

## 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익 추정

### Valuing the Economic Benefits from the Residential Water Supply in Seoul

유 승 훈\* / 박 광 섭\*\*

Yoo, Seung-Hoon / Park, Kwang-Sup

#### Abstract

Water is an indispensable input to human's existence and industrial production. A water supply project would demand considerable costs, but produce economic benefits, which are importantly utilized in the project evaluation. In this situation, this study attempts to value the economic benefits from the residential water supply in Seoul. In particular, yearly consumer surplus and economic value of water supply for eleven water authority agencies in Seoul are measured during the period 2001-2004. Information on price elasticity required in calculating consumer surplus is obtained from direct estimation of the residential water demand function, and the consumer surplus is assessed by using a recently developed formula. Price elasticities used here are  $-0.810$  and  $-1.011$ , and the estimated consumer surplus and economic value amount to 131.9 to 164.6 billion won and 398.6 to 431.3 billion won, respectively.

**keywords** : residential water, consumer surplus, price elasticity, economic value

#### 요 지

용수는 인간의 생존과 산업생산에 있어서 필수적인 투입요소이다. 용수공급을 위해서는 많은 비용이 소요되지만 경제적 편익도 발생하며, 이에 대한 정보는 용수공급사업의 평가에서 중요하게 활용된다. 이에 본 연구에서는 서울시 가정용수 공급으로 인해 발생하는 경제적 편익을 추정하고자 한다. 특히 2001년부터 2004년까지의 기간을 대상으로 하여, 서울시 11개 수도사업소별로 연도별 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정한다. 소비자 잉여의 계산 과정에서 필요한 가격탄력성에 대한 정보는 서울시 가정용수 수요함수를 직접 추정하여 구했으며, 소비자 잉여의 계산은 최근에 개발된 산식을 이용한다. 서울시 가정용수 수요의 가격탄력성은  $-0.810$  및  $-1.011$ 이었으며, 이를 이용하여 계산된 소비자 잉여와 경제적 가치는 2003년의 경우 각각 1,319억원에서 1,646억원 및 3,986억원에서 4,313억원에 달한다.

**핵심용어** : 가정용수, 소비자 잉여, 가격탄력성, 경제적 가치

\* 호서대학교 해외개발학과 조교수  
Assistant Professor, Department of International Area Studies, Hoseo University, 268 Anseo-Dong, Cheonan, Chungnam, 330-713, Korea  
(e-mail: shyoo@office.hoseo.ac.kr)

\*\* 호서대학교 해외개발학과 부교수  
Associate Professor, Department of International Area Studies, Hoseo University, 268 Anseo-Dong, Cheonan, Chungnam, 330-713, Korea  
(e-mail: parkks@office.hoseo.ac.kr)

## 1. 서 론

용수는 인간의 생존과 산업생산 등에 있어서 필수적인 투입요소이다(Yoo and Yang, 1999; 유승훈, 2003). 따라서 경제활동의 원활화를 위해서는 용수공급을 위한 투자가 효율적으로 이루어지지 않으면 안 되며, 이와 관련된 의사결정에 있어서 용수의 경제적 가치는 필수적으로 이용된다(Gibbons, 1987; Young, 1996; 임혜진, 유승훈, 곽승준, 2004). 다시 말해서, 용수공급의 경제적 가치 측정은 용수의 경제적·공익적 기능을 조화롭게 발휘할 수 있는 용수공급사업의 추진과 그 재원마련 및 분담 등의 기초자료로 활용될 수 있으며 용수개발 투자를 위한 시민들의 합의 형성에도 크게 이바지할 수 있다(한국개발연구원, 2003b).

최근 들어 사회환경이 변화함에 따라 이러한 용수공급의 경제적 가치 혹은 편익을 새롭게 조명해야 할 필요성이 증가하고 있다. 지방자치제도의 실시, 시민환경운동의 확대, 국민의 환경의식 변화 등으로 용수공급사업의 추진이 지연되고 있는 가운데 가까운 미래에 용수부족 사태가 발생할 수도 있다는 우려의 목소리와 앞으로 용수수요는 줄어들거나 안정화될 것이라는 주장이 동시에 제기되고 있는 상황이다. 용수공급 사업을 둘러싼 이러한 논란은 해당 지역에서뿐만 아니라 국가 전체적인 입장에서도 불필요한 논쟁을 초래할 수 있으므로 과학적이고 체계적인 방법에 근거한 용수공급의 경제적 가치 측정을 통해 용수공급의 경제적 편익을 정확하게 측정하면서 불필요한 논쟁을 피해야 할 필요성이 제기되고 있다(한국수자원공사, 2002).

아울러 용수의 가치가 중요해지는 상황에 능동적으로 대처하기 위해서는, 용수에 대해 과거 공학적 단순 원가개념에서 벗어나 경제이론에 근거한 경제적 가치의 측정을 통해 용수의 가치를 규명할 필요가 있다

(Munasinghe, 1992; Spulber and Sabbaghi, 1994). 또한 향후 안정된 복지사회에서의 용수확보 및 용수공급정책의 방향 수립에 필요한 기초자료를 확보하기 위해서도 용수의 경제적 가치에 대한 과학적인 연구방법론을 정립해야 한다.

이에 본 논문에서는 서울시의 가정용수를 대상으로 용수공급의 경제적 편익을 추정하고자 한다. 편의상 2001년부터 2004년까지의 4년간을 대상으로 하여 각 수도사업소별로 가정용수 공급의 경제적 편익이 사후적으로 얼마나 발생했는지를 다룬다. 이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 서울시 가정용수 공급의 현황에 대해 간단하게 살펴본다. 3장에서는 가정용수 공급의 경제적 편익 측정방법론들에 대해 검토하면서, 본 연구에서 사용할 방법론을 결정하고자 한다. 4장에서는 서울시 가정용수의 수요함수를 추정하여 본 연구에서 필요한 정보를 추출한 후에, 앞에서 결정된 방법론에 근거하여 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익을 추정한다. 마지막 장은 연구의 결과를 요약하면서 결론을 제시하고 연구결과와 시사점과 향후 연구전망에 대해 논의한다.

## 2. 서울시 가정용수 공급의 현황

서울시는 상수도사업본부를 중심으로 하여 용수공급을 전담하고 있으며, Table 1에 제시된 바와 같이, 중부수도사업소 등 총 11개 수도사업소가 2~3개 구를 관할하여 서울시 전체 25개 구에 대한 수도물 공급과 요금징수를 책임지고 있다. Fig. 1은 1980년부터 2004년까지의 서울시 가정용수 급수사용량의 추이를 보여주고 있다. 1980년 이후로 급수사용량은 증가하다가 1997년에 이르러 817 (백만m<sup>3</sup>/년)로 최고조에 도달했으며, 이후 완만하게 감소하는 추세를 보이면서 최근에는 일정한 수준을 유지하고 있다.

Table 1. Water Supply Agencies of Seoul

Agencies	Areas
Chungbu	Jongro-gu, Chunng-gu
Seobu	Yongsan-gu, Mapo-gu
Dongbu	Seongdong-gu, Kwangjin-gu, Jungrang-gu
Sungbuk	Dongdaemun-gu, Sungbuk-gu
Bukbu	Kangbuk-gu, Dobong-gu, Nowon-gu
Eunpyeong	Enupyeong-gu, Seodaemun-gu
Kangseo	Yangcheon-gu, Kangseo-gu
Yeongdeungpo	Kuro-gu, Keuncheon-gu, Yeongdeungpo-gu
Nambu	Dongjak-gu, Kwanak-gu
Kangnam	Seocho-gu, Kangnam-gu
Kangdong	Songpa-gu, Kangdong-gu

Source) <http://www.seoul.go.kr>.



Fig. 1. Trend of the Residential Water Amount Used in Seoul(Source: Statistical Yearbook of Seoul, each year)

한편 Table 2는 2001년부터 2004년까지의 서울시 수도사업소별 가정용수 급수사용량 및 가정용수 급수수입 추이를 담고 있다. 급수사용량은 강북구, 도봉구, 노원구를 관할하고 있는 북부수도사업소의 것이 가장 크다. 한편 종로구 및 중구를 관할하고 있는 중부수도사업소의 급수사용량이 가장 작다. Table 2의 마지막 열에는 2004년을 기준으로 한 평균가격의 계산 결과를 제시하였다. 전체적인 평균가격은 358.9(원/㎥)이며, 가장 높은 곳은 강남수도사업소로 365.9(원/㎥)이고 가장 낮은 곳은 영등포수도사업소로 348.2(원/㎥)으로 사업소별 격차는 그리 큰 편이 아니다.

### 3. 용수공급의 경제적 편익 추정방법론

#### 3.1 개요

용수공급의 경제적 편익을 추정할 수 있는 방법론은 다양하지만 현실적으로 적용이 그다지 어렵지 않으면서 가정용수에 대해 적용할 수 있는 방법론은 크게 수요함수 접근법, 원가기준 접근법, 평균가격 접근법의 3가지로 요약된다. 국내를 대상으로 3가지 추정법을 병렬적으로 적용하여 비교한 사례로는 한강하류권 급수체계구축 1차사업으로 인한 용수공급 편익을 추정할 한국개발

Table 2. Residential Water Amount Used and Revenue in Water Supply Agencies of Seoul (2001-2005)

Agencies	Water amount used (Unit: thousand m <sup>3</sup> )				Water revenue (Unit: million won)				Average price in 2004 (Unit: won/m <sup>3</sup> )
	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	
Chungbu	22,119	21,392	21,244	21,312	7,873	7,829	7,763	7,763	364.3
Seobu	47,869	46,437	46,552	47,317	16,769	16,803	16,860	17,134	362.1
Dongbu	88,442	85,691	86,631	87,274	30,314	30,358	30,768	30,996	355.2
Sungbuk	58,259	55,992	56,958	57,897	20,024	19,921	20,313	20,648	356.6
Bukbu	94,573	93,824	95,387	96,810	32,795	33,619	34,288	34,792	359.4
Eunpyeong	58,460	57,284	58,010	58,034	20,397	20,698	21,007	21,074	363.1
Kangseo	70,146	68,719	70,496	72,063	24,368	24,851	25,579	26,183	363.3
Yeongdeungpo	77,528	76,489	77,938	79,269	26,110	26,637	27,166	27,598	348.2
Nambu	67,732	66,182	66,571	68,437	23,143	23,473	23,530	24,260	354.5
Kangnam	74,580	73,003	73,463	73,633	26,459	26,832	26,986	26,944	365.9
Kangdong	84,762	82,420	81,932	80,902	29,688	29,913	29,759	29,283	362.0
Totals	744,470	727,433	735,182	742,948	257,938	260,934	264,019	266,675	358.9

Source: <http://www.seoul.go.kr>.

연구원(2003a)과 충남남부권 광역상수도 사업으로 인한 용수공급 편익을 추정한 한국개발연구원(2004)을 참고할 수 있다.

원가기준 접근법은 자원의 사용비용(resource cost) 또는 일종의 대체비용(alternative cost)을 반영한다는 측면에서 원가기준을 통해 용수공급의 편익을 추정하는 방법이다. 현행 용수 생산원가에는 용수생산에 필요한 다양한 자원들의 시장가치가 종합적으로 반영되어 있다고 할 수 있으며, 아울러 용수 생산원가가 기존의 용수 공급시설을 이용할 때의 비용을 반영한다는 측면에서 일종의 대체비용으로도 파악할 수 있다. 그러나 원가기준 접근법은 소비자들의 지불의사액과 무관하게 결정된다는 점에서 진정한 용수공급 편익을 과소하게 평가할 가능성이 존재한다.

평균가격 접근법은 용수의 평균가격(=급수수입/급수사용량)을 이용하여 용수공급편익의 대용값으로 사용하는 것이다. 이는 시장에서 거래되는 가격을 사용자들이 용수구입에 지불하고자 하는 단위당 지불의사액으로 간주할 수 있기 때문이라는 사실에 근거한다. 그러나 현실적으로 용수의 가격이 정책적인 목적에서 중앙정부 혹은 지방정부에 의해 어느 정도 통제되고 있는 점을 감안할 때, 평균가격 접근법을 통해 구해진 용수공급의 편익은 해석상의 어려운 점이 없지 않다. 따라서 평균가격 접근법은 원가기준 접근법과 마찬가지로 수요함수 접근법에 대한 보조적 수단으로 사용되는 것이 바람직하다.

### 3.2 수요함수 접근법

수요함수 접근법은 용수에 대한 수요곡선을 구할 수 있을 때 적용되며, 수요곡선의 아래 면적으로 용수의 가치를 계산하게 된다. 수요함수 접근법은 지불의사액(willingness-to-pay)이라는 후생경제학에 근거한 후생값을 측정하고 있기에 가장 바람직하나, Hicks적 후생개념이 아닌 마샬적 후생개념에 근거하고 있기 때문에 한계를 안고 있다.<sup>1)</sup> 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.

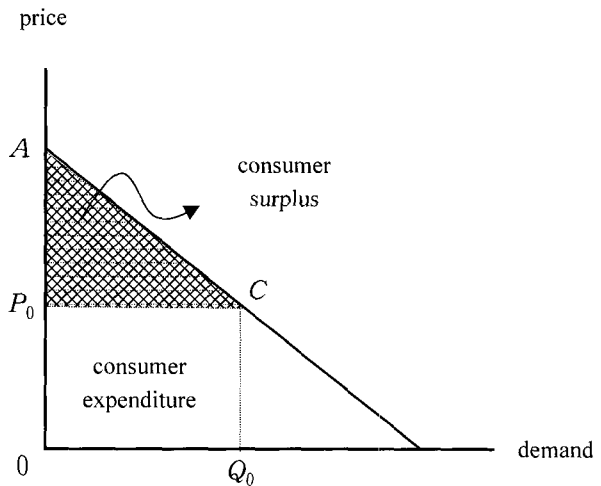


Fig. 2. Water Demand Function and Consumer Surplus

이와 같은 내용을 용수의 수요곡선을 나타내는 Fig. 2를 통해 살펴볼 수 있다. 용수의 단위당 가격이  $P_0$ 이고 수요량이  $Q_0$ 일 때, 소비자가  $Q_0$ 만큼을 수요하면서 얻게 되는 총 경제적 가치는 수요곡선 아래의 면적  $\square ACQ_0O$ 로 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 용수공급의 경제적 가치는 소비자 잉여와 소비자 지출의 합으로 구성된다. 이와 같이 수요함수를 통해 용수공급의 경제적 편익을 추정하는 방법을 수요곡선 접근법이라 한다.

### 3.3 본 연구에서 채택한 방법론

본 연구에서는 수요함수 접근법을 이용하여 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익을 추정하고자 한다. 그 이유는 앞서 언급했듯이 수요함수 접근법이야말로 경제이론에 근거한 것으로 소비자의 진정한 지불의사액을 반영할 수 있기 때문이다. 그렇다면 우리의 중요한 과제는 Fig. 2에서 소비자 잉여(CS)에 해당하는  $\triangle AP_0C$ 의 넓이를 어떻게 구할 것인가로 귀결된다. 이와 관련하여 Muller(1985)는 이 삼각형의 면적을 계산할 수 있는 공식을 다음과 같이 제시하였으며, 지금까지 이 공식은 널리 응용되었다.<sup>2)</sup>

$$CS = \frac{P_0 Q_0 \left[ \left( \frac{P_a}{P_0} \right)^{\epsilon+1} - 1 \right]}{(\epsilon + 1)} \quad (1)$$

1) 물론 Willig(1976)은 대부분의 재화의 경우에 마샬적 후생값을 사용해도 Hicks적 후생값과의 차이가 별로 크지 않음을 증명한 바 있으므로, 마샬적 후생값을 사용해도 큰 문제가 되지는 않는다.

2) 캐나다를 대상으로 한 Government of Newfoundland and Labrador and Environment Canada(1996)의 연구를 예로 들 수 있으며, Frederick et al.(1996)에서도 미국을 대상으로 한 다양한 연구사례들을 소개하고 있다.

여기서  $\epsilon$  은 용수 수요의 가격탄력성이며,  $P_a$  는 용수에 대해 지불할 수 있는 최대가격, 즉 해당 가격 이상에서는 더 이상 수요가 이뤄지지 않는 가격을 의미한다. 이 공식의 적용을 위해서는 수요함수를 추정된 결과와 이 추정에 사용된 자료가 요구될 뿐만 아니라, 최대가격에 대한 정보도 필수적으로 요구된다. 즉 Fig. 2에서 A의 위치에 대한 정보가 필요하다. 그런데 현실적으로 이 값을 구하기는 쉽지 않아 특정한 값으로 가정을 해야 하는 어려움이 존재한다.

반면에 최근 Alexander et al.(2000)은 최대가격에 대한 정보를 요구하지 않으면서, 이 삼각형의 면적을 쉽게 추정할 수 있는 공식을 개발하였다. 더군다나 이 공식은 수요에 영향을 미치는 소득, 소비자의 기호 등 다양한 변수들의 존재에 영향을 받지 않기 때문에 적용하기가 매우 편리하다. Alexander et al.(2000)은 수요함수를 테일러 전개시킬 경우, 소비자 잉여가 매출액을 가격탄력성의 2배 값으로 나눈 값의 음수값에 근접함을 증명하였다. 즉 소비자 잉여(CS)는 다음과 같이 근사화된다.

$$CS = -\frac{P_0 Q_0}{2\epsilon} \quad (2)$$

이 값은 Alexander et al.(2000)도 지적했듯이, 소비자 잉여의 가능한 값 중에서 상한값으로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 Eq. (2)를 이용하여 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익을 추정하고자 한다. 이를 위해서는 Eq. (2)의 분모에 해당하는 가격탄력성에 대한 정보가 필수적이므로 다음 장에서는 먼저 서울시 가정용수 수요의 가격탄력성에 대해 살펴본다.

#### 4. 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익 추정

##### 4.1 서울시 가정용수 수요의 가격탄력성 추정

가정용수 수요의 가격탄력성을 추정하기 위해서는 먼저 가정용수에 대한 수요함수를 추정해야 한다 (Espey et al, 1997).<sup>3)</sup> 본 연구에서는 2002년에 서울시 가구조사를 통해 수집된 자료를 이용하여 서울시 가정용수 수요의 가격탄력성을 추정하고자 한다. 전문조사기관(주동서리서치)에 의뢰하여 무작위로 추출된 가구들을 대상으로 조사를 하였으며, 총 273 가구에 대한 자료를 수집할 수 있었다. 가정용수 수요함수의 형태는 다음과 같이 설정하였다.

$$\ln Q = a_0 + a_1 OVER65 + a_2 SAVE + a_3 \ln FNUM + a_4 \ln PRICE + a_5 \ln INCOME + u \quad (3)$$

여기서  $Q$ 는 가구당 월평균 가정용수 수요량( $m^3$ ),  $OVER65$ 는 가구내 65세 이상 노인의 명수,  $SAVE$ 는 가구내 절수기기 설치 여부를 나타내는 더미변수,  $FNUM$ 은 가족명수,  $PRICE$ 는  $m^3$ 당 용수가격,  $INCOME$ 은 세전 가구소득,  $u$ 는 교란항(disturbance term)이며,  $\ln$ 은 자연로그를 의미한다.  $a$ 값들을 추정해야 할 모수들이다.

특히 이 모형은 주요 변수에 대한 탄력성 추정의 편리성을 도모하기 위해 이중로그형태를 취하고 있다. 즉 이 모형에서  $a_3$ 은 수요의 가족수 탄력성,  $a_4$ 는 수요의 가격탄력성,  $a_5$ 는 수요의 소득탄력성을 의미한다. 따라서 Eq. (3)을 추정 후  $\hat{a}_4$ 을 구하면 수요의 가격탄력성을 구할 수 있다. Eq. 3의 추정결과는 Table 3에 요약되어 있다. 부호는 사전적인 예상과 정확하게 일치한다. 65세 이상 노인이 있는 가구는 상대적으로 위생에 더 신경을 쓰고 노인이 가구 내에 머무는 시간이 많아 65세 이상 노인이 없는 가구에 비해 수도물을 더 많이 쓸 것이다. 따라서 추정계수의 부호는 양수여야 한다. 한편 절수기기가 설치된 가구는 그렇지 않은 기구에 비해 수도물 사용량이 적을 것이므로 추정계수의 부호는 음수여야 한다. 가족수가 늘어날수록 가정용수 사용량은 늘어날 것이며, 가격이 상승할수록 용수수요량은 감소할 것이다. 가구소득도 가정용수 수요에 양의 긍정적 영향을 미친다.

적합도를 의미하는  $R^2$ 는 0.602로 이 모형은 용수수요 변동의 60.2%를 설명할 수 있다. 이 자료가 횡단면 자료임을 감안할 때 적합도는 비교적 높은 편이다. 모든 추정계수가 0이라는 귀무가설 하에서 계산된  $F$ -통계량의 값은 충분히 커서 이 귀무가설을 여유있게 기각할 수 있다. 즉 추정된 수요함수는 통계적으로 유의하다. 이 수요함수의 추정에 있어서 중요하지만 고려되지 않은 변수가 있을 수 있다. 이를 통계적 용어로 누락변수편의(omitted variable bias)라 하며, 이에 대해 검정해 볼 필요가 있다.

이를 위해, 본 연구에서는 Ramsey(1969)가 제안하고 Ramsey and Schmidt(1976)가 계량경제학적 논리와 응용방법을 자세하게 설명한 RESET(regression specification error test)-정형검정을 적용하고자 한다. 이 검

3) 서울시 용수 수요함수를 추정했던 다양한 연구에 대한 서베이 내용은 유승훈·정근오·양창영(2005)에 소개되어 있다.

Table 3. Estimation results of the residential water demand function

Variables	Coefficients	Standard errors	t-values	p-values
Constant	6.164	0.553	11.15***	0.000
OVER65	0.118	0.063	1.86*	0.064
SAVE	-0.183	0.071	-2.60***	0.010
lnFNUM	0.291	0.096	3.03***	0.003
lnPRICE	-0.910	0.052	-17.35***	0.000
lnINCOME	0.440	0.089	4.96***	0.000
R <sup>2</sup>	0.602			
F	80.69***			
Ramsey's RESET	0.239			

Note) \*, \*\*, and \*\*\* indicate the statistical significance at the 10, 5, and 1 percent levels, respectively.

정은 적용하기가 비교적 간단하면서 누락변수편의에 대해 명쾌한 결론을 내릴 수 있는 장점을 가지고 있다. RESET-검정법은 추정식에서의 적합치의 제곱값을 새로운 설명변수로 추가하여 다시 회귀분석하여 이 설명변수의 통계적 유의성 여부를 따짐으로써 누락변수편의를 체크하는 방법이다. 검정결과 검정통계량은 0.239로 이에 대한 p-값은 0.626이므로 누락변수편의가 없다는 귀무가설이 기각되지 않는다. 즉 본 연구에서 사용된 모형에 누락변수편의로 대표되는 정형오류가 있다는 증거를 찾을 수는 없다. 따라서 본 연구의 주된 결과를 이끌어내는 추정모형은 정형검정을 통과하는 것으로 결론을 내릴 수 있다.

다음으로 가격탄력성의 추정치를 살펴보면 -0.910으로 값이 음수이며 통계적으로 유의하게 추정되었다. 이는 용수가격이 상승하면 용수수요가 감소함을 시사하는 것으로, 서울시 가정용수 수요에 있어서 수요법칙이 성립하고 있음을 보여준다. 아울러 수요가 가격변화에 비탄력적이므로 용수가 필수재적 성격을 가짐을 알 수 있다. 이러한 결과는 서울시 생활용수의 수요함수를 다뤘던 여러 선행연구(김추운, 1991; 김태유·유승훈·박중현, 1996; 박승준·이충기, 2002; 김연배·김태유, 2002; 유승훈·정균오·양창영, 2005)의 결과와도 일치한다.<sup>4)</sup>

이 탄력성 값을 그대로 이용하기보다는 탄력성 값 추정에 결부된 다양한 불확실성을 반영하기 위해 탄력성 추정치의 신뢰구간을 구하는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 모수적 부트스트랩(parametric bootstrap) 기법인 몬테칼로 시뮬레이션(Monte Carlo simulation) 기법을 적용하여 가

격탄력성의 신뢰구간을 구하고자 한다. 몬테칼로 시뮬레이션 기법의 적용 절차는 다음과 같다. 우선 가격탄력성의 추정치와 이의 표준오차를 이용하여 정규분포로부터 가격탄력성의 값을 5,000개 무작위로 발생시키고 이것들을 크기 순으로 나열한 다음 양끝에서 각각 2.5%를 버리면 95% 신뢰구간을 얻을 수 있다. 95% 신뢰구간은 -1.011에서 -0.810 사이로 추정되었다. 따라서 가격탄력성이 -1.011 및 -0.810이라는 두 가지 대안에 대해 가정용수 공급으로 발생하는 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정한다.

#### 4.2 서울시 가정용수 공급의 경제적 편익 추정

앞서 Eq. (2)에서 설명했듯이, 가정용수 공급으로 발생하는 소비자 잉여는 급수수입을 (-2×가격탄력성)로 나눈 값으로 근사화된다. 본 연구에서는 Table 1에 제시되어 있는 11개 수도사업소 관할지역에서의 가격탄력성이 일정하다고 가정하면서, 11개 수도사업소 관할지역 각각에 대해 소비자 잉여를 계산하고자 한다. 급수수입은 Table 2에 있는 값들을 사용했으며, 가격탄력성은 -0.810 및 -1.011을 이용했다. 이렇게 계산된 결과는 Table 4에 담겨 있다.

2004년을 기준으로 할 때, 서울시 전체에 대한 가정용수 공급의 소비자 잉여는 약 1,319억원에서 1,646억원에 달하는 것으로 분석되었다. Table 4에 제시된 정보는 특정 수도사업소에서의 가정용수 공급사업의 편익을 평가하는 데 유용하게 사용될 수 있다. 앞서 언급했듯이, 서울시 가정용수의 경제적 가치는 소비자 지출과 소비자 잉여의 합으로 구성된다. Table 5은 이렇게 계

4) 본 연구의 결과를 선행연구의 결과와 비교해 볼 때, 수요가 가격에 비탄력적이라는 점에 있어서는 일치하지만 탄력성의 값은 조금씩 차이가 난다. 이것은 시계열 자료 대 횡단면 자료, 분석대상 기간의 차이, 생활용수 대 가정용수 등 연구에 사용된 자료의 성격 및 범위가 서로 다른 데에 기인한다.

Table 4. Consumer Surplus of Water Supply in Seoul (Unit: million won)

Agencies	Price elasticity = -0.810				Price elasticity = -1.011			
	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004
Chungbu	4,860	4,833	4,792	4,792	3,893	3,872	3,839	3,839
Seobu	10,351	10,372	10,407	10,577	8,293	8,310	8,338	8,474
Dongbu	18,712	18,740	18,993	19,133	14,992	15,014	15,217	15,329
Sungbuk	12,360	12,297	12,539	12,746	9,903	9,852	10,046	10,212
Bukbu	20,244	20,752	21,165	21,477	16,219	16,627	16,957	17,207
Eunpyeong	12,591	12,777	12,967	13,009	10,087	10,236	10,389	10,422
Kangseo	15,042	15,340	15,790	16,162	12,051	12,290	12,650	12,949
Yeongdeungpo	16,117	16,443	16,769	17,036	12,913	13,174	13,435	13,649
Nambu	14,286	14,490	14,525	14,975	11,445	11,609	11,637	11,998
Kangnam	16,333	16,563	16,658	16,632	13,085	13,270	13,346	13,325
Kangdong	18,326	18,465	18,370	18,076	14,682	14,794	14,718	14,482
Totals	159,221	161,070	162,975	164,614	127,566	129,047	130,573	131,887

Table 5. Economic Value of Water Supply in Seoul (Unit: million won)

Agencies	Price elasticity = -0.810				Price elasticity = -1.011			
	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004
Chungbu	12,732	12,662	12,555	12,555	11,766	11,701	11,602	11,602
Seobu	27,120	27,175	27,267	27,711	25,062	25,113	25,198	25,608
Dongbu	49,026	49,098	49,761	50,129	45,306	45,372	45,985	46,325
Sungbuk	32,384	32,218	32,852	33,394	29,926	29,773	30,359	30,860
Bukbu	53,039	54,371	55,453	56,269	49,014	50,246	51,245	51,999
Eunpyeong	32,988	33,475	33,974	34,083	30,484	30,934	31,396	31,496
Kangseo	39,410	40,191	41,369	42,345	36,419	37,141	38,229	39,132
Yeongdeungpo	42,227	43,080	43,935	44,634	39,022	39,811	40,601	41,247
Nambu	37,428	37,963	38,055	39,235	34,588	35,082	35,167	36,258
Kangnam	42,792	43,395	43,644	43,576	39,544	40,102	40,332	40,269
Kangdong	48,014	48,378	48,129	47,359	44,370	44,707	44,477	43,765
Totals	417,159	422,004	426,994	431,289	385,503	389,981	394,592	398,562

Table 6. Consumer Surplus, and Economic Value that Ensur from the Residential Water Supply in 2004

Agencies	Average price (Unit: won/m <sup>3</sup> )	Price elasticity = -0.810		Price elasticity = -1.011	
		Consumer surplus per m <sup>3</sup> (Unit: won/m <sup>3</sup> )	Economic value per m <sup>3</sup> (Unit: won/m <sup>3</sup> )	Consumer surplus per m <sup>3</sup> (Unit: won/m <sup>3</sup> )	Economic value per m <sup>3</sup> (Unit: won/m <sup>3</sup> )
Chungbu	364.3	224.8	589.1	180.1	544.4
Seobu	362.1	223.5	585.6	179.1	541.2
Dongbu	355.2	219.2	574.4	175.6	530.8
Sungbuk	356.6	220.1	576.8	176.4	533.0
Bukbu	359.4	221.8	581.2	177.7	537.1
Eunpyeong	363.1	224.2	587.3	179.6	542.7
Kangseo	363.3	224.3	587.6	179.7	543.0
Yeongdeungpo	348.2	214.9	563.1	172.2	520.3
Nambu	354.5	218.8	573.3	175.3	529.8
Kangnam	365.9	225.9	591.8	181.0	546.9
Kangdong	362.0	223.4	585.4	179.0	541.0
Totals	358.9	221.6	580.5	177.5	536.5

Table 7. Average household's Consumer Surplus and Economic Value that Ensur from the Residential Water Supply in 2004

Agencies	Number of households	Household water bill (won/year)	Price elasticity = -0.810		Price elasticity = -1.011	
			Consumer surplus per household (won/year)	Economic value per household (won/year)	Consumer surplus per household (won/year)	Economic value per household (won/year)
Chungbu	124,827	62,190	38,389	100,579	30,757	92,947
Seobu	248,782	68,872	42,513	111,385	34,061	102,933
Dongbu	432,677	71,638	44,221	115,859	35,429	107,067
Sungbuk	317,872	64,957	40,097	105,054	32,125	97,082
Bukbu	475,655	73,145	45,152	118,297	36,175	109,320
Eunpyeong	313,451	67,232	41,501	108,734	33,250	100,483
Kangseo	363,299	72,070	44,488	116,558	35,643	107,713
Yeongdeungpo	401,367	68,760	42,444	111,204	34,006	102,766
Nambu	368,886	65,766	40,596	106,362	32,525	98,291
Kangnam	350,179	76,944	47,496	124,439	38,053	114,997
Kangdong	383,310	76,395	47,157	123,553	37,782	114,177
Totals	3,780,305	70,543	43,545	114,088	34,888	105,431

산된 서울시 가정용수의 경제적 가치 추정결과를 제시하고 있다. 2004년의 경우 서울시 전체에 대한 가정용수 공급으로 발생한 경제적 가치는 약 3,986억원에서 4,313억원에 이르는 것으로 분석되었다.

Table 6은 2004년을 기준으로 한 가정용수의 평균 가격, m<sup>3</sup>당 소비자 잉여, m<sup>3</sup>당 경제적 가치의 추정결과를 요약하고 있다. 전체적으로 보면, m<sup>3</sup>당 소비자 잉여는 평균가격보다 작으며, m<sup>3</sup>당 경제적 가치는 평균가격보다 크다. 강남수도사업소의 경우 모든 값이 가장 크며, 다음으로는 중부수도사업소이다. 반면에 영등포수도사업소와 남부수도사업소는 가장 낮은 값을 보이고 있다.

한편 Table 7은 2004년을 기준으로 한 가구당 수도요금(원/년), 가구당 소비자 잉여, 가구당 경제적 가치의 추정결과를 요약하고 있다. 가구당 수도요금은 강남수도사업소 지역이 가장 높으며, 중부수도사업소 지역이 가장 낮다. 가구당 소비자 잉여 및 가구당 경제적 가치도 강남수도사업의 경우가 가장 높으며, 중부수도사업소의 경우가 가장 낮다.

## 5. 결 론

용수공급을 위해서는 많은 초기투자비와 운영유지비가 소요되며, 우리나라에서 용수공급사업은 공공투자사업이다. 따라서 신규 용수공급 사업에 대해서는 사업으로 인해 발생하는 편익과 비용을 비교하는 경제성 분석

을 통해 추진 여부가 결정되어야 한다. 이때 비용은 비교적 쉽게 추정될 수 있으므로, 추정이 어려우면서도 중요하게 요구되는 정보는 바로 용수공급의 경제적 편익이다. 이에 본 연구에서는 서울시 가정용수 공급으로 인해 경제적 편익을 계량화하고자 하였다. 특히 2000년부터 2003년까지의 기간을 대상으로 하여 서울시 11개 수도사업소별로 연도별 소비자 잉여 및 경제적 가치를 추정하였다.

소비자 잉여 추정과 관련된 몇 가지 어려움을 극복하기 위해, 최근 Alexander et al.(2000)가 제안한 접근법을 이용하였으며, 이 과정에서 요구되는 가격탄력성에 대한 정보는 직접 서울시 가구의 가정용수 수요함수를 추정함으로써 해결하고자 하였다. 그 결과 사용한 서울시 가정용수의 가격탄력성은 추정된 가격탄력성의 95% 신뢰구간으로 각각 -0.810 및 -1.011이었으며, 이를 이용하여 계산된 소비자 잉여와 경제적 가치는 2004년의 경우 각각 1,319억원에서 1,646억원 및 3,986억원에서 4,313억원에 달하였다.

본 연구를 통해, 서울시의 가정용수 공급은 수용가들에게 적지 않은 소비자 잉여를 제공하고 있음을 확인하였다. 아울러 분석결과를 이용하여 수도요금 변동에 따른 상수도사업본부의 수익변동과 소비자 잉여 변동을 쉽게 파악할 수 있다. 하지만 이러한 유용성을 보다 확실하게 보장하기 위해서는 소비자 잉여 추정의 핵심인 가격탄력성의 정확한 추정을 위해 용수 수요함수 추정이 좀 더 엄밀하게 이루어질 필요가 있다. 예를 들어,



개별 가구에 대한 시계열 자료를 확보하여 패널자료를 구축한 후 패널분석을 통해 가정용수의 수요함수를 추정한다면 좀 더 정확한 가격탄력성을 구할 수 있을 것이다. 또한 각 수도사업소별로 분리된 수요함수 추정을 통해 분리된 가격탄력성을 구할 필요도 있다. 추후 보다 양질의 자료를 확보하여 많은 관련 연구가 수행되기를 기대한다.

## 참고 문헌

곽승준, 이충기 (2002). "서울시 생활용수 수요 추정-오차수정모형을 적용하여." **자원·환경경제연구**, 한국환경경제학회·한국자원경제학회, 제11권, 제1호, pp. 81-98.

김연배, 김태유 (2002). "비선형 예산제약에서의 수요 분석 : 서울시 가정용 상수도 수요를 중심으로." **경제학연구**, 한국경제학회, 제50권, 제2호, pp. 43-60.

김추운 (1991). 서울시 생활용수 수요에 관한 연구. 박사학위논문, 건국대학교.

김태유, 유승훈, 박중현 (1996). "장기한계비용을 이용한 한국의 최적 수도요금결정에 관한 연구." **한국상하수도학회지**, 한국상하수도학회, 제10권, 제3호, pp. 100-114.

유승훈 (2003). "대전·충남지역의 물소비와 지역경제 성장." **국토연구**, 국토연구원, 제39권, pp. 117-129.

유승훈, 정근오, 양창영 (2005). "가구 서베이 자료를 이용한 서울시 생활용수의 수요 분석." **서울도시연구**, 서울시정개발연구원, 제6권, 제1호, pp. 1-16.

임혜진, 유승훈, 곽승준 (2004). "한국에서의 물 소비와 경제성장 : 오차수정모형을 이용하여." **수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제37권, 제10호, pp. 869-880.

한국개발연구원 (2003a). **2003년도 예비타당성조사 보고서 : 한강하류권 급수체계 구축 1차사업**. 공공투자관리센터.

한국개발연구원 (2003b). **수자원(댐)부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)**. 공공투자관리센터.

한국개발연구원 (2004). **2004년도 예비타당성조사 보고서 : 충남 남부권 광역상수도 사업**. 공공투자관리센터.

한국수자원공사 (2002). **댐 건설이 사회·경제·문화에 미치는 영향 및 대책연구**.

Alexander, D.L., Kern, W., and Neil, J. (2000).

"Valuing the consumption benefits from professional sports franchises." *Journal of Urban Economics*, Vol. 48, pp. 321-337.

Espey, M., Espey, J., and Shaw, W.D. (1997). "Price elasticity of residential demand for water: a meta-analysis." *Water Resources Research*, Vol. 33, pp. 1369-1374.

Frederick, K. D., VandenBerg, T. and Hanson, J. (1996). *Economic Values of Freshwater in the United States*. Discussion Paper 97-03, Resources for the Future.

Gibbons, D.C. (1987). *The Economic Value of Water*. Washington DC: 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, pp. 715-719.

Muller, R.A. (1985). *The Socioeconomic Value of Water in Canada*. Research Paper #5, Environment Canada.

Munasinghe, M. (1992). *Water Supply and Developing World Applications*. Boulder: Westview Press.

Ramsey, J.B. and Schmidt, P. (1976). "Some further results on the use of OLS and BLUE residuals in specification error tests." *Journal of the American Statistical Association*, Vol.71, pp. 189-390.

Ramsey, J.B. (1969). "Test for specification errors in classical linear least squares regression analysis." *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, Vol.31, pp. 350-371.

Spulber, N. and Sabbaghi, A. (1994). *Economics of Water Resources: From Regulation to Privatization*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

Willing, R.D. (1976), "Consumer surplus without apology." *American Economic Review*, Vol. 66, pp. 589-597.

Yoo, S.-H. and Yang, C.-Y. (1999). "Role of water utility in the Korean national economy." *International Journal of Water Resources Development*. Vol. 15, pp. 527-542.

Young, R. A. (1996). *Measuring Economic Benefit*

*for Water Investment and Policies*. Washington, DC: The World Bank.

(논문번호:06-58/접수:2006.05.23/심사완료:2006.11.15)