립 과정에서 나타나는 기후 취약계층의 사회적 포용 개념을 의미함.
  - 그러나 탄소중립사회로의 공정전환에 있어 기후 취약계층을 어떤 식으로 정의하고 파악할지에 대한 연구는 미진한 상태임. 이와 같은 에너지빈곤 문제를 어떤 식으로 포용할지는 사회적으로, 학술적으로 매우 중요한 이슈임
  - 탄소중립 정책 과정에서 신재생에너지 발전을 늘리고 화력발전 및 원자력 발전 비중을 낮게 되고, 이로 인하여 단기간에는 에너지요금이 상승할 수 밖에 없는 상황임. 특히, 최근 산업통상자원부는 주택용 전기요금을 8년 만에 인상한 바 있음.
  - 적정 수준의 냉난방 지출을 하지 못하는 기후 취약계층 가구는 동하계에 발생하는 온열질환 등을 비롯한 육체적·정신적 피해를 겪게 되는데, 에너지 비용상승으로 인하여 기후 취약계층의 경우 상대적으로 더 큰 피해를 겪을 수 있음.
- 최종적으로 본 연구 모임에서는 탄소중립 사회로의 공정전환을 위해서 기후 취약계층을 어떤 식으로 정의하고, 이를 추정할 수 있는지에 대해 지표 개발을 제안하고자 하였음. 최종적으로 본 연구모임은 처음에 목표한 바와 같이, 국내의 어떤 데이터가 공정전환 이슈를 잘 설명할수 있는지 한국복지패널 자료를 선정하여, EPI라는 세부지표를 개발하여 추후 기후변화 취약계층 논의에 있어서 기초를 닦았다는 면에서 학술적으로 상당한 가치가 있음

- 본 연구모임에서는 탄소세 도입 과정에서 나타나는 에너지가격 상승이 기후 취약계층에 미치는 영향을 살펴보고, 탄소중립 과정에서의 기후 취약계층을 어떤 식으로 정의할지 기존 선행연구를 바탕으로, 새로 제안하고자 하였음. 또한, 적정수준의 에너지 소비를 하지 못하는 에너지빈곤층을 정의하는 지표를 확장하여 탄소중립 공정전환과정에서의 기후 취약계층을 정의하였음. 기존 선행연구들에서도 어떤식으로 에너지 취약계층을 정의할지 연구는 상당히 이뤄진 바 있음(진상현 외, 2010; 신정수, 2011; 이건민, 2015; 윤태연·박광수, 2016)
- 그러나 대부분의 기존 지표가 에너지빈곤층인지 여부인지를 판별할 뿐 해당 부분을 점수화하여 평가하는 지표는 전무하였음. 또한, 기존 선행연구들에서 제시된 방법론들의 경우, 개별 가구의 건강상태 및 에너지효율성 등을 반영하지 못하는 한계점이 존재함에 따라서 본 연구 모임에서는 기후 취약계층 가구를 지표화할 수 있는 형태로 제안하였음.
- Charlier & Legendre(2019)는 에너지효율성 측면, 에너지빈곤의 비용측면, 난방제약 측면을 동시에 살펴보고자 FPI(Fuel Poverty Index)를 개발하였는데, 본 연구 모임에서는 해당 지표를 참고하여 우리나라에 맞는 지표를 아래와 같이 EPI(Energy Poverty Index)를 최종적으로 제안하였음. 또한 본 연구 모임에서는 이를 에너지 취약계층을 정의하는 지표인 TPR과 비교하고자 함

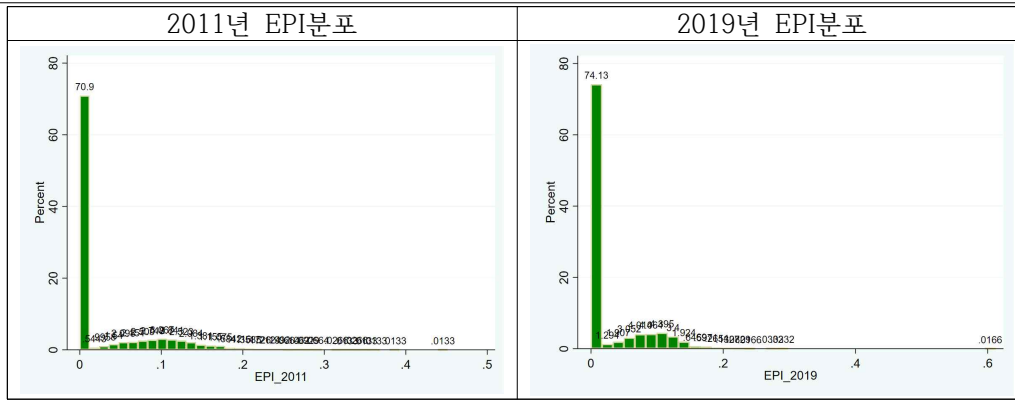
$$EPI(energy\ Poverty\ Index) = \sqrt{I_C \times I_P}$$

$$I_C = \frac{C - Min(C)}{Max(C) - Min(C)}$$

$$I_P = \frac{P - Min(P)}{Max(P) - Min(P)}$$

여기서  $C$ : 단위 면적당 에너지소비량,  
 $P$ :  $|Max(\text{균등화 소득, 균등화 기준 중위소득 } 60\%) - \text{균등화 기준 중위소득 } 60\%|$   
 $W$ : 가구의 균등화된 가처분소득  
 균등화 소득 =  $\frac{\text{(월 가구소득)}}{\sqrt{\text{가구 인원수}}}$

- 한국복지패널 자료로 2011, 2019년 추정된 EPI 분포는 아래와 같음. 각 연도에서 0의 값을 가지는 비중인 70.9%, 74.13%로 점차 비중이 증가하는 것을 확인할 수 있음. 이는 가구소득 관련해서, 기준 중위소득 60%를 넘는 가구가 시간에 따라 점차 증가하여 나타나는 것으로 파악됨. 즉, 시간이 지날수록 전반적인 에너지취약계층 가운데 소득 측면의 에너지빈곤 문제는 완화가 되고 있다고 해석할 수 있음. 반면, 시간이 지날수록 EPI분포가 점차 평균으로 집중되고 있음을 확인할 수 있음. 즉, EPI 기준에서 에너지빈곤 심각도가 심한 가구들의 수가 점차 줄어들었다고 해석할 수 있음. 이는 2015년 이후 시행된 에너지바우처 사업 등과 연관 지어 해석할 수 있을 것으로 보임



- 기존연구의 경우 특정 기준 이상은 아예 빈곤층에서 배제하는 식으로 에너지빈곤층 정의를 하였는데, 이와 같이 지표를 점수화한다면 에너지복지 사각지대에 놓인 가구들 또한 같이 분석할 수 있음.
- 본 연구 모임에서 정리한 2가지 주요내용인 (1)기후변화 취약계층 정의를 위해 필요한 데이터셋 및 (2)객관적으로 수치화할 수 있는 기후변화 EPI지표 개발 등의 내용을 2021년 환경학술포럼에서 발표를 하였음. 본 연구모임은 해당 내용의 참신성 및 구체성이 상당하다고 판단하였기 때문에, 추후 본 내용을 확장하여 정식 논문화를 진행하고자 논의하였음.
- 다만 본 연구는 아래와 같은 한계점이 있기 때문에, 이에 대한 보완이 필요할 것으로 보임
  - 본 연구에서 제안한 EPI의 차상위계층을 기준 중위소득 60%로 설정하고, 해당 기준의 이상의 소득을 가지는 가구는 에너지 취약계층으로 파악하지 않았음. 추후, 이러한 소득 기준선에 대한 정확한 연구가 필요할 것으로 보임
  - 또한, EPI지표의 경우 가구별로 점수를 산출할 수 있지만, 정확히 어떤 점수 구간부터 에너지 취약계층으로 정의할지에 대한 추가적인 연구가 필요함. 본 연구에서는 해당 작업까지는 다루지 못하였기 때문에, 이에 대한 후속 연구가 이뤄져야 할 필요가 있음
  - 그리고 본 연구에서 제안한 EPI는 에너지 사용량에 집중하여 측정한 기후변화 취약계층 지표임. 따라서 궁극적으로 이에 대한 확장이 필요할 것으로 보임
- 따라서 추후, 기후변화 취약계층의 정의 및 지표개발에 대한 학술연구를 지속적으로 진행함으로써, 탄소중립 공정전환 분야에서 각 연구원이 전문성을 쌓고 논문게재 하는 것을 목표로 설정하였음