

# 공업용수의 소비자 잉여와 경제적 가치 추정

## The Consumer Surplus and Economic Value of Industrial Water in Korea

어승섭 고려대학교 경제학과 박사과정(제1저자)  
Euh Seungseob Ph.D Candidate, Dept. of Economics,  
Korea Univ.  
(livelab@korea.ac.kr)

유승훈 호서대학교 해외개발학과 교수(교신저자)  
Yoo Seunghoon Professor, Dept. of International Area Studies,  
Hoseo Univ.  
(shyoo@hoseo.edu)

### 목 차

- I. 서론
- II. 공업용수의 경제적 가치 추정 방법론 및 연구사례
  - 1. 개요
  - 2. 수요함수 접근법
- III. 본 연구에서 채택한 연구방법론
  - 1. 연구모형
  - 2. 추정방법
- IV. 분석결과
- V. 결론

## I. 서론

공업용수는 산업 생산활동에서 활용되는 용수로서 생산요소로서의 역할을 통해 경제적 가치를 발생시키는 필수적인 투입요소다(Yoo and Yang, 1999). 따라서 원활한 산업활동을 위해서는 용수공급을 위한 투자가 효율적으로 이루어지지 않으면 안 되며, 이와 관련된 의사결정에 있어서 공업용수의 경제적 가치에 대한 정보는 필수적으로 요구된다. 즉, 산업투자의 중요한 전제조건인 용수 투입의 효율성을 도모하기 위해서 공업용수의 경제적 가치에 대한 분석은 용수공급 사업의 추진과 그 원마련 및 분담 등의 기초자료로 활용할 수 있다. 그리고 용수공급사업은 지역경제 및 환경문제 등과 연관되어 있어 지역 주민의 관심사 내지 의제가 될 가능성이 높는데, 공업용수의 경제적 가치에 대한 정확한 정보는 지역 주민들의 동의를 구하는 데 있어서 중요한 참고자료가 될 것이다.

아울러 Spulber and Sabbagh(1994)는 용수의 효율적 이용을 위해서 용수에 대해 과거 공학적 단순원가 개념에서 벗어나 경제이론에 근거한 경제적 가치의 측정을 통해 용수의 가치를 규명할 필요가 있다고 강조한 바 있다. 즉, 공업용수의 경제적 가치를 정확하게 추정하기 위한 과학적 연구방법론을 정립해야 한다.

이에 본 논문에서는 우리나라의 공업용수를 대상으로 용수공급의 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정하고자 한다. 특히 산업별로 용수공급의 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정함으로써 산업현장에서 세밀한 정책적 대응을 기할 수 있는 기초연구가 될 것이다.

이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제2장에서는 공업용수의 경제적 가치 추정방법론 및 연구사례를 살펴본다. 제3장에서는 본 연구에

적용할 연구모형과 실제 추정방법을 논의한다. 제4장에서는 실제 추정결과를 바탕으로 산업별 공업용수 공급의 소비자 잉여와 경제적 가치를 살펴본다. 마지막 장은 연구의 결과를 요약하면서 결론을 제시하고 연구결과의 시사점과 향후 연구전망에 대해 논의한다.

## II. 공업용수의 경제적 가치 추정 방법론 및 연구사례

### 1. 개요

공업용수의 경제적 가치를 추정할 수 있는 방법론은 통상적으로 수요함수 접근법, 원가기준 접근법, 평균가격 접근법, 잠재가격 접근법, 대안비용 접근법 등으로 분류할 수 있다(한국개발연구원, 2003).

원가기준 접근법은 원가기준을 통해 공업용수 공급의 편익을 추정하는 방법으로서 자원의 사용비용(resource cost) 또는 일종의 대체비용(alternative cost)을 반영한다. 현행 공업용수 생산원가에는 용수생산에 필요한 다양한 자원들의 시장가치가 종합적으로 반영되어 있다고 할 수 있다. 아울러 용수 생산원가가 기존의 용수공급시설을 이용할 때의 비용을 반영한다는 측면에서 일종의 대체비용으로도 파악할 수 있다. 그러나 원가기준 접근법은 공급측면의 분석이기 때문에 상수도의 생산방법에 따라 원가의 편차가 크다는 문제가 있다. 또한 개별 용수공급사업의 경제성을 판단할 때 생산원가에 반영된 공급자의 비용이 편익으로 산정되므로 사업 자체의 비용-편익분석에서는 의미가 없다. 즉, 원가기준 접근법은 수용가의 지불 의사액과 무관하게 결정된다는 점에서 용수공급의 실제 편익을 과소평가할 가능성이 있다.

평균가격 접근법은 공업용수의 평균가격(=급수

수입/급수사용량)을 이용하여 용수공급편익의 대용 값으로 사용하는 것이다. 이는 시장거래 가격을 수용가의 단위당 지불의사액으로 간주할 수 있다는 가정에 근거한다. 실제로 2008년 구미III단계 광역상수도사업 예비타당성조사(한국개발연구원, 2008a) 및 2009년 한강하류권 급수체계 2차사업 예비타당성조사(한국개발연구원, 2009)에서는 평균가격 접근법을 적용하였다.

그러나 현실적으로 공업용수의 가격이 정책적인 목적에서 중앙정부 또는 지방정부에 의해 어느 정도 통제되고 있는 점을 감안할 때, 평균가격 접근법을 통해서 구한 용수공급의 편익은 해석상의 어려움이 존재한다. 즉 현재의 공업용수 요금을 진정한 시장가격으로 보기에는 무리가 따른다. 또한 용수요금 현실화 정책이 그간 추진되어 왔다 하더라도 이는 용수수요 감소를 위한 수요관리 측면에서 접근한 것이므로 이 역시 시장가격으로 보기에는 한계가 있다. 따라서 평균가격 접근법은 원가기준 접근법과 마찬가지로 다음 절에서 설명할 수요함수 접근법에 대한 보조적 수단으로 사용되는 것이 바람직하다.

잠재가격 접근법(Residual Imputation Approach)은 생산과정에 투입된 각 생산요소에 산출물의 총 가치를 분해함으로써 각 요소의 잠재가격(shadow price)을 계산한다. 만약  $n$  개의 투입요소 중  $n-1$  개의 투입요소에 대해 정확한 가격을 매길 수 있다면, 시장기능(market mechanism)을 통해 총 산출물의 잔여분은 가격이 매겨지지 않은 투입요소의 기여에 따라 생산된 것으로 간주할 수 있다.

잠재가격 접근법은 크게 두 가지의 가정을 하고 있다. 첫째, 모든 투입요소의 가격과 이들 각각의 한계수익이 같다고 가정하고 있으며, 둘째, 산출물의 총 가치가 생산에 사용된 모든 투입요소들의 가치를 모두 더한 값과 같다고 가정하고 있다. 즉, 생

산에 있어 규모수익불변(constant returns to scale)임을 전제한다. 만약 이 가정들이 충족되지 않는다면, 용수의 가치는 과대 혹은 과소 추정된다.

그런데 투입요소들에 대한 시장왜곡이나 시장실패가 존재한다면 첫 번째 가정은 충족되지 않는다. 이는 다른 투입 요소들의 가치 추정에 오류가 생기기 때문이다. 한편, 생산과정에 있어 규모에 대한 수익체증(increasing return to scale)을 보일 경우, 두 번째 가정은 충족되지 않고, 공업용수의 가치는 과소하게 평가될 것이다. 그러기에 본 연구방법론은 현실적으로 적용되기에는 어려움이 있다.

대안비용 접근법(Alternative Cost Approach)은 공업용수 수요함수를 직접 구할 수 없을 때, 기회비용 개념의 관점에서 용수의 가치추정에 널리 적용되고 있다. 만약 재화나 서비스의 생산과정에서 용수 대신 다른 투입요소로의 대체가 가능하면, 현재의 저비용 생산공정 대신에, 용수를 적게 쓰는 고비용 생산공정을 사용할 수 있다.

이럴 경우 현재의 저비용 생산공정과 용수를 적게 사용하는 고비용 생산공정 사이에 생산비용의 차이가 계산되고, 고비용 생산공정을 사용하여 절약되는 용수량도 구하게 된다. 이렇게 구한 두 생산공정 사이의 생산비용 차이를 고비용 생산공정을 통해 절약되는 용수량으로 나누면 용수의 가치가 계산된다. 이 접근법을 적용하기 위해서는 두 생산공정에 대한 이해와 비용구조가 필요하다. 이렇게 대안비용 접근법의 이론은 매우 단순하지만, 이를 실제로 적용하기 위해서는 시간과 노력이 많이 필요하다.

## 2. 수요함수 접근법

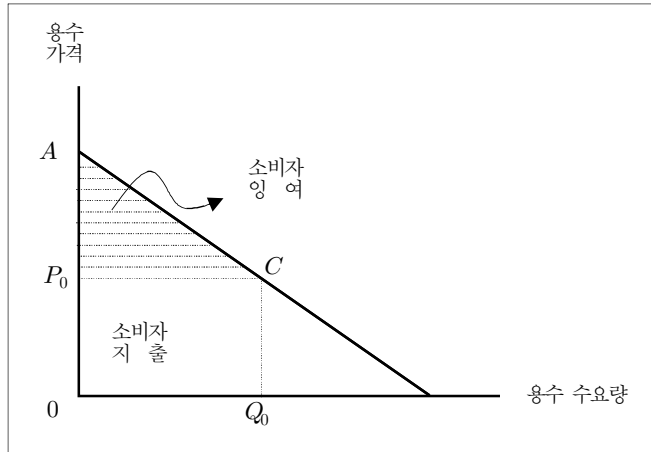
수요함수 접근법은 공업용수에 대한 수요곡선을

구할 수 있을 때 적용되며, 수요곡선의 아래 면적으로 용수의 가치를 계산하게 된다. 수요함수 접근법은 지불의사액이라는 후생경제학에 근거한 후생값을 추정하고 있기에 가장 바람직하다.

일반적으로 다른 재화들의 가격이 일정할 때, 관심대상 재화의 가격이 변하면 수요량도 따라서 변하게 된다. 만일 이 재화에 대한 수요량과 가격 사이의 관계를 나타내는 적절한 수요곡선을 추정할 수 있다면 그러한 수요곡선의 높이는 바로 한 단위의 재화를 얻기 위해 지불할 의사가 있는 최대 가격을 의미하는 한계지불의사액 또는 한계편익이 된다(유승훈 외, 2005; Yoo, 2007b). 이와 같은 내용을 공업용수의 수요곡선을 나타내는 <그림 1>을 통해 살펴볼 수 있다.

공업용수의 단위당 가격이  $P_0$  이고 수요량이  $Q_0$  일 때, 소비자가  $Q_0$ 만큼을 수요하면서 얻게 되는 총 경제적 가치는 수요곡선 아래의 면적  $\square ACQ_0O$ 으로 계산된다. 또한 수요곡선 아래 면적  $\square ACQ_0O$  중 소비자의 총 지출  $\square P_0CQ_0O$ 을 뺀 면적  $\triangle AP_0C$ 는 소비자 잉여(Consumer Surplus)가 된다. 즉 소비자 잉여는 빗금친 부분이다. 즉 공업용수 공급의 경제적 가치는 소비자 잉여와 소비자 지출의 합으

그림 1\_ 공업용수 수요함수와 소비자 잉여



로 구성된다. 이와 같이 수요함수를 통해 공업용수 공급의 경제적 가치를 추정하는 방법을 수요함수 접근법이라 한다.

정리하자면, 수요함수 접근법은 <표 1>에 제시되어 있듯이 앞서 언급한 접근법과 달리 경제이론에 근거하여 개념적 엄밀성을 확보하고 있다. 또한 수요함수 접근법은 경제적 가치를 구하는 과정이 매우 직관적이며, 수요함수를 추정하기가 비교적 수월하여 경제적 가치를 추정하기에도 수월한 장점을 지니고 있다. 반면 공업용수 가격은 통상적으로 정부에 의해 통제되어 있는데 가격기능이 제대로 작동하지 않으면 추정결과를 그대로 받아들이기에는 어려움이 존재한다. 또한 수요함수 접근법

표 1\_ 수요함수 접근법의 장점 및 단점

추정방법	장점	단점
수요함수 접근법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타 접근법과 달리 경제이론에 근거, 개념적 엄밀성을 확보함</li> <li>• 경제적 가치를 구하는 과정이 매우 직관적</li> <li>• 수요함수를 추정하기가 비교적 수월, 경제적 가치를 추정하기도 수월함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부에 의해 가격수준이 통제되는 등 시장에서 가격기능이 제대로 작동하지 않으면 추정된 결과를 그대로 받아들이기에 어려움이 존재</li> <li>• 개별 기업체 자료를 확보하기 어려움</li> <li>• 실측자료를 구득하기 어려워 추정결과의 정확성이 떨어질 수 있음</li> </ul>

은 기업별 자료를 확보하기 어려우며, 실측자료를 구득하기가 어려워 추정의 정확성이 떨어질 수 있는 약점을 지니고 있다.

수요함수 접근법을 이용하여 공업용수 공급의 경제적 편익을 추정하는 데 있어 중요한 문제는 <그림 1>에서 소비자 잉여(CS)에 해당하는  $\Delta AP_0C$ 의 넓이를 어떻게 구할 것인가로 귀결된다. 이와 관련하여 Muller(1985)는 이 삼각형의 면적을 계산할 수 있는 공식을 <식 1>과 같이 제시하였다.

$$CS = \frac{P_0 Q_0 [(P_a/P_0)^{\epsilon+1} - 1]}{(\epsilon + 1)} \quad \text{<식 1>}$$

$\epsilon$ 은 공업용수 수요의 가격탄력성이며,  $P_a$ 는 공수용수에 대해 지불할 수 있는 최대가격, 즉 해당 가격 이상에서는 더 이상 수요가 이뤄지지 않는 가격을 의미한다. 이 공식의 적용을 위해서는 공업용수 수요함수를 추정한 결과와 이 추정에 사용된 자료가 요구될 뿐만 아니라, 최대가격에 대한 정보도 필수적으로 요구된다. 즉 <그림 1>에서 A의 위치에 대한 정보가 필요하다. 그런데 현실적으로 이 값을 구하기는 쉽지 않아 특정한 값으로 가정을 해야 하는 어려움이 존재한다(유승훈·박광섭, 2006).

이를 해결하고자 Alexander, et al(2000)은 역수요함수를 테일러 전개시킬 경우, 소비자 잉여가 매출액을 가격탄력성의 2배 값으로 나눈 값의 음수 값에 근사함을 증명하였다. 공업용수의 역수요함수를 테일러 전개시키면 <식 2>와 같다.

$$P(Q) = P(Q_0) + P'(Q - Q_0) + O(Q) \quad \text{<식 2>}$$

이 함수를 0부터  $Q_0$ 까지 적분하고 소비자의 실제 지출인  $P_0 Q_0$ 을 빼면 소비자 잉여가 산출된다.

$$3> \quad CS = \int_0^{Q_0} P(Q) dQ - P_0 Q_0 \quad \text{<식 3>} \\ = -\frac{P_0 Q_0}{2\epsilon} + \int_0^{Q_0} O(Q) dQ$$

그런데 우변의 두 번째 항이 충분히 작아지게 되면, 소비자 잉여는 <식 4>와 같이 근사화되는 것이다. 즉, A의 위치에 대한 정보를 요구하지 않으면서 소비자 잉여를 추정할 수 있다.

$$CS = -\frac{P_0 Q_0}{2\epsilon} \quad \text{<식 4>}$$

크게 보면, 수요함수 접근법에는 생산함수 접근법과 수요함수를 직접 추정하는 방법이 있다. 한국 개발연구원(2003, 2008b)은 수자원(담)부문사업의 예비타당성조사를 위한 표준지침을 마련하면서 공업용수 공급의 경제적 가치를 생산함수 접근법에 근거하여 추정할 것을 제시한 바 있다. 과학기술부(2007)도 생산함수 접근법을 활용한 바 있다.

즉, 생산함수를 추정한 후 공업용수에 대한 역수요함수인 한계생산가치를 추정한 것인데, 한국 개발연구원(2008b)에서 제시한 산업별 공업용수 공급의 한계생산가치는 <표 2>와 같다.

이 뿐만 아니라 Wang and Lall(2002)은 중국의 산업별 공업용수 가치에 대해 분석하면서 생산함수 접근법을 활용하였다. 중국의 산업별 공업용수의 가치를 도출하기 위하여 한계 생산 접근법을 이용하였다. 생산함수를 초월대수 함수로 가정하고, 종속변수로 총 생산액을, 설명변수로는 자본, 투입노동, 용수공급량, 에너지 소비량, 투입원료를 상정하고 분석하였다. 산업 전체의 수요탄력성은 -1.03, 톤당 한계생산가치는 2.45위안인 것으로 분석하였다. Reynaud(2003)은 프랑스 남부에 위치한 51개 회사의 용수의 수요함수를 추정하였는

표 2 \_ 산업별 용수의 한계생산가치

산업군	한계생산가치(원/㎥)
음식료 및 담배	3,578
섬유/가죽	4,180
목재/종이/출판	8,994
석유·정제·화학	4,059
비금속 및 1차산업	6,071
일반기계	9,930
전기기계장치	9,408
전자통신기기	6,982
정밀기기	8,598
운송장비	21,673
가구 및 기타제조	15,095
평균값	5,573

자료: 한국개발연구원. 2008b. 생산자물가지수를 활용하여 2009년 기준으로 보정.

데, 수요탄력성은 -0.29로 분석하였다. Young(2004)은 공업용수의 경제적 가치에 대한 연구를 서베이하면서 수요탄력성이 대부분 음의 값으로 나오는 것을 확인한 바 있다.

한편, 수요함수를 직접 추정하는 방법은 Government of Newfoundland and Labrador and Environment Canada(1996) 및 한국개발연구원(2006)에서 적용한 바 있다. 전자는 캐나다 뉴파운랜드주에서 공급되는 공업용수의 경제적 가치를 평가했으며, 후자는 충청남도 천안시 및 아산시를 대상으로 공업용수의 경제적 가치를 추정하였다. 특히 공업용수에 대한 수요함수를 추정하기 위해서 설명변수로서 상수항, 용수가격(각 기업의 톤당 평균가격)을 사용하여 분석을 수행하였다. 공업

용수의 가격탄력성은 -0.8298로 추정되었으며 소비자 잉여는 431.0원으로 분석되었다.

### III. 본 연구에서 채택한 연구방법론

#### 1. 연구모형

본 연구에서는 공업용수 공급의 경제적 가치를 추정하기 위해 수요함수를 직접 추정하는 방법을 채택하고자 한다.

기업의 연간 용수사용량을  $Q$ , 용수가격을  $P$ (=연간 용수비/연간 용수사용량), 기업의 연간 매출액을  $M$ 이라고 하면, 수요함수를 다음과 같은 형태로 가정할 수 있다.

$$Q = A \cdot P^{\alpha_1} \cdot M^{\alpha_2} \quad <식 5>$$

이때 양변에 자연로그를 취하면, 아래와 같은 식이 도출되고 이때 공업용수 가격의 계수인  $\alpha_1$ 는 용수 수요의 가격탄력성으로 해석된다.<sup>1)</sup>

$$\ln Q = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P + \alpha_2 \ln M \quad <식 6>$$

여기서 상수항  $\alpha_0$ 는  $\alpha_0 = \ln A$ 로 정의된다. 최소자승법을 적용하여 수요함수를 추정한다. 만약 기업  $i$ 의 용수 사용량이  $Q_i$ 이고 이에 상응하는 용수 가격이  $P_i$ 로 주어지고, 용수수요의 가격탄력성이  $\epsilon$ (= $\alpha_1$ )로 일정하게 주어져 있다면, 앞에서 언급했듯이, 소비자 잉여의 근사값은 <식 4>와 같다.

즉, 용수의 산업별 소비자 잉여는 각 기업의 연간 용수비(= 톤당 평균가격×용수 공급량)의 총합을 용수수요의 가격탄력성의 2배로 나눈 값과 같

1) 설명변수에 평균가격 정보를 활용한 사례는 Espey M., Espey J. and Shaw W.D.(1997)의 서베이 논문에서 확인됨. 124건의 용수 수요함수 추정 논문 중에서 58개가 본 연구와 동일하게 평균가격(C/Q)을 설명변수로 하고 수요량(Q)을 종속변수로 하는 수요함수를 사용하고 있다고 밝히고 있음.

다. 이를 바탕으로 각 산업별 공업용수의 경제적 가치를 구할 수 있다.

$$TB = CS + \sum P_i Q_i \quad <식 7>$$

그리고 국내 공업용수의 산업별 경제적 가치를 전국 규모로 분석한 논문 사례가 거의 없다는 것을 감안한다면, 수요함수를 직접 추정하여 산업별 공업용수의 경제적 가치를 분석하는 본 논문은 용수 가치를 산정해야 하는 여러 타당성 분석에서 의미 있는 연구사례가 될 것으로 보인다.

## 2. 추정방법

공업용수에 대한 수요함수를 추정하기 위한 산업별 용수비 자료는 통계청에서 5년마다 실시하고 있는 산업총조사에서 유일하게 구득가능하다. 이에 본 연구는 현재 기준으로 최신 자료인 2003년 산업총조사를 활용하였다. 한편, 공업용수 요금은 전국 단일요금제도이지만, 수계에 따라 물이용부담금의 부과 여부가 결정되며 또한 수계에 따라 물이용부담금의 수준도 다르다. 또한 지방자치단체마다 수도요금 수준이 다른데 공업용수라 하더라도 지방상수도물 이용하는 경우가 많아 지역에 따라 실제 평균가격의 수준에 차이가 나고 있다. 따라서 공업용수의 가격은 현실적으로 동일하지 않을 수 있으며, 실제 산업총조사 자료 역시 평균가격이 지역별로 업체별로 차이가 나고 있다. 이러한 면에서 산업총조사 자료는 구득 가능하면서도 활용가능한 자료로 분류될 수 있다.

또한 산업별 분류를 위해 수자원장기종합계획(건설교통부, 2006)에서 공업용수 수요추정을 위해 적용한 11가지 산업분류를 사용하였다. 한편, 원 자료에서 지하수 및 기타용수를 사용한 사업체와 용수비의 값이 0인 사업체 또한 제외하였다. 특

히, 지하수 및 기타용수의 경우, 신고된 사용량과 실제 사용량에 큰 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 이에 이러한 자료를 포함시킬 경우, 공업용수의 경제적 가치를 추정하는 데 있어 심각한 오류를 야기할 가능성이 있어 이들 자료들은 제외하였다. 이 결과 본 연구에서 조사대상으로 삼은 사업체수는 5만 3,912개이었다.

한편, 본 데이터는 횡단면 자료이기에 이분산이 문제가 될 수 있다. 사실 다양한 형태의 이분산이 존재할 수 있으나, 이분산을 검정하는 방법들은 대개 특정 형태의 이분산을 가정하고 있다. 따라서 잘 모르는(unknown) 형태의 이분산은 확인하기가 어렵다. 이에 본 연구에서는 이분산을 처리하면서도 이분산 형태를 잘 모르는 문제에 적극 대처하기 위해, 통상적인 공분산 행렬을 추정하지 않고 White H.(1980)가 제안한 이분산-일치적(heteroscedasticity-consistent) 공분산 행렬을 추정하여 t-값을 제시하였다.

## IV. 분석결과

공업용수에 대한 산업별 수요함수 추정결과는 <표 3>에 제시되어 있다. 모든 추정계수가 유의수준 1% 및 5%에서 통계적으로 유의하다. 공업용수 수요의 가격탄력성은 -1.0003~-1.0834로서 경제적 의미에 부합하는 음의 값으로 모두 추정되었다.

이에 근거하여 <식 4> 및 <식 7>을 적용하면 산업별로 공업용수에 대한 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정할 수 있다. 그런데 이 분석결과는 2003년 기준 산업총조사를 활용한 것으로 생산자 물가지수를 반영하여 현재 기준으로 보정할 필요가 있다. 또한 본 연구에 사용된 산업총조사의 공업용수 자료는 정수이므로 침전수와 원수의 소비자 잉여 및 경제적 가치를 현행 톤당 수도요금 비율에 따라

**표 3** \_ 산업별 공업용수의 수요함수 추정결과

분류	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$R^2$
음식료 및 담배	12.0078 (74.87)**	-1.0567 (-57.47)**	0.5115 (37.10)**	0.633
섬유·가죽	5.8370 (22.70)**	-1.0834 (-83.89)**	0.4558 (42.85)**	0.672
목재·종이·출판	5.4216 (13.96)**	-1.0250 (-72.10)**	0.4372 (25.92)**	0.753
석유·정제·화학	0.7282 (2.44)*	-1.0003 (-68.37)**	0.6655 (52.85)**	0.717
비금속 및 1차	4.7125 (20.63)**	-1.0208 (-102.97)**	0.4836 (48.57)**	0.680
일반기계	6.0094 (25.08)**	-1.0200 (-115.14)**	0.4062 (38.33)**	0.736
전기기계장치	6.1326 (18.47)**	-1.0658 (-86.41)**	0.4139 (27.41)**	0.776
전자통신기기	3.4984 (7.90)**	-1.0680 (-58.88)**	0.5462 (28.19)**	0.721
정밀기기	7.5970 (16.19)**	-1.0759 (-65.69)**	0.3505 (15.9)**	0.773
운송장비	3.3186 (8.07)**	-1.0181 (-53.43)**	0.5389 (30.80)**	0.725
가구 및 기타제조	7.7703 (19.42)**	-1.0540 (-71.41)**	0.3350 (18.89)**	0.782
전체산업	5.0402 (60.06)**	-1.0352 (-241.21)**	0.4677 (132.86)**	0.715

주: 괄호 안은 이분산-일치적 공분산행렬을 추정하여 구한 t-값을 의미하고, \*\*는 유의수준 1%, \*는 유의수준 5%에서 통계적으로 유의함을 의미함.

계산할 수 있다.

이를 위해 <표 4>에서 제시하는 광역상수도 평

**표 4** \_ 광역상수도 평균요금(2009년)

구분	전국 평균가격(원/㎥)
정수	394.0
침전수	298.3
원수	213.0

균요금을 활용하면 된다. 이에 따라 광역상수도 요금 비율과 생산자 물가지수를 활용하여 산업별 정수와 침전수 및 원수의 2009년 기준 소비자 잉여 및 경제적 가치를 구하면 <표 5>와 같다. 정수를 기준으로 할 때, 공업용수의 경제적 가치가 가장 큰 가구 및 기타제조업의 경우 1,241.05(원/㎥)이다. 가장 낮은 경제적 가치를 갖는 비금속 및 1차산업은 809.41(원/㎥)이다. 산업 전체로 보면 공업용

수의 소비자 잉여는 325.80(원/m<sup>3</sup>), 경제적 가치는 1,023.67(원/m<sup>3</sup>)인 것으로 분석되었다. 한편, 침전수와 원수의 소비자 잉여는 246.66원, 176.13원이며, 침전수와 원수의 경제적 가치는 775.03원, 553.40원으로 분석되었다.

이상의 정보는 공업용수를 신규로 공급하는 사업에 대한 경제성 분석에서 편익에 대한 정보로 유용하게 활용될 수 있다. 예를 들어, 신규 광역상수도사업이나 하수처리수 재이용사업 등의 분석에서 사용될 수 있다. 그리고 본 연구 결과는 생산함수를 이용하여 역수요함수를 통해 산업별 공업용수의 경제적 가치를 추정한 한국개발연구원(2008b)의 연구 결과와 대비된다. <표 2>에서 보듯 한국개발연구원(2008b)은 실제 용수가격과 비교할 때 지나치게 높게 추정된 반면, 본 연구 결과는 정책적으로 적용가능한 현실적인 값으로 추정된 장점이

있다.

### V. 결론

용수공급을 위해서는 많은 초기투자비와 경상운영비가 소요된다. 특히 공업용수공급 사업의 경우 효율적인 용수공급을 하지 못하면 산업 활동 전반에 차질을 미칠 정도로 필수불가결한 사업이기도 하다. 그리고 우리나라의 용수공급 사업은 통상적으로 공공투자사업의 성격을 갖기에 신규 용수공급 사업을 추진하기 위해서는 해당 사업으로 인해 발생하는 편익과 비용을 비교하는 경제성 분석을 통해 추진 여부가 결정되어야 한다. 또한 사업시행지역에서 공업용수 공급 사업은 지역 이해관계자들의 중요한 의제로 부각될 확률이 높다. 그리고 용수공급의 비용은 상대적으로 쉽게 추정될 수 있는데 반해, 용수공급의 경제적 가치는 추정이 어려우

표 5\_2009년 기준 산업별 정수, 침전수, 원수의 소비자 잉여 및 경제적 가치

(단위: 원/m<sup>3</sup>)

산업분류	정수		침전수		원수	
	소비자 잉여	경제적 가치	소비자 잉여	경제적 가치	소비자 잉여	경제적 가치
음식료 및 담배	367.73	1,187.75	278.41	899.25	198.80	642.11
섬유·가죽	294.88	985.08	223.26	745.81	159.41	532.54
목재·종이·출판	332.34	1,030.52	251.62	780.21	179.67	557.11
석유·정제·화학	364.55	1,094.16	276.00	828.40	197.08	591.51
비금속 및 1차산업	262.50	809.41	198.74	612.81	141.91	437.57
일반기계	363.34	1,119.17	275.09	847.33	196.43	605.03
전기기계장치	331.69	1,083.86	251.12	820.60	179.31	585.94
전자통신기기	332.51	1,089.51	251.75	824.88	179.76	589.00
정밀기기	370.88	1,197.44	280.80	906.59	200.50	647.35
운송장비	298.36	916.78	225.89	694.10	161.29	495.62
가구 및 기타제조	385.57	1,241.05	291.92	939.60	208.44	670.92
전체산업	325.80	1,023.67	246.66	775.03	176.13	553.40

면서도 엄밀함이 필요하다. 이러한 측면에서 공업용수의 산업별 경제적 가치를 정확하게 추정하는 것은 꼭 필요한 과제다.

본 연구에서는 소비자 잉여 추정과 관련된 몇 가지 어려움을 극복하기 위해, 최근 Alexander, et al(2000)이 제안한 접근법을 이용하였으며, 연구 방법론으로서 직접 수요함수를 추정하는 방법을 택하였다. 이 과정에서 요구되는 가격탄력성에 대한 정보는 산업총조사 자료를 활용하였다. 그 결과 공업용수의 가격탄력성은 모두 유의하였으며, 경제이론에 부합하는 음의 값을 가졌다. 이를 활용하여 추정된 2009년의 소비자 잉여는  $m^2$ 당 262원에 서 385원에 달하였다. 한편 2009년 기준 공업용수의 경제적 가치는 산업별로  $m^2$ 당 985원에서 1,241원에 달하는 것으로 분석되었다. 정책 평가 시 적용가능성 측면에서 보았을 때, 이 결과는 타 연구 사례보다 합리적인 결과를 담고 있는 것으로 확인되었다. 또한 국내 연구사례에서는 아직 부족한 공업용수의 산업별 경제적 가치를 구체적으로 확인하였다.

한편 연구 활용성을 증대하기 위해서는 공업용수 수요의 가격탄력성을 보다 정확히 추정할 필요가 있다. 본 연구에서는 설명변수로서 매출액과 가격변수를 반영하였는데, 수요함수를 설명할 변수를 추가 발굴한다면 보다 엄밀하게 가격탄력성과 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정할 수 있을 것이다.

그리고 현재 산업총조사의 용수비가 연간 100만 원 이하일 때는 0으로 산정되고 있는데 이에 대한 개선이 필요할 것으로 보인다. 한편 산업총조사는 제조업을 대상으로 진행되고 있어 산업 규모의 절반 이상을 차지하고 있는 서비스업의 용수 공급의 경제적 가치는 현실적으로 추정할 수 없는 약점을 지니고 있다. 이를 개선하기 위해서는 통계청에서 시행하고 있는 사업체총조사나 서비스업 통계

조사 시 용수비 항목이 추가되어야 할 것이다. 추후 이러한 점을 감안하여 다양한 공업용수의 경제적 가치에 대한 연구가 진행되길 기대해 본다.

### 참고문헌

- 건설교통부. 2006. 수자원장기종합계획.
- 과학기술부. 2007. 수자원 및 기술가치평가 시스템 구축. 경기 : 수자원의 지속적 확보기술개발사업단.
- 유승훈·정근오·양창영. 2005. “가구 서베이 자료를 이용한 서울시 생활용수의 수요 분석”. 서울도시연구 제6권 제1호. 서울 : 서울시정개발연구원. pp1-16.
- 유승훈·박광섭. 2006. “서울시 가정용수 공급의 경제적 편익 추정”. 한국수자원학회논문집 제30권 제12호. 서울 : 한국수자원학회. pp1057-1066.
- 통계청. 2005. 2003년 산업총조사.
- 한국개발연구원. 2003. 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구. 제3판. 서울 : 공공투자관리센터.
- \_\_\_\_\_. 2006. 금강북부권 급수체계구축사업 타당성제검증 보고서. 서울 : 공공투자관리센터.
- \_\_\_\_\_. 2008a. 구미III단계 광역상수도사업 예비타당성조사 보고서. 서울 : 공공투자관리센터.
- \_\_\_\_\_. 2008b. 수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제4판). 서울 : 공공투자관리센터.
- \_\_\_\_\_. 2009. 한강하류권 급수체계 구축 2차사업 예비타당성조사 보고서. 서울 : 공공투자관리센터.
- Alexander, D. L., Kern, W., and Neil, J. 2000. “Valuing the Consumption Benefits from Professional Sports Franchises”. *Journal of Urban Economics* vol.48. Netherlands : Elsevier. pp321-337.
- Espey, M., Espey, J., and Shaw, W. D. 1997. “Price Elasticity of Residential Demand for Water: a Meta-analysis”. *Water Resources Research* vol.33. Washington, D.C : American Geophysical Union. pp1369-1374.
- Frederick, K. D., VandenBerg, T. and Hanson, J. 1996. *Economic Values of Freshwater in the United States*.

- Discussion Paper 97-03. Washington, D.C : Resources for the Future.
- Gibbons, D.C. 1987. *The Economic Value of Water*. Washington, D.C : Resources for the Future.
- Government of Newfoundland and Labrador and Environment Canada. 1996. *Assessment of the Economic Value of Water and its Contribution to the Economy of Newfoundland*. Report prepared by ADI Nolan Davis and Gardner Pinfold Consulting Economist Limited.
- Krinsky, I. and Robb A. 1986. "On Approximating the Statistical Properties of Elasticities". *Review of Economics and Statistics* vol.68. Boston : MIT press. pp715-719.
- Muller, R. A. 1985. *The Socioeconomic Value of Water in Canada*. Ottawa : Inquiry on Federal Water Policy.
- Munasinghe, M. 1992. *Water Supply and Developing World Applications*. Boulder : Westview Press.
- Reynaud, A. 2003. "An Econometric Estimation of Industrial Water Demand in France". *Environmental and Resource Economics* vol.25. Netherlands : Springer. pp213-232.
- Robert A. Young. 2004. *Determining the Economics Value of Water : Concepts and Methods*. Washington, D.C : Resources for The Future.
- Spulber, N. and Sabbaghi, A. 1994. *Economics of Water Resources: From Regulation to Privatization*. Massachusetts : Kluwer Academic Publishers.
- Wang, H. and S. Lall. 2002. "Valuing Water for Chinese Industries: a Marginal Productivity Analysis". *Applied Economics* vol.34. London : Taylor & Francis Group. pp759-765.
- White H. 1980. "A Heteroscedasticity-consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroscedasticity". *Econometrica* vol.48. Malden : Wiley-Blackwell. pp817-838.
- Yoo, S. -H. 2007a. "Urban Water Consumption and Regional Economic Growth: the Case of Taejeon, Korea". *Water Resources Management* vol.21. Netherlands : Springer. pp1353-1361.
- \_\_\_\_\_. 2007b. "Estimation Household Tap Water Demand Function with Correction for Sample Selection Bias". *Applied Economics Letters* vol.14. London : Taylor & Francis Group. pp1079-1082.
- Yoo, S. -H. and Yang, C. -Y. 1999. "Role of Water Utility in the Korean National Economy". *International Journal of Water Resources Development* vol.33. London : Taylor & Francis Group. pp527-542.
- Young, R. A. 1996. *Measuring Economic Benefit for Water Investment and Policies*. Washington, D.C : The World Bank.

- 
- 논문 접수일: 2010. 4.19
  - 심사 시작일: 2010. 4.26
  - 심사 완료일: 2010. 5.31

---

**ABSTRACT**


---

**The Consumer Surplus and Economic Value of Industrial Water in Korea**

Keywords: Economic Value, Consumer Surplus, Industrial Water, Demand Function

Industrial water used in the production process as a productive factor raises the economic value. That is, Industrial water is essential element. Therefore, in order to smooth industrial activity investment for water supply must be proceeded effectively. In terms of decision-making related to this, the economic value of the industrial water is used essentially. This study attempts to estimate the consumer surplus and economic value of industrial water for eleven sectors. In this process, information for the price elasticity of demand is based on industry survey data and demand function approach. As a result, the price elasticity of industrial water are all significant at 1% level or 5% level and the price elasticity of industrial water were all negative. Using this result, the consumer surplus in 2009 is estimated as 262 to 385 won per  $m^3$ . Meanwhile, the economic value in 2009 is computed as 985 to 1,241 won per  $m^3$ .

The result of this study is containing more reasonable results than the other cases. Also, the economic value of industrial water that is still lacked in the case of the domestic study is identified specifically. That is, through this study, the fact that industrial water supply provide consumer with the considerable economic value and the consumer surplus is confirmed.

**공업용수의 소비자 잉여와 경제적 가치 추정**

주제어: 경제적 가치, 소비자 잉여, 공업용수, 수요함수

공업용수는 생산과정에서 쓰이는 용수로서 생산요소로서의 역할을 통해 경제적 가치를 발생시키는 필수적인 투입요소다. 따라서 원활한 산업활동을 위해서는 용수공급을 위한 투자가 효율적으로 이루어지지 않으면 안 되며, 이와 관련된 의사결정에 있어서 공업용수의 경제적 가치는 필수적으로 이용된다. 이에 본 연구에서는 우리나라 공업용수 공급의 산업별 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정하였다. 이 과정에서 요구되는 가격탄력성에 대한 정보는 산업총조사 자료를 활용하여 직접 수요함수를 추정함으로써 해결하였다. 그 결과 공업용수의 가격탄력성은 모두 1% 및 5% 수준에서 유의한 값이 도출되었으며, 모두 음의 값을 나타내었다. 이를 활용하여 추정된 2009년의 소비자 잉여는  $m^3$ 당 262원에서 385원에 달하였다. 한편 2009년의 경제적 가치는  $m^3$ 당 985원에서 1,241원에 달하는 것으로 분석되었다. 이 결과는 타 연구사례보다 합리적인 결과를 담고 있는 것으로 확인되었다. 또한 국내 연구사례에서는 아직 부족한 공업용수의 산업별 경제적 가치를 구체적으로 확인하였다.

정리하자면, 본 연구를 통해 공업용수 공급이 수용가들에게 적지 않은 소비자 잉여와 경제적 가치를 제공하고 있음을 확인하였다.