

한국 電氣業에 대한 效率性 분석

이 명 현*

〈目 次〉

- | | |
|---------|------------------|
| I. 서 론 | III. 자료 및 실증적 결과 |
| II. 모 형 | IV. 결 론 |

요 약

公企業이 정부의 수익성사업이나 국가기간사업을 독점적으로 수행함에 있어 야기 되는 X-비효율성 및 기술혁신의 결여, 私企業의 경우와 달리 이윤극대화라는 단일 목적만을 추구할 수 없는 公企業의 경영여건, 노사분규로 인한 요소사용비율의 변화, 그리고 각종 정부규제등 여러 제약된 여건하에서 생산요소의 비효율적 배분으로 인하여 생산비용의 최소화가 이루어지고 있다고는 볼 수 없다. 본 연구에서는 公企業을 대상으로 실증적으로 시장가격의 함수인 暗黙價格 (shadow price)을 설명변수로 사용하는 一般費用函數 (generalized cost function)를 추정한 후,

* 계명대학교 경제학과; 본 논문의 미비점들을 지적해준 자원경제학회지의 익명의 두 심사위원에게 감사를 표한다.

이 명 현

효율성검정을 실시하여 생산비용의 최소화여부를 알아본다. 한국 전기업의 '88년 '93년의 2년간 10개 시·도별 자료를 사용하여 효율성검정을 실시한 결과, 생산비용의 최소화는 이루어지고 있지 않음을 알 수 있었다. 생산의 비효율성으로 인하여 비용은 평균 27.4% 증가되었으며 자본과 노동은 각각 적정수준보다 평균 10.6%, 2.1%만큼 적게 사용된 반면, 연료는 255%만큼 필요 이상으로 사용되었다.

I. 서 론

公企業이 정부의 수익성사업이나 국가기간사업을 독점적으로 수행함에 있어 야기되는 X-비효율성 및 기술혁신의 결여, 私企業의 경우와 달리 이윤극대화라는 단일 목적만을 추구할 수 없는 公企業의 경영여건, 노사분규로 인한 요소사용비율의 변화, 그리고 각종 정부규제등 여러 제약된 여건하에서 생산비용의 최소화가 이루어지고 있다고는 볼 수 없다. 이는 公企業의 시장구조적, 환경적 제약으로 생산요소의 비효율적 배분이 일어날 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 公企業에 대한 효율성분석을 하기 위하여 생산비용의 최소화를 가정하지 않고 기존의 新古典的 비용함수의 특성을 그대로 갖고 있는 一般費用函數 (generalized cost function)를 추정한다. 이때 생산요소의 비효율적 사용을 전제로 시장가격이 아닌 暗黙價格 (shadow price)을 생산비용의 설명변수로 사용하는 데 각 요소의 암묵가격은 다시 시장가격의 함수로 나타낸 다음, 효율성검정을 실시하여 생산비용의 최소화여부를 알 수 있다. 생산비용의 최소화가 이루어지고 있지 않을 경우에는 생산요소의 비효율적 배분으로 인한 비용상승효과를 측정하고 생산 활동에 실제로 투입되는 각 생산요소의 양과 비용최소화가 이루어질 경우 투입되는 요소의 최적수준을 서로 비교한다.

한국 電氣業을 대상으로 '88년, '93년의 2년간 10개 시·도별 자료를 사용하여 효율성검정을 실시한 결과, 생산비용의 최소화는 이루어지고 있지 않음을 알 수 있었다. 생산의 비효율성으로 인하여 비용은 평균 27.4% 증가되었으며 자본과 노동

은 각각 적정수준보다 평균 10.6%, 2.1%만큼 적게 사용된 반면, 연료는 255%만큼 필요 이상으로 사용되었다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 일반비용함수를 유도한 후, 효율성분석의 내용을 살펴보고 3장에서는 추정에 사용된 자료의 설명과 함께 효율성검정 및 측정된 결과를 분석하고 4장에서 결론을 맺는다.

II. 모형

2.1 일반비용함수

정부의 수익성사업이나 국가기간사업을 독점적으로 수행함에 있어 야기되는 X-비효율성 및 기술혁신의 결여, 私企業의 경우와 달리 이윤극대화라는 단일목적만을 추구할 수 없는 公企業의 경영여건, 노사분규로 인한 요소사용비율의 변화, 그리고 각종 정부규제등 여러 제약하에서의 公企業의 비용최소화 문제에 대한 라그랑주(Lagrange) 함수는

$$\mathcal{L} = \sum_x P_x x + \lambda(Q - f(x)) + \mu(RC - RC(x)) \quad (1)$$

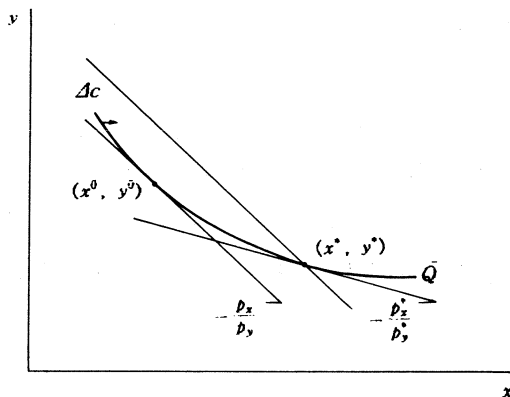
여기서 P_x 는 생산요소 $x = K, L, F$ 의 시장가격이고 x 는 요소의 벡터(vector)이다. K 는 자본, L 은 노동, F 는 연료를 각각 나타낸다. Q 는 생산량이고 $f(\cdot)$ 는 생산함수이며 RC 는 앞에서 언급된 바와 같이 公企業이 현실적으로 직면한 시장구조적, 환경적 제약들을 나타내는 벡터이다. λ 와 μ 는 승수(multiplier)들의 벡터이다.

요소 x 와 y 에 대한 비용최소화의 1차 필요조건은

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{P_x + \mu RC_x}{P_y + \mu RC_y} \equiv \frac{P_x^*}{P_y^*} \quad (2)$$

여기서 P_x^* 를 요소 x 의 암묵가격 (shadow price)으로 정의하였다. 그리고 $f_x \equiv \partial f / \partial x$ 이며 $RC_x \equiv \partial RC / \partial x$ 이다. 여러 제약여건하에서 생산요소간의 한계기술대체율과 시장가격율이 일치되지 않음을 알 수 있다.

<그림 1>에서 보는 바와 같이 (x^0, y^0) 가 비용을 최소화시키는 요소의 조합이 되나 여러 제약여건하에서의 최적점은 등량곡선, Q 를 따라 (x^*, y^*) 로 이동된다. 따라서 (x^*, y^*) 에서 시장가격으로 측정된 비용과 (x^0, y^0) 에서의 비용의 차이를 계산함으로써 요소간의 왜곡된 배분으로 인하여 Δc 만큼의 비용상승효과가 발생하고 있음을 알 수 있다.



<그림 1> 요소간 왜곡된 배분으로 인한 비용상승효과

에트킨슨과 할버슨 (Atkinson & Halvorsen, 1984)에 의하면 암묵요소가격을 다음과 같이 근사적으로 나타낼 수 있다:²⁾

$$P_x^* = k_x P_x, \quad x = K, L, F, \quad (3)$$

여기서 k_x 는 각 생산요소에 대한 歪曲常數 (distortion factor)로 정의한다.

2) $g_x(0)=0$ 과 $\partial g_x(P_x)/\partial P_x \geq 0$ 의 성질을 가진 암묵가격 P_x^* 에 대한 임의의 함수, $g_x(P_x)$ 를 1차 테일러 전개 (first-order Taylor's expansion)하여 얻는다.

(3)에서 표시된 왜곡상수를 사용하여 다음과 같이 일반비용함수를 나타낼 수 있다:

$$GC = GC(k_x P_x, Q) \quad (4)$$

일반비용함수를 실증적으로 추정하기 위하여 다음과 같이 초월대수(transcendental logarithmic) 함수형태를 사용하였다:

$$\begin{aligned} \ln GC = & \alpha_0 + \alpha_Q \ln Q + 0.5 \gamma_{QQ} (\ln Q)^2 + \sum_x \gamma_{xQ} \ln(k_x P_x) \ln Q + \\ & \sum_x \alpha_x \ln(k_x P_x) + 0.5 \sum_x \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_x P_x) \ln(k_y P_y), \quad x, y = K, L, F, \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 $\gamma_{xy} = \gamma_{yx}$, $x \neq y$. 일반비용함수의 암묵요소가격에 대한 1차 동차성이 만족되기 위하여 다음의 제약조건이 가해져야 한다:

$$\sum_x \alpha_x = 1, \quad \sum_x \gamma_{xy} = \sum_y \gamma_{xy} = \sum_x \sum_y \gamma_{xy} = \sum_x \gamma_{xQ} = 0, \quad x, y = K, L, F. \quad (6)$$

셰퍼드정리 (Shephard's lemma)에 의하여 (5)를 대수적으로 (logarithmically) 미분하면 다음과 같이 암묵비용몫 (shadow cost share) 방정식을 얻을 수 있다:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln GC}{\partial \ln(k_x P_x)} &= \frac{\partial GC}{\partial k_x P_x} \cdot \frac{k_x P_x}{GC} = \frac{k_x P_x \cdot x}{GC} \\ &\equiv M_x^s = \alpha_x + \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_y P_y) + \gamma_{xQ} \ln Q. \end{aligned} \quad (7)$$

그러나 GC 와 M_x^s 에 대한 자료가 존재하지 않기 때문에 추정될 방정식들을 실제총비용, TC 와 실제비용몫, M_x 형태로 나타내야 한다.³⁾

요소, x 에 대한 암묵비용몫 방정식, (7)로부터

$$x = \frac{M_x^s \cdot GC}{k_x P_x}. \quad (8)$$

3) TC 는 암묵가격의 함수인 일반비용 GC 를 시장가격으로 측정한 총비용이다.

이 명 헌

(8) 을 실제총비용에 대입하면

$$TC = \sum_x P_x x = \sum_x P_x \left(\frac{M_x^s GC}{k_x P_x} \right) = GC \sum_x \frac{M_x^s}{k_x}. \quad (9)$$

대수를 취하면

$$\ln TC = \ln GC + \ln \sum_x \frac{M_x^s}{k_x}. \quad (10)$$

(8) 로부터 x 를, (9) 로부터 TC 를 각각 실제비용몫에 대입하여 정리하면

$$M_x = \frac{P_x \cdot x}{TC} = \frac{M_x^s / k_x}{\sum_x M_x^s / k_x}. \quad (11)$$

(10) 과 (11) 을 이용하여 추정될 방정식시스템은 다음과 같다:

$$\begin{aligned} \ln TC = & \alpha_0 + \alpha_Q \ln Q + 0.5 \gamma_{QQ} (\ln Q)^2 + \sum_x \gamma_{xQ} \ln(k_x P_x) \ln Q + \\ & \sum_x \alpha_x \ln(k_x P_x) + 0.5 \sum_x \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_x P_x) \ln(k_y P_y) + \\ & \ln \left[\sum_x (\alpha_x + \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_y P_y) + \gamma_{xQ} \ln Q) / k_x \right], \quad x, y = K, L, F. \end{aligned} \quad (12)$$

$$M_x = \frac{[\alpha_x + \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_y P_y) + \gamma_{xQ} \ln Q] / k_x}{\sum_x [\alpha_x + \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_y P_y) + \gamma_{xQ} \ln Q] / k_x}, \quad x, y = K, L, F. \quad (13)$$

에트킨슨과 할버슨 (1991) 이 증명한 바와 같이 (12) 과 (13) 은 k_x 에 대하여 0차 동차이므로 각 요소의 왜곡상수중에 하나를 1로 표준화시켜야 하는데 여기서는 k_L 을 택하였다.

실제총비용, (12) 와 실제비용몫, (13) 은 (6) 의 제약조건하에서 반복zellner (iterative Zellner) 방법으로 추정되었다. 4) 여기서 각 요소의 비용몫의 합이 1이 되기 때문에 어느 한 요소의 비용몫을 추정대상에서 제외해야 되는데 어느 비용몫 이 제외되더라도 추정계수의 값은 동일하다.

4) 추정시, SHAZAM 통계패키지를 사용하였다.

2.2 효율성검정

만약 모든 요소에 대하여 요소간의 한계기술대체율과 시장가격의 비율이 일치되면 상대가격의 효율성이 존재하고 각 요소의 한계생산과 시장가격이 일치되면 절대가격의 효율성에 도달하게 된다. 상대가격의 효율성이란 최소의 비용으로 생산이 이루어짐을 의미하며 절대가격의 효율성은 비용의 최소화 뿐만 아니라 생산량 자체도 효율적 수준에 도달하고 있음을 의미한다.

일반비용함수를 사용할 경우, 요소 x 와 y 에 대하여 $k_x = k_y$ 가 성립되면 x 와 y 에 대한 상대가격의 효율성이 이루어지며 모든 요소 x 에 대하여 $k_x = 1$ 가 성립되면 절대가격의 효율성이 이루어진다. 그러나 실제 총비용함수와 실제 비용뮌방정식이 k_x 에 대하여 0차동차이기 때문에⁵⁾ k_x 의 모든 값을 추정하기는 불가능하여 절대가격의 효율성에 대한 검정은 실시할 수 없지만 적당한 표준화과정을 통하여 k_x 의 상대값은 구할 수 있기 때문에 상대가격의 효율성은 검정할 수 있다.

요소 x 와 y 간 상대가격의 효율성을 검정하기 위하여 $k_x = k_y$ 로 제약한 경우와 제약하지 않은 경우의 방정식시스템을 각각 추정하여 $-2\log \lambda$ 의 값을 계산한다. 여기서 λ 는 제약조건하에서 추정된 방정식시스템의 최대 尤度함수값과 아무 제약없이 추정된 방정식시스템의 최대 우도함수값의 비율을 나타낸다. 검정통계량은 漸近的으로 (asymptotically) 자유도가 제약조건의 수와 동일한 χ^2 분포를 갖는다.

III. 자료 및 실증적 결과

통계청의 '산업총조사보고서'에 나타난 전기업의 '88년 '93년의 2년간 10개 시·도별 자료를 사용하였다.⁶⁾ 생산량은 MWH로 측정된 총발전량을 사용하였다. 자본

5) 증명은 에트킨슨과 할버슨 (1991)의 부록을 참조할 것.

6) 전기, 가스 및 수도사업에 대한 통계조사는 사·도별로 5년을 주기로 실시되고 있으나 '73년, '78

가격은 부가가치에서 연간급여액을 공제하여 유형고정자산의 연말잔액으로 나눈 값을 사용하였으며⁷⁾ 노동가격을 구하기 위해서는 연간급여액을 월평균종사자수로 나누었다. 연료로는 석탄류, 석유류, 그리고 LNG가 사용되어 하나의 종합된 연료가격을 계산하기 위해서는 우선 서로 상이한 각 구성연료원의 측정단위를 석유환산계수를 통하여 TOE로 통일시켜 각 구성연료의 사용량을 더함으로써 총연료사용량을 구한 다음, 연료비를 총연료사용량으로 나누었다.⁸⁾ 추정에 사용된 실제총비용은 부가가치에서 연간급여액을 공제한 자본비용과 연간급여액으로 측정된 노동비용, 그리고 연료비를 모두 합산한 총액이다. 대수형태로 입력되는 모든 변수들은 총자료 평균치에서 1이 되도록 표준화하였다.

최종형태의 모형을 추정한 결과는 <표 1>에 나타나 있다. 추정된 방정식, (12)의 R^2 값은 0.93이었다. 잘 갖춰진 (well-behaved) 생산함수가 되기 위하여 일반비용함수가 암묵가격에 대하여 單調的으로 (monotonically) 증가해야 하며 오목 (concave) 해야 한다.⁹⁾ 추정결과, 2개의 관찰치가 단조성과 오목성을 동시에 위반하였으며 3개의 관찰치에서는 오목성만이 위반되었다.

상대가격의 효율성여부를 알기 위하여 $k_L=1$ 로 표준화한 다음, $k_K=k_F=1$ 의 제약조건을 검정한 결과 0.05 유의수준하에서 기각되었다.¹⁰⁾ 이는 電氣業에서 생산

년, '83년에는 본 연구의 추정에 필요한 자료가 조사되지 않았던 관계로 부득이하게 '88년과 '93년의 2년간 자료만을 사용하였다. 발전 및 공급지역을 연계하여 여러 인접 사도를 하나의 광역지역으로 통합된 자료를 사용, 분석하는 것이 보다 더 의미는 있을 수 있으나 관찰치의 부족으로 발생하는 자유도문제를 해결하기 위하여 사도별 자료를 그대로 사용하였다.

7) 자본가격이 노동이나 연료의 가격처럼 화폐단위로 표시될 필요는 없다. 미국의 연구논문에서도 발전산업에서의 자본재를 생산시설에 대한 帳簿價格 (book value)으로 측정할 경우, 핸드-휘트만 지표 (Handy-Whitman index)를 사용하여 자본가격을 산출하고 있다. 본 연구에서 산출된 자본가격은 유형고정자산의 투자로부터 발생하는 일종의 수익율을 의미한다.

8) 석탄 및 석유류제품의 양은 M/T 와 k 로 각각 표시하고 LNG량은 m^3 로 측정한다.

9) 단조성 (monotonicity)을 만족시키기 위해서는 추정된 각 요소에 대한 암묵비용몹이 양수가 되어야 하며 비용함수의 오목성 (concavity)이 만족되기 위해서는 헤시안행렬 (Hessian matrix)이 陰의 準定符號 (negative semi-definite)가 되어야 한다.

10) 임계치 5.99에 대하여 계산된 χ^2 의 통계량은 7.73이었다.

한국 電氣業에 대한 效率性 분석

<표 1> 추정결과

계 수	추정치	표준오차
α_0	0.1966	0.4994
α_Q	0.4743**	0.1397
α_K	0.8546**	0.1588
α_L	0.0016	0.1348
α_F	0.1438	0.2780
γ_{QQ}	-0.0717	0.0654
γ_{KQ}	0.0209	0.0242
γ_{LQ}	-0.0394	0.0256
γ_{FQ}	0.0185	0.0453
γ_{KK}	0.1590**	0.0175
γ_{KL}	-0.1466**	0.0336
γ_{KF}	-0.0124	0.0322
γ_{LL}	0.1620**	0.0142
γ_{LF}	-0.0155	0.0376
γ_{FF}	0.0279	0.0690
k_K	0.1945*	0.0877
k_L	1.0000	-
k_F	0.0256	0.0717

* ** () 표시는 0.01 (0.05) 수준하에서 유의적임을 나타낸다.

의 비효율성으로 비용최소화가 이루어지고 있지 못함을 의미한다. 세부적으로는 자본과 노동간, 노동과 연료간, 그리고 자본과 연료간의 상대효율성을 각각 나타내는

이 명 헌

$k_K=1$, $k_F=1$, 그리고 $k_K=k_F$ 제약조건들이 0.05 유의수준하에서 모두 기각됨에 따라 자본과 노동, 노동과 연료, 그리고 자본과 연료는 서로 비효율적으로 사용되고 있음을 알 수 있다. 11)

비효율성에 의한 생산비용의 상승효과를 측정하기 위하여 (12)로부터 추정된 실제총비용 (FTC)과 상대가격의 효율성이 이루어질 경우의 총비용 (FTC_{eff}), 즉 $k_K=k_F=1$ 로 놓고 추정된 비용을 다음과 같이 계산한다: 12)

$$\frac{FTC - FTC_{eff}}{FTC_{eff}}$$

<표 2>의 두번째 열에서 나타난 비와 같이 상대가격의 비효율성으로 인하여 '88년과 '93년에 발생된 비용상승효과를 평균해 본 결과, 전기업의 생산비용이 전체평균 27.4% 증가되었다. 각 시·도별 생산비용의 상승효과를 살펴보면 광주, 전남에서 가장 높은 생산비용의 증가를 나타냈으며 부산, 경남이 그 다음으로 높은 생산비용의 증가를 보였다. 서울과 전북은 상대가격의 효율성이 이루어질 경우보다 오히려 생산비용이 감소하였다.

상대가격의 비효율성이 각 요소의 수요량에 미치는 효과를 측정하기 위하여 (11)에서 TC 와 M_x 를 추정하여 얻은 요소수요량 (FX)과 상대가격의 효율성이 이루어질 경우의 요소수요량, 즉 TC 와 M_x 에서 $k_K=k_F=1$ 로 놓고 추정된 요소수요량 (FX_{eff})을 다음과 같이 계산한다:

$$\frac{FX - FX_{eff}}{FX_{eff}}$$

11)

가설검정결과 (5% 유의수준)

제약조건	통계량	임계치	자유도
$k_K=1$	4.58	3.84	1
$k_F=1$	4.97	3.84	1
$k_K=k_F$	6.10	3.84	1

12) ($FTC - FTC_{eff}$)는 <그림 1>에서 표시된 Δc 만큼의 비용상승정도를 측정한다.

한국 電氣業에 대한 效率性 분석

<표 2> 시·도별 전기업에 대한 비효율성효과의 평균추정치 (단위: 100%)

시 도	비용상승	자 본	노 동	연 료
서 울	-0.072	-0.200	-2.015	0.104
부산, 경남	0.531	-0.163	-0.246	3.884
대구, 경북	0.291	-0.176	0.404	2.789
인 천	0.310	-0.146	0.059	2.889
경 기	0.249	-0.202	1.774	2.566
강 원	0.162	-0.063	0.001	1.830
대전, 충남	0.478	-0.033	-0.257	3.900
전 북	-0.025	-0.040	0.374	-0.305
광주, 전남	0.634	-0.052	-0.361	4.622
제 주	0.491	0.012	-0.226	4.926
전 국	0.274	-0.106	-0.021	2.550

<표 2>의 세번째에서 다섯번째 열에 나타난 바와 같이 상대가격의 비효율성으로 인하여 '88년과 '93년에 발생된 각 요소수요에 대한 과급효과를 평균해 본 결과, 전기업에서의 자본과 노동은 각각 평균 10.6%, 2.1%만큼 적게 사용된 반면, 연료는 255%만큼 과잉되게 사용되었다. 비록 자본과 노동이 적정수준보다 적은 양으로 투입되었으나 연료가 상대적으로 필요 이상으로 많이 사용되었기 때문에 생산비용이 24.7%만큼 증가하였음을 알 수 있다. 각 요소수요량에 대한 과급효과를 시·도별로 살펴보면 자본의 경우, 제주를 제외한 모든 시·도에서 적정수준보다 최고 20.2%에서 최저 3.3% 적게 투입되었고 노동의 경우, 서울에서는 적정수준보다 201.5% 적게 사용된 반면, 경기에서는 오히려 177.4%만큼 과잉 투입되었다. 연

료의 경우에는 전북을 제외한 모든 시·도에서 적정수준보다 최고 492.6%에서 최저 10.4% 더 많이 사용되었다. 한편 서울과 전북에서는 상대가격의 효율성이 이루어질 경우보다 오히려 생산비용이 감소하였는데 이는 효율적인 생산에 의한 것이기보다는 서울에서는 노동이, 전북에서는 연료가 적정수준보다 적게 사용되어 다른 생산요소의 과잉투입으로 인한 비용상승효과를 상쇄시켰기 때문이다.

IV. 결 론

公企業이 시장구조적, 환경적으로 제약된 여건하에서 정부의 수익성사업이나 국가기간사업을 수행함에 있어서 이론적으로 생산요소간 한계기술대체율과 시장가격율이 일치되지 않기 때문에 생산비용의 최소화가 이루어지고 있다고는 볼 수 없다. 한국 電氣業을 대상으로 일반비용함수를 추정하여 효율성검정을 실시한 결과, 비용을 최소화시키면서 생산활동을 하고 있다는 가설은 기각되었다. 생산의 비효율성으로 인하여 비용은 평균 27.4% 증가되었으며 자본과 노동은 각각 적정수준보다 평균 10.6%, 2.1%만큼 적게 사용된 반면, 연료는 255%만큼 필요 이상으로 사용되었다.

그러므로 한국 電氣業에서의 생산효율성을 높이기 위해서는 연료가격에 대한 보조철폐를 통하여 연료의 투입량감소 및 자본의 투자확대를 유도해야 한다. 일반적으로 公企業이 私企業에 비해 비효율적으로 사업이 운영되고 있으며 이를 개선하기 위한 방안의 하나로 公企業의 민영화가 추진될 수 있다. 생산의 비효율성문제는 公企業 뿐만 아니라 私企業의 경우에도 존재할 수 있다.¹³⁾ 현재 우리나라의 경제가 당면하고 있는 취약점으로는 高비용, 低효율의 산업구조가 지적되고 있으며 국가의 대외경쟁력을 강화하는 데 있어서도 산업전반에 걸친 생산의 효율성제고는 반드시 선행되어야 한다.

13) 이명현(1996)은 한국 제조업을 대상으로 생산의 비효율성으로 인한 비용상승효과를 측정한 결과, 평균 35.5%로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 통계청, 『산업총조사보고서』, 1988, 1993.
2. 통상산업부, 『에너지통계연보』, 1994.
3. 이명현, “SO₂ 규제가 미국 석탄발전산업에 미치는 영향 -일반비용함수를 통한 재고찰-,” 『자원경제학회지』, 제4권 제2호, 한국자원경제학회, 1995, 3, pp. 267-289.
4. _____, “한국 제조업의 계수효율성 검증 -일반비용함수를 통하여-,” 『계량경제학보』, 1996, 게재예정.
5. Atkinson, Scott E., and Robert Halvorsen, “A Test of Relative and Absolute Price Efficiency in Regulated Utilities,” *The Review of Economics and Statistics*, 62, pp. 81-88 (February 1980).
6. Atkinson, Scott E., and Robert Halvorsen, “Parametric Efficiency Tests, Economies of Scale, and Input Demand in U.S. Electric Power Generation,” *International Economic Review*, Vol.25, No.3, pp. 647-662 (October 1984).
7. Atkinson, Scott E., and Robert Halvorsen, “The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Regulated Environment: The Case of U.S. Electric Utilities,” *Journal of Public Economics* 29, pp. 281-294(1986).
8. Atkinson, Scott E., and Robert Halvorsen, “Parametric Tests for Static Equilibrium,” *Discussion Paper No.91-03, University of Washington*(March 1991).
9. Kmenta, Jan, *Elements of Econometrics*, Macmillan Publishing Company, N.Y.(1986).
10. Kumbhakar, Subal C., “Allocative Distortions, Technical Progress, and Input Demand in U.S. Airlines: 1970-1984,” *International Economic Review*, Vol.33, No.3, pp. 723-737 (August 1992).
11. Lee, M., “The Effect of Environmental Regulations on The Electric Power Industry: A Generalized Cost Approach,” unpublished *Ph.D. dissertation, University of Washington* (1993).