

산업 전력요금 인상의 공급가격 및 전력수요 절감 효과 분석: 국내 제조업 부문을 대상으로[†]

이 명 현*

요약 : 본 논문에서는 국내 제조업 가운데 전력 사용량이 상대적으로 많은 화학물 및 화학제품 산업을 대상으로 암묵 (shadow) 비용함수를 사용하여 전력 등의 투입요소 간 효율적 배분 여부를 검증하고 전력의 적정수준 대비 과잉 투입 규모를 조사한다. 기업의 비용최소화 달성을 전제로 각 투입요소에 대한 수요의 가격탄력성을 추정하여 전력요금 인상에 대한 각 요소 수요의 파급효과를 모의실험을 통하여 분석한다. 또한 공급관계식을 비용함수의 방정식체계에 추가하여 동시 추정함으로써 전력요금 10% 인상 시 물가지수에 미치는 영향을 분석한다. 실증분석 결과, 1982-2006년 기간 동안 '투입요소 간 효율적 배분 달성'의 귀무가설은 기각되었으며, 전력은 적정수준 대비 평균적으로 매년 약 98% 과잉 사용되고 있는 것으로 나타났다. 다른 요인들이 불변하다면 전력요금이 10% 인상될 경우 전력 수요는 약 11.4% 감소하였으며, 공급가격은 평균적으로 0.08% 하락하는 것으로 나타났다.

주제어 : 제조업, 요소 간 효율적 배분, 암묵비용함수, 공급관계식, 전력요금 인상, 공급가격, 요소수요의 가격탄력성, 모의실험

JEL 분류 : C32, D24, L65, Q48

접수일(2014년 1월 14일), 수정일(2014년 3월 12일), 게재확정일(2014년 3월 17일)

[†] 이 논문은 인하대학교의 지원과 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2013S1A5A2A01017837).

* 인하대학교 국제통상학부 교수(e-mail: leemh@inha.ac.kr)

An analysis on the effects of higher power rates on supply price and power savings for Korean manufacturing sector

Myunghun Lee*

ABSTRACT : In this paper, we test for allocative efficiency of productive inputs including electricity and measure the divergence between the actual and optimal level of electricity for the chemical products, which is a relatively highly electricity-intensive sector in Korean manufacturing industries, by estimating a shadow cost function. Supposing cost minimization subject to market prices was achieved, we derive the price elasticities of demand for each input and simulate the impact of a 10% increase in power rate on its demand and supply price by estimating jointly a cost function with an inverse supply relation. The null hypothesis of allocative efficiency of inputs is rejected over the period 1982-2006. On average, electricity is used more than optimal level by 98% per year. The demand for electricity decreases by 11.4%, and supply price, on average, falls by 0.08%, other things being equal.

Keywords : Manufacturing industries, Allocative efficiency of inputs, Shadow cost function, Supply relation, Higher power rate, Supply price, Price elasticity of demand for inputs, Simulation

Received: January 14, 2014. Revised: March 12, 2014. Accepted: March 17, 2014.

* Department of International Trade, Inha University(e-mail: leemh@inha.ac.kr)

I. 서론

한국 정부는 1970년대 들어 고도의 경제성장을 목표로 이를 효율적으로 달성하기 위하여 기존 경공업 위주의 산업구조를 부가가치가 높은 전자, 철강, 화학, 자동차 등 중화학 업종으로 개편하고, 장기적으로 대외수출 선도 산업으로 육성하는 전략을 추진하여 왔다. 정부의 유치산업 보호정책과 전폭적인 재정 및 금융지원을 바탕으로 가격과 품질에서 국제경쟁력을 갖추게 된 몇몇 대기업은 현재 세계적인 회사로 도약하여 수출 및 국내 경제를 주도하며 국가브랜드를 제고하는 데 일조하고 있다. 그러나 그 과정에서 에너지 집약도가 높은 중화학 산업의 가격경쟁력의 비교우위를 확보하기 위하여 산업용 에너지에 대한 가격보조(price subsidy)를 실시해 온 결과 기업의 에너지 절약의 동기부여를 제공하는 데 걸림돌이 되는 부작용을 초래하였다.

전력의 경우 당국은 경제규모의 확대와 더불어 급증하는 전력 사용량에 대한 안정적인 공급을 위하여 발전용량을 지속적으로 늘려왔으나 발전시설 입지를 둘러싼 환경단체 및 지역주민과의 갈등으로 인하여 안정적인 전력공급을 유지하는 데 실패하였다. 1990-2010년 기간 동안 전력사용량은 매년 7.9%씩 증가하였으나 총 발전설비의 연간 증가율은 7.7%에 그침으로써 1990년에 평균 8.3%를 기록한 전력예비율이 2010년에는 6.2%에 불과하였다(에너지통계연감, 2011). 이처럼 전력수급의 불균형으로 전력수요가 치솟는 동-하계에는 매년 전력수급 비상상황에 돌입하고, 전력당국은 대규모 정전(blackout) 가능성에 대비하기 위하여 예비 전력량이 450만 Kw 미만으로 떨어지면 기업들에게 전력사용 억제를 유도한 후 절전실적에 따라 보조금을 지급하고 있다.

한국전력공사가 전력거래소를 통하여 자사 발전소와 민간발전회사로부터 구입한 전력을 각 부문에 판매할 때 적용되는 용도별 전기요금의 조정은 정부 승인을 거쳐 이루어지게 되는데, 2000년 이후 10년간 전기요금 인상이 거의 이루어지지 않아 산업용과 가정용 전기요금은 2010년 기준으로 OECD 평균수준의 55.6%와 53.2%에 지나지 않았다(IEA, 2011). 2011년 8월 4.9% 인상 이후 최근(2013년 1월, 11월)까지 5차례 전기료 인상이 이루어졌지만 선진국 수준에는 아직 못 미치고 있는 실정

이다. 정부가 전기요금 인상을 억제하는 주된 이유는 국내 산업의 가격경쟁력 확보는 물론 전기요금 인상으로 인한 연쇄적인 물가상승 파급효과를 억제함으로써 물가의 안정적 관리에 유리하기 때문이다. 그러나 그 이면에는 가정 및 공공/상업부문에서 난방유 사용 대신 상대적으로 값싼 전력으로 대체하고 산업용 전력의 소비과잉을 초래하는 문제점을 파생시키고 있다.¹⁾

최종에너지 소비에서 개별 에너지원이 차지하는 비중의 변화추이를 비교하면 1990년과 2010년 사이 석유와 석탄은 60.3%에서 51.8%, 26.4%에서 14.4%로 각각 떨어진 반면, 전력과 천연가스는 10.8%에서 19.3%, 1.3%에서 10.9%로 각각 증가하였다. 환경규제의 강화로 석탄에서 천연가스로의 에너지 소비전환이 이루어지고 있고, 전력사용의 지속적인 증가 추세는 상대적으로 저렴한 전기요금에 기인한다고 볼 수 있다. 1인 전력사용량은 1990년 2,200kWh에서 2010년 8,800kWh로 늘어나 연평균 7.2%의 증가율을 기록하였으며, 선진국과 비교하여 2002년 영국과 독일, 2003년에 일본, 2005년 프랑스를 차례로 능가하기 시작하였다. 에너지경제연구원(2011)은 2015년까지 국내 전력 소비량은 매년 4-5%씩 증가할 것으로 예측하였다.

한국은 2009년 화석연료에서 생성되는 CO₂ 총배출량이 5억 2천만 톤에 육박하며 규모에서 세계 9위를 차지하였는데, 그 중 48.7%는 발전 및 열생산 부문에서 발생하고 있다. CO₂ 배출량의 증가율은 1990-2009년 기간 동안 연평균 125%로서 이는 OECD 국가 중 가장 빠른 증가율이다. 2009년 정부는 국가 온실가스 배출량을 2020년 배출전망치(BAU) 대비 30%까지 줄이기로 하고 7개 부문별로 세분화하여 감축목표를 설정하였는데, 발전부문의 경우 26.7%로서 최대 64.9백만 톤의 감축량이 할당되었다. 공급관리측면에서 풍력, 태양광 등 신재생에너지원과 원전의 비중확대를 통한 CO₂ 감축방안은 일반적으로 많은 시간과 비용이 요구되는데, 특히 한국의 경우 신재생에너지 분야의 초기 단계적 기술수준과 원전 및 핵폐기물 저장시설의 건설을 위한 부지 확보의 어려움 등을 고려한다면 전기요금 인상을 통하여 전기

1) 국내 주요 에너지원 도소매 가격추이를 비교해보면 2005년을 기점으로 2차 에너지인 전력의 판매가격이 석유, 천연가스, 석탄 가격보다 낮은 역전현상이 나타나고 있다. 그리고 낮은 전기요금으로 인한 부수적인 문제로서 공기업 한전의 경우 전기요금의 원가 보상율이 100%에도 미치지 못함으로써 전기료의 현실화 없이 사실상 수익성 개선을 통하여 흑자경영으로 전환시키는 데 한계가 있으며 발생한 적자만큼 국가 재정으로 지원해야 할 경우 정부의 효율적인 예산집행에 걸림돌로 작용할 수 있다는 점을 지적할 수 있다.

절약을 유도하는 수요관리정책이 더 실효적 방안이라 할 수 있다.

비용 효과적으로 전력수급의 균형을 도모하고 온실가스를 감축하기 위하여 전기요금의 현실화가 요구되고 있는 상황에서 전력 수요의 가격탄력성이 부문별로 일정하다면 총 절감규모에서 전기료 인상 효과가 가장 큰 부문이 산업용 전력이다. 총발전량의 51.4%를 산업부문(제조업의 경우 48.7%)에서 소비하고 있기 때문이다(에너지통계연보, 2011). 반면 전기요금의 인상으로 기업이 늘어난 생산비 부담을 제품가격에 전가할 경우 정책당국의 안정적 물가관리에 장애요인으로 작용할 수 있다. 하지만 전력의 가격보조로 인한 생산요소 간 상대적 가격왜곡 현상으로 과잉 혹은 과소 투입된 각 요소들이 전기요금 인상이 현실화되어 효율적 배분(allocative efficiency)을 통하여 적정 수준으로 재조정됨으로써 요소별 증감효과에 따라 생산비용이 낮아진다면 이는 물가 하락으로 이어질 개연성이 있다는 것이다. 예를 들어 전기료 인상으로 요소 간 투입규모의 조정을 통하여 전력과 노동의 수요는 대폭 줄고 자본투입은 소폭 늘어남으로써 생산비용의 감소액이 증가액을 능가할 경우 총생산비용이 감소되어 공급가격의 하락이라는 결과를 얻을 수 있다.

산업용 전기요금 인상에 대하여 산업계는 전력수요의 절감효과는 기대만큼 크지 않을 뿐만 아니라 오히려 생산단가의 상승으로 인한 산업의 국제경쟁력 하락을 초래하게 될 것이라고 주장하고 있으며, 물가를 안정적으로 관리해야 하는 정부 역시 전기요금 인상에 소극적이다. 만성적인 전력수급 불균형 문제와 아울러 온실가스 감축을 비용 효과적으로 해결하기 위하여 수요관리정책이 유효한 현 상황에서 가격보조된 산업용 전력의 과잉수요 여부 및 그 실태 그리고 전기요금 인상으로 인한 전력수요의 감소 규모와 공급가격에 미치는 영향 등을 분석하는 종합적인 진단이 요구된다.

제조업의 투입요소 간 효율적 배분 여부를 검증한 선행 연구로서 Atkinson and Halvorsen(1998)은 암묵(shadow) 비용함수를 사용하여 제조업의 자본, 노동, 에너지, 원재료 간 완전 및 부분 정태균형 여부를 검증한 결과 완전 균형 및 자본과 에너지 간 부분 균형조건만 채택되었다. 이명헌(1996)은 국내 제조업의 효율성 분석에서 자본, 노동, 에너지 간 비효율적 배분으로 생산비용의 상승을 초래하였음을 보였다. 이명헌·김일중(1998)은 환경규제에 직면한 국내 철강산업을 대상으로 생산자본

을 준고정시킨 후 투입요소 노동, 에너지, 공해저감자본의 상대가격 효율성 달성 여부를 분석하였는데 공해저감시설 설치 규모는 적정수준에 못 미친 반면 에너지와 노동은 과잉 투입되었음을 입증하였다. 이명헌·강상목(2007)은 시장의 산업조직적 불완전성과 정부의 여러 유형의 정부규제로 인하여 투입요소 간 비효율적 배분이 일어날 개연성에 주목하고 암묵비용함수를 추정하여 국내 제조업 13개 부문에 대한 분배 및 기술 효율성 달성 여부를 검증한 결과 모두 강하게 기각되었다. 하지만 이들 제조업에 대한 비용최소화 및 생산의 효율성 분석을 시도한 선행 연구에서는 전력과 연료를 하나의 에너지 요소로 통합함으로써 개별 전력수요의 적정성 분석은 이루어지지 못하였다. 산업의 전력수요에 대한 가격탄력성을 측정한 선행 연구에는 Pindyck(1979), Larsen and Nesbakken(1997), Barnett et al.(1998), and Arnberg and Bjørner(2007) 등이 있으며, 국내 연구로는 이영선(1990)은 산업연관분석표를 통하여 얻은 산업별 에너지투입량 자료를 사용하여 한국 산업 106개 부문에서의 석탄, 석유, 전력 간 대체성을 비교하였다. 박창수(2003), 박광수(2005), 김수일(2006)은 로짓(logit) 모형을 이용하여 한국 제조업의 석유, 가스, 전력, 석탄에 대한 가격탄력성을 추정하였다. 그러나 산업의 공급관계식이 결합된 계량모형을 구축하지 못함으로써 전기요금 인상의 물가 파급효과를 추정한 종합적 분석은 시도하지 못하였다는 점이 한계로 지적할 수 있다.

본 논문에서는 먼저 국내 제조업 가운데 전력 사용량이 상대적으로 많은 화합물 및 화학제품 산업을 대상으로 생산비용의 최소화 가정을 전제하지 않고 도출한 암묵비용함수를 사용하여 투입요소 간 효율적 배분 여부를 검증하고 전력의 적정수준 대비 과잉 투입 규모를 파악한다.²⁾ 그 다음으로, 요소 간 효율적 배분을 전제로 비용최소화가 달성된 상황에서 각 투입요소에 대한 수요의 가격탄력성을 추정하여 전력과의 대체 혹은 보완 여부 및 그 정도를 조사함으로써 전기요금 인상에 대한 각 요소 수요의 파급효과를 모의실험을 통하여 분석한다. 전기 절약효과와, 에너지 요소로서 전력과 연료가 상호 보완적 관계일 경우 연료 감소분을 근거로 연료 유형별

2) 국내 제조업 대상 통계청 한국표준산업분류 상의 '중분류' 24개 산업군 가운데 화합물 및 화학제품 산업의 부가가치에 대한 전력비 점유율은 2012년 현재 1차 금속, 펄프 종이제품, 섬유제품 산업에 이어 4번째로 높게 나타났다.

탄소배출계수를 이용하여 CO₂ 감축효과를 측정할 수 있다. 또한 전력과 자본이 서로 대체적이라면 기업 생산성 향상효과가 상대적으로 높은 자본 투자수요의 확대효과와 뿐만 아니라, 반대로 자본 투자에 세제혜택을 통한 가격보조가 제공되어 자본 수요가 1% 증가될 경우 전력 사용의 절감효과를 제시한다. 정부의 전력에 대한 가격보조의 명분으로 삼고 있는 물가 안정화의 기여도를 규명하기 위하여 재화의 가격이 한계비용과 산업의 시장지배력에 대한 가격 markup으로 구성되는 공급관계식을 비용함수와 함께 하나의 방정식체계로 동시에 추정하여 공급가격을 전력 가격으로 편미분함으로써 전기요금 10% 인상 시 물가지수에 미치는 영향을 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제II절에서 실증분석을 위한 계량모형을 제시하고 제III절에서 요소수요의 가격탄력성 등 생산함수의 제반 특성과 에너지 가격의 공급가격 파급효과를 분석한다. 제IV절에서 자료 설명과 함께 분석결과의 도출 및 해석을 실시하며, 제V절에서 요약과 결론을 담는다.

II. 분석모형

1. 암묵비용함수 및 분배효율성 분석

에너지 집약도가 높은 산업의 생산함수를 나타내면 다음과 같다.

$$y = y(k, l, \mathbf{h}, t), \quad (1)$$

여기서 y 는 최종 생산량이며 k 와 l 은 자본과 노동 투입량을 각각 표시한다. \mathbf{h} 는 에너지 투입량 벡터로서 전력(e)과 연료(f)의 사용량으로 구성되어 있다. t 는 기술변화를 측정하는 시간지표이다.

Atkinson and Halvorsen(1984)이 논의한 것처럼 산업의 시장 구조적 제약과 노사분규, 그리고 전력 가격보조 등의 정부규제가 존재하는 현실적 제약 상황에서 기업은 주어진 생산량을 생산하기 위하여 적정량의 생산요소를 투입하는 과정에서 비용

최소화 달성은 사실상 어렵다고 볼 수 있다. 이를 입증하기 위하여 제약 환경하의 기업의 비용최소화 문제에 대한 Lagrangian 함수를 정의하면 다음과 같다.

$$\mathcal{L} = \sum_i w_i x_i - \lambda f(x) - \mu g(x), \quad (2)$$

여기서 x_i 는 투입요소 벡터 $x = (k, l, \mathbf{h}) \in R_+^4$ 의 i 번째 요소이며 w_i 는 이에 상응한 시장가격이다. $f(x)$ 는 식 (1)의 생산전환함수 형태이고 $g(x)$ 는 기업이 각 생산요소의 투입량을 결정할 때 현실적으로 직면한 제반 제약 환경을 총괄하는 벡터이다. λ, μ 는 승수 벡터이다. 식 (2)로부터 x_i, x_j 에 대한 비용최소화의 1차 필요조건은 다음과 같다.

$$\frac{f_i}{f_j} = \frac{w_i - \mu g_i}{w_j - \mu g_j} \neq \frac{w_i}{w_j}, \quad i, j = k, l, e, f, \quad i \neq j, \quad (3)$$

여기서 $f_i \equiv \partial f / \partial x_i, g_i \equiv \partial g / \partial x_i$ 이다. 식 (3)에서 보듯이 각 투입요소의 한계생산 비율로서 정의되는 한계기술대체율과 시장가격 비율이 일치하지 않음으로써 이론적으로 기업의 비용최소화는 달성하지 못한다.

기업이 주어진 생산목표량을 도달하기 위하여 요소의 최적 투입량을 선택하는 과정에서 여러 제약된 환경으로 인하여 현실적으로 각 요소별로 시장가격 이외의 유무형 거래비용이 발생할 경우, 시장가격으로 생산비용을 최소화할 수 있음을 가정하고 요소 수요 및 요소 간 배분을 분석하는 것은 실제 상황을 왜곡시키는 결과를 낳게 된다. 그러므로 시장가격의 비용최소화 여부와 관계없이 제약된 제반 환경으로 유발되는 유무형 비용까지 반영한 일반화된 투입요소의 가격에 대한 개념도입이 불가피한데, Atkinson and Halvorsen(1984)은 식 (3)으로부터 암묵(shadow) 가격함수, $w_i^s (\equiv w_i - \mu g_i)$ 을 정의하고 Lau and Yotopolous(1971)를 따라서 1차 Taylor 전개를 통하여 시장가격에 상수 비례화한(factor of proportionality) 투입요소별 암묵가격을 도출하였다.

$$w_i^s = \delta_i w_i, \quad i = k, l, e, f, \quad (4)$$

여기서 δ_i 는 시장가격을 암묵가격으로 전환하는 비례상수 혹은 왜곡상수(distortion factor)이다. $\delta_i = 1$ 이면 시장가격으로 비용최소화가 가능함을 의미하며 투입요소 간 효율적 배분이 이루어지게 된다.

시장가격으로 평가한 생산비용의 최소화라는 비현실적 가정 대신 암묵가격으로 지불하는 암묵비용의 최소화가 일반적인 상황이다. 생산함수 (1)에 대한 쌍대(dual) 암묵비용함수를 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$c^s = c^s(y, \delta w, t), \quad (5)$$

여기서 δw 는 식 (4)에서 제시한 투입요소의 암묵가격 벡터이다. 생산함수 제반 특성을 조사하기 위하여 식 (5)을 추정하는 데 있어서 암묵비용(c^s)에 대한 통계자료는 얻을 수 없기 때문에 식 (5)을 시장가격만을 고려한 총비용(c) 함수로 나타내는 작업이 필요하다. 암묵비용으로 평가한 각 요소의 비용 몫을 정의하면 $m_i^s = \delta_i w_i \cdot x_i / c^s$ 이므로 이를 요소별 투입량으로 정리하면 $x_i = m_i^s c^s / \delta_i w_i$ 이다. 따라서 총 비용과 각 비용 몫 방정식을 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$c \equiv \sum_i w_i x_i = c^s \sum_i m_i^s \delta_i^{-1}, \quad (6)$$

$$m_i \equiv \frac{w_i x_i}{c} = \frac{c^s m_i^s \delta_i^{-1}}{c} = \frac{m_i^s \delta_i^{-1}}{\sum_i m_i^s \delta_i^{-1}}, \quad i = k, l, e, f. \quad (7)$$

암묵비용함수 (5)에 대하여 초월대수 형태를 취하여 식 (6)과 (7)을 연립방정식 체계로 동시에 추정한다.³⁾ 투입요소 x_i 와 x_j 간 효율적 배분 여부를 검증하는 데 있

3) 암묵비용함수의 초월대수 형태와 연립방정식 체계의 추정방식은 2절에서 제시한다.

어서 식 (3)과 (4)로부터 $\delta_i = \delta_j$ 이 채택되면 요소 간 상대가격 효율성이, 모든 요소에 대하여 $\delta_i = 1$ 이 채택되면 절대가격 효율성이 성립한다. 절대가격 효율성이 성립하면 비용최소화의 실현뿐만 아니라 생산량이 효율적 수준임을 의미한다(Atkinson and Halvorsen, 1984). Atkinson and Halvorsen(1998)이 증명하였듯이 식 (6)과 (7)은 δ_i 에 대하여 0차 동차함수이므로 δ_i 값 추정이 근본적으로 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 연료에 대한 왜곡상수를 1로 설정한 후 다른 요소의 왜곡상수와 동일 여부를 검증한다.

2. 공급관계식

전력 가격보조의 폐지로 전기요금이 인상되어 전력수요와 요소 간 효율적 배분이 이루어진다면 암묵비용함수 (5)는 다음과 같이 총비용함수가 된다.

$$c = c(y, w, t), \tag{8}$$

여기서 w 는 투입요소의 시장가격 벡터이다.

Atkinson and Halvorsen(1998)과 Ellis and Halvorsen(2002)을 따라서 판매 총수입이 시장구조에 영향을 받는 일반적인 상황에서 기업의 전략적 행위를 고려한 ‘인지(perceived)’ 한계수입은 다음과 같이 정의한다.

$$mr = p + y \cdot \psi(t) \frac{\partial p}{\partial y}, \tag{9}$$

여기서 p 는 재화의 시장가격이며 $\partial p / \partial y$ 는 역(inverse) 시장수요곡선의 기울기이다. $\psi(t)$ 는 시장지배력 수준을 측정하는 지표로서 시간 경과에 따라 변한다는 전제하에 시간의 다항식으로 나타낼 수 있다. 식 (9)의 ‘인지’ 한계수입과 한계비용을 일치시킴으로써 이윤극대화를 만족시키는 공급관계식을 도출하면 다음과 같다.

$$p = \frac{\partial c}{\partial y} - y \cdot \psi(t) \frac{\partial p}{\partial y}, \quad (10)$$

여기서 $\partial c / \partial y$ 는 한계비용이며 $-y \cdot \psi(t) \cdot \partial p / \partial y$ 는 시장지배력에 대한 가격 markup이다.

Diewert(1982)를 따라서 역수요방정식을 $p = z \cdot d(y)$ 로 제시한다. 여기서 z 는 수요전이(demand shifter)로서 수요가 비수량(non-quantity) 변수들에 영향을 받지 않는다면 z 는 1이 된다. 역수요함수에 대한 근사식을 $d(y) = \eta - \xi \cdot y$ 로 나타낼 경우 공급관계식 (10)은 다음과 같이 다시 쓸 수 있다. 여기서 η 와 ξ 는 상수이다.

$$p = \frac{\partial c}{\partial y} + z \cdot \theta(t) \cdot y, \quad (11)$$

여기서 $\theta(t) = \xi \cdot \psi(t)$ 이다.

비용함수 추정을 위하여 식 (8)에 대하여 초월대수함수 형태를 취하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln c = & \alpha_0 + \alpha_y \ln y + \sum_i \beta_i \ln w_i + \alpha_t t + \frac{1}{2} \gamma_{yy} (\ln y)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{tt} t^2 + \\ & \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln w_i \ln w_j + \sum_i \gamma_{iy} \ln w_i \ln y + \\ & \sum_i \gamma_{it} (\ln w_i) t + \gamma_{yt} (\ln y) t, \quad i, j = k, l, e, f, \end{aligned} \quad (12)$$

여기서 $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$, $i \neq j$ 이다.

Christensen and Greene(1976)을 따라서 추정계수의 효율성을 제고하기 위하여 식 (12)와 함께 Shephard lemma를 사용하여 도출한 각 투입요소별 비용뭉방정식 (m_i)을 하나의 방정식시스템으로 동시에 추정한다. 이때 $\sum_i m_i = 1$ 이므로 분산-공분산 행렬의 단수화(singularity)를 피하기 위하여 특정 한 요소를 선택하여 해당 비용뭉방정식을 추정대상에서 제외한다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln c}{\partial \ln w_i} &= \frac{w_i}{c} \cdot \frac{\partial c}{\partial w_i} = \frac{w_i x_i}{c} \\ &\equiv m_i = \beta_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln w_j + \gamma_{iy} \ln y + \gamma_{it} t, \quad i = k, l, e, f. \end{aligned} \quad (13)$$

비용함수의 투입요소에 대한 선형 동차성을 만족시키기 위하여 다음의 제약조건들을 부여한다.

$$\sum_i \beta_i = 1, \quad \sum_i \gamma_{ij} = \sum_j \gamma_{ij} = \sum_i \sum_j \gamma_{ij} = \sum_i \gamma_{iy} = \sum_i \gamma_{it} = 0, \quad i, j = k, l, e, f. \quad (14)$$

공급관계식 (11)의 한계비용을 초월대수비용함수 (12)로부터 도출하여 대입하면 다음과 같이 공급관계식을 추정가능한 형태로 나타낼 수 있다.

$$p = (\alpha_y + \sum_i \gamma_{iy} \ln w_i + \gamma_{yy} \ln y + \gamma_{yt} t) \cdot \frac{c}{y} + z \cdot \theta(t) \cdot y. \quad (15)$$

계량모형은 초월대수비용함수 (12)와 각 요소의 비용몫방정식 (13), 그리고 공급관계식 (15)로 구성된 하나의 연립방정식 체계로서 비용함수 선형 동차성 제약조건 (14)를 만족시키면서 반복 비선형-SUR (iterative-nonlinear-seemingly unrelated regression) 분석기법을 사용하여 추정한다. 추정계수에 해당 제약조건을 부여할 경우 산업에 대한 생산함수의 제반 특성들과 시장지배력 유무를 가설검증을 통하여 조사할 수 있다. 검증방식은 χ^2 분포의 Wald 검증법을 사용한다.

III. 생산함수 특성 및 가격효과 분석

비용함수가 요소가격(w_i)과 생산량(y)에 대하여 분리가능하면 생산함수는 동조적 (homothetic)이 된다. 따라서 생산함수 동조성의 필요충분조건은 다음과 같다.

$$\gamma_{iy} = 0, \quad i = k, l, e, f. \quad (16)$$

생산량에 대한 비용탄력성이 일정하면 생산함수는 동차적(homogeneous)이 되며 이 때 제약조건 (16)의 채택을 전제로 다음의 조건이 추가로 충족되어야 한다.

$$\gamma_{yy} = \gamma_{yt} = 0. \quad (17)$$

생산함수의 동차성이 기각될 경우 각 관찰치에 대한 규모의 경제(ρ)를 다음과 같이 측정할 수 있으며, 만약 채택된다면 $\alpha_y = 1$ 을 추가로 제약하여 1차동차성 여부를 검증할 수 있다.

$$\rho = 1 - \frac{\partial \ln c}{\partial \ln y}. \quad (18)$$

투입요소에 대한 기술변화가 Hicks(Hicks) 중립적인 경우 다음의 제약조건이 성립되어야 한다.

$$\gamma_{it} = 0, \quad i = k, l, e, f. \quad (19)$$

제약조건 (19)가 채택된다면 ‘기술변화는 발생하지 않았다.’의 귀무가설을 다음의 제약조건을 추가로 부여하여 검증할 수 있다.

$$\alpha_t = \gamma_{yt} = \gamma_{tt} = 0. \quad (20)$$

기술변화의 부재가 기각된다면 다음과 같이 연도별 기술변화율(τ)을 측정할 수 있다.

$$\tau = - \frac{\partial \ln c}{\partial t} \quad (21)$$

분석 대상 산업구조의 완전경쟁 여부를 조사하기 위하여 공급관계식 (15)에서 시장지배력 markup 항목에 대한 제약조건 $\theta(t) = 0$ 의 채택 여부를 검증한다.

생산량을 고정으로 놓고 투입요소 x_i 에 대한 수요의 자기가격 수요탄력성을 정의하면 다음과 같다.

$$\epsilon_{ii} = \frac{\partial x_i}{\partial w_i} \cdot \frac{w_i}{x_i}. \quad (22)$$

식 (13)의 x_i 를 식 (22)에 대입하여 산출하면 다음과 같다.

$$\epsilon_{ii} = \frac{m_i^2 - m_i + \gamma_{ii}}{m_i}, \quad (23)$$

여기서 m_i 는 각 투입요소의 비용몫이다. 같은 방법으로 수요의 교차가격 탄력성을 도출하면 다음과 같다.

$$\epsilon_{ij} = \frac{\partial x_i}{\partial w_j} \frac{w_j}{x_i} = \frac{m_i m_j + \gamma_{ij}}{m_i}. \quad (24)$$

식 (12)의 생산함수 동조성 제약조건이 기각된다면, 에너지요소(e, f)의 가격 상승으로 인한 공급가격 파급효과를 측정하기 위하여 다음과 같이 공급관계식 (15)를 $w_i, i = e, f$ 로 대수 편미분하여 산출식을 도출한다.

$$\frac{\partial \ln p}{\partial \ln w_i} = \gamma_{iy} \times \frac{c}{y} \times \frac{1}{p}, \quad i = e, f. \quad (25)$$

IV. 자료 및 분석결과

본 연구의 계량모형을 추정하기 위하여 국내 제조업 부문에서 전력 사용량이 상대적으로 많은 화합물 및 화학제품 산업을 대상으로 1982년부터 2006년 기간의 연

도별 자료를 사용한다.⁴⁾ 최종 생산량(y)은 통계청의 ‘광공업통계조사보고서’(이하 ‘광공업’)에서 집계된 명목 생산액을 소비자물가지수로 환산한 실질 생산액으로 측정한다. 노동비용(c_l)은 ‘광공업’의 연간급여액 자료를 사용하고 노동가격(w_l)은 c_l 을 평균중사자수로 나누어 산출한다. 자본비용(c_k)은 ‘광공업’의 총부가가치에서 c_l 을 공제하여 구하고 자본가격(w_k)은 c_k 을 유형고정자산 연말총액으로 나누어 산출한다. 전력비용(c_e)은 ‘광공업’의 전력비 자료를 사용하고 전력가격(w_e)은 에너지경제연구원의 ‘에너지통계연보’에서 조사한 산업용 전력의 판매단가이다. 연료비용(c_f)은 ‘광공업’의 연료비 자료를 사용하고 연료가격(w_f)은 ‘에너지통계연보’에서 집계한 경유와 B-C유의 소비자가격을 각 소비량으로 가중평균하여 산출한다. 공급가격(p)은 산출물 시장가격으로서 ‘에너지통계연보’의 공산품 생산자물가지수(1995=1)를 사용한다. 대수형태의 모든 변수는 중간연도 1994년에서 1이 되도록 표준화한다.⁵⁾ 이들 변수별 자료에 대한 요약통계는 <표 1>에서 제시하였다.

<표 1> 자료 요약통계 (표본크기 = 25)

변수	단위	평균	표준편차	최댓값	최솟값
y	조원	42.581	13.812	68.233	25.817
c_k	조원	11.803	6.985	23.031	2.603
w_k	-	0.502	0.178	0.946	0.341
c_l	조원	2.324	1.121	4.238	0.699
w_l	백만원/명	14.834	10.023	31.434	2.532
c_e	조원	0.726	0.401	1.392	0.263
w_e	원/kWh	53.364	6.017	61.920	43.840
c_f	조원	0.795	0.663	2.710	0.221
w_f	원/l	276	180	758	109
p	-	1.012	0.189	1.444	0.841

4) 화합물 및 화학제품 제조업은 통계청 한국표준산업분류 상의 ‘중분류’ 산업군의 하나로서, 기초화합물, 기타화학제품, 화학섬유 제조업 등의 ‘세분류’ 산업으로 구성되어 있다.

5) 1994년을 기준으로 투입요소에 대한 수요의 가격탄력성을 측정할 경우 해당 산출식 (23)과 (24)에서 대수 형태의 변수는 모두 0이 되어 제반 가격탄력성을 용이하게 도출하는 데 유리하다.

‘모든 요소가 효율적으로 배분 투입되고 있다’의 귀무가설은 식 (6)과 (7)로 구성된 연립방정식 체계를 추정하여 해당 제약조건 $\delta_k = \delta_l = \delta_e = 1 (\equiv \delta_f)$ 을 Wald법으로 검증한 결과, 1% 유의수준에서 강하게 기각되었는데, 임계치 11.34에 대하여 χ^2 통계량은 325.02로 나타났다. 이는 각 요소별로 적정수준 대비 과잉 혹은 과소 투입되고 있음을 의미한다. 요소 간 효율적 배분이 달성되는 조건, $\delta_k = \delta_l = \delta_e = 1$ 을 식 (6)과 (7)에 대입하여 적정 비용(c^*)과 비용몫(m_e^*) 값을 각각 도출한 후 적정수준의 전력 투입량, $x_e^* = m_e^* \cdot c^* / w_e$ 을 추산한다. x_e^* 대비 실제 전력 투입량(x_e)과의 이격율(discrepancy ratio)을 측정하기 위하여 $(x_e - x_e^*) / x_e^*$ 을 계산한 결과, 연도별로 전력은 1996년의 최저 40%에서 1982년의 최대 160% 까지 적정수준 대비 과잉 투입되었으며, 표본기간 동안 연평균 과잉 투입율은 약 98%인 것으로 나타났다.

공급관계식 (15)에서 $\theta(t)$, z 의 가능한 형태의 조합 가운데 $\theta(t)$ 는 시간에 대하여 2차 다항식이고 $z = 1$ 일 때 추정계수의 통계적 유의수준이 가장 높게 나타남에 따라 공급관계식의 최종 형태를 다음과 같이 선택한다.

$$p = (\alpha_y + \sum_i \gamma_{iy} \ln w_i + \gamma_{yy} \ln y + \gamma_{yt} t) \cdot \frac{c}{y} + (\theta_0 + \theta_t t + \theta_{tt} t^2) \cdot y. \quad (26)$$

비용함수의 선형 동차성 조건 (14)를 제약으로 식 (12), (13), (26)으로 구성된 연립방정식 체계를 동시에 추정하여 1% 유의수준에서 가설검증을 실시한 결과 <표 2>에서 보는 바와 같이 생산함수의 동조성, 동차성 모두 기각되었다. Hicks중립적인 기술변화는 채택되었으나 ‘기술변화는 존재하지 않는다.’의 귀무가설은 기각되었다. 기업의 가격수용자로서의 완전경쟁적 행태는 기각되어 산업내 시장지배력은 존재하는 것으로 나타났다. 채택된 제약조건을 가한 다음 연립방정식 체계를 재추정하여 최종적으로 <표 3>의 추정계수를 얻었으며, 총 27개 계수 가운데 17개가 1% 수준에서 유의적으로 나타났다. 방정식별 R^2 값은 0.63~0.98의 범위를 보였다. 비용함수에 대한 규칙성(regularity)을 조사한 결과 단조성(monotonicity)은 모든 연도에서 충족되었으며, 오목성(concavity)은 2개 연도를 제외하고 모두 만족하였다.⁶⁾

〈표 2〉 가설검증 결과

가설	Wald 통계량	임계치 (1% 유의수준)	자유도
생산함수:			
a. 동조성	12.43	11.34	3
b. 동차성	51.06	15.09	5
c. 1차 동차성	70.29	16.81	6
기술변화:			
d. Hicks중립성	1.20	11.34	3
e. 부재	220.61	16.81	6
시장지배력 부재	552.16	11.34	3

〈표 3〉 최종 모형의 추정결과

계수	추정치	계수	추정치
α_0	0.0013(0.0297)	γ_{ee}	-0.0072(0.0074)
α_y	0.4375(0.1194)**	γ_{ef}	0.0217(0.0056)**
β_k	0.7703(0.0064)**	γ_{ff}	0.0141(0.0120)
β_l	0.1613(0.0055)**	γ_{ky}	-0.0039(0.0208)
β_e	0.0394(0.0021)**	γ_{ly}	-0.0191(0.0117)
β_f	0.0290(0.0054)**	γ_{ey}	-0.0254(0.0100)**
α_t	0.0300(0.0059)**	γ_{fy}	0.0484(0.0165)**
γ_{kk}	-0.0138(0.0243)	γ_{yy}	-0.4235(0.1564)**
γ_{kl}	0.0414(0.0070)**	γ_{yt}	-0.0119(0.0088)
γ_{ke}	-0.0093(0.0074)	γ_{tt}	-0.0080(0.0010)**
γ_{kf}	-0.0184(0.0159)	θ_0	0.4931(0.1175)**
γ_{ll}	-0.0188(0.0053)**	θ_t	0.0009(0.0044)
γ_{le}	-0.0052(0.0021)**	θ_{tt}	0.0015(0.0004)**
γ_{lf}	-0.0174(0.0050)**		

주: ** (*)는 1% (5%) 수준에서 유의적임을 나타냄. 괄호 안의 숫자는 표준오차임.

6) 식 (13)으로부터 추정된 각 투입요소의 비용몫(\widehat{m}_i)은 모두 양수이어야 하며 요소가격에 대한 헤시안 (Hessian) 행렬은 음의 준정부호(negative semi-definite)이어야 한다.

식 (18)을 이용하여 측정한 화합물 및 화학제품 제조업에 대한 연도별 규모의 경제 추정치($\hat{\rho}_t$)는 1982-2006년 기간 동안 평균 0.59로 나타났으며, 1982년의 최저 0.31에서 매년 평균적으로 2.7%씩 증가하여 2006년에는 0.92까지 상승하였다.⁷⁾ 이는 산업의 조업지점이 하락하는 장기 평균비용곡선 부분에서 점점 최소점에 근접하는 추세를 의미한다. 식 (21)로부터 계산한 연도별 기술변화율($\hat{\tau}_t$)의 변화추이를 살펴보면 1982-97년 기간에는 매년 (-) 값을 보였지만 그 크기가 축소되는 추세이며 1998년부터 (+)로 전환되어 지속적으로 증가하는 양상이다. $\hat{\tau}_t$ 는 전체 표본기간 동안 연평균 0.8%씩 증가하는 것으로 나타났다.

식 (22), (23)을 이용하여 1994년 기준연도에서 측정한 각 투입요소 수요에 대한 자기 및 교차탄력성을 표본오차와 함께 <표 4>에 제시하였다. 예상대로 모든 요소의 자기 가격탄력성은 음수로 나타났으며 연료를 제외하고 모두 통계적 유의성을 확보하였다. 전력 및 노동에 대한 수요의 가격탄력성이 상대적으로 높은 반면 자본은 가장 비탄력적으로 반응하였다. 다른 조건들이 일정불변할 때 전력요금을 10% 인상할 경우 전력 수요는 약 11.4% 감소하는 것으로 예측된다. 연료가격 변화에 대한 수요의 반응은 통계적으로 의미가 없었다.

자본과 노동 간 교차탄력성이 양 방향 모두 (+) 값으로 측정됨에 따라 두 요소는 서로 대체관계임을 알 수 있다. 세부적으로는 1%의 자본가격 변화에 대한 노동 수요가 1%의 노동가격 변화에 대한 자본 수요보다 약 5배 가까이 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 자본과 전력 역시 두 요소 간 교차탄력성이 양 방향 모두 (+) 값이 되어 상호 대체 가능한 것으로 조사되었다. 다른 요인들이 변하지 않는다면 전력가격을 10% 인상할 경우 전력수요 감소뿐만 아니라 0.27%만큼 자본 투자의 증가가 예상되고 이에 기인하여 생산성 향상이 수반된다면 전기요금 인상의 타당성은 더욱 탄력을 받게 된다.

7) 규모의 경제 연평균 증가치는 다음과 같이 연도별 $\hat{\rho}_t$ 을 시간지표(t)에 대하여 1차 선형방정식으로 OLS 회귀분석을 실시하여 구한다.

$$\hat{\rho}_t = 0.5899 + 0.0274 \cdot t + \epsilon_t$$

$$(0.0097) (0.0013) R^2 = 0.94,$$

여기서 ϵ_t 는 오차항이며, 괄호 숫자는 각 추정계수의 표준오차를 나타낸다.

자본가격에 대한 전력의 교차탄력성이 전력가격에 대한 자본의 교차탄력성을 압도하는 형국이다. 이는 정부가 자본 투자를 유도하기 위하여 자본가격의 보조금 형태로서 투자에 대한 세액공제를 실시할 경우 전력수요를 효과적으로 줄일 수 있음을 의미한다.⁸⁾ ϵ_{kk} 와 ϵ_{ek} 의 추정값을 사용하여 자본의 수요 증가 시 전력소비가 얼마만큼 감소하는지에 대한 모의실험이 가능하다. 조달비용의 저감으로 1%의 자본 투자의 유인이 발생한다면 다른 조건들이 일정불변할 경우 전력수요는 2.16% 줄어드는 것으로 나타났다.⁹⁾

자본과 연료 간, 노동과 전력 간 수요의 교차탄력성 모두 (+)로 측정되었으나 통계적으로 유의하지 못하였다. 노동과 연료는 두 요소 간 교차 가격탄력성이 양 방향 모두 (-)값으로서 보완적 관계로 밝혀졌다. 비록 역 방향보다 통계적 유의성은 덜 강하지만 (5% 유의수준) 노동가격 변화에 대한 연료수요가 훨씬 더 탄력적으로 움직였다. 전력과 연료는 서로 대체가능한 것으로 나타났다. 다른 요인들이 일정하다면 연료가격이 10% 상승할 경우 전력수요는 5.8% 증가하며, 전기요금이 10% 인상된다면 7.9% 만큼 연료수요의 증가가 예상된다.

〈표 4〉 요소수요의 가격 탄력성 추정결과(1994년 기준)

가격탄력성	추정값	가격탄력성	추정값
ϵ_{kk}	-0.2476(0.0341)**	ϵ_{kf}	0.0051(0.0229)
ϵ_{ll}	-0.9552(0.0394)**	ϵ_{fk}	0.1361(0.5951)
ϵ_{ee}	-1.1423(0.1898)**	ϵ_{le}	0.0068(0.0131)
ϵ_{ff}	-0.4841(0.4720)	ϵ_{el}	0.0280(0.0532)
ϵ_{kl}	0.2151(0.0102)**	ϵ_{lf}	-0.0789(0.0315)**
ϵ_{lk}	1.0272(0.0477)**	ϵ_{fl}	-0.4395(0.2328)*
ϵ_{ke}	0.0274(0.0102)**	ϵ_{ef}	0.5790(0.1602)**
ϵ_{ek}	0.5353(0.1903)**	ϵ_{fe}	0.7875(0.2345)**

주: ** (*)는 1% (5%) 수준에서 유의적임을 나타냄. 괄호 안의 숫자는 표준오차임.

8) 구체적으로 기업의 R&D 및 에너지 고효율 생산 시설, 장비 투자에 대한 세제지원을 들 수 있다.

9) 자본수요 1% 증가를 유도하기 위하여 요구되는 $(1/\epsilon_{kk})\%$ 의 자본가격이 하락할 때, 전력수요는 $(\epsilon_{ek}/\epsilon_{kk})\%$ 만큼 변화가 초래된다. 즉, $0.5353/(-0.2476) = -2.16\%$.

식 (25)에서 해당 추정계수 및 각 변수의 통계자료들을 대입하여 다른 요인들의 불변을 전제로 전력 및 연료의 가격상승이 공급가격에 미치는 파급효과를 측정할 수 있다. 전기요금이 10% 인상될 경우 공급가격은 평균적으로 0.08% 하락하는 것으로 나타났는데, 이는 전기요금 인상으로 인한 전력수요 감소효과(ϵ_{ee})가 자본 및 연료로의 대체효과($\epsilon_{ke}, \epsilon_{fe}$)를 능가하여 생산비용이 낮아질 수 있음을 시사한다. 한편 연료가격의 10% 상승은 1.62%의 공급가격 증가로 이어졌는데, 연료 감소효과의 통계적 유의성이 없는 상황에서 노동 절약효과(ϵ_{lf})보다 전력으로의 대체효과(ϵ_{ef})가 크기 때문이다.

V. 요약 및 결론

지난 70년대 고도 경제성장 시기에 도입된 정부의 에너지가격 특히 전력에 대한 가격보조로 인하여 전력 사용은 지속적으로 증가하여 왔으나 발전설비 확충의 어려움으로 전력 공급은 이를 따라가지 못하고 있다. 그 결과 전력수요가 급증하는 동하계에는 만성적인 전력난에 직면하며 이로부터 유발되는 사회적, 경제적 비용은 국가 경제에 적지 않은 부담이 되고 있다. 전기요금의 현실화를 통한 전력 수급의 균형을 도모하는 것이 비용 면에서 실효적인 대안이 될 수 있으나 정부는 생산 단가의 상승으로 인한 국내 산업의 가격경쟁력 약화 및 안정적인 물가관리에 대한 어려움 등의 이유로 전기요금 인상에 소극적인 모습을 보이고 있다. 가격보조로 초래된 생산요소 간 비효율적 배분 상황에서 전기요금의 현실화로 각 요소의 투입이 적정 수준에서 이루어질 경우 생산비용은 장기적으로 하락할 수 있는 개연성이 있으며, 따라서 전기요금 인상으로 인한 전력 사용량 감소 규모와 공급가격에 미치는 영향 등을 분석하는 종합적인 진단이 요구된다.

본 논문에서는 국내 제조업 가운데 전력 사용량이 상대적으로 많은 화학물 및 화학제품 산업을 대상으로 암묵비용함수를 추정하여 투입요소 간 효율적 배분 여부를 검증하고 전력의 적정수준 대비 과잉 투입규모를 측정하였다. 비용최소화 달성의 전제로 공급관계식을 비용함수와 함께 하나의 연립방정식체계로 추정하여 각 투입

요소에 대한 수요의 가격탄력성을 도출한 후 이를 이용하여 전기요금 10% 상승 시 각 요소수요 및 공급가격에 미치는 파급효과에 대한 모의실험을 실시하였다.

1982-2006년 기간 동안 화합물 및 화학제품 제조업에서 ‘투입요소 간 효율적 배분이 달성되었다.’의 귀무가설은 기각되었다. 이는 요소별로 적정수준 대비 과잉 혹은 과소 투입되고 있음을 의미하는데, 전력은 평균적으로 매년 약 98% 과잉 투입되는 것으로 나타났다. 다른 요인들이 일정불변하다면 전력요금 10% 상승 시 전력수요는 11.4% 감소하고, 대체관계인 자본에 대한 투자는 0.27% 증가하는 것으로 조사되었다. 반면 자본투자가 1% 증가할 경우 전력수요는 2.16% 감소하였다. 전력과 연료는 상호 대체가능하여 다른 요인들이 일정불변하다면 전기요금이 10% 인상되면 연료수요는 7.9% 증가하고, 연료가격이 10% 상승하면 전력수요는 5.8% 증가하는 것으로 나타났다. 전기요금이 10% 인상될 경우 기타 요인들이 변하지 않는다면 공급가격은 평균적으로 0.08% 하락하였다. 이는 전기요금 인상 시 전력수요 감소효과가 자본 및 연료로의 대체효과를 능가하여 생산비용이 낮아질 수 있음을 의미한다. 연료가격의 경우 10% 상승하면 공급가격은 1.62% 증가하는 것으로 나타났다.

향후 제조업 부문 전반에 대한 분석이 이루어져야 종합적인 결론이 도출되겠지만 화합물 및 화학제품 제조업에 국한한다면 본 연구의 결과는 산업의 대외 가격경쟁력 유지 및 안정적 물가관리를 위하여 산업용 전기요금의 현실화를 주저하는 정부의 우려는 기우임을 반증하고 있다. 이러한 해석이 유효하기 위해서는 생산요소의 효율적 투입이 전제되어야 하는데, 전력 가격보조가 유지되는 한 달성이 불가능하며 장기적 관점에서 전기요금 인상을 통하여 전력의 과다사용을 억제시키고 전기절약을 유도하는 정책이 요구된다.

[References]

1. 김수일, 「계량경제모형을 통한 발전부문의 연료대체에 관한 연구」, 기본연구보고서 06-06, 에너지경제연구원, 2006.
2. 박광수, 「환경규제에 따른 산업부문의 에너지원간 대체관계 및 온실가스 배출저감 효과 분석」, 기본연구보고서 05-13. 에너지경제연구원, 2005.
3. 박창수, 「산업부문내의 에너지 대체효과 분석」, 기본연구보고서 03-13, 에너지경제연구원, 2003.
4. 에너지경제연구원, 「에너지통계연보」, 2011.
5. 이명현, “한국 제조업의 계수효율성 검정 -일반비용함수를 통하여-”, 「계량경제학보」, 7, 1996, pp.57-68.
6. 이명현, 강상목, “기술적·분배 비효율성을 고려한 제조업 산업별 시장지배력 측정”, 「국제경제연구」, 13(1), 2007, pp.153-175.
7. 이명현, 김일중, “한국 철강산업의 공해저감시설에 대한 적정규모 분석”, 「자원경제학회지」, 8(1), 1998, pp.75-94.
8. 이영선, “산업연관분석과 에너지원간 대체성”, 「한국의 에너지수요와 생산요소간 대체성 분석」, 신의순의 공저, 한국자원경제학회, 1990, pp.172-194.
9. Arnberg, S. and T. B. Bjørner, “Substitution between Energy, Capital and Labour within Industrial Companies: A Micro Panel Data Analysis,” *Resource and Energy Economics*, Vol. 29, 2007, pp.122-136.
10. Atkinson, S. E. and R. Halvorsen, “Parametric Efficiency Tests, Economies of Scale, and Input Demand in U.S. Electric Power Generation,” *International Economic Review*, Vol. 25, 1984, pp. 647-662.
11. Atkinson, S. E. and R. Halvorsen, “Parametric Tests for Static and Dynamic Equilibrium,” *Journal of Econometrics*, Vol. 85, 1998, pp.33-50.
12. Barnett, A. H., K. Reutter, and H. Thompson, “Electricity Substitution: Some Local Industrial Evidence,” *Energy Economics*, Vol. 20, 1998, pp. 411-419.
13. Christensen, L. R. and W. H. Greene, “Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation,” *Journal of Political Economy*, Vol. 84, 1976, pp. 655-676.
14. Diewert, W. E., “Duality Approaches to Microeconomic Theory,” in K.J. Arrow and M.D. Intriligator (eds.), *Handbook of Mathematical Economics*, Vol. 2, Amsterdam:

North-Holland, 1982.

15. Ellis, G. M. and R. Halvorsen, "Estimation of Market Power in a Nonrenewable Resource Industry," *Journal of Political Economy*, Vol. 110, 2002, pp. 883-899.
16. IEA, 「Energy Price and Taxes」 4th quarter, Paris, France, 2011.
17. Larsen, B. M. and R. Nesbakken, "Norwegian Emissions of CO₂ 1987-1994," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 9, 1997, pp.275-290.
18. Lau, L. J. and P. A. Yotopoulos, "A Test for Relative Efficiency and Application to Indian Agriculture," *American Economic Review*, Vol. 61, 1971, pp. 94-109.
19. Pindyck, R. S., "Interfuel Substitution and the Industrial Demand for Energy: An International Comparison," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 61, 1979, pp.169-179.