

패널모형을 이용한 시·도별 가정용 도시가스 소비 결정요인 분석*

김대용** · 이성로***

A Factor Analysis of Household Gas Demand using Panel Data Model*

Daeyong Kim** · Sungro Lee***

요약 : 이 연구는 우리나라 시·도별 가정용 도시가스 소비의 특성을 비교하는 한편, 지역별 가정용 도시가스 소비 함수를 추정하였다. 도시가스 소비량이 연도별 시계열적 특성과 시·도별 횡단면 성격을 동시에 갖는 패널 자료임을 감안해 시·도별 가정용 도시가스 수요와 소득의 장·단기적 균형관계를 고려한 패널 모형을 구축하였고, 도시가스 소비의 결정요인을 살펴보았다. 분석 결과, 가격 변수는 통계적으로 유의하지 않았던 반면, 기온 변수는 통계적으로 유의한 양(+)의 값이 추정되었다. 소득 변수는 인구·경제·사회적 변수, 즉 통제변수를 고려한 경우에 한하여 통계적으로 유의한 양(+)의 부호가 추정되었다. 인구·경제·사회적 변수는 주거 형태를 의미하는 아파트 비율을 제외한 거의 대부분의 변수가 통계적으로 유의하게 추정되었다. 이 연구의 분석결과는 향후 서울시를 포함한 주요 도시별 단기 도시가스, 나아가 도시 에너지 수요를 결정하는 요인을 분석하거나 이와 관련된 정책을 수립할 때 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 에너지 소비, 도시가스 수요, 가구 부문, 요인 분석, 패널 모형

ABSTRACT : This study aims to explore the determinant of city-level gas consumption. To do this factor analysis, we first analyze the consumption behavior of regional gas demand, and then we construct a panel data model for estimation of household gas demand function using short-term data. The empirical findings show that temperature variable and socio-economic and demographic variables are statistically significant in almost all cases. However, the price elasticity on the city-gas demand has the negative value, but not significant even at the 10% confidence level. These empirical findings provide the policy implication on establishing the baseline plan of mid-term energy supply and demand, including city-gas on residential sector, in cities and provinces.

Key Words : Energy consumption, Gas demand, Household sector, Factor analysis, Panel data model

* 이 논문은 2018 경제학 공동학술대회 한국자원경제학회에 제출하였던 학술논문을 발전시킨 것으로, 논문의 초고는 해당 학술대회에서 발표하였다. 당시 유익한 논평을 주신 강원대학교 김형진 교수께 감사드리며, 이 논문에 유익한 논평을 주신 익명의 심사위원 분들에게도 감사의 말씀을 전한다. 또한, 이 연구는 한국개발연구원과 한국가스공사의 공식적인 견해와는 무관하다는 점을 밝힌다.

** 한국개발연구원 전문위원(Senior Specialist, Korea Development Institute), 주·교신저자(E-mail: daeyong78@gmail.com, Tel: 044-550-4165)

*** 한국가스공사 경영연구소 선임연구원(Senior Researcher, Research Institute of Economics and Management, Korea Gas Corporation)

I. 서론

1985년 최초 공급을 시작한 이래 2000년 이전까지 국내 도시가스 수요는 연평균 20% 증가를 수준을 보이며 빠르게 증가했다. 2010년 기준 전년 대비 도시가스 수요 증가율이 두 자리 수를 기록하였고, 최근까지도 경제성장률을 웃도는 높은 증가율을 보였다(도시가스편람, 2017). 그동안 지속적으로 증가하던 국내 도시가스 수요는 2013년 이후 동절기의 온화한 날씨와 산업용 수요의 가격 경쟁력 하락으로 급격히 감소하였다. 도시가스 수요는 경제성장률과 장기적 균형 관계를 보이다가 2013년 이후 도시가스 수요와 GDP는 탈동조화 현상을 나타내고 있다(<그림 1> 참조). 이러한 도시가스 수요의 구조적 변화는 경제성장을 주요 변수로 적용하는 총수요 모형의 예측력과 안정성 저하로 이어졌다. 이에 기존 총수요 중심의 도시가스 수요 예측모형을 대신해 지역별 수요 예측모형은 물론 더 다양한 요인을 고려한 모형 검증이 필요하다라는 지적이 제기되었다. 이성로(2017)는 국내 도시가스 수요를 수도권과 비수도권으로 양분한 지역별 도시가스 수요 예측모형을 제시하였다. 분석 결과, 지역별 모형이 기존 총수요 모형에 예측력이 우수한 것으로 나타났다. 현재와 같이 수요가 정체되어 있는 상황에서 총수요보다는 지역별 도시가스 수요를 분석하는 것이 필요하다는 점을 강조하였다.

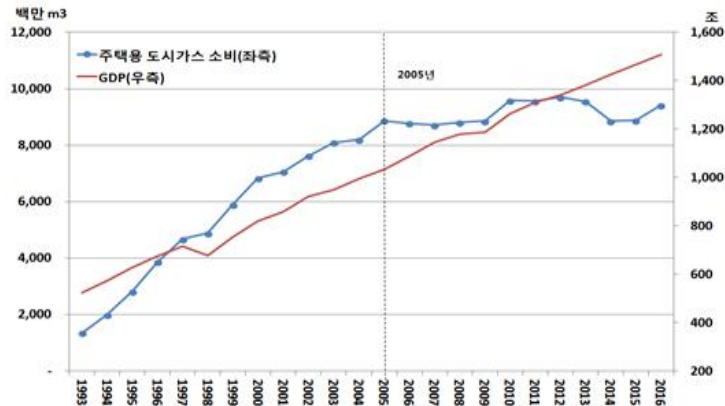
이 연구는 가정용 도시가스 수요의 지역별 예측모형을 분석하였다. 가정용 도시가스는 가정에서 동절기 주 난방 연료로 사용되며, 가구 부문의 에너지 소비의 약 절반을 차지할 정도로 주요한 에너지원이다. 에너지경제연구원이 발표한 '2016년 가구에너지 상설표본조사'에 따르면, 2015년

기준 가구에너지 총사용량은 20,597천 toe로 추정되고, 도시가스 소비량은 가구에너지 총사용량 대비 48.3% 수준이었다. 이러한 수치는 전력소비량이 총사용량 대비 28.2%인 데 비해 훨씬 높게 조사됐다. 2016년 기준 총수요 대비 가정용 도시가스 수요는 43% 수준이었다. 이는 산업용, 업무용 등 다른 용도별 수요보다 월등히 높게 나타났다.

가구 에너지원 중 도시가스가 차지하는 비중이나 용도별 도시가스 수요 중 가정용 수요가 차지하는 중요성에도 불구하고 가정용 도시가스 수요 연구는 그다지 활발하게 이루어지지 못한 편이다. 그간 도시가스를 포함한 가정용 에너지 소비에 관한 연구도 주로 미시적 자료를 이용한 접근에 국한되었기에 연구의 대상이나 범위도 그다지 넓지 못했다.

이 연구는 용도별 에너지 소비 중 난방용으로 큰 비중을 차지할 뿐 아니라 산업용과는 또 다른 결정요인을 가지는 가정용 도시가스 소비량 결정요인을 분석해 에너지 소비량, 특히 도시가스 수요 모형의 예측력 향상에 기여하고자 한다. 특히 우리나라 시도 단위의 지역별 통계를 활용하여 소득, 기온, 가격 같은 전통적 요인은 물론, 인구·경제·사회적 특성 요인을 종합 고려한 도시가스 수요 예측 모형을 제시했다는 점에서 기존 연구와 차별성을 갖는다고 하겠다.

가정용 도시가스를 포함한 가구 에너지 수요를 다룬 국내 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. 윤태연·강재성(2015)는 가구 단위 미시자료를 이용하여 가스난방과 지역난방 가구의 겨울철 난방비에 영향을 미치는 요인을 비교 분석하였다. 가구 단위 설문을 실시해 난방비에 영향을 미치는 요인으로 거주면적, 건축연도, 거주층수, 주택방향 같은 주거관련 사항과 외벽 수, 침실, 창문 등 아파



〈그림 1〉 전국 주택용 도시가스 소비량과 GDP 추이

트 내부 사항도 고려하였다. 최문선(2012)은 가구 부문 에너지총조사 자료로 소득분위별 가정용 에너지소비 실태 분석을 진행하였다. 가구원 수, 기온 변수, 도시 규모 등의 관련변수의 영향도가 소득분위별로 다르게 나타난다는 결과를 제시하였다. 임기추(2008)는 가정용 에너지 소비 분석에서 기온과 가구 관련 변수 이외의 에너지 절약 관련 변수들이 통계적으로 유의하지 않았지만, 에너지 절약을 실천하는 가구의 에너지 소비가 일반 가구에 비하여 적다는 점을 제시하였다.

해외 선행연구를 살펴보면, 가구당 주거용 에너지는 가구의 소득, 연령, 직업 등 가구 특성이 에너지 소비의 결정요인이 되며, 거주 지역의 기반 시설, 주변 환경 등 주택이나 도시의 특성에 따라 서로 영향을 받는다고 알려져 있다(Hitchcock, 1993; Schipper et al., 1989). 즉 개인이나 가구, 주변 환경이 가지는 특성 변화가 각 가구의 에너지 소비 패턴에 영향을 줄 수 있으며, 이러한 영향으로 에너지 소비를 바꿀 수 있다는 점을 의미한다. 이러한 측면에서 가구 부문의 에너지 소비량에 영향을 미치는 소비환경을 다룬 연구가 다수 진행되어 왔다. 특히 가구 부문 에너지 소비량을

결정하는 요인을 분석하고 개인이나 가구 특성, 나아가 생활양식의 변화가 에너지 소비 패턴에 어떠한 영향을 미치는지 조사한 연구는 그 중요성이 큰 편이다. 가구의 인구·사회·경제적 특성이 가구 활동의 차이를 결정하며, 가구가 직접 소비하는 난방·취사·통근 관련 에너지 소비량과 패턴은 이러한 특성에 크게 영향을 받는다(Hitchcock, 1993; Lutzenhiser, 1992; Schipper et al., 1989).

이 연구는 도시가스 수요의 지역별 패널 자료를 이용하여 가정용 도시가스 소비, 특히 가구당 가정용 도시가스 소비함수를 추정하고, 추정결과를 토대로 가정용 도시가스 소비량에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다. 기존 연구에서 언급한 소득, 기온, 가격뿐만 아니라 인구·경제·사회적 특성을 나타내는 변수를 종합적으로 고려하였다. 또한 이 연구에서는 2005년 이후 지역별 통계를 이용하여 지역별 패널 자료를 구축하였다. 자료기간 선택은 〈그림 1〉에서 알 수 있듯이 가정용 도시가스 수요가 2005년 이후 거의 정체되어 있고, 장기적인 추세를 보이지 않았기 때문이다. 도시가스 수요는 대부분 난방용으로 사용되는 것으로 알려져 있다. 또한 우리나라는 좁은 국토지만 남북으

로 길게 뻗은 지형 구조상 지역별 동절기 기온 차이가 큰 편이다. 서울과 부산의 11월, 12월 평년기 온은 5도 이상 차이가 있다. 기온 차이에 따른 지역별 도시가스 수요의 차이를 분석하기 위해 지역별 패널 분석모형을 고려하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 분석모형을 살펴보았다. 3장에서는 자료와 분석대상을 정의하고, 4장에서는 모형의 추정·분석 결과를 제시하였다. 5장에서는 결론을 도출하였다.

II. 분석모형

이 연구는 가구 부문에서 소비되는 에너지 중 주거에너지를 담당하고 있는 가구 부문의 가정용 도시가스 수요를 분석하기 위해 제주도를 제외한 15개 시·도의 2005~2015년 자료를 이용한 월별 패널분석 모형(panel data model)을 구축하였다. 가장 대표적인 패널분석 모형으로는 고정효과와 임의효과 모형을 들 수 있다. 이러한 패널분석 모형은 시·도 간 관측되지 않는 특성이나 횡단면 차이(unobserved heterogeneity)는 물론, 연도별 혹은 월별로 차이가 발생하는 시간 효과(time effect)를 동시에 통제한 회귀분석으로 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 추정할 수 있다. 이 연구에서는 이러한 패널 분석모형을 토대로 하여 패널 이분산성이나 자기상관과 같은 패널 회귀모형의 기본 가정이 성립하는지 검정을 실시하고 검정결과를 토대로 적절한 추정방법을 고려하였다¹⁾. 이 연구가 제시한 모형의 구체적 사항은 아래와 같다.

1. 에너지 소비를 고려한 가계효용함수

가계에서 필요한 재화와 서비스는 식품, 에너지, 기타 재화·서비스 등으로 구분하고, 각 가구는 식품(f), 에너지(q), 기타 재화·서비스(x)를 구입한다고 가정하자. 주어진 예산제약식에서 가계 소비효용함수는 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \max \quad & U(f, q, x) \\ \text{s.t.} \quad & p^f f + p^q q + p^x x \leq m \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 가구의 예산(m) 제약식은 식 (1)의 두 번째 식과 같이 나타낼 수 있으며, p^f 는 식료품 가격, p^q 는 에너지 가격, p^x 는 기타 재화·서비스의 가격이다. 가구 예산을 나타내는 지표는 소득(경상소득) 또는 (소비)지출로 정의되는데, 이 연구에서는 가구당 소득(Y)으로 정의하였다. 특히, 가구의 필수재 중 에너지는 도시가스 소비량에 국한하기로 하고 위의 가계 소비효용함수에 따라 도시가스 소비량을 토대로 한 가계 에너지 소비함수를 도출할 수 있다. 주어진 예산제약식 하의 가계 효용함수 형태로 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 함수를 가정하고, 마샬 수요함수(통상적인 수요함수)를 구하기 위해 간접 효용함수를 이용하는 로이의 항등식(Roy's identity)를 대입하면 아래와 같은 함수식²⁾을 구할 수 있다.

$$Q = f(P, Y, T, X) \quad (2)$$

1) 패널 자료의 개별 또는 공통 단위근(individual or common unit root)이 존재할 경우 시간 차원에서 비정상 시계열(nonstationary time series) 특성이 회귀모형 추정 시 편의(bias)를 발생시킬 수 있다는 점을 고려해야 한다는 점에서 패널 단위근 검정을 실시하였다. 즉, 해당 자료에 개별 또는 공통 단위근이 있는지 검정을 실시한 것이다. 검정 결과, 시·도별 도시가스 소비량 자료에는 패널 단위근이 존재하지 않는 것으로 나타났는데 패널 단위근 검정결과는 <부표 1>에 제시하였다.

2) 지면상 제약이나 이 연구의 목적이 실증분석을 활용한 요인 분석이라는 점 등을 고려할 때 함수식 도출과정은 생략하였다.

위의 식 (2)에서 Q 는 월별 도시가스 소비량, P 는 소비자물가지수에 기반을 둔 에너지 (상대) 가격을, Y 는 가구당 소득을, T 는 기온(외부 온도)의 변화를, X 는 기타 재화·서비스 구입, 즉 가구당 소비패턴을 결정하는 통제변수로 정의하였다.

2. 가계효용함수 추정

식 (2)의 양변에 로그값을 취하면 시·도별 도시가스 소비함수를 추정하고 소비 결정요인을 분석하기 위한 패널 회귀방정식을 도출할 수 있다. 아래 식 (3)과 같다.

$$\log(Q_{it}) = \alpha + \beta \log(Y_{it}) + \gamma \log(P_{it}) + \delta \log(T_{it}) + \lambda \log(X_{it}) + u_{it} \quad (3)$$

패널 회귀모형에서 가장 널리 쓰이는 오차성분(error-component) 모형에 따르면, 위의 식 (3)에서 제시된 오차항이 아래의 식 (4)와 같이 표현된다. 즉, 패널 모형의 오차항은 시간에 걸쳐 변화하지 않는 개별효과(μ_i , individual effect)와 횡단면, 시간과 무관한 확률적 교란항으로 가정한다. 이 연구도 이러한 오차성분 모형을 적용하여 패널 회귀모형을 추정하였다.

$$u_{it} = \mu_i + \epsilon_{it} \quad (4)$$

3. 가설 검정

식 (3), (4)에 제시된 패널 분석모형에 적합한 추정방법을 적용하려고 주어진 패널 모형의 기본 가정이 만족하는지 검정을 실시해 모형이 적합한지 여부를 검증하였다.

첫째, 고정효과와 임의효과 간 선택에 관한 검정을 실시하였다. Hausman(1978)은 설명변수와 개별효과 간 상관관계의 존재를 가정하는 임의효과가 있다는 가정을 귀무가설로 할 때 고정효과와 임의효과 모형 중 어느 것이 패널 회귀모형에 적합한지 검정하는 방법을 제시하였는데, 이를 하우스만 검정(hausman test)이라고 한다. 여기서 고정효과와 임의효과 추정량 간 차이의 분산·공분산 행렬에 기초해 검정통계량을 구하고, 카이제곱 분포를 따르는 검정통계량으로 두 추정값이 충분히 가까운지 검정한다.

둘째, 패널 자료의 횡단면적 이분산성과 시계열 자기상관 검정을 각각 실시하였다. 널리 알려진 것처럼 패널 자료는 횡단면 정보와 시계열 변화를 동시에 포함하기 때문에 횡단면 개체 간 상관관계인 동시적 상관(contemporaneous correlation)과 서로 다른 시점 간 상관관계인 자기상관(autocorrelation)이 함께 존재한다. 패널 회귀모형은 횡단면 이분산성과 시계열 자기상관이 나타날 수 있기 때문에 이 가정을 준수하지 못하면 효율적 추정량을 구하기 위해 패널 GLS(generalized least square) 같은 적합한 추정법을 적용해야 한다. 패널 이분산성과 자기상관 가정이 성립하는지를 살펴보면 우도비 검정과 우드리지 검정을 실시할 수 있다. 먼저 우도비 검정(likelihood-ratio test)은 제약이 없는 식에서 오차항의 분산 σ_i^2 라고 가정하고 그 반대를 제약식으로 둔 상태에서 모든 i 에 대해, 즉 횡단면적으로 동일한지 검정하는 방법이다(Greene, 2000). 이러한 검정은 집단적 이분산성(groupwise heteroskedasticity) 검정이라고도 부르는데, 카이제곱 분포를 따르는 우도비 값의 비율을 검정통계량으로 이용한다. 또한 시계열 자기상관과 관련해 오차항에 시간에 따른 종속성이 존재하는지 검정

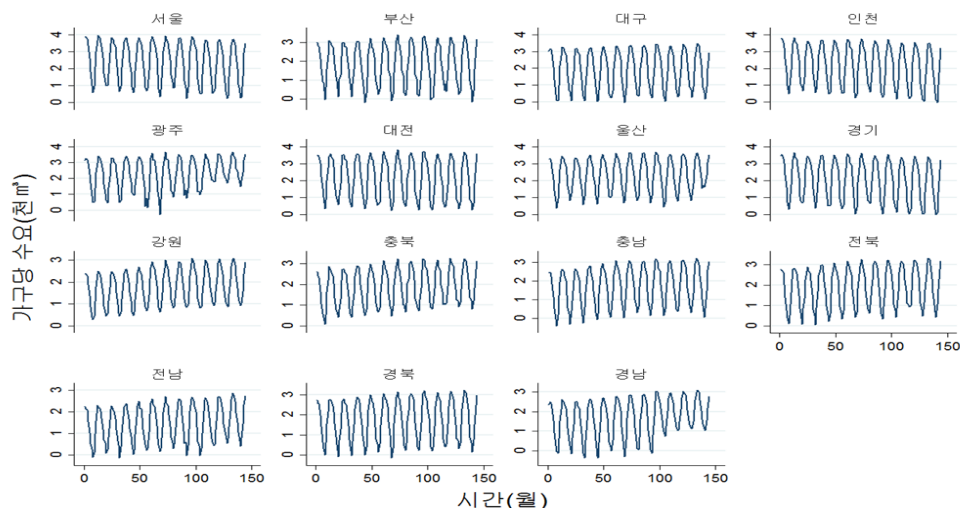
하려면 오차항의 시간불변 요소인 개별효과 μ_i 를 제거하고 나서도 시간에 걸친 상관관계가 있는지 살펴보아야 한다. Woodridge(2010)은 ϵ_{it} 가 시간 t 에 걸쳐 동일한 분산 σ_ϵ^2 을 갖고 시계열 상관이 없다면 $\Delta\epsilon_{it}$ 는 다음과 같은 상관관계를 갖기에 $\Delta\epsilon_{it}$ 을 이용하여 패널자료의 시계열 상관관계가 있는지 여부를 검정한다(한치록, 2017).

이 연구는 식 (3)에 제시된 패널 모형에 적합한 추정방법을 적용하기 위해 고정효과와 임의효과 추정량을 비교하는 하우스만 검정, 패널 자료의 이분산성이 존재하는지 살펴보는 우도비 검정, 자기상관 가정을 살펴보는 우드리지 검정(woodridge test) 등을 수행하였다. 이에 패널 분석모형 적합성 검정 결과를 우선 제시하고, 그 결과를 바탕으로 패널 GLS(Generalized Least Square) 추정법을 기본적으로 적용하였다.

Ⅲ. 자료 및 분석대상

1. 자료

이 연구에서 지역별 도시가스 소비량, 즉 도시가스 수요는 한국가스협회의 도시가스 월별 소비량을 이용하였다. 월별 소비량은 한국가스협회에서 지역별 도시가스 회사가 가정용으로 소비자에게 공급하는 가스량을 기준으로 집계한다.³⁾ 다만, 가구당 도시가스 소비를 분석하기 위해 지역별 도시가스 소비량을 지역별 주민등록세대수로 나누어 가구당 도시가스 소비량을 분석대상으로 정하였다. 분석기간은 2005~2015년, 총 11년이다. 대상 지역은 서울특별시, 대구·인천·광주·대전·울산 등 5대 광역시, 경기도, 강원도, 충청남·북도, 전라남·북도, 경상남·북도 등 제주도를 제외한 7개 도 지역을 포함하여 총 15개 시·도로 구분하였다.



〈그림 2〉 시·도별 가구당 도시가스 소비량 추이: 2005~2015년

3) 한국가스공사는 천연가스를 공급하기에 일부 도시가스사의 LPG 공급량은 제외되었다. 2016년 현재 33개 업체가 가스를 공급하고 있으며, 이 중 제주도시가스를 제외한 32개사가 LNG를 공급하고 있다.

2005~2015년 15개 시·도별 가구당 도시가스 수요의 전반적인 증가 추이와 계절성을 살펴보기 위해서 <그림 2>에 가구당 도시가스 소비량의 월별 추이를 나타냈다. 지역별 가정용 도시가스 수요의 전반적인 추이를 보면, 서울을 비롯한 대도시의 도시가스 수요에 뚜렷한 증가 추세가 보이지 않았다. 반면, 하단의 강원도를 비롯한 지역별 도시가스 수요는 완만한 상승 추세를 보였다. 앞서 언급했듯이 이러한 현상은 수도권을 비롯한 대도시 도시가스 보급률이 80%가 넘는 상태이고, 지방권은 60% 수준에 머물러 있기 때문이다. 또한 그림에서 V-자 형태의 반복적 패턴은 동고하저형 도시가스 수요의 계절성 때문인 것으로 분석되며, 모든 지역에서 뚜렷한 계절적 패턴을 보이고 있다.

지역별 도시가스 수요의 증가패턴을 구체적으로 살펴보기 위해 <표 1>에 2005~2015년간 평균 시·도별 가구당 도시가스 소비 증가율을 제시하였다. 전반적인 증가율을 보면, 지방권 수요의 증가 속도가 빠른 것을 볼 수 있다. 서울과 인천은 2005년보다 2015년 수요가 오히려 감소하였다. 반면 충남, 충북, 강원도 등은 2005년에 견줘 4~5% 증가한 모습을 보였다.

2. 분석대상

이 연구에서 가구당 도시가스 소비의 결정요인으로 선정된 변수를 <표 2>에 정리하였다. 변수별 패널 데이터는 한국은행 경제통계시스템, 통계청 국가통계포털, 기상청에서 제공하는 월별 또는 연도별 자료를 사용하여 구축하였다.⁴⁾

<표 1> 시·도별 가구당 도시가스 소비증가율: 2005~2015년

	2005~2015년 증감률(%)		
	가정용(계)	취사용	난방용
서울	-2.24	0.38	-2.71
부산	1.49	7.05	0.36
대구	1.59	3.65	1.14
인천	-1.87	1.67	-2.57
광주	1.87	-17.56	3.17
대전	0.14	3.45	-0.46
울산	2.56	5.03	2.04
경기	-0.63	2.14	-1.21
강원	4.37	6.82	4.32
충북	4.21	0.44	4.32
충남	5.62	9.13	4.87
전북	3.30	5.96	2.90
전남	3.42	4.24	3.31
경북	3.19	8.55	2.26
경남	4.18	-8.19	5.38

자료 : 도시가스협회(<http://citygas.or.kr>).

각 변수를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 종속변수는 주민등록인구를 기준으로 가구당 도시가스 소비량을 이용하였다. 둘째, 소득 변수는 1인당 지역내총생산(GRDP)을 이용하였는데, 가계 소득이 늘어나면서 에너지 소비도 증가할 것으로 예상된다. 셋째, 가격 변수는 전력과 도시가스의 상대가격을 적용하였는데 이는 소비자물가지수의 전력요금지수와 도시가스 가격 지수로 산출하였다. 이론적으로 가격 변수의 계수값은 음(-)의 부호를 갖게 될 것이다. 넷째, 기온 자료는 기상청에서 전국 45개 지점을 시·도별로 구분

4) 이 연구에 쓰인 자료는 월별로 제시되는 경우 월별 자료를 우선 적용하되 분기별 또는 연도별 자료를 월별로 변환하였다. 분기별 또는 연도별 자료를 월별로 바꾸는 방법은 김인무 외(2011)과 Chang et al.(2014) 등을 참조하였다.

하여 월별 최대 기온과 최소 기온의 지점별 평균 값 차이로 정의하였다. 이는 단기 도시가스 수요는 난방용 수요에 영향을 받고 기온의 상대적 변화에 영향을 받는 바가 크기 때문에 통상 사용하게 되는 월별 평균 기온을 대신해 월별 기온의 변화를 체감할 수 있도록 얼마나 기온의 낙폭이 있었는지 반영할 수 있는 월별 온도의 차이를 기온 요인으로 반영하기 위함이다. 여기서 월별 기온 차이가 늘어나면 도시가스 소비량도 증가할 것이다. 다섯째, 가구·소비 요인으로서는 가구 구성, 가구 내 여성 비중, 고령화 지표, 가구 구성원의 교육 수준, 소비패턴 등으로 구분하여 변수를 생성하였다. 가구 구성은 가구당 가구원수를, 여성 비중은 여성경제활동참가율을, 고령화 지표는 65세 이상 인구 비율을, 교육 수준은 대졸 이상 취업자 비율을, 소비패턴은 1인당 자가용등록대수를 적용하였다. 가구원 수, 65세 인구 비율 등은 주민등록인구를 기준으로 하였고, 여성경제활동참가율은 경제활동인구를 기준으로 산정하였다. 선행연구에 제시한 바를 고려할 때 교육수준의 추정값은 양(+)의 값을, 교육수준을 제외한 나머지 가구·소비 요인의 변수는 음(-)의 값을 갖게 될 것이다. 마지막으로, 도시·주택 요인은 도시 요인으로 인구 규모를, 주택 요인으로 주거 형태를 채택하였다. 인구 규모 변수는 자연 인구증가율 혹은 인구증감을 사용하였는데, 출생자 수에서 사망자 수를 뺀 값을 이용하였다. 주거 형태를 나타내는 아파트 비중은 주택 인·허가 수를 기준으로 전체 주택 중 아파트가 차지하는 비율을 이용하였다. 여기서 인구규모를 나타내는 인구증가율의 추정치는 음(-)의 값을 가질 것이다. 선행연구를 미루어 볼 때, 주거형태의 추정값은 부호나 통계적 유의성이 불분명할 것으로 보인다.

〈표 2〉 가구당 도시가스 소비에 영향을 미치는 요인

구분	변수명	변수명세	비 고
에너지 소비량 (종속변수)	가구당 도시가스 소비량	= 가정용 도시가스 소비량 / 주민 등록인구수	가정용 수요
소득 요인	1인당 지역내총 생산	= 지역내총생산 / 인구수	
가격· 기온 요인	에너지 가격	= 도시가스 가격 / 전기 가격	소비자 물가 지수 기준
	기온 효과	기온 차이	= 월중 최고기온 - 월중 최저기온 지점별 평균 일별 자료 이용
가구· 소비 요인	가구 구성	가구원 수	= 주민등록인구수 / 주민등록세대수 주민등록 인구 기준
	여성 비중	여성 경제활동 참가율	= 여성 경제활동 인구수 / 전체 경제활동인구수 경제활동 인구 기준
	고령화 지표	65세 이상 인구비율	= 65세 이상 인구수 / 주민등록인구수 주민등록 인구 기준
	교육 수준	대졸이상 취업자 비율	= 대졸이상 취업자 수 / 전체 취업자 수
	소비 패턴	1인당 자동차 등록대수	= 자동차등록대수 / 인구수
도시· 주택 요인	인구 규모	자연 인구 증가율	= 출생자 수 - 사망자 수 주민등록 인구 기준
	주거 형태	아파트 비율	= 아파트 인· 허가 수 / 전체 주택 인·허가 수 주택 안 허가 기준

IV. 실증분석 결과

1. 모형 설정을 위한 가설검정

이 연구가 제시한 패널 회귀모형이 기본 가정을 위배하지 않는지 살펴보기 위해 개별효과 모형 적합도를 하우스만 검정, 이분산성을 우도비 검정, 자기상관을 우드리지 검정으로 분석하였는데, 각각의 검정결과⁵⁾는 아래의 〈표 3〉에 제시하였다. 여기서 (1)은 소득·가격 변수만을, (2)는

소득, 기온과 가격 변수를, (3)는 소득, 기온, 그 외 통제변수를, (4)는 소득, 기온과 가격, 그 외 통제변수를 모두 포함한 경우로 구분하여 검정결과를 제시하였다.

〈표 3〉 패널 회귀모형에 대한 가설검정 결과

검정 구분	검정 통계량	(1)	(2)	(3)	(4)
하우스만 검정	χ^2	-83.58***	-125.67***	164.23***	145.15***
우도비 검정	LR	102.33***	112.14***	209.32***	208.31***
우도리지 검정	F	3331.95***	3473.31***	643.37***	650.85***

검정 결과, 식 (3)과 (4)를 바탕으로 한 이 연구의 패널 회귀모형은 개별효과를 고정효과로 가정하는 것이 적합한 것으로 나타났다. 또한 횡단면적 이분산성과 시계열적 자기상관도 존재하였고, 이러한 검정결과는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이에 패널 자료의 이분산성과 자기상관을 고려한 패널 GLS 추정법을 이용하였다. 구체적으로 오차의 분산-공분산 구조가 알려지지 않은 경우 OLS 잔차를 이용하여 추정하는 FGLS(feasible generalized least square)를 적용하였다. FGLS 추정 시 오차항의 자기상관관계는 모든 횡단면에 아래와 같은 1차 자기상관(autocorrelation) 구조를 가지는 것으로 가정하였다.

$$\epsilon_{it} = \rho \epsilon_{it} + \nu_{it} \quad (5)$$

여기서 위의 식 (5)로 추정된 자기상관계수는 전월 도시가스 소비량이 익월 도시가스 소비량에 미치는 영향, 상관관계가 어떠한지 보여주기 때문에 월별 도시가스 소비 습관이 어떤 성향을 가지는지 나타낸다.

2. 추정결과와 요인 분석

패널 분석모형을 이용하여 시·도별 가정용 도시가스 소비함수를 추정하고, 이를 바탕으로 가구 부문의 도시가스 소비에 영향을 미치는 요인을 추정한 결과는 〈표 4〉와 같다. 앞서 살펴본 바와 같이 〈표 4〉의 (1)은 소득·가격 변수만을 포함한 경우, (2)는 소득, 기온과 가격 변수를 포함한 경우, (3)은 소득, 기온, 그 외 통제변수를 포함한 경우, (4)는 소득, 기온과 가격, 그 외 통제변수를 모두 포함한 경우이다. 총 4가지 변수 조합을 모형화해 각 패널 모형의 추정결과를 비교하여 제시하였다.

패널 분석모형의 추정결과를 토대로 가정용 도시가스 수요에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과를 제시하고 각 요인이 미치는 영향을 해석하면 다음과 같다.

첫째, 소득 변수는 기타 통제변수를 고려하지 않은 상태에서 추정한 경우 통계적으로 유의하지 않았던 반면, 기타 통제변수를 고려한 경우 통계적으로 유의한 양(+)의 부호를 나타냈다. 통계적으로 유의한 추정값(0.267, 0.277)도 절댓값이 1보다 작아 비탄력적으로 추정되어 가정용 도시가스 수요의 필수재적 성격을 확인할 수 있었다. 이는 소득 증가에 따라 소비량이 상대적으로 민감하게

5) 패널 분석모형에서 이분산성이나 시계열 자기상관은 추정계수의 일관성을 해치지 않는다. 이분산성이나 시계열 자기상관을 검정하는 이유는 견고한 오차항(확률적 교란항)의 사용과 추정량의 효율성을 높이는 측면에서만 중요하다. 즉, 이분산성이나 시계열 자기상관이 있더라도 동적 패널모형을 제외하고는 전체 표본의 크기가 큰 경우 추정량의 편이가 발생하지 않는다. 또한 검정방법 측면에서도 횡단면 측면에서 이분산성을 살펴보는 검정은 시계열 자기상관을 용납하지 않기 때문에 이러한 가정이 실제 패널 자료에서 성립하기 어려운 경우가 발생하므로 해당 검정들의 유용성은 제한될 수 있다(한치록, 2017). 이러한 점을 감안하여 패널 고정효과 모형과 임의효과 모형의 추정결과를 〈부표 2〉에 제시하였다.

반응하는 전력 소비에 비해 난방·취사에 국한되는 가정용 도시가스는 소득에 상대적으로 영향을 받는 바가 한정적이긴 하지만, 인구·경제·사회적 특성을 고려하면 경제수준, 혹은 소득이 미치는 영향은 여전히 유효하고 필수재적 성격도 가진다는 점을 알 수 있었다.

둘째, 가격·기온 요인이 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 가격 요인인 에너지 상대가격은 모든 경우에 통계적으로 유의하지 않았지만 절댓값이 1보다 훨씬 작은 값들(0.264, -0.182)을 나타냈다. 이러한 결과는 도시가스 수요의 가격 탄력성이 비탄력적일 뿐만 아니라 단기적으로 가격에 민감하지 반응하지 않는 시장구조에 기인하는 바가 크다고 하겠다. 또한 통계적으로 유의성이 확보되지는 않았으나 인구·경제·사회적 요인을 적절히 고려한 경우 가격탄력성의 부호가 음수로 나타나 단기 도시가스 수요도 수요의 법칙이 성립되는 재화의 속성을 가질 수 있다는 사실을 나타냈다. 반면, 기온 요인, 즉 월별 최대 기온과 최소 기온 간 차이는 모든 경우에 통계적으로 유의한 양(+)의 부호를 나타냈다. 이는 기온 차이가 단기 가정용 도시가스 수요를 결정하는 중요한 요인 중 하나라는 점을 의미한다. 결국 가격보다는 기온 요인이 도시가스 수요를 결정하는 데 영향력이 크다는 점을 확인할 수 있었다.

셋째, 가구 특성을 나타내는 요인과 더불어 가구 소비패턴 요인이 가정용 도시가스 소비에 미치는 영향을 살펴보면 기존 연구에서 제시된 분석결과와 유사한 점을 발견할 수 있었다. 먼저 가구 규모를 의미하는 가구원 수는 도시가스 소비에 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 가구

원 수가 늘어날수록 도시가스 소비량이 줄어드는 규모의 경제가 발생할 수 있음을 의미한다. 여성경제활동참가율도 가구원 수와 동일한 부호의 추정결과를 나타냈다. 가사 활동을 주로 담당하는 여성의 경제활동이 늘어나게 되면 조리시간이 줄어드는 한편, 외식이 증가해 거주 시간이 감소하고 난방시간이 줄어들기 때문이라는 해석이 가능하다. 65세 이상 인구 비율은 도시가스 수요에 음(-)의 추정값을 가지며 통계적으로 유의하였다. 이는 고령화 요인이 주택 에너지 소비량에 미치는 영향에 관한 기존 연구(Schipper et al., 1989) 결과와 일맥상통한다. 즉, 고령층은 주택 내에서 지내는 시간이 상대적으로 길기 때문에 주거 에너지 소비량이 늘어나더라도 에너지 절약 성향이 젊은 층보다 상대적으로 강해 난방이나 취사를 담당하는 도시가스 수요는 줄 수 있다는 함의를 담고 있다. 이 경우 상대적으로 조명이나 TV, 전기장판 등 가전제품 전기 수요는 늘어날 수 있다는 점도 예측할 수 있다. 대졸 이상 취업비율로 측정되는 가구 내 교육 수준 변수의 추정값은 통계적으로 유의한 양(+)의 부호를 나타냈다. 교육 수준이 높은 가정일수록 고소득자일 가능성이 높기 때문에 저소득 가정보다 상대적으로 에너지 절약 의식이나 절약 행동 실천율이 낮은 수준일 것이다.⁶⁾ 따라서 교육 수준이 높은 가구일수록 도시가스 소비가 늘어날 수 있다는 해석이 가능하다. 마지막으로 소비패턴을 측정한 1인당 자동차등록대수는 음(-)의 부호를 나타냈는데, 이는 자동차 보유가 증가할수록 주택 외 활동, 즉, 외식이나 여가 등을 향유하는 시간이 늘어나기 때문에 거주 시간이 줄어들게 되므로 도시가스 수요가 줄어드는 것으로 보인다.

6) 가구 에너지 절약 의식 또는 절약 행동을 분석한 국내 연구에 따르면, 여성이거나 연령이 높을수록, 그리고 소득이 낮을수록 절약 의식이 높거나 절약 행동의 실천율이 높은 것으로 나타났다(이윤재 외, 2011; 임기추, 2008).

〈표 4〉 가구당 도시가스 소비량에 영향을 미치는 요인 분석 : 패널 GLS 추정

		종속변수 : 가구당 도시가스 소비량			
		(1)	(2)	(3)	(4)
소득 요인	1인당 지역내총생산	0,041 (0,101)	-0,002 -0,106	0,267*** (0,099)	0,277*** (0,099)
가격·기온 요인	기온 차이	1,220*** (0,061)	1,234*** (0,062)	1,457*** (0,059)	1,452*** (0,060)
	에너지 상대가격		0,264 (0,206)		-0,182 (0,193)
가구·소비 요인	가구원 수			-4,238*** (1,052)	-4,296*** (1,051)
	여성경제활동참가율			-5,145*** (0,299)	-5,167*** (0,300)
	65세 이상 인구 비율			-0,564** (0,232)	-0,536** (0,233)
	대졸 이상 취업자 비율			0,881*** (0,160)	0,934*** (0,170)
	1인당 자동차등록대수			-1,662*** (0,269)	-1,639*** (0,270)
도시·주택 요인	자연 인구증가율			-0,215*** (0,041)	-0,213*** (0,041)
	아파트 비율			0,061 (0,058)	0,047 (0,059)
소비 습관	자기상관계수	0,704	0,701	0,575	0,574
상수항		-1,928*** (0,374)	-3,034*** (0,933)	29,502*** (2,882)	30,101*** (2,942)
관측개수		2,160			

주 : *, **, *** 는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

넷째, 도시·주택 요인이 도시가스 소비에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 도시 요인으로 인구학적으로 자연 인구증가율의 추정값은 음(-)의 부호를 나타내면서 통계적으로 유의하였다. 이는 인구 규모가 늘어날수록 인구학적 측면에서 규모의 경제 효과가 발생하거나 인구 밀도가 늘어나는 도시화가 진행될 가능성이 높아 도시가스 소비량이 감소할 수 있다는 사실을 의미한다. 이는 가구원 수가 도시가스 소비에 미치는 영향과 매우 유사한 해석이다. 주택 요인으로 포함된 아파트 비중은 모든 경우에서 통계적으로 유의하지 않는 추정값을 보였다. 이러한 추정결과도 기존 연구가 제시했던 바와 크게 다르지 않다. 일반적으로 공

동주택이 단독주택 등에 비해 단열성능이 좋고 효율이 높은 집단 에너지를 사용하기 때문에 에너지 소비량이 적은 것으로 알려져 있다. 하지만 공동주택의 고층화가 수직 이동거리를 증가시키고, 풍력과 태양광 등 재생에너지 사용이 매우 제한적이라는 등의 이유 때문에 공동주택의 증가가 반드시 에너지 소비량 감소로 이어지지 않는다는 연구결과를 나타내고 있어 주거 형태가 에너지 사용량에 미치는 영향력은 명확하지 않다(노승철·이희연, 2013).

마지막으로 도시가스 소비습관을 의미하는 자기상관계수는 모든 경우에 양(+)의 계수값을 보이고 있다. 이는 전월 도시가스 소비량이 많으면 다음 달 도시가스 소비량도 증가하는 경향을 보인

다고 해석할 수 있다. 결국 전기 에너지 소비 습관이 현재의 도시가스 소비량을 늘어나게 하는 경향을 가지고 있는 것으로 보인다.

V. 결론

이 연구는 시·도별 가정용 도시가스 소비함수에 기반을 둔 패널 분석모형을 구축하고, 가정용 도시가스 수요에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 전통적 가계 소비이론에 기반을 둔 가정용 도시가스 소비함수를 이론적으로 살펴보았다. 이러한 소비함수를 바탕으로 다양한 통제변수를 도입해 인구·경제·사회적 환경 변화가 가정용 도시가스에 미치는 영향을 패널 GLS로 추정하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 가격·기온 요인을 먼저 살펴보면, 가격 변수는 통계적으로 유의하지 않았고 기온 변수(기온 차이를 포함한 경우)는 통계적으로 유의한 양의 추정값을 가졌다. 이는 단기 도시가스 수요함수는 가격보다 기온이 상대적으로 중요한 요소로 작용한다는 사실을 의미한다. 둘째, 소득 요인을 살펴보면, 인구·경제·사회적 변수, 즉 통제변수를 고려한 경우에 통계적으로 유의한 양의 부호가 추정되었다. 또한 가정용 도시가스 수요가 소득에 비탄력적이고 필수재적 성격을 가진다는 것을 알 수 있었다. 셋째, 인구·경제·사회적 변수는 주거 형태를 나타내는 아파트 비율을 제외한 거의 대부분의 변수가 통계적으로 유의하게 추정되었다. 기존 선행연구에서도 주거 형태, 즉 공동주택 비중의 변화가 가구 에너지 사용량에 미치는 영향력이 명확하지 않거나 상반되게 나타났기 때문에 이 연구에서 아파트 비중 추정값이 통계적으로 유의하지 않았다는 사실도

기존 선행연구에서 제시한 바와 크게 다르지 않다. 이는 서울시를 비롯한 주요 도시가 다른 지방보다 아파트 비중이 높다는 점을 감안할 때 도시 에너지 수요 분석에 참고할만한 정보를 제공한다. 결국 이 연구의 실증분석은 인구·경제·사회적 환경 변화에 따른 생활양식의 변화가 에너지 소비에 미치는 영향을 살펴보았던 기존의 이론적이고 실증적인 연구가 제시한 분석결과를 일관되게 적용할 수 있었다. 이러한 결과가 단기 도시가스 수요, 특히 주요 도시를 포함한 시·도별 에너지 소비요인을 분석할 때도 동일하게 적용될 수 있을 것이다.

이 연구가 제시한 분석결과는 향후 단기 지역별 도시가스 소비 함수를 추정하고 월별 도시가스 소비량에 영향을 미치는 요인을 분석하는 데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 비교적 단기 수요에 속하는 월별 도시가스 소비량을 기존의 시계열 모형에 국한된 분석에서 벗어나 패널 분석모형을 적용하여 전국이 아닌 지역별 도시가스 소비함수를 추정할 수 있었다는 측면에서도 기존 연구와 다른 차별성이 존재한다.

이 연구는 미시적 자료의 한계로 시·도별 거시적 지표를 이용하여 평균적·간접적 측면에서 가정용 도시가스 소비의 결정요인을 분석하는 것에 주안점을 두었다. 또한 가정용 수요에 한정하여 도시가스 소비의 결정요인을 분석하고 있기 때문에 다른 용도별 소비나 기간별로 구조적 변화가 있었는지 여부 등은 추가 분석이 필요하다. 마지막으로 정태적인 패널 분석모형이 아닌 동태적 패널 분석모형 등을 적용하거나 기온 효과⁷⁾를 고려한 도시가스 소비 함수 추정과 예측이 가능하다고 보이기 때문에 이 연구에서 제시한 방법론을 확장할 수 있는 후속 연구가 이루어지길 바란다.

7) 기온 효과를 포함한 모형과 관련된 구체적 내용은 김인무 외(2011)를 참조하길 바란다.

참고문헌

- 김인무·김창식·박성근, 2011, “에너지 상대가격 변화에 따른 에너지 수요예측”, 「경제학연구」, 59(4): 199~228, 한국경제학회.
- 노승철·이희연, 2013, “가구 부문의 에너지 소비량에 영향을 미치는 요인 분석”, 「국토계획」, 48(4): 295~312, 대한국토·도시계획학회.
- 박준용, 2004, 「장단기 천연가스 수요전망」, 한국가스공사.
- 이성로, 2017, “수도권과 지방권 수요예측모형을 통한 전국 도시가스수요전망의 예측력향상”, 「자원·환경경제연구」, 26(4): 519~547, 한국자원·환경경제학회.
- 윤태연·강재성, 2015, “난방방식이 가구의 겨울철 난방비 지출에 미치는 영향 분석 - 도시가스 개별난방과 지역난방 방식을 중심으로”, 「에너지경제연구」, 14(2): 243~272, 에너지경제연구원.
- 이윤재·이현수·박소윤, 2011, “공동주택 거주자의 에너지 사용행태 및 에너지 절약 분석”, 「한국주거학회논문집」, 22(6): 31~42, 한국주거학회.
- 임기추, 2008, 「에너지 절약 정보유형의 가정부문 에너지 소비 영향 분석」, 에너지경제연구원.
- 최문선, 2012, 「분위회귀분석을 통한 가정부문 용도별 에너지소비량 분포 및 특성 분석」, 에너지경제연구원.
- 한치록, 2017, 「패널데이터강의」, 제1판, 서울: 박영사.
- Alberini, A., W. Gans, and D. Velez-Lopez, 2011, “Residential consumption of gas and electricity in the U.S.: the role of prices and income”, *Energy Economics*, 33: 870~881.
- Bernstein, M. A. and Griffin, J., 2005, *Regional differences in price-elasticity of demand for energy*, The Rand Corporation Technical Report, A national laboratory of the U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency & Renewable Energy.
- Breitung, J., 2000, “The local power of some unit root tests for panel data”, *Advances in Econometrics*, 15: Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, ed. B. H. Baltagi, Amsterdam: JAY Press, 161~178.
- Chang, Y., C. S. Kim, J. I. Miller, J. Y. Park, and S. Park, 2014, “Time-varying Long-run Income and Output Elasticities of Electricity Demand with an Application to Korea”, *Energy Economics*, 46: 334~347.
- Chang, Y., C. S. Kim, J. I. Miller, J. Y. Park, and S. Park, 2015, “A New Approach to Modeling the Effects of Temperature Fluctuations on Monthly Electricity Demand”, *Energy Economics*, 60: 206~216.
- Greene, W., 2000, *Econometric Analysis*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Hausman, J. A., 1978, “Specification tests in econometrics”, *Econometrica*, 46(6): 1251~1271.
- Hitchcock, G., 1993, “An integrated framework for energy use and behavior in the domestic sector”, *Energy and Building*, 20: 151~157.
- Im, K. S., Persaran, M. H., and Shin, Y., 2003, “On the Panel Unit Root Tests in Heterogeneous Panels”, *Journal of Econometrics*, 115: 53~74.
- Levin, A., Lin, C. F., and Chu, C. S. J., 2002, “Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties”, *Journal of Econometrics*, 108: 1~24.
- Lutzenhiser, L., 1992, “A cultural model of household energy consumption”, *Energy*, 17(1): 47~60.
- Maddala, G. S., R. P. Trost, H. Li, and F. Joutz, 1997, “Estimation of short-run and long-run elasticities of energy demand from panel data using shrinkage estimators”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 15(1): 90~100.
- Schipper, L., Bartlett, S., Hawk, D. and Vine, E., 1989, “Linking life-style and energy use: a matter of time?”, *Annual review of Energy*, 14: 273~320.
- Woodridge, 2010, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd ed., MIT.

원 고 접 수 일 : 2018년 4월 9일

1차심사완료일 : 2018년 9월 6일

최종원고채택일 : 2018년 9월 27일

〈부록표 1〉 패널 단위근 검정결과: 가구당 도시가스 소비량

검정 구분			통계량	p값	단위근 존재여부
공통 단위근	LLC 검정	상수항 없는 경우	-15.241***	0.000	×
		횡단면 평균을 고려한 경우	-13.843***	0.000	×
		횡단면 평균과 추세를 고려	-57.600***	0.000	×
	Breitung 검정	상수항 없는 경우	-5.679***	0.000	×
		횡단면 평균을 고려한 경우	-9.148***	0.000	×
		횡단면 평균과 추세를 고려	-3.673***	0.000	×
개별 단위근	IPS 검정	횡단면 평균을 고려한 경우	-13.088***	0.000	×
		횡단면 평균과 추세를 고려	-8.416***	0.000	×
	ADF-Fisher 검정	상수항 없는 경우	-30.571***	0.000	×
		횡단면 평균을 고려한 경우	-69.598***	0.000	×
		횡단면 평균과 추세를 고려	-76.009***	0.000	×
	PP-Fisher	상수항 없는 경우	-25.322***	0.000	×
		횡단면 평균을 고려한 경우	-23.343***	0.000	×
		횡단면 평균과 추세를 고려	-18.909***	0.000	×

주 : *, **, *** 는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

〈부록표 2〉 가구당 도시가스 소비량에 영향을 미치는 요인 분석: 패널 고정효과 모형

		종속변수: 가구당 도시가스 소비량							
		고정효과 모형				임의효과 모형			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
소득 요인	1인당 지역내총생산	0.180* (0.095)	0.047 (0.137)	-0.034 (0.364)	0.006 (0.370)	0.130 (0.088)	-0.008 (0.119)	-0.028 (0.094)	-0.021 (0.095)
가격·기온 요인	기온 차이	3.343*** (0.078)	3.352*** (0.078)	3.009*** (0.073)	3.005*** (0.073)	3.311*** (0.078)	3.322*** (0.078)	3.004*** (0.072)	2.997*** (0.073)
	에너지 상대가격		0.207 (0.156)		-0.099 (0.164)		0.251* (0.145)		-0.095 (0.153)
가구·소비 요인	가구원 수			-6.623*** (1.376)	-6.754*** (1.393)			-8.274*** (0.911)	-8.299*** (0.912)
	여성경제활동 참가율			-6.464*** (0.367)	-6.485*** (0.369)			-5.204*** (0.315)	-5.237*** (0.320)
	65세 이상 인구 비율			-1.369*** (0.308)	-1.363*** (0.308)			-1.499*** (0.199)	-1.478*** (0.202)
	대졸 이상 취업자 비율			0.234 (0.365)	0.254 (0.366)			0.568*** (0.133)	0.595*** (0.140)
	1인당 자동차등록대수			-0.682 (0.426)	-0.735* (0.435)			-1.598*** (0.231)	-1.589*** (0.231)
	자연 인구증가율			-0.431*** (0.074)	-0.420*** (0.076)			-0.276*** (0.049)	-0.272*** (0.049)
도시·주택 요인	아파트 비율			0.053 (0.053)	0.042 (0.056)			0.088* (0.047)	0.077 (0.050)
상수항		-8.862*** (0.381)	-9.409*** (0.560)	32.544*** (3.900)	33.315*** (4.104)	-8.604*** (0.372)	-9.338*** (0.565)	32.916*** (2.572)	33.331*** (2.657)
관측개수		2,160							

주 : *, **, *** 는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄.