

製造業部門 電力消費에서의 産業構造變化效果

辛 廷 植*

<目 次>

I. 序
II. 産業構造效果推定을 위한 統計的 分析
III. 計量經濟模型에 의한 産業構造效果推定
IV. 要約 및 結論

I. 序

우리나라의 電力需要 構成推移를 보면 산업용 전력수요가 총전력수요의 약 3분의 2를 차지하여 왔으며, 산업용 전력수요의 약 95% 이상을 占有하는 제조업 전력수요가 전체 전력수요의 伸張을 주도하여 왔다. 산업용 전력수요를 설명하기 위해서는 巨視經濟與件, 사회인구 통계상의 발전을 반영하는 生産水準效果, 산업간경쟁, 국제경쟁력 등을 반영하는 産業構造效果, 그리고 기술발전, 생산요소가격 등의 영향을 받는 電力集約度效果 등 세가지 주요효과가 반드시 고려되어야 한다.

本稿는 이 중에서 산업구조효과가 전력소비에 미치는 영향의 분석에 연구의 초점을 두고서, 에너지 節約型 産業構造調整이 가장 활발했던 기간으로 간주되는 1981~1987년 동안의 산업구조변화효과를 實證的으로 분석한다.

分析技法으로서는 전력수요의 增減을 附加價值變化, 電力集約度變化, 産業構造變化의 세 요인별로 구분하여 測定하는 統計的 分析과, 産業構造가 1981년의 산업구조로서 不變이라고 假定할 경우의 전력수요 추정치와 실적자료를 사용할 경우의 전력추정치를 비교하는 計量經濟分析을 사용한다.

II. 産業構造效果推定을 위한 統計的 分析

1. 分析指數의 定義

제조업부분의 총전력수요는 각 업종별 전력수요의 합으로서 다음과 같이 표시될 수 있다.

* 에너지 경제연구원 연구위원

$$EL_t = \sum_i EL_{it} \tag{1}$$

단, EL_t : t 년의 제조업 총전력소비

EL_{it} : t 년의 i 업종 전력소비

産業構造變化가 製造業電力需要 수준에 미치는 영향을 분석하기 위해서 제조업 총전력수요를 결정하는 要因을 제조업 전체의 生産水準變化, 業種別 電力集約度 變化, 그리고 業種別 附加價值構成比 變化, 즉 산업구조 변화의 세 요인으로 분리하여 다음의 (2)식과 같이 제조업 총전력 소비를 세 요인의 곱으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} EL_t &= \sum_i EL_{it} \\ &= \sum_i (EI_{it} \times VA_{it}) \\ &= \sum_i \left(EI_{it} \times \frac{VA_{it}}{VA_t} \times VA_t \right) \\ &= VA_t \times \sum_i \left(EI_{it} \times \frac{VA_{it}}{VA_t} \right) \end{aligned} \tag{2}$$

단, EI_{it} : i 업종의 電力集約度, 여기서는 부가가치당 전력소비량(EL_{it}/VA_{it})으로 정의함.

VA_{it} : t 년의 i 업종의 부가가치

VA_t : t 년의 제조업 전체 부가가치

VA_{it}/VA_t : t 년의 i 업종 부가가치 구성비

제조업부문 전력소비를 (2)식과 같이 표현할 경우 편리한 점은 어느 基準年度($t=0$)와 比較年度($t=t$)간의 전력수요 변화를 附加價值增加要因, 電力集約度變化要因, 그리고 産業構造變化要因別로 구분하여 분석할 수 있다는 데에 있다. <表 1>은 요인별로 전력수요에 미치는 영향을 분석하기 위한 시나리오별 제조업 전력수요 계산식을 보여주고 있다.

<表 1> 시나리오별 電力需要計算式

-
- I. 기준년도($t=0$)의 실제전력수요 : $EL_0(0, 0) = VA_0 \times \sum_i EI_{i0} \times \frac{VA_{i0}}{VA_0}$
 - II. 부가가치의 변화만 가정할 경우 : $EL_t(0, 0) = VA_t \times \sum_i EI_{i0} \times \frac{VA_{i0}}{VA_0}$
 - III. 업종별 전력집약도가 불변일 경우 : $EL_t(0, t) = VA_t \times \sum_i EI_{i0} \times \frac{VA_{it}}{VA_t}$
 - IV. 업종별 부가가치 구성비가 불변일 경우 : $EL_t(t, 0) = VA_t \times \sum_i EI_{it} \times \frac{VA_{i0}}{VA_0}$
 - V. 비교년도($t=t$)의 실제전력수요 : $EL_t(t, t) = VA_t \times \sum_i EI_{it} \times \frac{VA_{it}}{VA_t}$
-

부가가치 증가요인에 의한 전력수요 증가효과(V_i)는 나머지 두 요인이 불변일 경우의 전력수요 수준과 기준년도의 전력수요 수준을 비교함으로써 다음과 같이 측정할 수 있다.

$$V_i = \frac{EL_i(0, 0)}{EL_0(0, 0)} \quad (3)$$

산업구조 변화요인에 의한 전력수요 변화효과의 측정은 업종별 전력집약도가 기준년도 치로 고정되었을 경우, $\frac{EL_i(0, t)}{EL_i(0, 0)}$ 와 업종별 전력집약도가 비교년도일 경우, $\frac{EL_i(t, t)}{EL_i(t, 0)}$ 의 두 가지 측정치가 존재하므로 一義적으로 파악되지 않는다. 따라서 本稿에서는 다음 (4)식과 같이 두 가지 측정치의 幾何平均 S_i 를 계산하여 이를 산업구조 변화요인에 의한 전력수요 변화의 測定指數로 정의하여 사용하기로 한다.

$$S_i = \sqrt{\frac{EL_i(0, t)}{EL_i(0, 0)} \times \frac{EL_i(t, t)}{EL_i(t, 0)}} \quad (4)$$

이와 같이 S_i 를 정의할 경우, S_i 의 크기에 따라서 比較年度の 산업구조가 기준년도에 비해 電力消費節約的($S_i < 1$), 電力消費中立的($S_i = 1$), 또는 電力多消費型($S_i > 1$)으로 변화되었는가를 판단할 수 있다. 전력집약도 변화요인의 효과 측정에 있어서도 동일한 문제가 존재하므로 다음 (5)식과 같이 산업구조를 기준년도로 固定시킬 경우와 비교년도의 산업구조를 사용할 경우의 두 가지 측정치의 기하평균 I_i 를 계산하여 이를 전력집약도 변화에 의한 전력수요 변화의 測定指數로 정의하여 사용하기로 한다.

$$I_i = \sqrt{\frac{EL_i(t, 0)}{EL_i(0, 0)} \times \frac{EL_i(t, t)}{EL_i(0, t)}} \quad (5)$$

2. 分析結果

〈表 2〉는 1970년부터 1987년 기간 동안의 제조업 업종별 부가가치와 전력소비자료를 사용하여 식 (3), (4), (5)에서 정의된 指數들을 계산한 결과를 보여주고 있다.

〈表 2〉의 결과중 주목해야 할 사실은 산업구조 변화요인의 효과로서 70~87년 기간 평균으로는 전력소비를 年平均 0.4% 증가시킨 효과가 나타나고 있으나 80년대에 들어와서는

〈表 2〉 製造業 電力需要 變化要因 分析

변화요인	연도	'70	'75	'80	'85	'87	'70~87 연평균 변화율(%)
(A) 부가가치 증가: V_i		1.0	2.256	4.291	6.430	8.787	13.64
(B) 산업구조 변화: S_i		1.0	1.092	1.165	1.132	1.070	0.40
(C) 전력집약도 변화: I_i		1.0	0.919	0.886	0.861	0.867	-0.84
(D) 전력 수요 증가: EL_i		1.0	2.263	4.429	6.266	8.150	13.13

註: 1) $D=A \times B \times C$

〈表 3〉 製造業 電力需要 變化要因의 期間別 分析

변화요인	연 도				70~80	80~87
	'70	'80	'83	'87	연평균 변화율 (%)	연평균 변화율 (%)
(A) 부가가치 증가(V_t)	0.233	1.00	1.257	2.048	15.68	10.78
(B) 산업구조 변화(S_t)	0.858	1.00	1.011	0.939	1.54	-0.90
(C) 전력집약도 변화(I_t)	1.129	1.00	0.968	0.957	-1.20	-0.62
(D) 전력 수요 증가(EL_t)	0.226	1.00	1.231	1.840	16.05	9.10

註: 1) $D=A \times B \times C$

電力消費節約型 추세가 반영되고 있다는 점이다. 2차 석유과동을 전후로 한 이와같은 산업구조 변화 효과를 對比하기 위해서 분석기간을 1970~80년과 1980~87년으로 나누어서 제조업 전력수요 증감의 要因別 分析을 한 결과를 요약하면 〈表 3〉과 같다.

제조업 전력수요의 기준별 추이를 보면 80년대에 들어와서 그 성장 추세가 크게 둔화되었는데 그 이유로서는 부가가치 증가율의 둔화 뿐만 아니라 70년대에 전력소비 증가요인으로 작용했던 산업구조변화가 80년대에는 電力節約의인 효과를 미치고 있음이 지적된다. 한편, 전력집약도 감소에 의한 전력소비 절감효과는 70년대에 비해 둔화되는 추세를 보이고 있다.

이상의 분석에서와 같이 平均概念의 統計指數를 사용하여 전력수요의 증감요인을 분석하는 기법은 一個 統計指數에 요약된 정보를 사용하여 요인별 분석이 가능하다는 점에서 事後의인 政策分析用으로서 매우 편리한 技法으로 에너지 수요분석에 자주 이용되고 있으나, 소비자의 消費行態에 관한 구조적 분석이 아니므로 분석 결과의 해석에 유의하여야 하며 수요예측과 같은 事前의 分析에는 不適合한 것으로 사료된다. 이와같은 통계적 분석의 한계점을 보완하기 위한 대안으로서 그리고 비교의 목적으로 다음에서는 計量經濟模型을 사용하여 산업구조 변화효과를 분석하고자 한다.

III. 計量經濟模型에 의한 産業構造效果推定

1. 推定模型의 設定

산업용 에너지 需要函數의 연구에 전형적으로 사용되는 모형으로서 生産要素를 資本(K), 勞動(L), 에너지(E), 原料(M) 등 4가지로 분류하여 기업의 費用最少化行態에 부합하는 신축적 함수모형의 형태를 취하는 超越對數函數模型을 들 수 있다. 본 연구에서는 자료의 제약에 의해 일반적인 $KLEM$ 모형의 사용 대신에 생산함수가 同質的으로(homothetically)

에너지 投入物에 關係 弱分離가 可能하며, 에너지 투입함수는 1次同次性을 가진다고 假定 하고서 다음과 같이 에너지비용함수를 표시한다.

$$W = Z \cdot V(P_e, P_o, P_c, t) \tag{6}$$

단, W : 총에너지 비용함수

Z : 총에너지 투입

V : 단위에너지 비용함수

P_e : 전기 가격

P_o : 석유 가격

P_c : 석탄 가격

t : 시간 변수

(6)식에서의 시간 변수 t 는 기술변화의 효과를 外生的으로 간주하고서 기술변화의 代變數로서 포함시키고 있다. 단위 에너지 비용함수 V 를 2계 테일러 시리즈로 전개하여 近似化 한 초월대수함수로 표시하면 (7)식과 같다.

$$\begin{aligned} \ln V = & \alpha_o + \alpha_e \ln P_e + \alpha_o \ln P_o + \alpha_c \ln P_c + \alpha_t \ln t + \frac{1}{2} \gamma_{ee} (\ln P_e)^2 \\ & + \gamma_{eo} \ln P_e \ln P_o + \gamma_{ec} \ln P_e \ln P_c + \gamma_{et} \ln P_e \ln t + \frac{1}{2} \gamma_{oo} (\ln P_o)^2 \\ & + \gamma_{oc} \ln P_o \ln P_c + \gamma_{ot} \ln P_o \ln t + \frac{1}{2} \gamma_{cc} (\ln P_c)^2 + \gamma_{ct} \ln P_c \ln t \\ & + \frac{1}{2} \gamma_{tt} (\ln t)^2 \end{aligned} \tag{7}$$

에너지源別 需要函數는 단위비용함수를 대수미분하여 구할 수 있다.

$$\frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial V}{\partial P_i} \cdot \frac{P}{V} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \gamma_{it} \ln t \tag{8}$$

단, $i, j : e, o, c$

셰퍼드의 정리(Shephard's lemma)에 의하여

$$\frac{\partial V}{\partial P_i} = \frac{X_i}{Z} \quad \text{단, } X_i \text{는 비용을 최소화하는 에너지 투입임.}$$

비용함수가 線型同次函數이므로 오일러 정리(Euler's theorem)에 의해 $W = \sum P_i X_i$ 가 된다. 따라서, $V = \frac{\sum P_i X_i}{Z}$. 이를 (8)식에 대입하면

$$\frac{\partial \ln V}{\partial \ln P_i} = \frac{P_i X_i}{\sum P_i X_i} = M_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \gamma_{it} \ln t \tag{9}$$

단, $i, j : e, o, c$

M_i : 에너지 투입 i 의 비용점유율.

費用占有率의 합은 항상 1이 되어야 하므로 (9)식의 파라미터들은 다음의 合計制約條件을 만족시켜야 한다.

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_j \gamma_{ij} &= 0, \quad i, j = e, o, c \end{aligned} \tag{10}$$

또한 비용함수는 要素價格에 대하여 1차동차이므로 위의 합계제약조건과 함께 다음의 對稱性制約條件이 만족되어야 한다.

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \quad i \neq j \tag{11}$$

실제 추정식은 (10), (11)의 제약조건을 (9)식에 적용하여 다음과 같이 오차항과 함께 계절 더미변수(seasonal dummy variable)들을 설명변수에 포함하여 각 분기별로 상이한 常數項을 추정한다.

$$\begin{aligned} M_e &= \alpha_e + \gamma_{ee} \ln P_e + \gamma_{eo} \ln P_o + \gamma_{ec} \ln P_c + \gamma_{et} \ln t + \delta_{e1} D_1 + \delta_{e2} D_2 + \delta_{e3} D_3 + U_e \\ M_o &= \alpha_o + \gamma_{oo} \ln P_o + \gamma_{oe} \ln P_e + \gamma_{oc} \ln P_c + \gamma_{ot} \ln t + \delta_{o1} D_1 + \delta_{o2} D_2 + \delta_{o3} D_3 + U_o \\ M_c &= \alpha_c + \gamma_{ce} \ln P_e + \gamma_{co} \ln P_o + \gamma_{cc} \ln P_c + \gamma_{ct} \ln t + \delta_{c1} D_1 + \delta_{c2} D_2 + \delta_{c3} D_3 + U_c \end{aligned} \tag{12}$$

對稱性制約에 의해 추정계수의 숫자는 줄어들지만 연립방정식 체계의 추정을 요구한다. 費用占有率의 합이 1이므로 세추정식의 오차항의 합은 항상 0이 되어야 하며 공분산 행렬은 특이행렬이 된다. 따라서 추정식 중의 한개는 반드시 제외시켜야 한다. 이때 어느 식을 제외시키든지 결과는 동일하다. 오차항 벡터(U_e, U_o, U_c)는 서로 독립적이고 평균이 0인 동일한 正規分布를 가지며 비특이 공분산 행렬을 가진다고 가정한다.

비용접유율의 추정에는 Zeller의 반복법을 사용하는데 이는 최우도추정법(MLE)과 동일하다.

추정식들은 1981~1986년 동안의 分期別 時系列 자료를 이용하여 추정하며 업종에 따라서 석탄 소비 비중이 극히 작을 경우에는 전력과 석유 점유율 방정식만을 사용하여 추정한다. 추정에 사용된 자료에 대한 자세한 설명과 추정 결과는 부록에 수록되어 있다.

전력이 별개의 생산요소로서 분리되어 있는 總費用函數의 추정이 가능할 경우, 전력 비용 점유율 추정치와 전력가격 자료를 사용하여 전력수요량을 추정할 수 있으나 자료의 제약에 의해 이와같은 추정이 불가능한 여건이므로 본고에서는 이 문제를 해결하기 위해 總에너지물량을 직접 추정한 뒤 전력비용 점유율 추정치로부터 계산된 연료물량 점유율을 사용하여 전력수요량을 추정하는 방법을 사용한다.

업종별 총에너지 수요의 추정에는 다음 (13)식과 같이 더블로그 형태의 특정(ad-hoc) 수요 모형을 규정한다.

$$\ln E_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln PE_i + \alpha_2 \ln VA_i + \alpha_3 D_1 + \alpha_4 D_2 + \alpha_5 D_3 + U \quad (13)$$

단, E_i : TOE로 집계된 i 업종의 총에너지 수요

PE_i : i 업종의 加重에너지 가격

VA_i : i 업종의 부가가치

D_1, D_2, D_3 : 계절 더미 변수

여기에서 i 업종의 가중에너지가격 PE_i 는 다음과 같이 구한다.

$$PE_i = \sum_j VS_j P_j \quad (14)$$

단, VS_j : j 연료 물량 점유율

P_j : j 연료의 가격

제조업의 9개 업종별로 (13)식을 추정한 결과는 부록에 수록되어 있으며, 추정식의 설명력을 提高시키기 위해 업종에 따라 추정기간은 '82년~'86년 또는 '81년~'86년을 사용하였고, 전년도 同期의 從屬變數 내지 趨勢變數를 說明變數에 포함시킨 업종도 있다.

한편, 업종별 전력수요 추정에 필요한 연료물량점유율(VS_i)의 추정치는 超越對數函數模型으로부터 구한 비용점유율(CS_i)의 추정치를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

定義에 의해 비용점유율은 (15)식과 같이 표현된다.

$$CS_i = \frac{P_j E_j}{\sum_j P_j E_j} = \frac{P_j \cdot E_j}{PE \cdot E} \quad (15)$$

그런데 (15)식으로부터

$$VS_i = \frac{E_j}{E} = CS_j \cdot \frac{PE}{P_j} \quad (16)$$

여기에서 $\sum_j VS_j = 1$ 이므로 (16)식으로부터

$$1 \equiv \sum_j \left(CS_j \cdot \frac{PE}{P_j} \right) = \sum_j \left(\frac{CS_j}{P_j} \right) \cdot PE$$

즉,

$$PE = \frac{1}{\sum_j \frac{CS_j}{P_j}} \quad (17)$$

따라서 비용점유율과 각 에너지원의 가격을 알 경우 우리는 加重에너지價格과 각 에너지燃料의 物量占有率을 계산할 수 있으며, 이와 같은 관계를 통하여 超越對數函數模型에서 추정하는 연료간 代替關係 정보가 전력수요의 추정에 영향을 미치게 된다는 것이 본 연구의 특징으로 지적된다.

2. 分析過程 및 結果

본 연구에서는 産業構造 不變을 가정할 경우의 業種別 부가가치 시나리오하의 업종별 전력수요를 추정하여 이들의 합계와 실제의 제조업 전력소비 수준을 비교함으로써 산업구조 변화 효과의 추정을 시도한다. 추정에는 1981년부터 1986년까지의 分期別 資料를 사용하며 1981년을 基準年度로 하여 1981년의 업종별 부가가치 구성이 분석기간 동안 불변이라고 가정할 경우 製造業 總附加價值 수준의 변화를 반영하는 比較年度의 업종별 부가가치를 계산하여 사용한다. 이와같이 구한 산업구조 불변 시나리오하의 부가가치 자료를 사용하여 산업구조 변화가 제조업 전력소비에 미친 효과를 추정하는 과정을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

먼저 해당 자료의 실적치를 사용하여 업종별 총에너지 수요모형인 (13)식을 추정하며, 이 추정 결과를 이용하여 비교년도의 업종별 총에너지 수요의 추정치(\hat{E}_i)를 구한다.

다음 단계로서 超越對數函數模型의 (12)식을 추정하며, (12)식의 추정결과와 (16)식의 관계를 이용하여 업종별 전력의 物量占有率(\hat{VS}_i^e) 추정치를 구한다. 따라서 t 년도의 업종별 電力需要推定值(EL_{it})는 다음 식과 같이 업종별 총에너지 수요추정치(\hat{E}_{it})에다 업종별 전력의 물량점유율 추정치(\hat{VS}_{it}^e)를 곱하여 구할 수 있다.

$$EL_{it} = \hat{E}_{it} \times \hat{VS}_{it}^e \quad (18)$$

한편, 산업구조가 1981년 제조업 부가가치 구성으로 불변이라고 가정할 경우의 t 년의 업종별 부가가치를 실제의 업종별 부가가치 대신에 (13)식의 推定式에 代入하여 산업구조 불변시의 업종별 총에너지 수요의 추정치(\hat{E}_{it})를 구한다. 산업구조 불변 시나리오하의 t 년의 業種別 電力需要 推定值(\hat{EL}_{it})는 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$\hat{EL}_{it} = \hat{E}_{it} \times \hat{VS}_{it}^e \quad (19)$$

이상과 같은 과정을 통해서 구한 업종별 추정치를 합하여 구한 제조업 전체의 수요 추정치를 비교하면 <表 4>와 같다. <表 4>의 결과에 의하면, 제조업 전력수요는 1981년~1986년 기간중 산업구조 변화에 의해 연평균 0.52%씩 감소한 것으로 추정된다. 1981년을 기준으로 볼 때 산업구조는 1983년 이후 電力低消費型으로 변화하고 있으며, 산업구조 변화의 효과는 전력소비보다 총에너지 수요에 더욱 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타나고 있다.

끝으로 통계적 분석과 回歸分析의 두가지 분석에 의해 측정된 산업구조 변화의 효과를 비교하면 <表 5>와 같다.

1981년을 基準年度로 해서 두 분석방법의 결과치를 비교해 보면 兩者間에 상당한 차이가 남을 알 수 있는데 이는 測定技法上의 근본적인 차이에 의해 설명될 수 있다.

산업구조 변화가 전력수요에 영향을 미치게 되는 경로는 부가가치 변수의 변화인데 回歸

〈表 4〉 電力需要의 産業構造效果 分析 結果

연 도	'81	'82	'83	'84	'85	'86	81~86 평균변화율 (%)
	제조업 수요						
실적자료 사용시의 추정치(A)							
총에너지(千TOE)	15,809	15,987	16,875	17,768	17,965	19,541	4.33
전 력(Gwh)	23,170	24,604	27,209	29,993	31,188	34,518	8.30
산업구조 불변시의 추정치(B)							
총에너지(千TOE)	15,809	15,865	16,975	17,974	18,220	20,324	5.15
전 력(Gwh)	23,170	24,525	27,431	30,331	31,582	35,426	8.63
산업구조 효과(A/B)							
총에너지	1.000	1.008	0.994	0.989	0.986	0.926	-0.78
전 력	1.000	1.003	0.992	0.989	0.988	0.974	-0.52

註: 1) 연간 추정치는 분기별 추정 결과의 합계임.

2) 산업구조 불변 시나리오는 1981년의 구조가 지속된다고 가정할 경우임.

〈表 5〉 産業構造效果 測定結果 比較

單位: 指數('81=1)

연 도	'81	'82	'83	'84	'85	'86	81~86 평균변화율 (%)
	분석방법						
통계적 분석	1.000	1.003	1.001	0.972	0.968	0.942	-1.20
회귀 분석	1.000	1.003	0.992	0.989	0.988	0.974	-0.52

分析의 경우 이와같은 부가가치 변화의 효과가 부가가치 변수의 계수추정치를 통하여 다른 변수들의 효과와 분리되어 파악이 되나, 통계분석의 경우 (2)식에서 定義된 바와 같이 전력수요는 부가가치의 변화와 같은 비율로 변화하게 되어 있다. 그런데 총에너지 수요함수의 추정 결과를 보면 기타 제조업의 경우를 제외하고서는 모든 업종의 長期附加價值彈性値는 1보다 작게 추정되고 있다. 따라서 두 분석 결과의 차이는 이와 같은 부가가치 탄성치의 차이를 반영하고 있으며, 이론적으로는 부가가치 효과를 분리해서 파악할 수 있는 回歸分析의 추정 결과가 더욱 정확한 추정치로서 간주된다.

그러나 총에너지 수요 함수의 실정과 經濟理論과의 乖離, 에너지 요소의 分離性 假定, 에너지비용함수의 規模收益 不變假定 등 본 연구의 회귀 분석에는 몇가지 강한 가정이 사용되고 있으므로 이와같은 가정의 완화를 통하여 보다 정확한 계수 추정치를 구하는 分析技法上的 改善이 향후의 과제로서 지적된다.

IV. 要約 및 結論

本稿에서는 産業構造變化가 제조업부문 전력소비에 미친 영향을 實證的으로 분석하고

있다. 제 2 차 석유파동 이후 에너지 절약형 산업구조 조정이 적극적으로 전개된 1981~1986 년 기간 동안의 자료를 사용하여 분석한 결과에 의하면, 增減要因別 統計分析의 경우 동 기간동안 전력절약형 산업구조 변화에 의해 제조업 전력 소비는 '年平均 1.20%씩 절약된 것으로 測定되며, 回歸分析의 경우 제조업 전력 소비는 산업구조 변화에 의해 동기간동안 연평균 0.52%씩 절약된 것으로 측정되고 있다.

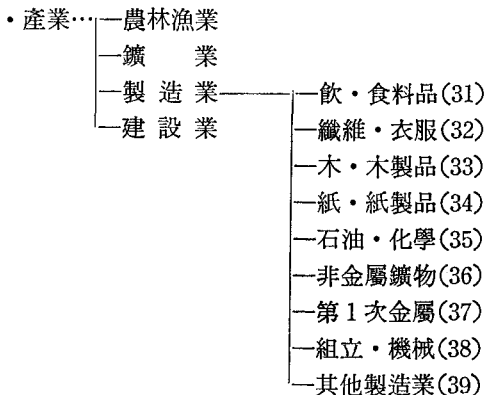
두 분석 결과의 차이는 分析技法上的의 근본적인 차이를 반영하고 있으며, 구조변화효과가 적게 측정된 회귀분석의 결과에 의하더라도 최근의 에너지 節約型 産業構造變化가 제조업 전력 소비에 미친 영향은 상당한 수준으로 나타나고 있다.

推定模型 및 方法의 개선이 향후의 과제로 지적되고 있지만, 본 연구의 결과는 産業構造 效果의 중요성을 잘 강조하고 있다고 思料된다. 따라서 제조업 전체 수준으로 集計된 자료를 사용할 경우 이와 같은 구조변화효과를 반영하지 못한다는 점이 그 분석의 한계로 지적된다. 특히, 수요예측 분야를 고려할 경우 豫測力의 제고를 위해서는 반드시 업종별 분석이 필요할 뿐만 아니라 사용하는 산업구조 시나리오의 중요성이 다시 한번 강조되어야 했다. 나아가서 본 연구에서는 제조업을 9개 업종으로 분류하고 있으나 업종내의 구조변화를 반영할 수 있는 더욱 미시적인 차원에서의 연구가 가능하도록 자료의 축적 및 분석기법의 개발에 관한 노력이 있어야 하겠다.

〈附錄 I : 資料〉

1. 業種分類

産業部門에 너지需要는 農林漁業, 鑛業, 建設業, 製造業 部門의 에너지消費로 構成되며, 製造業은 標準産業分類에 따라 9개 業種으로 分類하였다.



2. 에너지消費 資料

各業種別로 1981年이후 分期別 에너지源別 消費量(천TOE)과 TOE당 平均 에너지價格을 推定했다. 石油製品, 電力, 無煙炭, 有煙炭, 消費實績 및 價格資料를 정리했으며, 都市가스는 業種別 消費資料의 부족으로 고려하지 못했다. 그러나 都市가스는 1984년부터 産業用으로 사용되기 시작했으며 그 消費量도 매우 작다.

에너지源別 消費實績과 價格資料 推定方法은 다음과 같다

○石 油

가) 消費量

- 石油開發公社(PEDCO)의 月別, 油種別, 産業部門別 石油類消費實績值 利用
- 一部 油種에서 消費部門別 不一致가 있는 경우 이를 에너지 統計年報 基準으로 재조정.

나) 價 格

- 政府告示 油種別 最高販賣價格을 날짜加重平均에 의해 分期別 油種別 平均價格 計算.
- 産業用 石油類 消費量의 대부분(70% 이상)이 精油會社에서 直接 販賣되므로, 稅後 精油會社 販賣價格을 적용.

(세전공장도가격 + 특별소비세 + 부가가치세 + 수송비)

- 價格自律화된 일부 石油製品(제트유, 용제) 價格은 品目別 都賣物價指數를 이용하여 계산.
- 國際價格連動制인 납사價格은 石油協會에서 매일 발표하는 稅後價格을 이용.

○電 力

가) 韓電資料 『韓國電力統計』

나) 電力價格은 分期別 動力用 電力販賣單價 적용.

○有煙炭

가) 消費量

- 81~82년은 業種別 消費實績資料 이용.
- 83년 이후는 에너지 統計月報資料 이용.

나) 價 格

- 『貿易統計月報』의 分期別 有煙炭輸入價格 이용. (정상수입가격, C & F)

○無煙炭

가) 消費量

- 石公의 『無煙炭需給統計』와 에너지센서스의 業種別 無煙炭 消費量을 이용하여 계산.

·에너지센서스의 業種別 無煙炭消費量 構成을 고려하여 이를 業種別로 配分—製造業中 消費量이 작은 業種에서는 無煙炭消費가 없는 것으로 가정.

나) 價格

— '87.4.10의 無煙炭 告示價格中 2級炭價格(42,420원/톤)을 基準價格으로 產業用 無煙炭 價格指數(『物價總覽』)를 이용하여 계산.

3. 生産活動資料

○ 産業部門別 및 製造業種別 總產出額과 附加價值 實績은 韓國銀行에서 발표하는 分期別 資料를 이용하였다. (1980년 不變價格 基準)

〈附錄 II〉

超越對數費用函數에 의한 피라미터 推定結果

업종	음식료	섬유	목제품	지제품	화학	요업	철강	기계	기타
α_0	0.477 (0.002)	0.658 (0.002)	0.801 (0.008)	0.623 (0.005)	0.300 (0.003)	0.444 (0.002)	0.450 (0.002)	0.707 (0.006)	0.142 (0.003)
α_e	0.523 (0.002)	0.342 (0.002)	0.199 (0.008)	0.377 (0.005)	0.700 (0.003)	0.332 (0.008)	0.163 (0.003)	0.293 (0.006)	0.858 (0.003)
α_c	—	—	—	—	—	0.224 (0.006)	0.388 (0.003)	—	—
γ_{ce}	0.210 (0.030)	0.118 (0.029)	0.097 (0.090)	0.194 (R)	0.184 (R)	0.231 (0.032)	0.231 (R)	0.143 (R)	0.060 (0.047)
γ_{cc}	-0.210 (0.030)	-0.118 (0.029)	0.097 (0.090)	-0.194 (R)	-0.184 (R)	-0.049 (0.024)	-0.077 (0.019)	-0.143 (R)	-0.060 (0.047)
γ_{ec}	—	—	—	—	—	-0.183 (0.022)	-0.154 (0.019)	—	—
γ_{0e}	0.210 (0.030)	0.118 (0.029)	-0.097 (0.090)	0.194 (R)	0.184 (R)	-0.092 (0.067)	0.084 (R)	0.143 (R)	0.060 (0.047)
γ_{0c}	—	—	—	—	—	0.141 (0.053)	-0.007 (0.019)	—	—
γ_{ce}	—	—	—	—	—	0.042 (0.043)	0.162 (0.033)	—	—
γ_{et}	0.027 (0.005)	0.062 (0.005)	0.104 (0.015)	0.023 (0.008)	0.016 (0.005)	0.054 (0.005)	0.032 (0.004)	0.040 (0.009)	-0.020 (0.006)
γ_{0t}	-0.027 (0.005)	-0.062 (0.005)	-0.104 (0.015)	-0.023 (0.008)	-0.016 (0.005)	-0.091 (0.014)	-0.044 (0.004)	-0.040 (0.009)	0.020 (0.006)
γ_{ct}	—	—	—	—	—	0.037 (0.011)	0.012 (0.006)	—	—
δ_{e1}	-0.051 (0.006)	-0.036 (0.006)	-0.0272 (0.022)	-0.022 (0.013)	-0.007 (0.008)	-0.022 (0.006)	-0.016 (0.006)	-0.021 (0.016)	-0.013 (0.009)
δ_{e2}	0.033 (0.006)	0.030 (0.006)	0.035 (0.022)	0.022 (0.013)	0.022 (0.008)	0.009 (0.006)	0.008 (0.006)	0.072 (0.016)	0.013 (0.009)
δ_{e3}	0.083 (0.006)	0.046 (0.006)	0.051 (0.022)	0.034 (0.013)	0.020 (0.008)	0.012 (0.006)	0.009 (0.006)	0.091 (0.016)	0.017 (0.009)

δ_{01}	0.051 (0.006)	0.036 (0.006)	0.027 (0.022)	0.022 (0.013)	0.007 (0.008)	0.044 (0.022)	0.028 (0.007)	0.021 (0.016)	0.013 (0.009)
δ_{02}	-0.033 (0.006)	-0.030 (0.006)	-0.035 (0.022)	-0.022 (0.013)	-0.022 (0.008)	-0.007 (0.022)	-0.008 (0.007)	-0.072 (0.016)	-0.013 (0.009)
δ_{03}	-0.083 (0.006)	-0.046 (0.006)	-0.051 (0.022)	-0.034 (0.013)	-0.020 (0.008)	-0.022 (0.022)	-0.021 (0.007)	-0.091 (0.016)	-0.017 (0.009)
δ_{c1}	—	—	—	—	—	-0.022 (0.017)	-0.013 (0.008)	—	—
δ_{c2}	—	—	—	—	—	-0.003 (0.017)	-0.000 (0.008)	—	—
δ_{c3}	—	—	—	—	—	0.010 (0.017)	0.013 (0.008)	—	—
관측치의 수	24	24	24	24	24	24	24	24	24
R ²	0.9780	0.9771	0.8011	0.8212	0.9328	0.9653	0.8809	0.8442	0.5705

註: 1) () 내의 값은 접근적 표준오차. 단, () 내의 값이 R일 때에는 계수제약이 있을 때, R²는 電力費用占有率 推定式의 R² 값임.

<附錄 III>

總에너지 需要函數 推定結果

業種	음식료	섬유	목제품	지제품	화학	요업	철강	기계	기타
상수항	-5.140 (-2.32)	4.018 (3.61)	7.077 (7.90)	10.393 (7.00)	1.247 (0.76)	4.617 (2.46)	2.175 (1.91)	4.948 (3.73)	4.048 (1.18)
lnVA	0.765 (8.43)	0.434 (7.09)	0.359 (4.15)	0.119 (2.03)	0.498 (5.40)	0.408 (4.22)	0.445 (6.16)	0.350 (5.64)	0.479 (2.62)
lnPE	-0.090 (0.48)	-0.661 (-5.77)	-1.450 (-17.56)	-1.563 (-8.62)	-0.165 (-1.64)	-0.588 (-2.89)	-0.105 (-0.74)	-1.145 (-5.43)	-1.315 (-3.39)
lnEN ₋₄	0.130 (1.58)	—	0.161 (5.19)	0.401 (5.68)	—	—	—	0.442 (4.70)	0.527 (2.67)
Time	—	—	—	—	—	-0.032 (-3.08)	—	—	—
D ₁	0.082 (3.74)	0.018 (1.09)	-0.047 (-3.84)	—	-0.032 (-1.12)	—	0.002 (0.21)	—	—
D ₂	-0.076 (-5.08)	-0.094 (-6.07)	-0.077 (-6.00)	—	-0.073 (-2.46)	—	-0.054 (-4.30)	—	—
D ₃	-0.131 (-5.43)	-0.118 (-7.00)	0.002 (0.10)	—	-0.054 (-1.91)	—	-0.005 (-0.43)	—	-0.162 (2.16)
D ₄	—	—	—	—	—	0.079 (3.11)	—	—	—
R ²	0.9749	0.9405	0.9820	0.9568	0.8755	0.8101	0.9049	0.9584	0.8813
D.W.	1.4489	1.6813	1.4417	1.2953	2.2269	2.2967	1.9711	1.8579	1.6841
推定方法	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	AR(1)	OLS	OLS
推定期間	82~86	81~86	82~86	82~86	82~86	81~86	81~86	82~86	82~86

註: 1) () 내의 수치는 t 값임.

參 考 文 獻

- 신의순, 「韓國製造業의 에너지, 資本, 勞動要素間 대체성에 관한 研究」, 『연세논총(20)』, 1983. 12:129-47.
- 에너지경제연구원, 『에너지 需給 分析과 展望』, 1987.
- 韓國電力公社, 『電力需要豫測解說』, 1986.
- Baxter, R.E., and Rees, R., "Analysis of the Industrial Demand for Electricity," *The Economic Journal*, 1968:277-98.
- Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., and Lau, L.J., "Transcendental Logarithmic Utility Functions," *American Economic Review*, 1975:367-83.
- Deaton, A., and Muellbauer, J., *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- EPRI, *Industrial End-Use Planning Methodology (INDEPTH)*; Demonstration of Design (Phase II), 1984.
- Hall, V.B., "Major OECD Country Industrial Sector Interfuel Substitution Estimates, 1960-79", *Energy Economics*, 1986. 4:74-89.
- Halvorsen, R., *Econometric Models of U.S. Energy Demand*, Lexington Books, 1978.
- Halvorsen, R., "Energy Substitution in U.S. Manufacturing," *The Review of Economics and Statistics*, 1977. 11:381-8.