

한국 제조업의 用水에 대한 적정가격 설정*

- 수요관리 정책을 중심으로 -

이 명 현**

〈 目 次 〉

- | | |
|-----------------|----------------|
| I. 서론 | III. 자료 및 분석결과 |
| II. 실증적 모형 및 분석 | IV. 결론 |

요 약

물부족현상을 해결하기 위해서는 장기적인 공급기반시설의 확충과 함께 여러 형태의 경제적 유인제도의 활용을 통한 수요관리정책을 병행함으로써 물의 절약효과를 최대화시키는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 1993년 한국 제조업을 대상으로 시장구조적, 환경적 제약여건하에서 공업용수의 비효율적인 사용실태를 알아보

* 본 연구는 1997년도 계명대학교 비사연구기금으로 이루어졌음. 본 논문의 미비점을 보완해 준 익명의 세 심사위원께 감사드린다.

** 계명대학교 경제학과 조교수

고 적정수준의 용수수요량을 유도하기 위하여 용수가격의 인상을 추진할 경우, 이에 필요한 가격인상율을 제시한다. 방법론적으로는 적정수준의 자본투입을 가정한 제약일반비용함수를 추정한다. 추정결과, 공업용수는 적정수준에 비해 무려 평균 50배 이상 과다하게 사용되고 있으며 1993년 현재의 용수가격을 106.8% 인상시켜야 적정수준으로 유도할 수 있는 것으로 나타났다.

I. 서 론

환경을 도외시한 경제성장 위주의 정책추구로 인하여 수자원관리에 있어서 지표수 및 지하수의 오염이 날로 심화되어 가고 있으며 최근에는 지속적인 가뭄현상까지 겹쳐 가용한 물의 절대량이 점점 줄어가고 있다. 특히 우리나라와 같이 계절별 강우량의 편차가 심한 경우 충분한 물의 양을 유지하기 위하여 다목적댐이나 저수지 등 공급기반시설을 확충시켜야 하나 경제규모나 인구수에 비해 아직 부족한 상태에 있다. 생활용수의 부족은 가뭄기간동안 해당지역에서의 단수실시로 인하여 지역주민의 생활불편과 직결되고, 농업용수의 부족은 농산물의 생산성저하를 초래하며, 공업용수의 부족은 생산조업기간의 단축으로 이어짐으로써 더 나아가 국가경쟁력을 저해하는 요인으로 작용하고 있다. 이에 대한 해결책으로는 물의 안정된 공급이 이루어질 수 있도록 댐건설이나 저수지개발 등이 적극 추진되어야 하나 이를 위해서는 많은 투자재원과 시간이 소요되기 때문에 단기적으로는 실행상의 한계가 있다. 따라서 장기적인 공급기반시설의 확충과 함께 여러 형태의 경제적 유인제도의 활용을 통한 수요관리정책을 병행함으로써 물의 절약효과를 최대화시키는 것이 바람직하다.

본 연구는 1993년 한국 제조업을 대상으로 시장구조적 제약과 노사분규 및 정부의 각종 규제 등의 환경적 제약여건하에서 공업용수의 비효율적인 사용실태를 알아보고 적정수준의 용수수요량을 유도하기 위하여 용수가격의 인상을 추진할 경우 이에 필요한 가격인상율을 제시하는 데 그 목적을 두고 있다. 이명현 (1996,

A)의 일반비용합수 추정에 의한 한국 제조업의 효율성분석에서는 생산의 비효율성으로 인하여 생산비용은 35.5% 상승하였으며 자본은 167%의 과대 투입이, 그리고 노동과 에너지는 각각 41.4%, 126% 만큼 과소 투입이 이루어진 것으로 나타났다.¹⁾ 그러나 생산요소의 적정 투입 여부를 판단할 때, 특히 기업의 자본투자란 미래의 경기, 시장변화 등을 고려한 장기적인 관점에서 이루어지기 때문에 현재의 생산규모에 비해 167% 과대 투입된 자본은 귀납적으로 최적수준이 될 수 있다. 이러한 논리에 근거를 두고 본 논문에서는 기업의 자본재에 대한 투자는 적정수준에서 이루어지고 있다는 가정하에서 출발하였다. 생산과정에서 자본을 비용이 최소화되는 수준에서 고정시키고 쌍대성이론에 의한 제약일반비용합수의 유도를 통하여 용수를 비롯한 노동, 에너지에 대한 비효율적인 사용실태를 분석한 후, 용수의 수요가격 탄력성을 측정하여 용수의 적정수요가 이루어질 수 있는 가격인상율을 계산한다. 추정결과, 공업용수는 적정수준에 비해 무려 평균 50배 이상 과다하게 사용되고 있으며 용수수요량을 적정수준으로 유도하기 위해서는 1993년 현재의 용수가격을 106.8% 인상시켜야 하는 것으로 나타났다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제II절에서는 실증적 분석에 필요한 모형을 제시하고 제III절에서는 자료의 설명과 함께 추정된 결과를 분석하고 이를 토대로 용수가격의 적정 인상율을 구하였다. 제IV절은 결론부분이다.

II. 실증적 모형 및 분석

시장구조적 제약과 노사분규 및 정부의 각종 규제 등의 환경적 제약여건하에서 기업이 주어진 생산량을 최소의 비용으로 생산하려고 할 때, 이에 필요한 적정수

1) 이 밖에 일반비용합수를 사용하여 산업의 효율성을 분석한 논문으로는 한국 전기업을 대상으로 실시한 이명현 (1996, B)과 외국의 경우, 미국의 발전산업과 항공산업을 각각 대상으로 한 에트킨슨과 할버슨 (Atkinson & Halvorsen, 1984)과 쿼바카 (Kumbhakar, 1992)를 대표적으로 들 수 있다.

이 명 현

준의 생산요소의 투입량을 구하기 위하여 다음의 라그랑주함수를 사용한다.

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

여기서 $f(X)$ 는 생산함수로서 Q 는 생산량이며 X 는 자본, K ; 노동, L ; 에너지, E ; 용수, W 를 나타내는 투입요소들의 벡터이다. P_x 는 투입요소 $x = K, L, E, W$ 의 시장가격이다. R 은 앞에서 언급된 바와 같이 기업이 현실적으로 직면한 여러 형태의 시장구조적, 환경적 제약조건들을 나타내는 벡터이다. λ 와 μ 는 승수들의 벡터이다.

투입요소 x 와 y 에 대한 비용최소화의 1차 필요조건은

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{P_x + \mu R_x}{P_y + \mu R_y} \equiv \frac{P_x^*}{P_y^*}. \quad (2)$$

여기서 $f_x \equiv \partial f / \partial x$, $R_x \equiv \partial R / \partial x$ 이며 P_x^* 를 요소 x 의 暗黙價格 (shadow price)으로 정의하자. 식 (2)에서 보는 바와 같이 여러 형태의 제약조건하에서는 일반적으로 생산요소간 한계기술대체율과 시장가격율이 일치되지 않게 되는데 이는 생산과정에서 요소들간의 적정분배가 이루어지고 있지 않음을 의미한다.

에트킨슨과 할버슨 (Atkinson & Halvorsen, 1984)에 의하면 각 투입요소에 대한 암묵가격을 다음과 같이 근사적으로 나타낼 수 있다:²⁾

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

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

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 $k_x = 1$ 이 성립되면 절대가격의 효율성이 이루

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.

어진다.³⁾

자본, K 의 투입이 적정수준에서 이루어진다면 (3)에서 표시된 왜곡상수를 사용하여 다음과 같이 제약일반비용함수 (restricted generalized cost function)를 나타낼 수 있다⁴⁾:

$$RGC = RGC(k_L P_L, k_E P_E, k_W P_W, K, Q). \quad (4)$$

제약일반비용함수를 실증적으로 추정하기 위하여 다음과 같이 초월대수함수형태를 사용하였다:

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

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

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

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

-
- 3) 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 효율적인 수준에 도달하고 있음을 의미한다.
- 4) 기업의 자본투자란 미래의 경기, 시장변화 등을 고려한 장기적인 관점에서 이루어지기 때문에 실제로 투입된 자본은 귀납적으로 최적수준이 될 수 있다. 이러한 논리에 근거를 두고 본 논문에서는 기업의 자본재에 대한 투자는 적정수준에서 이루어지고 있다는 가정하에서 출발하였다.

이 명 현

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

그러나 RGC 와 M_x^s 에 대한 자료가 존재하지 않기 때문에 추정될 방정식들을 실제 제약비용, RC 와 실제비용몫, M_x 형태로 나타내야 한다.

투입요소, x 에 대한 암묵비용몫 방정식, (7)로부터

$$x = \frac{M_x^s \cdot RGC}{k_x P_x}, \quad x = L, E, W. \quad (8)$$

식 (8)을 실제제약비용에 대입하면

$$RC = \sum_x P_x x = \sum_x P_x \left(\frac{M_x^s \cdot RGC}{k_x P_x} \right) = RGC \sum_x \frac{M_x^s}{k_x}, \quad x = L, E, W. \quad (9)$$

대수를 취하면

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

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

$$M_x = \frac{P_x \cdot x}{RC} = \frac{M_x^s / k_x}{\sum_x M_x^s / k_x}, \quad x = L, E, W. \quad (11)$$

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

$$\begin{aligned} \ln RC &= \alpha_o + \alpha_K \ln K + \alpha_Q \ln Q + \sum_x \alpha_x \ln(k_x P_x) + 0.5 \gamma_{KK} (\ln K)^2 + \\ &0.5 \gamma_{QQ} (\ln Q)^2 + \sum_x \gamma_{xK} \ln(k_x P_x) \ln K + \sum_x \gamma_{xQ} \ln(k_x P_x) \ln Q + \\ &0.5 \sum_x \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_x P_x) \ln(k_y P_y) + \gamma_{KQ} \ln K \ln Q + \\ &\ln \left[\sum_x \left(\alpha_x + \sum_y \gamma_{xy} \ln(k_y P_y) + \gamma_{xK} \ln K + \gamma_{xQ} \ln Q \right) / k_x \right], \quad x, y = L, E, W. \end{aligned} \quad (12)$$

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

실제제약비용, (12)와 실제비용몫, (13)은 (6)의 제약조건 하에서 반복젤너(iterative Zellner) 방법으로 추정되었다.⁵⁾ 여기서 각 요소의 비용몫의 합이 1이 되기 때문에 어느 한 요소의 비용몫을 추정대상에서 제외해야 되는데 어느 비용몫이 제외되더라도 추정계수의 값은 동일하다.

에트킨슨과 할머슨(1991)이 증명한 바와 같이 식 (12)와 (13)은 k_x 에 대하여 0차 동차이므로 k_x 의 모든 값을 추정하기는 불가능하며 따라서 절대가격의 효율성에 대한 검정은 실시할 수 없지만 요소의 왜곡상수중에 하나를 1로 표준화시킴으로써 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도함수값과 아무 제약 없이 추정된 방정식시스템의 최대 우도함수값의 비율을 나타낸다. 검정통계량은 漸近的으로(asymtotically) 자유도가 제약조건의 수와 동일한 χ^2 분포를 갖는다.

III. 자료 및 분석결과

본 연구의 실증적 분석을 위해 통계청의 '산업총조사보고서'에 나타난 한국 제조업의 산업세분류별 60개의 사업체에 대한 1993년도 자료를 사용하였다.⁶⁾ 생산량

5) 추정시, SHAZAM 통계패키지를 사용하였다.

6) 제조업에 속해있는 모든 사업체는 업종별 고유의 특성을 갖고 있으나 산업 전체의 구조적, 제도적 여건들을 감안할 때 어느 정도의 동질성은 공유하는 것으로 볼 수 있다. 실제로 업종별 假變數(dummy variable)를 사용하여 추정한 결과, 이들 계수의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

은 제품별 수량단위가 서로 상이하기 때문에 원으로 표시된 생산액을 사용하였다. 자본규모는 유형고정자산의 연말총액을 사용하였다. 노동가격을 구하기 위해서는 연간급여액을 자영업주 및 무급가족수를 제외한 월평균종사자수로 나누었다. 에너지요소에는 휘발유, 등유, 경유, B-C유등의 석유류제품과 전기가 포함되었다. 석유류제품에 대한 종합지수가격은 상공자원부의 '에너지통계연보'에 나타난 각 석유류제품의 소매가를 물가지수가중치를 사용하여 산출하였으며 전기가격은 산업용 전력에 대한 전기요금표를 사용하였다. '산업총조사보고서'에 나타난 연료비와 전력비를 석유환산계수를 사용하여 가격단위가 통일된 석유류제품가격과 전기가격으로 각각 나누어 각 사업체에 대한 연료와 전기의 사용량을 구한 다음, 이것을 가중치로 하여 에너지가격을 계산하였다.⁷⁾ 용수의 가격을 얻기 위하여 연간 용수비를 연간 용수사용량으로 나누었다.⁸⁾ 제약생산비용은 연간급여액과 연료비와 전력비를 합한 에너지비용, 그리고 용수비의 총액이다. 로그형태로 입력되는 모든 변수들은 총자료 평균치에서 1이 되도록 표준화하였다.

<표 1> 효율성검정 결과 (0.05 유의수준)

제약조건	통계량	임계치	자유도
$k_E = k_W = 1$	9.28	5.99	2
$k_E = 1$	2.18	3.84	1
$k_W = 1$	9.26	3.84	1
$k_E = k_W$	5.90	3.84	1

상대가격의 효율성여부를 알기 위하여 편의상 $k_L=1$ 로 표준화한 다음, <표 1>에서 보는 바와 같이 $k_E=k_W=1$ 의 제약조건은 0.05 유의수준하에서 기각되었다.⁹⁾ 이는 제조업에서 생산의 비효율성으로 비용최소화가 이루어지고 있지 못함

7) 에너지가격의 산출방정식은 이명현 (1996, A)을 참조할 것.

8) 지하수 등을 공업용수로 충당하기 위하여 자체적으로 취수시설을 설치한 경우 이에 들어가는 취수비용은 용수비에 포함되어 있지 않다.

9) 용수, 에너지, 노동 중에서 어떤 생산요소의 왜곡상수를 표준화시키더라도 그 추정결과는 모두 동일하기 때문에 본 연구에서는 노동을 임의로 선택하였다.

한국 제조업의 用水에 대한 적정가격 설정

을 의미한다. 세부적으로 살펴보면 노동과 용수간, 에너지와 용수 간의 상대효율성을 각각 나타내는 $k_{II}=1$, $k_E=k_{II}$ 의 제약조건은 기각된 반면, 노동과 에너지 간의 상대효율성을 나타내는 $k_E=1$ 의 제약조건은 채택됨에 따라 노동과 에너지는 상호 효율적으로 사용되고 있음을 알 수 있다.

<표 2> 제약일반비용함수의 추정결과 ($R^2 = 0.87$)

계수	추정치	표준오차
α_O	0.0066	0.0496
α_K	0.4741*	0.0887
α_Q	0.3942*	0.1059
α_L	0.8366*	0.0134
α_E	0.1632*	0.0134
α_W	0.0002	0.0003
γ_{KK}	0.1611*	0.0481
γ_{QQ}	0.0171	0.0735
γ_{LK}	-0.1361*	0.0282
γ_{EK}	0.1361*	0.0282
γ_{WK}	0.0001	0.0001
γ_{LQ}	0.1078*	0.0286
γ_{EQ}	-0.1078*	0.0286
γ_{WQ}	-0.0001	0.0001
γ_{LL}	0.2684*	0.0543
γ_{LE}	0.2687*	0.0543
γ_{LW}	-0.0002	0.0004
γ_{EE}	0.2684*	0.0543
γ_{EW}	0.0002	0.0004
γ_{WW}	0.0001	0.0001
k_L	1.0000	-
k_E	1.0000	-
k_{II}	0.0115	0.0227

† * 표시는 0.01 수준하에서 유의적임을 나타낸다.

채택된 제약조건하에서의 제약일반비용함수의 추정결과는 <표 2>에 나타나 있다. 잘 갖춰진 (well-behaved) 생산함수가 되기 위하여 일반비용함수가 암묵가격에 대하여 單調的으로 증가해야 하며 오목해야 한다.¹⁰⁾ 추정결과, 6개의 관찰치

10) 단조성을 만족시키기 위해서는 추정된 각 요소에 대한 암묵비용몫이 양수가 되어야 하며 비용

에서 단조성과 오목성이 위반되었다.

용수의 적정수준 대비 수요량을 측정하기 위하여 (8)에서 얻은 용수수요량 (W^d)과 상대가격의 효율성이 이루어질 경우, 즉 $k_E=k_W=1$ 의 제약하에서 추정된 용수수요량 (W_{eff}^d)을 사용하여 다음과 같이 계산한다:

$$g_W = \frac{W^d - W_{eff}^d}{W_{eff}^d} \quad (14)$$

1993년의 자본규모가 적정수준으로 가정할 때, 상대가격의 비효율성으로 인한 제조업의 생산비용의 증가는 평균 0.75%로 나타났다.¹¹⁾ 같은 방법으로 각 요소의 투입현황을 살펴보면 노동은 적정수준에 비해 평균 0.07% 많이 사용되었으며 에너지는 적정수준 대비 평균 0.91% 적게 투입되었다. 자본의 적정 투입을 가정하지 않은 이명현 (1996, A)의 결과와 비교하여 생산의 비효율성으로 인한 제반 파급효과가 그리 크지 않은 이유는 단기적으로 과잉 투자된 자본이 장기적인 관점에서 적정수준이라 볼 때, 예를 들어 자본과 대체관계에 있는 에너지의 경우, 그 과소 투입 폭은 상대적으로 줄어들기 때문이다. 제조업 업종별 추정된 용수의 실제 수요량과 적정수준 및 적정수준 대비 용수의 수요현황은 <표 3>에서 보는 바와 같다. 고무 플라스틱 및 1차 금속산업에서 상당히 많은 양의 용수를 사용하고 있으며 화합물 및 화학제품, 비금속 광물제품, 음식료품 분야에서도 비교적 많은 용수가 사용되고 있다. 적정수준 대비 용수의 수요현황을 살펴보면 제조업 평균 무려 50배 이상 적정수준에 비해 용수의 과잉사용이 이루어졌으며 적정수준 대비 많은 용수가 사용된 업종은 섬유제품, 비금속 광물제품, 의복 및 모피제품, 음식료품, 펄프 및 종이제품순으로 나타났다. 1차 금속산업, 사무, 계산 및 회계용기계, 재생재료 가공처리업에서는 용수의 과잉사용 정도가 상대적으로 낮았다. 많은

함수의 오목성이 만족되기 위해서는 헤시안행렬이 陰의 準定符號 (negative semi-definite)가 되어야 한다.

11) 상대적 비효율성에 의한 생산비용의 증가정도는 (12)로부터 얻은 실제제약비용과 상대가격의 효율성이 이루어질 경우, 즉 $k_E=k_W=1$ 로 놓고 추정된 제약비용을 사용하여 측정한다.

양의 용수가 과잉 수요되고 있음에도 불구하고 생산비용의 최소수준과의 차이가 불과 1% 미만으로 나타난 이유는 용수비가 생산비용에서 차지하는 점유율이 상대적으로 낮기 때문이다.

<표 3> 제조업의 적정수준 대비 용수수요 현황

업종	W^d	W^d_{eff}	gW
음식료품	809.85	12.76	62
섬유제품	485.03	7.15	67
의복, 모피제품	70.41	1.07	65
목재, 나무제품	30.83	0.54	56
펄프, 종이, 종이제품	340.83	5.45	62
화합물, 화학제품	867.73	14.54	59
고무, 플라스틱	1340.33	23.24	57
비금속광물제품	829.98	12.32	66
1차금속산업	1266.94	26.03	48
조립금속제품	153.45	2.57	59
기타 기계, 장비	206.90	3.53	58
사무, 계산, 회계용기계	20.89	0.42	49
기타 전기기계, 변환장치	91.86	1.85	49
영상, 음향, 통신장비	321.57	5.35	59
의료, 정밀, 광학기기, 시계	25.74	0.47	54
가구, 기타	194.07	3.65	52
재생재료 가공처리업	1.66	0.04	44
제조업 평균	139.08	2.42	57

† 여기서 W^d 와 W^d_{eff} 는 각각 추정된 용수의 실제 수요량과 적정수준을 나타내며 측정단위는 10^3 m³/1일 이다. gW 는 적정수준 대비 실제사용량의 과잉 또는 과소정도를 나타내며 측정단위는 100%이다.

안정적인 용수의 공급을 위해서는 댐건설과 저수지개발 등을 통하여 충분한 물을 확보해야 하겠으나 많은 투입시간과 재원이 소요되어 단기적으로는 실행상의 한계가 있기 때문에 수요관리 측면에서 경제적 유인제도를 적용하여 불필요한 물의 사용을 억제하는 방법이 고려될 수 있다. 본 연구 분석결과, 제조업에서 용수의 과잉 사용이 이루어지고 있는 상황에서 적정수준의 용수사용을 유도하기 위하여 용수의 가격인상이 바람직한 것으로 나타났다. 용수가격의 인상방안이 용수의 지나친 사용을 억제하는 데 실질적인 효과를 거두기 위해서는 용수에 대한 수요의

가격탄력성이 탄력적이어야 함은 주지의 사실이다.

할버슨과 스미스 (Halvorsen & Smith, 1986)에 의하면 제약일반비용함수의 추정계수를 사용하여 다음과 같이 제조업에 대한 용수수요의 가격탄력성을 측정할 수 있다:¹²⁾

$$\epsilon_{ww} = \frac{\alpha_w^2 - \alpha_w + \gamma_{ww}}{\alpha_w} - \frac{(\alpha_w \alpha_K + \gamma_{wK})^2}{(\alpha_K^2 - \alpha_K + \gamma_{KK})\alpha_w} \quad (15)$$

〈표 2〉에 나타난 계수를 사용하여 측정한 결과, 용수의 가격탄력성은 -0.92로 나타났는데 이는 가격인상을 통한 용수의 수요관리정책이 실효를 거둘 수 있음을 의미한다. 〈표 3〉에서 제시된 용수의 실제사용량, W^d 와 적정수준의 용수수요량 W_{eff}^d , 그리고 용수의 수요가격탄력성을 이용하여 적정수준의 용수수요량을 유도하는 데 필요한 용수가격의 적정 인상율을 다음과 같이 구할 수 있다:

$$\frac{\Delta P_w}{P_w} = \frac{\frac{W_{eff}^d - W^d}{W^d}}{\epsilon_{ww}}$$

계산 결과, 제조업에서의 용수에 대한 수요량이 적정수준이 되기 위해서는 1993년 현재의 용수가격을 106.8% 인상시켜야 하는 것으로 나타났다.

본 연구의 결과를 해석하는 데 있어 유의해야 할 점들을 살펴보면 첫째, 분석 모형의 설정과정에서 적정수준의 자본규모를 가정하고 있으나 실제로 비효율적인 자본의 투입이 이루어질 경우, 용수를 포함한 기타 생산요소의 적정수준 대비 투입현황은 본 추정결과와 다르게 나타날 수 있으며 따라서 적정수준의 용수수요량을 유도하기 위한 용수가격의 인상폭도 달라질 수 있다. 자본이 적정수준에 비해 과잉 투입되었다면 대체관계에 있는 용수의 적정수요량은 〈표 3〉에 나타난 W_{eff}^d 보다 많아지게 되고 따라서 용수의 적정 가격인상폭도 줄어든다. 둘째, 본 연구에서 제시한 용수의 적정가격은 주어진 생산량을 효율적으로 달성하는 데 필요한 수

12) 증명은 브라운과 크리스텐센 (Brown & Christensen, 1981)을 참조할 것.

준이며 설정과정에서 용수의 생산 및 공급비용은 고려하지 않았다.

IV. 결론

1993년 한국 제조업을 대상으로 적정수준의 자본투입이 이루어질 경우 제약일 반비용합수를 추정하여 효율성검정을 실시한 결과, 요소간 비효율적 배분으로 인하여 생산비용의 최소화는 실현되지 못한 것으로 나타났다. 상대가격의 비효율성으로 인하여 생산비용은 평균 0.75% 증가하였다. 각 요소의 투입현황을 살펴보면 노동은 적정수준에 비해 평균 0.07% 많이 사용되었으며 에너지는 적정수준 대비 평균 0.91% 적게 투입되었다. 용수는 제조업 평균 무려 50배 이상 적정수준에 비해 과잉투입이 이루어졌다. 많은 양의 용수가 과잉 수요되고 있음에도 불구하고 생산비용의 최소수준과의 차이가 불과 1% 미만으로 나타난 이유는 용수비가 생산비용에서 차지하는 점유율이 상대적으로 낮기 때문이다.

용수에 대한 수요의 가격탄력성을 측정한 결과, 제조업 평균 -0.92로 나타났다. 용수가격의 인상을 통하여 적정수준의 용수수요량을 유도할 경우 용수의 실제 사용량과 적정수준의 용수수요량을 구하여 이에 필요한 가격인상율을 계산할 수 있다. 제조업에서의 용수에 대한 수요량이 적정수준이 되기 위해서는 1993년 현재의 용수가격을 106.8% 인상시켜야 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 통계청, 『산업총조사보고서』, 1993.
2. 통상산업부, 『에너지통계연보』, 1994.
3. 이명현 (A), “한국 제조업의 계수효율성 검정 -일반비용합수를 통하여,” 『계량경제학보』, 제 7권, 한국계량경제학회, 1996, pp. 57-68.
4. _____ (B), “한국 전기업에 대한 효율성 분석,” 『자원경제학회지』, 제6권 제1호, 한국자원경제학회, 1996. 9, pp. 45-57.

5. 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, October 1984, pp. 647-662.
6. Atkinson, Scott E., and Robert Halvorsen, "Parametric Tests for Static Equilibrium," *Discussion Paper*, No.91-03, University of Washington, March 1991.
7. Brown, Randall S., and L.R. Christensen, "Estimating Elasticities of Substitution in a Model of Partial Static Equilibrium: An Application to U.S. Agriculture, 1947 to 1974," in Ernst R. Berndt and Barry C. Field (eds), *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution*, M.I.T. Press, 1981, pp. 209-229.
8. Halvorsen, R., and T.R. Smith, "Substitution Possibilities for Unpriced Natural Resources: Restricted Cost Functions for the Canadian Metal Mining Industry," *The Review of Economics and Statistics*, 68, August 1986, pp. 398-405.
9. Kmenta, Jan, *Elements of Econometrics*, Macmillan Publishing Company, 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, August 1992, pp. 723-737.