

여름철 국내 가정용 전력소비 변동요인 분석*

유다경¹⁾

부산대학교 경제학부 박사과정

원두환²⁾

부산대학교 경제학부 교수

요 약

2050 탄소중립 달성을 위해 신재생에너지 비중을 증가시킴에 따라 단기적으로 전력수급 불안정과 전기요금 상승이 예상되는 가운데, 폭염 등으로 전력 수요가 폭증하는 경우 대규모 정전사태가 발생할 우려가 있어 체계적인 수요관리가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 미시적 관점에서 가구 부문의 여름철 전력소비량 결정요인을 살펴봄으로써 여름철 전력수요 관리를 위한 정책적 의사결정의 기초자료를 제공하고자 하였다. 가구에너지상설표본조사의 2015~2018년 패널자료와 고정효과모형 및 패널분위수회귀모형을 활용하여 실증분석한 결과, 냉방도일이 클수록 전력을 더 소비하였고, 에어컨 단독 사용의 경우 에너지 효율이 매우 낮은 것으로 나타났다. 또한 전력 다소비 가구의 경우, 평형 증가에 따른 에너지사용량 증가 폭은 더욱 크게 나타났으며, 기온 변화에 따라 냉방 가전을 보다 탄력적으로 운영하는 행태를 보였고, 소득 증가가 전력소비량 증가에 미치는 영향이 점점 커지는 현상을 확인할 수 있었다.

핵심주제어 : 전력소비량, 패널데이터, 고정효과, 분위수회귀모형, 냉방도일

논문접수일 2022년 06월 21일

심사완료일 2022년 09월 30일

게재확정일 2022년 11월 09일

*본 논문은 한국연구재단과 아태경상저널에서 정한 윤리규정을 준수함.

*본 논문은 유다경의 석사학위논문을 바탕으로 작성됨.

1) 제1저자, ekud953@pusan.ac.kr

2) 교신저자, doohwan@pusan.ac.kr

1. 서론

최근 전 세계는 환경보호를 위해 탄소중립(Net Zero 또는 Carbon Neutrality)시대로의 이행에 큰 관심과 노력을 기울이고 있다. 탄소중립이란 인간의 활동에 의해 발생하는 온실가스 배출량을 최대한 저감하고, 이미 배출된 온실가스는 산림 등을 통한 흡수·제거를 통해 순배출량이 0이 되게 하는 것을 말한다. 2022년 3월 기준 우리나라, 일본, EU, 미국 등을 포함한 총 131개국이 공식적으로 탄소중립을 선언하거나 혹은 법제화하였다. 우리나라는 2020년 10월 28일 국회 시정연설에서 ‘2050년 탄소중립’을 처음으로 선언 하였으며, 목표 달성을 위해 에너지 정책의 방향과 계획을 수립하여 추진 중이다. 제 9차 전력수급기본계획에 따르면 원자력 발전 비중(19.2%, 2020년 기준)과 석탄 발전 비중(27.1%, 2020년 기준)을 점진적으로 감축하고 2020년 기준 15.1%인 신재생에너지 발전의 비중을 30~35%까지 확대할 방침이다(산업통상자원부, 2020).

2050 탄소 중립을 위해서는 신재생에너지 활용이 중요한데, 신재생에너지 중 태양광 발전과 풍력 발전은 각각 일사량과 풍속에 의존하여 전력을 생산하는 특성이 있어 변동적 신재생에너지로 분류된다(안재균, 2017). 변동적 신재생에너지의 경우 발전 및 출력을 예측하기 어려울 뿐만 아니라 변화폭도 크며, 이에 따라 전력 수급 불안정이 예상되며, 발전 단가의 상승으로 인해 전기요금도 점증할 것으로 보인다(문영석, 2011).

2010년대 이후로 국내 가정용 전력 소비의 증가율은 둔화되고 있음에도 불구하고, 가정 부문에서 소비하는 에너지 중 전력소비의 비중은 2010년 24.3%, 2013년 25.1%, 2016년 26.7%로 증가 추세를 보이고 있는데, 이는 가전제품의 다양화 및 보급률 증가, 난방 및 취사연료 전력화 등에 의한 것으로 보인다(에너지경제연구원, 2018). 특히 2016년과 2018년에는 기록적인 폭염으로 인해 냉방도일이 각각 87%와 57% 증가했으며 이에 따라 가정 부문 전력 소비는 각각 3.7%와 6.3% 증가하였다. 또한 2020년에는 코로나19(COVID-19)로 외부 활동을 줄이고 재택근무를 하는 등 가정 내에서 상주하는 시간이 길어져 산업 부문의 전기 소비는 감소한 반면, 가정 부문의 전력소비는 증가하였다(에너지경제연구원, 2021). 이렇듯 전력 수요는 증가할 것으로 예상되지만, 발전단가가 상대적으로 높은 신재생에너지로의 전환을 추진하고 있는 상황 속에서 산업 및 가정 부문에 전력을 안정적으로 공급하기 위해서는 단기적으로 전력소비의 합리적 절감이 필요한 상황이다. 국내 전력소비에서 산업 부문이 차지하는 전력소비량의 비중이 가장 크지만, 현

실적으로 산업용 전력 수요 절감 정책을 펼친다면 국내 경제에 미칠 파급효과가 우려되기 때문에 가정 부문에서의 절감 노력이 필요하다고 판단된다.

앞서 언급했듯 최근 신재생에너지 발전 비중의 증가와 동시에 원전 가동 중단 등 원자력 발전 비중의 감소에 따라 전력수요가 폭증하는 여름철의 전력 공급이 상대적으로 불안정해졌다(민대기 외, 2018). 특히 예측이 어려운 기후적 요인에 의해 변동되는 변동적 신재생에너지 발전의 확대에 의해 전력 수급이 불안정해질 가능성이 높으며, 기후 변화에 따른 냉방도일 상승에 의해 급증하는 여름철 전력소비에 대규모 정전사태가 발생할 가능성이 높아지고 있다. 실제로 최근에 기록적인 폭염이 잦아지면서 냉방 수요가 급증하여 아파트 단지에서 연달아 정전사태가 발생하여 많은 가구들이 불편을 겪었다(최태일, 2019). 이러한 폭염으로 인한 대규모 정전사태를 방지하기 위해 여름철 전력소비량에 대한 관리가 필요한 상황이다.

이에 본 연구는 국내 가구 부문의 다양한 특성을 고려하여 여름철 전력소비량 결정요인을 분석하고자 한다. 이를 통해 가정용 전력 소비의 효율 개선 및 절약에 관한 시사점을 도출하고자 한다. 연구 목적을 달성하기 위해 주택 및 가구의 특성, 냉방방식, 냉방도일 등 다양한 변수들을 여름철 가정용 전력소비량의 결정 가능 요인들로 고려하였으며, 패널고정효과모형 및 분위수회귀모형을 이용하여 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 선행연구를 정리하고, 제3장에서는 분석 자료와 연구 모형에 대해 설명한다. 그리고 제4장에서는 여름철 가정용 전력소비량에 대한 실증분석의 결과를, 제5장에서는 연구의 결론 및 함의를 제시한다.

2. 선행연구검토

2.1. 가정용 전력소비량 결정요인 연구

본 연구는 여름철 전력소비량 결정요인을 알아보기 위해 냉방도일을 반영하고, 선형패널모형 및 패널분위수회귀모형을 활용하여 분석한다는 점에서 선행연구와의 차별성을 갖는다. 가구의 미시적인 특성을 반영한 여름철 전력소비량만을 대상으로 진행한 선행 연구는 찾아보기 어려우므로 가정 부문 전력소비량 및 에너

지효율을 분석한 연구와 패널자료를 활용한 연구를 중심으로 선행연구를 검토하였다.

먼저, 가정용 전력소비량 결정요인에 대한 기존의 연구들을 살펴보면 크게 3가지의 요인들이 고려된 것을 알 수 있다. 첫 번째로 건축물의 특성과 관련해서는 주로 건축물의 위치나 크기, 주사용 목적, 난방시스템, 건축년도 등이 고려되었다(Cebula, 2012; Kaza, 2010; Kavousian et al., 2013). 두 번째로 가구의 특성을 전력소비의 결정요인으로 고려하였는데, 가구원 수, 가구원의 구성, 소득(Bartusch et al., 2012; Bedir et al., 2013; Yohanis et al., 2008; 노정녀, 2014), 가전제품의 보유 수(노정녀, 2014; 유정현과 황하진, 2016), 노령가구 여부(원두환, 2012) 등을 고려한 연구가 있다. 마지막으로 가구원의 전력소비 행태와 기후가 가구 전력소비량을 설명하는 중요한 요인으로 고려되었는데, 그 요인으로 주로 직장 등에 의한 재실자의 생활패턴이나 가사활동 비중, 취미 등이 있으며(김유란 외, 2011; Bedir et al., 2013), 평균기온(탁광수, 2012; Kavousian et al., 2013)이나 반려동물의 유무, 그리고 저(低) 전력 가전제품 사용여부 등도 고려되었다(Kavousian et al., 2013).

특히 Kostakis(2020)는 그리스 통계청(Hellenic Statistical Authority)의 2017 Household Budget Survey를 토대로 가정용 전력소비량의 결정요인에 대해 연구했다. 지역 고정효과 OLS와 분위수회귀모형을 활용하여 분석했으며 분석 결과, 가처분소득, 가구주의 교육수준, 연령, 가구원 수는 전력소비량에 양(+)의 영향을 미치는 반면, 가구주의 성별이 남성일 경우는 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 기상 조건, 도시화 등 지역적 이질성은 가정용 전력소비량에 상당한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 또한 Kostakis(2020)

는 전기는 필수재이기 때문에 전력 사용을 줄이면 사회 후생 수준이 낮아질 수 있는 점을 우려하며 사회의 후생 수준을 해치지 않는 동시에 전력의 효율적 사용과 환경보호를 위한 정부 차원의 정책이 필요하며 정책 고안 시 지역적 특성을 반영해야 함을 강조하였다.

Kim(2020)은 에너지경제연구원의 2017년 「에너지총조사」 결과를 활용하여 가구주의 나이 및 교육수준, 가구소득, 평수, 가구원의 구성, 냉방방식, 주요 가전제품 사용시간이 전력소비량에 미치는 영향을 OLS와 분위수회귀모형을 활용하여 분석했다. OLS 분석결과 가구주의 나이, 평수는 전력소비량에 유의한 양(+)의 영향을 미치며 이외의 변수들은 전력소비량에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 분위수별로 나누어 살펴봤을 때 차이가 있었다.

Kim(2020)의 연구와 달리 본 연구에서는 패널 자료를 활용하여 고정효과모형 및 패널분위수회귀모형을 사용하였고 냉방도일을 변수로 넣어 지역별 온도차이를 통제하였다.

2.2. 기후적 특성을 고려한 가정용 전력소비량에 대한 연구

냉방도일을 활용하여 주요 도시별 전력소비에 대한 특성을 분석하여 지역에 따른 기후차이를 고려한 연구는 다음과 같다. 임상수(2009)는 패널자료를 활용하여 월별 가구당 전력소비 함수를 추정하고, 지역별 특성에 의한 차이가 있는지 분석하였다. 자료는 상대적으로 많은 관측치를 얻을 수 있으며 시계열 특성을 반영할 수 있는 패널자료를 이용하였으며, 지역별 특징을 반영하기 위해 7개의 지역(서울, 부산, 대구, 광주, 인천, 대전, 제주도)을 대상으로 분석하였다. 월별 가구 전력소비 함수를 추정하기 위해 Horowitz(2007)의 모형을 사용하였는데, 이 모형은 설명변수로 1인당 국민소득, 전기요금, 난방도일, 냉방도일을 고려하였기 때문에 전력수요 함수의 구조적인 특징을 살펴볼 수 있다. 월별 가구 당 전력수요 함수를 추정한 결과 냉·난방도일은 전력소비 함수의 설명변수로 통계적으로 유의하였으며, 서울, 대전, 대구 순으로 냉·난방도일이 연평균 전력소비량에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 임상수(2009)의 연구는 온도와 가구의 전력소비량 사이에 강한 상관관계가 있을 것이라는 가설을 설정하고, 전력수요 함수를 추정함으로써 계량화하였다. 그동안 냉·난방도일의 기준온도를 18.3℃에서 각각 23℃와 11℃로 변경하여 계산했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 자료의 부재로 인해 전기 및 도시가스 요금, 가전제품 보급률 등의 변수를 고려하지 못하였으며 가구 소득을 연간 GDP로 대체하여 사용했다는 점에서 한계가 있다.

Kavousian et al., (2013)은 가정용 전력 소비의 구조적 및 행동적 결정요인을 분석하기 위해 미국의 1628가구에 대한 10분 간격의 smart meter 데이터와 날씨, 거주지 위치, 주택의 물리적 특성, 가전제품, 그리고 거주자에 대한 정보를 수집하여 이용하였다. 분석 결과, 날씨 및 위치와 같은 외부적 조건, 주택의 물리적 특성, 가전제품 및 전자제품, 거주자 특징은 전력소비량에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 날씨는 일일 최소 소비량에 있어 가장 중요한 요인이었으며, 외부 기온과 밀접한 연관이 있으며 전기온수기, 에어컨과 같은 간헐적으로 사용하는 고소비 가전 제품은 일일 최대소비량에 있어 가장 큰 영향을 주는 요인이었다.

Kaza(2010)는 가정용 에너지소비량에 냉난방도일이 미치는 영향에 대해 분석하였다. 분석은 미국의 텍사스(Texas), 캘리포니아(California), 뉴욕(New York), 플로리다(Florida) 등 4개의 큰 주를 대상으로 하였으며 분위수 회귀모형을 이용하였다. 분석 결과, 난방도일(Heating Degree Days, HDD)과 냉방도일(Cooling Degree Days, CDD)은 모두 전력소비량에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나, 난방도일의 경우 전력소비량이 낮은 그룹에 비해 높은 그룹일 경우 약 4배 이상 더 큰 영향을 미쳤지만, 냉방도일의 경우 약 2.4배 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타나 난방에 대한 한계 효과가 더 큰 것으로 분석되었다. 한편, 에너지 가격이 인상되면 난방 및 기타 에너지 소비를 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 냉방 사용은 에너지 가격의 영향을 받지 않았다. 또한 가구의 평균 난방 소비는 감소하고 있는 반면, 에어컨 소비는 10년 동안 증가해 온 점을 언급하며 에너지 절약을 위한 정책을 수립할 때에는 주택 및 가전제품의 효율성을 높여야 함을 강조하였다.

이러한 선행연구들과 비교하여 본 연구가 갖는 학술적 기여도는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 기존의 연구들과 달리 연 단위의 전력소비량을 사용하지 않고 전력수요가 폭증하여 정전사태 및 긴급 원전 재가동 등의 사태가 벌어지는 여름철 전력소비량만을 대상으로 하였다. 둘째, 지역에 따른 가구의 이질성을 고려하기 위해 국내 특별시 및 광역시 가구만을 대상으로 분석을 수행하였다. 특·광역시와 기타 시·도의 여름철 전력소비량을 비교한 결과 특·광역시의 전력소비가 유의하게 높았고, 각 지역 내 기온 차가 크게 나타나지 않기 때문에 특·광역시만을 대상으로 하였다. 셋째, 각 지역별 냉방도일을 고려하였다. 여름철 전력소비 폭증은 주로 매우 더운 날씨에 따른 에어컨이나 선풍기 등의 냉방기기 사용에 의해 발생하는데(Bedir et al., 2013), 각 지역별로 기온이 상이하기 때문에 날씨의 더운 정도를 나타내는 지수인 냉방도일(cooling degree day)을 설명변수로 추가하여 각 지역별 기온의 차이를 통제하고자 하였다. 마지막으로 주로 횡단면 자료를 활용하여 진행된 선행연구들의 한계를 개선하기 위해 본 연구에서는 3년치 패널 자료를 활용하여 선행패널모형을 추정하였다. 뿐만 아니라 패널분위수회귀모형을 활용하여 여름철 가구 전력소비에 영향을 미치는 각 특성들이 전력소비량이 많은 가구와 적은 가구에 미치는 차별적인 영향을 구분하여 살펴봄으로써 국내 가구 부문 전력소비 행태를 보다 면밀히 살펴보고자 하였다.

3. 자료와 모형

3.1. 분석자료

본 연구는 여름철 전력소비량 결정요인을 알아보기 위해 에너지경제연구원의 2016년부터 2018년까지 총 3년간의 가구에너지 상설표본조사 결과를 사용하였다. 「가구에너지상설표본조사」는 2011년부터 매년 실시되고 있는 조사로, 전국 16개 시·도의 2520개의 가구를 대상으로 연 2회 실시된다. 본 조사는 가구부문의 에너지 소비구조를 파악하여 관련 정책 수립을 위한 주요 기초자료를 제공하는 데에 목적을 두고 있다(최문선, 이현, 2016).

분석에 사용한 패널자료는 총 4,908개로, 각 연도별 조사에도 결측값 없이 응답한 가구주 1070명의 응답값 중 이상치를 제거¹⁾ Box Plot을 이용하여 Lower whisker와 Upper whisker보다 작거나 큰 값을 제거하였다.

한 후 특별·광역시(서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시)에 거주하는 가구인 409가구를 대상으로 하였다. 또한 각 연도의 6월부터 9월까지의 월별 전력소비량(kWh)을 종속변수로 고려하였다. 즉 표본은 409가구의 3년 동안의 6월부터 9월(4개월 간)의 데이터로 구성되어 있다. 이때, 조사결과가 발표된 해는 각각 2016년, 2017년, 2018년이지만 데이터가 수집된 연도는 각각 2015년, 2016년, 2017년이다.

분석에 사용한 각 변수에 대한 설명은 <표 1>에 제시되어 있다. 종속변수로는 월 전력소비량(kWh)을 각 가구의 가구원 수로 나눈 1인당 전력소비량(kWh)을, 설명변수로는 가구주의 성별 및 연령, 교육수준, 주택유형, 주택의 건축년도, 평수, 냉방방식, 경제활동 가구원 수, 만 65세 이상 가구원 수, 연간 총 가구소득, 냉방도일을 고려하였다. 한편, 가구주의 연령 및 교육수준, 주택의 건축년도와 소득은 구간으로 나누어 조사되었으며, 소득은 전체 가구원의 세금 공제 전 총 소득을 나타낸다. 주택유형 변수의 경우 기준범주는 아파트에 거주하는 가구이며, 각각 단독주택에 거주하는 가구와 연립·다세대 주택에 거주하는 가구로 나누어 더미변수로 설정하였다. 그리고 냉방방식 변수의 경우는 냉방에 선풍기만 사용하는 가구, 에어컨만 쓰는 가구, 그리고 에어컨과 선풍기를 동시에 사용하는 가구로 나누어 더미변수로 설정하였다.

1) Box Plot을 이용하여 Lower whisker와 Upper whisker보다 작거나 큰 값을 제거하였다.

<표 1> 변수에 대한 설명

구분	설명
1인당 전력소비량	각 가구의 월 전력소비량(kWh)을 가구원 수로 나눈 값
가구주 성별	0 : 여성, 1: 남성
가구주 연령	1 : 20세~29세 2 : 30세~39세 3 : 40세~49세 4 : 50세~59세 5 : 60세 이상
교육수준	1 : 중학교 졸업 이하 2 : 고등학교 졸업 3 : 대학교 졸업 4 : 대학원 이상
주택유형(단독)	1 : 단독주택, 0: 아파트
주택유형(연립·다세대)	1 : 연립·다세대 주택, 0: 아파트
건축년도	1 : 1969년 이전 2 : 1970년~1979년 3 : 1980년~1989년 4 : 1990년~1999년 5 : 2000년~2009년 6 : 2010년 이후
평수	해당 주택의 평수(1평=3.3m ²)
냉방방식(선풍기)	1 : 냉방에 선풍기만 사용, 0: 선풍기+에어컨 사용
냉방방식(에어컨)	1 : 냉방에 에어컨만 사용, 0: 선풍기+에어컨 사용
경제활동 가구원 수	해당 주택에 거주 중인 경제활동 가구원 수(명)
만 65세 이상 가구원 수	해당 주택에 거주 중인 만 65세 이상 가구원 수(명)
연간 총 가구소득	1 : 1200만원 미만 2 : 1200~2399만원 3 : 2400~3599만원 4 : 3600~4799만원 5 : 4800~5999만원 6 : 6000~7199만원 7 : 7200~8399만원 8 : 8400~9599만원 9 : 9600만원 이상
냉방도일	2015~2017년 6-9월의 각 특·광역시별 냉방도일

전력소비와 각 지역별 온도와의 관계를 살펴보기 위해 냉방도일(Cooling

Degree Days, CDD)을 변수로 설정하였다. 냉방도일을 변수로 고려함으로써 연도별, 월별 전력소비에 나타날 수 있는 시간의 영향을 통제하고자 하였다.

냉방도일과 일별 기온은 기상 변수로 위치에 따라 다른 값이 나타나기 때문에 기상청에서는 이를 관측하기 위해 전국 및 광역에 여러 관측소를 두고 있다. 경기도, 강원도, 경상북도, 전라남도 등 크기가 큰 도는 하나의 도에 최대 16개의 지점(관측소)에서 일별 기온이 측정된다. 이 16개 지점의 데이터를 평균 내어 냉방도일로 사용하게 된다면 넓게 퍼져 있는 각 지점의 관측값의 차이가 크기 때문에 정확한 분석결과를 얻기 어렵다. 또한 분석에 사용한 가구에너지 상설표본 조사에서 거주지역은 특·광역시 및 기타 도 단위로 조사되었기 때문에 각 가구의 거주지역을 자세히 특정하여서 냉방도일을 계산할 수 없다. 그러나 특·광역시의 경우 상대적으로 면적이 넓지 않고 각 광역시 내에서 기온 차가 크지 않기 때문에 일별 기온 및 냉방도일을 별도의 가공 없이 사용할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 특·광역시에 거주하는 가구만을 대상으로 하였다.

냉방도일은 기상청 기상자료개방포털 기상청 기상자료개방포털²⁾의 과거 특·광역시 일별 기온 데이터를 이용하여 계산하였으며, 2015년부터 2017년까지의 6월, 7월, 8월, 9월의 일별 기온(최저 기온, 최고 기온, 평균 기온)을 다운로드하여 가공하지 않고 사용하였다. 이때, 서울특별시의 관측소는 관악산(116)³⁾, 서울(108) 두 곳에 있지만 관악산 지점은 데이터 손실로 인해 다운로드 할 수 없어 서울(108)의 일별 기온을 사용하였고, 대구광역시의 경우에는 대구(143), 대구(기)(176) 관측소 중 대구(143) 관측소의 값을, 인천광역시는 강화(201), 백령도(102), 인천(112) 중 인천(112) 관측소를 대푯값으로 사용하였다. 일별 기온 데이터는 별도의 가공을 하지 않고 사용하였지만 냉방도일은 기상청에서 제공하는 냉방도일 식인 아래의 식을 사용하여 계산하였다⁴⁾.

$$CDD_{r,j,m} = \sum_{k=1}^n cdd_{r,j,k}$$

$$cdd_{r,j,k} = \text{Max}(k\text{일의 일평균기온} - 24^{\circ}\text{C}, 0)$$

여기서 n : 해당 월의 일수, m : 월($m=6, 7, 8, 9$), r : 지역, k : 일수, j : 연도 식(1)

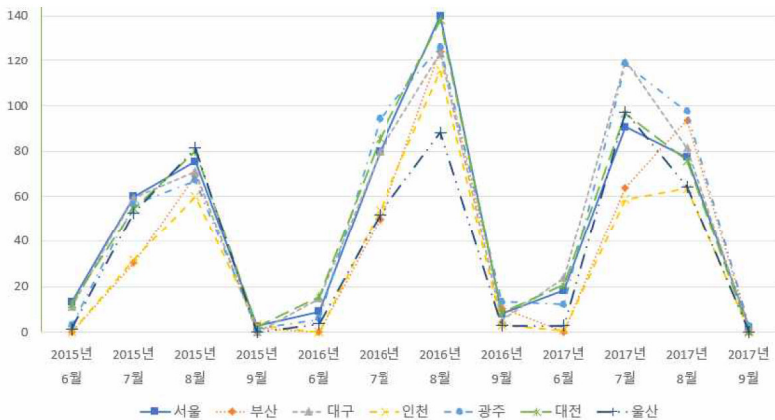
2) 기상청 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr/stcs/grndgrmdTaList.do?pgmNo=70>, 최종 접속일: 2022.06.13

3) 괄호 안의 숫자는 표준지점번호를 나타낸다.

4) 기상청의 기상자료개방포털에 따르면 냉방도일은 1년 중 일평균기온이 24°C 이상인 날을 골라 기준이 되는 24°C의 기온에서 그날의 일평균기온을 뺀 값을 일정기간 누적 합산한 값을 말한다.

여기서 냉방도일은 월별로 계산되며 일평균기온이 기준온도인 24℃를 초과하는 값과 0 중에 큰 값을 일별로 누적합산 하여 계산된다. 냉방도일의 값이 클수록 기후가 더우며 냉방을 위해 더 많은 전력이 소모된다.

<그림 1> 서울 및 광역시별 냉방도일



지역별 냉방도일은 <그림 1>에 나타나있다. 2016년에는 기록적인 폭염이 발생했기 때문에 다른 연도에 비해 높은 값을 보이며, 평균적으로 대구광역시와 광주광역시의 냉방도일이 크게 나타났다.

각 변수의 기초통계량은 <표 2>에 나타나있다. 먼저, 종속변수를 살펴보면 1인당 전력소비량의 최솟값은 5.12kWh이며 최댓값은 1115kWh이고, 평균값은 105.03kWh이다. 주로 50kWh에서 300kWh 사이에 집중 분포되어 있으며 오른쪽 긴 꼬리 분포를 가지고 있다. 가구주 성별 분포는 남성 83.53%, 여성 16.47%로 남성이 압도적으로 많으며, 40~50대가 평균 연령인 것으로 나타났다. 가구주의 교육수준은 평균적으로 고등학교 및 대학교 졸업이었으며, 구체적으로 살펴보면 대학교 졸업의 학력을 가지고 있는 가구주가 가장 많았고 그 뒤로 고등학교 졸업, 중학교 졸업 이하, 대학원 졸업 이상 순으로 많았다.

한편, 아파트에 거주하는 가구는 전체 표본 중 56.32%이며, 단독주택 거주 가구는 28.85%, 연립 및 다세대 주택 거주 가구는 14.83%인 것으로 나타났다. 건축연도의 경우는 평균적으로 1990년대에 건축된 건물에 사는 경우가 많은 것으로 나타났으며 그 다음으로는 2000년대, 1980년대, 2010년대 건물 순으로 많이 거주하고 있고, 거주하는 주택의 평균 평수는 27.89평인 것으로 나타났다.

<표 2> 기초통계량

Variable	Mean	Std.Dev	Min	Max
종속변수				
1인당 전력소비량	105.03	66.35	5.12	1115.00
독립변수				
가구주 성별	0.84	0.37	0	1.00
가구주 연령	3.75	0.94	1.00	5.00
교육수준	2.39	0.71	1.00	4.00
주택유형(단독)	0.29	0.45	0	1.00
주택유형(연립·다세대)	0.15	0.36	0	1.00
건축년도	3.90	1.14	1.00	6.00
평수	27.89	8.65	8.00	80.00
냉방방식(선풍기)	0.15	0.36	0	1.00
냉방방식(에어컨)	0.01	0.09	0	1.00
경제활동 가구원 수	1.31	0.88	0	5.00
만 65세 이상 가구원 수	0.28	0.61	0	4.00
1인당 가구소득	1.40	0.61	0.25	5.00
냉방도일	44.41	42.73	0	140.00

3.2. 분석모형

본 연구의 실증분석에 사용한 계량모형은 아래 식(2)와 같으며, 패널 선형회귀모형을 추정하기 위해 고정효과모형과 고정효과를 고려한 패널분위수회귀모형을 활용하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{1인당 전력소비량}_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 \text{가구주 성별}_{i,t} + \beta_2 \text{가구주 연령}_{i,t} + \beta_3 \text{교육수준}_{i,t} \\
 & + \beta_4 \text{주택유형(단독)}_{i,t} + \beta_5 \text{주택유형(연립다세대)}_{i,t} + \beta_6 \text{건축년도}_{i,t} + \beta_7 \text{평수}_{i,t} \text{ 식 (2)} \\
 & + \beta_8 \text{냉방방식(선풍기)}_{i,t} + \beta_9 \text{냉방방식(에어컨)}_{i,t} + \beta_{10} \text{경제활동 가구원 수}_{i,t} \\
 & + \beta_{11} \text{만65세이상 가구원 수}_{i,t} + \beta_{12} \text{1인당 가구소득}_{i,t} + \beta_{13} \text{냉방도일}_{r,j,m} + \epsilon_{i,t}
 \end{aligned}$$

패널자료들은 관측되지 않은 이질성과 관측된 설명변수 간에 관련이 있는지 없는지에 따라서 고정효과모형과 확률효과모형 중 어느 모형을 선택할 것인지 달라진다. 관측되지 않은 이질성들과 설명변수가 관련이 없다면 확률효과모형(Random Effect model, RE)을 사용하고, 관련이 있다면 고정효과모형(Fixed Effect model, FE)을 사용한다(김희삼, 2015).

본 연구는 가구 단위의 데이터를 사용하였으므로 관측되지 않은 이질성과 설명변수 간에 아무런 관련이 없다고 할 수 없다. 따라서 고정효과모형을 사용하는

것이 적합하다고 판단된다. 실제로 두 모형 중 적합한 모형 선택을 위한 검정방법인 Hausman 검정결과, 유의수준 1% 하에서 귀무가설이 기각되었으므로 확률효과 모형의 추정량은 일치추정량이 아니기 때문에 고정효과모형을 추정하는 것이 타당한 것으로 나타났다. 더하여, 고정효과모형에서의 F-test결과 유의수준 1% 하에서 귀무가설이 기각되었으므로 Pooled OLS 모형이 아닌 고정효과모형을 사용하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

4. 실증분석결과

본 연구에서는 가구 및 가구원의 특성과 냉방방식 및 냉방도일에 따른 가구 전력소비 행태를 면밀히 살펴보기 위해 고정효과 모형(fixed effect model)과 고정효과를 고려한 패널 분위수회귀모형(panel quantile regression model with fixed effects)으로 구분하여 각각 추정하였다. 가구 전력소비량에 대한 각 독립변수들의 영향력 설명에 있어 가구의 고정된 특성에 따른 차이가 존재하는지 여부뿐만 아니라 전력 다(多)소비 가구에 따른 특성 차이도 함께 고려하였다는 점에서 선행연구들과 차별성을 갖는다.

분석을 위해 STATA 13 버전의 프로그램을 활용하였으며, 고정효과모형을 추정한 결과는 <표 3>에 나타나 있다. 모형의 분석결과를 살펴보기에 앞서 고정효과모형과 확률효과모형을 대상으로 Hausman(1978) 검정을 수행한 결과 카이제곱검정통계량은 80.62, p-값<0.0001으로 계산되어 유의미한 고정효과가 존재한다고 판단할 수 있다. 이는 해당 가구가 갖는 고유한 특성이 존재함을 의미하며, 따라서 본 연구에서는 고정효과 모형을 이용하여 추정하였다.

4.1. 패널회귀분석 결과

먼저, 가구주 성별 변수(남성 1)는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 즉 모형에 존재하는 고정효과를 고려하였을 때, 가구주의 성별은 가정용 전력소비량에 통계적으로 유의미한 차이를 유발하지 않는다고 해석할 수 있다. 이와 관련하여 성별이 가정용 전력소비량에 미치는 영향에 대한 선행연구들은 서로 상반된 결과를 제시하고 있는데, 남성 가구주가 전력을 더 적게 소비한다고 분석한 연구들은 남성이 여성에 비해 상대적으로 전자제품을 더 잘 다룰 수 있

는 가능성이 높다는 점(Chambers and Andre, 1997)과 가전제품 등의 전기제품을 덜 사용한다는 점(Esmaeilimoakher et al., 2016) 등이 원인으로 작용한다고 주장하였다(Kostakis, 2020; 홍중호 외, 2018 등).

이와 반대로 가구주의 성별 차이가 가정용 전력소비량에 영향을 미치지 않는다고 분석한 연구들도 다수 있는데(Abrahamse and Steg, 2009; Newton and Meyer, 2013; Sardianou, 2007; Lee et al., 2011; 김유리, 2019 등), 통계적으로 여성의 가사분담률이 높아 여성의 에너지 절약 행동 패턴은 남성과 다르며 에너지 절약에 더 많은 노력을 기울인다는 점이 주요했으며(Barr et al., 2005), 가구주 성별에 대한 본 연구의 결과는 후자의 선행연구들의 결과를 보다 지지하는 것으로 판단된다.

〈표 3〉 고정효과모형 분석결과

VARIABLES	Coef.	Std.Error	P > t
가구주 성별	-0.5978	2.7879	0.8302
가구주 연령	6.8599 ***	1.4611	0.0000
교육수준	1.3511	1.9356	0.4852
주택유형(단독)	1.3270	7.5526	0.8605
주택유형(연립·다세대)	-7.4301	7.3310	0.3109
건축년도	-1.1954	1.5938	0.4532
평수	0.8101 ***	0.2817	0.0040
냉방방식(선풍기)	-2.0040	3.7491	0.5930
냉방방식(에어컨)	37.2613 ***	9.1822	0.0000
경제활동 가구원 수	-9.8196 ***	1.0216	0.0000
만 65세이상 가구원 수	-2.9744 *	1.5971	0.0626
1인당 가구소득	40.1504 ***	2.1050	0.0000
냉방도일	0.1913 ***	0.0143	0.0003
Constant	36.0701 ***	9.9974	0.0000
Observations	4,908		
R-squared	0.144		

주1) 괄호 안은 표준오차를 나타냄. 주2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

가구주 연령 상승은 선행연구들의 결과와 유사하게 가구 전력소비량을 증가시키는 요인으로 작용하였으며(Kim, 2020; Kostakis, 2020), 가구주의 연령대가 1구

간 높아짐에 따라 전력을 6.86kWh 더 많이 소비하는 것으로 나타났다. 교육수준의 영향은 국가별로 상이한 차이를 보이는데, 그리스를 대상으로 한 연구결과(Kostakis, 2020)에서는 높은 교육수준을 갖는 가구에서 더 많은 전자제품과 IT기기를 활용함에 따라 전력소비가 증가하는 한편, 대만을 대상으로 수행한 연구(Huang, 2015)에서는 에너지 절약 교육 등의 영향으로 가구주의 교육수준이 향상됨에 따라 가정용 전력소비량이 감소하고, 전력사용량이 낮은 그룹에 비해 높은 그룹에서 에너지 절약효과가 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 국내 Kim(2020)의 결과에서는 교육수준의 변화가 전력소비 행태에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타났으며, 본 연구에서도 유사한 결과가 도출되었다.

주택의 건축년도 변수의 추정 결과를 살펴보면 통계적인 유의성이 확보되지 못한 것으로 나타났다. 한편, 주택의 평수 증가에 따라 1인당 전력소비량은 증가하여 대부분의 선행연구 결과들을 지지하는 것으로 나타났다. 유의수준 1% 하에서 통계적으로 유의하며, 주택 평수가 1평(3.3m²) 넓어짐에 따라 1인당 전력소비량은 0.81kWh 증가하는 것으로 나타났다.

냉방 방식의 경우 선풍기만 사용하는 가구는 그렇지 않은 가구(선풍기와 에어컨을 동시 사용)에 비해 전력을 약 2kWh만큼 적게 사용하는 것으로 나타났으며, 냉방에 에어컨만 사용하는 가구는 그렇지 않은 가구(선풍기와 에어컨 동시 사용)에 비해 37.26kWh만큼 가정용 전력을 더 소비하는 것으로 나타났다. 냉방방식 변수에서 기준이 선풍기와 에어컨을 함께 사용하는 가구라는 점으로 미루어 볼 때, 여름철 냉방에 있어 선풍기만을 사용하는 가구의 전력소비가 가장 낮고, 선풍기와 에어컨을 병행하여 사용하는 가정이 그 뒤를 이었으며, 냉방에 선풍기 없이 에어컨만 사용하는 가구의 경우에는 전력소비효율이 매우 낮음을 알 수 있다. 따라서 하절기 에어컨 사용이 필수적인 가정이라면, 전력소비효율을 높여 에너지를 절약하기 위해 에어컨과 선풍기를 함께 사용하는 것을 더욱 권장할 필요가 있다.

다음으로 가구원 특성에 따른 전력소비 행태 변화를 보면 경제활동 가구원 수가 1명 증가함에 따라 1인당 전력소비량은 9.82kWh 감소하는 것으로 나타났으며 만 65세 이상 노령 가구원이 1명 증가함에 따라 1인당 전력소비량은 2.97kWh만큼 감소하는 것으로 추정되었다. 구체적으로 살펴보면, 먼저 경제활동 가구원 수 증가에 대한 계수추정치가 음(-)의 부호를 갖는 것으로 나타났는데, 경제활동을 수행하는 가구원은 주택 내 상주 시간이 적기 때문에 여름철 전력소비량 증가의 가장 큰 원인인 에어컨 사용 시간이 적기 때문으로 해석된다.

한편, 만 65세 이상의 노령 가구원 증가의 경우에는 선행연구를 검토한 결과 다양한 의견들이 상존하고 있었는데, 노정녀(2014)의 경우 노령 가구원 수 증가는 가정용 전력소비를 감소시키는 요인이라 밝힌 반면, 홍중호(2018)은 우리나라 노령인구의 가처분소득이 낮아 주로 에너지효율이 낮은 건축물에 주거할 가능성이 높아 전력소비량이 늘어날 수 있음을 지적하였다. 아울러 원두환(2012)은 노령 가구원의 증가가 단기적으로는 노령인구의 전자기기 소비 특성(전자기기의 낮은 구입 및 사용빈도)에 따라 가정용 전력소비량을 감소시키는 반면, 중·장기적으로는 노령인구가 자신들의 노동력을 대체할 전자기기 구입과 사용 빈도를 증가시켜 가정용 전력소비량을 증가시킬 수 있음을 시사하였다. 본 연구에서는 주요 특·광역시외의 가구만을 연구 대상으로 선정했다는 점과 더불어 고령가구에서 주로 에어컨보다는 선풍기를 사용하는 경우가 많았다는 점, 그리고 에어컨을 사용하더라도 오래 사용하지 않았다는 점에 기인하여 노령 가구원 증가가 전력소비량을 감소시키는 것으로 분석되었다.

1인당 소득 변수의 경우에는 양(+)의 부호가 나타났는데, 구체적으로 소득 구간이 1구간 높아짐에 따른 1인당 전력소비량의 상승효과는 40.15kWh로 추정되었으며, 이는 소득 상승에 따른 가처분소득 증가에 기인한 것으로 판단된다(임상수, 2009; Cebula, 2012; 노정녀, 2014 등). 냉방도일의 경우 냉방도일이 1 상승함에 따른 전력소비량의 상승효과는 0.19kWh로 나타났다. 냉방도일은 날씨의 더운 정도를 나타내는 기상 변수이며, 이 값이 높을수록 냉방기기 가동률 상승 등 에너지를 더 많이 소비할 가능성이 높아짐을 의미하는데, 분석 결과에 따르면 무더위에 더 길게 노출된 가구일수록 가정용 전력을 더 많이 소비하는 것으로 나타났으며, 이는 선행연구들의 연구 결과와도 일치한다(임상수, 2009; Cebula, 2012 등).

4.2. 패널분위수회귀분석 결과

다음으로 가정용 전력소비에 영향을 미치는 주 요인들이 1인당 전력소비량(kWh)이 많아지거나 혹은 적어짐에 따라 가구 전력소비에 미치는 차별적인 영향을 구분하여 살펴보고자 고정효과를 고려한 패널분위수회귀분석을 수행하였고, 그 결과는 <표 4>에 나타나 있다. 여기서 표본 분위수는 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 그리고 0.9로 설정하여 분석을 실시하였다.

〈표 4〉 패널 분위수회귀분석 결과

VARIABLES	(1) 10th	(2) 25th	(3) 50th	(4) 75th	(5) 90th
가구주 성별	-5.668 (3.866)	-3.875 (2.981)	-1.048 (2.448)	2.571 (3.760)	5.366 (5.437)
가구주 연령	5.146** (2.185)	5.752*** (1.685)	6.708*** (1.383)	7.931*** (2.126)	8.876*** (3.074)
교육수준	0.206 (2.791)	0.611 (2.152)	1.250 (1.766)	2.067 (2.714)	2.698 (3.926)
주택유형(단독)	-6.148 (9.871)	-3.505 (7.611)	0.664 (6.246)	5.998 (9.600)	10.12 (13.88)
주택유형(연립·다세대)	-16.62* (9.505)	-13.37* (7.329)	-8.246 (6.017)	-1.685 (9.245)	3.384 (13.37)
건축년도	-0.583 (1.928)	-0.798 (1.494)	-1.145 (1.214)	-1.578 (1.838)	-1.917 (2.660)
평수	0.420 (0.373)	0.557* (0.289)	0.778*** (0.235)	1.054*** (0.355)	1.269** (0.514)
냉방방식(선풍기)	-0.949 (6.716)	-1.319 (5.203)	-1.917 (4.227)	-2.664 (6.401)	-3.248 (9.266)
냉방방식(에어컨)	28.73 (20.87)	31.73** (16.16)	36.56*** (13.14)	42.59** (19.89)	47.31 (28.79)
경제활동 가구원 수	-6.382*** (1.595)	-7.588*** (1.236)	-9.537*** (1.007)	-11.97*** (1.522)	-13.87*** (2.202)
만 65세이상 가구원 수	-2.762 (2.401)	-2.836 (1.860)	-2.957* (1.511)	-3.107 (2.289)	-3.225 (3.313)
1인당 가구소득	34.07*** (4.575)	36.21*** (3.545)	39.65*** (2.886)	43.95*** (4.364)	47.31*** (6.314)
냉방도일	0.166*** (0.0215)	0.175*** (0.0167)	0.189*** (0.0135)	0.207*** (0.0205)	0.221*** (0.0297)
Observations	4,908	4,908	4,908	4,908	4,908

주1) 괄호 안은 부트스트래핑(Bootstrapping)을 통해 추정된 강건 표준오차를 나타냄

주2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

먼저, 건축년도 변수를 살펴보면 모든 분위수에서 음(-)의 부호가 나타나 고정효과모형 추정결과와 동일하게 최근에 지은 건축물일수록 가성용 전력소비량이 낮아지는 결과를 보였다. 다만, 가구 전력소비량이 높은 가구일수록 건축년도 감소에 따른 에너지사용량 감소 영향이 더 커지는 것으로 나타났는데, 이는 최신의 건축물에서 비효율적 에너지사용의 감소가 비율적으로 적용됨에 따라 전력 다소비 가구에서 절대적인 에너지 사용량의 감소폭이 더 크게 나타난 것으로 판단된다. 물론 모든 계수추정치에서 5% 유의수준의 통계적 유의성은 확보되지 않아 결과에 대한 해석은 제한적으로 받아들일 필요가 있다.

주택 평수의 경우에도 앞선 고정효과모형 추정 결과와 동일하게 전력소비량이 많은 가구일수록 평수가 1평 넓어짐에 따라 1인당 전력소비량은 상승하였으며, 1인당 전력소비량이 많아질수록 가구 평수 증가에 따른 전력소비량 상승효과가 더 커지는 것으로 추정되었다. 단, 이러한 경향은 1사분위수 이상에서만 유의하였고, 0.1 분위수와 같이 1인당 전력소비량이 매우 낮아짐에 따라 거주 평수 증

가가 가정용 전력소비량 증가에 영향은 매우 작아지거나 불분명해짐을 알 수 있었다. 이는 전력소비량이 매우 낮은 가구들에서는 가구 평수 증감과는 무관하게 계속해서 낮은 전력소비량을 유지하는 행태를 보였음을 의미하며, 가구 유지에 필요한 필수가전재화 외에 평형 증가에 따라 추가적으로 가전을 구입하지 않았음에 기인한 것으로 해석된다. 한편, 1사분위수를 초과하여 전력소비량이 많은 가구로 갈수록 계수추정치의 크기가 계속해서 커지고 통계적으로 유의하였다는 점은 전력 다소비 가구에서 주택의 평형이 넓어짐에 따라 단위 면적 당 가전제품의 수를 늘리고 더 많은 전력을 소비했음을 의미한다.

주택유형 변수의 분석 결과를 살펴보면, 중위수 이상의 전력 다소비 가구로 갈수록 주택유형에 따른 전력소비량의 차이는 통계적으로 차이가 없지만, 전력을 적게 소비하는 가구에서는 연립 및 다세대 주택 거주 가구가 아파트 거주 가구에 비해 전력을 더 적게 소비하는 것으로 나타나, 두 가지 건축물 유형 사이에 통계적으로 유의한 에너지소비량 차이가 없다는 고정효과모형의 분석결과와는 다른 다소 흥미로운 결과를 보여주었다. 선행연구(홍종호 외, 2018; 최문선, 2013)에 따르면 아파트에 거주하는 가구가 사용하는 총 에너지의 양은 연립 및 다세대 주택에 비해 적지만, 전력 소비량은 약 8% 정도 더 많은 것으로 나타났다. 이는 엘리베이터나 복도 및 조경용 조명 등 공용전기 소비량이 포함되었기 때문이라고 분석되었다. 본 연구에서는 아파트 개별 가구의 소비량 데이터를 활용하여 연구를 수행하였기 때문에 공용전기 사용량은 요금으로 환산되어 각 세대에 관리비로 부과되지만 할 뿐, 보고된 가구의 전력 소비량은 순수하게 가구에서 소비한 양을 나타낸다. 따라서 위와 같은 효과는 반영되지 않는다. 또한 총 에너지 사용량과는 달리 전력소비량은 건축물의 에너지효율에 연동되지 않기 때문에 연립 및 다세대 주택의 전력소비량이 아파트보다 낮다는 연구 결과는 단순히 건축물의 차이로만은 설명되기 어려우며, 더구나 220V의 저압전기를 직접 공급 받아 종합계약을 맺는 단독주택이나 연립·다세대 주택과는 달리 아파트는 22,900V 이상의 주택용 고압전기를 공급받아 변전설비를 거쳐 주택용 저압으로 공급받기 때문에 일반적으로 아파트의 전기요금이 더 비싸고, 추가로 아파트의 세대들은 공용전기요금을 추가로 부담하고 있기 때문에 전력소비를 오히려 줄이려는 유인이 클 것이다.

그럼에도 불구하고 아파트에 비해 일부 연립 및 다세대 주택들의 전력소비량이 낮다는 점과 관련해서는 면밀한 해석이 필요한데, 이는 주택의 에너지효율 차이에 따른 행태 변화의 결과로 설명하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 앞서 연

급한 바와 같이, 단독 혹은 연립·다세대 주택은 아파트에 비해 냉난방 에너지 효율이 낮아 총 에너지사용량이 많으므로(홍중호 외, 2018), 에너지 비효율에 따른 총 에너지 비용부담은 아파트에 비해 단독 혹은 연립 및 다세대 주택이 높게 되며, 수요공급법칙에 따라 에너지 비용 부담의 증가는 자연스럽게 전력소비를 감소시켜 총 에너지비용 부담을 감소시키려는 요인으로 작용할 수 있다. 즉, 아파트가 비싼 전기요금과 더불어 공용전기요금을 부담함으로써 전력소비량을 줄이려는 요인과, 연립 및 다세대 주택들이 에너지비효율에 의한 총 에너지비용 상승으로 전력소비량을 줄이려는 요인이 상쇄되면서 전반적으로 두 가지 건축물 유형 사이에 통계적으로 유의한 에너지소비량 차이가 나타나지 않는다 해석할 수 있으며, 다만, 에너지 소비량이 낮은 가구들(0.1과 0.25분위수)에서는 에너지비효율에 의한 비용상승 효과가 더 크게 나타나면서 연립 및 다세대 주택의 에너지소비량이 아파트에 비해 낮게 나타났다고 볼 수 있겠다.

한편, 냉방방식에 따른 영향 검토에서 선풍기만 사용하는 가구의 경우 그렇지 않은 경우에 비해 전력소비량이 적었으며, 가구 1인당 전력소비량이 많아질수록 선풍기 사용에 따른 전력소비 감소효과가 크게 나타났다. 그러나 통계적 유의성은 확보하지 못했기 때문에 해석에 주의를 기울일 필요가 있다. 한편, 냉방에 에어컨만 사용하는 가구의 경우에는 비교적 명확한 차이를 보였는데, 에어컨의 단독 사용은 가정용 전력 소비를 전반적으로 증가시키는 경향을 보였으며, 전력소비량이 많은 가구일수록 에어컨 단독 사용이 가정용 전력소비에 미치는 영향이 증가하였다. 그러나 이러한 행태는 1인당 전력소비량 중위 수준의 가구들에서만 유의하였으며, 0.1 분위수와 0.9 분위수와 같이 가정용 전력소비량이 매우 낮거나 매우 높은 가구들의 경우에는 에어컨의 단독 사용이 선풍기와 에어컨을 혼합하여 사용하는 가구전력소비와 비교하여 유의한 차이를 보이지는 않았는데, 전력소비량이 매우 낮은 가구들은 에어컨을 보유하고 있지만 가동이 낮을 수 있다는 점, 그리고 전력소비량이 매우 높은 가구들은 총 냉방에너지에서 에어컨이 차지하는 비중이 커지고 선풍기가 차지하는 비중이 점차 줄어들어 충분히 유의한 차이를 보이지 않을 수 있다.

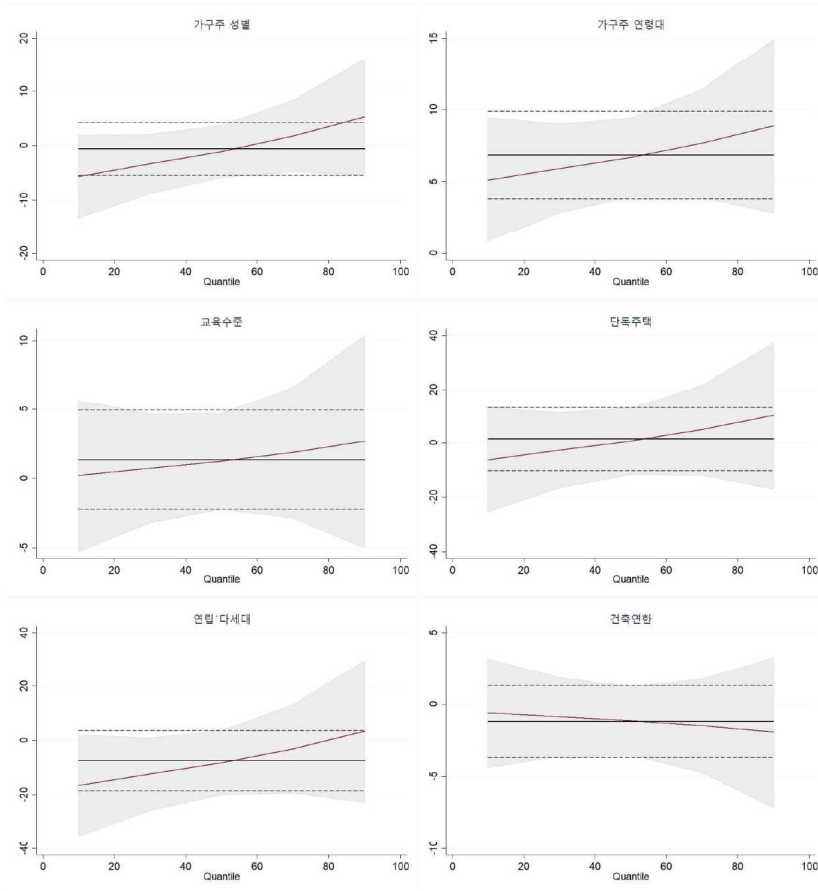
다음으로 가구특성을 나타내는 변수들을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 경제활동 가구원 수에 대한 계수추정치는 모든 분위수에서 유의수준 1% 하에서 통계적으로 유의하였고 음(-)의 부호가 나타났으며, 분위수가 커짐에 따라 계수추정치의 값도 커지는 것으로 나타나 전력소비량이 많은 가구일수록 경제활동 가구원 수의 증가가 1인당 에너지 소비량 감소에 미치는 영향이 점점 커지는 것을 알 수

있다. 이는 주택 내 상주 시간이 짧은 경제활동 가구원 수 증가로 가전기구 사용의 감소 및 하절기 냉방을 하지 않는 시간이 많아지기 때문에 기본적인 생활에 필요한 전력 소비량을 제외하고 냉방에 소비되는 추가적인 전력소비가 더 낮아짐을 의미한다. 한편, 만 65세 이상 노령 가구원 수의 증가는 가정용 전력소비량을 감소시켰으며, 모든 분위수 변화에서 계수추정치 변화가 크지 않아 차별적인 영향을 보여주었다고 보기는 어렵다. 다만 이러한 영향관계는 0.5 분위수, 즉 중위수에서만 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났는데, 이는 본 연구의 표본 대상(주요 특·광역시 409가구)들의 경우에 전력소비량이 매우 낮거나 혹은 높은 가구들에서는 노령 가구원 증가가 전력소비량 감소에 미치는 영향이 비교적 불분명하였음을 의미한다.

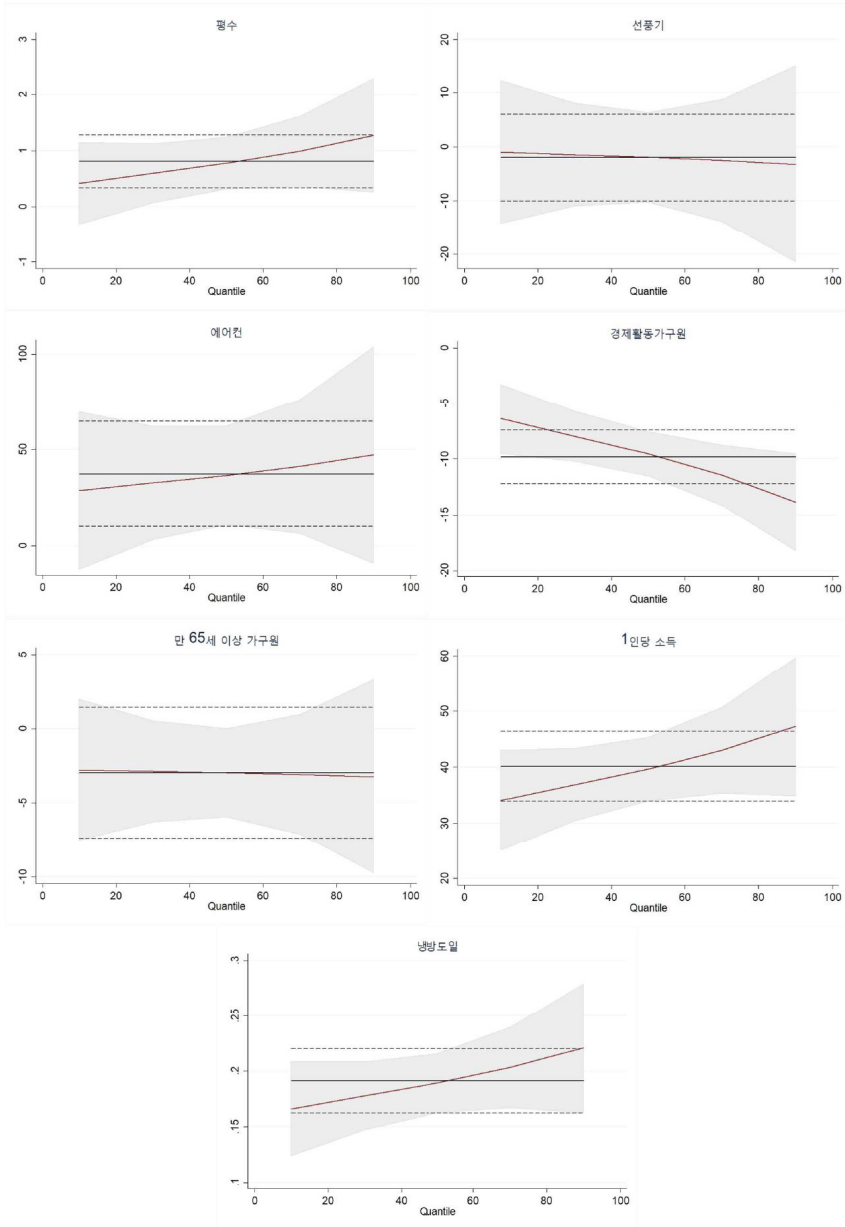
마지막으로 가구 1인당 소득의 경우에는 마찬가지로 소득 증가 시 전력소비량이 증가하는 모습을 보였으며, 전력소비량이 많은 가구일수록 소득 증가가 전력소비량 증가에 미치는 영향이 점점 커지는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 가구원 1인당 소득이 증가하면 1인당 전력소비가 증가할 것으로 예상할 수 있다. 경제이론상, 소득 증가에 대한 소비 증가는 초기 체증하는 형태를 보이다가 후반에는 체감하는 것이 일반적이며, 선행연구(Chang and Hsing, 1991; 노정녀, 2014; Kim, 2020)에서도 이와 같은 결론이 도출되었다. 그러나 본 연구에서는 후반에도 체증하는 형태를 보인다. 이는 본 연구에서 특·광역시 거주 가구만을 대상으로 하여 기타 시·도에 거주하는 가구보다 상대적으로 소득이 높다는 특성⁵⁾과 종속변수가 1인당 소비량이라는 점에 기인할 수 있으므로 해석에 주의를 기울일 필요가 있다. 마지막으로 냉방도일과 관련해서는 앞서 냉방도일이 많아질수록 전력소비량이 많아진다는 일반적인 결과와 더불어, 전력소비량이 많은 가구일수록 냉방도일 증가가 전력소비에 미치는 영향이 점점 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

5) 특·광역시에 거주하는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해 소득이 약 13.65% 높았으며, 통계적 유의성 검정을 위해 T-test를 실시한 결과, t값 14.19, p-value<0.0001으로 계산되어 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

<그림 2> 패널분위수회귀분석 결과1



<그림 3> 패널분위수회귀분석 결과2



5. 결 론

본 연구에서는 가구의 전력소비 행태와 가구 특성 등 가구 부문의 미시적 특성이 가구 전력소비량에 미치는 영향을 최신 자료를 활용하여 살펴보고자 하였으며, 특히 지역 및 인구구조의 질적 특성을 최대한 동질화하기 위해 특·광역시의 가구를 대상 표본으로 선정하였고, 여름철 전력소비 특성 고려를 위해 표본기간을 여름철인 6월부터 9월까지로 제한하였다. 또한, 가구 및 가구원의 특성과 냉방방식 및 냉방도일에 따른 가구 전력소비 행태를 면밀히 살펴보기 위해 고정효과 모형과 패널 분위수회귀모형을 이용하여 추정하였다. 이를 통해 관측되지 않은 이질성을 통제하고, 가구 전력소비량에 대한 각 독립변수들의 영향력 설명에 있어 가구의 고정된 특성에 따른 차이가 존재하는지 여부뿐 아니라 전력 저(低)소비 및 다(多)소비 가구에 따른 차별적 영향을 구분하여 살펴볼 수 있었다.

분석결과, 최근에 건축된 건축물일수록, 경제활동 가구원 수 및 만 65세 이상 가구원 수가 많을수록 전력소비량이 감소했으며, 평수가 넓어질수록 전력소비량이 증가하였다. 또한 냉방도일이 클수록 전력을 더 소비하는 것으로 나타났고, 냉방방식의 경우에는 선풍기와 에어컨을 함께 사용하는 것이 에너지 효율이 훨씬 높은 것으로 나타나 냉방효율 극대화를 위해 선풍기와 에어컨의 병행 사용이 필요함을 시사하였다.

한편, 상술한 다양한 요인들이 전력소비량이 많은 가구와 적은 가구에서 1인당 전력 소비량에 미치는 차별적 영향을 구분하여 살펴보기 위해 분위수회귀분석을 실시한 결과, 전력소비량이 많은 가구들이 그렇지 않은 가구들에 비해 건축연도가 최근일수록 에너지절약 설계기준 도입 등 효과에 따라 에너지절감 효율이 높게 나타났지만, 평형 증가에 따른 에너지 사용량 증가폭은 더욱 크게 나타났으며, 특히 전력다소비 가구에서 기온 변화에 따라 냉방 가전을 보다 탄력적으로 운영하는 행태를 보였고, 냉방기기 사용에 따른 사용량 증가폭 역시 전력 다소비 가구에서 더욱 탄력적으로 증가하였다.

1인당 소득의 경우에는 선행연구와 유사하게 소득 증가 시 전력소비량이 증가하는 모습을 보였는데, 다만, 분위수회귀분석 결과, 전력소비량이 많은 가구일수록 소득 증가가 전력소비량 증가에 미치는 영향이 점점 커지는 현상을 확인할 수 있었다. 이는 소득 1단위 증가에 대한 전력의 한계소비량은 전력소비량이 큰 가구일수록 냉방기기 운영에 더욱 탄력적인 형태를 보인다는 것을 의미한다. 1인

당 전력소비가 높은 가구는 누진세 등 우려 때문에 소득에 대한 전력소비 한계 효과가 낮아질 수 있을 것이라는 예상과 달리, 본 연구에서는 소득 증가에 대한 소비 증가 현상이 일관되게 나타났다. 다만, 본 연구에서 다룬 표본 특성과 종속 변수가 1인당 소비량이라는 점에 기인할 수 있으므로 해석에 주의할 필요가 있다.

마지막으로 전력 다소비 가구일수록 냉방도일 증가가 전력소비에 미치는 영향이 점차 커지는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 전력 다소비 가구에서 기온 변화에 따라 냉방 가전을 보다 탄력적으로 운영하는 행태를 보인다는 것을 의미한다.

참 고 문 헌

- 김유란, 홍원화, 서윤규, & 전규엽. (2011). 공동주택 가족구성원별 전력소비성향에 관한 연구. *한국주거학회논문집*, 22(6), 43-50.
- 김유리. (2019). *Effects of socio-demographic factors on residential electricity consumption in Korea (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원)*.
- 김희삼. (2015). 패널 자료를 이용한 연구 방법. In *2014 한국사회정책연합 공동학술대회-방법론 강의 KDI*
- 노정녀. (2014). 가구 구성원 특성과 가전제품 사용에 따른 가정용 전력 수요의 예측. *한국경제연구*, 32(2), 177-202.
- 문영석, 노동석, & 조상민. (2011). 에너지믹스 변화의 비용 추정: 신재생확대 시나리오. *에너지경제연구*, 10(2), 169-186.
- 민대기, 류종현, & 최동구. (2018). 탈원전· 탈석탄· 신재생 에너지 확대 정책에 따른 신규 전원 구성의 수급 안정성 평가. *에너지경제연구*, 17(1), 1-35.
- 박광수. (2012). 에너지소비에 대한 기온변화의 영향 분석(KEEI 연구보고서), 12-12, 에너지경제연구원.
- 산업통상자원부. (2020). 제9차 전력수급기본계획(2020~2034).
- 안재균. (2017). 신재생에너지 보급 확산을 대비한 전력계통 유연성 강화방안 연구(KEEI 수시연구보고서), 1-119, 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2018). 2018 자주 찾는 에너지통계.
- 에너지경제연구원. (2018). KEEI 중기 에너지수요전망(2017~2022).
- 에너지경제연구원. (2021). KEEI 중기 에너지수요전망(2020~2025).
- Won, D. H. (2012). 고령화가 가정부문 에너지 소비량에 미치는 영향 분석: 전력수요를 중심으로. *Environmental and Resource Economics Review*, 21(2), 341-369.
- 유정현, & 황하진. (2016). 통계자료를 활용한 연도별 가정용 전력 소비량 변화 연구. *대한건축학회 학술발표대회 논문집*, 676-679.
- 임상수. (2009). 주요 도시별 전기 소비 특성에 관한 연구. *서울도시연구*, 10(2), 87-100.
- 최문선. (2013). 분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량 분포 및 특성 분석. *에너지경제연구원*.
- 최문선, & 이현. (2016). 2016년 가구에너지 상설표본조사. 에너지정보통계센터 출연과제 기반, 16-03, 에너지경제연구원.
- 최태일. (2019). 폭염기간 인공지능 센서를 이용한 아파트 정전예방 방안. *전기학회논문지*, 68(9), 1137-1142.
- 홍중호, 오형나, & 이성재. (2018). 가구 패널자료를 이용한 가계부문 에너지 소비행태 분석-1 인

가구 및 고령가구를 중심으로. *자원환경경제연구*, 27(3), 463-493.

기상청. 기상자료개방포털

<https://data.kma.go.kr/stcs/grnd/grndTaList.do?pgmNo=70>

- Abrahamse, W., & Steg, L. (2009). How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings?. *Journal of economic psychology*, 30(5), 711-720.
- Bartusch, C., Odlare, M., Wallin, F., & Wester, L. (2012). Exploring variance in residential electricity consumption: Household features and building properties. *Applied Energy*, 92, 637-643.
- Barr, S., Gilg, A. W., & Ford, N. (2005). The household energy gap: examining the divide between habitual-and purchase-related conservation behaviours. *Energy policy*, 33(11), 1425-1444.
- Bedir, M., Hasselaar, E., & Itard, L. (2013). Determinants of electricity consumption in Dutch dwellings. *Energy and buildings*, 58, 194-207.
- Cebula, R. J. (2012). Recent evidence on determinants of per residential customer electricity consumption in the US: 2001-2005. *Journal of Economics and Finance*, 36(4), 925-936.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Chang, H. S., & Hsing, Y. (1991). The demand for residential electricity: new evidence on time-varying elasticities. *Applied economics*, 23(7), 1251-1256.
- Esmailimoakher, P., Urnee, T., Pryor, T., & Baverstock, G. (2016). Identifying the determinants of residential electricity consumption for social housing in Perth, Western Australia. *Energy and Buildings*, 133, 403-413.
- Horowitz, M. J. (2007). Changes in electricity demand in the United States from the 1970s to 2003. *The Energy Journal*, 28(3).
- Huang, W. H. (2015). The determinants of household electricity consumption in Taiwan: Evidence from quantile regression. *Energy*, 87, 120-133.
- Kavousian, A., Rajagopal, R., & Fischer, M. (2013). Determinants of residential electricity consumption: Using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior. *Energy*, 55, 184-194.
- Kaza, N. (2010). Understanding the spectrum of residential energy consumption: A quantile regression approach. *Energy policy*, 38(11), 6574-6585.
- Kim, M. J. (2020). Understanding the determinants on household electricity consumption in Korea: OLS regression and quantile regression. *The Electricity Journal*, 33(7), 106802.

- Kostakis, I. (2020). Socio-demographic determinants of household electricity consumption: Evidence from Greece using quantile regression analysis. *Current Research in Environmental Sustainability, 1*, 23-30.
- Lee, Y. J., Lee, H. S., & Park, S. Y. (2011). Analysis on the Characteristics of Energy Use Behaviors and Energy Saving Consciousness of Multi-family Housing Residents. *Journal of the Korean housing association, 22*(6), 31-42.
- Newton, P., & Meyer, D. (2013). Exploring the attitudes-action gap in household resource consumption: does “environmental lifestyle” segmentation align with consumer behaviour?. *Sustainability, 5*(3), 1211-1233.
- Sardianou, E. (2007). Estimating energy conservation patterns of Greek households. *Energy Policy, 35*(7), 3778-3791.
- Yohanis, Y. G., Mondol, J. D., Wright, A., & Norton, B. (2008). Real-life energy use in the UK: How occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use. *Energy and buildings, 40*(6), 1053-1059.

A Study on the Determinants of Domestic Households Electricity Consumption in Summer*

Yoo, Dageong¹⁾

Ph.D. student, Department of Economics, Pusan National University

Won, Doohwan²⁾

Professor, Department of Economics, Pusan National University

Abstract

As the proportion of renewable energy increases to achieve carbon neutrality in 2050, unstable electricity supply and demand and an increase in electricity rates are expected. In addition, there is a risk of a large-scale blackout when electricity demand increases due to a heat wave, so systematic demand management is required. Therefore, this study tried to provide basic data for policy decision-making for summer electricity demand management by analyzing the determinants of household summer electricity consumption from a microscopic point of view. As a result of conducting empirical analysis using panel data of household energy standing survey from 2015 to 2018, the higher the cooling degree days, the more electricity was consumed, and it is suggested that the simultaneous use of the fan and the air conditioner is necessary to maximize the cooling efficiency. Household that consume a lot of electricity increase in electricity consumption was larger due to an increase in the size of the house. Furthermore, they showed a pattern of more flexibly increasing the use of air-conditioning appliances as the temperature rises, and households that consume more electricity have a greater effect of income growth on electricity consumption.

Keyword : Electricity Consumption, Panel Data, Fixed effect, Quantile Regression, Cooling Degree Day

Received June 21, 2022

Revised September 30, 2022

Accepted November 09, 2022

* All papers comply with the ethical code set by the National Research Foundation and the Asia-Pacific Journal of Business and Commerce.

1) First Author, ekrud953@pusan.ac.kr

2) Corresponding Author, doohwan@pusan.ac.kr