pISSN : 1226-7147 eISSN : 2383-9171
https://doi.org/10.17208/jkpa.2018.11.53.6.101

Journal of Korea Planning Association Vol.53, No.6 (2018)
대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 제53권 제6호 pp.101-116

소득수준과 주택특성에 따른 난방에너지 소비의 역진적 인과구조*

The Regressive Causal Structure of Heating Energy Consumption Affected by Household Income and Housing Characteristics

최막중** · 정이레***
Choi, Mack Joong · Chung, I Re

Abstract

Paying an attention to the issue of energy poverty of low-income households and ensuing regressivity of energy consumption, this study empirically analyzes the effects of both household and housing characteristics on heating energy consumption in an integrated way and identifies their causal structure based on the 2016 Korea Housing Survey data provided by the Korean government. Multiple regression analysis shows that household income and deteriorated level of housing, such as age and degree of cracks have positive effects and floor area of housing has a negative effect on the heating energy consumption per unit area of housing (HECPUH). Path analyses further reveal that the direct effect of household income on HECPUH is offset by the indirect effects that are mediated by deteriorated level and floor area of housing, making the total effect statistically insignificant. As a result, there is no significant difference in HECPUH across all income strata, implying that low-income (high-income) households pay more (less) heating costs relative to their income level, since they reside in the houses with relatively low (high) energy efficiency. To deal with this regressive causal structure of energy consumption, a policy option is recommended to improve energy efficiency of low-income housing through the government assistance in its maintenance and repair.

키 워 드 ▪ 에너지 빈곤, 난방에너지 소비, 주택의 에너지 효율, 노후불량주택, 가구소득수준
Keywords ▪ Energy Poverty, Heating Energy Consumption, Energy Efficiency of Housing, Deteriorated Housing, Income Level of Household

Ⅰ. 서 론

취사와 냉·난방 등에 필요한 최소한의 에너지는 모두가 누려야 할 삶의 필수요건이다. 그럼에도 에너지 비용의 경제적 부담으로 인해 저소득층은 에너지 소비를 줄일 수밖에 없으며, 이에 따라 적정한 수준의 에너지는 물론 최소한의 에너지도 소비하지 못하는 에너지 빈곤 가구가 사회문제가 되고 있다. 일반적으로 '광열비 등의 에너지 구입비용이 가구소득의 10% 이상인 가구'[1]를 의미하는 이른바 '에너지 빈곤층'은 한국에서 2013년 기준으로 약 178만 가구에 이르는 규모로 추정되고 있다(김현경, 2015).

그런데 에너지 빈곤 문제는 저소득층의 사회경제적 조건뿐 아니라 이들이 거주하는 주택의 물리적 특성이 결합되어 나타날 수 있기에 문제의

* 본 연구는 정이레의 석사학위논문을 기초로 하여 발전된 것으로, 서울대학교 환경계획연구소의 지원을 받았음
** Professor, Seoul National University (Corresponding author: macks@snu.ac.kr)
*** Ph.D. Student, Seoul National University (ire.chung@snu.ac.kr)

복잡성이 더하다. 선행연구 결과에 따르면 저소득층이 거주하는 작은 규모의 주택은 단위면적당 에너지 효율이 떨어질 수 있다. 그리고 무엇보다 정책적 측면에서 문제시되는 부분은 노후불량주택에 거주하는 저소득층의 경우 투자여력이 부족하여 신기술을 접목한 에너지 저소비 주택은커녕 에너지 효율을 거론하기조차 어려운 주거환경에 놓여있기 때문에 에너지 비용 부담이 가중될 수밖에 없다는 점이다. 이러한 상황에서 에너지 복지 차원에서 저소득층에게 제공되는 에너지요금할인, 연료비 지원 등의 정책은 이들이 거주하는 주택의 에너지 손실로 인해 지원비용 대비 효과가 저하될 수밖에 없다.

이렇듯 가구의 에너지 소비구조에 있어 이들의 주거환경이 중요한 요인으로 작용하고 있음에도 불구하고 지금까지 국내연구들은 주로 가구의 인구·사회경제적 특성이 에너지 소비에 미치는 영향에 초점을 맞춘 반면, 주택의 물리적 특성의 영향을 통합적으로 분석하려는 시도는 상대적으로 부족하였다. 특히 가구의 소득수준에 따라 거주하는 주택의 노후불량상태가 달라질 수 있고, 이로 인해 에너지 소비도 변할 수 있는 인과구조를 살펴본 실증연구는 없었다. 이에 본 연구는 혹한기 동절기로 특징지어지는 한국의 기후조건상 필수적으로 공급되어야 할 난방에너지를 대상으로 하여, 소득수준을 비롯한 가구의 특성과 주택의 규모와 노후불량상태 등 물리적 특성이 난방에너지 소비에 미치는 영향을 통합적이고 구조적으로 분석함으로써 소득수준에 따라 난방에너지 소비 격차가 확대될 수 있는 역진성(regressivity)을 실증적으로 밝히는데 목적이 있다. 난방에너지는 실상 한국의 저소득층 주택정책과 오랜 인연을 맺고 있는데, 공공의 주택공급이 겨울철을 대비한 월동(越冬) 대책의 일환으로 이루어진 역사를 갖고 있기 때문이다(김태오·최막중, 2017).

분석자료로는 가구 단위의 미시자료인 2016년 주거실태조사 자료를, 그리고 분석모형으로는 다중회귀모형과 경로모형을 이용한다. 이후 제Ⅱ장에서는 이론과 선행연구를 고찰하고, 제Ⅲ장에서 분석자료와 모형, 변수구성에 관한 분석틀을 설정한다. 제Ⅳ장에서는 소득수준별 난방에너지 소비 특성 등에 대한 기초통계를 제시하고, 다중회귀모형과 경로모형을 통해 난방에너지 소비 결정요인과 인과구조를 분석한다. 마지막으로 제Ⅴ장에서 결론과 함께 정책적 시사점을 도출한다.

Ⅱ. 이론 및 선행연구 고찰

가구의 에너지 소비 결정요인으로는 에너지 가격과 소득으로 대표되는 경제적 요인, 가구의 인구·사회경제적 특성 요인, 에너지 절약 관련 태도·생활방식 요인, 건축물의 단열정도나 가전기기의 에너지 효율과 같은 물리적·기술적 요인이 있다(Moezzi and Lutzenhiser, 2010). 역시 이론적 측면에서 일찍이 가구의 에너지 소비가 사회경제적 요인뿐 아니라 주택의 물리적 요인에 의한 에너지 효율의 차이에 따라 달라질 수 있음을 설파한 Hitchcock(1993)에 의거하면, 이러한 요인들은 크게 가구특성과 주택특성으로 다시 압축할 수 있다. 그런데 가구 단위의 미시분석을 통해 축적된 선행연구의 실증적 증거는 주로 소득을 비롯한 가구특성의 영향을 중심으로 해석되어온 반면, 주택특성의 영향은 통제변수 이상의 큰 주목을 받지 못했다. 이후 검토되는 선행연구에서 종속변수가 되는 에너지 소비는 가구당뿐만 아니라 가구원 1인당 또는 주택단위당(단위면적당, 방 1개당) 기준으로도 분석되었지만, 가구원수와 주택면적을 제외한 다른 모든 독립변수들의 영향은 동일하므로 많은 경우 이를 구분하지 않고 그 결과를 보고하도록 한다.

선행연구 결과 중 가장 기본적으로 주목해야 할

것은 소득효과로, 가구소득이 높을수록 가구당, 1인당, 주택단위당 에너지 소비가 증가하는 현상은 일관되게 관찰되어 왔다(이성근, 2004; Rehdanz, 2007; Ewing and Rong, 2008; 임기추·허경옥, 2008; Guerra Santin et al., 2009; Jamasb and Meier, 2010; Kaza, 2010; Meier and Rehdanz, 2010; Kelly, 2011; Brounen et al., 2012; Larson et al., 2012; 정윤경·박광수, 2013; 최문선, 2013; 박광수·정윤경, 2014; 윤태연·강재성, 2015; 윤태연·남수현, 2015; 김영희, 2016, 이하 '기본연구'라 함). 이와 함께 가구원수가 많을수록 가구당, 주택단위당 에너지 소비가 증가한다는 결과도 보편적이다('기본연구' 중 Ewing and Rong(2008), Kaza(2010), Brounen et al.(2012) 제외).[2] 그런데 유의할 것은 1인당 에너지 소비는 가구원수에 비례하여 감소하고, 이에 따라 1인가구의 에너지 소비가 가장 높다는 결과이다(Holden and Norland, 2005; Fong et al., 2007; Brounen et al., 2012; Shröder et al., 2013). 이는 가구규모에 따른 에너지 소비에 규모의 경제(scale economies)가 존재하여 한계효과(marginal effect)는 체감하게 된다는 사실을 알려준다.

가구주 연령이 증가하는 경우 에너지 소비가 증가하거나(Fong et al., 2007; Rehdanz, 2007; Guerra Santin et al., 2009; Meier and Rehdanz, 2010; Brounen et al., 2012) 또는 증가하다가 일정 연령을 넘으면 감소하는 비선형의 관계를 보이기도 한다(O'Neill and Chen, 2002; 윤태연·남수현, 2015).[3] 이 때 연령과 에너지 소비간 양(+)의 관계는 나이가 들면 이동성이 떨어져 주택에 머무는 시간이 많아지기 때문으로 해석되며(Fong et al., 2007), 음(-)의 관계는 노인가구에서 발견되는 에너지 소비 감소 현상(박광수·정윤경, 2014)과 일치한다. 동일한 맥락에서 가구원 구성에 있어 집안에 머무르는 가구원이 있는 경우(Guerra Santin et al., 2009), 자녀가 있거나(Jamasb and Meier, 2010) 자녀수가 많을수록(Rehdanz, 2007; Meier and Rehdanz, 2010) 에너지 소비가 늘어난다.

소득 외에 교육수준이나 직업과 같은 사회경제적 특성은 에너지 소비와 유의한 관계가 없다는 결과(윤태연·강재성, 2015), 교육수준이 높을수록 에너지 소비가 증가한다는 결과(윤태연·남수현 2015), 에너지 절약 등에 대한 태도·생활방식의 측면에서 소득과 교육수준으로 대표되는 사회경제적 지위가 높을수록 에너지 효율적인 소비행동을 보여 오히려 에너지 소비가 감소한다는 결과(Estiri, 2016)가 혼재되어 있다. 점유형태에 있어서도 자가가구의 경우 차가에 비해 전기기기 사용이 많아 에너지 소비가 증가한다는 결과가 많지만(Jamasb and Meier, 2010; Kaza, 2010; Meier and Rehdanz, 2010; 정윤경·박광수, 2013), 그 차이가 유의하지 않거나(Larson et al., 2012) 오히려 임차가구의 에너지 소비가 많다는 결과(Rehdanz, 2007; Guerra Santin et al., 2009)도 존재한다.

한편 주택특성으로 가장 일반적으로 고려되는 변수는 주택의 규모로, 거주하는 주택의 면적이 넓을수록 가구당, 1인당 에너지 소비는 증가한다('기본연구' 중 Rehdanz(2007), Jamasb and Meier(2010), Meier and Rehdanz(2010) 제외, Holden and Norland(2005), Estiri(2016) 추가). 그런데 본 연구에서 주목하는 바는 주택면적이 증가함에 따라 주택단위당(단위면적당, 방 1개당) 에너지 소비가 감소한다는 사실로(Rehdanz, 2007; Meier and Rehdanz, 2010), 가구규모에서와 같이 주택규모에 있어서도 규모의 경제로 인한 한계효과의 체감 현상이 나타남을 확인할 수 있다. 주택유형에 있어서는 아파트에 비해 다른 유형의 주택 또는 보다 일반적으로 공동주택에 비해 단독주택에 거주하는 경우 에너지 소비가 증가하는 것으로 나타나는데('기본연구' 중 임기추·허경옥(2008), Kelly(2011), 윤태연·강재성(2015), 윤태연·남수현(2015) 제외, Holden and Norland(2005), Estiri(2016) 추가),[4] 그 이유는 아파트와 같은 공동주택은 세대 간에 벽을 공유하는데 비해 단독주택은 넓은 외피면적으로 열손실이 크기 때문으로 설명할 수 있다(김민경, 2012).

주택의 에너지 효율에 보다 직접적으로 영향을 미치는 물리적 상태는 본 연구의 주된 관심사로, 주택의 노후도를 나타내는 건축연도의 영향을 살펴보면 오래된 주택에 거주할수록 에너지 소비가 증가하는 것으로 확인된다(이성근, 2004; Holden and Norland, 2005; Rehdanz, 2007; Ewing and Rong, 2008; Guerra Santin et al., 2009; Kaza, 2010; Brounen et al., 2012; Larson et al., 2012).[5] 보다 명시적으로 주택의 물리적 유지보수 상태가 양호할수록 에너지 소비가 감소하는 것(Rehdanz, 2007; Brounen et al., 2012)도 주목해야 할 결과이다. 기술적 차원에서는 주택의 에너지 효율성 평가결과가 좋을수록(Kelly, 2011), 단열재를 사용한 경우(Guerra Santin et al., 2009), 창문개수가 적을수록(Steemers and Yun, 2009; Larson et al., 2012) 에너지 소비가 감소하는 것으로 나타난다. 난방방식·연료도 에너지 소비의 기술적 영향요인이지만, 그 종류가 다양한 만큼 여러 결과가 존재한다(Rehdanz, 2007; Steemers and Yun, 2009; Meier and Rehdanz, 2010; 윤태연·강재성, 2015; 김영희, 2016).

이상 가구특성과 주택특성 외에 지역특성은 주로 대도시나 농촌지역의 겨울철 생활양식의 차이(이성근, 2004; Fong et al., 2007; Kaza, 2010; 최문선, 2013; 박광수·정윤경, 2014)나[6] 남·북부지역간 기온 등 기후특성의 차이(Fong et al., 2007; 임기추·허경옥, 2008; Meier and Rehdanz, 2010)로 인한 에너지 소비 변화를 포착하기 위해 사용되었는데, 후자의 경우 명시적으로 난방도일[7]을 변수로 투입하기도 한다(이성근, 2004; Ewing and Rong, 2008; Steemers and Yun, 2009; Meier and Rehdanz, 2010; Kaza, 2010; Kelly, 2011; Larson et al., 2012; 최문선, 2013). 기후조건과 마찬가지로 가구의 입장에서는 외생적으로 주어진 조건인 에너지 가격에 대해 그 영향을 분석한 경우는 Kaza(2010)가 유일하며, 가격이 높을수록 소비는 감소하는 것으로 나타난다.

마지막으로 선행연구 결과 중 가장 주목해야 할 부분은 경로모형을 포함한 구조방정식 모형을 이용해 분석한 가구특성과 주택특성간 상호작용이다. 특히 본 연구의 초점인 소득수준과 에너지 소비의 관계를 매개하는 주택특성은 서구적 주거환경의 맥락에서 고소득층이 거주하는 '넓은 단독주택'으로 상징되듯 주택의 면적과 유형으로 대표되고 있다. 구체적으로 Steemers and Yun(2009)은 가구소득이 높을수록 넓은 주택면적, 많은 창문개수의 단독주택에 거주함에 따라 에너지 소비가 증가하는 매개효과를 포착한 바 있으며,[8] Estiri(2016)도 소득과 교육수준 등 사회경제적 지위가 높은 가구일수록 넓은 면적의 단독주택에 거주하기 때문에 간접적으로 에너지 소비가 증가하는 것으로 분석하고 있다. 이에 비해 Kelly(2010)에서는 가구소득과 에너지 소비를 매개하는 주택특성이 주택면적 하나로 대표되고 있다.

Ⅲ. 분석틀

본 연구의 실증분석자료는 국토교통부의 2016년 주거실태조사 자료이다. 이 자료는 가구 단위의 설문조사에 기초한 것으로, 개별 가구의 인구·사회경제적 특성과 이들이 거주하는 주택의 물리적 특성에 대한 정보를 동시에 포함하고 있을 뿐 아니라 2016년 조사부터 월평균 주거비관리비 조사항목으로 동절기(12월~2월) 난방비가 추가되어 가구특성, 주택특성, 난방비의 관계를 통합적으로 분석하기에 가장 적합하다. 설문조사는 2016년 7월부터 9월까

지 수행되었으며, 응답가구는 전국적으로 분포되어 있다. 표본은 총 20,133가구에 달한다.

실증분석의 초점이 가구특성뿐 아니라 주택특성이 난방에너지 소비에 미치는 영향을 통합적으로 분석하고, 이러한 가구특성과 주택특성의 영향을 인과관계로 구조화하여 집약하는데 있으므로 분석모형으로는 다중회귀모형(multiple regression model)과 경로모형(path model)을 사용한다. 다중회귀모형은 다양한 가구특성과 주택특성 변수들을 동시에 투입하여 다른 변수들의 영향을 통제한 상태에서 개별 변수가 난방에너지 소비에 미치는 영향을 분리, 검증할 수 있는 장점이 있다. 그렇지만 다중회귀분석에서는 독립변수들이 난방에너지 소비에 미치는 직접적인 영향만을 포착할 수 있을 뿐, 독립변수들 간에 존재할 수 있는 상호관계를 파악하기 어렵다. 이에 따라 특히 주택특성이 가구특성에 의해 영향을 받을 수 있는 인과관계 구조를 검증하기 위해 경로모형을 이용한다. 다만 이러한 인과관계는 가능한 단순명료한 구조로 압축될 필요가 있으므로 다중회귀모형과는 달리 경로모형은 주요 변수만을 중심으로 구성하여야 한다.

다중회귀모형이나 경로모형에서 종속변수(내생변수)는 Rehdanz(2007), Meier and Rehdanz(2010)에서와 같이 단위주택면적당(평당) 난방비로 설정한다. 그 이유는 앞서 선행연구에서도 살펴보았듯이 난방비는 당연히 주택면적에 비례하여 증가하기 때문에 일차적으로 이러한 주택규모 효과를 사전에 통제하기 위해서이다. 이를 통제하지 않을 경우 소득수준에 따른 난방비 지출은 소득효과뿐 아니라 소득수준에 비례하는 주택면적으로 인한 주택규모 효과가 혼재되어 고소득층의 난방비 지출은 두 효과가 가중되어 산정되는 반면 저소득층의 난방비 지출은 두 효과가 상쇄되어 나타날 수 있기 때문이다. 그렇지만 이렇게 주택규모 효과를 통제하여 소득효과를 분리해 내더라도 역시 선행연구에서 관찰된 바와 같이 주택면적이 증가함에 따라 평당 난방비가 감소하는 한계효과는 여전히 존재할 수 있다. 따라서 평당 난방비를 사용하는 이유는 이차적으로 이러한 한계효과를 고려하기 위해서이다. 즉, 소득수준에 비례하여 증가하는 주택면적이 평당 난방비 감소로 이어지면, 결과적으로 거주 주택의 규모에 비해 고소득층은 상대적으로 적은 난방비를, 그리고 저소득층은 상대적으로 많은 난방비를 지불하게 되는데, 평당 난방비는 이러한 역진적 특성을 포착할 수 있는 장점이 있다.

설명변수는 크게 가구특성과 주택특성으로 구성되는데, 다중회귀모형에서는 선행연구에서 사용된 주요 변수들을 모두 투입하도록 한다. 이는 가구소득, 가구원수, 가구주 연령(제곱항 포함) 및 교육수준(고졸이하, 대졸이상), 점유형태(자가, 임차)와 같은 가구의 인구·사회경제적 특성, 주택면적, 주택유형(아파트, 단독·다세대·연립주택), 건축연도(경과년수), 균열상태, 난방방식·연료(지역난방, 중앙난방, 개별난방 중 기름, 가스, 전기, 연탄보일러)와 같은 주택의 물리적 특성, 그리고 수도권, 광역시(인천제외), 도(경기도 제외)와 도시(洞), 농촌(읍면), 그리고 남부(경상, 전라, 제주)와 중부지방(서울·경기, 강원, 충청)으로 구분된 지역특성을 포괄한다.

이 가운데 경로모형은 핵심변수인 가구소득과 주택의 경과년수 및 균열상태, 그리고 주택면적으로 구성된다. 가구소득은 저소득층의 에너지 빈곤 문제 해결이라는 측면에서 정책적으로 가장 중요하게 고려되어야 할 변수로, 경로모형에서도 여전히 독립변수(외생변수)의 역할을 담당한다. 이에 대응하여 경과년수와 균열상태, 그리고 주택면적은 소득수준에 따른 주택특성의 차이를 가장 대표적으로 나타내는 변수들로 경로모형의 매개변수(mediating, intervening variable)를 구성한다. 균열상태는 4점 리커트 척도(1=양호, 2=조금 양호, 3=조금 불량, 4=불량)로 조사되어 있어, 이를 점수간 등간격을 가정하여 연속변

수로 처리하였다. 그러므로 경과년수와 균열상태 모두 그 값이 커질수록 주택이 노후되고 불량한 상태임을 의미한다. 한편 연속변수를 사용해야 하는 경로모형과는 달리 다중회귀모형에서는 그 영향을 보다 명확하게 대비하여 포착하기 위해 경과년수는 25년 이상인 경우,[9] 그리고 균열상태는 '불량'한 경우를 그렇지 않은 경우와 각각 구분하여 더미변수로 처리하였다.

경과년수와 균열상태는 주택의 노후불량상태를 반영하는 변수로, 본 연구가 이에 주목하는 이유는 소득수준이 낮을수록 상대적으로 건축연도가 오래되고 균열상태가 심한 노후불량주택에 거주할 가능성이 높기 때문이다. 노후불량주택은 단열기능이 저하되고 열손실이 커 에너지 효율이 낮기 때문에 결국 여기에 거주하는 저소득층은 동일한 실내 온도를 유지하기 위해 평당 난방비를 더 지출해야 하는 상황에 봉착하게 되는데, 이는 정책적으로 관심을 가져야 할 문제이다. 이에 따라 이후 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 가구소득이 평당 난방비에 직접적으로 영향을 미치는 경로뿐 아니라, 주택의 노후불량상태를 매개로 하여 간접적으로 영향을 미치는 경로를 통해 인과관계를 구조화하도록 한다(경로모형 1). 이 때 건축연도와 균열상태로 구성되는 주택의 노후불량상태는 잠재변수(latent variable)가 된다.

주택면적은 이미 Steemers and Yun(2009), Kelly(2010), Estiri(2016)에서도 주목했던 매개변수로, 서구와는 달리 고소득층도 아파트에 거주하는 비중이 높은 한국의 상황에서는 주택의 유형보다 규모를 소득수준에 따른 주택특성의 차이를 대표하는 변수로 선정하였다. 그렇지만 본 연구에서는 단위면적당(평당) 난방비를 종속변수로 사용하기 때문에 주택면적이 매개하는 간접효과는 선행연구와는 반대의 방향으로 나타날 수 있다. 즉, 가구소득이 낮을수록 상대적으로 작은 규모의 주택에 거주할 가능성이 높고, 주택면적이 작아지면 평당 난방비는 증가하기 때문에 저소득층은 거주하는 주택의 규모에 비해 난방비를 더 지출해야 하는 상황이 발생할 수 있기 때문이다. 이에 따라 두 번째 경로모형에서는 이후 그림 2에서와 같이 가구소득이 평당 난방비에 직접적으로 영향을 미치는 경로와 주택면적을 매개로 하여 간접적으로 영향을 미치는 경로로 인과관계를 구조화한다(경로모형 2). 이상 노후불량상태와 주택면적을 매개로 한 두 개의 경로모형은 최종적으로 하나의 모형으로 통합하여 분석한다(경로모형 3). 경로분석의 초점은 가구소득이 평당 난방비에 미치는 영향에 있어 직접효과와 노후불량상태나 주택면적을 매개로 한 간접효과 사이의 상대적 크기를 비교하는데 맞추어진다.

IV. 실증분석 결과 및 해석

1. 기초통계

분석자료 중 결측치와 이상치(outlier), 그리고 각 변수의 범주에 해당하지 않는 관측치들[10]를 제외하고 실증분석에 투입된 가구특성 및 주택특성 변수들에 대한 기술통계량은 간략히 표 1에 정리되어 있다. 이와 함께 가구소득을 중심으로 핵심변수들과의 관계를 살펴보기 위해 소득분위별 소득 대비 난방비 비율(heating costs-income ratio), 평당 난방비, 주택의 경과년수 및 균열상태, 주택면적의 평균값을 산정하면 표 2와 같은데, 예상한 바와 같이 소득분위가 낮아질수록 주택의 노후불량상태는 심해지고 주택면적은 작아지는 일정 방향성을 확인할 수 있다. 또한 소득분위가 낮아질수록 가구소득 대비 난방비 비율이 증가하여 소득 1~2분위 경우에는 그 비율이 10%를 넘어 에너지 빈곤층에 해당하는 것으로 나타난다. 그럼에도 불구하고 흥미로운 것은 평당 난방비의 경우 소득분위에 따라 특정한

Table 1. Descriptive Statistics

Variables		N	mean	s.d.
평당 난방비 heating costs per unit area	(천원/평) (1,000 won /*pyeong*)	19,829	6.8	4.1
가구소득 household income	(만원/월) (10,000 won /month)	19,954	281.5	212.2
가구원수 household size	(명) (person)	20,133	2.6	1.3
가구주 연령 householder age	(세) (year)	20,133	56.7	15.9
교육수준 level of education	고졸 이하 ≤high school	20,133	13,148	65.3%
	대졸 이상 ≥college		6,985	34.7%
점유형태 housing tenure	자가 owner	20,133	12,366	61.4%
	임차 renter		7,767	38.6%
주택면적 floor area	(평) (*pyeong*)	20,124	22.4	9.3
주택유형 housing types	아파트 apartment	19,656	9,999	50.9%
	비아파트 others		9,657	49.1%
경과년수 housing age	(년) (year)	16,844	19.2	9.8
균열상태 housing structural condition (degree of cracks)	양호=1 good=1	20,133	6,350	31.5%
	조금 양호=2 little good=2		9,917	49.3%
	조금 불량=3 little bad=3		3,164	15.7%
	불량=4 bad=4		702	3.5%
난방방식 heating types	지역난방 district	19,915	2,331	11.7%
	중앙난방 central		745	3.7%
	개별기름 individual oil		2,617	13.1%
	개별가스 individual gas		13,279	66.7%
	개별전기 individual elec.		810	4.1%
	개별연탄 individual briquette		133	0.7%

변화를 보이지 않는다는 점으로, 소득 1분위의 평당 난방비가 상대적으로 적은 것을 제외하고는 소득분위가 올라감에 따라 평당 난방비가 다소 증가하다 다시 감소하는 등 일정한 방향성을 찾아볼 수 있다. 이와 같이 소득분위에 따라 평당 난방비에 큰 차이가 나타나지 않는 현상에 대해서는 이후 경로분석 결과를 종합하여 그 이유를 설명하도록 한다.

Table 2. Changes in Heating Costs and Housing Characteristics by Income Quintiles

Income quintiles	Heating costs-income ratio (%)	Heating costs per *pyeong* (1,000 won)	Housing age (year)	Housing structural condition (1=good, 4=bad)	Floor area (*py*)
1st	22.5	6.1	25.0	2.2	17.3
2nd	14.6	6.8	23.0	2.1	20.0
3rd	9.6	7.0	21.8	2.0	20.5
4th	6.9	7.3	20.3	2.0	20.0
5th	5.7	7.2	19.3	1.9	20.9
6th	4.8	6.9	17.5	1.9	22.2
7th	4.4	6.8	17.1	1.8	23.6
8th	3.9	6.6	15.9	1.8	24.7
9th	3.4	6.6	16.0	1.7	26.6
10th	2.6	6.4	16.1	1.7	29.3

2. 다중회귀분석

다중회귀모형의 추정결과는 표 3에 제시되어 있는데, 표본수는 최종적으로 16,173가구이다. 추정방법은 최소자승법(OLS)에 기초하였으며, 이분산성(heteroscedasticity)을 통제하기 위해 Robust 옵션을 사용하였다. 모형의 설명력을 나타내는 결정계수(R^2) 값은 0.202이고, 분산팽창계수(VIF) 값은 3.0미만으로[11] 다중공선성(multicollinearity)에 대한 우려는 없다.

독립변수들의 추정계수값을 살펴보면, 먼저 가구특성의 경우 가구소득이 높을수록 다른 모든 조건이 일정할 때(*ceteris paribus*) 평당 난방비는 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타난다. 마찬가지로 가구원수와 교육수준도 평당 난방비에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 가구주 연령의 경우는 연령이 올라감에 따라 평당 난방비가 증가하다가 감소로 돌아서는 비선형의 관계가 유의하게 관찰된다. 이에 비해 점유형태의 영향은 유의하지 않다.

Table 3. Estimation Results of Multiple Regression Analysis

Variables		Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t	Beta	VIF
가구소득 household income (10,000 won)		0.002	0.000	6.010	0.000***	0.131	1.78
가구원수 household size (person)		0.300	0.033	8.990	0.000***	0.102	1.59
가구주 연령 householder age (year)		0.053	0.014	3.790	0.000***	0.223	58.6
연령^2 age^2		0.000	0.000	-3.950	0.000***	-0.239	58.4
교육수준 level of education (≥college=1)		0.151	0.068	2.230	0.026**	0.020	1.63
점유형태 housing tenure (owner=1)		0.087	0.061	1.430	0.153	0.011	1.22
주택면적 floor area (*py*)		-0.140	0.005	-27.940	0.000***	-0.347	1.45
주택유형 housing types (apartment=1)		-1.194	0.067	-17.720	0.000***	-0.159	1.70
난방방식 heating types (0=district)	(central=1)	1.191	0.119	10.000	0.000***	0.064	1.23
	(individual oil=1)	1.418	0.154	9.190	0.000***	0.128	2.72
	(individual gas=1)	0.703	0.066	10.640	0.000***	0.091	2.09
	(individual elec.=1)	2.678	0.251	10.680	0.000***	0.130	1.48
	(individual briquette=1)	0.184	0.483	0.380	0.703	0.004	1.09
경과년수 housing age (over 25 years=1)		0.322	0.074	4.360	0.000***	0.040	1.33
균열상태 housing structural condition (bad=1)		0.807	0.204	3.960	0.000***	0.038	1.05
지역1 Region1 (metro city=0)	(Seoul metro area=1)	1.316	0.060	21.870	0.000***	0.176	1.63
	(province=1)	0.801	0.088	9.130	0.000***	0.103	2.72
지역2 Region2 (urban=0, rural=1)		0.541	0.081	6.700	0.000***	0.061	1.36
지역3 Region3 (southern=0, central=1)		0.286	0.101	2.830	0.005***	0.031	1.99
Intercept		5.528	0.407	13.580	0.000	.	.
no. of samples, R^2		N=16,173, R^2=0.202					

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

주택특성의 경우 주택면적이 증가하면 평당 난방비는 통계적으로 유의하게 감소하는데, 이는 주택면적에 비례하여 난방비는 증가하더라도 그 한계효과는 체감함을 의미한다. 주택유형에 있어 아파트는 다른 유형의 주택에 비해 평당 난방비가 유의하게 낮게 나타난다. 본 연구의 주된 관심사인 노후불량상태 관련 변수로 경과년수가 25년 이상인 주택, 그리고 균열상태가 '불량'인 주택의 경우 모두 평당 난방비가 유의하게 높게 분석되어 주택의 노후불량화에 따른 열손실 등으로 난방에너지 효율이 저하되어 추가적인 난방비 지출이 발생하고 있음을 알 수 있다. 난방방식에 있어서는 지역난방에 비해 중앙난방과 개별난방 방식이 평당 난방비가 유의하게 높고, 개별난방 방식 중에서도 전기, 기름, 가스보일러의 순서로 난방에너지 효율이 낮은 것으로 관찰되었다. 마지막으로 광역시에 비해 수도권과 도 지역, 도시지역에 비해 농촌지역의 평당 난방비가 유의하게 높게 나타나, 수도권이나 농촌지역의 생활양식이 난방에너지 소비를 증가시키는 것으로 추측할 수 있다. 또한 남부지방에 비해 겨울철 기온이 더 낮은 중부지방의 평당 난방비가 유의하게 높아 기후여건의 영향을 확인할 수 있다.

이상의 추정결과는 선행연구 결과와 대부분 일치하여 에너지 소비에 영향을 미치는 요인은 시·공간적 분석대상이나 분석방법의 차이를 넘어 비교적 일관되게 관찰되고 있음을 알 수 있다. 특히 핵심변수인 가구소득, 주택의 경과년수와 균열상태, 주택면적의 영향력은 모두 유의하게 나타나, 가구소득이나 주택의 노후불량상태에 비례하고 주택면적에 반비례하여 평당 난방비가 증가하는 현상은 경로모형에서의 직접효과로 이어질 것으로 예상할 수 있다. 다만 표준화계수의 크기를 비교해 보면 평당 난방비에 미치는 영향력은 주택면적(-0.347)이 가장 크고 다음으로 가구소득(0.131)이며, 주택의 노

후불량상태와 관련된 경과년수(0.040)와 균열상태(0.038)는 상대적으로 작게 나타난다.

3. 경로분석

1) 주택의 노후불량상태 매개 경로모형

가구소득이 난방에너지 소비에 미치는 직접효과 뿐 아니라 주택의 노후불량상태를 매개로 한 간접효과를 추정하기 위한 경로모형 1의 분석결과는 표 4와 그림 1에 정리되어 있다. 경로분석은 최대우도 추정법(MLE)에 기초하였으며, 표본수는 16,494가구이다. 표본의 크기가 매우 커서 χ^2검정에 따른 모형의 적합도는 만족할만한 수준이 아니지만,[12] 표본의 크기에 영향을 받지 않는 절대적합지수 RMSEA는 0.05보다 작고 증분적합지수 CFI와 TLI 모두 0.9보다 커서 모형은 충분히 적합한 수준으로 나타난다. 추정결과에서 먼저 매개변수와 잠재변수의 관계를 살펴보면 주택의 경과년수와 균열상태가 노후불량상태와 양(+)의 관계를 갖고 있어, 잠재변수인 노후불량상태는 그 값이 클수록 경과년수가 오래되고 균열상태가 불량한 주택을 의미하는 것으로 해석된다.

경로모형의 모든 경로는 통계적으로 유의하게 추정되었다. 먼저 가구소득이 평당 난방비에 미치는 직접적인 영향은 양(+)의 방향으로, 다중회귀분석 결과와 동일하게 소득수준에 비례하여 난방에너지 소비가 증가하는 것으로 추정되었다. 보다 주목할 것은 간접경로로, 가구소득이 잠재변수인 노후불량상태에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 추정되어 소득수준이 높으면 상대적으로 양호한 신규 주택에 거주하는 것으로 나타난다. 이어 노후불량상태는 평당 난방비에 양(+)의 영향을 미치고 있어, 양호한 신규 주택에 거주할수록 난방에너지 소비가 감소하는 것으로 확인된다.

구체적으로 경로계수의 크기를 살펴보면, 가구소득이 평당 난방비에 미치는 직접효과의 크기는 0.058이다. 이에 비해 간접효과의 크기는 가구소득에서 주택의 노후불량상태를 매개로 하여 평당 난방비에 이르는 두 개의 경로계수(-0.350, 0.160)를 곱한 값인 −0.056이 된다. 이에 따른 총효과는 직접효과와 간접효과를 합한 값으로 0.002이다. 이 때 직접효과와 간접효과는 모두 통계적으로 유의한 반면, 총효과는 유의하지 않게 나타난다. 이는 총효과가 통계적 유의성을 상실할 만큼 직접효과가 간접효과에 의해 상쇄되고 있음을 보여주는 결과로, 완전매개(complete mediation) 형태라 할 수 있다.

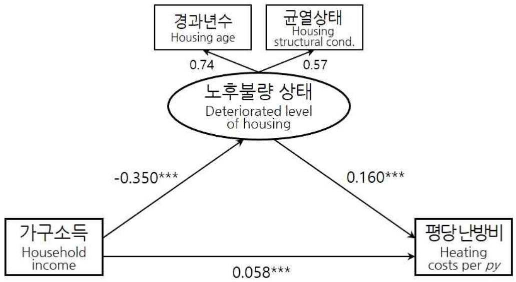

Figure 1. Estimation Results of Path Model 1

Table 4. Estimation Results of Path Model 1

Causal path	Coef.	Standardized Coef.	C.R.	Direct effect	Indirect effect	Total effect	Goodness-of-fit tests
① 가구소득 → 평당 난방비[a]	0.001	0.058***	6.70	0.058***	-	0.002	χ^2=7.581 DF=1 p=0.006
② 가구소득 → 노후불량상태[b]	-0.001	-0.350***	-38.1	-0.350***	-	-	RMSEA=0.020
③ 노후불량상태 → 평당 난방비[c]	1.000	0.160***	15.1	0.160***	-0.056***	-	CFI=0.999 TLI=0.992

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01
a) Household income → Heating costs per *py*, b) Household income → Deteriorated level of housing
c) Deteriorated level of housing → Heating costs per *py*

따라서 가구소득이 높을수록 직접적으로 평당 난방비가 증가하지만, 소득이 높은 만큼 양호한 신규 주택에 거주하기 때문에 누릴 수 있는 에너지 절감 효과가 간접적으로 직접효과를 상쇄시키고 있음을 알 수 있다. 또는 반대로 이를 소득수준이 낮아지는 경우를 기준으로 해석하면, 가구소득이 낮을수록 직접적으로 평당 난방비는 감소하지만, 낮은 소득으로 인해 상대적으로 노후불량한 주택에 거주하기 때문에 발생하는 에너지 손실은 간접적으로 소득효과를 상쇄시킬 만큼 난방비 지출을 증가시키고 있음을 확인할 수 있다.

이러한 추정결과는 주택의 노후불량상태를 통한 간접효과가 소득효과를 상쇄시킬 만큼 커서 결국 소득수준의 차이에도 불구하고 난방비 지출에는 유의한 차이가 없어지게 됨을 의미하는바, 이에 따라 고소득층은 소득 대비 상대적으로 낮은 난방비를, 반대로 저소득층은 소득 대비 상대적으로 높은 난방비를 지출하게 된다는 점에서 난방에너지 소비의 역진성 문제를 노정하고 있다. 즉, 고소득층의 경우 경제적 여력이 있어 난방에너지 소비를 늘리지만, 에너지 효율이 높은 양호한 신규 주택에 거주하기 때문에 난방비가 절약되어 상대적으로 난방에너지 소비 수준에 비해 난방비 지출은 높지 않다. 반면 저소득층의 경우에는 경제적 부담으로 인해 난방에너지 소비를 줄이지만, 에너지 손실이 많은 노후불량한 주택에 거주하기 때문에 난방비가 증가하여 실제 이들이 소비하고자 의도했던 수준에 비해 더 많은 난방비를 지출한다는 것이다.

2) 주택면적 매개 경로모형

주택면적을 매개로 한 경로모형 2의 추정결과는 표 5와 그림 2에 제시되어 있는데, 자유도가 0인 포화모형(saturated model)으로 나타나 모형의 적합도는 별도의 의미를 갖지 않는다. 표본수는 19,668가구이다. 모든 경로는 통계적으로 유의하게 추정되어 가구소득이 높을수록 직접적으로는 평당 난방비가 증가하지만, 간접적으로는 거주 주택의 면적이 증가하고 면적에 따른 한계효과의 체감으로 평당 난방비는 감소하는 것으로 나타난다. 경로계수의 크기는 가구소득이 평당 난방비에 미치는 직접효과가 0.120임에 비해 가구소득에서 주택면적을 통해 평당 난방비에 이르는 두 개의 경로계수(0.360, -0.360)를 곱한 간접효과는 -0.130이고, 이에 따라 직접효과와 간접효과를 합한 총효과는 -0.010이 된다. 이 때 직접효과, 간접효과, 총효과 모두 통계적으로 유의하게 나타나, 간접효과가 직접효과를 상쇄하고도 유의하게 남을 만큼 크다는 사

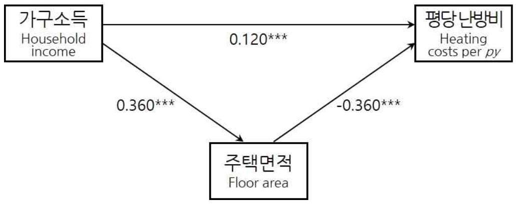

Figure 2. Estimation Results of Path Model 2

Table 5. Estimation Results of Path Model 2

Causal path	Coef.	Standardized Coef.	C.R.	Direct effect	Indirect effect	Total effect	Goodness-of-fit tests
① 가구소득 → 평당 난방비[a]	0.002	0.120***	16.5	0.120***	-	-0.010*	χ^2=0.000 DF=0
② 가구소득 → 주택면적[b]	0.016	0.360***	60.6	0.360***	-	-	RMSEA=0.000
③ 주택면적 → 평당 난방비[c]	-0.160	-0.360***	-53.6	-0.360***	-0.130***	-	CFI=1.000 TLI=1.000

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01
a) Household income → Heating costs per *py*, b) Household income → Floor area
c) Floor area → Heating costs per *py*

실을 알 수 있다.

이러한 추정결과는 가구소득이 높을수록 직접적으로 평당 난방비가 증가하지만, 소득이 높은 만큼 넓은 면적의 주택에 거주하기 때문에 단위면적당 에너지 효율성 측면에서 평당 난방비가 줄어드는 간접효과가 직접효과를 충분히 상쇄시키고도 남음이 있음을 보여준다. 역으로 소득수준이 낮아지는 경우를 기준으로 하면, 가구소득이 낮을수록 경제적 부담으로 인해 직접적으로 평당 난방비는 감소하지만 소득이 낮은 만큼 거주 주택의 면적이 작기 때문에 단위면적당 에너지 효율이 떨어져 평당 난방비가 증가하는 간접효과가 소득효과를 상쇄시키고도 남는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 주택면적이 매개하는 경우 간접효과가 소득효과보다 커서 오히려 저소득층의 평당 난방비 지출이 고소득층보다 많아지게 된다는 점에서 역진성 문제가 더 심각하게 나타나는 것으로 볼 수 있다.

3) 통합 경로모형

마지막으로 주택의 노후불량상태와 주택면적을 모두 매개로 한 경로모형 3의 추정결과는 표 6과 그림 3에 나와 있다. 표본의 크기가 16,494가구로 매우 커서 역시 χ^2검정에 따른 모형의 적합도는 낮지만, RMSEA가 0.05보다 작고 CFI와 TLI이 0.9보다 커서 모형의 적합도는 충분히 만족할 만한 수준으로 볼 수 있다. 추정결과는 경로모형 1, 2와 매우 유사하다. 모든 경로는 통계적으로 유의하게 추정되어 가구소득이 높을수록 직접적으로 평당 난방비는 증가하지만, 간접적으로는 소득수준에 비례하여 상대적으로 양호한 신규 주택, 그리고 넓은 면적의 주택에 거주함으로써 단위면적당 에너지 절감에 의해 평당 난방비가 감소하는 것으로 나타난다. 또는 가구소득이 낮을수록 직접적으로 평당 난방비는 감소하지만, 간접적으로는 소득이 낮은 만큼 상대적으로 노후불량한 주택, 그리고 작은 면적의 주택에 거주함으로써 에너지 손실과 효율성 저하로 평당 난방비가 증가하는 것으로 해석된다.

경로계수의 크기는 가구소득이 평당 난방비에 미

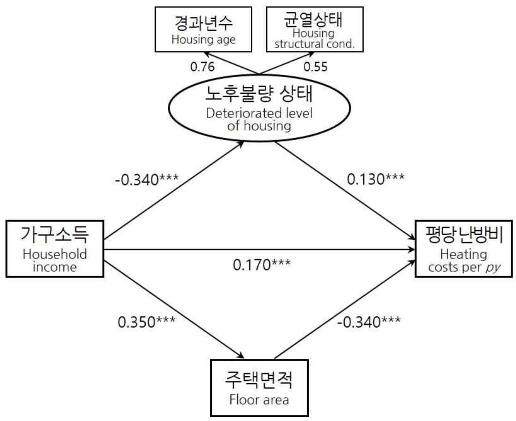

Figure 3. Estimation Results of Path Model 3

Table 6. Estimation Results of Path Model 3

Causal path	Coef.	Standardized Coef.	C.R.	Direct effect	Indirect effect	Total effect	Goodness-of-fit tests
① 가구소득 → 평당 난방비[a)]	0.003	0.170***	19.6	0.170***	-	0.007	χ^2=253.8 DF=3 p=0.000 RMSEA=0.071 CFI=0.972 TLI=0.907
② 가구소득 → 노후불량상태[b)]	-0.001	-0.340***	-37.0	-0.340***	-	-	
③ 노후불량상태 → 평당 난방비[c)]	1.000	0.130***	12.5	0.130***	-0.044***	-	
④ 가구소득 → 주택면적[d)]	0.015	0.350***	53.2	0.350***	-	-	
⑤ 주택면적 → 평당 난방비[e)]	-0.140	-0.340***	-46.0	-0.340***	-0.119***	-	

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01
a) Household income → Heating costs per *py*, b) Household income → Deteriorated level of housing
c) Deteriorated level of housing → Heating costs per *py* d) Household income → Floor area
e) Floor area → Heating costs per *py*

치는 직접효과가 0.170, 가구소득에서 노후불량상태를 매개로 한 간접효과가 －0.044, 주택면적을 매개로 한 간접효과가 －0.119로, 총효과는 0.007로 추정된다. 이 때 직접효과와 두 개의 간접효과는 통계적으로 유의한 반면 총효과는 유의하지 않아, 간접효과가 직접효과를 상쇄할 만큼 크다는 사실을 알 수 있다. 따라서 소득수준에 따라 거주하는 주택의 노후불량상태와 규모라는 주택특성의 차이로 인해 고소득층과 저소득층간 평당 난방비 지출에는 유의할 만한 차이가 없어져, 결국 소득대비 평당 난방비 지출에 있어 고소득층의 부담은 경감되는 반면 저소득층의 부담은 가중되는 역진성 문제를 다시 한번 확인할 수 있다. 그리고 이는 곧 앞서 표 2에서 살펴본 와 같이 소득분위별로 평당 난방비에 큰 차이가 나타나지 않는 이유를 설명한다.

V. 결 론

본 연구는 저소득층의 에너지 빈곤 문제에 대한 관심에서 출발하였다. 특히 그 문제의식은 저소득층이 낮은 소득에 따른 경제적 부담으로 인해 에너지 소비를 줄일 수밖에 없을 뿐 아니라, 낮은 소득으로 인해 에너지 손실이 많은 노후불량주택에 거주할 수밖에 없어 에너지 비용 부담이 가중되는 상황에 있다. 이에 더하여 소득수준에 따른 주택규모의 차이를 통제하더라도 낮은 소득으로 인해 단위면적당 에너지 효율이 떨어지는 작은 면적의 주택에 거주할 수밖에 없어 주택의 크기에 비해 상대적으로 에너지 비용을 과다하게 지출하게 되는 상황도 고려하였다. 이에 본 연구는 소득수준을 비롯한 가구의 인구·사회경제적 특성뿐 아니라 주택의 노후불량상태와 규모 등 물리적 특성이 에너지 소비에 미치는 영향을 통합적으로 분석하고 그 인과관계를 구조화하여 저소득층의 에너지 빈곤과 이에 따른 에너지 소비의 역진성 문제를 실증적으로 규명하고자 하였다.

국토교통부의 2016년 주거실태조사 자료에 기초한 다중회귀분석의 결과, 다른 모든 조건이 일정할 때 가구소득이 높을수록, 주택의 경과년수가 오래되고 균열상태가 불량한 경우, 그리고 주택면적이 작을수록 평당 난방비는 유의하게 증가하는 것으로 추정되었다. 이러한 관계를 경로모형으로 구조화하면 가구소득이 높을수록 평당 난방비가 증가하는 직접효과 뿐 아니라, 상대적으로 양호한 신규 주택, 넓은 면적의 주택에 거주함으로써 평당 난방비가 감소하는 간접효과가 모두 통계적으로 유의하게 관찰되었다. 이 때 간접효과의 크기는 직접효과를 상쇄할 만큼 커서 결과적으로 총효과가 유의성을 상실할 정도로 소득수준에 따른 평당 난방비 지출에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 고소득층의 경우 경제적으로 여력이 있어 난방에너지 소비가 많음에도 불구하고 거주 주택의 에너지 효율이 높아 난방비를 절약할 수 있는 반면, 저소득층의 경우에는 경제적 부담으로 인해 난방에너지 소비를 줄이려고 하지만 주택의 에너지 효율이 낮아 발생하는 난방비를 추가적으로 부담할 수밖에 없는 상황으로 대비된다. 이에 따라 고소득층과 저소득층 사이에 주택규모의 차이를 통제하면 난방비 지출에 차이가 없어진다는 결과는 결국 소득대비 난방비 부담에 있어 상대적으로 고소득층의 부담은 낮고 저소득층의 부담은 높은 역진성을 의미하는바, 이러한 역진성이 축적되면 난방에너지 소비의 양극화를 초래할 수 있다.

본 연구의 결과는 저소득층의 에너지 빈곤 문제가 단순히 소득이 낮기 때문에 발생하는 것이 아니라, 에너지 효율이 낮은 주택에 거주하기 때문에 소득효과에 못지않게 가중되고 있음을 확인해 준다. 이는 에너지 빈곤 문제를 다룸에 있어 소득을 비롯한 가구특성뿐 아니라 주택의 물리적 특성이 중요하게 고려되어야 함을 시사한다. 그런데 에너지 효

율을 높이기 위해 저소득층이 보다 넓은 면적의 주택에 거주할 수 있도록 한다는 것은 지불가능성이나 공공보조의 한계를 고려할 때 현실적으로 타당성이 없으므로, 현재 저소득층이 거주하고 있는 주택의 노후불량상태를 개선하여 에너지 손실을 줄이는데 정책의 초점이 맞추어야 한다. 이러한 점에서 에너지 복지 차원에서 이루어지는 연료요금 할인, 연료비 지원 등과 같은 직접지원방식 외에 단열·창호공사, 난방기기 교체 등을 포함하여 주택의 에너지 효율을 향상시키기 위한 주거환경개선사업이 정책대안으로 적극 고려되어야 할 것이다. 이와 관련하여 기후변화행동연구소(2009)가 각국의 에너지 빈곤층 지원제도를 비교분석한 결과, 전기·가스요금 지원 등의 직접지원방식은 정책효과가 빠르게 나타날 수 있지만 지속적인 재정부담을 초래할 수 있는 반면, 주택 에너지효율 개선사업 등의 간접지원방식은 정책효과가 상대적으로 느리게 나타나지만 장기적으로 수혜가구의 에너지 비용 부담을 감소시킬 수 있는 장점이 있음을 지적한 바에 주목할 필요가 있다.

본 연구의 한계 중의 하나는 분석자료이다. 본 연구에서 사용한 2016년 주거실태조사 자료는 그나마 주택의 물리적 특성과 동절기 난방비에 대한 정보를 동시에 포함하고 있는 유일한 자료였으나, 주택의 노후불량상태를 파악할 수 있는 정보는 주택의 경과년수와 균열상태에 대한 평가가 유일하였다. 이에 이 두 개의 잠재변인만을 경로분석에 사용할 수밖에 없었으므로, 향후 주택과 거주자의 특성이 풍부하게 취합되는대로 보다 정교한 경로분석이 가능할 것으로 기대해 본다.

주1. 영국의 Warm Homes and Energy Conservation Act(2000)에서 정의된 기준으로, 한국 정부의 '제2차 녹색성장 5개년 계획(2014)'에서도 동일한 기준을 적용하고 있음.

주2. Kaza(2010)의 경우 가구원수의 영향은 유의하게 나타나지 않음.

주3. Larson et al.(2012)의 경우에는 가구주 연령의 영향이 유의하지 않게 나타남.

주4. 임기추·허경옥(2008)에서는 주택유형에 따른 에너지 소비의 차이가 유의하지 않게 나타남.

주5. 최문선(2013)과 윤태연·강재성(2015)에서는 건축연도가 오래되면 에너지 소비가 감소하는 반대의 결과가 도출되었는데, 전자의 경우 저자 스스로 건축연도와 연관성이 있는 다른 특성의 영향이 게재되어 있을 수 있음을 지적하고 있으며, 후자의 경우 분석대상이 아파트에 한정되어 있다는 한계에 기인할 수 있음.

주6. Kaza(2010)와 박광수·정윤경(2014)은 도시와 농촌, Fong et al.(2007)은 농업·임업에 종사하는 경우, 최문선(2013)과 이성근(2004)은 서울과 대도시를 다른 지역과 각각 구분하기 위해 지역특성 변수를 사용함.

주7. 난방도일(HDD, Heating Degree Day)은 일평균기온이 실내난방 기준온도보다 낮은 일수를 기준으로 그 일별 온도 차이를 누적 합산한 것임.

주8. Steemers and Yun(2009)에서 건축연도의 매개효과는 유의하게 나타나지 않음.

주9. 이러한 기준은 부분적으로 단독주택의 경우 경과년수가 25년 이상이 되면 대수선 이하 주택개량의 확률이 상대적으로 급격하게 감소한다는 사실(임윤환·최막중, 2016)에 근거함.

주10. 주택유형 중 비거주용건물, 오피스텔, 판잣집 등 기타 주택에 거주하는 477가구, 난방방식 중 재래식 아궁이 등의 기타 난방방식을 사용하는 198가구가 이에 해당함.

주11. 연령^{2}은 연령의 수학적 변환에 불과하므로 두 변수 간 높은 VIF는 당연한 결과로 문제가 되지 않음.

주12. χ^2검정 통계량의 p값은 0.05이상이 되어야 모형이 적합하다는 귀무가설을 기각할 수 없음(우종필, 2014).

인용문헌
References

1. 기후변화행동연구소, 2009. 「온실가스 감축에 기여하는 에너지 빈곤층 지원방안 연구」, 서울.
Institute for Climate Change Action. 2009. *Study on the Support for Energy Poverty Contributing to Greenhouse Gas Reduction*. Seoul.
2. 김민경, 2012. 「서울시 단독주택 난방에너지 효율 개선사업 활성화 방안」, 서울: 서울연구원.
Kim, M. K., 2012. *Revitalization Solutions for Heat Energy Efficiency in Seoul's Detached*

Housing, Seoul: The Seoul Institute.
3. 김영희, 2016. “우리나라 가구의 주거에너지 소비행태 계량분석”, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
Kim, Y. H., 2016. “Econometric Analyses of Residential Energy Use in Korean Households”, Ph. D. Dissertation, Seoul National University.
4. 김태오·최막중, 2017. “부지와 서비스, 자조주택의 한국적 변용: 세계은행의 광주권 지역개발사업을 중심으로”, 「국토계획」, 52(4):253-267.
Kim, T. O. and Choi, M. J., 2017. “The Korean Way of Transformation of Site and Services and Self-help Housing: Focused on the World Bank's Secondary Cities Regional Project in Korea”, *Journal of Korea Planning Association*, 52(4):253-267.
5. 김현경, 2015. “에너지 빈곤의 실태와 정책적 함의”, 「보건·복지 Issue&Focus」, 281:1-8.
Kim, H. K., 2015. “The Conditions of Energy Poor and its Policy Implications”, *Health·Welfare Issue&Focus*, 281:1-8.
6. 박광수·정윤경, 2014. 「맞춤형 에너지지원을 위한 가구특성별 에너지 소비지출 결정요인 분석」, 울산: 에너지경제연구원.
Park, G. S. and Chung, Y. K., 2014. *Analysis on the Determinants of Energy Consumption Expenditure by Household Characteristics for Customized Energy Support*, Ulsan: Korea Energy Economics Institute.
7. 우종필, 2014. 「구조방정식모델 개념과 이해」, 서울: 한나래출판사.
Yu, J. P., 2014. *Concept and Understanding of Structural Equation Model,* Seoul:Hannarae Publishing Co.
8. 윤태연·강재성, 2015. “난방방식이 가구의 겨울철 난방비 지출에 미치는 영향 분석: 도시가스 개별난방과 지역난방 방식을 중심으로”, 「에너지경제연구」, 14(2):243-272.
Yoon, T. Y. and Kang, J. S., 2015. “Analysis on the Effects of Heating Systems on Household Heating Costs: Gas-boiler Heating Systems vs. District Heating Systems”, *Korean Energy Economic Review*, 14(2):243-272.
9. 윤태연·남수현, 2015. 「공동주택의 가구별 난방비 영향 요인 분석」, 울산: 에너지경제연구원.
Yoon, T. Y. and Nam, S. H., 2015. *Impact Factors of Heating Costs on Household Expenditures of Apartment Dwellers,* Ulsan: Korea Energy Economics Institute.
10. 이성근, 2004. 「가정부문 에너지소비행태 분석 및 건물부문 DB 구축」, 울산: 에너지경제연구원.
Lee, S. G., 2004. *Analysis of Energy Consumption Behavior in Household Sector and the Construction of Database in Building Sector,* Ulsan: Korea Energy Economics Institute.
11. 임기추·허경옥, 2008. 「에너지절약 정보유형의 가정부문 에너지 소비 영향 분석」, 울산: 에너지경제연구원.
Lim, G. C. and Huh, K. O., 2008. *Analysis on the Effects of Residential Energy Consumption Based on the Type of Energy Saving Information*, Ulsan: Korea Energy Economics Institute.
12. 임윤환·최막중, 2016. “단독주택 소유가구의 주택개량 형태와 결정요인: 대수선이하에서 증·개축이상까지”, 「국토계획」, 51(3):147-162.
Yim, Y. H. and Choi, M. J., 2016. “Housing Improvement Behavior of Single-family Housing Owners and Its Determinants: Covering from Repair to Reconstruction”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(3):147-162.
13. 정윤경·박광수, 2013. 「가구특성별 에너지 소비지출 분석 연구」, 울산: 에너지경제연구원.
Chung, Y. K. and Park, G. S., 2013. *A Study on the Energy Expenditure Based on the Household Characteristics,* Ulsan: Korea Energy Economics Institute.
14. 최문선, 2013. 「분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량 분포 및 특성 분석」, 울산: 에너지경제연구원.
Choi, M. S., 2013. *A Study on the Distribution and Characteristics of Energy Consumption in*

Household Sector Using the Quantile Regression Analysis, Ulsan: Korea Energy Economics Institute.
15. Brounen, D., Kok, N. and Quigley, J., 2012. "Residential energy use and conservation: Economics and demographics", *European Economic Review*, 56(5):931-945.
16. Estiri, H., 2016. "Household Energy Consumption and Housing Choice in the U.S. Residential Sector", *Housing Policy Debate*, 26(1):231-250.
17. Ewing, R. and Rong, F., 2008. "The Impact of Urban Form on U.S. Residential Energy Use", *Housing Policy Debate*, 19(1):1-30.
18. Fong, W. K., Matsumoto, H., Lun, Y. F. and Kimura, R., 2007. "Influences of Indirect Lifestyle Aspects and Climate on Household Energy Consumption", *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 6(2): 395-402.
19. Guerra Santin, O., Itard, L. and Vissher, H., 2009. "The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock", *Energy and Buildings*, 41(11):1223-1232.
20. Hitchcock, G., 1993. "An integrated framework for energy use and behavior in the domestic sector", *Energy and Buildings*, 20(2):151-157.
21. Holden, E. and Norland, I., 2005. "Three Challenges for the Compact City as a Sustainable Urban Form: Household Consumption of Energy and Transport in Eight Residential Areas in the Greater Oslo Region", *Urban Studies*, 42(12): 2145-2166.
22. Jamasb, T. and Meier, H., 2010. "Household Energy Expenditure and Income Groups: Evidence from Great Britain", *Cambridge Working Papers in Economics 1011*, Faculty of Economics, University of Cambridge.
23. Kaza, N., 2010. "Understanding the spectrum of residential energy consumption: A quantile regression approach", *Energy Policy*, 38(11): 6574-6585.
24. Kelly, S., 2011. "Do homes that are more energy efficient consume less energy?: A structural equation model of the English residential sector", *Energy*, 36(9):5610-5620.
25. Larson, W., Liu, F. and Yezer, A., 2012. "Energy footprint of the city: Effects of urban land use and transportation policies. *Journal of Urban Economics*, 72(2-3):147-159.
26. Meier, H. and Rehdanz, K., 2010. "Determinants of residential space heating expenditures in Great Britain", *Energy Economics*, 32(5): 949-959.
27. Moezzi, M. and Lutzenhiser, L., 2010. "What's Missing in Theories of the Residential Energy User", Proceedings of 2010 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Asilomar, CA: American Council for an Energy Efficient Economy.
28. O'Neill, B. C. and Chen, B. S., 2002. "Demographic Determinants of Household Energy Use in the United States", *Population and Development Review*, 28:53-88.
29. Rehdanz, K., 2007. "Determinants of residential space heating expenditures in Germany", *Energy Economics*, 29(2):167-182.
30. Shröder C., Rehdanz, K., Narita, D. and Okubo, T., 2013. "Household Formation and Residential Energy Demand: Evidence from Japan", *Kiel Working Papers*, Kiel Institute for the World Economy, 1836.
31. Steemers, K. and Yun, G. Y., 2009. "Household energy consumption: a study of the role of occupants", *Building Research & Information*, 37(5-6):625-637.
32. UK Government, 2000. Warm Homes and Energy Conservation Act 2000.

Date Received	2018-06-22
Reviewed(1st)	2018-09-25
Date Revised	2018-10-01
Reviewed(2nd)	2018-10-15
Date Accepted	2018-10-15
Final Received	2018-10-22