

가구 에너지소비량 결정요인 분석 : 에너지절약특성을 중심으로

Analysis of Determinants of Household Energy Consumption: Focusing on Energy-Saving Characteristics

김승훈* · 김새힘** · 김명환*** · 조미정****

Seung Hun Kim* · Saehim Kim** · Myoung-Hwan Kim*** · Mi-Jeong Cho****

Abstract

Greenhouse gas emissions and environmental pollution persist globally, leading to an increase in extreme weather events, such as floods and droughts. Previous studies have investigated various factors for energy consumption, such as household, residential, economic, and social characteristics. However, the body of research examining energy-saving behavior and perceptions remains limited and underexplored. In particular, significant differences in energy conservation perceptions can be observed among individual household members, even within the same household. To this end, this study explores how household energy consumption is associated with various factors, including household characteristics, housing characteristics, energy-saving behaviors, and seasonal factors. We utilize survey data from the Household Energy Panel, spanning a 24-month period from January 2018 to December 2019, comprising a sample of 5,897 households across 17 cities and provinces nationwide. The findings of this study are expected to offer an empirical evidence for household energy-saving policies.

Keywords: Household Energy Consumption, Household Energy Panel Survey, Energy Conservation Characteristics, Panel Model

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

과학기술의 발전과 함께 인류의 삶은 지속적으로 향상되었지만, 에너지소비량 증가와 환경오염으로 인해 홍수, 가뭄 등 이상 기후가 빈번하게 발생하고 있다. 이에 국제사회는 온실가스 배출량 감소와 에

너지 사용규제에 대한 파리협정과 넷 제로(Net Zero) 등을 합의하였다. 이는 에너지소비 규제 의무를 부여함과 동시에 실질적인 기후 변화 대응 체계를 성립하였다(유정민 외, 2020). 국내에서도 환경문제의 심각성을 인식하고 제1차 국가 탄소중립 기본계획 수립을 통해 탄소 중립 도시의 제도적 기반을 마련하는 등 에너지절약을 위한 다각적인 노력을 하고

*한양대학교 도시대학원 도시·지역개발경영학과 석사과정(주저자: rlatmdgns010@hanyang.ac.kr)

**한양대학교 도시공학과 박사후연구원

***한양대학교 도시대학원 도시·지역개발경영학과 석사과정

****한양대학교 부동산융합대학원 교수(교신저자: cmj2816@hanyang.ac.kr)

있다. 특히 도시는 인구, 산업, 경제, 소비 등 다양한 환경이 밀집된 복합적 공간이기에 에너지소비량이 증가한다(김기중 외, 2017). 이로 인해 도시계획 분야에서도 에너지절약을 위한 논의가 필요하다고 볼 수 있다. 도시 내에서 발생하는 에너지는 가구 에너지, 교통 에너지, 산업 에너지 등으로 구분할 수 있다. 그중 가구 에너지(Housing Energy)는 주거 환경 및 실생활에서 난방, 냉방, 가전제품을 사용할 때 발생하는 에너지를 의미한다(강광화, 1990). 가구 에너지소비량은 2000년 기준 가구 평균 전력 사용량이 3,552kWh였지만, 2019년에는 약 30.8% 증가한 5,135kWh로 나타났다(한국전력공사, 2020; 에너지경제연구원, 2020). 이러한 문제 속에서 가구 에너지소비량 감소와 가구 에너지절약을 위해서는 에너지절약행동과 에너지절약인식을 실생활에서 느끼는 것이 중요하다(IEA, 2010).

에너지절약행동(Energy Conservation Behavior)은 난방, 냉방, 전기 등 에너지절약을 실천하기 위해 행동하거나 주택을 리모델링하고 고효율 에너지 가전제품을 구입하는 행동을 의미한다(Curtis et al., 1984; Trotta, 2018). 에너지절약 인식(Energy Conservation Perception)은 에너지절약을 실천하고 환경오염에 대한 우려에서 발생한 관념적 사고나 인식을 의미한다(강영식·마지순, 2013). 특히 에너지절약 인식을 유도하는 정책과 관련 캠페인은 가구 에너지절약에 중요한 요인이다(김지효·심성희, 2016). 현재 중앙정부와 지방자치단체는 에너지캐시백 사업, 주택 에너지 효율 개선 사업, 그린리모델링 사업, 신재생에너지 주택 지원 사업, 에너지의 날과 같은 다양한 정책과 캠페인을 통해 에너지절약을 촉진하고자 하고 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고, 가구원들의 에너지절약행동과 인식은 여전히 부족하다(김민채, 2020).

국내외 가구 에너지 관련 선행연구를 살펴보면, 주로 가구 특성, 주택 특성, 도시 특성, 기후 특성, 경제·

사회적 특성 등 다양한 요인이 가구 에너지소비량에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Zhou and Teng, 2013; 노승철·이희연, 2013; Valenzuela et al., 2014; Jones and Lomas, 2015; 정재원 외, 2015; 이경희·이준기, 2021; Wang et al., 2023). 또한, 가구에너지패널조사를 활용한 선행연구들은 가구 특성이나 주택 특성을 중심으로 가구 에너지소비량 영향요인을 분석하였다(홍중호 외, 2018; 김만수, 2019). 그러나 에너지절약행동과 에너지절약인식을 고려하여 실증 분석한 연구는 미흡한 실정이다. 특히 가구 내에서 가구원마다 에너지절약행동과 에너지절약인식의 차이는 존재한다(Ma et al., 2013). 이는 가구 에너지절약을 위해 에너지절약행동과 에너지절약인식을 함께 고려하여 분석할 필요가 있으며, 에너지절약행동과 에너지절약인식이 가구 에너지소비량에 미치는 영향을 규명할 필요가 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 가구원이 실천하는 에너지절약행동과

Table 1. Regional Distribution of Households

Region	N	%
Seoul	1021	17.99
Busan	378	6.66
Daegu	281	4.95
Incheon	326	5.75
Gwangju	197	3.47
Daejeon	193	3.40
Ulsan	182	3.21
Sejong	77	1.36
Gyeonggi	1,048	18.47
Gangwon	221	3.89
Chung-Buk	208	3.67
Chung-Nam	261	4.60
Jeon-Buk	238	4.19
Jeon-Nam	242	4.27
Gyeong-Buk	313	5.52
Gyeong-Nam	375	6.61
Jeju	113	1.99
N	5,674	100

에너지절약인식을 에너지절약 특성으로 구분하였으며, 가구 특성, 주택 특성, 에너지절약 특성, 계절 특성을 활용하여 가구 에너지소비량에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 본 연구의 공간적 범위는 전국 17개 시·도 6,320가구 중 결측치 646가구를 제외한 총 5,674가구이다. 지역별 가구 분포는 Table 1과 같다. 시간적 범위는 2018년 1월부터 2019년 12월로 설정하였다.

2. 이론 및 선행연구 검토

2.1 가구 에너지절약 정책

가구 에너지절약 정책은 1970년대 유가 파동을 계기로 추진되기 시작했으며, 사회적 여건과 기후 변화에 대한 관심이 높아짐에 따라 지속적으로 변화하고 발전해 왔다(김지효·심성희, 2016). 가구 에너지절약 정책은 자발적 정책과 기술적 정책으로 구분할 수 있다(배성호, 2011). 자발적 정책으로는 에너지캐시백 사업과 에너지 소비 효율 등급 제도 등이 있으며, 기술적 정책으로는 그린리모델링 사업이 대표적인 정책이다. 가구 에너지절약 정책의 주요 목표는 가구 에너지절약 실천과 가전제품의 에너지 효율성을 높여 에너지소비량을 감축시키는 것이다(환경부, 2023). 대표적인 가구 에너지절약 정책은 Table 2와 같다.

2.2 선행연구 검토

2.2.1 에너지절약행동과 에너지절약인식

가구 에너지절약은 주거 활동 및 생활환경에서 발생하는 에너지소비량을 줄여 환경에 미치는 영향을 최소화하는 것을 의미한다(Linares and Labandeira, 2010). 특히 에너지절약행동과 에너지절약인식은 에너지를 줄이고자 하는 동기와 활동을 의미하며, 이를 '에너지절약을 위한 개인의 신념'으로 정의할 수 있다(Bandura, 1986; Steg, 2008). 에너지절약행동은 직접적인 에너지절약행동과 습관적인 에너지절약행동으로 구분할 수 있다(Barr et al., 2005). 직접적인 에너지절약행동은 고효율 에너지 가전제품 구입 등을 통해 에너지절약을 실천하는 것이다. 그러나 이러한 직접적인 에너지절약행동만으로는 에너지절약에 한계가 있다(김지효·심성희, 2016). 따라서 추가적인 습관적 에너지절약행동이 필요하다. 습관적인 에너지절약행동은 가구 내에서 에너지를 절약하는 행동으로, 냉·난방 적정온도 설정 등 생활속 사소한 생활 습관 변화를 통해 에너지절약을 실천한다(Kang et al., 2012). 또한, 가구 내에서 에너지절약을 위해서는 직접적인 경제적 이득이 발생하거나, 환경에 대한 염려 및 에너지절약 지식이 높을수록 에너지소비량이 감소한다(Peattie, 2010; Feng and Reisner, 2011).

Table 2. Households Energy Conservation Policy

Division	Variables
Green Remodeling Project	A residential remodeling project that enhances energy efficiency and creates an energy-saving living environment by improving the performance of building insulation and systems.
Energy Cashback Program	A program that provides a cash rebate for households that reduce their electricity usage by 3% or more compared to the average consumption of the same month over the previous two years
Energy Efficiency Rating System	A system that labels appliances with energy efficiency ratings from 1 to 5, allowing consumers to easily identify and purchase products with higher energy efficiency.

가구원들의 에너지절약인식을 라이프스타일 유형별로 구분한 연구도 진행되었다. 라이프스타일 연구는 주로 마케팅 및 비즈니스 분야에서 다뤄졌지만, 최근에는 에너지절약과 에너지 소비행태를 구분하는 연구로 발전하고 있다. 분석 결과, 라이프스타일에 따라 가구 에너지소비량이 증가하거나 감소하는 것으로 나타났다. 대표적으로, Sütterlin et al.(2011)은 2009년부터 2010년까지 스위스 1,292가구를 대상으로, 가구별 에너지 절약인식을 라이프스타일로 구분하여 분석하였다. 해당 연구는 환경주의자, 이타주의자, 절약주의자, 물질주의자, 무관심자 등 총 5개의 유형으로 나누어 에너지 소비행태를 분석하였다. 임기추(2013)는 소비 과잉형, 생활 중시형, 생활 만족형, 절약 의식형 등 총 4가지 유형으로 에너지 절약 라이프스타일을 제시하였다. Thøgersen(2017)은 기본 거주자, 신중한 거주자, 평균 거주자, 미참여 거주자, 열성적인 거주자, 부주의 거주자 등 총 7가지 유형의 에너지절약 라이프스타일을 분석하였다. 이는 주택의 물리적 특성뿐만 아니라, 가구원들의 에너지절약인식과 사회적·심리적 부분도 함께 연구가 필요함을 시사하였다.

2.2.2 가구특성과 가구 에너지소비량의 관계

가구 특성과 가구 에너지소비량의 영향요인에 관한 선행연구에 따르면, 가구주의 나이, 성별, 최종학력, 가구원 수, 월 소득과 같은 변수들은 가구 에너지 소비량에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Zhou and Teng, 2013; Valenzuela et al., 2014; 정이래, 2017; 이수진 외, 2019). 그중에서도 가구원 수는 가구 에너지소비량에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 나타났다으며, 기혼 여부, 가전기기 수, 재택근무 일수가 많을수록 가구 에너지소비량이 증가하였다(Valenzuela et al., 2014). 월 소득은 가구의 경제적 수준을 나타내며, 경제활동과 주택규모를 결정짓는 중요한 요인이다. 분석 결과, 가구의 소득이 높을수록 난방과 전

기료에 대한 부담이 줄어들어, 가구 에너지소비량이 증가하였다(정이래, 2017).

2.2.3 주택 및 도시 특성과 가구 에너지소비량의 관계

주택 특성과 가구 에너지소비량 영향요인에 관한 선행연구에 따르면 주로 주택의 내부적 요인이 영향을 미친다고 분석하였다(Schipper et al., 1989; Pachauri, 2004; Steemers and Yun, 2009; Brounen et al., 2012). 대표적으로 주택의 규모, 종류, 건축연한, 건물 요소 등과 같은 주택의 물리적 특성과 에너지소비량 간의 영향요인을 분석한 조항훈 외(2022)에서는 건물 면적이 에너지소비량에 큰 영향을 미치는 요인으로 분석되었으며, 층수, 대지면적, 건폐율, 용적률이 에너지소비량에 영향을 미친다고 분석하였다. 또한 주택의 종류와 건축 연한에 따라 에너지 소비량 차이가 존재한다. 오래된 건물일수록 에너지 소비량이 증가하고 아파트일 때 단독주택 및 다른 주택 유형보다 에너지소비량이 낮다고 분석하였다(Schipper et al., 1989; Brounen et al., 2012). 이외에도 가구 에너지와 도시환경에 관한 연구도 진행되었다. 도시환경과 가구 에너지소비량 영향요인에 관한 선행연구에 따르면 주로 도시열섬과 자연환경 중심으로 연구를 진행하였다. 특히 도시열섬현상은 냉방 에너지 사용을 증가시키는 요인이다(김기중 외, 2016). 또한 압축도시와 에너지소비량에 관하여 분석한 박준(2016)은 압축도시는 에너지소비량 절감에 영향을 미치지만, 과도하게 압축된 도시는 에너지소비량이 증가한다고 분석하였다. 건물 밀도가 높은 도시는 에너지절약에 영향을 준다고 볼 수 있다(Steemers, 2003).

2.3 연구의 차별성

가구 에너지소비량 영향요인에 관한 선행연구를 검토한 결과, 가구 특성, 주택 특성, 경제·사회적 특성, 도시 특성 등 다양한 요인이 가구 에너지소비량

에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 가구 에너지소비량과 에너지절약행동, 에너지절약인식을 고려한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구의 차별성은 다음과 같다.

첫째, 가구에서 실천하고 있는 에너지절약행동과 에너지절약인식을 에너지절약 특성으로 구분하여, 에너지절약 특성이 가구 에너지소비량에 영향을 미치는지 분석하였다. 기존 선행연구들은 주로 가구 특성과 주택 특성이 가구 에너지소비량에 미치는 영향요인을 분석하는 데 중점을 두었다. 일부 선행연구에서 에너지절약인식을 실증 분석한 연구도 있지만, 대부분 국외 연구에 해당하며, 국내에서는 에너지절약행동과 에너지절약인식을 종합적으로 고려하여 분석한 연구는 부족하다. 특히, 임기추(2013)의 연구는 에너지소비습관을 라이프스타일 유형별로 구분하여 연구를 진행하였으나, 라이프스타일별 가구 에너지소비량에 대한 영향요인을 분석하지 못한 한계가 존재하였다. 따라서 본 연구는 가구 특성, 주택 특성, 에너지절약 특성, 계절 특성을 통합적으로 실증 분석하여 가구 에너지절약을 위한 정책적 시사점을 제시하고자 하였다.

둘째, 기존 선행연구의 한계로는, 가구에서 실제 측정된 에너지소비량 데이터가 아닌 공동주택 등 일부 데이터를 활용하거나, 건물 에너지소비량 데이터를 가구 데이터로 환산하여 분석을 진행하였다(김기중 외, 2017; 김기중·이창효, 2019; 이수진 외, 2019). 이러한 선행연구의 한계점을 고려하여, 본 연구는 실제 가구 에너지소비량을 제공하는 가구 에너지패널조사 데이터를 활용하였으며, 단위면적 당 가구 에너지소비량을 통해 보다 심층적인 분석을 진행하였다. 해당 데이터는 전국 17개 시·도를 대상으로 가구 특성 및 주택 특성과 함께 실제 가구 에너지소비량 정보를 제공하는 특징을 가지고 있다(최문선·남수현, 2021).

셋째, 가구 에너지소비량 관련 선행연구들의 공간

적 범위와 시간적 범위는 특정 월별 데이터 및 1년간의 데이터를 활용하여 분석을 진행하거나, 서울시 및 특정 지역만 분석하였다(김기중·이창효, 2019; 조항훈·김홍순, 2023). 선행연구의 한계점을 고려하여 본 연구는 공간적 범위의 확대와 시계열 가구 에너지소비량 데이터를 통해 포괄적인 가구 에너지소비량에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

3. 분석의 틀

3.1 분석자료

3.1.1 자료구성

본 연구는 에너지경제연구원에서 제공하는 가구 에너지패널조사를 활용하여 단위면적 당 가구 에너지소비량을 산출하였다. 가구에너지패널조사 데이터는 가구 월별 에너지소비량, 거주지역, 주택 종류, 층수, 건축 연한, 주택 면적, 에어컨 설정온도, 난방 설정온도, 가구원 수, 소득 등에 대한 정보를 제공한다. 2011년 제1차 본조사를 시작으로 2022년 제13차 조사를 완료하였다. 하지만 제1차 조사부터 제9차 조사까지는 가구에너지상설표본조사로 표본크기 부족, 소극적 조사방식, 낮은 표본 유지율의 문제로 조사의 한계 및 신뢰도 등에 대한 지적이 있었다(최문선·남수현, 2021). 따라서 본 연구에서는 위문제점을 개선한 제10차, 제11차 가구에너지패널조사를 활용하여 분석을 진행하였다.

3.1.2 변수설정

본 연구의 목적은 가구 에너지소비량의 영향요인을 도출하는 것이므로, 단위면적 당 가구 에너지소비량을 종속변수로 설정하였다. 하지만 단위면적 당 가구 에너지소비량은 정규분포에 비해 왼쪽으로 치우쳐진 양의 왜도 형태를 보였다. 종속변수의 분포가 비정규성을 보이면 종속변수로 사용하기 어렵기 때문에 정규화를 위해 로그 변환하였다(Gaddum,

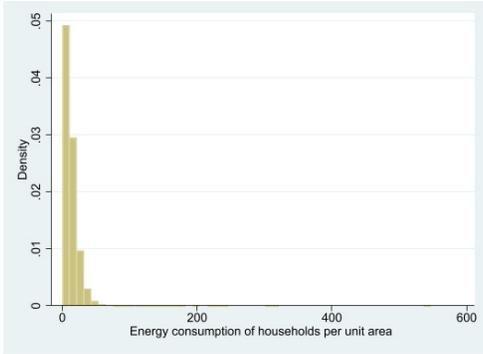


Fig. 1. Before Log Conversion

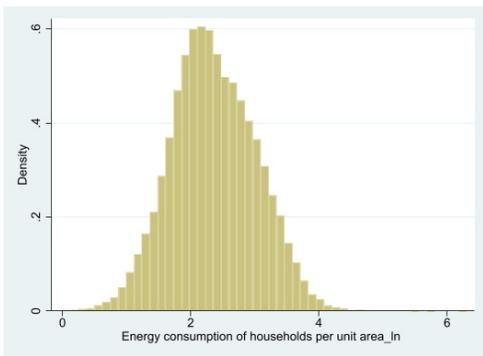


Fig. 2. After Log Conversion

1945). Fig. 1은 로그 변환 전 종속변수의 분포이며 Fig. 2는 로그로 변환한 종속변수 분포이다.

본 연구에서는 가구에너지패널조사 데이터와 선행연구 검토를 통해 독립변수를 구축하였다. 이를 바탕으로 에너지절약 특성, 가구 특성, 주택 특성, 계절 특성으로 구분하였다.

에너지절약 특성은 가구에너지패널조사 내 설문 문항 중 에너지절약행동과 에너지절약인식을 구분한 항목을 활용하였으며, 중앙부처 및 각 지방자치단체에서 진행하는 에너지절약 정책 및 캠페인을 참고하여 선정하였다. 에너지절약 특성에는 에너지 소비 효율 등급 표시 인지 여부, 전기요금 확인 여부, 난방 설정온도, 에어컨 설정온도, 사물인터넷(IoT) 사용 여부가 포함된다. 특히 에너지 소비 효율 등급 표시 인지 여부, 전기 요금 확인 여부, 사물인터넷(IoT)

사용 여부는 가구 에너지소비량에 관한 선행연구에서 다뤄졌지만(Gaspar and Antunes, 2011; Brounen et al., 2013; 이수진 외, 2021), 난방 설정온도와 에어컨 설정온도는 선행연구에서 다뤄지지 않았던 변수이다.

가구 특성은 가구원 수, 성별, 나이, 월 소득, 점유 유형이 해당한다. 특히 가구원 수는 가구 특성을 대표하는 변수로, 가구 에너지 관련 연구에서 주로 활용되는 변수이다. 월 소득, 성별, 난방 설정온도, 에어컨 설정온도는 더미변수로 구축하였으며, 성별과 나이는 가구주를 기준으로 분석을 진행하였다.

주택 특성은 주택 종류, 층수, 건축 연한, 주택 면적, 방 개수, 이중창문 개수가 해당한다. 주택 면적과 주택 종류, 층수는 가구 에너지와 건물 에너지 관련 연구에서 주로 사용되는 변수이다.

또한 계절에 따라 가구 에너지소비량에 차이가 존재한다는 점을 고려하여(조항훈 외, 2022), 이를 비교하기 위해 각 도시의 평균기온과 계절 변수를 추가하였다. 계절 변수는 봄(3월, 4월, 5월), 여름(6월, 7월, 8월), 가을(9월, 10월, 11월), 겨울(12월, 1월, 2월)로 구분하였다. 또한 지역별 평균 기온을 통해 지역별 에너지소비량의 차이를 비교하고자 하였다. 본 연구에서 활용한 변수의 설명은 Table 3과 같다.

3.2 연구의 모형

3.2.1 연구모형 설정

본 연구에서는 가구 에너지소비량에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 패널 다중회귀분석(Panel Multiple Regression)을 활용하였다. 구 에너지 패널 조사 데이터는 2018년부터 2019년까지 월별 가구 에너지소비량을 제공하기 때문에 패널 모형(Panel Model)으로 분석할 수 있다. 특히 패널 모형은 동일한 개체를 반복적으로 조사하여 지역 간 차이와 시간에 따른 변화를 통제함으로써, 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 추정할 수 있다(노승철·이희연,

Table 3. The Variables for the Analysis

Division	Variables	Definition	Source
Dependent Variable	Energy Consumption of Households Per Unit Area [Ln(Mcal)]	Energy consumption of households per unit area from January to December With in the plot of 2018-2019	
	Perception of Appliances's Energy Efficient Rating System	0=No, 1=Yes	
Energy Conservation Characteristics	Checking The Electricity Bill	0=No, 1=Yes	
	Temperature Heating	Setting temperature for Heating	
	Temperature Air Conditioning	Setting temperature for Air conditioning	
	Using the Internet of Things	0=No, 1=Yes	
	Household Size	Number of persons in household	KEEI*
	Income	The monthly income of a household	
Independent Variable Household Characteristics	Age	Age of Householder	
	Gender	0=Male, 1=Female	
	Housing Ownership	1=Owner, 2=Jeonse 3=Monthly rent, 4=Other	
	Housing Type	1=Apartmet, 2=Detached house, 3=Attached house	
Housing Characteristics	Housing Age	Housing Year of Construction	
	Dual Windows	Number of double windows	
	Rooms	1=One, 2=Two, 3=Three, 4=Four or more	
Season Characteristics	Floors	Number of floors	
	Season	1=Spring, 2=Summer, 3=Fall, 4=Winter	KMA**
	Average Temperature	Average temperature of 17 cities	

*KEEI: Korea Energy Economics Institute

**KMA: Korea Meteorological Administrartion

2013). 또한, 횡단면 데이터나 시계열 데이터에 비해 더 많은 정보와 변수의 다양성을 제공한다. 이는 다중공선성(Multicollinearity) 문제를 완화하고, 더 정확하고 신뢰성 있는 분석 결과를 도출할 수 있는 장점이 있다. 하지만 동일한 개체를 반복적으로 조사하는 경우 시간에 따른 결측치가 발생할 수 있

으며, 자료의 횡단면적, 이분산성 및 자기상관성을 확인해야 한다(김건영·성현곤, 2015). 이에 본 연구의 패널 모형의 수식은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Ln}(Y_{it}) = & a + \beta_1 X_{it} + \beta_2 P_{it} + \beta_n L_{it} \\ & + \beta_n K_{it} + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)의 $\ln(Y_{it})$ 는 종속변수로 로그를 취한 지역 i 의 t 년도 가구 에너지소비량을 의미한다. 이때 i 는 5,674가구이며, t 는 2018년 1월부터 2019년 12월 까지의 시간을 의미한다. X_{it} 는 에너지절약 특성, P_{it} 는 가구 특성, L_{it} 는 주택 특성, K_{it} 는 계절 특성을 나타낸다. 오차항 ϵ_{it} 는 각 지역의 고유효과와 관측 시점의 고유효과에 따라 분석된다. 또한 식 (1)을 기반으로 분석자료의 이분산성 및 자기상관성을 통제하였다. 패널분석을 위한 모형과 고정효과 모형(Fixed Effect Model), 확률효과 모형(Random Effect Model)으로 구분된다. 고정효과 모형은 관찰되지 않는 개체특성이 시간의 변화에 따라 변하지 않고 고정적으로 존재한다고 가정하고 분석하는 방식이다. 확률효과 모형은 개체특성이 확률적으로 나타난다고 가정하고 분석하는 방식이다. 이후 분석에 적합한 모형을 판단하기 위해 F 검정과 LM 검정, 하우스만 검정(Hausman Test)을 실시하였다.

3.2.2 패널모형 검정결과

패널 모형 중 분석에 적합한 모형을 판단하기 위해서는 F 검정과 Breush-Pagan LM 검정, 하우스만 검정을 진행하였다. F-Test과 LM-Test은 OLS 모형에 비해 고정효과 모형과 확률효과 모형이 적합한지 판단하는 검정이다. 마지막으로 하우스만 검정을 통해

고정효과 모형과 확률효과 모형의 모형 적합성을 검증하여 분석에 있어서 어느 것이 더 적합한지 판단하는 검정이다. 모형 결과 OLS 모형에 비해 고정효과와 확률모형이 더 적절한 것으로 나타났으며, 하우스만 검정 결과 고정효과 모형이 확률효과 모형보다 적절한 것으로 나타났다. 패널 모형검정 결과는 Table 4와 같다.

4. 실증분석

4.1 기초통계량

Table 5는 실증분석에 활용한 데이터의 기초 통계를 나타낸 것이다. 종속변수로는 단위면적당 가구 에너지소비량을 사용하였으며, 독립변수는 에너지절약 특성, 가구 특성, 주택 특성, 계절 특성으로 구분하였다. 종속변수인 단위 면적당 가구 에너지 소비량은 정규분포를 위해 로그로 변환하였으며, 최소 1.30에서 최대 9.99까지의 차이를 보여 가구별 에너지소비량에 차이가 존재한다는 것을 확인하였다.

에너지절약 특성 변수 중 에너지효율등급 표시를 알고 있는 가구는 87%이며, 매달 전기요금을 확인하는 가구는 55%로 나타났다. 난방 설정온도의 평균은 24.95도이며, 최소 21도, 최대 40도로 나타났다. 에어컨 설정온도의 평균은 23.46도이며, 최소 17도, 최대 30도로 나타났다. 사물인터넷(IoT)를 사용하는 가구는 41%로 나타났다.

가구 특성 변수 중 가구원 수는 평균 2.67명이며, 최소 1명, 최대 9명으로, 1인 가구부터 대가까지 다양하게 구분되어 있다는 것을 알 수 있다.

가구주 평균 나이는 약 56세이며, 최소 16세, 최대 99세이다. 점유유형은 자가, 전세, 월세, 기타 순으로 확인되었다.

주택 특성 변수 중 주거 유형은 과반이 넘는 약 52%의 가구가 아파트에 거주하는 것으로 나타났

Table 4. Panel Regression Model Hypothesis Test

Test Method	Statistics	P-value	Model Comparison
F-Test	F(5674, 130,479)=1	0.0000	Fixed Effects> Pooled OLS
LM-Test	Chibar2(01)= 2.2e+05	0.0000	Random Effects> Pooled OLS
Hausman-Test	chi2(22)= 124.35	0.0000	Fixed Effects >Random Effects

Table 5. The Descriptive Statistics

Division	Variables	Obs	Mean	Min	Max		
Dependent Variable	Energy Consumption of Households Per Unit Area	136,176	2.42	1.30	9.99		
	Energy Conservation Characteristics	Perception of Appliances's Energy Efficient Rating System	136,176	0.87	0	1	
		Checking the Electricity Bill	136,176	0.55	0	1	
		Temperature Heating	136,176	24.95	21	40	
		Temperature Air Conditioning	136,176	23.46	17	30	
	Using the Internet of Things	136,176	0.41	0	1		
Household Characteristics	Household Size	136,176	2.69	1	9		
	Income	136,176	2.30	1	4		
	Age	136,176	55.71	16	99		
	Gender	136,176	3.90	0	1		
Independent Variable	Housing Ownership	Owner	136,176	0.78			
		Jeonse	136,176	0.13			
		Monthly Rent	136,176	0.05	-	-	
		Other	136,176	0.03			
	Housing Characteristics	Housing Type	Apartment	136,176	0.53		
			Detached House	136,176	0.31	-	-
			Attached House	136,176	0.17		
		Housing Age	136,176	1996	1901	2018	
		Dual Windows	136,176	4.14	0	28	
		Rooms	136,176	2.70	1	4	
	Floors	136,176	2.72	1	5		
Season Characteristics	Season	Spring	136,176	25			
		Summer	136,176	25			
		Fall	136,176	25	-	-	
		Winter	136,176	25			
	Average Temperature	136,176	13.13	-2.6	26.8		

며, 건축 연도는 가장 오래된 주택이 1901년, 최근에 지어진 주택은 2018년으로 평균 1996년이다. 가구의 단열과 방음을 대표하는 이중창문 개수는 평균 4.17개이며, 최소 0개, 최대 28개이다. 평균 방 개수는 2.71개이다.

계절 특성 중 지역별 평균 기온은 평균 13.33도이며, 최소 -2.6도, 최대 26.8도이다.

4.2 실증분석

Table 6은 17개 시·도 5,674가구를 대상으로 OLS 모형, 확률 효과 모형, 고정 효과 모형을 활용하여 가구 에너지소비량에 미치는 영향요인을 분석한 결과를 나타낸다.

에너지절약특성의 경우, 모든 변수에서 통계적으로 유의한 결과가 나타났다. 에너지소비율 등급 제

Table 6. Results of Panel Multiple Regression

		Pooled Ols		Random Effects		Fixed Effects		
		Coef.	Std. Err	Coef.	Std. Err	Coef.	Std. Err	
Energy Conservation Characteristics	Perception of Appliances's Energy Efficient Rating System	-0.017***	0.004	-0.013**	0.006	-0.020**	0.007	
	Checking the Electricity bill	-0.006**	0.003	-0.021***	0.004	-0.027***	0.004	
	Temperature Heating	0.003***	0.001	0.005***	0.001	0.006***	0.001	
	Temperature Air Conditioning	-0.000	0.001	-0.003***	0.001	-0.003***	0.001	
	Using the Internet of Things	-0.041***	0.016	-0.032	0.020	-0.050**	0.022	
Household Characteristics	Household Size	0.045***	0.016	0.040***	0.003	0.031***	0.004	
	Income	0.016***	0.002	0.001	0.003	0.007***	0.003	
	Age	0.001***	0.000	0.001***	0.000	0.000	0.000	
	Gender	-0.017***	0.004	-0.005	0.007	-0.001	0.007	
	Housing Ownership (Ref. Owner)	Jeonse	0.029***	0.005	0.028***	0.007	0.017**	0.008
		Monthly rent	0.046***	0.007	-0.023**	0.011	-0.067***	0.014
Other		0.031***	0.008	0.046***	0.013	0.050	0.016	
Housing Characteristics	Housing Type (Ref. Apartment)	Detached House	0.023***	0.005	0.022*	0.013	0.085	0.040
		Attached House	-0.023***	0.005	-0.030**	0.013	0.012	0.024
	Housing Age	0.002***	0.000	0.001**	0.000	0.002*	0.001	
	Dual Windows	-0.001***	0.000	-0.001*	0.001	-0.001*	0.001	
	Floors	-0.007***	0.001	-0.005	0.004	0.033*	0.014	
Season Characteristics	Season (Ref. Spring)	Summer	0.007	0.012	0.123***	0.012	0.142***	0.012
		Fall	-0.130***	0.004	-0.157***	0.004	-0.160***	0.004
		Winter	0.031***	0.011	0.162***	0.012	0.181***	0.012
	Average Temperature	-0.033***	0.001	-0.023***	0.001	-0.021***	0.001	
Constant		4.786***	0.318	2.799***	0.807	-2.539	2.331	
Number of Obs/Group		136,176		136,176/5,674				
R-squared		0.3005		0.2968		0.2689		

p-value: *p < 0.10, **p < 0.05, ***p < 0.01

도를 모르는 가구일수록 에너지소비량이 증가하였다. 이는 에너지 소비 효율 등급 가전기기를 사용하는 가구가 에너지소비량을 감소시킨다는 선행연구 결과와 일치한다(Rahman et al., 2017). 에너지 소비 효율 등급이 낮은 가전기기를 사용하는 가구는 에너지절약에 관심이 없는 가구로 판단된다. 전기요금을 확인하지 않는 가구는 에너지소비량이 증가한다고 나타났다. 전기요금을 확인하는 가구가 에너지절

약을 실천한다는 선행연구 결과와 일치한다(Wang et al., 2021). 이는 에너지 비용에 대한 인식과 에너지절약 습관이 가구 에너지소비량에 영향을 미치는 중요한 요인임을 의미한다. 에어컨 설정온도가 낮고, 난방 설정온도를 높게 설정하는 가구일수록 에너지소비량이 증가하였다. 이는 실내 적정온도의 중요성과 에너지 효율성이 가구 에너지소비량에 영향을 미친다는 것을 나타낸다. 사물인터넷(IoT)을 사용하

지 않는 가구일수록 가구 에너지소비량이 증가하였다. 사물인터넷(IoT)을 활용하는 경우, 실시간 가구 에너지소비량과 평균 전력량 초과 시 가구원들에게 알려준다는 특징이 있다. 또한 가구 에너지소비량이 절약된다는 선행연구와 일치한다(이수진 외, 2021).

가구 특성의 경우, 가구원 수, 월 소득, 점유유형은 가구 에너지소비량에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤으나, 가구주 성별과 나이는 가구 에너지소비량에 영향을 미치지 않았다. 가구원 수가 늘어날수록 가구 에너지소비량이 증가하였다. 이는 가구 에너지 소비량에 영향을 미치는 요인들을 분석한 선행연구(남수현·강병욱, 2020)의 결과와 일치한다. 가구원 수가 늘어날수록 가전기기 사용 빈도 및 주거 환경에서 사용하는 난방 및 전기에너지가 증가하여 가구 에너지소비량이 증가하는 것으로 판단된다. 월 소득이 높은 가구일수록 가구 에너지소비량이 증가한다고 나타났다. 이는 월 소득이 높은 가구일수록 난방, 전기료 등 비용에 대한 부담이 줄어들어 가구 에너지소비량이 증가한다는 선행연구 결과와 일치한다(정이래, 2017). 또한 월 소득이 낮은 가구일수록 난방비 및 전기료에 대한 부담으로 에너지소비를 줄이고, 에너지 효율성이 낮은 열악한 주거 환경에 거주한다(Santamouris et al., 2007). 점유유형이 자가와 비교했을 때, 전세의 경우 가구 에너지소비량은 증가하였지만, 월세가구인 경우 가구 에너지소비량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 월세가구일수록 월세 및 생활비 등의 비용 문제로 인해 에너지 감소가 나타나는 것으로 판단된다.

주거 특성의 경우 건축연한, 이중창문 수, 방 수, 거주 층수는 가구 에너지소비량에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤으나, 주택 유형은 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았다. 건축 연한이 오래될수록 가구 에너지소비량이 증가하였다. 이는 오래된 건물일수록 최근에 건설된 건물에 비해 에너지 효율성이 떨어진다고 볼 수 있다(김교민 외, 2023). 이중창문

이 적을수록 에너지소비량이 증가하였다. 이는 이중 창문이 많을수록 외부에서 유입되는 공기를 감소시켜 가구 내 단열 효과로 가구 에너지소비량을 감소시킨다는 선행연구 결과와 일치한다(정창현 외, 2009). 방 수가 많을수록 가구 에너지소비량이 증가하였다. 이는 보일러 등 난방에너지를 사용할 때 방에서 활용되는 에너지소비량이 많기 때문으로 판단된다. 거주 층수는 건물이 고층일수록 가구 에너지소비량이 증가하였다. 고층일수록 가구 에너지소비량이 증가한다는 선행연구 결과와 일치한다(김지원 외, 2020). 이는 고층 건물일수록 일조, 일사, 바람 등 외부적 요인들로 인해 에너지소비량이 증가하는 것으로 판단된다.

계절 특성의 경우, 모든 계절이 통계적으로 유의하게 나타났다. 사계절 중 가구 에너지소비량에 가장 큰 영향을 미치는 계절은 겨울철로 나타났다. 이는 계절에 따라 가구 에너지소비량이 달라지며 계절 특성이 에너지소비량에 영향을 미친다는 선행연구 결과와 일치한다(조항훈 외, 2022). 이러한 결과는 사계절 특성을 고려한 효율적인 에너지 관리의 필요성을 시사한다. 또한 평균기온이 낮을수록 에너지소비량이 증가하였다. 이는 겨울철 가구 에너지소비량이 증가하는 것과 같은 맥락으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 가구에너지패널조사 자료를 활용하여 가구 에너지소비량에 영향을 미치는 요인을 가구 특성, 주택 특성, 에너지절약 특성, 계절 특성으로 나누어 살펴보았다. 가구 에너지소비량을 줄이기 위한 다양한 방안이 요구됨에도 불구하고, 지금까지는 주로 주택의 물리적 요인을 개선하거나 에너지 효율성을 증대시키는 등 주택의 물리적인 측면이나 에너지 효율의 기술적인 측면에 초점이 맞추어져 있었다. 본 연구는 가구 특성 및 주택 특성뿐만 아니라 가구

내에서 실천하고 있는 에너지절약행동과 에너지절약인식을 고려하여 가구 에너지소비량에 미치는 영향요인을 실증 분석하였다. 이 점에서 기존 선행 연구의 한계를 극복하였다. 이에 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 도시계획 및 에너지 정책에 관한 시사점을 도출하였다.

첫째, 가구 내 에너지절약행동과 에너지절약인식에 대한 교육과 에너지절약에 대한 동기부여 정책이 필요하다. 에너지 소비 효율 등급 제도를 인지하지 못하거나 전기요금을 확인하지 않는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해 가구 에너지소비량이 높은 것으로 나타났다. 현재 중앙부처 및 각 지방자치단체는 효율적인 에너지절약방법과 가구 내 부적절한 에너지 소비행태를 변화시키기 위해 에너지절약 및 의식 개선을 촉구하는 캠페인을 펼쳐오고 있다(서울특별시, 2020; 이훈, 2021). 그러나 에너지절약 캠페인과 관련 제도를 인지하지 못하는 가구가 많다는 것을 본 연구에서 확인하였다. 이를 해결하기 위해서는 더욱 적극적인 에너지 소비 효율 등급 제도의 홍보 및 실내 적정 온도 설정에 대한 온·오프라인 캠페인을 추진하여 에너지절약에 대한 인식을 발전시키는 것이 중요하다. 사물인터넷(IoT)을 활용하는 경우 에너지소비량이 절약되기 때문에 사물인터넷(IoT) 보급 사업과 적극적인 홍보가 필요하다. 이를 통해 가구 에너지소비량을 감소시키는 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 가구 특성에 따른 맞춤형 에너지 정책이 필요하다. 본 연구 결과에 따르면, 가구원 수가 많을수록, 그리고 가구주의 나이가 많을수록 에너지소비량이 증가하였다. 이는 다인 가구 및 고령 가구주를 대상으로 한 에너지절약 교육 및 에너지절약 인센티브 프로그램을 강화할 필요가 있음을 시사한다. 특히, 다인 가구용 에너지절약 교육 제공 및 고령자가 쉽게 접근할 수 있는 에너지절약 정보 제공 등을 통해 가구 에너지소비량을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 주택의 물리적 특성이 가구 에너지소비량 관련 방안 마련 등에 충분히 고려될 필요가 있다. 분석 결과, 주택의 건축 연한, 이중창문 수, 방수, 거주 층수가 가구 에너지소비량과 통계적으로 유의미한 관계를 나타내는 것으로 확인되었다. 이러한 여러 가지 가구 에너지소비와 관련된 특성을 고려하여 주택 특성별 가구 에너지소비 관리방안을 수립하면, 가구 에너지소비량이 높은 가구에 대해서 에너지소비 감소 효과를 발생시킬 수 있을 것으로 판단된다.

넷째, 계절별로 차별화된 에너지 관리 정책이 필요하다. 분석 결과, 겨울철에 다른 계절에 비해 가구 에너지소비량이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 주택의 난방 효율을 높일 필요가 있으며, 겨울철을 앞두고 노후 주택의 리모델링 등을 지원하는 정책이 효과적일 것으로 판단된다. 또한, 난방비 지원과 주택의 단열 개선이나 에너지 효율이 높은 보일러의 설치 등의 요구 기준을 강화한다면, 가구 에너지소비량을 장기적으로 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 본 연구에서 분석에 활용한 자료인 가구에너지패널조사 데이터에는 각 가구의 주소가 시·도 단위까지만 공개되어 있다. 따라서 본 연구에서는 구체적인 지역별 에너지소비량의 차이를 밝히지는 못하였다. 향후 지역 정보가 포함된 가구 에너지소비량을 활용하여 지역 간 차이를 실증한다면 좀 더 차별화되고 구체적인 에너지절약 정책에 대한 심도 있는 논의가 가능할 것이다.

이러한 한계에도 불구하고, 가구 내 에너지절약행동과 에너지절약인식을 변수로 활용하여 가구 에너지소비량에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다는 것에 본 연구의 의의가 있다. 따라서 본 연구의 결과가 가구 에너지소비 절약정책 및 가구원들에게 에너지절약행동과 에너지절약인식의 중요성을 알리는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

1. 강광화(1990), "에너지 절약정책", 「석유와 에너지」, 7: 66~70.
2. 강영식·마지순(2013), "학부모의 에너지절약 인식 및 행동이 유아의 친환경태도와 환경보전지식에 미치는 영향", 「한국산학기술학회논문지」, 14(10): 4819~4829.
3. 김건영·성현곤(2015), "우리나라 도로교통 온실가스 배출에 대한 환경쿠즈네츠 곡선 추정", 「교통연구」, 22(2): 1~17.
4. 김교민·김동준·이승일(2023), "난방비 변화 시기의 공동주택 난방에너지 사용량 영향요인 분석: 서울시 아파트를 대상으로", 「도시재생」, 9(2): 116~134.
5. 김기중·안영수·이승일(2016), "도시구성요소가 도시열과 에너지소비에 미치는 직·간접적인 영향관계 규명 연구", 「서울도시연구」, 17(1): 125~145.
6. 김기중·안영수·이승일(2017), "소득격차를 고려한 조건에서 건물과 도시계획 요소가 건물에너지 소비에 미치는 영향요인 분석: 서울시 8월 전기사용량을 중심으로", 「국토계획」, 52(5): 253~267.
7. 김기중·이창효(2019), "건물용도별 난방에너지 소비량 차이에 관한 연구", 「서울도시연구」, 20(2): 91~103.
8. 김만수(2019), "건축물의 물리적 요소와 세대특성을 함께 고려한 주거용 건물의 에너지사용량에 미치는 영향요인 분석", 석사학위논문, 세종대학교.
9. 김민채(2020.10.28), "20대 에너지 절약하지 않는다 27%에 달해", 에너지시민연대.
10. 김지원·곽영훈·허정호(2020), "통계분석을 통한 주거용 건물의 주택유형별 에너지 예측모델 개발", 「한국태양에너지학회 논문집」, 40(6): 51~60.
11. 김지효·심성희(2016), 「정책변화 대응을 위한 에너지수요관리 정책의 법제적 기반 및 정책수단 체계화 연구」, 울산: 에너지경제연구원.
12. 남수현·강병욱(2020), "가구에너지 상설표본조사를 활용한 2016년 전기요금제 개편 효과분석", 「에너지경제연구」, 21(1): 145~174.
13. 노승철·이희연(2013), "가구부문의 에너지 소비량에 영향을 미치는 요인분석", 「국토계획」, 48(2): 295~312.
14. 박준(2016), "도시구조와 탄소배출 간 관계에 대한 소고: 압축도시와 다핵도시 특성을 중심으로", 「부동산학연구」, 20(1): 39~56.
15. 배성호(2011), "국내 온실가스 감축 정책", 「에너지공학」, 20(1): 8~12.
16. 서울특별시(2020), 「서울시 지역에너지계획 2020~2040」, 서울.
17. 에너지경제연구원(2020), 「에너지통계연보」, 울산.
18. 유정민·황인창·김정아(2020), "2050 서울시 탄소중립 위한 정책과제". 「서울연구원」, 1~81.
19. 이경희·이준기(2021), "부산시 임대아파트 및 분양아파트의 냉난방에너지 소비량 분석", 「토지주택연구」, 12(3): 79~85.
20. 이수진·김기중·이승일(2019), "건물과 지역요인을 고려한 서울시 건물에너지 소비 실증분석", 「국토계획」, 54(5): 129~138.
21. 이수진·임상현·최윤아·유상오(2021), "IoT를 활용한 에너지절약 시스템 구축", 한국정보처리학회 학술대회논문집, 28(2): 1075~1078.
22. 이훈(2021), "이슈리포트 울겨울 전력수요 최대 수준 기록 예상 ... 일상 속 에너지 절약 방법은?: 산업부, 상한전망 93.5GW 내외 예상 ... 발전기 정비 최소화 등 전력공급 이상 無 한국동서발전, 일상생활 속 에너지 절약 습관 공유 ... '울겨울 에너지를 부탁해' 캠페인 진행", 「전기저널」, 540: 28~29.
23. 임기추(2013), "가정부문 에너지소비자의 라이프스타일 유형이 에너지절약행동에 미치는 영향 분석", 「에너지공학」, 22(3): 262~269.
24. 정이래(2017), "가구 및 주택 특성이 난방에너지 소비에 미치는 영향", 석사학위논문, 서울대학교.
25. 정재원·이창효·이승일(2015), "서울시 행정동별 가구의 에너지 소비량에 미치는 요인의 통합적 분석", 「국토계획」, 50(8): 75~94.
26. 정창현·김지영·김태연·이승복(2009), "이중창호 적용을 통한 공동주택 에너지 소비량 저감 성능평가", 「대한건축학회논문집」, 25(12): 393~401.
27. 조항훈·김홍순(2023), "도시특성이 건축물의 탄소배출에 미치는 영향에 관한 연구: 서울시 424개 행정동에 대한 공간회귀분석의 적용", 「토지주택연구」, 14(3): 77~92.
28. 조항훈·오창호·박예진·신민경·안진영·김홍순(2022), "계절적 요인을 고려한 건물 전기에너지 사용에 영향을 미치는 요인 분석: 서울특별시를 대상으로", 「국토지리학회지」, 56(2): 113~124.

29. 최문선·남수현(2021), “가구에너지패널조사 개선 현황 및 향후과제”, 「에너지포커스」, 18(3): 80~95.
30. 한국전력공사(2020), 「한국전력통계」, 나주.
31. 홍종호·오형나·이성재(2018), “가구 패널자료를 이용한 가계부문 에너지 소비행태 분석: 1인 가구 및 고령가구를 중심으로”, 「자원·환경경제연구」, 27(3): 463~493.
32. 환경부(2023), 「환경백서」, 서울.
33. Bandura, A. (1986), *Social Foundations of thought and Action*, New Jersey: Englewood Cliff, 23~28.
34. Barr, S., A. W. Gilg and N. Ford (2005), “The Household Energy Gap: Examining the Divide between Habitual- and Purchase-related Conservation Behaviours”, *Energy Policy*, 33(11): 1425~1444.
35. Brounen, D., N. Kok and J. M. Quigley (2012), “Residential Energy Use and Conservation: Economics and Demographics”, *European Economic Review*, 56(5): 931~945.
36. Brounen, D., N. Kok and J. M. Quigley (2013), “Energy Literacy, Awareness, and Conservation Behavior of Residential Households”, *Energy Economics*, 39: 42~50.
37. Curtis, F. A., P. Simpson-Housley and S. Drever (1984), “Communications on Energy Household Energy Conservation”, *Energy Policy*, 12(4): 452~456.
38. Feng, W. and A. Reisner (2011), “Factors Influencing Private and Public Environmental Protection Behaviors: Results from a Survey of Residents in Shaanxi, China”, *Journal of Environmental Management*, 92(3): 429~436.
39. Gaddum, J. (1945), “Lognormal Distributions”, *Nature*, 156: 463~466.
40. Gaspar, R. and D. Antunes (2011), “Energy Efficiency and Appliance Purchases in Europe: Consumer Profiles and Choice Determinants”, *Energy Policy*, 39(11): 7335~7346.
41. IEA (2010), *Energy Efficiency Governance*, Paris.
42. Jones, R. V. and K. J. Lomas (2015), “Determinants of High Electrical Energy Demand in UK Homes: Socio-economic and Dwelling Characteristics”, *Energy and Buildings*, 101: 24~34.
43. Kang, N. N., H. S. Cho and J. T. Kim (2012), “The Energy-saving Effects of Apartment Residents’ Awareness and Behavior”, *Energy and Buildings*, 46, 112~122.
44. Linares, P. and X. Labandeira (2010), “Energy Efficiency: Economics and Policy”, *Journal of Economic Surveys*, 24(3): 573~592.
45. Ma, G., P. Andrews-Speed and J. Zhang (2013), “Chinese Consumer Attitudes towards Energy Saving: The Case of Household Electrical Appliances in Chongqing”, *Energy Policy*, 56: 591~602.
46. Pachauri, S. (2004), “An Analysis of Cross-sectional Variations in Total Household Energy Requirements in India Using Micro Survey Data”, *Energy Policy*, 32(15): 1723~1735.
47. Peattie, K. (2010), “Green consumption: behavior and norms”, *Annual Review of Environment and Resources* (35): 195~228.
48. Rahman, K. A., A. Hariri, A. M. Leman, M. Z. M. Yusof and M. N. M. Najib (2017), “Energy Consumption in Residential Building: The Effect of Appliances and Human Behaviour”, *AIP Conf. Proc.*, 1831(1): 020018.
49. Santamouris, M., K. Kapsis, D. Korres, I. Livada, C. Pavilu and M. N. Assimakopoulos (2007), “On the Relation between the Energy and Social Characteristics of the Residential Sector”, *Energy and Buildings*, 39(8): 893~905.
50. Schipper, L., S. Bartlett, D. Hawk and E. Vine (1989), “Linking Life-styles and Energy Use: A Matter of Time?”, *Annual Review of Energy*, 4: 273~320.
51. Steemers, K. (2003), “Energy and the City: Density, Buildings and Transport”, *Energy and Buildings*, 35(1): 3~14.
52. Steemers, K. and G. Y. Yun (2009), “Household Energy Consumption: A Study of the Role of Occupants”, *Building Research & Information*, 37(5-6): 625~637.
53. Steg, L. (2008), “Promoting Household Energy Conservation”, *Energy Policy*, 36(12): 4449~4453.
54. Sütterlin, B., T. A. Brunner and M. Siegrist (2011), “Who Puts the Most Energy into Energy Conservation? A Segmentation of Energy Consumers based on

- Energy-related Behavioral Characteristics”, *Energy Policy*, 39(12): 8137~8152.
55. Thøgersen, J. (2017), “Housing-related Lifestyle and Energy Saving: A Multi-level Approach”, *Energy Policy*, 102: 73~87.
56. Trotta, G. (2018), “Factors Affecting Energy-saving Behaviours and Energy Efficiency Investments in British Households”, *Energy Policy*, 114: 529~539.
57. Valenzuela, C., A. Valencia., S. White., J. A. Jordan., S. Cano., J. Keating., J. Nagorski and L. B. Potter (2014), “An Analysis of Monthly Household Energy Consumption Among Single-family Residences in Texas”, *Energy Policy*, 69: 263~272.
58. Wang, B., Z. Yuan., X. Liu., Y. Sun., B. Zhang and Z. Wang (2021), “Electricity Price and Habits: Which Would Affect Household Electricity Consumption?”, *Energy and Buildings*, 240: 110888.
59. Wang, Y., L. Hou., L. Hu., W. Cai., L. Wang., C. Dai and J. Chen (2023), “How Family Structure Type Affects Household Energy Consumption: A Heterogeneous Study based on Chinese Household Evidence”, *Energy*, 284: 129~313.
60. Zhou, S. and F. Teng (2013), “Estimation of Urban Residential Electricity Demand in China Using House Hold Survey Data”, *Energy Policy*, 61: 394~402.

요약

본 연구의 목적은 가구 내 에너지절약행동과 에너지절약인식을 구분하고, 가구특성, 주택 특성, 에너지절약특성, 계절 특성이 가구 에너지소비량에 미치는 요인을 분석하는 것이다. 특히 가구 내에서도 가구원마다 에너지절약행동과 에너지절약인식은 차이가 있으며, 가구 에너지절약을 위해서는 에너지절약인식과 에너지소비량의 관계를 규명할 필요가 있다. 본 연구의 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 가구 특성 중 가구원수, 월 소득이 높은 가구, 고령가구, 전세가구는 가구 에너지소비량에 양(+)의 영향을 미쳤다. 하지만 월세가구일수록 음(-)의 영향을 미쳤다. 둘째, 주택 특성 중 단독주택, 주택규모, 오래된 주택, 이중창문이 없는 주택은 가구 에너지소비량에 양(+)의 영향을 미쳤다. 셋째, 에너지절약특성 중 에너지소비효율등급을 모르는 경우, 전기요금을 확인하지 않는 경우, 난방설정온도가 높은 경우, 에어컨설정온도가 낮은 경우 양(+)의 영향을 미쳤다. 넷째, 봄을 기준으로 여름, 가을, 겨울과 지역 평균기온이 낮은 경우 양(+)의 영향을 미쳤다. 이에 본 연구의 결과가 가구 에너지소비량 절약정책 및 가구원들에게 에너지절약 행동과 에너지절약인식의 중요성을 알리는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

주제어: 가구 에너지소비량, 가구에너지패널조사, 에너지절약 특성, 패널모형