

구간별 가격체계를 고려한 우리나라 주택용 전력수요의 가격탄력성과 전력누진요금제 조정방안[†]

조하현* · 장민우**

요약 : 우리나라의 주택용 전력요금체제는 전력 사용량이 증가함에 따라 가격이 상승하는 구간별 가격체계의 특징을 보이고 있다. 우리나라의 현행 요금체제는 선진국의 경우보다 과도한 누진체계를 갖고 있어, 누진제 완화에 대한 논의가 이어져오고 있다. 기존 국내의 주택용 전력 수요함수 추정치에 대한 연구는 구간별 가격체계 하에서 주택용 전력수요함수를 추정함에 있어 소비자의 예산제약선이 선형이 아닌 굴절되는 형태를 갖게 된다는 점, 구간별 가격체계 하에서 소비자가 인식하는 가격이 과연 경제학 이론대로 한계가격인가에 관한 점, 가격변수의 내생성에 대한 문제 등을 충분히 고려하고 있지 않은 경우가 많다. 이에 본 연구는 주택용 전력수요함수를 올바르게 추정하여 그 결과를 바탕으로 누진제 완화에 대한 시나리오 분석을 수행하고자 한다.

주제어 : 주택용 전력수요 함수, 구간별 가격체계, 소득보정효과, 인지가격, 가격탄력성, 전력누진요금제

JEL 분류 : P11, P28, P48, P52

접수일(2015년 6월 3일), 수정일(2015년 6월 17일), 게재확정일(2015년 6월 23일)

[†] 논문의 개선을 위해 유익한 논평을 해주신 익명의 심사자 3분께 감사드립니다. 본 원고는 장민우의 석사학위논문 일부 수정, 요약한 것으로, 2015년 경제학 공동학술대회의 한국자원경제학회에서 발표한 논문을 수정, 보완한 것이다.

* 연세대학교 상경대학 교수(e-mail: hahyunjo@hanmail.net)

** 연세대학교 경제학과 박사과정, 교신저자(e-mail: maretyno37@yonsei.ac.kr)

An Analysis of the Price Elasticity of Electricity Demand and Price Reform in the Korean Residential Sector Under Block Rate Pricing

Ha-Hyun Jo* and Min-Woo Jang**

ABSTRACT : Block-rate structures are widely used in utility-pricing, including the Korean residential electricity sector. In the case of the current pricing structure, Korean citizens are highly concerned about incurring excessive electricity costs. For these reasons, there have been many discussions concerning mitigation of the strict pricing structure. Existing studies on the residential electricity demand function under block-rate structure have the following three issues - the consumer's budget constraint is non-linear, perceived price under block-rate structure is uncertain, block-rate structure has endogeneity in the price variable. In this context, this paper estimates the residential electricity demand function using micro-level household expenditure data and simulates the impact of alternative block-pricing schedules.

Keywords : Residential electricity demand function, Block rate pricing, Income adjustment effect, Perceived price, Price elasticity of electricity demand

Received: June 3, 2015, Revised: June 17, 2015, Accepted: June 23, 2015.

* Professor, Department of Economics, Yonsei University(e-mail: hahyunjo@hanmail.net)

** Ph. D. Candidate, Department of Economics, Yonsei University(e-mail: maretyno37@yonsei.ac.kr)

I. 서론

우리나라의 전력요금 누진제도는 1차 석유파동을 겪고 난 1974년 주택용 부문에 대하여 도입되었다. 이는 전 세계적으로 적용되고 있는 요금제도로, 전기를 많이 쓸 수록 높은 요금을 매겨 절약을 유도하여 전력수요를 조정하는 한편, 전기를 덜 쓰는 서민 가정의 부담을 덜어 소득재분배 효과를 노리고자 도입되었다. 그러나 소득 수준이 향상되고, 냉난방 전기기기 및 기타 가전제품의 사용량이 증가함에 따라 소비자들의 불만이 급증하고 있으며, 과도한 누진율로 인하여 가격왜곡을 심화시켜 사회적 후생이 감소하는 문제를 낳고 있다¹⁾. 이에 산업통상자원부는 지난해 전력사용량에 따른 현행 6단계 요금 누진제를 선진국 수준인 3~4단계로 축소하고, 요금 폭탄의 주범으로 인식되는 누진도도 또한 현행 11.7배에서 4~8배로 조정하는 방안을 지난해부터 추진하였다.

이와 같은 누진제 완화는 효율성 측면에서, 전력을 많이 소비하는 고소득 가구의 후생이 증가하여 전체적인 사회 후생의 증가를 기대할 수 있는 장점이 있다. 또한, 한전의 수입 증가 여부나 증가폭 또한 요금체계 개편에 따라 발생할 가능성도 존재하며, 가구 입장에서는 전기지출액의 예측이 보다 쉬워져 투명성이 확보된다는 이점이 있다. 그러나 이와 관련하여 임소영 (2013), 전수연 (2013), 권오상 외 (2014) 등에서 현행 누진제도를 완화하는 경우에 대하여 시나리오 분석을 실시한 결과, 저소득 취약계층의 요금 부담이 커질 수 있어 형평성 측면에서 부정적인 영향이 나타날 수 있음을 주장하였다. 이에 대하여 현재 산업통상자원부는 취약계층의 전기료 부담이 커지지 않도록 보안을 해주는 방안을 검토하고 국민 의견을 반영한 누진제 개편안을 마련하겠다고 한 상태이다²⁾.

전력은 국가경제와 서민경제에 큰 부분을 차지하고 있기 때문에 전력요금제 개편과 같은 제도의 변화는 경제 전반에 걸쳐 유의한 영향을 미치게 된다. 이러한 이유로 말미암아 전력 수요에 대한 많은 연구들이 계속 진행이 되어오고 있고, 특히 누

1) 이에 대한 전반적인 논의는 에너지경제연구원 (2007), 전기요금 연속토론회 토론회자료 (2011) 등을 참조.

2) 산업통상자원부는 주택용 누진제 개편시 기초생활수급자 등 에너지취약계층에 대한 전기 요금 할인 확대 등과 같은 계획을 갖고 있다.

진제와 같은 구간별 가격체계(Block-pricing)를 고려한 연구들은 해외에서 1970년대 후반, 특히 1980년대 중반 이후로 많이 연구되어 오고 있다. 구간별 가격체계 하에서 수요함수를 추정하는 경우 발생하는 주요 이슈는 크게 3가지로 볼 수 있다.

첫 번째는 구간별 가격체계 하에서는 사용량에 관계없이 하나의 가격이 계속 유지되지 않고 사용량이 증가함에 따라 가격이 바뀌어 나타나기 때문에 통상적인 소비재와는 달리 소비자의 예산제약선이 선형이 아닌 굴절되는 형태(Kinked form)를 갖게 된다는 점이다. 이러한 특성 때문에 통상적인 상황에서와는 달리 소득변수를 추가적으로 보정해주어야 정확한 수요함수 추정이 가능하다³⁾.

두 번째는 수요함수의 추정에 있어 인지가격(Perceived Price)으로 어떤 가격변수를 사용해야 하는지에 대한 문제이다. 인지가격이란 소비자가 전력을 소비함에 있어서 인지하고 있는 가격 또는 전력 소비량의 의사결정에 고려되는 가격을 의미한다⁴⁾. 물론, 경제이론에 입각하면 통상적으로 소비자는 한계가격을 바탕으로 소비량에 대한 의사결정을 하는 것이 옳다고 볼 수 있다. 그러나 실제에서는 현재 실시되고 있는 누진제의 구조를 일일이 살펴가며 그 구간에 속한 한계가격을 파악하여 전력 소비를 조절하기 보다는 평균가격으로 이를 조절한다고 보는 편이 이치에 맞을 수도 있다. 수요함수 추정에서 인지가격으로 어떤 가격변수를 사용하든지 결정해야만 하는 중요한 이유는 소비자의 가격인지체계를 어떻게 반영하느냐에 따라 가격탄력성 값이 바뀔뿐 아니라 이를 활용한 시뮬레이션 결과가 정반대로 나올 수도 있기 때문이다.

마지막 세 번째는 구간별 가격체계인 누진 가격체계(Increasing block rate system)에서는 전력 소비량이 많아짐에 따라 전력 가격이 상승하여 내생성 문제를 발생시킨다는 점이다. 이는 통상적인 수요함수 추정에서 많이 발생하는 문제인데, 구간별 가격체계에서 전력수요를 추정하는 해외의 선행연구들에서는 이를 해결하기 위하여 크게 2가지 방법을 사용하고 있다. 그 중 하나는 2단계 최소자승법(2-Stage Least

3) 이렇게 소득 보정시 나타나는 효과를 앞으로 “소득보정효과”로 정의하여 사용하도록 할 것이다. 이는 기존의 “소득효과”와는 다른 개념으로 “소득효과”가 각 가구의 소득이 증가함에 따라 전력 소비량이 많아지는 효과라면, “소득보정효과”는 구간별 가격체계에서 사용량 구간이 바뀌거나 가격체계가 바뀌면서 나타나는 효과이다.

4) 인지가격(perceived price)은 크게 3가지 종류로 나눌 수 있는데, 한계가격과 평균가격, 그리고 기대한계가격이다. 이에 대한 보다 구체적인 논의는 Ito (2014)를 참조.

Squares method)의 방법으로 가격의 도구변수(Instrument variable)를 이용하여 2단계로 수요함수를 추정하는 방법이고, 다른 하나는 소비자들이 이산적으로 요금적용 구간을 선택하는 것(discrete choice)을 모형화하고 그 뒤 해당 구간 안에서 연속적으로 전력 소비량을 선택하는 것(continuous choice)을 모형화한 이산-연속선택모형(Discrete-Continuous choice model)이다⁵⁾.

국내의 전력수요함수를 추정하는 연구는 대부분이 구간별 가격체계가 야기하는 위의 3가지 이슈들을 무시한 채 진행되어 왔다. 본 연구는 구간별 가격체계를 보다 명시적으로 고려하여 우리나라 주택용 전력 수요함수를 추정하고자 하는데 목적이 있다. 구체적으로, 비선형 예산제약선으로 인하여 나타나는 소득의 보정효과는 할증 변수를 새롭게 정의한 뒤 설명변수로 추가하여 반영하였고, 인지가격 종류별로 여러 모형을 세워 추정함으로써 인지가격의 종류에 따라 결과가 어떻게 바뀌는지를 살펴보도록 한다. 또한, 이러한 분석을 소득분위별로 수행하여, 소비자의 가격인지 체계가 소득분위별로 어떻게 다른지에 대하여도 살펴봄으로써 보다 풍부한 결과를 도출할 수 있도록 할 것이다. 이러한 인지가격에 대한 고려는 국내 문헌에서는 찾기 힘들다는 점에서 기존의 국내 연구들과 차별되고, 소비자의 가격인지체계가 소득분위별로 어떻게 달라지는지를 살펴본다는 점에서 기존 인지가격 관련 연구들과도 차별된다. 전력가격의 내생성 문제는 이산-연속선택모형이 인지가격을 명시적으로 다루기에 적합하지 않기 때문에 2단계 최소자승법을 활용하여 해결하고자 한다. 아울러 이렇게 추정한 결과를 활용하여, 2013년도부터 논란이 되어오고 있는 누진제 개편에 대한 시나리오 분석도 함께 진행하고자 한다. 특히, 소비자의 가격인지체계를 소득분위별로 반영함으로써 더 풍부한 시나리오 분석 결과를 제공하고자 한다⁶⁾.

이 후의 구성은 다음과 같다. II장에서는 주택용 전력수요함수를 추정한 기존 국내연구와 구간별 가격체계를 고려한 기존 해외연구, 그리고 인지가격에 대한 기존 연구들을 살펴본다. III장에서는 본 연구에서 사용한 “2013 가계동향조사” 자료에

5) 우리나라 주택용 전력수요함수를 추정한 최근 연구인 조진서 (2013)의 연구에서는 2단계 최소자승법을 이용하였고, 권오상 외 (2014)에서 이산-연속선택모형을 변형한 방법을 활용하였다.

6) 형평성의 관점에서 요금제 개편 정책은 에너지 복지정책과 궤를 같이 한다고 볼 수 있다. 소득분위별로, 그리고 소비자의 가격인지체계를 전력수요에 반영함으로써 요금제 개편에 대한 정책 분석시 누진제 완화가 과연 에너지취약계층에 부담으로 다가올지를 좀 더 면밀히 판별할 수 있을 것이다.

대한 설명과 활용 및 그에 대한 기초 분석을 진행하고, IV장에서는 기존 연구들의 시사점을 바탕으로 구간별 가격체계를 명시적으로 반영한 추정 모형 및 방법론에 대하여 다룬다. V장에서는 각 모형별로, 그리고 소득분위별로 추정결과를 살펴보고 그 의미에 대하여 분석하며, VI장에서는 추정결과를 활용하여 시나리오 분석을 실시한다. 마지막 VII장에서는 결과를 요약하고 본 연구의 한계와 개선점에 대하여 언급한다.

II. 선행 연구

1. 국내 연구

국내의 가정부문의 전력을 포함한 에너지 소비 행태를 분석한 연구는 다수 존재하는데, 주택용 단독으로 전력수요함수를 추정하기보다는 큰 틀에서 전체 전력 수요를 추정하는 가운데 이루어지고 있는 경우가 많다. 주택용 전력수요함수를 추정하고 이에 대한 가격탄력성을 추정한 연구는 <표 1>에 정리하여 나타내었다.

<표 1> 주택용 전력수요의 가격탄력성에 대한 국내 연구

구분	Source	Data	Method	Price elasticity
횡단면 분석	권오상 외 (2014)	2004~2012 가계동향조사 미시자료	이산-연속선택모형의 변형	-0.34~ -0.21
	조진서 (2013)	2008년 설문자료	2SLS	-0.75~ -0.72
	임슬예 외 (2013)	2012년 8월 설문자료 521가구(전국)	LAD (최소절대편차추정량)	-0.68
	Yoo <i>et al.</i> (2007)	2005년 5월 설문자료 380가구(서울)	Heckit	-0.25
시계열 분석	임소영 (2013)	1980~2011 연간자료	OLS	-0.30
	박광수, 최도영 (2006)	1981~2005 연간자료	로짓 비용비중함수 비선형 반복적 SUR 추정방법	-0.91
	유병철 (1996)	1980. 1~1994. 12	CCR, ARDL	단기 : -0.16 장기 : -0.38

현재까지의 국내 연구들은 시계열 자료를 활용한 연구와 미시 자료를 활용한 연구로 나누어 볼 수 있는데, 대체적으로 횡단면 자료 혹은 미시 자료를 활용한 연구에서 가격탄력성이 크게 나타남을 살펴볼 수 있다. 시계열 자료를 활용한 연구는 구간별 가격체계를 반영할 수 없다는 근본적인 문제점이 존재하는데, 시계열 자료는 필연적으로 각 가구에 대한 특성을 반영하지 못할 뿐만 아니라 국가 전체의 사용량에 대한 자료를 활용하게 되어 가격변수로 전체 판매수입을 전체 사용량으로 나눈 판매단가를 사용할 수밖에 없기 때문이다. 따라서 시계열 자료를 활용한 분석보다는 미시 자료를 통한 분석이 구간별 가격체계를 보다 잘 반영할 수 있다. 내생성 문제와 구간별 가격체계 하에서 고려되어야 할 소득보정효과에 대한 인식은 최근에 들어와서 생겨나 권오상 외 (2014), 조진서 (2013)에서부터 이를 반영하고 있다. 그러나 아직까지 인지가격에 대한 언급 혹은 인지가격의 선택에 대한 문제를 다루고 있지는 않고 있다.

2. 해외 연구

주택용 전력수요함수를 추정한 해외의 선행연구들은 다수 존재하는데, 특히 구간별 가격체계를 고려한 전력수요함수의 추정은 전력 요금체계와 비슷한 가격체계를 가진 수도요금에 대하여 분석한 사례가 더 많이 존재한다. <표 2>는 주택용 전력수요에 대한 해외의 연구들을 정리한 표이다.

전력수요함수에 대하여, 구간별 가격체계 하에서의 가격탄력성 추정에 관한 연구들은 상승가격체계인 점을 인식하고 경제학의 기본 원리에 따라 한계 가격을 모형에 반영시키고자 많은 선행 연구들이 진행되어 왔다. Henson (1984)에서는 Pacific Northwest Residential Energy Survey 데이터를 활용하여 한계가격을 모형에 반영하여 OLS, IV 방법론을 비교, 가격탄력성을 추정하여 한계가격을 반영한 IV 방법론이 내생성을 고려하고 더 나은 추정치가 산출됨을 보였다. Herriges and King (1994)의 연구에서는 Wisconsin Electric Power Corporation이 실험한 Residential rate experiment 데이터를 활용하여 SML(Structural Maximum Likelihood)의 추정방식을 통해 한계 가격에 대한 더 풍부한 추정치를 제공하였다. Reiss and White (2005)는 California survey 데이터를 활용하여 GMM 방식으로 한계가격을 반영한 가격탄력성을 도출하

였고, Carter (2012)도 바베이도스의 설문 데이터를 이용하여 Heckman two-stage 방법을 이용하여 추정하였고, Reiss and White (2005)의 방식으로 가격탄력성을 계산하였다.

구간별 가격체계를 고려하였을 때 발생하는 내생성 문제를 해결하는 방법으로 대부분의 전력 수요함수의 연구에서는 도구변수(Instrumental variable) 추정방법을 사용하고 있다. 그러나 이에 대한 또 다른 방법으로는 이산-연속 선택모형(Discrete-Continuous choice model)을 활용하는 방법도 존재하는데, 이 방법은 주로 수도요금에 대한 분석에서 나타난다. 이는 구간의 이산적 선택과 구간 내 특정 소비량의 연속적 선택문제를 동시에 분석하는 방법이다. Hewitt and Hanemann (1995), Bar-Shira *et al.* (2006), Olmstead *et al.* (2007) 등에서 이러한 방법으로 수도물에 대한 수요함수를 추정하고 있는데⁷⁾, 이 방법은 바로 뒤에서 다룰 인지가격에 대한 고려를 반영하기 어렵다는 한계가 있다.

〈표 2〉 주택용 전력수요의 가격탄력성에 대한 해외 연구

Source	Data	Method	구간별 가격체계 반영여부	Price elasticity
Fell <i>et al.</i> (2014)	2006~2008 CEX	GMM	×	-0.48
Carter <i>et al.</i> (2012)	1997 Residential Customer Survey	Heckman two-step approach	○	-0.78
Alberini <i>et al.</i> (2011)	1997~2007 American Housing Survey	system GMM	×	-0.70~-0.57
Reiss and White (2005)	1993, 1997 California RECS	GMM	○	-0.85~-1.02
Garcia-Cerrutti (2000)	1983~1987 Bureau of Economic Affairs, DRI/McGraw-Hill	Swamy	×	-0.13
Herriges and King (1994)	1984, 1985 Wisconsin Electric's Residential Rate Experiment	IV, SML	○	-0.05~0.02
Henson (1984)	1979 Pacific Northwest Residential Energy Survey	IV	○	-0.28

7) 주택용 전력 수요함수 추정에 있어서 이와 같은 방법을 사용한 연구는 권오상 외 (2014)의 연구가 있다. 그러나 이 연구에서는 이산-연속선택 모형을 변형하여 1단계에서 구간 선택의 확률을 구하고 이 확률을 이용하여 기대한계가격을 구한 뒤 2단계에서 이를 가격변수로 활용하는 전략을 취하였다.

3. 인지가격에 관한 연구

경제학 이론에 따르면 기업과 소비자는 자신들의 효용을 극대화 하는 생산과 소비를 한계가격을 바탕으로 하여 결정하게 된다고 가정한다. 그러나 누진제를 채택하고 있는 전기(electricity)와 수도(water) 가격 같은 경우에는 이러한 가정이 쉽사리 받아들여지기는 힘들다. 이는 특히 모든 소비자가 해당 재화에 대한 구간별 가격체계를 이해한 상태에서 자신이 소비한 양이 현재 어느 가격수준에 도달해 있는지를 매순간 확인하며 소비를 한다고 보기 힘들기 때문이다. 즉, 소비자가 한계가격에 대하여 반응할 것이라는 기존의 경제학 이론은 비선형가격체계에서는 여러 상황에 따라 바뀔 여지가 있는 것이다.

구간별 가격체계 하에서 소비자가 인지하는 가격으로서의 인지가격(Perceived price)은 크게 한계가격(Marginal price), 기대한계가격(Expected marginal price), 평균가격(Average price) 등 3가지로 정의할 수 있다.

표준적인 경제학 이론을 바탕으로 하는 인지가격으로써의 가격은 물론 한계가격(Marginal price)이다. 소비자가 한 단위 더 소비하면서 얻는 효용이 한계가격과 일치하는 지점까지 소비한다는 것인데, 이러한 가정이 비선형가격체계에서도 성립하기 위해서는 몇 가지 전제조건이 수반된다. 먼저, 소비자가 해당 재화에 대한 가격체계를 정확하게 인지하고 이해하여야 할 것이다. 누진제와 같이 각 구간별로 한계가격이 다른 경우, 각 구간에 대한 한계가격이 얼마인지를 정확하게 파악하고 있어야 자신이 재화를 한 단위 더 소비하였을 때 얻을 수 있는 효용과 비교가 가능할 것이다. 또한, 현재의 소비량이 얼마인지에 따라 소비자가 직면한 한계가격이 다르기 때문에 소비자 자신이 현재 얼마만큼을 소비하고 있는지를 정확하게 파악하고 있어야 한다. 따라서, 이러한 전제조건들은 보통의 소비자들에게 적용시키기에는 상당히 강한 전제조건일 수 있다.

만일 소비자가 주어진 구간별 가격체계에 대하여 이해하고 있다고 했을 때, 소비자에게 자신의 소비량에 대한 불확실성이 존재하게 된다면, 소비자는 자신이 직면한 한계가격을 통해 소비량을 결정한다고 보기 어렵다. 그보다는 소비자 자신의 대략적인 소비량에 대하여 그 근처에 속한 한계가격을 통해 소비량을 결정한다고 보

는 편이 맞을 것이다. 즉, 이러한 경우, 소비자는 기대한계가격(Expected marginal price)에 대하여 반응한다고 볼 수 있다.

또한, 소비자가 구간별 가격체계를 정확하게 이해를 못하거나 혹은 이러한 가격체계를 고려하며 소비하기에는 여러 가지 이유로 많은 제약사항이 따르는 경우가 있을 것이다. 이러한 경우, 소비자는 지난달에 사용한 전력소비량에 대한 요금통지서를 바탕으로 소비를 하게 될 것이다. 즉, 각 단계별로 달라지는 한계가격에 대한 정보를 무시하거나 고려하지 않은 채, 지난달의 요금통지서를 보고 확인한 평균가격(Average price)만을 인지하게 될 것이다. 이러한 경우, 기존의 경제학 이론에서 이야기하는 한계가격을 통한 최적 소비량 결정은 구간별 가격체계에서는 적용되기 힘들 것이다.

인지가격으로서의 한계가격을 모형에 반영할 수 있기 위해서는 데이터로부터 가가가 직면한 한계가격을 추출해낼 수 있어야만 할 것이다. 따라서 구간별 가격체계 하에서 수요함수 추정을 하는 데에는 미시데이터가 필요할 것이다. 만일 거시데이터를 활용할 경우, 대부분의 경우 평균 소비량과 평균 요금만을 제공하므로 이를 통해서 구할 수 있는 가격은 평균 소비량을 평균 요금으로 나눈 값인 평균단가(평균가격)를 주로 활용할 수밖에 없는데, 많은 연구들이 구간별 가격체계임에도 불구하고 데이터의 한계로 인하여 평균가격을 가격변수로 사용하여 왔다. 이렇게 데이터의 한계로 인하여 평균가격을 사용한 연구가 구간별 가격체계를 잘 나타내는지에 대한 의구심을 갖게 하는데, 과연 소비자가 한계가격에 반응하는지 혹은 평균가격에 반응하는지, 즉 소비자가 인지하는 가격이 무엇인지에 대한 연구가 진행되어왔다.

물론 이러한 논의는 비선형가격체계인 전력이나 수도 부분만이 아니라 특히 세금과 관련하여 많은 연구들이 진행되어왔다. 본 연구의 소재와 같은 전력부문에서의 인지가격에 대한 연구는 초창기 Shin (1985)의 연구에서 시작되었다. Shin (1985)는 소비자들이 평균/한계가격의 차이와 그 차이가 소비에 미치는 영향을 인지하지 못할 뿐만 아니라 가격표와 전기요금청구서의 복잡성 때문에 가격이 변하더라도 이를 인지하기 힘들 수 있다는 이유로 인지가격(perceived price)을 소비자들이 실제 반응하는 가격으로 정의하여 분석에 있어 이를 반영하여 가격탄력성을 추정하였다. 이후, Borenstein (2009)의 연구에서 Southern California Edison(SCE)의 주택용 전기

요금청구 데이터를 활용하여 소비자가 한계가격에 따라 최적소비를 하는지에 대하여 분석하였고, Ito (2014)의 연구에서도 SCE와 San Diego Gas & Electric(SDG&E)의 데이터를 활용하여 인지가격이 한계가격인지, 혹은 기대한계가격인지, 평균가격 인지를 분별해내고자 하였다. <표 3>에서 보듯이, Shin (1985), Ito (2014)의 연구에서는 평균가격에, Borenstein (2009)의 연구에서는 소비자들이 기대한계가격에 반응한다고 결론지었다.

〈표 3〉 인지가격에 대한 해외 연구

Source	Data	Price elasticity	인지가격
Ito (2014)	1999~2007 SCE, SDG&E	-0.07 ~ -0.05	평균가격
Borenstein (2009)	1999~2006 SCE	-0.17 ~ -0.12	기대한계가격
Shin (1985)	1960~1980 Ohio electric utilities	단기 : -0.14 장기 : -0.46	평균가격

이러한 결과는 기존의 문헌들이 한계가격을 가격변수로 고려하려는 시도를 무색하게 만들고, 거시 데이터를 활용함에 있어 평균가격을 사용하는 것에 대한 일종의 정당성을 확보하게 만든다고 볼 수도 있다. 그렇다고 하여 평균가격을 사용한 수요함수의 추정, 가격탄력성의 추정이 올바르다고 할 수는 없을 것이다. 구간별 가격체계 하에서 한계가격을 배제하는 것은 주어진 정보를 온전히 다 활용하지 못한다는 측면에서 뿐만 아니라 인지가격이 여러 상황이나 집단에 따라 바뀔 가능성도 있다는 측면에서 바람직하지 않다고 판단된다. 즉, 단순히 평균가격을 그냥 사용하기 보다는 어떤 가격에 반응하는지도 같이 살펴보는 것이 더욱 정확한 추정 전략이 될 것이다.

III. 분석 자료

본 연구에서는 구간별 가격체계를 반영한 실증분석을 위해 미시자료인 “2013 가

계동향조사” 자료를 사용하였다⁸⁾. 권오상 외 (2014)에서는 2004년부터 2012년까지의 해당 자료를 활용하였는데, 본 연구에서는 가장 최근 상황을 반영하기 위하여 2013년 한 해 동안의 자료만을 분석 대상으로 삼았다. 이 자료는 월간 각 개별 가구의 지출 및 소득에 관한 자료를 담고 있는데⁹⁾, 이에 따라 개별 가구의 소득뿐만 아니라 전력 소비에 관한 지출액도 볼 수 있다. 본 연구에서 사용한 자료의 항목은 조사년도, 조사월, 가구별 일련번호, 가구원수, 거처구분, 사용면적, 소득, 소비지출, 전기료, 도시구분여부¹⁰⁾ 등이다.

그러나 위의 전기료 자료는 단순히 개별 가구의 월별 전기 납부액만을 담고 있어서 개별 가구의 전력 사용량을 따로 역산해야하는 문제가 있다. 전기 납부액만으로 전력 소비량을 계산할 수 있는 이유는 각 사용량별로 청구금액을 계산할 수 있기 때문이다. 또한 저압과 고압 구분에 따라 전기요금에 다르게 적용되는데, 이에 거처구분 항목상 아파트, 주택 이외의 거처로 나타난 가구는 고압 전력을 사용하는 가구로 분류하였고, 단독주택, 연립 주택, 다세대 주택 및 비거주용 건물로 나타난 가구는 저압 전력을 사용하는 가구로 분류하여¹¹⁾, 기본요금과 전력량 요금, 부가세 및 전력산업기반기금 등을 고려하여 전기요금표를 작성하여 이를 토대로 전기료 항목으로부터 각 가구별 전력 사용량을 역산하였다. 이와 같이 도출한 주요 변수들의 기초통계량은 다음의 <표 4>와 같다.

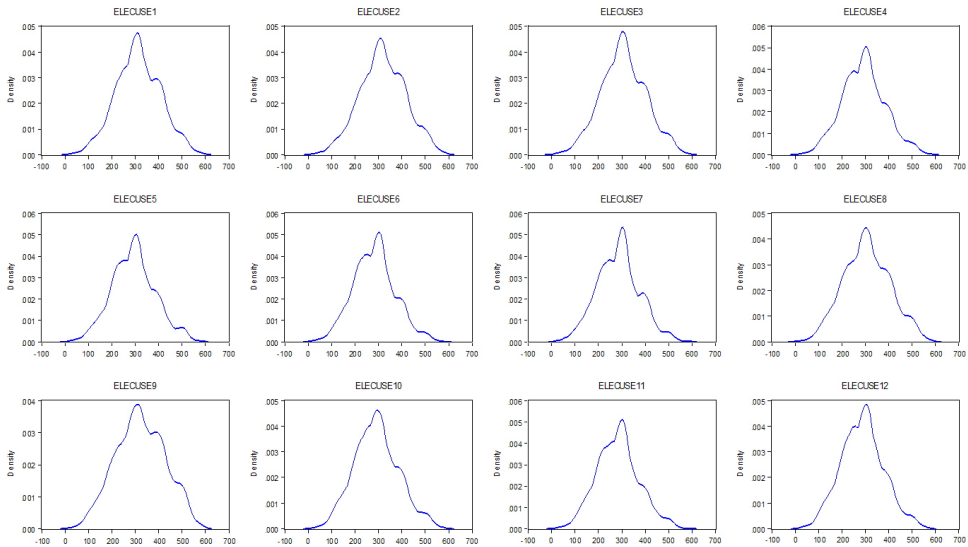
-
- 8) 앞서 언급하였듯이, 시계열자료는 구간별 가격체계를 명확하게 반영하기가 매우 힘들다. 또한, 전력요금이 정부의 통제 하에 있어 전력요금이 바뀐 경우가 많지 않기 때문에 오랜 기간의 시계열 자료를 확보하더라도 신뢰성 있는 결과를 얻기 힘들 것이다(권오상 외, 2014).
 - 9) 특별히 저압요금의 경우, 2009년 9월 1일부터 월 최저요금으로 1,000원을 적용하게 되어 최소 납부금액은 1,130원으로 정해지는데, “2013 가계동향조사”의 전기료 납부액 자료 중 저압 전력을 사용하는 가구임에도 할인 혜택, 요금 이월 등의 이유로 전기료가 1,130원보다 작은 경우(예를 들면, 0원의 경우) 전력 사용량을 역산할 수 없게 된다. 이러한 샘플의 경우 분석대상에서 제외하였다(하위 2.15%에 해당함). 또한 극단값이 분석에 주는 영향을 제거하고자 전기료와 소득 기준으로 상위 2.15%의 가구를 제외하여 최종적으로 9,681개 가구의 74,881개의 관측치가 표본에 포함되었다. 상위 2.15%를 제외하지 않는 경우에도 분석결과에는 큰 차이가 없었다.
 - 10) 도시구분여부 변수는 통계청에서 2002년 이전 도시가계조사의 시계열분석을 위하여 만들어진 변수로, 도시(동부)인 경우 1, 농어촌(읍면부)인 경우 0의 값을 갖는 변수이다.
 - 11) 실제로 각 가구가 사용하는 전압이 고압인지 저압인지 알 수 없지만, 대부분 아파트의 경우는 고압전력을 사용하고, 단독 주택의 경우는 저압전력을 사용하는 것으로 알려져 있어 이와 같이 분류하였다. 이는 권오상 외 (2014), 임소영 (2013)에서의 분류 방식과 동일하다.

<표 4> 우리나라 가구별 특성 기초 통계량

	평균	최대값	최소값	표준편차
전기 지출액(원)	44,164	157,500	1,019	25,977.48
전기 사용량(kWh)	298	586	9	96.03
소득(원)	3,383,641	10,378,400	179,900	2,120,042
가구원 수(명)	2.80	9	1	1.21
거주면적(m^2)	70.88	878	3	25.64
도시구분여부	0.80	1	0	0.40

다음의 <그림 1>은 월별로 전력소비량이 어떠한 분포를 나타내는지를 나타내고 있다¹²⁾. 전체적으로 300kWh 근처에서 가장 많은 분포를 보이고 있는데, 눈여겨볼 만한 점은 200kWh, 300kWh, 400kWh, 500kWh 등 기본요금과 사용량 요금이 바뀌는(즉, 한계가격이 바뀌는) 전력소비량 경계부근에서 비정상적인 불균형 분포를 보인다는 것이다.

<그림 1> 월별 전력소비량의 분포 : Kernel density 추정결과



12) Kernel density(Epanechnikov)를 활용하여 그래프로 나타내었다.

Borenstein (2009), Ito (2014)의 연구에서 소비자가 한계가격에 반응하는지 혹은 평균가격에 반응하는지에 대하여 연구를 진행하면서, 만일 소비자가 한계가격에 반응한다면 한계가격이 바뀌는 전력소비량 경계에서 비정상적인 분포를 보일 것이라고 하였다(bunching analysis). 이들의 연구에서는 비정상적인 분포를 보이기보다는 부드러운 형태의 분포를 보였는데, 이에 따라 이들은 소비자가 한계가격보다는 기대한계가격 또는 평균가격에 반응할 것이라고 생각하고 논의를 진행하였다. 그러나 “2013 가계동향조사”로부터 우리나라의 전력소비량 분포를 도출해낸 결과를 보면, ‘소비자는 평균가격보다는 한계가격에 반응하고 있다’라는 정반대의 가정을 가능케 한다. 다시 말해, 소비자는 전기의 누진 요금제도에 대하여 이해하고 반응하고 있으므로 가격탄력성 추정시 구간별 가격체계를 반영해야할 필요성이 있다고 할 수 있다. 이러한 차이점은 우리나라의 경우 누진율이 타 선진국에 비하여 상당히 높기 때문에 나타난 것으로 추측된다. 위의 두 연구에서 사용한 캘리포니아의 누진요금제의 경우 누진율이 최고 2.65배인 반면 우리나라의 경우는 11.7배에 달하고 있는데, 이러한 과도한 누진율이 소비자로 하여금 한계가격이 전력소비에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

소득분위별로 전력소비량과 전기지출액, 소비지출 중 전기지출액이 차지하는 비율이 크게 차이가 있을 것인데, 이를 살펴보기 위하여 2013년도 6월을 기준으로 하여¹³⁾ 소득을 기준으로 10분위로 나누어 각 항목별 평균을 계산하였다. 결과는 다음의 <표 5>와 같다.

계산 결과, 소득이 증가할수록 평균적으로 전력소비량이 증가하는 것으로 나타났다. 전력소비량이 늘어남에 따라 전기료 또한 상승하게 되는데, 1분위 가구의 소비지출 대비 전기지출액 비율은 5.64%이고 소득이 가장 높은 10분위 가구의 경우는 1.71%로 월 소비지출 대비 전기지출액 비율은 오히려 소득이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 이는 저소득층일수록 소비지출규모가 적기 때문에, 전기는 적게 사용함에도 불구하고 전기지출액에 따른 가계부담은 큰 것으로 볼 수 있다.

13) 6월을 기준으로 한 까닭은 “2013 가계동향조사” 자료에서 1월부터 12월 중 관측치가 가장 많은 월이 6월(6406개의 관측치)이기 때문이다.

〈표 5〉 소득분위별 전력사용량 및 전기지출액

소득분위	가구수	소득 (원)	전력사용량 (kWh)	전기료 (원)	소비지출 대비 전기지출액 비율(%)
1분위	640	514,809	217	26,570	5.64%
2분위	640	1,096,835	248	33,040	4.35%
3분위	641	1,722,184	257	34,678	3.24%
4분위	633	2,312,902	274	37,985	2.73%
5분위	649	2,874,515	280	38,252	2.43%
6분위	640	3,381,166	290	40,868	2.33%
7분위	641	3,923,048	304	43,989	2.23%
8분위	640	4,633,229	308	44,210	2.00%
9분위	641	5,544,676	309	44,574	1.84%
10분위	641	7,539,463	332	50,541	1.71%

주 : 2013년도 6월을 기준으로 하였음

또한, 소득분위별로 가구 구성원 수, 거주 면적에 따라 전력소비량이 달라질 수도 있다. <표 6>에서는 소득분위별로 가구 구성원 수에 따라 전력소비량이 어떻게 나타나는지를 살펴보았는데, 같은 소득분위에 속하더라도 가구 구성원 수가 많아짐에 따라 대체적으로 전력소비량이 많아지는 것을 확인할 수 있다. 또한, 가구원 수가 같더라도 소득이 많을수록 전력소비량은 역시 증가하는 경향을 보인다.

〈표 6〉 소득분위별, 가구원 수별 전력소비량(kWh)

소득	가구원 수							
	1명	2명	3명	4명	5명	6명	7명	8명
1분위	186	248	270	312	314	400	-	-
2분위	200	268	281	274	265	429	-	-
3분위	210	260	286	291	308	-	315	-
4분위	195	281	283	294	308	372	433	-
5분위	208	277	279	295	311	222	335	482
6분위	209	274	309	296	300	361	264	-
7분위	278	282	304	315	316	352	347	-
8분위	218	280	304	324	324	367	319	-
9분위	272	278	308	315	335	365	282	-
10분위	216	315	325	342	356	388	416	-
평균	219	276	295	306	314	362	339	482

<표 7>에서는 소득분위별로 거주 면적에 따라 전력소비량이 어떻게 바뀌는지를 살펴보고 있는데, 같은 소득분위 내에서도 거주 면적이 넓을수록 전력소비량이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 거주 면적이 넓을수록 가구 내에서 사용하는 전기 기기가 많은 경향이 있음을 생각하면, 각 가구내의 전기기기의 보유에 대한 자료가 없는 상황에서 거주 면적 자료를 전기기기 보유에 대한 대리변수로 사용할 수 있을 것이다. 또한, 거주 면적이 비슷하더라도 소득이 높을수록 전력소비량이 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

<표 7> 소득분위별, 거주 면적별 전력소비량(kWh)

소득	거주 면적(m^2)					
	0~40	41~60	61~80	81~100	101~120	120 초과
1분위	187	226	240	261	269	312
2분위	203	250	268	298	295	307
3분위	220	261	280	315	307	342
4분위	244	274	291	321	341	373
5분위	245	279	299	326	338	340
6분위	275	293	307	334	343	371
7분위	267	301	305	343	348	380
8분위	268	295	310	349	363	388
9분위	283	300	314	353	372	387
10분위	255	300	325	366	372	423
평균	245	278	294	327	335	362

IV. 모형의 설정 및 추정 방법

국내의 선행연구들 중 구간별 가격체계를 고려하지 않은 연구들은 가격변수로 평균가격(총 전력요금을 총 전력사용량으로 나눈 단가)을 활용하여 주택용 전력수요 함수를 추정하고 있다. 즉, 다음의 식 (1)과 같은 방식으로 추정하고 있다.

$$\ln Q_i = \alpha + \beta_1 \ln AP_i + \beta_2 \ln I_i + \beta_3 \ln HSIZE_i + \beta_4 SIZE_i + \beta_5 CITY_i + \gamma_1 HDD + \gamma_2 CDD + \epsilon_i \quad (1)$$

위의 식에서 종속변수인 Q_i 는 i 번째 가구의 월간 전력소비량(kWh)을 나타낸다. α 는 상수항을 나타내고, MP_i 는 i 번째 가구의 월간 평균전력가격(월간 전력요금을 월간 전력사용량으로 나눈 단가), I_i 는 i 번째 가구의 월간 소득을 나타낸다. 추가적으로 $H SIZE_i$, $S I Z E_i$ 는 거주지 면적(m^2), 가족구성원 수를 나타내며, $C I T Y_i$ 는 도시의 경우 1, 아니면 0의 값을 갖는 터미변수를 나타내고, 월별 계절효과로 $H D D_i$, $C D D_i$ 는 각각 난방도일과 냉방도일을 의미한다.

구간별 가격체계 하에서 각 소비자는 사용량에 따른 구간별로 다른 한계가격이 적용되기 때문에 해당 구간 내에서는 예산제약식이 선형이지만, 구간이 바뀌는 경계점을 중심으로 예산제약식이 비선형으로 나타나게 된다. 우리나라의 경우, 주택용 전력요금은 가격단계가 6단계로 나뉘는데, 전력사용량이 추가적으로 100kWh을 넘어갈 때마다 고정요금과 사용량요금이 점차 증가하는 구조를 지니고 있다. 이러한 구간별 가격체계를 반영하기 위해서 가격변수로 평균가격보다는 한계가격(전력량요금)을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단할 수 있고, 전력수요함수를 다음과 같이 설정할 수 있다¹⁴⁾.

$$\ln Q_i = \alpha + \beta_1 \ln MP_i + \beta_2 \ln DP_i + \beta_3 \ln I_i + \beta_4 \ln HSIZE_i + \beta_5 S I Z E_i + \beta_6 C I T Y_i + \gamma_1 H D D_i + \gamma_2 C D D_i + \epsilon_i \quad (2)$$

위의 설명변수 중 MP_i 는 i 번째 가구가 직면하는 전력 한계가격(전력량요금)을 나타내고, DP_i 는 구간별 가격체계가 소비량에 영향을 미치는 변수로 실제비용에서 한계비용을 적용했을 때 계산되는 비용을 차감한 것으로 식 (3)과 같이 정의한다.

$$DP_i = \sum_{j=1}^{J_i} d_{ji} D_{ji} \quad (3)$$

14) 물론, 인지가격의 종류에 따라 어떻게 결과가 다른지를 확인하기 위하여, 식 (2)에서 한계가격대신 평균가격을 그대로 반영하여 추정할 수도 있다. 또한 한계가격과 평균가격 사이의 기대한계가격을 반영할 수도 있는데, 이에 대한 논의는 뒤에서 다룬다.

여기서, $D_{ji} = \sum_{k=2}^j q_{k-1}(p_{k-1,i} - p_{k,i}) + C_{ji}$

d_{ji} : i 번째 가구가 j 번째 구간에 있는 경우 1, 아니면 0의 값을 갖는 지시함수

C_{ji} : i 번째 가구가 j 번째 가격구간에 있을 경우 지불하는 고정가격(기본요금)

q_{k-1} : $k-1$ 번째 가격구간에 속한 전기사용량

$p_{k,i}$: i 번째 가구가 k 번째 구간에 있을 경우 지불하는 한계가격(사용량요금)

식 (3)과 같이 정의된 변수는 할증변수(Premium variable)의 개념으로 접근을 하게 된다. 이는 Taylor (1975)의 연구에서, 전기와 같은 구간별 가격체계 하에서는 소비자가 하나의 가격에 대하여 반응하는 것이 아니라 하나의 가격체계를 두고 반응하기 때문에 소비자의 최적선택에 있어 주의해야함을 도식적인 방법을 통해 이론적으로 보인 것에서 비롯하였다. 즉, 구간별 가격체계에서는 소비자의 수요가 선형의 예산선에 의하여 결정되는 것이 아니라 비선형의 예산선에 의하여 결정되어 일종의 소득효과가 발생하게 되기 때문에 이를 보정해주어야 한다고 하였다. 이러한 효과를 본 연구에서는 “소득보정효과”라고 정의하여 사용하도록 하겠다¹⁵⁾.

만일 소비자가 가격을 고려할 때 소비자가 속한 구간의 가격만을 사용하게 되면 그 이전의 가격들은 고려하지 않기 때문에 주어진 정보를 모두 고려하지 못한다는 점에서 문제가 발생할 것이다. 또한 해당 사용량까지 그 이전의 가격들이 적용되는 것으로 추정하는 것과 다르지 않다는 점에서도 수요함수 추정시 이를 조정해주어야 할 것이다. 이러한 논의로 말미암아 소득부분의 조정을 고려하게 되었다.

이에 Henson (1984), Nieswiadomy *et al.* (1989) 등의 연구부터 위에서 정의한 DP의 개념(소비자가 직면한 한계가격이 모든 사용량에 대하여 적용되었다고 가정했을 때의 전기료와 실제 전기료와의 차이)을 하나의 설명변수로 추가하여 수요함수를 추정하였다. 여기서 할증변수(Premium variable)라고 명명하여 사용된 까닭은 그 당시 구간별 가격체계는 누진제가 아닌 사용할수록 한계가격이 낮아지는 하향식 가격체계(Decreasing block rate pricing)이어서 위에서 정의한 값이 양의 값으로 나

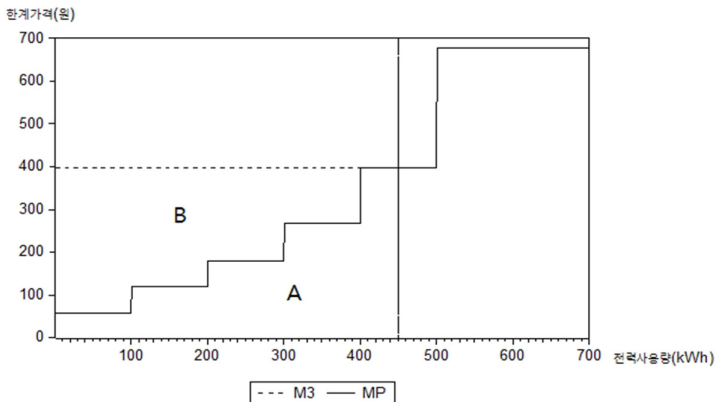
15) 조심해야할 점은 통상적인 “소득효과”와는 다른 의미로 해석해야한다는 점이다. “소득효과”는 소득이 증가함에 따라 소비량이 늘어나는 것이지만, “소득보정효과”는 구간이 바뀔 때 따라 혹은 가격체계가 바뀔 때 따라 나타나는 일종의 보정효과이다.

오기 때문이다. 상향식 가격체계(Increasing block rate pricing)하에서는 위에서 정의한 값이 음수로 나와 자연로그를 취하기 위하여 절대값을 취하여 양수로 만들어 사용하였다. 이를 직관적으로 이해하기 위해 아래의 <그림 2>를 참고하도록 한다.

<그림 2>는 우리나라의 주택용 전력 요금 체계 중 저압의 경우를 나타낸 것으로 실선은 전력사용량 1kWh 단위당 사용량 요금을 의미한다. 이 때, 어떠한 가구가 450kWh만큼 전력을 사용한다고 하였을 때, 사용량 요금에 따른 전기료는 실선 아래 면적인 A이다. 이 경우, 해당 가구가 직면하게 되는 사용량 요금(한계가격)은 398.7원인데, 만일 이 요금이 전체사용량에 대하여 적용된다고 하면 이로 인해 부과되는 전기료는 A+B만큼이다. 위에서 정의한 DP는 이 전기료의 차이로 실선과 점선 사이의 B면적으로 표현할 수 있다. 이와 같이 DP는 사용량 구간이 바뀔 때 따라 혹은 전력 요금체계가 바뀔 때 따라 다른 값을 갖게 됨을 유추할 수 있다.

위에서 정의한 DP의 절대값, 즉 양의 값으로 해석해보자면, 만일 사용량 요금(한계가격)이 전체 사용량에 대하여 일정하게 되면 상당히 많은 전기료를 내야하는데 실제로는 해당 사용량 이전 구간에서의 사용량은 더 낮은 가격이 적용되기 때문에 이득을 보게 되는 부분으로 이해할 수 있다. 즉, 사용량 단계가 높은 가구일수록 DP로 정의된 값이 커져 상대적으로 이를 보정해주는 역할을 한다고 볼 수 있고, 더 나아가서는 하위 단계의 한계가격에 대한 정보를 이용할 수 있게 하는 역할도 하게 된다.

<그림 2> 누진제 전력 가격 체계와 DP의 개념



주 : 주택용 전력 요금 체계 중 저압의 경우를 나타내었음.

이에 본 연구에서는 DP 를 새로운 하나의 설명변수로 고려하고자 하였다¹⁶⁾. 그러나 기존의 연구에서처럼 DP 를 그대로 설명변수로 사용할 경우, 또 다른 설명변수인 MP 와 상관계수가 0.97로 상당히 높게 나와 다중공선성이 심각할 것으로 판단된다¹⁷⁾. 이는 DP 의 정의에서부터 각 가구가 직면한 구간에 따라 MP 와 DP 가 결정되는 구조를 갖기 때문이다. 이에 따라, DP 를 식 (4)과 같이 DP' 으로 조정하여 설명변수로 사용하여 식 (5)와 같이 모형을 설정하였다.

$$DP' = DP \times (\text{전기료지출비중}) \quad (4)$$

단, 전기료지출비중은 가구의 월간 총지출 대비 월간 전기료지출 비중을 의미

$$\begin{aligned} \ln Q_i = & \alpha + \beta_1 \ln MP_i + \beta_2 \ln DP'_i + \beta_3 \ln I_i + \beta_4 \ln HSIZE_i \\ & + \beta_5 SIZE_i + \beta_6 CITY_i + \gamma_1 HDD + \gamma_2 CDD + \epsilon_i \end{aligned} \quad (5)$$

조정된 DP 인 DP' 은 기존의 DP 에 전체 지출액에서 전기료가 차지하는 비중을 고려한 값으로 정의한다. 이는 전기료가 전체 지출에 차지하는 비중이 높은 가구일수록 DP 로 인하여 보정되는 비율이 큰 반면, 전기료 지출 비중이 적은 가구는 DP 로 인해 크게 영향을 받지 않을 것이라는 가정 하에 만든 변수이다. 위와 같이 DP 를 조정할 경우, DP' 와 MP 사이의 상관계수는 0.67로 상당히 낮아져 다중공선성에 대한 우려를 상당부분 해소하여 분석을 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

아직까지 국내 연구 중에는 구간별 가격체계를 모형에 반영하기 위하여 한계가격을 사용하는 것이 옳은지, 혹은 다른 연구들에서 주장하듯이 소비자가 인지하는 가

16) 이와는 달리 DP 를 위의 경우 방법들 이외에 직접 소득에 더하여 실효소득으로 보정함으로써 조건부 수요함수를 추정하는 연구도 있다. HERRIGES and KING (1994), HEWITT and HANEMANN (1995) 등의 연구에서는 각 구간별로 수요함수의 소득변수에 해당 DP 만큼을 보정하여 실효소득으로 나타내 분석을 진행하였다. 본 연구에서 사용한 “2013 가계동향조사” 자료를 살펴보면, 소득의 최대값은 1,000만원이 넘는데 반하여 DP 는 최대 약 23만원의 값에 그치기 때문에 DP 를 소득에 단순히 추가하는 것은 큰 의미가 없다고 판단된다. 실제로, DP 를 소득에 더하여 추정을 하여도 결과에는 크게 영향을 미치지 못하였다.

17) DP 를 정의 그대로 설명변수에 추가하여 분석한 결과, VIF(Variance Inflation Factor) 값이 MP 와 DP 의 경우 각각 124.57, 132.58로 상당히 큰 값으로 나와 다중공선성 문제가 심각할 것으로 판단할 수 있다.

격은 평균가격 혹은 기대한계가격이기 때문에 가격변수로 이를 반영해야 하는지에 대하여 살펴본 연구가 존재하지 않는다. 이에 따라 본 연구에서는 가격변수로 한계가격과 평균가격을 모두 각각 고려하여 수요함수를 추정하고자 한다. 뿐만 아니라 Shin (1985)의 아이디어를 활용하여 기존의 인지가격에 대한 연구결과처럼 평균가격을 사용한 것이 과연 정당한 것인지, 또는 한계가격을 사용하는 것이 더 올바른지에 대하여 살펴보고자 한다¹⁸⁾. Shin (1985)의 방법을 구체적으로 서술하면 다음과 같다.

먼저, 전력사용에 대하여 소비자가 인지하는 가격 P^* 를 다음과 같이 정의한다.

$$P^* = MP \times (AP/MP)^k \quad (6)$$

단, P^* 는 인지가격(perceived price), MP 는 한계가격, AP 는 평균가격을 의미함

만일 인지가격의 정의로부터 k 의 값이 0으로 계산되면, 소비자는 오로지 한계가격에 반응하는 것으로 해석할 수 있고, 반대로 k 의 값이 1로 계산되면, 소비자는 오로지 평균가격에 반응하는 것으로 볼 수 있다. k 가 0과 1 사이의 값으로 계산되면, 소비자는 한계가격도 평균가격도 아닌 그 중간 어느 사이의 가격(이를테면, 기대한계가격)에 반응한다고 볼 수 있고, 만일 k 가 1보다 크게 나오게 되면 이는 평균가격보다 훨씬 작은 가격으로 전력이격을 인지한다고 해석할 수 있다.

위의 인지가격을 식 (5)에 대입하면 다음의 식 (7)과 같고 이를 로그의 성질을 이용하여 식 (8)과 같이 풀어 이를 추정하면, k 의 값을 계산할 수 있게 된다. 구체적으로 추정 결과로부터 $\ln(AP/MP)$ 의 계수를 $\ln(MP)$ 의 계수로 나누어 계산할 수 있다.

$$\ln Q_i = \alpha + \beta_1 \ln P_i^* + X\beta + \epsilon_i = \alpha + \beta_1 \ln (MP_i (AP_i/MP_i)^k) + X\beta + \epsilon_i \quad (7)$$

$$\ln Q_i = \alpha + \beta_1 \ln MP_i + \beta_1 k \ln (AP_i/MP_i) + X\beta + \epsilon_i \quad (8)$$

18) Shin (1985)의 아이디어를 활용해 정의한 인지가격은 일종의 기대한계가격을 반영한 것과 같음을 말해준다.

단, X 는 식 (5)에서 MP_i 를 제외한 다른 설명변수를 의미

이러한 아이디어를 활용하여, 추가적으로 앞서 정의한 DP' 를 사용하는 것이 바람직하다고 볼 수 있는 것인지도 확인해볼 수 있을 것이다. 즉, $DP^* = DP' \times (DP/DP')^s$ 로 정의하여, 아래의 식 (9)과 같이 DP' 대신 DP^* 를 대입하여 추정함으로써 s 를 계산하고자 하였다. 이에 따라 만일 s 가 1보다 작게 계산된다면, DP 에 전기료지출비율을 고려하는 것이 의미가 있음을 뜻하게 될 것이다¹⁹⁾.

$$\ln Q_i = \alpha + \beta_1 \ln MP_i + \beta_1 k \ln (AP_i / MP_i) + \beta_2 \ln DP_i' + \beta_2 s \ln (DP_i / DP_i') + X\beta + \epsilon_i \quad (9)$$

단, X 는 식 (5)에서 MP_i 와 DP_i' 를 제외한 다른 설명변수를 의미

추정 방법에 있어서, 구간별 가격체계 하에서는 종속변수인 전력 사용량이 독립변수인 가격의 함수이기 때문에 내생성 문제가 발생하여 이를 고려해야 한다. 많은 연구들에서 내생성 문제를 해결하기 위하여 2단계 최소자승법(2-Stage Least Squares) 방법 혹은 이산-연속 선택모형(Discrete-Continuous Choice model) 방법으로 수요함수를 추정하고 있다. 이산-연속 선택모형에서는 인지가격으로 다양한 가격변수를 활용하기 어렵다는 단점이 있어, 본 연구에서는 인지가격을 모형에 반영하기 위하여 2단계 최소자승법을 활용하여 내생성 문제를 해결하고자 하였다.

2단계 최소자승법 추정의 핵심은 도구변수로 어떤 변수를 찾아내 사용하였는지 여부이다. Henson (1984)의 연구에서는 가격변수에 대한 도구변수로 표본 평균인 1,350kWh 또는 1,000kWh에 대한 가격을 사용하였고, Ito (2014)의 연구에서는 6개월 전 시점의 전력 사용량에 대한 가격을 사용하는 등 많은 연구들이 미리 정해진 사용량에 대한 가격을 역산하여 이를 도구변수로 사용하고 있다. 이는 가격이 사용량의 함수인데, 이를 외생변수로 취급하여 내생성을 탈피하고자 하는 것이다. 이를 본 연구에서도 적용하고자 하였으나, 샘플기간 내(2013년)에서는 요금체계가 바뀌지 않았기 때문에 특정 사용량을 정해놓고 이에 대한 가격을 역산하여 도구변수로

19) 마찬가지로, s 의 값은 $\ln(DP/DP')$ 의 계수를 $\ln(DP')$ 의 계수로 나누어 계산할 수 있다.

사용하면 결국 상수항을 도구변수로 하는 것과 다르지 않기 때문에 이와 같은 도구 변수는 사용이 불가능하다. 따라서, 본 연구에서 사용한 도구변수는 다음과 같다.

첫 번째 변수로 전력요금표에서 고정비용인 기본요금을 사용할 수 있다. 기본요금은 한계비용인 사용량요금이 증가함에 따라 증가하는 추세를 보이고 있기 때문에 이러한 점에서 기본요금은 한계가격(전력량요금)과 관련이 있는데 반하여, 수요함수에서의 변동 유인이 고정비용에 대하여 발생한다고 보기 어렵다. 따라서 고정비용인 기본요금을 도구변수로 사용한다. 또 다른 도구변수로는 전력요금표에서 각 가구가 직면한 한계가격보다 한 단계, 두 단계 높은 한계가격을 사용할 수 있다. 이 두 변수는 한계가격이 증가함에 따라 상위 한계가격도 증가하므로 관련이 있는데 반하여 전력 사용량에 영향을 미치는 가격은 아니라고 판단되기 때문에 도구변수로 사용가능하다²⁰⁾.

V. 실증 분석 결과

1. 추정결과

지금까지의 논의를 바탕으로 본 연구에서 추정된 모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{[모형 1]} \quad \ln Q_i = & \alpha + \beta_1 \ln MP_i + \beta_2 \ln DP_i' + \beta_3 \ln I_i \\
 & + \beta_4 \ln HSIZE_i + \beta_5 SIZE_i + \beta_6 CITY_i + \gamma_1 HDD + \gamma_2 CDD + \epsilon_i
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 \text{[모형 2]} \quad \ln Q_i = & \alpha + \beta_1 \ln AP_i + \beta_2 \ln DP_i' + \beta_3 \ln I_i \\
 & + \beta_4 \ln HSIZE_i + \beta_5 SIZE_i + \beta_6 CITY_i + \gamma_1 HDD + \gamma_2 CDD + \epsilon_i
 \end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}
 \text{[모형 3]} \quad \ln Q_i = & \alpha + \beta_1 \ln MP_i + \beta_1 k \ln (AP_i / MP_i) \\
 & + \beta_2 \ln DP_i' + \beta_2 s \ln (DP_i / DP_i') + X\beta + \epsilon_i
 \end{aligned} \tag{12}$$

단, X 는 MP_i 와 DP_i' 를 제외한 식 (5)에서 사용한 다른 설명변수를 의미

20) 본 연구에서 사용한 두 도구변수는 조진서 (2013)의 연구에서 사용한 도구변수와 같다.

구체적으로, [모형 1]은 인지가격 중 한계가격을 반영하였고 [모형 2]는 평균가격을 반영하였다. [모형 3]은 Shin (1985)의 아이디어를 바탕으로 일종의 기대한계가격을 반영한 모형이다. 각 모형은 자연로그를 취하여 사용함으로써 추정계수가 탄력성이 되도록 설정하였다.

먼저, [모형 1]과 [모형 2]를 통상최소자승법(OLS)을 적용하여 추정한 결과, 한계가격과 평균가격 계수가 각각 0.102, 0.363로 통계적으로 유의미하게 추정되었다²¹⁾. 하지만, 부호가 (+)이기 때문에 수요함수는 가격에 대하여 반비례한다는 경제이론에 부합되지 않게 된다. 사실상 이는 앞서 언급하였듯이 가격변수가 종속변수인 전력사용량의 함수이기 때문에 이로 인한 내생성 문제로 인하여 추정치가 상향편이된 결과로 볼 수 있다. 이는 곧 구간별 누진가격체제에서는 가격과 사용량이 양의 관계를 가져 오차항과 가격이 양의 상관관계를 갖기 때문에 이러한 결과가 나왔다고 판단된다. 또한, 전력 생산에 있어서 전력 사용량이 많을수록 전력생산비용이 증가하고 한계 가격인 전력량요금은 사용량에 비례하여 발생하는 변동비를 회수하기 위하여 산정되기 때문에, 엄밀한 의미에서 내생성을 고려하지 않고 통상최소자승법을 적용하여 추정한 결과는 전력의 생산함수를 추정한 것과 다르지 않다고 볼 수도 있다.

내생성 문제를 해결하기 위하여 2단계 최소자승법(2SLS)를 활용한 추정결과는 다음의 <표 8>과 같다.

<표 8> 모형별 추정결과

Variable	[모형 1]		[모형 2]		[모형 3]	
	Estimate	t-value	Estimate	t-value	Estimate	t-value
상수항	3.220	75.667***	5.023	67.427***	4.044	77.221***
$\ln MP_i$	-0.672	-30.114***	-	-	-0.850	-46.843***
$\ln AP_i$	-	-	-1.086	-41.434***	-	-
$\ln(AP_i/MP_i)$	-	-	-	-	-0.731	-23.893***
$\ln DP'_i$	0.395	63.360***	0.393	87.262***	0.495	60.179***
$\ln(DP_i/DP'_i)$	-	-	-	-	0.379	40.455***

21) 이에 대한 추정결과는 지면을 고려하여 포함하지 않았다.

〈표 8〉 모형별 추정결과 (계속)

Variable	[모형 1]		[모형 2]		[모형 3]	
	Estimate	t-value	Estimate	t-value	Estimate	t-value
$\ln I_i$	0.213	71.627***	0.210	91.026***	0.071	46.965***
$\ln HSIZE_i$	0.041	18.205***	0.048	19.494***	0.047	23.065***
$SIZE_i$	0.062	67.045***	0.067	68.050***	0.030	37.782***
$CITY_i$	0.033	18.440***	0.023	10.850***	0.005	3.336***
HDD	0.024	5.645***	0.039	8.005***	0.018	4.778***
CDD	0.008	0.842	0.020	1.804*	0.011	1.227
<i>Adjusted R</i> ²	0.733		0.644		0.791	
<i>F-Statistic</i>	27550.65		20814.71		29311.16	
<i>Prob > F</i>	0.000		0.000		0.000	
<i>No. Obs</i>	74, 881					
비 고	-		-		$k=0.860, s=0.766$	

주1 : ***는 1%, **는 5%, *는 10% 유의수준에서 유의함을 나타냄

주2 : 계수의 크기를 고려하여 HDD 와 CDD 에 10^{-3} 을 곱한 값을 사용함

먼저, 한계가격과 평균가격을 가격 변수로 활용한 [모형 1]과 [모형 2]를 2단계 최소승법(2SLS)을 활용하여 추정한 결과, 가격탄력성은 각각 -0.672 , -1.086 으로 유의하게 추정되었다²²⁾. 일종의 기대한계가격인 인지가격(P^*)에 대한 가격 탄력성은 한계가격 탄력성과 평균가격 탄력성의 중간정도의 크기인 -0.850 으로 추정되었다. 또한, 소비자가 인지하는 가격인지 살펴보기 위하여 $\ln(AP/MP)$ 의 계수를 $\ln MP$ 의 계수로 나누어 k 를 계산한 결과, 0.860 의 값으로 0 과 1 사이의 값으로 나타났다. k 의 값이 0 에 가까울수록 한계가격에 반응하고, 1 에 가까울수록 평균가격에 반응한다고 볼 수 있는데, 계산된 0.860 의 값으로부터 소비자가 한계가격보다는 평균가격에 반응하는 경향이 더 있다고 볼 수도 있을 것이다. 하지만, Shin (1985)의 결과처럼 k 가 1 에 매우 근접한 값으로 나타나지는 않았기 때문에 인지가격으로서 평균가

22) 1년간의 데이터를 활용한 분석으로서 여기서의 탄력성은 단기탄력성임을 상기해보면, 한계가격탄력성은 절대값이 1 보다 작은 값으로 비탄력적으로 나와 실제에 부합한다고 판단되나 평균가격 탄력성은 절대값이 1 에 근접한 값으로 탄력적으로 나와 어느 정도 과대 추정의 문제가 존재할 가능성을 무시할 수 없다.

격이라고 명확히 판단하기는 힘들다. 대신 한계가격과 평균가격의 그 중간 어느 사이의 가격(이를테면, 기대한계가격)에 소비자가 반응한다고 보는 것이 더 옳을 것이다. 이처럼 내생성 문제를 해결함으로써 수요함수의 가격탄력성이 음의 값으로 나온 것은 경제이론에 부합된다고 볼 수 있다²³⁾. 또한, 한계가격과 평균가격의 경우 가격탄력성이 다르게 추정된 것을 근거로 시나리오분석을 할 시에 어떤 가격변수를 활용하느냐에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있음을 유추할 수 있다.

DP' 에 대한 탄력성은 각각 [모형 1]과 [모형 2]에서 0.395, 0.393으로 양의 값으로 유의하게 나타났는데 소득보정효과가 클수록 전기수요가 증가하는 것을 의미하여 올바른 방향으로 추정되었다고 판단된다. DP' 을 누락시키고 추정한 경우, 가격탄력성의 값이 양의 값으로 나타나게 되는 등 경제이론과 부합되지 않게 추정되는데²⁴⁾, 이는 일종의 "Omitted Variables Bias"로 판단할 수 있다. 구간별 가격체계에서는 하나의 가격변수가 전체 사용량에 대하여 동일하게 적용되는 것이 아니므로 이를 통해 소득보정효과를 반영하는 DP' 변수가 모형에 포함되어야 정확한 추정이 가능함을 알 수 있다. 또한, 앞서 식 (4)에서 정의한 DP' 을 사용하는 것이 바람직한지에 대하여 분석하기 위하여, $\ln(DP'/DP')$ 의 계수를 $\ln(DP')$ 의 계수로 나누어 s 를 계산한 결과, 0.766으로 0과 1사이의 값으로 나타났다. s 의 값이 1보다 작고 1보다 멀어질수록 DP' 을 사용하는 것이 전력수요를 더 잘 표현하는 것으로 판단할 수 있는데, 계산된 0.766의 값은 0과 1 중에서 1에 더 가까운 값이기는 하지만, 분명한 것은 이를 바탕으로 s 가 1이라고 주장하기에는 차이가 크기 때문에 다중공선성 문제의 우려로 정의한 DP' 을 사용하는 것이 전력수요행태에 대하여도 약간의 정당성은 확보되었다고 볼 수 있다.

소득탄력성 또한 각각 양의 값으로 유의하게 추정되어 소득이 늘어날수록 전기 사용량이 증가하는 것으로 나타났다. 설문조사와 같은 미시자료를 바탕으로 한 분석에 있어서 많은 연구들이 전기제품보유 여부를 유의한 설명변수로서 활용하고 있

23) Davidson and MacKinnon 하우즈만 검정 결과, 내생성 문제가 존재함을 볼 수 있었다. 도구변수는 앞서 언급하였듯이 기본요금과 차상위 한계가격을 사용하였는데, 1단계 회귀분석에서 도구변수에 대한 계수가 모두 통계적으로 유의하였으며, F검정 결과도 본 연구에서 활용한 도구변수가 합당하다는 결과를 보였다. 1단계 회귀분석에 대한 결과는 지면 관계상 생략한다.

24) DP' 를 제외하고 추정한 경우, 가격탄력성은 [모형 1]과 [모형 2]에서 0.737, 1.179으로 양의 값으로 추정되었다. 이에 대한 자세한 추정결과는 지면 관계상 생략한다.

는데, 본 연구에서 활용한 “2013 가계동향조사” 자료에는 이러한 항목이 없어 거주지 면적을 이에 대한 대리변수(proxy)로서 활용하였는데, 거주지 면적이 넓을수록 전기 사용량이 증가하여 기대한바와 동일한 방향으로 추정되었다.

또한, 가족구성원의 수에 대한 계수도 유의한 양의 값으로 나와 가족 구성원 수가 증가할수록 전기를 더 많이 사용하는 것으로 나타났고, 도시거주여부에 대한 더미 변수도 유의하게 양의 값으로 나타나 도시지역에 사는 가구가 상대적으로 더 전기를 많이 사용함을 살펴볼 수 있다. 한편, 난방도일인 HDD에 대한 계수 추정치도 양의 값으로 통계적으로 유의미하게 추정되었는데, 이는 최근 전력을 사용한 난방이 늘어난 추세를 반영하고 있다고 해석할 수도 있을 것이다²⁵⁾.

기존 국내 연구들에서는 가격탄력성 값이 보통 $-0.16 \sim -0.38$ 사이의 값으로 나타나지만, -0.68 , -0.75 등의 값으로 나타난 연구결과들도 있다. 가격탄력성의 크기가 크게 나타난 경우는 주로 횡단면 분석을 실시한 경우로, 이러한 경향은 해외 연구에서도 설문자료를 활용한 연구인 Carter *et al.* (2011), Alberini *et al.* (2011), Reiss and White (2005) 등에서도 $-0.57 \sim -1.02$ 의 가격탄력성을 보인 경우와 동일하게 나타난다. 본 연구에서 사용한 “2013 가계동향조사”자료 또한 횡단면적 성격이 강하게 나타나는 바, -0.672 , -1.086 , -0.850 과 같이 가격탄력성이 크게 나타난 경향을 보인다.

2. 소득분위별 추정결과

일반적으로 전력소비행태는 고소득가구와 저소득가구의 경우가 유의하게 다를 것으로 예상할 수 있다. 저소득가구의 경우, 소득대비 전기지출액이 큰 비중을 차지하기 때문에 전력소비에 영향을 미치는 변수들에 대하여 민감하게 반응할 것이고, 고소득가구의 경우에는 반대로 전기지출액이 소득대비 아주 적은 비중을 차지하기 때문에 둔감하게 반응할 것이다. 특히 가격탄력성에 있어서는 임소영 (2013)의 연구에서 우리나라의 주택용 전력수요에 대한 가격탄력성을 소득분위별로 추정하였는데, 소득이 증가할수록 가격탄력성의 절댓값이 작아지고 있어 상대적으로 고소득층

25) 반면, 여름철 전력을 이용한 냉방 전력 수요가 많음에도 불구하고 냉방도일인 CDD의 계수추정치도 통계적으로 유의하게 나오지 않았다는 점은 해석에 있어 신중해야 할 것이다.

가구들의 가격반응정도가 저소득층 가구에 비해 작다고 하였다. 따라서 월간 가구 소득을 기준으로 표본을 10개로 나누어 소득분위별로 탄력성이 어떻게 다르게 나타나는지 살펴보았다. <표 9>는 [모형 3]을 소득분위별로 추정한 결과이다²⁶⁾.

추정결과, 인지가격 탄력성은 고소득분위로 갈수록 그 크기가 크게 줄어들고 있음을 확인할 수 있다. 이는 앞서 저소득가구일수록 가격에 더 민감할 것이라는 예상과 부합되는 결과이다. 이는 일반적으로 소득이 적을수록 전기로 지출에 대한 부담이 상승하여 가격에 보다 민감하게 반응하게 되는 현상을 잘 설명하고 있다고 볼 수 있다.

[모형 3]의 소득분위별 분석에서 가장 중요한 핵심은 소득분위별로 인지가격이 어떻게 다른가인데, 인지가격으로 평균가격이 더 적합한지 혹은 한계가격이 더 적합한지를 나타내는 값인 k 가 고소득분위로 갈수록 비교적 감소하는 경향을 보이고 있다. 특히, 소득분위가 매우 낮은 1, 2분위의 경우 k 의 값이 1.601, 1.799의 값으로 1보다 매우 큰 값을 보이고 있는 반면, 소득 9분위의 경우에는 0.629, 소득 10분위의 경우에는 0.316으로 1보다 작은 값으로 나타나고 있다. 이는 소득분위가 낮을수록 평균 가격에 혹은 그보다 더 작은 가격에 대하여 반응하는 반면, 소득분위가 높을수록 한계가격에 반응하는 경향이 나타난다고 해석할 수 있다. 일반적으로 저소득가구의 경우 전기사용량이 많지 않는데 이 경우 평균가격과 한계가격사이에 큰 차이가 발생하지 않아 애써 한계가격으로 가격을 인지하지는 않을 것이라는 점, 반면에 고소득가구의 경우 전기사용량이 많아 이 경우 평균가격과 한계가격사이에 차이가 상당하기 때문에 한계가격에 대하여 어느 정도 인지하고 있을 것이라는 점 등의 이유로 인하여 이러한 결과가 나왔다고 볼 수 있다. 이처럼 인지가격이 소득분위별로 특히 저소득, 고소득의 경우 다르게 나타날 수 있음을 밝힌 것은 큰 의의를 갖는다고 판단된다.

DP 와 비교하여 총지출대비 전기료지출비중을 반영한 DP' 가 의미를 갖는지를 소득분위별로도 살펴보기 위하여 s 의 값을 살펴보면, k 값과는 반대로 저소득분위로 갈수록 비교적 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 저소득분위로 갈수록 DP' 가 더 의미를 갖는다는 것으로 소득이 적은 가구일수록 전기료지출비중이 크기 때문에 누진제로 인한 소득보정효과를 더 크게 느끼는 것으로 해석할 수 있다.

26) [모형 1]과 [모형 2]에 대한 소득분위별 추정결과는 지면관계상 생략하였다. 이에 대한 자세한 추정결과는 요청시 제공한다.

〈표 9〉 소득분위별 [모형 3] 추정결과

Variable	소득 1분위	소득 2분위	소득 3분위	소득 4분위	소득 5분위
상수항	5.742***	4.755***	5.294***	3.530***	4.408***
$\ln MP_i$	-1.077***	-0.967***	-0.886***	-0.853***	-0.810***
$\ln(AP_i/MP_i)$	-1.724***	-1.739***	-1.211***	-0.984***	-1.075***
$\ln DP_i'$	0.418***	0.365***	0.423***	0.449***	0.397***
$\ln(DP_i/DP_i')$	0.290***	0.205***	0.272***	0.310***	0.233***
$\ln I_i$	0.051***	0.128***	0.043*	0.135***	0.097**
$\ln HSIZE_i$	0.061***	0.063***	0.036***	0.053***	0.056***
$SIZE_i$	0.097***	0.068***	0.046***	0.037***	0.034***
$CITY_i$	0.016*	0.022***	0.003	0.004	0.006
HDD	0.042*	0.032*	0.008	0.031**	0.035***
CDD	-0.084*	-0.023	-0.004	0.044	0.053**
k	1.601	1.799	1.366	1.153	1.327
s	0.695	0.563	0.643	0.690	0.586
Adjusted R^2	0.552	0.607	0.704	0.735	0.733
Prob > F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
No. Obs	7484	7492	7078	7898	7329
Variable	소득 6분위	소득 7분위	소득 8분위	소득 9분위	소득 10분위
상수항	5.242***	3.852***	3.145***	4.223***	3.247***
$\ln MP_i$	-0.923***	-0.898***	-0.762***	-0.763***	-0.671***
$\ln(AP_i/MP_i)$	-0.706***	-0.887***	-0.747***	-0.480***	-0.212***
$\ln DP_i'$	0.524***	0.473***	0.444***	0.502***	0.525***
$\ln(DP_i/DP_i')$	0.386***	0.335***	0.327***	0.400***	0.454***
$\ln I_i$	0.009	0.116***	0.130***	0.031	0.047***
$\ln HSIZE_i$	0.033***	0.050***	0.059***	0.042***	0.040***
$SIZE_i$	0.025***	0.028***	0.024***	0.021***	0.015***
$CITY_i$	-0.007	0.006	0.001	-0.004	0.013***
HDD	0.030***	0.020***	0.014	-0.006	0.013
CDD	0.037	0.037	0.001	-0.002	0.031
k	0.764	0.988	0.980	0.629	0.316
s	0.737	0.709	0.738	0.798	0.865
Adjusted R^2	0.760	0.730	0.753	0.793	0.840
Prob > F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
No. Obs	7647	7488	7488	7488	7489

주1 : ***는 1%, **는 5%, *는 10% 유의수준에서 유의함을 나타냄

주2 : 계수의 크기를 고려하여 HDD 와 CDD 에 10^{-3} 을 곱한 값을 사용함

VI. 시나리오 분석

본 장에서는 주택용 전력 수요함수 추정 결과를 활용하여 지금 논의되고 있는 여러 요금제 개편안들을 4가지 시나리오로 나누어 분석하였다. 단, 본 연구에서 활용한 자료 중 전력사용량 자료는 역산하여 구하였기 때문에 자료상의 오차가 존재하여 이를 활용한 시뮬레이션 결과는 실제와는 다를 가능성이 충분하다. 아울러, 본 연구에서 활용한 자료의 표본기간동안 요금제 개편이 이루어지지 않았고 1년이라는 짧은 기간 동안의 횡단면 분석의 성격이 강하므로, 요금제 개편(가격의 변화)에 따른 변화를 살펴보는 것이 정확하지는 않다고 판단된다. 따라서 요금제 개편 시나리오에 대한 시뮬레이션 결과는 이러한 한계 내에서만 해석되어야 하며, 그 결과는 요금제 개편시 일어날 일에 대한 예측(forecasting)으로 해석하는 것이 아니라 요금제 개편 진행 방향에 따라 전기사용량과 전기지출액이 어떻게 바뀌는지 등에 대한 정보로서 해석하여야 한다.

시뮬레이션 분석을 위한 시나리오 설정에 있어 2가지 원칙을 적용하였다²⁷⁾. 첫 번째는 ‘한전의 현행 판매수익은 유지된다(Revenue neutrality)’ 라는 원칙이다. 즉, 현행 전력 요금제에서 모든 가구들의 전력요금합계와 시나리오 요금제에서 모든 가구들의 전력요금합계가 같도록 시나리오를 설정하였다. 판매수익이 유지되지 않는 경우, 시뮬레이션의 결과는 요금제안의 요금격차 변화로 인한 효과와 요금수준이 바뀌면서 발생하는 효과가 혼재되어 나타나기 때문에 전자의 효과만을 보기 위하여 첫 번째 원칙을 적용하였다. 두 번째는 산업통상자원부의 2013년 2월 “전기요금 관련 현안”에서 제안한 시나리오에서 나타나듯이 누진구간의 수를 줄이고 누진율을 줄이고자 하는 개편 진행 동향을 반영한다는 것이다. ²⁸⁾위의 두 개의 원칙아래 시나

27) 주택용 전력 요금제 개편에 대한 논의를 다룬 연구는 전수연 (2013), 임소영 (2013), 권오상 외 (2014) 등이 있다. 전수연 (2013)에서는 단일요금, 누진단계 3단계 누진율 3배, 누진단계 4단계 누진율 8배인 경우에 대하여 전력 사용량은 일정하다는 가정아래 각 시나리오별로 전기지출액 부담 증감을 분석하였다. 임소영 (2013)에서는 누진단계 6단계 누진율 3배, 단일요금, 누진단계 3단계 누진율 3배인 경우에 대하여 가격탄력성을 이용하여 각 시나리오별로 소득분위별 전기사용량과 전기지출액 증감을 분석하였다. 권오상 외 (2014)에서는 누진단계 3단계, 누진율 5.2배, 3.9배인 경우에 대하여 후생 지수의 증감을 분석하였다.

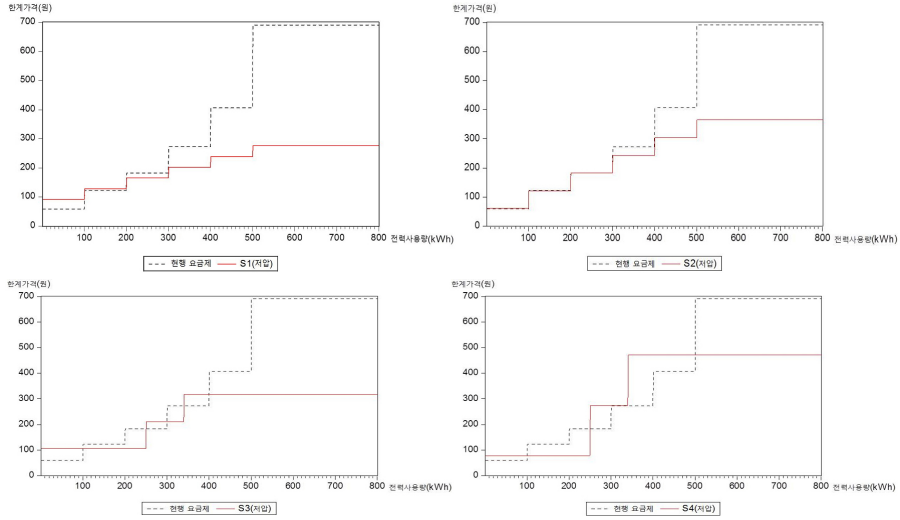
28) 이상의 2가지 시나리오 설정 원칙은 임소영 (2013), 권오상 외 (2014)의 원칙과 같다.

리오를 총 4개를 설정하였는데, 각 시나리오에 대한 세부 설정 내용은 <표 10>과 같고, 이를 그래프로 나타내면 <그림 3>과 같다.

<표 10> 주택용 전력 요금표 시나리오

사용량 구간(kWh)			~100	101~200	201~300	301~400	401~500	501~
현행 요금제 (6단계 11.7배)	저압	기본요금	400	890	1,560	3,750	7,110	12,600
		사용량요금	59.10	122.60	183.00	273.20	406.70	690.80
	고압	기본요금	400	710	1,230	3,090	5,900	10,480
		사용량요금	56.10	96.30	143.40	209.90	317.10	559.50
S1 (6단계 3배)	저압	기본요금	1,213	1,698	2,184	2,669	3,154	3,639
		사용량요금	92.1	128.9	165.8	202.6	239.4	276.3
	고압	기본요금	1,213	1,698	2,183	2,669	3,154	3,639
		사용량요금	77.8	108.9	140.1	171.2	202.3	233.4
S2 (6단계 6배)	저압	기본요금	1,182	2,365	3,547	4,729	5,912	7,094
		사용량요금	60.8	121.6	182.5	243.3	304.1	364.9
	고압	기본요금	1,182	2,365	3,547	4,729	5,912	7,094
		사용량요금	53.6	107.3	160.9	214.6	268.2	321.8
사용량 구간(kWh)			~250		251~340		341~	
S3 (3단계 3배)	저압	기본요금	1,233		2,465		3,698	
		사용량요금	105.9		211.8		317.7	
	고압	기본요금	1,213		2,426		3,639	
		사용량요금	87.0		173.9		260.9	
S4 (3단계 6배)	저압	기본요금	1,207		4,225		7,243	
		사용량요금	78.6		275.0		471.4	
	고압	기본요금	1,207		4,225		7,242	
		사용량요금	53.1		185.9		318.7	

〈그림 3〉 전력 요금표 시나리오 그래프



- 주1 : 저압의 경우에 대하여 그래프로 나타내었음
- 주2 : 현행 요금제는 모두 점선으로 표시하였고, 시나리오 요금제는 실선으로 표시하였음
- 주3 : 왼쪽 위, 오른쪽 위, 왼쪽 아래, 오른쪽 아래 순서대로 각각 시나리오 S1, S2, S3, S4를 나타냄

각 가구의 전력소비량이 일정한 경우, 소득분위별로 현행 요금제에 비하여 시나리오 요금제가 적용되면 각 가구가 직면하게 되는 한계가격(MP)과 평균가격(AP), 인지가격(P^*) 그리고 조정된 할증변수(DP')가 어떻게 바뀌는지는 다음의 <표 11>과 같다.

〈표 11〉 현행 요금제와 시나리오 요금제의 소득분위별 차이

소득 분위	S1(6단계 3배)				S2(6단계 6배)			
	MP	AP	P^*	DP'	MP	AP	P^*	DP'
1	-14.7	3.6	9.9	-950.4	-2.3	-4.6	8.6	-483.6
2	-24.8	-1.9	7.6	-891.3	-5.4	-6.4	3.3	-463.7
3	-30.1	-5.1	0.5	-784.4	-6.8	-7.2	-5.4	-406.5
4	-35.3	-7.8	-5.1	-718.2	-7.9	-7.5	-10.2	-376.8
5	-37.8	-9.1	-3.5	-685.0	-8.5	-7.6	-10.4	-371.1
6	-43.9	-12.1	-17.6	-717.3	-11.1	-8.8	-15.1	-394.2
7	-45.4	-12.8	-13.0	-640.4	-11.3	-8.6	-14.7	-348.9
8	-48.8	-14.0	-14.5	-647.7	-13.4	-9.0	-15.5	-365.2
9	-52.0	-15.5	-25.9	-632.4	-14.6	-9.3	-16.6	-354.9
10	-64.3	-19.6	-46.2	-686.6	-22.2	-10.8	-21.7	-406.1

〈표 11〉 현행 요금제와 시나리오 요금제의 소득분위별 차이 (계속)

소득 분위	S3(3단계 3배)				S4(3단계 6배)			
	<i>MP</i>	<i>AP</i>	<i>P*</i>	<i>DP'</i>	<i>MP</i>	<i>AP</i>	<i>P*</i>	<i>DP'</i>
1	-16.3	-0.8	9.9	-484.3	-8.8	-20.5	-5.6	403.8
2	-16.8	-6.2	7.6	-391.3	3.8	-22.3	-7.0	459.3
3	-16.7	-9.0	0.5	-320.0	10.1	-23.2	-7.5	430.6
4	-16.1	-11.3	-5.1	-292.5	15.4	-23.9	-7.5	358.4
5	-15.5	-12.3	-3.5	-291.8	18.3	-24.2	-7.7	307.5
6	-15.8	-14.2	-17.6	-305.6	23.8	-23.9	-9.1	301.3
7	-15.6	-14.7	-13.0	-273.0	23.9	-24.3	-8.6	251.8
8	-16.9	-15.4	-14.5	-302.6	24.6	-24.3	-9.1	198.2
9	-16.7	-15.8	-25.9	-288.2	26.5	-23.7	-10.6	194.4
10	-23.7	-17.9	-46.2	-364.5	22.6	-23.7	-17.2	80.3

주 : 각 가구별 전력사용량은 동일하다고 가정한 뒤, 시나리오 요금제의 경우 적용되는 한계가격, 평균가격, 인지가격, 조정된 할증변수의 값에서 현행 요금제에서 적용되는 값을 빼서 계산하였음

직관적으로는 전력 소비량이 적은 저소득가구는 상대적으로 비싸진 저사용량 구간 가격으로 인하여 가격 상승을 경험하고, 전력 소비량이 많은 고소득가구는 상대적으로 저렴한 고사용량 구간 가격으로 인하여 가격 하락을 경험하게 될 것으로 기대할 수 있다.

그러나 비교 결과, 현행 요금제에 비하여 S1, S2, S3의 경우 대체로 한계가격(*MP*)과 평균가격(*AP*)은 더 낮게 적용되고, 적용되는 한계가격과 평균가격은 고소득분위로 갈수록 더 큰 편차를 갖게 되는 것으로 나타났다. 또한, 사용량이 적은 구간에서는 시나리오상 가격이 현행 가격보다 더 높게 적용되고, 사용량이 많은 구간에서는 시나리오상 가격이 현행 가격보다 더 낮게 적용되기 때문에 전력 사용량이 적은 저소득분위의 경우 적용되는 전력 가격이 더 높아야 할 것 같으나 이와 정반대로 현행 가격보다 더 낮게 적용되는 것으로 나타났다. 이는 소득분위별 전력사용량 차이가 크지 않을 뿐만 아니라 다양하게 분포한다는 점, 또한 시나리오 요금제와 현행 요금제의 차이가 사용량이 적은 구간에서는 비교적 작은 차이를 보이는 반면, 사용량이 많은 구간에서는 큰 차이를 보인다는 점 등의 이유로 해석된다.

이와는 다르게 S4의 경우에는 S1, S2, S3와는 다르게 현행 요금제보다 더 높은 한계 가격을 적용받는 것으로 나타났는데, 이는 한계가격이 바뀌는 구간이 다르다는 점 뿐만 아니라 같은 3단계의 시나리오인 S3와 비교하여 전력 사용량이 많은 구간의 한계가격이 보다 높기 때문인 것으로 판단된다. 한계가격과는 달리 평균가격은 S1, S2, S3와 마찬가지로 시나리오 요금제의 경우가 현행 요금제의 경우보다 더 낮게 적용되고 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 S4의 경우, 같은 시나리오(3단계 6배)라고 하더라도 각 가구가 직면하는 한계가격과 평균가격의 증감방향이 다르게 나타나기 때문에 시나리오 분석에 있어서 가격변수로 한계가격과 평균가격 둘 중 어떤 가격변수를 적용하는가에 따라 결과가 매우 상이하게 나타날 것으로 기대할 수 있다.

인지가격(P^*)의 경우에는 저소득분위에서는 현행 요금제의 경우보다 시나리오 요금제의 경우 더 높은 가격으로 적용되는 것으로 나타났다. 또한, 소득분위가 올라감에 따라 시나리오 요금제의 경우가 더 낮은 가격으로 적용되어 가격 하락을 경험하게 되는 것으로 나타났다. 즉, 인지가격이라는 그 용어의 정의처럼 앞서 언급한 직관에 가장 부합하는 가격변수로 볼 수 있다²⁹⁾.

조정된 할증변수(DP')의 경우, S1, S2, S3의 경우 모두 현행 요금제의 경우보다 더 낮은 값을 갖는 것으로 나타났다. 누진단계가 6단계인 경우를 보면, S1의 경우보다 S2의 경우가 더 작은 편차를 보이고 있는데, 이는 S1의 경우가 누진제 완화 폭이 보다 크기 때문이다³⁰⁾. 누진단계가 3단계인 S3(3단계 3배)의 경우는 S2(6단계 6배)의 경우와 비교적 비슷한 수준의 편차를 보이고 있다. 이와는 다르게 S4의 경우에는 조정된 할증변수의 값이 현행 요금제의 경우보다 더 높은 것으로 나타났는데, 이는 위에서 S4의 경우 한계가격이 현행 요금제보다 더 높게 적용되는 것과 같은 맥락으로 판단된다. 이와 같이 조정된 할증변수의 차이가 다르게 나타났기 때문에 시나리오 분석 결과를 해석함에 있어 주의해야 할 것이다.

29) 단, S4의 경우에는 저소득분위에서도 현행 요금제보다 시나리오 요금제에서의 인지가격이 더 낮은 것으로 나타났는데(즉, 가격이 하락하는 것을 경험), 이는 저소득분위에서의 인지가격 중 평균가격이 차지하는 비중이 매우 큰데, S4에서 평균가격의 차이가 매우 크게 나타났기 때문으로 판단된다.

30) S1은 6단계 3배, S2는 6단계 6배이므로, 현행 6단계 11.7배보다 누진제 완화 폭이 더 큰 시나리오는 S1과 S2 중 S1이다.

이에 따라 현행 요금제에서 시나리오 요금제로 바뀌게 되면, 전기 사용량이 어떻게 달라지는지, 그리고 그에 따라 전기 지출액이 어떻게 바뀌는지에 대하여 앞선 추정결과를 활용해 시나리오 분석을 실시한 결과는 다음의 <표 12>와 같다.

<표 12> 시나리오 분석 결과

구분		전기 사용량 (kWh)	사용량 변화율 (%)	전기 지출액 (원)	지출액 변화율 (%)
현행 요금제		298	-	44,164	-
S1 (6단계 3배)	[모형 1]	260	- 12.8	31,150	- 29.5
	[모형 2]	249	- 16.4	29,374	- 33.5
	[모형 3]	228	- 23.5	25,552	- 42.1
S2 (6단계 6배)	[모형 1]	285	- 4.4	36,940	- 16.4
	[모형 2]	297	- 0.3	39,048	- 11.6
	[모형 3]	287	- 3.7	36,197	- 18.0
S3 (3단계 3배)	[모형 1]	274	- 8.1	34,329	- 22.3
	[모형 2]	295	- 1.0	40,080	- 9.2
	[모형 3]	282	- 5.4	36,931	- 16.4
S4 (3단계 6배)	[모형 1]	297	- 0.3	34,487	- 21.9
	[모형 2]	384	28.9	62,176	40.8
	[모형 3]	378	26.8	62,821	42.2

주 : 각각의 시나리오에 대하여 [모형 1]의 결과값은 가격변수로 한계가격을 사용하여 소득분위별로 추정된 결과를 활용하여 구한 시나리오 분석 결과의 평균값이고, 이와 비슷하게 [모형 2]의 결과값은 가격변수로 평균가격을 사용하여 소득분위별로 추정된 결과를 활용, [모형 3]의 결과값은 가격변수로 인지가격을 사용하여 소득분위별로 추정된 결과를 활용하여 구한 시나리오 분석 결과의 평균값임

시나리오 S1 요금제의 경우, 직관적으로는 가격 탄력성이 한계가격, 평균가격, 인지가격 모두 음의 값으로 추정되었고, <표 11>에서 보듯이 시나리오 요금제에서 경험하는 가격이 현행 요금제에서의 가격보다 더 싸다는 점을 생각해보면, 전기 사용량과 전기 지출액이 모두 증가할 것으로 기대할 수 있다. 그러나 분석 결과, 가격변수로 어떤 변수를 사용하였는지에 상관없이 전기 사용량과 전기 지출액이 모두 감소하는 것으로 나타났다. 이는 조정된 할증변수(DP')의 탄력성이 양의 값으로 유의

하고 시나리오 요금제에서 이 값이 상대적으로 감소하였기 때문으로, 최종적으로는 가격 효과보다 소득보정효과가 더 크게 나타나 전기 사용량과 전기 지출액이 모두 감소하는 결과로 나타난 것으로 판단할 수 있다. 가격변수로 어떤 변수를 사용하는지에 따라 전기 사용량과 전기 지출액 변동 폭이 다양하게 나타났는데, 이는 동일 시나리오라도 가격변수가 변화하는 정도가 다르며, 또한 앞서 가격변수별로 탄력성이 다르게 추정되었기 때문이다.

시나리오 S2 요금제의 경우도 S1의 경우와 마찬가지로 가격 효과보다 소득보정 효과가 더 크게 나타나 전기 사용량과 전기 지출액 모두 감소하는 것으로 나타났고, 모형별로 그 크기도 다양하게 나타났다. 다만, S2를 S1과 비교하면, 전기 사용량은 S1의 경우 -23.5%~-12.8%의 변화를 보이는 반면 S2의 경우에는 -4.4%~-0.3% 만큼 변화하였고, 전기 지출액은 S1의 경우 -42.1%~-29.5%의 변화를 보이는 반면 S2의 경우에는 -18.0%~-11.6%만큼 변화하여 S1의 경우보다 S2의 경우가 더 작게 반응하였다. 바꿔 말하면, 누진단계가 6단계로 동일한 상황에서 누진배율이 낮을수록 더 크게 반응하는 것으로 이해할 수 있다. 즉, 현행 11.7배에서 누진배율을 급격하게 축소시키는 것은 그만큼 큰 변화를 야기할 수 있음을 유추할 수 있다.

시나리오 S3 요금제의 경우에도 S1, S2의 경우와 마찬가지로 전기 사용량은 -8.1%~-1.0%만큼, 전기 지출액은 -22.3%~-9.2%만큼 변화하여 모두 감소하는 것으로 나타났다. S3를 S1과 비교하면, 누진배율은 3배로 같은 가운데 누진단계만 S1의 경우 6단계, S3의 경우 3단계로 S3의 누진단계가 더 축소되어 설정되었는데, S1의 경우보다 S3의 경우가 더 적게 반응하였고, 오히려 S3의 경우와 S2의 경우가 비슷한 변화를 보이는 것을 살펴볼 수 있다. 이는 <표 11>에서 볼 수 있듯이 누진단계와 누진배율이 같은 S2와 S3에서 조정된 할증변수의 변화폭은 비슷하게 나타나는데, 이에 따라 전기 사용량과 전기 지출액 변화에 큰 영향을 미치는 소득보정효과의 변화폭이 비슷하기 때문으로 해석할 수 있다. 이를 통해, 누진단계를 현행 6단계에서 3단계로 줄이더라도 변경된 요금제로부터 야기되는 소득보정효과를 일정하게 조정할 경우 전기 사용량과 전기 지출액의 변화를 어느 정도 억제할 수 있음을 알 수 있다.

시나리오 S4 요금제의 경우는 앞서 S1, S2, S3의 경우와는 다르게 다소 복잡한 결과를 보이고 있다. <표 11>에서 보듯이 시나리오 S4의 경우, 평균가격과 인지가

격은 다른 시나리오와 비슷하게 하락하였으나, 다른 시나리오와는 달리 조정된 할증변수와 한계가격은 모두 증가하였다. 이에 따라 한계가격을 사용한 [모형 1]의 경우 가격효과와 소득보정효과가 상충되어 전체적으로 전기 사용량의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다³¹⁾. 이외는 달리 평균가격과 인지가격을 사용한 [모형 2]와 [모형 3]의 경우, 가격변수가 모두 하락하여 양의 가격 효과를 보이고 조정된 할증변수의 값은 증가하여 양의 소득보정효과를 보임에 따라 두 양의 효과가 더해져 전기 사용량과 전기 지출액 모두 증가한 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 앞선 S1, S2, S3, 그리고 S4에서의 [모형 1]의 결과와 대치된다.

임소영 (2013)의 연구에서는 주택용 전력 요금제를 6단계 3배, 단일요금, 3단계 3배의 경우에 대하여 시나리오 분석을 실시하였다. 이는 본 연구의 시나리오 S1과 S3의 경우와 동일한 설정의 시나리오이기 때문에 위의 결과와 비교하여 살펴보면, 임소영 (2013)의 연구에서는 두 시나리오 모두 전기 사용량과 전기 지출액이 증가하는 결과를 보인 반면, 본 연구에서는 위에서 보듯이 두 시나리오 모두 전기 사용량과 전기 지출액이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 본 연구와는 달리 임소영 (2013)의 연구에서는 소득보정효과를 고려하지 않았기 때문에 발생한 것으로 볼 수 있다. 본 연구에서도 소득보정효과를 고려하지 않았을 경우, 가격 탄력성이 음이고 시나리오상 가격이 감소하였기 때문에 양의 가격효과로 인하여 S1과 S3에서 전기 사용량과 전기 지출액이 모두 증가한 것으로 나타날 것이다³²⁾. 그러나 할증변수를 고려함으로써 누진 요금제에 내재되어 있는 소득보정효과를 가격효과에 더하여 분석하였기 때문에 본 연구의 결과와 같이 전기 사용량과 전기 지출액이 모두 감소하는 정반대의 결과를 도출할 수 있었다.

이처럼 구간별 가격체계에서 할증변수를 고려하는 것이 이론적으로나 실증적으로나 타당할 뿐만 소득보정효과의 반영유무에 따라 분석 결과가 정반대의 경우로 나타날 수 있기 때문에 이를 반영하지 않는 우를 범하지 말아야 할 것이다. 에너지

31) 한계 가격 탄력성이 음이고 한계 가격이 상승하였으므로 가격 효과는 음의 효과를 가질 것이고, 조정된 할증변수의 탄력성은 양이고 해당 변수 또한 상승하였으므로 소득 효과는 양의 효과를 가질 것이다.

32) 실제로, 소득보정효과를 고려하지 않고 가격효과만을 고려하여 분석한 결과 음의 가격효과로 인하여 소득보정효과를 고려한 경우와 반대로 전기사용량이 증가한 경우가 발생하였다. 이에 대한 시나리오 결과는 요청시 제공한다.

절약 정책의 입장에서는 전기 가격 변화로 인한 양의 가격 효과를 충분히 상쇄시킬 만한 크기의 음의 소득보정효과를 내포한 누진제 개편안이 전기 절약을 유도할 수도 있을 것이다.

Ito (2014)의 연구에서는 주택용 전력 요금제도가 누진단계가 5단계인 요금제에서 누진제를 완화하여 단일요금으로 바뀌는 경우에 대하여 소비자의 인지가격이 평균가격인 경우와 한계가격인 경우로 나누어 시나리오 분석을 실시하였다. 분석 결과, 평균가격을 사용한 경우에는 전기 사용량이 증가하였지만, 한계가격을 사용한 경우에는 반대로 전기 사용량이 감소하였는데, 이를 통해 Ito (2014)에서는 어떤 가격변수를 사용해야하는지를 살펴보는 것이 매우 중요함을 역설하였다.

이러한 내용은 본 연구의 결과에서도 확인할 수 있다. 본 연구가 조정된 할증변수를 포함함으로써 소득보정효과를 반영하였다는 점은 다르다고 하더라도, 본 연구의 시나리오 분석 결과 어떤 가격변수를 사용하였는지에 따라 전기 사용량과 전기 지출액 변화가 다르게 나타났고, 무엇보다도 시나리오 S4의 경우에서 한계가격을 사용한 경우 전기 사용량과 전기 지출액은 감소한 반면, 평균가격과 인지가격을 사용한 경우 전기 사용량과 전기 지출액은 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Ito (2014)의 연구 결과와 부합되는 내용으로, 본 연구의 결과로부터도 구간별 가격체계 하에서의 수요함수추정에 있어 인지가격의 선택 문제를 반드시 고려해야함을 주장할 수 있을 것이다.

<표 13>는 소득분위별 시나리오 분석 결과를 바탕으로 각 시나리오와 모형별로 전기 사용량과 전기 지출액의 소득1분위 대비 소득10분위 비율을 나타낸 표이다³³⁾. 전기 사용량의 경우는 이 비율이 높을수록 전기 사용에 대한 불평등도가 상대적으로 높다고 해석할 수 있다. 반대로, 전기 지출액의 경우는 저소득가구가 고소득가구에 비하여 전기 사용량이 적기 때문에 이 비율이 낮을수록 상대적으로 저소득가구가 고소득가구에 비하여 전기 지출 부담이 크다고 해석할 수 있다. 따라서, 전기 사용량 비율은 낮고 전기 지출액 비율은 높은 경우의 요금제 개편이 가장 바람직하다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서 시나리오 분석에 사용한 누진제 완화 개편안 중

33) 소득분위별 시나리오 분석 결과는 지면 관계상 생략하였다. 보다 자세한 분석 결과는 요청시 제공한다.

이 두 조건을 모두 충족하는 시나리오는 없는 것으로 나타났다.

〈표 13〉 시나리오 분석 결과(소득1분위 대비 소득10분위 비율)

구분	소득1분위 대비 소득10분위 비율				
	전기 사용량 비율	차이	전기 지출액 비율	차이	
현행 요금제	1.52	-	1.86	-	
S1 (6단계 3배)	[모형 1]	1.64	0.12	1.79	-0.07
	[모형 2]	1.80	0.28	2.02	0.16
	[모형 3]	1.72	0.20	1.94	0.08
S2 (6단계 6배)	[모형 1]	1.53	0.01	1.84	-0.02
	[모형 2]	1.48	-0.04	1.75	-0.11
	[모형 3]	1.41	-0.11	1.66	-0.20
S3 (3단계 3배)	[모형 1]	1.82	0.30	2.07	0.21
	[모형 2]	1.89	0.37	2.02	0.16
	[모형 3]	1.80	0.28	1.85	-0.01
S4 (3단계 6배)	[모형 1]	1.70	0.18	2.44	0.58
	[모형 2]	1.49	-0.03	1.56	-0.30
	[모형 3]	1.33	-0.19	1.13	-0.73

주 : 소득1분위 대비 소득10분위 비율은 앞서 소득분위별로 추정된 결과를 활용하여 구한 시나리오 분석 결과에 대하여 전기 사용량과 전기 지출액의 소득10분위의 평균값을 소득1분위의 평균값으로 나누어 구하였고, 차이는 각 시나리오별로 구한 비율에서 현행 요금제에서의 전기 사용량, 전기 지출액에 대한 소득10분위와 소득1분위의 비율을 빼주어 구하였음

추가적으로 누진단계를 6단계에서 3단계로 완화시키는 것이 바람직한지를 살펴 보면, 누진배율이 3배인 시나리오 S1과 S3의 경우 전기 사용량 비율은 누진단계가 완화됨에 따라 증가하여 전기 사용에 대한 불평등도가 높아지는 결과로 나타나고, 누진배율이 6배인 시나리오 S2와 S4의 경우 전기 사용량 비율은 모형에 따라 결과가 혼재되어 나타나지만 전기 지출액 비율은 [모형 1]를 제외하면 낮아지는 것으로 나타나 저소득가구의 지출 부담이 상대적으로 더 커지는 것으로 나타났다. 즉, 누진 단계를 완화시키는 요금제 개편은 바람직하다고 볼 수 없다고 판단된다.

다음으로 누진배율을 6배에서 3배로 줄임으로써 누진제를 완화시키는 것이 바람직한지를 살펴보면, 누진단계가 6단계인 시나리오 S1과 S2의 경우와 누진단계가 3단계인 시나리오 S3와 S4의 경우 모두 누진배율이 줄어들어 따라 전기 지출액 비율

은 결과가 혼재되어 나타나지만 전기 사용량 비율은 증가하는 것으로 나타나 전기 사용에 대한 불평등도가 높아지는 것으로 나타났다. 이에 따라 누진배율을 줄이는 누진제 완화 개편 또한 바람직하게 볼 수 는 없다고 판단된다³⁴⁾.

종합하면, 누진제를 완화하는 방법인 누진단계 축소, 누진배율 감소 등 두 가지 방향 모두 전기 사용량 또는 전기 지출액 측면에서 형평성을 저해하는 것으로 결론 지을 수 있다. 이는 권오상 (2014), 전수연 (2013), 임소영 (2013)의 시나리오 분석 결과에서 누진제 완화 개편이 형평성 측면에서 부정적인 영향을 가져온다고 결론지은 것과 부합된다. 이에 따라 위의 두 연구에서 주장하듯이 누진제 완화로 인한 형평성 악화를 방지하기 위하여 경제적인 어려움이 가중되는 가구들에 대한 별도의 에너지 복지 지원을 강화해야할 것이다.

VII. 결 론

본 연구에서는 우리나라의 주택용 전력요금 체계의 특징과 문제점을 살펴보고, 통계청에서 제공하는 “2013 가계동향조사” 미시데이터를 활용하여 주택용 전력수요함수를 추정하고 추정결과를 활용하여 누진제 개편안에 대한 시나리오 분석을 실시하였다. 본 연구와 기존 우리나라의 주택용 전력 수요 연구들과의 가장 큰 차이는 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 주택용 전력요금 체계는 구간별 가격체계로서 누진제 가격 체계(Increasing block rate system)의 형태를 띠고 있기 때문에 본 연구에서는 이를 명시적으로 고려하고자 하였다. 구간별 가격체계에서 가격변수는 구간별로 그 값이 달라져 가격이 여러 가지 값을 갖게 되는데, 구간별 가격체계의 정보를 모두 고려하기 위해서는 가격변수 이외에도 소득보정효과를 나타내는 할증변수를 수요함수에 명시적으로 포함하여야한다. 다만, 할증변수의 값이 구간별 가격과 상관계수가 매우 높아 다중공선성의 문제가 의심되므로 할증변수에 전체 지출액에서 전기 지출액이

34) 단, 누진제 완화 개편안에 대하여 몇 가지의 경우만을 살펴보았고 또한 사용한 탄력성이 단기 탄력성이기 때문에 이를 통해 누진단계의 축소에 따라, 또는 누진배율 감소에 따라 전기 사용량과 전기 지출액이 장기적으로 혹은 체계적으로 어떻게 변화하는지를 선불리 단정지을 수는 없다.

차지하는 비중을 곱해 조정하여 활용하였다.

둘째, 구간별 가격 체계에서 논의되고 있는 인지가격(Perceived Price)에 대한 이슈도 반영하여 가격변수로 평균가격을 사용해야하는지 혹은 한계가격을 사용해야 하는지 모형을 나누어 분석하였다. 특히, Shin (1985)의 모형으로부터 아이디어를 얻어 인지가격을 평균가격과 한계가격의 함수로 설정하여 분석을 실시하였고, 앞서 할증변수를 조정한 값으로 활용한 것에 대한 타당성도 확보하고자 하였다.

셋째, 조정된 할증변수와 인지가격을 고려한 모형을 소득분위별로 추정하여 가격 효과와 소득보정효과를 반영하면서 인지가격 종류별로 시나리오 분석을 실시하였다. 기존의 시나리오 분석에서는 가격 탄력성에 따른 가격효과만을 반영한 결과를 도출해내었다면, 본 연구에서는 구간별 가격체계에 내재되어 있는 소득보정효과를 추가적으로 더 포함하여 시나리오 분석을 진행하였다. 뿐만 아니라 인지가격 종류에 따라 시나리오 분석 결과를 다양하게 도출하고 그에 따른 시사점을 얻을 수 있었다.

본 연구에서는 수요함수 추정시 통상 발생하는 내생성 문제를 해결하기 위한 방법으로 해외의 많은 연구에서와 같이 2단계 최소자승법(2-Stage Least Squares)을 사용하여 수요함수를 추정하였다. 구간별 가격체계에서는 전기 사용량이 증가하여 어느 사용량 구간에 속하느냐에 따라 가격변수가 바뀌게 되어 독립변수인 가격변수가 종속변수인 전기 사용량의 함수로 나타나기 때문에 내생성의 문제가 발생하게 되는데, 이를 해결하는 가장 보편적인 방법이 2단계 최소자승법이다. 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 내생성 문제를 해결하기 위하여 2단계 최소자승법으로 수요함수를 추정하더라도 소득보정효과를 나타내는 조정된 할증변수를 포함하지 않은 경우 가격탄력성이 양의 값으로 추정되는 반면, 이를 포함하는 경우 가격탄력성이 음의 값으로 유의하게 추정되었다. 이에 따라 가격변수 하나만으로는 구간별 가격체계에 대한 정보를 모두 반영할 수 없음을 알 수 있었다. 둘째, 가격변수와 조정된 할증변수 이외에 설명변수로 활용한 가구 소득, 집안 면적, 가구 구성원 수, 도시터미 등도 모두 양의 값으로 대체로 유의하게 나와 이들 설명변수들 또한 주택용 전기 사용량 증가의 주요 요인임을 알 수 있었다. 셋째, 내생성 문제가 실제로 발생하였는지를 살펴 보기 위하여 Davidson and Mackinnon (1989)가 제안한 하우스만 검정을 실시하였

는데, 검정결과 내생성 문제가 존재하는 것으로 나타나 2단계 최소자승법으로 수요 함수를 추정하는 것이 타당하다고 판단할 수 있었다. 마지막으로, 소득이 적을수록 전기료 지출에 대한 부담이 상승하여 가격에 보다 민감하게 반응한다는 결론을 얻을 수 있었다. 소득분위별로 탄력성이 다르게 나타나는지를 확인하기 위하여 소득분위별로 샘플을 나누어 추정한 결과, 고소득분위에서 저소득분위로 갈수록 가격 탄력성의 크기가 커지는 것으로 확인되었고, 전기료 지출에 대한 부담을 보정해주는 소득보정효과를 나타내는 조정된 할증변수의 탄력성의 경우도 고소득분위에서 저소득분위로 갈수록 그 크기가 커지는 것으로 확인되었다.

아울러, 소비자가 인식하는 전기 가격은 소득분위별로 특히 저소득, 고소득의 경우가 매우 다르게 형성됨을 알 수 있었다. Shin (1985)의 아이디어를 활용한 모형을 소득분위별로 추정한 결과 소득분위가 낮을수록 평균가격 혹은 그보다 더 작은 가격에 대하여 반응하는 반면, 소득분위가 높을수록 한계가격에 반응하는 경향이 나타났다. 전기 사용량이 적은 저소득가구의 경우 평균가격과 한계가격의 차이가 크지 않지만, 전기 사용량이 많은 고소득가구의 경우 평균가격과 한계가격의 차이가 크게 나타나기 때문에 판단되는데, 기존의 인지가격에 대한 연구들에서는 소득분위별로 따로 분석하지 않고 전체에 대하여 분석하고 있기 때문에 기존 연구들과는 또 다른 차이점으로 볼 수 있을 것이다. 추가적으로 할증변수를 조정한 것에 대하여 Shin (1985)의 아이디어를 활용한 모형을 소득분위별로 추정한 결과로부터 어느 정도 정당성을 확보할 수 있었다.

마지막으로 본 연구에서는 현재 논의되고 있는 누진제 완화 개편안을 반영하여 현행 6단계 11.7배의 요금제에서 6단계 3배, 6단계 6배, 3단계 3배, 3단계 6배로 누진제를 완화한 시나리오에 대하여 분석을 실시하였다. 분석 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 전기 소비량과 전기 지출액의 변동은 가격 변화로 인한 가격효과와 변화된 가격 체계에 내재되어 있는 소득보정효과 등 두 효과의 방향과 크기에 따라 각기 다르게 나타났다. 특히, 기존의 연구가 가격효과만을 반영하여 전기 사용량과 전기 지출액이 모두 증가하는 것으로 나타난 반면, 본 연구에서는 소득보정효과를 같이 고려하여 음의 소득보정효과가 양의 가격효과를 상쇄하게 되면 전기 사용량과 전기 지출액 모두 감소하는 것으로 나타났다. 이는 전기 가격체계를 개편함에 있어 할증

변수를 적당히 잘 고려한다면 기존의 연구 결과와는 달리 절약을 유도할 수도 있다는 점에서 의의를 가진다. 둘째, 해외의 연구 사례에서와 마찬가지로 인지가격 종류에 따라서 같은 시나리오더라도 전기 사용량과 전기 지출액 증감 방향이 정반대로 나타났는데, 이는 구간별 가격체계 하에서 정책 시뮬레이션을 할 때에 인지가격으로 어떤 변수를 써야하는지에 대하여 반드시 고려해야함을 시사한다. 마지막으로, 누진제 완화 개편은 기존 연구의 결과와 같이 형평성을 악화시키는 것으로 나타났는데 이를 방지하기 위하여 전기 요금체계 개편에 대한 논의에는 경제적 약자에 대한 보완책 또한 같이 고려되어야 할 것이다.

본 연구의 결과는 데이터의 한계로 인하여 해석에 있어서 많은 주의를 기울여야만 한다. 먼저, 2013년 1개년도의 미시자료만을 사용하였기 때문에 수요함수에서 추정된 탄력성이 단기 탄력성으로 해석되어야 할 것이다. 더 나아가서는 2013년 한 해 동안 주택용 전력 요금제 개편이 없었기 때문에 엄밀한 의미에서의 탄력성은 아닌 것으로도 판단할 수 있다. 따라서 1개년도의 데이터로부터 추정한 결과와 그 결과를 활용해 얻은 시나리오 분석 결과는 실제로 그렇게 될 것이라는 예측의 개념이 아닌 경향을 보는 정도로만 해석을 해야 할 것이다. 하지만, 시계열 자료를 활용하지 않고 미시 자료를 활용하여 횡단면 분석을 실시함으로써 구간별 가격체계를 모형에 충분히 반영할 수 있었고 또한 각 가구별 특성도 함께 볼 수 있다는 장점은 부인할 수 없다.

또한, 가계동향조사 데이터에는 전기로 지출항목만 나와 있기 때문에 전기 사용량을 역산해야하는데 이 과정에서 자동이체할인이나 복지할인 등과 같은 내용을 알 수 없을 뿐만 아니라 고압과 저압이 단순히 거처구분에 따라 나뉘지 않고 계약종류도 다양하기 때문에 오차가 발생할 가능성이 매우 농후하다. 이와는 별개로, 인지가격에 대하여 한계가격과 평균가격 이외에 기대한계가격을 별도로 계산하여 반영하지 못하였다는 점도 연구의 한계로 꼽을 수 있다³⁵⁾.

에너지경제연구소에서 제공하는 가구에너지소비실태조사와 에너지총조사의 미시

35) 기대 한계가격은 각 가구가 어느 사용량 구간에 속하는지에 대한 확률을 계산하여 이를 한계가격에 대하여 가중평균한 값으로 활용할 수도 있을 것이다. 본 연구에서는 명시적으로 기대한계가격을 계산하여 사용하지는 않았고, Shin (1985)의 아이디어로 일종의 한계가격 개념을 도입한 것으로 이해할 수 있다.

데이터는 정부 3.0 방침에 따라 연차적으로 자료를 공개한다고 한다. 이들 데이터는 가계동향조사 데이터와는 다르게 가구별 월간 전력사용량 뿐만 아니라 계약종별 정보 등의 자료뿐만 아니라 더 나아가서는 시간대별 정보까지 제공할 것으로 기대되는데, 이를 활용한다면 보다 풍부하고 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한, 향후 가계단위로 구축된 패널데이터(panel data), 혹은 전력가격의 변동성을 반영할 수 있을만큼 충분한 기간에 대한 미시데이터(pooled data)를 활용한다면 장단기 탄력성을 동시에 구하여 가격체계 개편이 일어났을 때의 장단기 효과를 같이 살펴볼 수도 있을 것이다. 마지막으로, 연구를 진행함에 있어서 누진제 개편시 전기 절약효과는 가져오되 형평성 측면에서도 바람직한 최적 개편안은 무엇인지에 대하여 많은 궁금증을 가지게 되었는데, 이는 여러 형태의 누진제도와 그에 따른 전기 사용량 데이터를 패널데이터로 확보가능하다면 이를 통해 누진단계가 낮을수록 그리고 누진배율이 낮을수록 전기 사용량이 어떻게 바뀌는지를 분석함으로써 최적의 누진요금체계를 찾을 수도 있을 것이다³⁶⁾. 이와 같은 점들은 향후 연구주제로 남겨둔다.

[References]

1. 국회지식경제위원회 김영환 위원장·에너지시민연대·에너지시민회, “지속가능하고 공평한 전기요금 개편방안,” 『전기요금 연속토론회 자료집』, 2011.
2. 권오상·강혜정·김용건, “가구별 소비자료를 이용한 전력수요함수 추정 및 요금제도 변경의 효과 분석,” 『자원·환경경제연구』, 제23권, 제3호, 2014, pp. 409~434.
3. 박광수·최도영, “가정 상업 부문의 에너지원간 대체관계 분석,” 『에너지경제연구원 연구보고서』, 2006.
4. 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2013.
5. 유병철, “전력수요의 가격탄력성과 요금조정 방안,” 『에너지경제연구원 연구보고서』,

36) 더 나아가서, 요금체계 개편 시나리오를 다양화하여 이를 살펴볼 수 있다. 예를 들면, 현재 시나리오에서는 한국전력의 수입불변을 가정하였는데, 이를 수입이 증가하는 경우, 감소하는 경우도 시나리오 분석을 수행할 수도 있을 텐데, 이는 가장 낮은 한계가격을 일정하게 유지시킨 상태에서, 혹은 가장 높은 한계가격을 일정하게 유지시킨 상태에서의 시나리오 요금제를 고려함으로써 가능할 것이다. 또한, 누진 요금제 완화 시나리오뿐만 아니라 누진 요금제 강화 시나리오도 고려할 수 있을 것이다.

1996.

6. 윤용범, “전기요금 체계개편 방안 및 향후 추진과제,” 『대한전기학회』, 제60권, 제5호, 2011, pp. 34~36.
7. 임소영, “주택용 전기요금의 현황과 개편 방향,” 『재정포럼』, 제201호, 2013, pp. 8~26.
8. 임슬예·임경민·유승훈, “횡단면 자료를 이용한 주택용 전력의 수요함수 추정,” 『에너지 공학』, 제22권, 제1호, 2013, pp. 1~7.
9. 전수연, “전력가격체계의 문제점과 개선방안,” 국회예산정책처 『사업평가현안분석』, 제48호, 2013.
10. 정한경, “전기요금체계의 문제점과 개선방안,” 『에너지경제연구원 ISSUE PAPER』, 제1권, 제12호, 2007.
11. 조진서, “가정부문의 전력수요함수 추정분석,” 지식경제부 수행성과 보고서 『건물(가정부문) 에너지 소비 행태 분석을 위한 DB구축 및 활용』, 2013, pp. 362~396.
12. Alberni, A., W. Gans, and D. Velez-Lopez, “Residential Consumption of Gas and Electricity in the U.S.: The Role of Prices and Income,” *Energy Economics*, Vol. 33, 2011, pp. 870~881.
13. Bar-Shira Z., I. Finkelshtain and A. Simhon, “Block-Rate Versus Uniform Water Pricing in Agriculture: An Empirical Analysis,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 88, No. 4, 2006, pp. 986~999.
14. Borenstein, S., “To what electricity price do consumers respond? Residential demand elasticity under Increasing-Block pricing,” *Working Paper*, 2009.
15. Carter, A., R. Craigwell and W. Moore, “Price reform and household demand for electricity,” *Journal of Policy Modeling*, Vol. 34, 2012, pp. 242~252.
16. Davidson, R. and J. G. MacKinnon, “Testing for Consistency using Artificial Regressions,” *Econometric Theory*, Vol. 5, No. 3, 1989, pp. 363~384.
17. Fell, H., S. Li and A. Paul, “A new look at residential electricity demand using household expenditure data,” *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 33, 2014, pp. 37~47.
18. Garcia-Cerrutti, L. M., “Estimating elasticities of residential energy demand from panel county data using dynamic random variables models with heteroskedastic and correlated error terms,” *Resource and Energy Economics*, Vol. 22, 2000, pp. 355~366.

19. Henson, S. E., "Electricity Demand Estimates under Increasing Block Rates," *Southern Economic Journal*, Vol. 51, No. 1, 1984, pp. 147~156.
20. Herriges J.A., K. K. King, "Residential Demand for Electricity Under Inverted Block Rates: Evidence from a Controlled Experiment," *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 12, No. 4, 1994, pp. 419~430.
21. Hewitt J. A. and W. M. Hanemann, "A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand Under Block Rate Pricing," *Land Economics*, Vol. 71, No. 2, 1995, pp. 173~192.
22. Ito, K., "Do consumers respond to marginal or average price? Evidence from nonlinear electricity pricing," *American Economic Review*, Vol. 104, No. 2, 2014, pp. 537~563.
23. Nieswiadomy M. L. and D. J. Molina, "Comparing Residential Water Demand Estimates under Decreasing and Increasing Block Rates Using Household Data," *Land Economics*, Vol. 65, No. 3, 1989, pp. 280~289.
24. Olmstead, S. M., W. M. Hanemann, and R. N. Stavins, "Water Demand under Alternative Price Structures," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 54, No. 2, 2007, pp. 181~198.
25. Reiss, P. C. and M. W. White, "Household electricity demand, revisited," *Review of Economic Studies*, Vol. 72, 2005, pp. 853~883.
26. Shin, J. S., "Perception of Price when Information is Costly: Evidence from Residential Electricity Demand," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 67, No. 4, 1985, pp. 591~598.
27. Taylor, L. D., "The demand for electricity : A survey," *The Bell Journal of Economics*, Vol. 6, No. 1, 1975, pp. 74~110.
28. Yoo, S. H., J. S. Lee, and S. J. Kwak, "Estimation of residential electricity demand function in Seoul by correction for sample selection bias," *Energy Policy*, Vol. 35, 2007, pp. 5702~5707.