



국내 수송용 석유제품 판매가격에 대한 소비의 비대칭적 반응 분석¹⁾

신 동 현 에너지경제연구원 부연구위원 (dhshin@keei.re.kr)

1. 서론

기후변화 대응과 미세먼지와 같은 환경오염 문제 해결로 인해 수송 부문 에너지관리의 중요성이 최근 크게 높아지고 있다. 이 때문에, 휘발유, 경유 등의 상대가격을 조정하는 세제개편, 탄소세 또는 환경세 부과 등과 같은 가격정책에 대한 논의가 진행되고 있다. 이러한 가격정책은 수송 부문의 연료 가격 간 상대가격 변화를 일으켜 어떤 연료의 가격은 상승하고, 다른 연료의 가격은 하락하는 결과를 가져오게 될 것이다.

수송 부문에서 사용하고 있는 연료 중에서 휘발유와 경유가 차지하는 비중은 95% 이상이며 휘발유와 경유는 사용 목적도 확연하게 구분된다. 비록 2000년대 중반부터 SUV와 같은 개인용 경유차가 증가하였지만, 경유 소비의 2/3가 사업용으로 이용되고 있다. 반면, 휘발유 소비는 대부분 비사업용으로 개인에 의해 이용되고 있다. 이러한 용도 차이는 소비에 대한 가격변화 효과를 다르게 할 수도 있다. 휘발유와 경유의 소비의 목적이 달라, 소비 행태의 차이로 이어진다는 연구는 최

근 들어 일부 진행되고 있는데 정준환·이지연(2012), 신동현·조하현(2015) 등을 들 수 있다.

본 연구는 용도 차이와 함께, 소비자가 휘발유와 경유 소비를 가격변화의 정도에 따라 다르게 소비할 수 있음에 중점을 두고 분석을 진행하였다. 가정에서 저장 이 거의 불가능한 전력과는 다르게, 수송용 휘발유와 경유는 자동차에 저장할 수 있다. 더욱이, 최근 자동차의 기술적 연비가 향상됨에 따라 물리적 저장공간의 크기는 같더라도 예전보다 실질적 저장능력은 향상했다고 볼 수 있어 저장공간의 활용도가 증가하였다. 따라서 소비자는 가격 상승과 가격 하락에 대해 보다 유연하게 대응할 수 있어 효용을 극대화할 수 있다. 이러한 소비행위의 유연성은 연료 가격의 상승과 하락 시 휘발유와 경유 소비에 대한 영향을 비대칭적으로 발생시킬 수도 있다. Coglianece et al.(2015)에서도 소비자가 휘발유 가격변화 정보에 근거하여 휘발유의 구매시기와 구매량을 조정한다는 분석결과를 제시하고 있다.

본 연구는 수송용으로 이용되는 휘발유·경유 소비와 휘발유·경유의 판매가격 간 비선형 관계가 존재하

1) 본고는 신동현, “국내 수송 부문 에너지 소비 변동성 구조변화 분석: 인구 구조변화와 비대칭적 가격효과를 중심으로,” 기본연구보고서, 에너지경제연구원(2017)의 일부 내용을 요약한 것임.



는지 분석하고, 수요관리와 환경오염 문제 대응을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 여기서 언급한 비선형 관계는 가격변화의 임계수준을 기준으로 임계수준 이상의 가격변화와 임계수준 이하의 가격변화가 휘발유·경유 소비 변화에 미치는 효과가 다르다는 것으로 정의한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 분석자료를 정리하고, 3절에서는 분석방법을 설명한다. 4절에서는 실증 분석결과를 논의하고, 마지막으로 시사점을 정리한다.

2. 분석자료

국내 휘발유·경유 소비와 판매가격 간 비선형 관계는 1997년부터 2016년까지의 월별 자료를 이용하여 분석을 진행하였다. 월별 자료를 이용한 이유는 크게 두 가지이다. 첫째, 분기별 또는 연도별 자료처럼 자료의 빈도(frequency)를 줄이면 가격변화가 휘발유·경유 소비에 미치는 효과가 작아지기 때문이다. 둘째, 소비자가 판매가격 변화에 대응하여 휘발유와 경유 소비를 비대칭적으로 소비하는 행위가 단기적으로 이루어진다고 보는 것이 타당하기 때문이다. 왜냐하면, 자동차라는 물리적 저장 공간이 있더라도 용량의 한계로 장기적으로 소비할 수 있는 많은 양의 휘발유·경유를 비축할 수 없기 때문이다. 그러므로 휘발유·경유의 판매가격 변화도 단기적 상승과 하락이 소비에 영향을 줄 정도로 유의하게 나타난다고 보는 것이 타당하다.

분석모형에 고려되는 주요변수는 휘발유·경유 소비, 휘발유·경유의 주유소 판매가격이다. 또한, 소득변수로 월별 산업생산지수를 이용하였다. 산업활동과 관련이 깊은 경유 소비는 산업생산지수를 소득의 대리변수로 이용하는 것에 문제가 없을 것이다. 반면, 개인용 목적으로 주로 활용되는 휘발유 소비에 있어 소득의 대리변수로 산업생산지수를 이용하는 것은 타당하지 않을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 사전적으로 휘발유 소비에 대한 소득의 대리변수로 분기별 GDP를 보간법에 의해 바꾼 월별 GDP, 월별 가계지출 등도 검토한 바 있다. 그 결과, 보간법으로 도출한 월별 GDP를 이용하는 경우에도 산업생산지수를 이용한 본 연구의 분석결과와 큰 차이를 보이지 않았다.

또한, 통계청에서 제공하는 월별 가계지출은 2005년부터 자료를 구할 수 있어 분석기간이 다소 짧아지지만, 같은 표본기간에 대해서 분석결과는 크게 다르지 않았다. 이런 점들을 고려할 때, 휘발유 소비에 대해서도 소득의 대리변수를 산업생산지수로 이용하여도 문제가 없을 것으로 판단하였다.

〈표 1〉은 국내 휘발유·경유 소비에 대한 비대칭적 가격효과를 분석하는데 이용된 자료를 정리한 것이다. 휘발유와 경유의 판매가격은 주유소 판매가격을 소비자물가지수로 나눈 실질가격이다.²⁾

〔그림 1〕은 1997년 1월부터 2016년 12월까지 국내 휘발유·경유 소비와 판매가격의 추이를 나타낸 것이다. 휘발유·경유 소비는 1997년 외환위기를 겪으면서 매우 감소하였다가, 다시 증가하는 추세를 가진다. 또

2) 휘발유·경유 소비에 대한 모형 분석 시, 자동차의 등록대수, 연비 등의 설명변수를 추가하면 분석결과와 정확성을 더욱 높일 수 있을 것이다(Baltagi and Griffin, 1983). 그러나 용도별·연료별 자동차 등록대수에 관한 월별자료를 표본기간 동안 일관적으로 얻는 것이 어렵다. 그리고 연비에 관한 자료는 기술적 연비가 아닌 실질 연비를 이용하는 것이 바람직하나, 실질 연비에 대한 자료는 존재하지 않는다. 실질 연비를 휘발유·경유 소비, 주행거리로부터 계산할 수 있으나 월별 주행거리에 관한 자료가 존재하지 않으므로 월별자료를 얻을 수 없다. 이런 상황과 함께 본 연구의 표본빈도가 월별이므로 자동차 구매와 교체 등의 장기적 관점에서 나타나는 등록대수 및 연비의 변화를 고려하지 않더라도 분석결과와 정확성에 심각한 문제가 없을 것으로 예상할 수 있다.



〈표 1〉 국내 휘발유·경유 소비 관련 월별 자료 요약

기호	자료	단위	출처	표본기간
E_t^g	휘발유 소비	천Bbl	한국석유공사 (PETRONET)	1997.1~2016.12
P_t^g	휘발유 가격 (소비자 판매가격, 실질가격)	원/ℓ		
E_t^d	경유 소비	천Bbl		
P_t^d	경유 판매가격 (소비자 판매가격, 실질가격)	원/ℓ		
Y_t	산업생산지수	-	한국은행 (ECOS)	

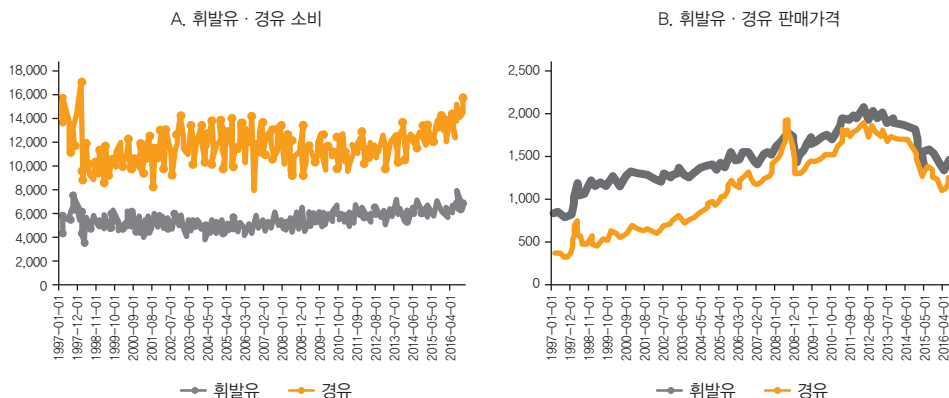
자료: PETRONET: <http://www.petronet.co.kr/>, ECOS: <http://ecos.bok.or.kr>

한, 휘발유 소비보다 경유 소비는 상대적으로 변동성이 더 크며, 더 큰 월별 주기성을 보인다. 휘발유와 경유 소비는 2000년대 들어 증가율이 지속해서 하락하였으나 2014년 하반기 판매가격 하락과 여가활동 증가 등의 이유로 2015년부터 다시 상승하고 있다.

[그림 1]에서 휘발유·경유 판매가격은 국제 유가 변

화와 밀접한데, 2000년대 들어 지속해서 상승하다가 2008년 세계 금융위기와 경기침체로 인한 유가 하락으로 일시적으로 감소한다. 이후 국제 유가는 증가세를 보이다가 2014년에 국제 유가가 다시 크게 하락함으로써 휘발유·경유의 국내 판매가격도 하락하여 현재의 수준을 유지하고 있다. 또한, 2000년대 초반 유류세

[그림 1] 월별 국내 휘발유·경유 소비와 판매가격



자료: PETRONET: <http://www.petronet.co.kr/>



조정으로 휘발유 가격과 경유 가격 간 격차가 이전보다 줄어든 것을 확인할 수 있다.

3. 분석방법

본 연구에서 연료 가격변화에 따라 휘발유·경유 소비가 다르게 반응하는지 분석하기 위해서 신동현·조하현(2016)의 부분조정 모형을 일반화시킨다. 이를 식으로 표현하면 다음 식 (1)과 같다.³⁾

여기서, E^j 는 j연료의 소비량, P^j 는 j연료의 가격,

$$\begin{aligned} \Delta \ln E_t^j = & \alpha^j + \rho^j \Delta \ln E_{t-1}^j + \beta^j \Delta \ln P_t^j \cdot I[\Delta \ln P_t^j > \gamma^j], \\ & + \beta'^j \Delta \ln P_t^j \cdot I[\Delta \ln P_t^j \leq \gamma^j] \\ & + \theta^j \Delta \ln Y_t + \delta^j \Delta \ln P_t^l + \epsilon_t^j \end{aligned} \quad (1)$$

P^l 은 j연료의 대체연료 가격, Y 는 소득이며, 위첨자 j는 휘발유(g)와 경유(d)를 의미한다. ϵ^j 는 평균이 0이고 유한한 분산을 가지는 오차항(Error Term)이다. 또한, $I[\cdot]$ 는 $[\cdot]$ 안의 명제가 참이면 1, 그렇지 않으면 0인 지시함수(Indicator Function)이다. 식(1)은 신동현·조하현(2016)의 가격변화를 0에서 γ 로 일반화한 것이다.⁴⁾

식(1)은 일정수준(γ^j) 기준 휘발유·경유의 판매가격 상승과 하락 시 휘발유·경유 소비 변화가 비대칭적으

로 나타날 수 있음을 허용한다. 즉, $\beta^j \neq \beta'^j$ 일 수 있다. 여기서 비대칭적 가격효과가 나타나는 가격변화의 임계치 γ 가 반드시 0이라고 볼 수 없으므로, γ 를 임의의 값을 가질 수 있도록 하고, 통계적 방법으로 추정하는 것이 더 정확할 것이다.

식(1)에서 γ^j 의 크기는 휘발유와 경유의 판매가격 변화의 실제 분포 [그림 2]를 고려하여 다음과 같이 각각 11개를 고려하였다.⁵⁾

$$\begin{aligned} \gamma^g = & -0.05, -0.04, \dots, 0.04, 0.05 \\ \gamma^d = & -0.10, -0.08, \dots, 0.08, 0.10 \end{aligned} \quad (2)$$

[그림 2]에서 알 수 있듯이, 휘발유와 경유 가격변화는 평균인 0을 중심으로 비교적 대칭적인 분포를 보인다. 휘발유 가격변화는 최대값이 0.13, 최소값이 -0.13, 표준편차는 0.03이며, 경유 가격변화는 최대값

은 0.31, 최소값은 -0.22, 표준편차는 0.04이다. 극단적인 가격변화를 고려하여 휘발유 가격변화의 임계치의 0.05, 휘발유 가격변화는 0.10으로 하고, 모형 추정을 위한 표본수 확보를 고려하여 임계치 범위의 구간은 휘

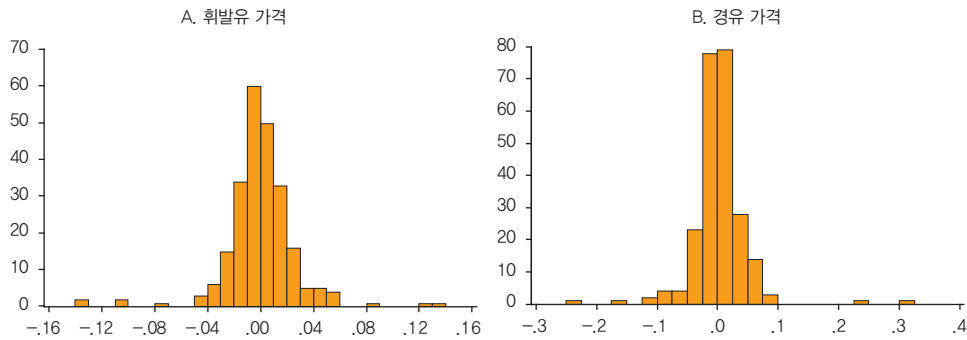
3) 1차 로그차분한 분석자료는 정상성을 만족하고, 장기적 균형관계(cointegration)는 없는 것을 확인하였다.

4) 즉, 이번 식(1)은 신동현·조하현(2016)과 일치한다.

5) 가격변화 설정의 객관성을 높이기 위해 휘발유와 경유의 판매가격 변화를 최대 61개까지 고려하였으나 분석결과와 정확성에는 큰 이득이 없으며 분석과정만 복잡해지는 것을 확인하였다.



[그림 2] 국내 휘발유 가격과 경유 가격 변화 분포



주: 휘발유와 경유 가격은 주유소 판매가격을 소비자물가지수로 나눈 실질가격이며, 1차 로그 차분을 통해 월별 변화율로 나타낸 것이다. 표본 기간은 1997년 1월부터 2016년 12월이다.

발유는 0.01, 경유는 0.02로 식(2)와 같이 하였다. 에 따라 다음 식(3)처럼 각각 11개의 모형으로 나타낼
식(2)처럼 휘발유와 경유 소비 모형은 임계치의 크기 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \Delta \ln E_t^j &= \alpha_1^j + \rho_1^j \Delta \ln E_{t-1}^j + \beta_1^j \Delta \ln P_t^j \cdot I[\Delta \ln P_t^j > \gamma_1^j] \\
 &\quad + \beta_1'^j \Delta \ln P_t^j \cdot I[\Delta \ln P_t^j \leq \gamma_1^j] \\
 &\quad + \theta_1^j \Delta \ln Y_t + \delta_1^j \Delta \ln P_t^l + \epsilon_{1,t}^j \\
 &\vdots \\
 \Delta \ln E_t^j &= \alpha_{11}^j + \rho_{11}^j \Delta \ln E_{t-1}^j + \beta_{11}^j \Delta \ln P_t^j \cdot I[\Delta \ln P_t^j > \gamma_{11}^j] \\
 &\quad + \beta_{11}'^j
 \end{aligned} \tag{3}$$

식(3)에 나타난 11개의 모형 중에서 설명력이 가장 높은 하나의 모형을 선택할 수 있다. 선택된 모형에 추정된 결과를 이용하여, 국내 휘발유·경유 소비에 대한 가격효과의 비대칭성 유무와 가격효과의 비대칭성을 결정하는 가격변화의 임계치 등을 분석할 수 있을 것이다.

하나의 모형을 선택하는 방법의 대안으로 11개의 모형을 중요도에 따라 가중 평균 또는 결합하는 방법도

생각해볼 수 있다. 휘발유와 경유 소비에 대한 11개 모형의 중요도를 가중치 w_m^j 라고 정의하면 모형평균방법에 의한 휘발유·경유 소비모형의 추정량 $\hat{\beta}^j$ 는 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

식(4)에서 하첨자 $m(=1, 2, \dots, 11)$ 은 가격변화 임계치 크기에 따라 구분되는 11개의 개별 모형들을 의미하며, $\hat{\cdot}_m$ 은 m 모형의 추정량이 된다. 모형평균방법



$$\tilde{\mathbb{B}}^j = \left[\begin{array}{cccc} \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{a}_m^j & \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{\rho}_{m,i}^j & \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{\beta}_m^j & \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{\beta}_m^j \\ \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{\lambda}_m^j & \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{\delta}_m^j & \sum_{k=1}^{11} \tilde{w}_m^j \hat{\gamma}_m^j & \end{array} \right] \quad (4)$$

을 모형선택방법의 대안으로 고려한 이유는 휘발유·경유 소비 변화에 비대칭적 가격효과를 가지는 임계효과에 대한 주관적 가정을 완화하여 분석결과의 객관성과 정확성을 더 높이기 위함이다.

비록 본 연구에서 식(1) 또는 식(3)과 같이 가격변화의 임계치가 0이라는 사전 제약을 일반화하기는 하였으나 가격변화의 임계치 전체 범위와 구간 크기에 대한 사전 가정은 여전히 존재한다. 따라서 11개 모형 중에서 하나의 모형을 선택하는 것과 함께, 11개 모형의 모든 정보를 중요도에 따라 차등적으로 활용하는 것이 사전 가정의 주관성을 개선하는 방법이 될 수 있을 것이다.

실제로 2000년 중반부터 하나의 모형을 선택하는 것

보다 복수의 모형을 결합하는 모형평균방법의 설명력과 예측력이 더 뛰어나다는 결과를 보여주는 연구들이 계속하여 진행되고 있다(Stock and Watson, 2006; Hansen, 2007, 2008; Hansen and Racine, 2012).

모형평균방법에서 개별 모형들을 어떻게 결합할 것 인지를 결정하는 가중치 w_m^j 의 결정은 여러 가지 방법들로 결정될 수 있다. 본 연구에서는 개별 모형들의 설명력과 적합도를 나타내는 MSE(Mean Squares of Error), AIC(Akaike Information Criterion, Akaike, 1974) 등을 활용하여 가중치를 결정하였다.⁶⁾ 먼저 MSE를 이용한 가중치 $w_m^{j,mse}$ 는 다음과 같다(Stock and Watson, 2004).

$$w_m^{j,mse} = \frac{1/MSE_m}{\sum_{m=1}^{11} 1/MSE_m} \quad (5)$$

식(5)와 같이 가중치를 결정하면, 설명력이 높아 MSE가 낮은 모형의 가중치는 상대적으로 커지게 된다. MSE를 이용한 모형평균방법의 가중치 결정은 개별 모형들의 설명력 차이가 크지 않다면, 단순 평균방법으로 수렴하게 된다. 그럼에도 개별 모형 간의 설명력이 완전히 같지 않기 때문에, 가중치에 차이를 부여하는 방법으로 MSE의 값이 아니라 순위(Rank)를 이용하여 가중치를 결정하는 방법도 고려하였다(Aiolfi

and Timmermann, 2006). 즉, 11개의 모형 중에서 가장 설명력이 높은 모형의 MSE 순위에 의한 가중치는 $11/\sum_{i=1}^{11} i$ 이 된다.

가중치를 결정하는 마지막 방법으로 모형의 적합도를 나타내는 AIC를 지수 평균(Exponential Average)하는 방법을 고려하였다(Buckland et al., 1997). 이를 식으로 표현하면 다음 식(6)과 같이 가중치 $w_m^{j,AIC}$ 를 계산할 수 있다.

6) SIC(Schwarz Information Criterion)가 아닌 AIC를 고려한 이유는 개별 모형의 독립변수의 수가 같기 때문이다.



$$w_m^{AIC} = \frac{\exp(-AIC_m/2)}{\sum_{m=1}^M \exp(-AIC_m/2)} \quad (6)$$

4. 분석결과⁷⁾

가. 휘발유 소비와 판매가격 간 비선형 관계

〈표 2〉는 모형평균방법에 의해 11개의 모형을 결합하여 휘발유 소비모형의 회귀계수, 임계치 등을 계산한 것이다. 임계치를 0으로 하는 경우(모형 6)에 비해서 MSE 순위에 의하여 모형들을 결합하는 경우, 휘발유 가격 하락 시 휘발유 소비 변화가 가격이 상승하는 경우보다 상대적으로 더 큰 것을 확인할 수 있다. 반면, MSE 순위에 의한 모형평균방법에 따르면 휘발유 가격

하락 시, 휘발유 소비 변화는 다른 모형들과 비교하여 상대적으로 작은 것을 확인할 수 있다.

단순평균, MSE, AIC에 근거한 모형평균방법의 결과는 매우 유사한 것으로 나타났는데, 이는 11개 개별 모형 중에서 설명력이 상대적으로 매우 높거나 낮은 모형이 존재하지 않기 때문이다. 즉, 11개 모형의 설명력의 편차가 크지 않아서 발생하는 결과이다. 그럼에도 불구하고, 모형에 사용된 변수들이 로그 차분한 값을 고려할 때, 아주 작은 편차임에도 11개 모형의 설명력이 같다고 단정할 수 없다.⁸⁾

〈표 2〉에서 휘발유 가격변화에 대한 추정치가 1에

〈표 2〉 휘발유 소비모형의 모형평균방법 추정결과

모형	γ_m	추정치					
		$P_g > \gamma_m$	$P_g \leq \gamma_m$	Y	P_d	$E_{g,t-1}$	상수항
6	0.00%	-0.994	-1.156	0.176	-0.223	-0.365	0.000
단순 평균	0.00%	-0.965	-1.161	0.177	-0.227	-0.364	0.001
MSE	-0.01%	-0.965	-1.161	0.177	-0.227	-0.364	0.001
MSE rank	-0.77%	-1.004	-1.144	0.175	-0.223	-0.365	0.001
AIC	0.00%	-0.965	-1.161	0.177	-0.227	-0.364	0.001

근접한다는 점을 고려하면 연료가격 상승과 하락을 일으키는 외생적 충격은 휘발유 소비에 유의한 영향을 준다고 볼 수 있다. 단, 가격 하락의 결과가 가격 상승의

경우보다 더 큰 휘발유 소비 변화를 일으킨다.

가격 변화의 추정치와 비교하면, 소득 변화가 휘발유 소비에 미치는 효과는 소득 변화의 추정치가 0.2보다

7) 지면을 절약하기 위해 11개 개별모형에 대한 추정결과와 모형평균방법에 의한 개별모형의 가중치는 생략하였다. 이에 대한 자세한 내용은 신동현, “국내 수송 부문 에너지 소비 변동성 구조변화 분석: 인구 구조변화와 비대칭적 가격효과를 중심으로,” 기본연구보고서, 에너지경제연구원(2017)을 참조할 수 있다.

8) 다시 말해, 1차 로그 차분이 아닌 % 변화율로 바꾸어 모형을 분석하면 모형들 사이에 추정치 차이는 더욱 증가하게 될 것이다.



작아 가격 변화의 효과보다 상대적으로 작은 것을 확인할 수 있다. 따라서 소득 변화로 인한 휘발유 소비 변화는 가격 변화에 의한 휘발유 소비 변화보다 작을 것이다. 대부분의 휘발유 소비가 사업용이 아닌 개인의 이동을 위해서 이루어진다는 점에서 단기적으로 소득보다 연료 가격 변화에 더 민감하게 반응한다고 볼 수 있다. 즉, 소득이 증가할 경우에 단기적으로 자동차의 보유 대수를 늘리거나, 효율적인 자동차로 변경하는 것은 어렵다. 반면, 소득이 증가하면 여행과 같은 여가 활동을 위한 이동 거리는 증가할 수 있으나, Schafer and Victor(2000), Metz(2010) 등에서 지적한 것처럼 시간 제약으로 이동 거리를 많이 증가시키지 못한다. 이러한 이유로 소득 변화가 휘발유 소비 변화에 미치는 효과가 상대적으로 작은 것으로 판단된다.

휘발유 소비가 휘발유 가격 변화에 민감한 것은 개인이 휘발유 소비 변화에 더욱 신속하고 탄력적으로 대응할 수 있다는 것을 의미한다. 단기적으로 휘발유 가격이 증가하거나 감소하더라도 자동차를 추가로 구매하거나 되팔기는 어렵고, 개인이 가진 자동차의 효율에도 미미한 영향을 줄 것이다.

반면, 휘발유 가격이 바뀌어 이동에 대한 지출에 변화가 발생하면 대중교통과 같은 대체수단을 선택하거나 휘발유의 구매량과 시기를 조정함으로써 소비자는 휘발유 가격 변화에 더 탄력적으로 대응할 수 있다. 특히, 휘발유 가격 변화에 따라 휘발유의 구매량과 시기를 신속하게 조정할 수 있는 것은 자동차라는 저장 공간을 활용하고 주유소의 판매가격에 관한 정보를 어느 정도 활용할 수 있기 때문일 것이다.

〈표 2〉에서 알 수 있듯이, 휘발유 판매가격의 변화는 상승과 하락으로 구분하여 해석할 필요가 있다. 휘발유 가격이 상승하면 단기적으로 다른 교통수단을 선택하거나, 이동에 대한 소비를 감소시킬 수 있다. 휘발유 가

격이 하락하면 다른 교통수단에서 개인용 자동차로 이동할 것처럼 보이나 자동차를 보유하고 있지 않은 사람에게는 단기적으로 어려운 일이다. 왜냐하면, 대표적인 내구재인 자동차를 단기적으로 늘리거나 교체하는 것은 불가능하기 때문이다. 대신, 앞서 언급하였듯이, 휘발유 가격이 하락하면 휘발유의 구매를 늘리거나 구매 시기를 앞당길 수 있다. 이런 이유로 휘발유 가격의 상승과 하락 시, 나타날 수 있는 개인의 비대칭적인 행동 때문에 단기적으로 휘발유 소비의 변화는 휘발유 가격에 대해 비대칭적으로 반응할 수 있다.

나. 경유 소비와 판매가격 간 비선형 관계

〈표 3〉은 모형평균방법에 의한 경유 소비모형의 추정치를 계산한 것이다. 어떤 모형평균방법을 선택하더라도 경유가격이 하락하면 가격이 상승할 때보다 경유 소비가 크게 변한다. 휘발유 소비처럼 경유 소비도 경유 가격과 단기적인 비대칭적 관계가 존재한다.

추정결과에서 가장 주목할만한 결과는 가격 상승 시보다 가격 하락 시 경유 소비는 단기적으로 더 많이 바뀐다는 것이다. 이는 휘발유 소비의 분석결과에서 나타나는 비대칭적 가격효과와 차이점이 있다, 경유 소비의 목적이 사업용이며 사업용 경유 소비에 대해서는 가격 상승 시 보상하는 현재 정책으로 연료가격 상승 시 나타나는 휘발유 소비의 변화보다 경유 소비의 변화가 상대적으로 더 작다고 볼 수 있다.

경유 소비에 대한 소득 변화의 효과는 1에 가까운 것으로 나타났는데, 상대적으로 휘발유의 경우보다 매우 큰 것으로 나타났다. 이는 수송 부문에서 경유 소비는 휘발유 소비와 달리 사업용 또는 영업용 목적으로 사용하는 비중이 상대적으로 높다. 이러한 사업용 또는 영업용 경유 소비에 대해서 경유세 인상분을 환급해 주거



나 유가 보조금을 받기 때문에 가격 변화보다 경기변동과 같은 소득 변화에 민감하다.

만약, 경유 소비를 비사업용과 사업용(영업용, 화물차, 특수차 등)으로 구분하여 분석할 수 있다면 소득·가격 변화에 대한 휘발유와 경유 소비의 서로 다른 반응에 대한 이유를 정확하게 검토할 수 있을 것이다. 예컨대, 비사업용 경유 소비의 경우, 휘발유 소비의 추정결과와 비슷하게 나올 것으로 예상할 수 있다. 그럼에도 불구하고 용도별 수송 부문의 경유 소비에 대한 월별 자료를 확보하는 것이 어려우므로 본 연구에서는 비사업용과 사업용으로 구분하지 않고 분석을 진행하였다. 비사업용 경유 소비가 전체 경유 소비에 있어 1/3, 나머지 사업용 경유 소비가 2/3를 차지하고 있으므로 전체 경유 소비에 대한 분석결과에 대한 원인 또는 근거를 사업용, 영업용, 화물차 등에 의한 측면에서 해석하여도 타당할 것이다.

마지막으로 휘발유 소비모형에서처럼 휘발유 가격 변화에 대한 추정치는 통계적으로 유의하지 않으므로 두 연료 간 단기적 대체 또는 보완관계는 나타나지 않는다. 교체주기가 긴 내구재인 자동차를 단기적으로 가격변화에 반응하여 교체하는 것은 어렵기 때문이다.⁹⁾

만약, MSE 순위에 의해, 모형을 결합하면 경유 가격 변화의 임계치는 $-0.03(2.58\%)$ 으로 계산할 수 있다. 이 경우, 임계치를 0으로 하는 모형에 비해서 가격상승의 추정치 절대 크기는 작아지고, 가격하락의 추정치 절대 크기는 상대적으로 커진다. 소득 변화에 대한 추정치는 임계치를 0으로 하는 모형보다 MSE 순위에 의한 방법이 1.2% 감소한다. 그러므로 경유 소비에 대한 판매가격의 비대칭적 효과를 사전에 고려할 때, 가격변화의 임계치를 사전에 주관적으로 제약을 두기보다 본 연구에서처럼 복수의 임계치를 고려하는 것이 바람직할 것이다.

〈표 3〉 경유 소비모형의 모형평균방법 추정결과

모형	γ_m	추정치					
		$P_g > \gamma_m$	$P_g \leq \gamma_m$	Y	P_d	$E_{g,t-1}$	상수항
6	0.00%	-0.261	-0.679	1.000	-0.609	-0.357	-0.009
단순 평균	0.00%	-0.258	-0.594	1.005	-0.612	-0.354	-0.006
MSE	-0.07%	-0.260	-0.593	1.005	-0.612	-0.354	-0.006
MSE rank	-2.58%	-0.329	-0.547	0.998	-0.616	-0.355	-0.005
AIC	-0.02%	-0.258	-0.594	1.005	-0.612	-0.354	-0.006

9) 수송 부문 에너지 소비에서 단기적 대체관계는 개인용 차량교체가 아닌 개인용 차량과 대중교통과 같은 대체수단에서 발생할 가능성이 높다. 특히, 대중교통 접근성이 높은 서울을 비롯한 수도권외의 경우 휘발유·경유 가격 상승 시 대중교통으로의 단방향 대체관계가 존재할 수 있다.



5. 요약 및 시사점

지금까지 본 연구는 국내 휘발유·경유 소비 변화와 연료가격 변화 간 비선형 관계에 대해 실증 분석하였다. 수송 부문에서 절대적으로 비중이 높은 휘발유와 경유 소비를 대상으로 연료 가격 변화 시 나타나는 소비변화의 비대칭성이 어떻게 존재하는지 분석하였다. 이러한 논의를 바탕으로 수송 부문 에너지 소비에 대한 정책 시사점을 도출하고자 하였다.

1997년 1월부터 2016년 12월까지의 월별자료를 이용하여 분석한 결과, 단기적인 측면에서 국내 휘발유·경유 소비에 대한 비대칭적 가격효과가 존재하는 것으로 나타났다. 아울러, 휘발유와 경유에 대한 비대칭적 가격효과는 연료에 따라 차이점이 존재함을 확인하였다. 구체적으로 휘발유와 경유 모두 가격 상승보다 가격 하락에 더 민감하게 반응하나 그 정도는 경유 소비에서 높음을 실증 분석결과를 통해 알 수 있었다. 이러한 가격 변화의 비대칭성 정도 차이는 휘발유와 경유의 용도 차이와 현재의 경유 가격에 대한 정책으로부터 찾을 수 있다.

소득 변화 시, 휘발유 소비는 상대적으로 비탄력적으로 바뀌고 경유 소비는 더 탄력적으로 반응하는 것을 확인하였다. 휘발유 소비의 비탄력적인 소득 탄력성과 탄력적인 가격 탄력성은 휘발유 소비의 주체와 목적 등을 고려한 미시적 측면에서 해석할 수 있다.

휘발유 소비는 개인이 비사업용 목적으로 활용하는 것이 대부분이므로 개인의 이동수요에 따른 휘발유 소비는 단기적으로 소득보다 가격 변화에 민감할 것이다. 또한, 가격 변화에 신속하게 대응할 수 있으므로 가격 정보에 따라 연료의 구매 시점과 구매량을 조정하기 때문에 가격 하락에 대한 휘발유 소비 변화가 가격 상승에 대한 휘발유 소비 변화보다 큰 가격효과의 비대칭성

이 나타날 수 있다.

아울러, 단기적으로 휘발유 가격이 상승하면 대중교통 이용과 같은 대체 수단의 선택, 이동 거리 감소 등이 가능하나 효율성이 높은 자동차 교체는 어렵다. 반면, 휘발유 가격이 하락하면 여가활동 등 개인의 효용 충족을 위해 이동거리를 증가할 수 있고, 개인용 이동수단을 더 선택하여 휘발유를 비효율적으로 소비할 수 있다. 이러한 점을 통해서 휘발유 소비에 대한 비대칭적 가격효과를 충분히 설명할 수 있다.

경유 소비의 비탄력적인 가격 탄력성과 탄력적인 소득 탄력성은 경유 소비의 목적이 사업용이라는 점에서 설명할 수 있다. 수송 부문의 경유 소비에서 사업용이 2/3를 차지하고 있기 때문에, 경기 변동과 같은 소득변화에 더 민감하다. 이는 경유 소비를 사업용과 비사업용으로 분리하여 분석할 수 있다면 비사업용 경유 소비는 휘발유 소비의 분석결과와 매우 유사하게 나타날 수 있음을 예측할 수 있다.

경유 소비에 대한 비대칭적 가격 효과는 현재 시행되고 있는 정책에서 그 원인을 찾을 수 있다. 사업용, 영업용과 화물차 등에 대해서 유류세를 환급하고, 유가 보조금을 받을 수 있으므로 가격이 상승하더라도 경유 소비를 크게 줄일 유인이 약하기 때문에 경유 가격상승에 대한 경유 소비 변화가 상대적으로 비탄력적이다.

그러므로 현재의 정책이 지속한다면 수송 부문 에너지 소비를 변화시키는 정책은 휘발유 가격을 바꾸거나, 경유 소비에 영향을 주는 소득 변화를 일으키는 정책이 효과적일 것이다. 예를 들어, 수송 부문 에너지 소비를 감소시켜 온실가스 배출량을 줄이고자 한다면 경유 가격을 높이는 것보다 휘발유 가격을 높이는 것이 단기적으로 바람직할 것이다.

2015년부터 나타나고 있는 예상치 못한 수송 부문 에너지 소비의 변동성 확대의 이유도 본 연구의 분석결



과에 근거하여 설명할 수 있다. 휘발유와 경유 소비 모두 연료가격이 하락하면 가격이 상승하는 경우보다 더 증가할 수 있다는 점에서 2000년대 들어 경험하지 못했던 휘발유·경유 판매가격의 급락으로 휘발유·경유 소비의 변동성이 확대되고 있는 이유를 찾을 수 있다. 그러므로 수송 부문 에너지 소비에 대한 비대칭적 가격 효과로 인한 변동성 확대를 완화하기 위해서는 에너지 효율을 향상하는 것이 대안이 될 것이다.

정책 수립을 위해 단기적으로 휘발유와 경유 소비를 전망한다면 비대칭적 가격효과를 고려하되, 비대칭적 가격변화를 정의하는 가격변화의 임계치를 0으로 제약하지 않는 것이 바람직하다. 본 연구에서 제안하고 있는 모형평균방법을 이용하여 다수의 모형을 적합도에 따라 가중 평균한다면 단기적인 예측 또는 설명력에서 이득을 얻을 수 있을 것이다.

본 연구의 개선과 한계점은 다음과 같다. 비록 본 연구는 수송 부문 에너지 소비를 휘발유와 경유 소비로 구분하여 분석을 진행하였으나, 자료의 한계로 용도별 구분이 완전하게 이루어진 것은 아니다. 특히, 경유 소비는 사업용과 비사업용을 구분하여 분석을 진행하는 것이 분석결과의 정확성을 보다 높일 수 있을 것이다. 아울러, 표본수가 충분히 확보된다면 단기 모형에서도 본 연구에서 고려하지 않았던 모형평균방법을 적용할 수 있을 것이다. 이러한 본 연구의 개선점은 앞으로의 연구과제로 남겨둔다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

신동현·조하현, “국내 휘발유·경유 소비의 비대칭적 가격탄력성 구조변화에 관한 실증연구,” 「한국

경제연구」, 제34권 제2호, pp.5~42, 2016

정준환·이지연, “국내 수송용 석유제품 수요의 가격 탄력성 변화 연구,” 에너지경제연구원 기본연구보고서 12-04, 2012

〈외국 문헌〉

Aiolfi, M. and Timmermann, A., “Persistence in Forecasting Performance and Conditional Combination Strategies,” *Journal of Econometrics*, 135(1), pp.31~53, 2006

Akaike, H., “A New Look at the Statistical Model Identification,” *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), pp.716~213, 1974

Baltagi, B.H., and Griffin, J.M., “Gasoline Demand in the OECD: An Application of Pooling and Testing Procedures,” *European Economic Review*, 22(2), pp.117~137, 1983

Buckland, S.T., Burnham, K.P. and Augustin, N.H., “Model Selection: An Integral Part of Inference,” *Biometrics*, pp.603~618, 1997

Coglianese, J., Davis, L.W., Kilian, L., and Stock, J.H., “Anticipation, Tax Avoidance, and the Price Elasticity of Gasoline Demand,” *Journal of Applied Econometrics*, 32(1), pp.1~15, 2015

Hansen, B.E., “Least Squares Model Averaging,” *Econometrica*, 75, pp.1175~1189, 2007

_____, “Least-squares Forecast Averaging,” *Journal of Econometrics*, 146(2),



pp.342~350, 2008

_____, and Racine, J.S., “Jackknife Model Averaging,” *Journal of Econometrics*, 167(1), pp.38~46, 2012

Metz, D., “Saturation of Demand for Daily Travel,” *Transport Reviews*, 30(5), pp.659~674, 2010

Schafer, A. and Victor, D.G., “The Future Mobility of the World Population,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34(3), pp.171~205, 2000

Stock, J.H. and Watson, M.W., “Combination Forecasts of Output Growth in a Seven-Country Data Set,” *Journal of Forecasting*, 23, pp.405~430, 2004

_____, “Forecasting with Many Predictors,” *Handbook of Economic Forecasting*, 1, pp.515~554, 2006

〈웹사이트〉

PETRONET: <http://www.petronet.co.kr/>

ECOS: <http://ecos.bok.or.kr>