가구 서베이 자료를 이용한 서울시 생활용수의 수요 분석*

유 승 훈**·정 군 오***·양 창 영****

Analysis on the Municipal Water Demand in Seoul Using the Microeconomic Household Data*

Seung-Hoon Yoo**·Kun-Oh Jung***·Chang-Young Yang****

요약 : 생활용수의 수요함수는 소비자의 생활용수 수요 행태에 대한 정보를 제공하여 가격과 같은 주요 정책변수의 효과를 사전적으로 진단하는 데, 그리고 수요예측을 하는 데 유용하게 활용된다. 그간의 서울시 생활용수의 수요함수 추정은 미시경제적 자료 확보의 어려움 때문에 주로 집계된 시계열 자료에 근거하였으나, 본 연구에서는 서베이 자료를 이용하여 서울시 생활용수의 수요를 분석하고자 한다. 이를 위해 2002년 7월에 시행된 서울시 354가구 서베이 자료를 이용하되, 일부 무응답 자료의 바람직하지 않은 영향을 처치할 수 있는 수요함수의 추정방법을 제안하고 응용한다. 한편 현재까지 이루어진 서울시 생활용수의 수요 분석 연구결과도 서베이하여 체계적으로 정리한다. 수요함수의 추정결과, 생수를 많이 소비하는 가구일수록, 가족 구성원내 65세 이상 가족이 많을수록, 다세대주택, 연립주택, 상가주택보다는 단독주택에 거주하고 있는 가구일수록, 가족 구성원수가 많을수록, 가구소득이 높을수록 생활용수 수요량은 증가하는 것으로 분석되었다. 반면에 절수기기가 설치되어 있는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해, 생활용수의 가격이 높을수록 생활용수의 수요량은 감소하였다. 특히 수요의 가격 탄력성(-0.964), 수요의 소득 탄력성(0.171), 수요의 가족수 탄력성(0.328)과 같은 정량적 정보도 도출할 수 있었다. 가격 탄력성과 소득 탄력성은 모두 가격 및 소득에 비탄력적인 서울시 생활용수 수요의 특징을 보여주고 있다. 이는 생활용수가 인간의 생존을 위한 필수적인 재화로서 가격이 변동된다고 해서 급격하게 수요를 조정하기 어려우며, 또한 소득이 변동된다고 해서 수요가 빠르게 조정되지 않음을 시사한다.

주제어 : 생활용수, 수요함수, 서베이 자료, 가격·소득 탄력성, 오차수정모형

ABSTRACT : As the demand function of the municipal water provides us information on the pattern of consumer's water consumption, it can be usefully utilized in predicting the impact of policy variables such as water price and forecasting water demands. Most works of estimating municipal water demand functions for Seoul have been based on aggregate time-series data because it is difficult to obtain sufficient microeconomic data. However, this study attempts to analyze the municipal water demand in Seoul by using survey data. To this end, the data from a survey of 354 households implemented in Seoul in July 2002 are used and the method of estimating the demand function that can rectify undesirable impacts of non-response data is proposed and applied here. In addition, a literature survey on the studies dealing with the

* 유익한 심사평을 제공해 주신 익명의 심사위원 두 분께 감사드린다. 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었다(KRF-2003-041-B00675).
** 호서대학교 경상학부 조교수(Assistant Professor, School of Business & Economics, Hoseo University). 논문 주작성자임.
*** 호서대학교 경상학부 교수(Professor, School of Business & Economics, Hoseo University)
**** 호서대학교 경상학부 교수(Professor, School of Business & Economics, Hoseo University)

municipal water demands in Seoul is presented. The results from estimating the demand function show that bottled water consumption, the number of people over 65 in the household, dummy for the types of dwelling units, the household size, the household's income have positive relationships with the water demand. Moreover, it is indicated that dummy for the household's house being equipped with water-conserving facilities and water price negatively contribute to water demand. In particular, price elasticity, income elasticity, and household size elasticity of the demand are estimated as -0.964, 0.171, and 0.328, respectively. The price and income elasticities portray that the municipal water demand in Seoul is price- and income-inelastic. This implies that the municipal water is indispensable goods to human-being's life, thus the water demand would not be promptly adjusted to respond to price and/or income change.

Key Words : municipal water, demand function, microeconomic data, price and income elasticities, error-correction model

Ⅰ. 서론

생활용수는 인간생존에 있어서 필수적인 요소일 뿐만 아니라 산업생산에 있어서도 필수적인 투입요소이다(Howe and Smith, 1994; Dupont and Renzetti, 1997; Yoo and Yang, 1999; 유승훈, 2003). 과거에는 생활용수에 대한 수요분석을 위해 비교적 단순한 공학적 원리로 접근하였으나, 최근 들어서는 용수 자체가 과거 자유재에서 경제재로 위상이 변화하고 공급관리 위주에서 경제적 유인을 감안한 수요관리의 중요성이 강조되는 패러다임 변화를 맞이하면서 생활용수의 수요함수에 대해 관심이 고조되었다(Munasinghe, 1992; Brookshire and Whittington, 1993). 왜냐하면 과연 생활용수 시장에서도 가격기능이 작용하는지, 수요의 가격탄력성이 어떠한지에 따라 가격을 수단으로 한 수요관리정책의 실효성을 예단할 수 있기 때문이다(Agthe and Billings, 1980; 김광임, 1996; 민동기, 2000).

그런데 서울시를 대상으로 이루어진 대부분의 생활용수 수요함수의 추정 작업은 미시경제적 개별 수용가에 대한 자료보다는 주로 서울시 전체에 대해 연도별로 집계된 자료에 근거하였다.[1] 예를 들어, 김추윤(1991)은 이중로그 형태의 다중회귀 분석을 이용한 서울시 생활용수의 수요함수 추정에서, 김태유 외(1996)는 내생시차변수모형을 이용한 서울시 생활용수의 수요함수 추정에서, 곽승준·이충기(2002)는 오차수정모형을 이용한 서울시 생활용수 수요함수 추정에서 미시자료가 아닌 집계된 자료를 이용하였다. 집계된 자료에 근거하여 수요함수 추정이 이루어진 주된 이유는 개별 수용가에 대한 자료를 구하는 것이 쉽지 않기 때문이다. 물론 서울시 상수도사업본부를 통해 생활용수에 대한 미시적 자료를 수집하

1) 기존 연구사례를 포함한 본 연구에서 생활용수라고 하는 것은 서울시 지방상수도(가정용, 영업용 1·2종, 욕탕용 1·2종, 공공용, 기타)를 통해 개별 수용가에 공급되는 상수도의 총 사용량을 의미한다.

는 것은 가능하지만, 수요함수 추정에 필수적인 개별 수용가의 소득 같은 자료를 구하는 것은 쉽지 않기 때문이다. 하지만 집계된 자료보다는 개별 수용가에 대한 자료를 이용하여 수요함수를 구하는 것이 정보의 손실을 줄인다는 측면에서 바람직하다. 왜냐하면 자료의 집계 과정에서 중요한 정보가 소실될 수 있으며 통계적 효율성도 저하되기 때문이다(Greene, 1997).

이에 본 연구에서는 서울시 가구를 대상으로 가구 서베이를 기획하였다. 즉 서울시에 거주하는 354 가구를 대상으로 생활용수 사용량 및 생활용수 사용량에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들에 대해 서베이를 하여 생활용수의 수요함수를 추정하고자 하였다. 아울러 가구 서베이에서 22.9%에 해당하는 81 가구가 생활용수 사용량에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들에 대해서는 제대로 답을 하였으나, 생활용수 소비량 자체에 대해서는 제대로 답을 하지 못함을 반영하여 무응답 자료의 바람직하지 않은 영향을 효과적으로 처치할 수 있는 모형을 적용하였다.[2)]

따라서 본 연구의 가장 중요한 목적은 미시경제적 가구 서베이 자료를 이용하여 서울시 생활용수의 수요함수를 추정한 후, 이로부터 시사점을 이끌어냄으로써 관련 문헌에 기여하는 것이다. 본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 먼저 제Ⅱ장에서는 서울시 생활용수의 수요함수를 추정한 선행연구에서 적용된 방법과 주요 결과에 대한 검토 결과를 제시한다. 제Ⅲ장에서는 자료의 수집을 위한 표본의 설계, 서베이, 자료의 성격, 분석 모형 등에 대해 설명한다. 제Ⅳ장에서는 주요 분석결과와 이로부터 도출되는 주요 시사점에 대해 논의한다. 마지막 장은 연구의 결과를 요약하면서 결론을 제시하고 연구결과의 시사점과 향후 연구전망에 대해 논의한다.

Ⅱ. 서울시 생활용수의 수요 분석에 대한 선행 연구

서울시 생활용수의 수요를 어느 정도 엄밀하게 분석할 수 있는 모형으로는 크게 3가지 유형이 문헌에서 발견된다. 첫째, 수요에 대한 여러 가지 탄력성을 비교적 간단하게 구할 수 있는 콥-더그라스(Cobb-Douglas) 수요함수를 상정한 후 다중회귀분석을 통해 수요함수를 추정하는 이중로그모형이 있다. 둘째, 단기 탄력성뿐만 아니라 장기 탄력성에 대한 정보를 쉽게 구할 수 있는 이중로그 함수형태의 내생시차변수모형이 있다. 셋째, 시계열 변수의 안정성(stationarity) 여부 및 불안정 변수간의 공적분(cointegration) 존재 여부를 따진 후 공적분 회귀식으로부터는 장기 탄력성을 오차수정모형의 추정결과로부터는 단기 탄력성을 구하는 오차수정모형이 있다. 본 절에서는 이들 모형에 대해 간단하게 언급하면서 주요 선행연구 결과에 대해 살펴보고자 한다.[3)]

---

2) 무응답 가구가 생긴 것은 생활용수 요금 지출 자체가 가계지출에서 차지하는 비중이 작아 관심을 끌지 못할 뿐만 아니라 톤 혹은 ㎥로 계량되는 생활용수 사용량을 기억하는 것이 쉽지 않았기 때문이다.

3) 이 모형 외의 수요함수 추정모형이나 용수의 용도별 수요함수 모형에 대한 개관은 Kindler and Russell (1984)를 참고할 수 있다.

1. 이중로그모형

이중로그모형에서는 수요와 수요에 미치는 주요 요인의 함수적 관계에 대해 다음과 같은 콥-더그라스 함수 형태를 가정한다.

$$Y = A \cdot P^{\beta_1} \cdot M^{\beta_2} \cdot X^{\beta_3} \cdot e^{u} \qquad (1)$$

여기서 Y는 생활용수의 수요량이며, A는 상수항, P는 생활용수의 단위당 상대가격, M은 실질소득, X는 생활용수의 수요에 영향을 미치는 나머지 다른 요인들의 벡터, u는 교란항이다. 양변에 자연로그를 취하면 다음의 수요함수가 유도되며 편의상 개별 관측치에 대해 i라는 하첨자를 붙인다.

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \ln M_i + \beta_3 \ln X_i + u_i \qquad (2)$$

여기서 i는 개별 수용가가 되거나 혹은 집계된 자료의 경우 특정 연도가 되며, $\beta_0 = \ln A$이다. 또한 탄력성 공식에 따라 수요의 가격탄력성은 β_1이 되며, 수요의 소득 탄력성은 β_2가 된다. 이렇게 이중로그모형을 이용하게 되면 변수의 값에 영향을 받지 않는 일정한 값의 탄력성을 쉽게 구할 수 있다.

김추윤(1991)은 1972년부터 1989년까지의 서울시 생활용수 수요량 자료를 이용하여 식(2)와 같은 형태의 수요함수를 추정한 바 있다. 수요량 변수로는 급수가구당 연 평균 생활용수 소비량을 사용하였으며, 가격변수로는 소비자 물가지수로 조정한 생활용수의 상대가격, 소득변수로는 급수가구당 실질소득, 기타 변수로는 급수가구수(H)를 고려하였다. 시계열 자료를 이용하였으므로 관례에 따라 i라는 하첨자 대신에 t라는 하첨자를 이용하여 추정결과를 제시하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln Y_t &= 6.530 - 0.821 \ln P_t \\ &\quad (-2.23) \\ &\quad + 0.546 \ln M_t + 1.200 \ln H_t \\ &\quad (1.83) \qquad (5.68) \end{aligned} \qquad (3)$$

추정계수 아래의 괄호 안에 제시된 것은 t-값으로, 상수항을 제외한 3개의 추정계수는 전부 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하였다. 생활용수의 가격 탄력성은 수요법칙에 부합하게 음수로 추정되었으며, 절대값이 1보다 작아 가격에 비탄력적인 수요행태를 보이고 있다. 생활용수가 가진 필수재로서의 성격을 잘 반영하고 있는 것이다. 수요의 소득 탄력성은 0.546으로 추정되어 마찬가지로 생활용수의 수요는 소득에 비탄력적임을 알 수 있으며 부호가 양수이므로 생활용수는 정상재이다.[4] 하지만 이 연구는 시계열 자료에서 발생할 수 있는 문제인 계열상관(serial correlation)의 존재 여부에 대한 확인과 이의 처치에 대한 논의를 다루지 않은 한계점을 가진다.

한편 김태유 외(1996)에서는 1980년부터 1993

4) 전체 급수가구의 생활용수 수요량이 아닌 개별 급수가구에 대한 생활용수 수요량을 분석하는 데 있어서 독립변수로 전체 급수가구수를 포함한 것은 다소 이상하다고 판단되기 때문에, 급수가구수 항의 추정계수에 대해서는 해석을 하지 않는다.

년까지의 연간 자료를 이용하여 서울시 생활용수의 수요함수를 추정하였다. 수요량 변수로는 서울시 전체 생활용수 사용량을, 그리고 가격변수로는 소비자 물가지수로 조정한 생활용수의 상대가격을 이용하였다. 또한 소득변수는 고려하지 않고 대신에 급수인구(N)를 고려하였다. 이 연구에서는 1차 계열상관의 문제를 극복하기 위해 코크란-오컷(Cochrane-Orcutt)의 반복추정법을 이용하였는데, 수요함수의 추정결과는 다음과 같다.

$$\ln Y_t = \underset{(-5.12)}{-20.351} \underset{(-2.06)}{-0.508 \ln P_t} + \underset{(10.69)}{2.555 \ln N_t} \quad (4)$$

추정계수 아래의 괄호 안에 제시된 것은 t-값으로, 모든 추정계수는 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하였으며 1차 계열상관의 문제를 효과적으로 처치하였다. 수요의 가격 탄력성은 -0.508로 추정되어 부호는 합리적이며 절대값 측면에서 김추윤(1991)의 연구결과보다 작은 값을 보인다. 수요의 급수인구 탄력성은 2.555로 매우 큰 값을 보이고 있다.

2. 내생시차변수모형

내생시차변수모형은 코익(Koyck)의 분포모형이라고도 불리는 것으로, 내생시차변수를 독립변수로 고려함으로써 탄력성의 값을 단기와 장기로 구분하여 측정할 수 있는 장점을 가진다. 계량경제학적 추정모형은 다음과 같은 형태를 취한다.

$$\ln Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln M_t + \beta_3 \ln Y_{t-1} + \beta_4 \ln X_t + u_t \quad (5)$$

여기서 Y_{t-1}은 수요량의 시차변수이다. 이 모형은 내생변수의 시차변수, 즉 내생시차변수가 독립변수로 포함된다는 의미에서 내생시차변수모형이라 불린다. 식 (2)에서와 마찬가지로 수요의 단기 가격 탄력성은 β_1이 되며 수요의 단기 소득 탄력성은 β_2가 된다. $(1-\beta_3)$는 독립변수의 외생적인 충격으로 인해 실제 생활용수 소비가 바람직한 생활용수 소비수준으로 조정되어 가는 속도인 조정률(rate of adjustment)을 의미하며 이를 이용하면 장기 탄력성을 계산할 수 있다. 즉 수요의 장기 가격 탄력성 및 소득 탄력성은 각각 $\beta_1/(1-\beta_3)$ 및 $\beta_2/(1-\beta_3)$이 된다(Agthe and Billings, 1980).

Yoo and Yang(1999)은 서울시를 포함한 전국 생활용수에 대해 수요함수를 추정하면서 내생시차변수모형을 이용한 바 있다. 분석대상기간은 1978년부터 1994년까지였으며, 수요의 가격 탄력성 추정결과는 단기가 -0.229, 장기가 -0.380이었다. 수요의 소득 탄력성은 단기가 0.610, 장기가 1.010로 추정되었다. 아무래도 단기 탄력성보다는 장기 탄력성의 절대값이 더 큰 값을 보였다. 한편 건설교통부(2001)에서도 수자원장기종합계획(2001~2020) 마련을 위한 용수수요 전망시 식 (5)와 유사한 함수형태를 이용하여 서울시 생활용수의 수요함수를 추정한 바 있다.

3. 오차수정모형

시계열 분석 기법의 발전에 따라 식 (2)나 식 (5)와 같이 추정된 수요함수가 의미를 가지기 위해서는 모형 내에 사용되는 변수들이 모두 안정적이어야 함이 규명되었다. 만약 불안정한 자료를 이용하게 되면 가성적인(spurious) 분석결과가 도출될 수 있음이 여러 연구에서 입증된 것이다(Granger and Newbold, 1974; Stock and Watson, 1989). 따라서, Engle and Granger(1987)의 연구절차를 따라, 먼저 시계열 변수들의 안정성, 즉 각 변수의 단위근(unit root) 여부를 확인해야 한다.

단위근을 검정하는 방법에는 크게 DF-검정법, ADF-검정법, PP-검정법(Phillips and Perron, 1988)이 있다. DF-검정법은 계열상관 및 이분산이 존재하지 않음을 전제로 하기에 제약점이 있어 최근에는 잘 이용되지 않는다. 널리 사용되는 ADF-검정법은 계열상관의 문제를 명시적으로 고려하는 장점을 가지지만 이분산이 없다고 가정하는 제약성을 가진다. 반면에 PP-검정법은 다양한 종류의 계열상관과 시간 의존적인 이분산성에 대해 강건한 것으로 알려져 있다.

어떤 변수라도 불안정성이 발견되면 1차 차분을 한 후 1차 차분된 자료의 안정성을 다시 확인하여 안정성이 확인되면 1차 차분된 자료를 가지고 수요함수를 추정하면 된다. 예를 들어, Δ를 차분 연산자라고 할 때 식 (2)는 식 (6)과 같은 형태로 추정되어야 한다. 각 추정계수에 대한 해석은 식 (2)의 경우와 동일하다.

$$\Delta \ln Y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \ln P_t + \beta_2 \Delta \ln M_t + \beta_3 \Delta \ln X_t + u_t \quad (6)$$

그런데 각 변수들이 불안정 시계열이고 1차 차분 후에는 안정화되지만 서로 공적분되어 있다면, 식 (6)을 추정한 결과로부터의 추론은 유효하지 못하며 오차수정모형을 추정해야 한다.[5)6)] 요컨대, 각 시계열 변수들이 단위근을 가지지만, 즉 불안정적이지만 1차 차분 후에는 안정화되고 변수들 사이에 공적분이 존재한다면 오차수정모형을 적용하여 수요함수를 추정해야 한다. 변수들 사이에 공적분 관계가 존재함에도 불구하고 식 (6)과 같은 수요함수를 추정하게 되면 엄밀한 장기적 관계를 볼 수 없으며, 단기적 단계만 남은 결과를 가지고 수요함수에 대해 해석하게 된다. 하지만 오차수정모형을 이용하면 독립변수의 차분항이 종속변수에 미치는 영향뿐만 아니라 오차수정항의 변화가 종속변수에 미치는 영향도 찾아낼 수 있기 때문에, 독립변수가 종속변수에 미치는 장·단기 영향을 모두 파악할 수 있는 장점을 가진다.

오차수정모형을 통한 수요함수의 추정은 다음과 같은 형태를 취한다.

---

5) 공적분의 개념은 장기에 걸쳐 여러 개의 경제시계열이 체계적으로 함께 움직이는 것(systematic co-movement)으로 정의될 수 있으며, 이러한 관계가 존재할 때 공적분이 존재한다고 한다. 만약 각 변수들이 각각 불안정 시계열이지만 이들 변수들의 특정 조합이 안정적이라면 이 변수들은 서로 공적분되어 있다고 한다.

6) 공적분의 검정법에는 크게 Engle and Granger(1987)의 방법과 Johansen and Juselius(1990)의 방법이 있는데 후자의 방법을 보다 널리 적용되고 있다.

$$\Delta \ln Y_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^{L_1} \beta_{1i} \Delta \ln P_{t-i} + \sum_{i=0}^{L_2} \beta_{2i} \Delta \ln M_{t-i} + \sum_{i=0}^{L_3} \beta_{3i} \Delta \ln X_{t-i} + \sum_{i=1}^{L_4} \beta_{4i} \Delta \ln Y_{t-i} + \gamma \hat{\varepsilon}_{t-1} + u_t \quad (7)$$

여기서 L은 시차의 개수, β와 γ는 추정해야 할 모수, $\hat{\varepsilon}_{t-1}$은 공적분 회귀식에서의 잔차의 시차값이다. 즉 공적분 방정식의 오차항 ε_t은 다음과 같이 공적분 회귀식으로부터 도출된다.

$$\varepsilon_t = \ln Y_t - \alpha_0 - \alpha_1 \ln P_t - \alpha_2 \ln M_t - \alpha_3 \ln X_t \quad (8)$$

식 (7)에서 추정된 오차수정항의 계수(γ)는 장기 균형관계에서의 이탈이 단기에 어느 정도 종속변수에 영향을 주어 장기 균형관계로 조정되도록 하는지를 의미하는 단기 조정계수의 성격을 가진다. 식 (7)과 식 (8)로부터 수요의 단기 탄력성 및 장기 탄력성을 유도할 수 있다. 즉 식 (7)에서 수요의 단기 가격 탄력성은 β_{10}, 단기 소득 탄력성은 β_{20}가 된다. 반면에 장기 탄력성은 공적분 방정식인 식 (8)로부터 유도되는데, 수요의 장기 가격 탄력성은 α_1, 장기 소득 탄력성은 α_2가 된다.

곽승준・이충기(2002)는 1970년부터 1999년까지의 연도별 자료를 이용하여 서울시 생활용수의 수요함수를 추정하는 데 있어서 오차수정모형을 이용하였다. 종속변수로는 집계된 연간 생활용수 소비량을, 독립변수로는 물가지수로 조정한 평균수도요금 및 가구당 실질소득을 사용하였다. 분석결과 이 3개의 시계열은 모두 불안정 시계열이었으며 1차 차분 후에 안정화되었다. 아울러 3개 변수 사이의 장기적 관계를 의미하는 공적분도 존재하였다. 오차수정모형의 추정결과로부터 수요의 단기 가격 탄력성 및 단기 소득 탄력성은 각각 -0.145 및 0.173로 유도되었다. 공적분 회귀식으로부터는 -1.226의 장기 가격 탄력성과 1.414의 장기 소득 탄력성을 얻었다.

한편 한국수자원공사(1998)는 1980년부터 1997년까지의 자료에 근거하면서 오차수정모형을 이용한 전국 생활용수의 수요함수를 추정하여 수요의 장・단기 탄력성을 계산하였다. 생활용수 수요량, 생활용수 가격, 소득의 3개 변수 모두 단위근이 존재했으며, 이들 변수 사이에는 공적분이 탐지되었다. 단기 및 장기 가격 탄력성은 각각 -0.475 및 -1.064로 추정되었으며, 단기 및 장기 소득 탄력성은 각각 0.995 및 1.772로 추정되었다.

4. 선행연구의 시사점

앞서 3가지 유형의 선행연구의 주요결과는 〈표 1〉에 요약되어 있다. 한가지 흥미로운 점은 이들 선행연구의 개별 유형들이 대체적으로 시간적인 순서에 따라 다뤄졌다는 것이다. 초창기 서울시 생활용수 수요함수 추정연구는 주로 시계열 자료에 근거한 이중로그모형을 이용하여 가격, 소득 등의 변수가 생활용수 수요량에 미치는 영향을 살펴보아 수요의 가격 및 소득 탄력성에 대한 정보를 유도하였다. 시간의 경과로 시계열 자료가 어느 정도 축적됨

〈표 1〉 용수 수요의 가격 탄력성 연구결과 정리

연구사례	가격 탄력성	소득 탄력성	분석대상 기간	분석모형	자료의 범위
김추윤(1991)	-0.820	0.546	1972년~1989년	이중로그모형	서울시
김태유 외(1996)	-0.508	-	1980년~1993년	이중로그모형	서울시
Yoo and Yang(1999)	단기 : -0.229 장기 : -0.389	단기 : 0.610 장기 : 1.010	1978년~1994년	내생시차변수모형	전 국
곽승준 · 이충기(2002)	단기 : -0.145 장기 : -1.226	단기 : 0.173 장기 : 1.414	1970년~1999년	오차수정모형	서울시
한국수자원공사(1998)	단기 : -0.475 장기 : -1.064	단기 : 0.995 장기 : 1.772	1980년~1997년	오차수정모형	전 국

에 따라 가격 및 소득이 수요에 미치는 영향을 단기와 장기로 구분하여 살펴볼 필요가 제기되어 장·단기 탄력성을 분리하여 살펴볼 수 있는 내생시차변수모형이 적용되게 되었다. 하지만 시계열 자료의 성격에 대한 계량경제학 분야에서의 학문적 성과가 축적됨에 따라 기존의 연구결과에 대해 문제점을 제기하면서 오차수정모형이 제안되고 적용되었다. 따라서 최근에 이루어진 대부분의 연구는 오차수정모형에 근거하고 있다.

선행연구들로부터 얻을 수 있는 중요한 시사점은 가격 탄력성이 음수이며 통계적으로 유의하다는 것이다. 즉 시장에서 흔히 거래되는 다른 재화의 가격과 달리 서울시 수도요금은 물가관리 차원에서 엄격하게 관리되고 있음에도 불구하고, 어느 정도의 가격기능은 작용하고 있다. 비록 수요의 가격 탄력성은 단기적으로 비탄력적인 값을 보이지만 가격의 상승에 대해 어느 정도의 수요감소는 예상된다고 볼 수 있다. 더군다나 오차수정모형을 이용한 연구결과에 따르면 장기적인 가격 탄력성은 -1.0보다 작은 값을 보여 장기적으로는 탄력적이란 결론에도 도달할 수 있다. 한편 소득 탄력성은 양의 값을 가지며 통계적으로 유의하여 생활용수가 정상재임을 확인할 수 있다. 아울러 가격 탄력성과 마찬가지로 모든 선행연구에서 일관되게 단기적으로는 비탄력적이지만 장기적으로는 탄력적인 값을 보였다. 따라서 장기적으로 예상되는 소득상승을 감안할 때 생활용수 공급의 안정적 확보가 서울시 상수도 당국에 있어서 중장기적으로 중요한 과제가 될 것이다.

Ⅲ. 연구방법론

1. 자료

자료 수집을 위한 서베이는 2002년 7월 중에 시행되었으며, 서울시에 거주하고 있는 354 가구를 대상으로 하였다. 표본추출은 2000년도 주택센서스 조사에 근거한 가구비율과 비례하되 서울시 가구를 구 단위로 구분한 다음에 각 구 내에서 무작위 표본추출을 하였다. 자료수집의 객관성 및 과학성 확보를 위해, 표본 추출 및 실사는 전부 여론조사전문기관에 의뢰하였다. 서울시 가구의 생활용수 사용량 질문

에 대한 효과적인 응답을 위해 설문조사원들이 직접 가구를 방문하여 과거 수도요금 고지서를 확인하였다. 여기서 생활용수 사용량이란 표본가구의 과거 1년간 월평균 생활용수 사용량을 의미한다.

그런데 일부 가구는 생활용수 소비량 질문에 제대로 응답하지 못했다. 이 가구들에 대해서는 생활용수 수요함수의 독립변수가 될 수 있는 주요 요인들에 대해서만 질문을 하고 조사를 종료하였다. 따라서 일부 가구들에 대해서는 생활용수 소비량 자료를 확보할 수 없었지만, 모든 조사대상 가구에 대해 생활용수 수요에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 〈표 2〉는 주요 변수들에 대한 정의 및 전체 표본, 응답 표본, 무응답 표본 각각에 대한 변수의 기초 통계량 정보를 요약하고 있다. 앞서 언급하였듯이 전체의 22.9%에 해당하는 81가구가 생활용수 소비량에 대한 정보를 제공하지 못했다.

2. 분석 모형

통상 수요는 각 가구가 처한 환경과 경제적 상황에 의해서 영향을 받을 뿐만 아니라 가구 특성이나 선호에 의해서도 달라질 것이므로 수요함수는 다음과 같이 여러 가지 변수를 반영할 수 있다.

$$Y = f(P_0, M_0, \boldsymbol{X}) \tag{9}$$

여기서 Y는 가구의 생활용수 사용량, P_0는 생활용수의 가격, M_0는 가구소득, $\boldsymbol{X}$는 가구의 기호나 특성에 대한 벡터가 된다.

편의상 생활용수 수요의 결정요소들을 벡터 x라고 하면, 표본 내의 각 가구 $i = 1, \cdots, N$에 대해 최적 생활용수 수요량(y_i^*)은 다음과 같이 표현된다.

〈표 2〉 변수의 정의 및 표본에 대한 변수의 기초 통계량

변 수	정 의	전체 표본		응답 표본		무응답 표본	
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
Fit	현재 공급되는 수돗물이 식수로서 적합하다고 판단하는지 여부(1=그렇다; 0=아니다)	0.110	0.314	0.128	0.335	0.049	0.218
Bottle	월 평균 생수구입 비용(단위 : 천원)	1.579	6.587	1.663	6.758	1.296	6.009
Spring	월 평균 약수터 방문 횟수	1.573	6.674	1.300	6.646	2.494	6.727
Family	총 가족수의 자연로그 값	1.268	0.249	1.258	0.244	1.303	0.265
Over65	65세 이상 가족수	0.093	0.336	0.106	0.363	0.049	0.218
Save	가구내 절수기기 장착 여부(1=그렇다; 0=아니다)	0.144	0.352	0.165	0.372	0.074	0.264
Type	거주주택이 단독주택인지 여부(1=그렇다; 0=아니다)	0.418	0.494	0.436	0.497	0.358	0.482
Income	백만원 단위 월평균 가구소득의 자연로그 값	5.573	0.293	5.539	0.264	5.686	0.353
Price	평균가격(=원단위 상수도요금/톤단위 상수도 사용량)의 자연로그 값	6.273	0.895	6.678	0.494	4.907	0.507
관측 가구수		354		273		81	

$$y_i^* = x_i'\beta + u_i \quad (10)$$

여기서 β는 추정해야 할 모수벡터이며 u_i는 교란항이다. 탄력성의 편리한 추정을 위해 좌변의 생활용수 수요량과 우변에서의 가격변수 및 소득변수는 자연로그를 취한 값을 사용한다.[7] 앞서 언급하였듯이, 이렇게 되면 가격항 및 소득 항의 추정계수들은 각각 수요의 가격 탄력성 및 수요의 소득 탄력성이 된다.

본 연구에서는 생활용수 수요량 질문에 응답하지 않은 가구의 영향을 명시적으로 반영하기 위해 응답 여부를 묘사하는 한 개의 변량과 생활용수 수요량을 묘사하는 한 개의 변량이 결합된 이변량으로(bivariate) 생활용수 수요함수를 정형화한다(Bhat, 1994; Deaton, 1997; Yoo and Yang, 2001). 각 응답자에 대해, y_{1i}^*와 y_{2i}^*를 각각 i번째 가구가 가구 방문조사에서 생활용수 소비량 질문에 응답할 확률과 응답한 i번째 응답자의 조건부 생활용수 소비량 수준이라 하자. 그러면 질문에 대한 응답 여부 방정식과 생활용수 수요량 수준을 결정하는 방정식을 각각 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$y_{1i}^* = x_{1i}'\beta_1 + u_{1i} \quad (11)$$

$$y_{2i}^* = x_{2i}'\beta_2 + u_{2i} \quad (12)$$

여기서, β_1 및 β_2는 추정해야 할 모수벡터, u_{1i} 및 u_{2i}는 교란항, x_{1i} 및 x_{2i}는 설명변수 벡터이다. 또한 y_{1i}^*의 값은 관측되지 않고 y_{1i}^*이 0보다 큰지 아닌지만 관측된다. 따라서 생활용수 수요량 질문에 응답했는지 여부만 관측된다. i번째 가구가 응답을 했는지 여부를 나타내는 변수 y_{1i}는 $y_{1i} = \mathbf{1}(y_{1i}^* > 0)$로 정의된다. 여기서, $1(\cdot)$는 인디케이터함수(indicator function)로서 괄호 안의 값이 참이면 1 아니면 0의 값을 취한다. 즉, y_{1i}는 i번째 가구가 조사에서 생활용수 소비량 질문에 대해 응답하면 1이고 아니면 0의 값을 갖는다. 더군다나, y_{1i}^*이 0보다 큰 경우에 한해 응답가구의 생활용수 수요량(y_{2i}^*)이 관측된다. 이때 우도함수는 다음과 같다(Amemiya, 1984).

$$L = \prod_{\{i \mid y_{1i}=0\}} \Pr(y_{1i}^* \le 0) \prod_{\{i \mid y_{1i}=1\}} \Pr(y_{1i}^* > 0, y_{2i}^*) \quad (13)$$

이제 (y_{1i}^*, y_{2i}^*)이 이변량 정규분포 $BVN(x_{1i}'\beta_1, x_{2i}'\beta_2, \sigma_1^2, \sigma_2^2, \rho)$를 따른다고 가정하면서 이 모형을 결합분포의 형태로 나타낼 수 있다. 여기서 σ_1, σ_2, ρ는 각각 y_{1i}^*와 y_{2i}^*의 한계분포(marginal distribution)의 표준편차와 이 둘의 상관계수를 의미한다. 만약 모

7) 익명의 한 심사위원이 지적하였듯이, 식 (9)의 이론적 모형이 식 (10)의 실증분석 모형으로 변환되는 과정에 자의성이 개입될 수 있다. 바로 이러한 점 때문에 Kindler and Russell(1984, p.31)은 이 변환과정이 일종의 블랙박스(black box)라고 지적하였다. 경제이론에서는 식 (9)의 이론적 모형에 대해서만 얘기할 뿐, 식 (10)의 실증분석 모형에 대해서는 아무 것도 얘기해 주지 못하기 때문이다. 따라서 실증분석 모형을 선택하기 위해서는 선행연구에 대한 고찰과 함께 분석대상 자료의 성격에 대한 연구자의 직관이 요구된다. 본 연구에서는 Kindler and Russell(1984), Yoo and Yang(2000) 등의 문헌에 제시된 다양한 모형을 참고하여 식 (10)의 실증분석 모형을 이용하기로 결정하였다.

수에 별다른 제약이 없다면, 일반성의 상실 없이 식별을 위해 $\sigma_1 = 1, \sigma_2 = \sigma$로 놓을 수 있다(Amemiya, 1984). 즉, 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{bmatrix} u_{1i} \\ u_{2i} \end{bmatrix} \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & \sigma^2 \end{bmatrix}\right) \quad (14)$$

표준정규분포를 따르게 되는 u_{1i}와 u_{2i}/σ를 각각 z_{1i}과 z_{2i}라고 놓으면 이변량 표준정규분포의 관점에서 분석을 할 수 있게 된다. 즉 (z_{1i}, z_{2i})는 이변량 표준정규분포 $BVN(0, 0, 1, 1, \rho)$를 따른다.

Ⅳ. 분석결과

1. 서울시 생활용수 수요함수의 추정결과

앞서 언급하였듯이, 식 (11) 및 식 (12)를 추정할 때 총 가족수를 의미하는 Family, 가구소득을 나타내는 Income, 생활용수의 평균가격을 의미하는 Price의 3개 변수는 탄력성의 측정을 용이하게 하기 위해 자연로그를 취한 값을 사용한다.[8] 또한 종속변수로는 톤단위 생활용수 수요량의 자연로그값을 이용한다. 주요 추정결과는 〈표 3〉에 제시되어 있다. 추정된 방정식의 통계적 유의도를 살피기 위해, '모든 추정계수는 0이다'라는 귀무가설을 상정하면 $W = \hat{\beta}'[\hat{V}(\hat{\beta})]^{-1}\hat{\beta}$와 같은 Wald-통계량($W$)을 구성할 수 있다. 여기서 $\hat{\beta}$은 추정계수이며, $\hat{V}(\hat{\beta})$은 $\hat{\beta}$의 분산에 대한 추정치이다. 검정통계량 W는 귀무가설 하에서 χ^2-분포를 따르며, 이때 자유도는 $\hat{V}(\hat{\beta})$의 위수(rank)이다. 계산된 W의 값에 대한 p-값으로 판단해 볼 때, 추정계수가 전부 0이라는 귀무가설은 유의수준 1%에서 여유있게 기각된다. 즉 추정된 생활용수 수요함수 자체는 통계적으로 유의하다.

〈표 3〉 이변량 모형의 추정결과

구 분	응답 여부 결정식	생활용수 수요함수
상수항	4.275 (3.86)**	7.730 (12.80)**
Fit	1.066 (10.17)**	
Bottle		0.006 (9.80)**
Spring	-0.10 (-23.41)**	
Family	-0.627 (-2.09)**	0.328 (2.73)**
Over65	0.352 (1.78)*	0.183 (2.22)**
Save	0.713 (4.42)**	-0.165 (1.84)*
Type	0.290 (2.46)**	0.077 (1.37)
Income	-0.528 (-2.40)**	0.171 (1.69)*
Price		-0.964 (-16.41)**
로그우도값	-273.24	
표본의 크기	354	
Wald-통계량에 대한 p-값	0.000	

주 : 변수들은 〈표 2〉에 정의되어 있다. 괄호 안에 있는 숫자들은 t-값이며, * 및 **은 각각 유의수준 10% 및 5%에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

8) 여기서 평균가격이란 총 생활용수 요금을 생활용수 사용량으로 나눈 값으로 정의된다. 물론 공공요금으로서의 생활용수 요금수준은 사전적으로 정해져 있지만, 생활용수 수요함수를 추정하는 실증연구에서는 사후적인 개념인 평균가격도 많이 사용한다. 예를 들어, Espey et al.(1997)는 용수의 수요함수를 추정한 124개의 연구를 서베이하였는데, 이 중에서 절반에 조금 못 미치는 58개의 연구에서 가격변수로 평균가격을 사용했다고 지적한 바 있다.

이제 추정결과에 근거하여 주요 변수들이 생활용수 수요량 질문에 응답할 확률에 미치는 영향과 생활용수 수요량 자체에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다. 먼저 응답 여부 결정식에 대해 살펴보면 변수들의 추정계수는 모두 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다. 현재 공급되는 수돗물이 식수로서 적합하다고 생각하는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해 생활용수 수요량 질문에 대답할 확률이 크다. 하지만 월 평균 약수터 방문횟수 및 가족의 명수는 생활용수 수요량 질문에 대답할 확률과 음의 상관관계를 가진다. 65세 이상이 있는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해, 그리고 가구 내에 절수기기가 설치되어 있는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해 생활용수 수요량 질문에 응답할 가능성이 높다. 원래 절수기기가 설치되어 있던 집에 입주하게 된 경우도 있겠지만, 절수기기가 설치되어 있다는 것은 생활용수 소비량에 비교적 관심이 높다는 증거로 볼 수 있으므로 생활용수 소비량 질문에 더 많이 응답한 것은 자연스러워 보인다. 단독 주택 거주 가구는 아파트, 다세대 주택, 연립주택, 상가주택 등의 공동주택 거주 가구보다 생활용수 수요량 질문에 응답할 확률이 높다. 보다 흥미로운 점은 가구소득 수준이 응답확률에 부정적인 영향을 미친다는 것이다. 소득이 높게 되면 아무래도 생활용수 요금이 가계지출에서 차지하는 비중이 매우 작으므로 생활용수 수요량에 관심을 덜 가지게 될 것이고 따라서 수요량을 묻는 질문에도 대답하기 어려울 것이다.

다음으로 주요 변수들이 생활용수 수요에 미치는 영향에 대해 검토한다. Type 변수를 제외한 변수들의 추정계수는 모두 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다. 생수구입 지출(Bottle) 항의 추정계수가 양의 값을 갖는 것으로 보아 생수를 많이 소비하는 가구일수록 생활용수도 더 많이 소비하는 것으로 판단된다. 이것은 생활용수와 생수가 대체적인 관계보다는 보완적인 관계가 놓여 있음을 시사한다. 가족의 명수는 사전적인 예상대로 양의 부호를 보인다. 가족 구성원내 65세 이상 가족의 명수는 상수도 사용량과 양의 상관관계를 갖는다. 65세 이상 노령자는 가구 내에 머무르는 시간이 많으며 건강 및 위생관리를 위한 행위가 많을 수 있으므로 65세 미만 가족구성원보다 생활용수를 더 많이 사용하는 것으로 판단된다. 또한 사전적인 예상대로 절수기기가 설치되어 있는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해 생활용수 수요량이 더 작다. 단독주택 거주가구의 생활용수 수요는 아파트, 연립주택, 상가주택에 거주하는 가구의 그것보다 많다.[9] 이것은 단독주택의 경우 아무래도 마당청소, 정원관리 등에 생활용수가 많이 필요하므로 공동주택보다 더 많은 생활용수를 사용하고 있는 것으로 해석된다. 하지만 이 결과가 통계적 유의성을 확보하지는 못했으므로 해석에 있어

9) 익명의 심사위원 한 명은 공동주택을 아파트, 연립주택, 상가주택으로 구분하여 살펴볼 필요가 있다고 지적하였다. 주택유형의 차이를 고려하기 위해 상가주택을 기준으로 놓고 단독주택, 아파트, 연립주택에 대한 3개의 더미변수를 종합적으로 반영하여 수요함수를 추정하였으나 이들 변수의 추정계수는 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 여러 추정결과 중에서 단독주택과 공동주택을 구분한 더미변수를 사용할 때의 추정결과가 가장 우수하기에 본 논문에서는 이 결과만을 보고한다.

서 주의가 요망된다. 소득변수와 가격변수는 생활용수 수요량 수준에 각각 긍정적인 그리고 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었는데, 이는 경제이론에 부합하는 것이다.

2. 서울시 생활용수 수요의 탄력성 추정

본 연구의 가장 중요한 목적은 추정된 서울시 생활용수 수요함수로부터 수요의 가격 탄력성, 수요의 소득 탄력성, 수요의 가족수 탄력성에 대한 추정치를 얻는 것이다. 〈표 4〉에는 이들 탄력성의 추정결과가 요약되어 있다. 가격 탄력성은 예상대로 음수로 추정되어 수요곡선이 우하향한다는 수요법칙을 잘 보여주고 있다. 아울러 절대값의 크기가 1보다 작아 생활에 필수적인 재화로서 가격변동에 민감하지 않다는 가격 비탄력적인 용수의 특성을 확인할 수 있다. 이러한 점은 〈표 1〉에 제시된 여러 선행연구의 결과와 일관성을 가지는 것이며 합리적인 것으로 볼 수 있다.[10]

〈표 4〉 주요 탄력성의 추정결과

구 분	수요의 가격 탄력성	수요의 소득 탄력성	수요의 가족수 탄력성
추정치 (t-값)	-0.964 (-16.41)**	0.171 (1.69)*	0.328 (2.73)**

주 : * 및 **은 각각 유의수준 10% 및 5%에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

소득 탄력성의 부호와 크기로부터도 물은 정상재이며 소득에 비탄력적인 수요패턴을 가짐을 알 수 있다. 가족수 탄력성의 부호와 크기는 가족수의 증가에 따라 생활용수 수요가 증가함과 가족수가 증가하는 속도에 비해 생활용수 수요가 증가하는 속도가 느림을 시사한다. 이 값들은 향후 가격, 소득, 가족수 변동에 따른 생활용수 수요 변화를 예측하는 데 유용하게 활용될 수 있다.

V. 결론

생활용수 수요량은 해가 거듭될수록 증가하고 있는 반면에 사회간접자본 확충의 어려움, 수자원을 둘러싼 지역간 갈등, 수몰지 보상비 급등, 수자원개발 적지의 고갈 등으로 인해 대규모 수자원개발은 한계에 다다르고 있다. 이러한 어려움을 해결하기 위해서는 기존의 공급관리 위주 정책에서 수요관리 위주 정책으로의 방향 전환이 절실하게 요구되고 있다. 특히 가격정책은 매우 효과적인 수요관리 방안으로서 정치적으로 민감할 수 있지만 다른 비가격 수요관리 수단과 잘 결합될 때 중·장기적으로 매우 효과적인 수단이다. 이 방안의 근본목적은 가격신호를 통해 용수의 진정한 가치를 수용가에게 알려 물은 자유재가 아닌 경제재라는 인식을 갖게 하여 물을 아껴 쓰고 수질을 보호할 유인을 제공하는 데 있다. 가격정

10) 그런데 가격 탄력성의 추정치는 -1에 매우 근접할 뿐만 아니라 이 추정치의 t-값도 매우 작다. 따라서 가격 탄력성의 크기에 대해 좀 더 세심하게 살펴볼 필요가 있다. 즉 가격 탄력성을 ε_p이라 할 때 $\varepsilon_p=-1$ 또는 $\varepsilon_p<-1$의 귀무가설에 대해 체크해 볼 필요가 있는 것이다. 이 귀무가설 하에서의 검정통계량은 0.60으로 계산되어 이 두 개의 귀무가설은 모두 기각되지 않는다. 즉 가격 탄력성의 크기 자체만 볼 때에는 수요가 가격에 비탄력적이라고 볼 수 있지만, 통계적 검정을 해 볼 때에는 수요가 가격에 단위탄력적이라고 볼 수 있으며 탄력적이라고도 볼 수 있다.

책을 수립하고 집행할 때 수요함수로부터 유도된 수요의 가격 탄력성에 대한 정보가 필수적으로 요구된다. 또한 장기 수자원종합계획을 수립하는 데 있어서 필수적인 수요예측을 위해서도 수요함수의 추정은 중요하게 요구된다.

따라서 본 연구의 중요한 목적은 서울시 생활용수에 대한 수요함수를 추정하는 것이었다. 그런데 기존의 연구에서는 자료 확보의 어려움 때문에 개별 수용가에 근거한 미시적 자료를 이용한 수요함수 추정작업이 제대로 이루어지지 못했고 주로 집계된 자료 혹은 거시적 자료에 근거한 수요함수 추정작업이 이루어져 왔다. 하지만 집계된 자료를 이용하게 되면 정보의 손실이 발생하기 마련이다. 이에 본 연구에서는 2002년 7월에 서울시 354 가구를 대상으로 수행된 서베이를 통해 미시적 자료를 직접 수집하여 생활용수의 수요함수를 추정하고자 하였다. 아울러 일부 가구가 생활용수 수요량 질문에 제대로 대답하지 못한 점을 모형 내에 고려하면서 수요함수를 추정하였다.

추정된 서울시 생활용수 수요함수로부터 몇가지 시사점을 얻을 수 있었다. 생수를 많이 소비하는 가구일수록, 가족 구성원내 65세 이상 가족이 많을수록, 다세대주택, 연립주택, 상가주택보다는 단독주택에 거주하고 있는 가구일수록, 가족의 명수가 많을수록, 가구소득이 높을수록 생활용수 수요량은 증가하는 것으로 분석되었다. 반면에 절수기기가 설치되어 있는 가구는 그렇지 않은 가구에 비해, 생활용수의 가격이 높을수록 생활용수의 수요량은 감소하였다. 특히 소득 항과 가격 항의 계수는 통계적으로 유의하며 부호도 합리적이었다. 수요의 가격 탄력성은 -0.964로 추정되었으며, 수요의 소득 탄력성은 0.171로 추정되어 둘 다 가격 및 소득에 비탄력적인 생활용수 수요의 특징을 보여주고 있다. 이는 생활용수가 인간의 생존을 위한 필수적인 재화이므로, 생활용수의 가격이 변동된다고 해서 급격하게 생활용수의 수요를 조정하기 어려우며 또한 소득이 변동된다고 해서 빠르게 수요를 조정하는 것이 쉽지 않음을 시사한다. 수요의 가족수 탄력성은 0.328로 추정되어 마찬가지로 가족수에 비탄력적인 수요를 보여주었다.

수요의 소득 탄력성의 크기가 작기는 하지만 양수로 추정된 것은 향후 소득 향상에 따라 서울시 생활용수의 수요가 지속적으로 상승함을 의미한다. 따라서 서울시 상수도 행정부서는 추후 예상되는 용수수요 증가에 대해 적절한 대책을 마련해야 할 것이다. 이를 위해 가장 효과적이면서 유용한 수요관리정책의 하나는 바로 가격정책이다. 그런데 가격정책이 얼마나 효과적인가 하는 것은 개별 수용가들이 가격에 얼마나 민감하게 반응하느냐, 즉 가격 탄력성의 크기에 달려 있다. 앞서 언급하였듯이 가격 탄력성의 절대값은 1보다 작아 비탄력적인 것으로 보이지만, 통계적인 검정을 해 보면 수요가 가격에 탄력적이라는 가설이 기각되지 않는다. 이는 가격정책의 효과가 상당할 수 있음을 시사한다.

물론 가격정책의 부작용에 대해서도 따져볼 필요가 있다. 첫째, 수도요금의 상승으로 인해 서울시민의 후생이 감소할 수 있다. 하지만 생활용수 요금의 상승으로 인해 서울시민들의 후생이 감소할 수 있지만, 다른 관점에서 본다

면 올바른 가격신호를 통한 자원의 효율적 이용 도모로 인해 서울시민의 후생이 증가하여 전체적으로는 후생이 증가할 수 있다. 예를 들어, 김태유 외(1996)의 연구에서는 서울시의 경우 장기한계비용 수준으로의 수도요금 인상을 통해 서울시민의 후생은 연간 112억원 감소하지만 자원의 효율적 이용으로 인한 비용감소분은 816억원에 달해 전체적으로는 704억원의 후생이 증가한다고 결론을 내린 바 있다. 가격정책의 두 번째 부작용으로는 공공요금의 하나인 수도요금의 상승이 물가 전반에 부정적인 영향을 미치는 것을 들 수 있다. 하지만 우리나라 전체를 대상으로 연구했던 Yoo and Yang(1999)의 연구결과에 따르면 수도요금 10% 인상이 국민경제 전체에 미치는 물가파급효과는 0.017%로 매우 작음을 발견하였다. 따라서 가격정책으로 인해 예상되는 두 가지 부작용은 크게 우려할만한 것은 아니라고 볼 수 있다.

서울시 생활용수의 수요함수를 추정한 선행연구들은 주로 집계된 자료를 이용한 시계열 분석에 근거하고 있으며, 본 연구는 서베이 자료를 활용한 횡단면 분석에 근거하고 있다. 즉 선행 연구는 집계된 자료만을 이용하였기에 그리고 본 연구는 한 연도의 자료만을 활용하였기에 선행 연구와 본 연구 모두 일정 정도 한계점을 가진다고 볼 수 있다. 따라서 개별 가구에 대한 시계열 자료를 확보하여 패널자료를 구축한 후 패널분석을 통해 생활용수의 수요함수를 추정한다면 좀 더 포괄적이고 참신한 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 아울러 생활용수의 용도를 가정용, 영업용, 욕탕용, 공공용 등으로 세분화하여 분석을 한다면 정책적으로 좀 더 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 추후 보다 양질의 자료를 확보하여 많은 관련 연구가 수행되기를 기대한다.

참고문헌

건설교통부, 2001, 「수자원장기종합계획중 용수수요 전망(2001~2020)」.

곽승준 · 이충기, 2002, "서울시 생활용수 수요 추정-오차수정모형을 적용하여", 「자원 · 환경경제연구」, 11(1): 81~98.

김광임, 1996, 「상수도 수요 예측을 반영한 공급정책 방향 연구 : 상수도 수요 모형 개발」, RE-19, 한국환경기술개발원.

김추윤, 1991, 「서울시 생활용수 수요에 관한 연구」, 건국대학교 대학원 박사학위 논문.

김태유 · 유승훈 · 박중현, 1996, "장기한계비용을 이용한 한국의 최적 수도요금결정에 관한 연구", 「한국상하수도학회지」, 10(3): 100~114.

민동기, 2000, "생활용수 수요 분석", 「자원 · 환경경제연구」, 9(2): 311~332.

유승훈, 2003, "대전 · 충남지역의 물소비와 지역경제성장", 「국토연구」, 39: 117~129.

한국수자원공사, 1998, 「물관리의 최적화를 위한 수도요금 정책방향에 관한 연구」.

Agthe, D. E. and Billings, R. B., 1980, "Dynamic Models of Residential Water Demand", *Water Resources Research*, 16: 476~480.

Amemiya, T., 1984, "Tobit Models: A Survey", *Journal of Econometrics*, 24: 3~61.

Bhat, C. R., 1994, "Imputing a Continuous Income Variable from Grouped and Missing Income Observations", *Economics Letters*, 46: 311~319.

Brookshire, D. S. and Whittington, D., 1993, "Water Resources Issues in the Developing Countries", *Water Resources Research*, 29: 1883~1888.

Deaton, A., 1997, *The Analysis of Household Surveys: Microeconometric Analysis for Development Policy*, Balitimore, MD: Johns Hopkins University

Press.

Dupont, H. C. and Renzetti, S., 1997, “Move over KLEM and Make Way for KLEMW: an Econometric Investigation of the Role of Water in the Canadian Manufacturing Industry”, presented at the Canadian Economics Association Meetings, St. John's, NFLD, June 6-8.

Engle, R. F. and Granger, C. W. J., 1987, “Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing”. *Econometrica*, 55: 251~276.

Espey, M., Espey, J., and Shaw, W. D., 1997, “Price Elasticity of Residential Demand for Water: a Meta-analysis”, *Water Resources Research*, 33: 1369~1374.

Granger, C. W. J. and Newbold, P., 1974, “Spurious Regressions in Econometrics”, *Journal of Econometrics*, 2: 111~120.

Greene, W. H., 1997, *Econometric Analysis*, 3rd ed., New Jersey: Prentice-Hall.

Howe, C. W. and Smith, M. G., 1994, “The Value of Water Supply Reliability in Urban Water Systems”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 26: 19~30.

Johansen, S. and Juselius, K., 1990, “Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52: 169~210.

Kindler, J. and Russell, C. S., 1984, *Modeling Water Demands*, Academic Press.

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

Phillips, P. C. B. and Perron, P., 1988, “Testing for a Unit Root in Time Series Regression”, *Biometrika*, 75: 335~346.

Stock, J. H. and Watson, M. W., 1989, “Interpreting the Evidence in Money-income Causality”, *Journal of Econometrics*, 40: 161~182.

Yoo, S. -H. and Yang, C. -Y., 1999, “Role of Water Utility in the Korean National Economy”, *International Journal of Water Resources Development*, 15: 527~542.

Yoo, S. -H. and Yang, C. -Y., 2000, “Dealing with Bottled Water Expenditures Data with Zero Observations: A Semiparametric Specification”, *Economics Letters*, 66: 151~157.

Yoo, S. -H. and Yang, H. -J., 2001, “Application of Sample Selection Model to Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation Studies”, *Environmental and Resource Economics*, 20: 147~163.

원 고 접 수 일 : 2004년 11월 4일
1차심사완료일 : 2004년 11월 18일
최종원고채택일 : 2004년 11월 22일