

## 시계열 자료를 이용한 등유수요함수 추정

정동원 · 황병소\* · 유승훈\*\*

호서대학교 국제지역통상학과, \*서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과  
(2013년 6월 7일 접수, 2013년 8월 20일 수정, 2013년 8월 20일 채택)

### Estimation of kerosene demand function using time series data

Dong-Won Jeong · Byoung-Soh Hwang\* · Seung-Hoon Yoo\*\*

Department of International Commerce, Hoseo University,

\*Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of  
Science & Technology

(Received 7 June 2013, Revised 20 August 2013, Accepted 20 August 2013)

#### 요 약

본 논문에서는 1981년부터 2012년까지의 시계열 자료를 이용하여 등유수요함수를 추정하고자 한다. 등유수요함수는 수용가의 등유 수요행태에 대한 정보를 제공하여 가격과 같은 주요 정책변수의 효과를 사전적으로 진단하는 데, 그리고 수요예측을 하는 데 유용하게 활용된다. 수요함수의 모수에 대한 강건한 추정치를 얻기 위해 최소자승법 추정법 뿐만 아니라 최소절대편차법 및 LMS 추정법을 사용하였다. 단기 가격탄력성 및 소득탄력성은 각각 -0.468 및 0.409로 추정되었으며 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하였다. 단기 가격탄력성은 가격에 비탄력적인 등유수요의 특징을 보여주고 있으며, 단기 소득탄력성 역시 비탄력적으로 추정되어 소득 증감에 따라 등유의 수요가 크게 변화지 않음을 알 수 있다. 반면, 장기 가격탄력성 및 소득탄력성은 각각 -4.560 및 3.990으로 나타나 탄력적임을 알 수 있다.

**주요어** : 수요함수, 등유, 가격탄력성, 소득탄력성, 내생시차변수 모형

**Abstract** - This paper attempts to estimate the kerosene demand function in Korea over the period 1981-2012. As the kerosene demand function provides us information on the pattern of consumer's kerosene consumption, it can be usefully utilized in predicting the impact of policy variables such as kerosene price and forecasting the demand for kerosene. We apply least absolute deviations and least median squares estimation methods as a robust approach to estimating the parameters of the kerosene demand function. The results show that short-run price and income elasticities of the kerosene demand are estimated to be -0.468 and 0.409, respectively. They are statistically significant at the 1% level. The short-run price and income elasticities portray that demand for kerosene is price- and income-inelastic. This implies that the kerosene is indispensable goods to human-being's life, thus the kerosene demand would not be promptly adjusted to responding to price and/or income change. However, long-run price and income elasticities reveal that the demand for kerosene is price- and income-elastic in the long-run.

**Key words** : demand function, kerosene, price elasticity, income elasticity, lagged dependent variable model

<sup>†</sup>To whom corresponding should be addressed.

Department of Energy Policy, Graduate School of Energy &  
Environment, Seoul National University of Science &  
Technology

Tel : 02-970-6802 E-mail : shyoo@seoultech.ac.kr

### 1. 서 론

최근 최대전력이 1년 중 여름철이 아닌 겨울철에 발생하고 있는데, 이는 전기요금은 거의 증가하지 않은 반면, 등유의 가격이 상승함에 따라 난방용 에너지원으로 전력에 대한 소비가 늘어나고 있기 때문이다. 이러한 원인으로 등유의 소비감소가 큰 폭으로 하락하고 있다. 1981년 7,853천 Bbl이었던 등유소비는 외환위기 직후인 1997년 85,025천 Bbl로 큰 폭으로 증가하였으나 이후 감소하기 시작하여 2012년에는 1997년 대비 약 70% 감소한 25,430천 Bbl에 이른 것으로 나타났다. 우리나라의 경우 IMF 외환위기 이후 심야전력을 난방용으로 이용하는 사례가 늘면서 전력의 등유대체 현상이 매우 활발하기 때문이다.

등유의 주 소비층이 저소득계층과 농어민 그리고 중소도시의 가구 및 대도시의 저소득계층이기 때문에 등유수요함수 추정을 통해 가격탄력성을 분석하여, 가격탄력성이 어떠한지에 따라 가격을 수단으로 한 수요관리정책의 실효성을 예단할 필요성이 존재한다. 또한 장기적으로 등유수급계획을 수립하는데 있어 필수적인 수요예측을 위해서도 수요함수의 추정은 중요하게 요구된다.

본 논문은 등유수요함수를 추정함으로써 우리나라 등유수요의 장단기 가격 및 소득 탄력성을 추정하고자 한다. 등유에 대한 수요함수는 등유를 주로 이용하는 소비자의 등유 수요 행태에 대한 정보를 제공하여 가격과 같은 주요 정책변수의 효과를 사전적으로 진단하는 데, 그리고 수요예측을 하는 데 유용하게 활용될 수 있다. 등유수요의 소득탄력성은 가구에서 소득이 증가할 경우 등유수요의 변화량을 정량적으로

분석하는 데 활용될 수 있다.

본 논문에서는 1981년부터 2012년 동안의 등유소비량과 가격, 국내총생산을 활용하여 등유수요함수를 추정한다. 본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 제2절은 등유수요함수에 대한 선행연구들을 고찰한 후 제3절에서는 수요함수의 추정모형에 대해 설명하고 제4절은 주요 분석결과를 제시한다. 그리고 마지막 제5절은 연구 결과를 요약하고 시사점을 도출한다.

### 2. 선행연구

에너지와 관련하여 수요함수를 추정한 연구사례는 많이 있지만 등유수요함수를 추정한 연구 사례는 많지 않다. 국내외 논문을 검색한 결과 국내에서는 등유수요함수에 관한 연구가 거의 진행되지 않았으나 국외에서는 일부 개도국과 유럽국가들을 대상으로 등유 수요함수 추정 연구사례가 있다. Table 1에 4개의 연구결과를 요약하여 제시하였다.

Rajindar et al.(1999)은 1957년부터 1992년까지의 시계열 자료를 이용하여 인도네시아의 등유수요에 대한 장단기 가격탄력성 및 소득탄력성을 추정하였다. 추정결과 가격탄력성은 음수로 소득탄력성은 양수로 나타나 인도네시아에서 등유는 수요 법칙이 성립한다. 등유수요는 가격변화에도 비탄력적으로 나타나 등유가 필수재적 성격을 가지고 있음을 알 수 있다. Pitt(1985)의 경우 1978년 인도네시아를 대상으로 한 설문조사 자료를 이용하여 등유수요의 장기 가격탄력성 및 소득탄력성을 추정하여 장기 가격탄력성은 탄력적이라는 사실을 밝혀냈다.

Table 1. The empirical results of the kerosene demand function

Sources	Country/Periods	Price elasticities	Income elasticities
Rajindar et al. (1999)	Indonesia/ 1957~1992	short-run : -0.063 long-run : -0.170	short-run : 0.292 long-run : 0.787
Pitt(1985)	Indonesia/ survey 1978	long-run : -1.027	long-run : 0.450
Pindyck(1979)	Brazil and Mexico/ 1954~1974 and 1960~1974	short-run : -0.129 long-run : -0.200	short-run : 0.100 long-run : 0.150
Kennedy(1974)	12 European Countries/ (1962~1972)	-	short-run : -0.207 long-run : -2.000

반면, Pindyck(1979)는 시계열 자료를 이용하여 각 브라질과 멕시코에 대한 등유수요가격 탄력성을 구하였으나, 장기 가격탄력성의 경우 부호가 양수로 나타나 브라질과 멕시코에서는 수요 법칙이 성립하지 않고 있음을 밝혀내었다. 또한 Kennedy(1974)는 12개 유럽국가를 대상으로 등유 수요의 가격 및 소득탄력성을 추정하였는데 유럽국가에서는 등유가 열등재임을 밝혀냈다.

### 3. 수요함수의 추정모형

회귀모형은 설명변수의 변화가 종속변수에 미치는 영향이 동시적, 즉각적으로 나타나는 관계를 분석하는 구조라는 의미에서 정태적 모형이라 할 수 있다. 그러나 실제로 종속변수의 변동이 독립변수의 변화에 대해 즉각적으로 나타나지 않고, 일정한 시차를 가지는 경우가 많이 있다. 이와 같이 독립변수의 변동에 대해 종속변수가 즉각적으로 반응하지 않고 일정한 시차를 두고 변동하는 경우를 분석하기 위해 독립변수의 과거값을 설명변수로 포함하는 회귀모형이 사용된다. 특히 시계열 자료에 대한 회귀분석에서는 독립변수 또는 종속변수의 시차변수를 설명변수로 포함하는 경우가 많다. 이 경우 바로 전기의 수요뿐만 아니라 그 이전으로부터의 수요를 등을 고려하는 것이 더 현실적인 인과관계 모형이라 할 수 있다.

여기에서는 불안정한 시계열 자료를 안정적 시계열자료로 모형화하기 위하여 내생시차변수 모형을 이용한다. 내생시차변수 모형을 이용하게 되면 장단기 가격탄력성 및 소득탄력성을 구할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

등유수요는 각 가구의 경제적 여건 및 환경적 상황에 영향을 받는다. 등유 수요함수를 추정함에 있어 다음과 같은 모델을 설정하였다.

$$Q = f(P, Y, Q_{t-1}) \tag{1}$$

이때  $Q$ 는 연간 등유 소비량,  $P$ 는 등유의 소비자물가지수,  $Y$ 은 국내총생산,  $Q_{t-1}$ 은 전년도 등유 소비량을 의미한다.

$$\ln Q_t = a_0 + a_1 \ln P_t + a_2 \ln Y_t + a_3 \ln Q_{t-1} + \varepsilon_t \tag{2}$$

여기서  $a_0, a_1, a_2, a_3$ 는 추정해야 할 모수이며  $\varepsilon_t$ 는 오차항이다. 탄력성 추정의 편의성을 고려하여 좌변과 우변의 변수들에 자연로그를 취한 값을 적용한다. 이때 등유수요에 대한 단기 가격탄력성 및 소득탄력성은  $a_1$ 과  $a_2$ 가 되며, 수요에 대한 장기 가격탄력성과 소득탄력성은  $\frac{a_1}{1-a_3}$ 과  $\frac{a_2}{1-a_3}$ 가 된다.

## 4. 분석결과

### 4-1. 수요함수 추정결과

수요함수의 추정에는 흔히 최소자승법(OLS, Ordinary Least Square)과 같은 모수적인 기법이 사용된다. OLS 추정결과는 Table 2의 2번째 열에 제시되어 있다. 여기서  $t$ -값은 White(1980)가 제안한 이분산-일치적(heteroscedasticity-consistent) 분산행렬 공식을 이용하여 추정하였다. 이것은 오차항에 존재할지도 모르는 이분산성의 영향을 처리하기 위해서이다. 시계열 자료를 사용할 때는 자기상관(autocorrelation)에 대한 검정이 필요하다. 본 연구는 시차변수를 이용하였기 때문에 DW-통계량 대신 Durbins's h 통계량을 제시한다. 검정결과 검정통계량은 -1.186으로 p-값은 0.236이므로 자기상관이 없다는 귀무가설이 기각되지 않는다.

또한 수요함수의 추정에 있어서 중요하지만 고려되지 않은 변수가 있을 수 있다. 이를 통계적 용어로 누락변수(omitted variable bias)라 하며, 이에 대해 검정할 필요가 있다. 이를 위해, 본 연구에서는 Ramsey(1969)가 제안한 RESET(regression specification error test)-정형검정을 적용하고자 한다. 이 검정은 적용하기가 비교적 간단하면서 누락변수편의 존재 여부에 대해 판단할 수 있는 장점을 가지고 있다. RESET-검정법은 추정식에서의 적합치의 제곱값을 새로운 설명변수로 추가한 회귀분석 결과에서 이 설명변수의 통계적 유의성 여부를 따짐으로써 누락변수편의를 체크하는 방법이다. 검정결과 검정통계량은 0.189로 이에 대한 p-값은 0.914이므로 누락변수편의가 없다는 귀무가설이 기각되지 않는다. 즉 본 연구에서 사용된 모형에는 누락변수편의로 대표되는 정형오류가 있다는 증거를 찾을 수 없다. 따라서 본 연구의 주된 결과를 이끌어내는 추정모형은 정형검정을 통과하는 것으로 결론을 내릴 수 있다. 그리

**Table 2.** Estimation results for kerosene demand function

Variables	OLS	LAD	LMS
Constant	-3.899 (-3.53)**	-3.150 (-1.58)	-3.525 (-3.64)**
$\ln P_g$	-0.412 (-5.74)**	-0.406 (-3.30)**	-0.468 (-8.33)**
$\ln Y$	0.442 (3.83)**	0.391 (2.02)*	0.409 (4.51)**
$\ln Q_{t-1}$	0.864 (15.86)**	0.866 (11.60)**	0.897 (23.59)**
$R^2$	0.978	0.978	0.975
$F$ -통계량 ( $p$ -값)	408.248 (0.000)**	-	-
RESET-통계량 ( $p$ -값)	0.189 (0.914)	-	-
Durbin's h ( $p$ -값)	-1.186 (0.236)	-	-
Sample size	31		

Note : \*\* and \* indicate statistical significance at the 5% and 10% levels, respectively.

OLS : Ordinary Least Square, LAD : Least Absolute Deviations, LMS : Least Median Squares

**Table 3.** Estimation result of the elasticities of kerosene demand

	Short-run	Long-run
price	-0.468 (-8.33)#	-4.560 (-3.02)#
income	0.409 (4.51)#	3.990 (3.98)#

Note: # indicates statistical significance at the 1% level.

고  $F$ -통계량으로 판단하건데 추정계수가 모두 0이라는 귀무가설은 기각되어 추정식은 통계적으로 유의하다.

등유소비에 대한 OLS 추정결과를 살펴보면 모든 추정계수가 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그러나 OLS 추정법은 대체적인 경향에서 크게 벗어난 특이치가 표본 내에 포함되어 있다면 이것이 추정보정에서 부정적인 영향을 미쳐 OLS의 추정결과는 자료의 중시경향(central tendency)을 제대로 포착하지 못할 수 있다. 따라서 OLS 대신에 특이치의 영향에 대해 강건한 추정법을 적용하는 것

도 한 가지 좋은 방안이다.

이러한 문제의식 하에서, 본 연구에서는 특이치의 영향에 대해 강건한 것으로 널리 알려진 추정법인 LAD 추정법을 적용한다.<sup>1)</sup> LAD 추정법은 라플라스(Laplace, L1) 회귀 또는 중앙값(median) 회귀로 알려져 있으며 코시(Cauchy) 스튜던트 t(Student's t)와 같은 많은 다른 꼬리가 두터운 분포에 대해 OLS(L2)보다 우수하다. LAD 추정법은 결과적으로 준모수적 추정법이 되며 비정규성과 알려지지 않은 형태의 이분산성을 가지는 오차항 모형설정에 대해 일차적이고 점근적으로 정규분포를 따른다. LAD 추정법은 OLS 추정치와 달리 실플렉스 알고리즘(simplex algorithm)을 이용하여 계산된다. 아울러 LAD 추정법 못지 않게 강건한 추정법으로 알려진 LMS 추정법(Rousseeuw, 1984)도 함께 적용한다. LAD 및 LMS 추정결과 역시 모든 추정계수가 1%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 특히 가격변수와 소득변수는 등유수요 수준에 각각 음(-)과 양(+의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

1) 최소절대편차법의 적용방법 및 여러 통계적 성격에 대해서는 Bassett and Koenker(1978), Yoo(2001) 등을 참고 할 수 있다.

4.2. 등유 수요의 가격 및 소득 탄력성 추정

본 논문에서 가장 중요한 목적은 추정된 등유 수요함수로부터 장단기 가격탄력성 및 소득탄력성에 대한 정보를 얻는 것이다. 등유소비에 대한 장단기 가격탄력성과 소득탄력성 추정결과는 Table 3에 제시되어 있다. 등유수요의 단기 가격탄력성은 -0.468로 추정되어 가격탄력성은 예상대로 음수로 추정되어 수요곡선이 우하향한다는 수요법칙을 잘 보여주고 있다. 그러나 장기 가격탄력성의 경우 절대값의 크기가 1보다 커 가격변동에 민감하게 반응하고 있는 것으로 나타났다.

단기 소득탄력성은 0.409로 추정되었고 부호와 크기를 살펴볼 때 등유는 정상재이며 소득 변화에 대해 비탄력적임을 알 수 있다. 반면 장기 소득탄력성은 3.990으로 추정되어 절대값이 1보다 커 소득 변동에 민감하게 반응한다는 점을 알 수 있다. 이는 소비자들의 소득이 증가하면 등유의 소비량이 증가함을 의미한다.

5. 결론 및 시사점

우리나라는 부존자원이 빈약하여 대부분의 에너지를 해외로부터의 수입에 의존하고 있다. 주로 난방용 연료로 사용되는 등유의 수요관리 및 공급을 위한 적절한 투자 등 합리적인 정책을 수립, 시행하기 위해서는 등유수요함수에 대한 정확하고 객관적인 정보가 필요하다. 본 논문에서는 우리나라 등유수요의 장단기 가격 및 소득탄력성을 추정하였다.

등유수요의 단기 가격탄력성과 소득탄력성은 각각 -0.468, 0.409로 추정되었다. 이는 등유가 생존을 위한 필수적인 재화이므로 등유의 가격이 변동된다고 해서 급격하게 등유의 수요를 조정하기 어려우며, 소득이 변동된다고 해서 빠르게 수요를 조정하는 것이 쉽지 않음을 시사한다. 반면, 등유수요의 장기 가격탄력성과 소득탄력성은 각각 -4.560과 3.990으로 나타나 절대값 1보다 커 탄력적으로 추정되었다. 이는 가격이 상승 또는 하락할 경우 소비자들이 등유소비에 민감하게 반응함을 의미하며 또한 소비자들의 소득이 증가 또는 감소될 경우 등유의 수요가 더 크게 변화될 수 있다는 것을 의미한다.

일반적으로 난방용 에너지원으로서 등유는 소득이 증가하면 증가할수록 소비자들은 등유의 소비보다는 도시가스를 많이 사용하기 때문에 열등재라는 인식이

강하지만 연구결과 장기 소득탄력성이 탄력적으로 나타나 정상재임을 알 수 있다. 또한 장기 가격탄력성 역시 탄력적으로 나타나 가격정책의 실효성을 거두기 위해서는 단기 정책보다는 장기 정책에 초점을 둘 필요성이 제기된다. 이를 위해서는 등유수요에 대한 가격 탄력성의 정확한 추정을 위해 등유 수요함수 추정이 좀 더 엄밀하게 이루어질 필요가 있다. 또한 난방용 에너지원인 등유와 도시가스에 대한 수요함수를 비교·분석한다면 좀 더 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Bassett, G., Koenker, R., Asymptotic Theory of Least Absolute Error Regression, Journal of the American Statistical Association, 1978, 73(363), pp.618~622.
2. Kennedy, M., An economist model of the world oil market, The Bell Journal of Economics and Management, 1974, 5(4), pp.540~577.
3. Pindyck, R. S., The structure of world energy demand, The MIT Press, Cambridge, MA, 1979.
4. Pitt, M. M., Equity, externalities and energy subsidies: the case of kerosene in Indonesia, Journal of Development Economics, 1995, 17(3), pp.201~217.
5. Rajindar, K. K., Manjulica, K., Roy, G. Boyd, Hasan, R., Demand for kerosene in developing countries: A case of Indonesia, Journal of Asian Economics, 1999, 10(2), pp.329~336.
6. Ramsey, J. B., Test for specification errors in classical linear least squares regression analysis, Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 1969, 31(2), pp.350~371.
7. Rousseeuw, P. J., Least median squares regression, Journal of the American Statistical Association, 1984, 79(388), pp.871~880.
8. White, H., A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity, Econometrica, 1980, 48(4), pp.817~838.
9. Yoo, S. H., A robust estimation of hedonic price model: Least absolute deviations estimation, Applied Economics Letter, 2001, 8(1), pp.55~58.