

지방자치단체의 댐용수 수요함수



이 석 원 | 조교수, 서울대학교 행정대학원, SWL4305@snu.ac.kr

1. 서론

한국수자원공사에서 공급되는 댐용수는 댐건설 투자비와 댐운영 관리에 소요되는 비용을 회수하기 위하여 댐용수의 수요자로부터 요금을 징수하고 있다. 댐용수의 가격은 『댐용수 요금산정규칙』에 의거하여 댐용수를 공급하는데 소요되는 총괄원가를 보상하는 수준에서 결정되며, 1987년 이후부터는 지역간 부담의 형평성을 보장하는 차원에서 전국적으로 동일한 요금을 징수하고 있다(한국수자원공사, 2002). 총괄원가주의와 전국동일요금제도로 특징지어지는 현행 댐용수 가격산정방식은 최근의 수자원 관리환경에서 여러 가지 한계를 드러내면서 새로운 가격설정체계의 필요성을 증대시키고 있다. 시장지향화와 경영화를 통하여 효율성을 제고시키려는 공공부문의 전반적인 추세는 댐용수의 공급과 수요의 관리를 통하여 댐용수 관리체계의 전반적인 효율화를 요구하고 있다. 한편, 수질오염의 심화는 품질이 상이한 서비스에 대하여 동일한 요금을 부담시킨다는 점을 문제점으로 부각시키고 있으며, 최근의 불안정한 기상상태는 정부 차원에서 적절한 수량관리 정책을 요구하고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위한 댐용수의 공급측면에서의 관리정책은 댐용수 공급비용의 증대 등의 원인에 의하여 제한된 반면, 적절한 가격체계의 설정을 통한 댐용수 수요관리정책의 중요성은 점차 증대되고 있다.

수자원의 수요관리정책의 전통적인 정책수단은 절수 캠페인, 홍보교육 등 수자원 사용의 절약을 강조하는 프로그램들이 주류를 이루었다. 그 외에 수자원 부족의 문제가 심각할 때에는 수자원 사용의 할당(water rationing) 등의 방법이 사용되기도 하였으며, 근래에 들어서는 전통적인 회계학적 방법론에서 벗어나 경제학적 방법론에 기초를 둔 수요관리정책이 주목을 받고 있다(Barkatullah, 1997). 수자원의 효율적인 관리를 위해서는 수익자부담의 원칙이나 비용을 반영한 가격설정 체계를 설계하기 위해서는 댐용수 소비자들의 행태와 댐용수 공급의 비용체계를 계량경제학적으로 분석할 필요가 있다. 댐용수의 가격 수준이 달라짐에 따라 소비자들이 다른 행태적 반응을 보인다면 댐용수의 관리주체는 이 정보를 이용하여 댐용수의 효율적 소비를 촉진하는 가격체계를 설계할 수 있는 것이다. 본 연구는 지금까지 추정된 바 없는 댐용수의 수요함수를 추정하여 댐용수에 대한 가격 탄력성을 도출하고 이를 근거로 댐용수 관리정책에 유용한 정책적 시사점을 도출하고자 수행되었다. 이를 위하여 본 논문의 2장에서는 분석의 대상이 되는 우리나라의 댐용수의 현황에 대하여 살펴보고, 3장에서는 댐용수 수요함수 추정의 방법론에 대하여 고찰해볼 것이다. 4장에서는 분석결과를 제시한 후, 마지막으로 5장에서 결론을 도출할 것이다.

2. 댐용수

2.1 댐용수의 정의

댐용수는 한국수자원공사가 다목적댐 및 하구둑에 강수를 저류하여 필요한 시기에 하천을 통해 공급하는 생활용수, 공업용수 및 농업용수를 통칭하는 개념이다. 한국수자원공사의 댐용수 사업은 다목적댐 및 하구둑에 확보된 물을 하천을 통하여 공급하고 사용자로부터 요금을 받는 사업으로서 사용자가 댐의 상·하류 하천에서 직접 물을 취수해가는 대신 요금은 물을 저류하는데 소요되는 비용에 대해서만 징수하기 때문에 수도요금에 비해 매우 저렴하고 양질의 원수를 확보할 수 있다는 장점을 지닌다. 댐용수 수요자는 공급자인 한국수자원공사와 사용계약에 의해 생활용수, 공업용수, 농업용수 또는 이에 준하는 목적으로 사용하거나 사용하고자 하는 자를 지칭하는데, 둘 이상의 지방자치단체에 수돗물을 공급하는 일반수도인 광역상수도의 취수를 위해 공급하는 내부공급과 지방자치단체나 공장 등에 직접 하천수를 공급하는 외부공급으로 분류되고 있다(서울대학교 행정대학원, 2003).

2.2 분석대상 댐용수

본 연구에서는 내부공급 수요자와 외부공급 중 지

방자치단체에 해당하는 수요자들만을 분석의 대상으로 하고 외부공급 대상자 중 '공장 등'에 해당하는 수요자는 분석에서 제외하였다. 그 이유는 이들 수요자들의 표본 크기가 크지 않고 자료가 존재하지 않는 연도가 많아 패널 데이터를 구축하기 어렵기 때문이다. 뿐만 아니라 이들이 수요하는 댐용수의 수량이 절대적으로 작기 때문에 이들을 제외시키느냐의 여부는 수요함수의 추정에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 본 연구에서 댐용수의 수요함수를 추정하기 위해 사용한 데이터는 한국수자원공사로부터 얻어진 「월별 댐용수 공급실적 데이터」를 사용하였다. 월별 댐용수 공급실적 데이터는 연도별로 축적되어 있는데, 1980년~2001년까지의 데이터가 획득 가능하였다. 각 연도별 데이터베이스에는 1월부터 12월까지 월별 댐용수 판매액과 판매량이 각 수요자별로 기록되어 있다. 댐용수의 수요자는 4개 수계, 11개 댐에 걸쳐 116개의 지자체, 공장 등으로 이루어져 있다. 다음의 표 1은 수계별, 댐별 분석 데이터의 평균적 특성을 나타내고 있다.

분석에 포함된 댐은 총 4개 수역에 걸쳐 11개의 댐이며, 이들 중 소양강 댐이 평균적으로 가장 많은 댐용수(약 1억 7천m³)를 공급하며, 댐용수의 판매액은 주암댐(약 17억 6천만원)과 충주댐(약 17억 4천만원)이 가장 높다. 인구는 충주댐으로 댐용수를 공급받는 인구가 가장 많은 약 6백 40만명 정도를 차지하고 다

표 1. 분석대상 댐용수

수 계	댐	관측치 수 (연도*수요자)	댐용수 수요량 (단위 : m ³)	댐용수 구입금액 (단위 : 원)	인구 (단위 : 명)
한 강	충주댐	98	127,485,556	1,739,300,522	6,385,763
	소양강댐	88	167,898,843	1,411,366,146	4,564,572
금 강	대청댐	58	27,241,137	392,517,912	303,717
낙동강	안동댐	172	42,305,389	392,346,503	1,068,008
	함천댐	54	37,171,464	578,577,023	713,836
	임하댐	35	22,519,373	343,862,948	650,307
	낙동강하구둑	34	82,217,345	737,567,631	1,230,852
	낙동강하구둑	19	103,005,482	1,493,287,342	1,628,011
	남강댐	4	4,340,104	110,703,340	185,352
기 타	부안댐	4	10,031,124	225,437,731	68,522
	주암댐	16	118,393,032	1,762,294,096	275,557
총 계		582	78,393,299	878,300,173	2,371,662

음으로 소양강댐 약 4백 60만명의 수준이다.

3. 분석방법론

3.1 물 수요함수 추정의 방법론

댐용수 수요함수 추정에 관한 기존의 연구는 지금까지 알려진 바로는 존재하지 않는다. 다만 생활용수, 공업용수 등 상수도에 대한 수요함수의 추정연구만이 존재할 뿐이다(예: 서울대학교 공학연구소, 1998; Barkatullah, 1997; Gracia 등, 2001). 상수도에 대한 수요함수의 추정과 댐용수에 대한 수요함수의 추정은 여러 가지 상이한 이슈들을 내포하고 있기는 하지만 기본적으로는 물 수요를 가격과 아울러 다른 독립 변수들과 관련짓는 수요함수를 추정한다는 점에서 공통적이다. 비록 기본적인 수요함수는 동일하지만, 이 함수를 추정하는 경험적 방법론은 학자 또는 연구에 따라 다양하다(Gracia 등, 2001). 이는 수요함수 추정 방법론의 선택은 존재하는 데이터의 범위와 밀접한 관련이 있기 때문이다. 예를 들어 가격과 수요량에 대한 데이터만 존재하는 경우에는 시계열 모형에 의한 추정 방법론이 사용되고 있으며, 가격 이외에도 수요량에 영향을 미치는 변수들, 즉 소득, 급수인구, 에너지 가격 등에 대한 데이터가 존재하는 경우에는 회귀모형류(regression-type) 분석을 이용한 방법론이 사용되고 있다. 후자의 경우에도 횡단면 데이터만 존재하는가, 시계열 데이터만 존재하는가, 아니면 횡단면, 시계열 모두 존재하는가에 따라 횡단면 모형, 시계열 모형, 혼합 또는 패널 데이터 모형으로 방법론이 분류되어질 수 있다. 대체로 1960년대 이후부터 물의 수요함수를 추정하는 많은 실증적 연구들이 수행되었는데, 초기의 연구들은 주로 도시나 주거지 단위의 총량적 수요에 초점을 두고 분석을 하였다. Baumann 등

(1997)이나 메타분석을 수행한 Espey 등(1997)은 초창기의 연구부터 최근의 연구에 이르기까지 물의 수요함수를 추정한 방법론과 추정결과를 광범위하게 조사하였는데, 추정된 가격 탄력성의 값들이 상당히 다양하게 나타나고 있다. 이것은 국가간 지역간 수요패턴의 차이를 나타내기도 하지만 그것보다는 사용된 데이터, 모형에 포함된 변수들, 그리고 추정방법에 따라 다양한 결과가 얻어질 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 「월별 댐용수 공급실적 데이터」가 시계열과 횡단면 자료의 혼합인 패널 데이터 형태를 지니고 있다는 점을 이용하여 패널 데이터 모형을 사용하여 댐용수의 수요함수를 추정할 것이다. 패널 데이터는 시계열이나 횡단면 데이터에 비하여 여러 가지 면에서 장점을 가지고 있지만 무엇보다도 가장 큰 장점은 관찰 불가능한 특성들을 통제할 수 있다는 점이다. 최소자승법을 사용한 횡단면 분석의 경우에는 관찰 불가능한 특성들을 통제하기 어려운 반면, 패널 데이터 분석방법을 사용할 경우에는 횡단면 분석단위가 보유하고 있는 관찰 불가능한 특성들을 통제할 수 있다. 이 점은 물의 수요함수 추정에서 특히 유용한데, 그 이유는 물의 수요주체인 횡단면 분석단위가 가지는 통상적으로 관찰하기 힘든 특성들이 물의 수요량에 중요한 영향을 미치기 때문이다. 만약 이들 특성들을 통제하지 않은 채 횡단면 분석을 통해 수요함수를 추정할 경우에는 편의(bias)를 가지는 추정치를 산출하게 된다.

3.2 분석모형

다음의 식 (1)은 댐용수의 수요함수를 추정하기 위한 기본적인 분석 모형을 나타내고 있다.

$$\ln Q_{it} = \alpha + \eta_i + \tau_i + \beta \ln P_{it} + \gamma \ln N_{it} + \sum \delta_i Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

1) 패널 데이터는 우선 데이터의 수를 증가시켜 자유도를 증대시키고 결과적으로 더욱 신뢰성(reliability) 있는 추정을 가능하게 한다. 패널 데이터를 사용할 경우에는 보다 풍부한 정보가 존재하기 때문에 연구자가 좀 더 정교한 모형을 구축할 수 있는 반면, 데이터에 관한 가정들은 덜 제약적으로 설정할 수 있다는 장점이 있다. 또한 패널 데이터는 다중공선성(multicollinearity)의 문제를 완화시키는 효과도 있는데, 이는 회귀식의 독립변수들이 두 가지의 차원에서 변화할 경우에는 독립변수들 상호 간의 상관관계가 일반적으로 작기 때문이다(Verbeek, 2000; Wooldridge, 2002).

Q_{it} = 수요자 i 의 t 년도의 댐용수 수요량, P_i = 수요자 i 가 지불하는 t 년도의 물가수준을 조정한 댐용수 요금, N_{it} = 수요자 i 의 t 년도의 댐용수 수요단위 인구 (이들 세 변수는 모두 자연로그(ln)를 취함), Z_{cit} = 댐용수의 수요에 영향을 미칠 다른 독립변수들.

위의 식에서 포함된 독립변수들 이외에도 댐용수의 수요에 영향을 미치는 관찰 불가능한 특성들이 존재할 수 있는데, 만약 이들 특성들이 횡단면 분석단위나 연도별로 불변(invariant)이라고 한다면 이는 패널 데이터 분석기법을 통해 통제가 가능하다. 위의 식에서 η_i 는 수요자 i 에 고유한 관찰 불가능한 특성, τ_t 는 연도 t 에 고유한 관찰 불가능한 특성을 나타낸다. 따라서 위의 식에서 잔차항은 횡단면 분석단위와 관련된 잔차항 η_i , 시계열 분석단위와 관련된 잔차항 τ_t , 그리고 양자와 모두 관련성을 가지는 잔차항 ε_{it} 로 구성되어 있다고 할 수 있다. 이들 잔차항들을 어떻게 추정하는가에 따라 패널 분석모형은 고정효과모형(fixed effects model)과 무작위 효과모형(random effects model)으로 나눌 수 있는데²⁾ 본 연구에서는 고정효과모형을 사용한다. 고정효과모형은 위의 식에 포함된 관찰 불가능한 특성들, 즉 η_i 와 τ_t 가 확률변수가 아닌 고정된 값으로서 하나의 모수(parameter)로 추정되는 대상으로 가정한다. 고정효과를 추정하는 가장 간편한 방법은 수요자와 연도의 수만큼 가변수를 포함시키는 것이다³⁾. 일반적으로 이러한 방법은 주로 대단위(도시나 국가)의 횡단면 분석단위 간에 시계열을 분석할 때 사용된다. 따라서 주로 횡단면 분석단위에 관한 가변수만 포함하여 분석되는 것이 일반적인데, 만약 횡단면 분석단위의 수가 많을 경우에는 이 방법의 적용이 적절하지 않을 수 있다. 본 연구에서도 81개의 비교적 많은 수의 횡단면 분석단위가 존재하고, 따라서 가변수를 사용할 경우에는 80개의 모수를 추정

하여야 한다. 다른 방법은 횡단면 분석단위에 고유한 관찰 불가능한 특성 η_i 를 제거하기 위해서 변수들의 고정효과변환(fixed-effects transformation)을 실시하는 것이다. 고정효과변환이란 개개의 변수값과 각 횡단면 분석단위의 연도별 변수값을 분석단위마다 평균한 값과의 차이를 새로운 변수로 설정하는 것이다.

즉, 위의 식 (1)은 아래의 식 (2)와 같이 변환된다.

$$\begin{aligned} \ln Q_{it} - \ln \bar{Q}_i &= \alpha + \tau(Y_t - \bar{Y}) + \beta(\ln P_{it} - \ln \bar{P}_i) \\ &+ \gamma(\ln N_{it} - \ln \bar{N}_i) + \sum \delta_c(Z_{cit} - \bar{Z}_{ci}) \\ &+ \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

Y_t = t 년도의 시계열 고유특성을 측정하기 위한 연도 가변수, \bar{Q}_i = 수요자 i 의 댐용수 수요량을 다른 연도에 걸쳐서 구한 평균치(\bar{P}_i , \bar{N}_i , \bar{Z}_{ci} 도 같은 방식으로 구해짐).

식 (2)에서 구해진 모수값을 내부추정량(within estimator) 또는 고정효과추정량(fixed effects estimator)이라고 하는데, Wooldridge(2002)에 의하면 내부추정량은 고정된 시계열 수에 횡단면 데이터의 수가 무한대로 접근함에 따라 일치 추정량(consistent estimator)이 된다. 반면 위에서 논의한 LSDV 추정량의 경우에는, 횡단면 데이터의 수가 증가하면 가변수의 수도 증가하기 때문에 횡단면 데이터의 수가 무한대로 접근한다고 해도 새로운 정보가 축적되는 것이 아니며 따라서 일치 추정량이 되지 못한다.

한편, 고정효과모형으로 수요함수를 추정할 경우 횡단면 분석단위(수요자 i)에 고유한 관찰 불가능한 특성을 통제할 수 있기 때문에 편의 없는 추정을 가능하게 하는 반면 또 다른 문제점이 발생할 가능성이 남아있다. Bos(1995)에 따르면, 내부 추정법은 시간에

2) η_i 와 τ_t 가 일정한 분포적 특성을 가지는 확률변수라고 가정할 경우에는 이를 무작위 효과모형(random effects model)을 사용하여 추정할 수 있는데, 무작위 효과모형은 η_i 와 τ_t 를 평균 0과 양의 유한한 값을 가지는 분산을 지니면서 독립적이고 동일하게(independently and identically) 분포된 오차항으로 가정하고 추정하는 방법이다[즉 $\eta_i \sim IID(0, \sigma_\eta^2)$, $\tau_t \sim IID(0, \sigma_\tau^2)$, $\varepsilon_{it} \sim IID(0, \sigma_\varepsilon^2)$]. 그런데 무작위 효과모형의 이와 같은 가정들이 위배될 경우, 즉 오차항들이 회귀식에 포함된 독립변수들과 상관관계를 가질 경우에는 무작위 효과 모형에 의한 추정치가 일치 추정치가 되지 않는 문제가 발생할 수 있다.

3) 이를 Least Squares Dummy Variable (LSDV) 모형이라고 한다.

따라 변화하지 않는 횡단면 분석단위의 모든 변량 (variation)들을 제거하지만, 그 결과 시간에 따른 변량들만 남겨놓는 셈이 되기 때문에 자기상관 (autocorrelation)의 가능성이 높아지게 된다. 자기상관이 존재할 경우 이를 해결하기 위해서는 차분법⁴⁾을 사용할 수도 있지만 본 연구에서는 회귀계수의 결과 해석이 상대적으로 용이한 자기회귀오차수정모형 (autoregressive error correction model)을 사용한다. 자기회귀오차수정모형은 위의 식 (2)의 오차항에 존재하는 자기상관 관계를 오차항의 모수를 추정함으로써 직접적으로 제거하려는 방법이라고 설명할 수 있다. 즉, 위의 식 (2)에서의 오차항 ε_t 가 다음과 같은 자기상관 관계를 갖는다고 할 때,

$$\varepsilon_t = \phi \varepsilon_{t-1} + \nu_t, \quad \nu_t : IN(0, \sigma^2) \quad (3)$$

식 (2)에서의 β 와 위의 식 (3)에서의 ϕ 를 최우추정법 (Maximum Likelihood Methods)에 의하여 동시에 추정하여 자기상관을 통제하려는 방법이다(SAS Institute, 1993).

3.3 통제변수

본 연구의 분석대상인 「월별 댐용수 공급실적 데이터」는 댐별, 수계별, 수요자별로 월별 댐용수 사용량과 판매금액에 관한 자료를 보유하고 있는 반면, 댐용수의 수요에 영향을 미치는 다른 독립변수들에 관한 데이터는 보유하고 있지 않다. 댐용수의 수요에 영향

을 미치는 변수는 우선 소득 변수를 생각할 수 있다. 분석대상인 댐용수 수요자가 대부분 지방자치단체이기 때문에 댐용수 수요자의 소득을 측정하는 변수는 지자체의 재정수입을 고려할 수 있다. 그러나 댐용수의 공급은 공급자와 수요자 간에 체결되는 '댐용수 사용계약'에 의하여 수요량이 결정되는데, 수요자(즉, 지자체)는 댐용수 사용 신청량을 결정할 때 지자체의 재정수입보다는 과거의 사용경험을 토대로 산출한 예상 용수사용량을 사용량 산출의 근거자료로 사용한다. 상수도 수요함수의 경우에도 소비자의 소득과 수요량의 관계는 기존 연구들에 의해서 그 관계가 명확하지 않은 것으로 평가되고 있다(Gracia 등, 2001). 뿐만 아니라 월별 댐용수 공급실적 데이터가 분류하고 있는 수요자의 범위는 통상적인 지자체 단위와 반드시 중복되는 것이 아니기 때문에 일반적으로 지자체 단위로 존재하는 지방자치단체의 재정수입에 관한 데이터와 매치시키기 어렵다. 반면 댐용수의 수요는 사용량의 증감에 직접적인 원인을 제공하는 거주 인구와 더 큰 관련성을 가지고 있을 것이다. 상수도 수요함수에 대한 기존의 실증연구들도 상수도의 수요량과 가구원의 수는 밀접한 관련이 있는 것으로 밝히고 있다. 따라서 본 연구에서는 지자체의 소득을 측정하는 데이터는 이론적 연관성이 미약할 뿐 아니라 현실적으로 데이터의 획득에 어려움이 있어 통제변수에서 제외하였다. 반면 수요자를 구성하는 지자체의 연도별 인구를 통계청의 인구주택조사 데이터베이스에서 얻어진 인구 수 데이터를 월별 댐용수 공급실적 데이터의 수요자 단위와 매치시켜 인구변수를 생성하였

4) 차분법(differencing)은 위의 식 (2)에서 횡단면 분석단위 i 별로 산출된 평균을 각 데이터에서 빼는 대신에 1개년도 지체된 시차 변수를 빼는 방법이다. 즉 아래의 식과 같다.

$$\ln Q_{it} - \ln Q_{it-1} = \alpha + \tau(Y_t - Y_{t-1}) + \beta(\ln P_{it} - \ln P_{it-1}) + \gamma(\ln N_{it} - \ln N_{it-1}) + \sum \delta_c (Z_{cit} - Z_{cit-1}) + \varepsilon_{it}$$

위의 식 (3)은 연간 댐용수 수요량의 '증감분'과 연간 댐용수 요금 '증감분' 간의 관계를 특정화하는 모형이기 때문에 연도별 관측치와 오차항 간에 존재하는 상관관계를 자동적으로 제거할 수 있다. 차분법은 간편한 방법으로 자기상관을 제거할 수 있는 장점을 지니고 있는 반면, 또 다른 문제점을 지니고 있다. 즉, 위의 식에서의 회귀계수 β 와 식 (2)에서의 β 는 다른 의미를 가지고 있는데, 위의 식에 포함된 모든 변수들이 차분(differenced)된 형태를 지니고 있다는 사실은 댐용수 가격의 '변화'의 효과가 그 변화가 발생한 바로 그 연도에만 측정될 수 있다는 사실을 의미한다. 식 (2)와 위의 식의 의미적 차이는 언뜻 보면 심각하지 않은 것 같으나 위의 식의 의미는 식 (2)에 비해서 훨씬 더 제한적이라고 할 수 있다. 예를 들어 댐용수 요금의 변화에 따른 댐용수 수요의 변화가 즉각적으로 반응하지 않는다면, 위의 식의 회귀계수 β 는 그러한 효과를 포착하지 못한다. 결과적으로 위의 식은 지체된 효과(delayed effect)를 포착하지 못하는 한계를 지니고 있다.

다. 그 밖에 연도별 효과(year-specific effect)가 통제되었고, 나머지 시간불변 변수들은 추정 방법론의 특성 때문에 자동적으로 제외되었다⁵⁾.

4. 분석결과

아래의 표 2는 고정효과모형으로 추정한 결과 중 가격과 인구에 대한 회귀계수의 추정치를 나타내고 있다. 표의 왼쪽 부분에는 식 (2)에 의하여 구해진 내부추정치를 제시하고 있고 오른쪽 부분에는 식 (2)의 오차항들이 1차 자기상관(first-order autocorrelation)을 가진다는 가정 하에 자기회귀오차수정모형에 의해 추정된 결과들을 제시하고 있다.

먼저 내부 추정법에 의해 산출된 결과를 살펴보면, 댐용수의 가격 탄력성은 -0.43이고 통계적으로도 매우 유의미한 것으로 나타났다. 이러한 값은 그 방향성이 이론적 해석과도 부합할 뿐 아니라, 절대적 크기도 물 수요함수에 관한 대부분의 선행연구들이 제시하고 있는 -0.2~-0.8 정도의 범위에 포함되어 경험적 연구들의 결과와도 일치한다고 할 수 있다. 반면, 인구 증가의 효과는 양(+)의 값을 가지지만, 그 크기가 상당히 작고 통계적으로도 유의미하지 않기 때문에 댐용수의 수요와는 유의미한 관련성이 없다고 할 수 있

다. 한편 앞서 언급한 바와 같이 고정효과모형에 의한 내부추정치는 횡단면 단위의 변량을 제거하는 반면, 시계열 단위의 변량은 남겨두어 자기상관의 존재 가능성을 내포하고 있다. 표에서 볼 수 있는 바와 같이 Durbin-Watson 통계치가 1.51로 나타나 양(+)의 자기상관이 존재함을 확인시켜주고 있다. 만약 자기상관이 존재한다면, 회귀계수 그 자체는 편의가 없다고 할지라도 회귀계수의 분산의 추정치에 편의가 존재하는 문제가 발생한다(Verbeek, 2000). 따라서 이러한 자기상관의 문제를 해결하기 위하여 자기회귀오차수정모형을 사용하여 고정효과모형을 다시 추정하였으며, 그 결과 자기상관의 문제는 효과적으로 제거된 것으로 보인다. 즉, 표에서 볼 수 있는 바와 같이 Durbin-Watson 통계치가 1.98로 나타나 새로운 추정결과에서는 자기상관의 문제가 더 이상 존재하지 않는다. 자기회귀오차수정모형에 의한 가격 탄력성은 -0.33로 나타나 앞서의 결과와 큰 차이는 없으나 절대치가 다소 감소하였다. 또한 통계적 유의미성도 다소 감소하였는데, 이는 이전에 추정된 회귀계수의 분산이 자기상관으로 인하여 과소추정되었음을 의미한다.

한편, 자기상관오차수정모형에 의하여 얻어진 -0.33의 가격 탄력성 값은 관찰 불가능한 특성에 의

표 2. 댐용수 수요함수 추정결과

독립변수	내부추정법		자기회귀오차수정모형	
	추정치	P-value	추정치	P-value
절편	0.000 (0.026)	1.000	-0.001 (0.033)	0.974
요금	-0.434 (0.154)	0.005	-0.327 (0.143)	0.023
인구	0.004 (0.017)	0.812	0.002 (0.019)	0.918
R-Square	0.2085		0.2573	
Durbin-Watson 통계치	1.5054		1.9773	

주 : 1) 표준오차는 괄호 안에 제시되어 있음.
 2) 변수들은 원래의 변수에서 횡단면 분석단위별로 구해진 평균을 뺀 값을 나타냄.
 3) 연도별 특정효과에 대한 추정결과는 표에서 생략함.

5) 내부추정량을 산출하는 식 (2)에서 볼 수 있듯이 시간불변변수들은 고정효과변환 과정을 거치면서 식에서 제외되게 된다.

한 누락변수편의, 오차항과 독립변수들과의 상관관계에 의한 편의, 자기상관의 문제점 등을 효과적으로 통제하여 얻어진 추정치이기 때문에 본 연구에서 결론적으로 선택하는 추정결과이다. 따라서 본 연구에서 추정한 댐용수의 가격 탄력성은 -0.33 이며, 이는 댐용수 요금이 10% 증가할 경우 댐용수의 수요가 3.3% 감소한다는 것을 의미한다.

5. 결론

댐용수에 대한 요금의 부과는 1984년에 처음으로 도입되어 초기에는 댐별로 댐 건설비를 부담시키는 형태의 요금제도를 운영하다가 1987년부터 전국단일 요금제도를 시행하여 오고 있다. 댐용수의 요금은 전국단일요금제도와 아울러 총괄원가 방식이라는 두 가지 특징으로 요약될 수 있는데, 이러한 요금산정 방식은 보편적 서비스에 대한 전통적인 공공요금 산정방식으로서 최근 강조되는 공공 서비스 가격체계 효율화 노력과는 거리가 있다(서울대학교 행정대학원, 2003). 한편 우리나라의 경우에는 선진국에 비해 물 공급의 안전도가 취약한 편이며, 특히 최근의 불안정한 기상상태와 관련하여 가뭄에 특히 취약한 면을 보

여주고 있다. 앞서 언급하였듯이 이러한 현실에서 댐용수의 효율적인 수량관리를 통한 수요관리정책의 중요성이 점차 증대하고 있다. 반면 댐용수의 가격산정 방식의 특성과 댐용수 수요계약 체결의 방식 때문에 그동안 댐용수 수요함수에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았는데, 본 연구는 최초로 댐용수의 수요함수를 추정하여 댐용수의 효율적인 수요관리를 위한 정책정보를 제공하고자 시도되었다. 본 연구의 분석결과 댐용수의 경우에도 상수도의 경우와 유사한 방향과 범위인 -0.33 의 가격 탄력성을 갖는 것으로 나타났다. Howe(1993)가 지적하였듯이 물값에 관한 정보는 단기적으로는 공급량의 효과적인 분배와 장기적으로는 최적 공급규모 수준 결정에 결정적인 역할을 하는데, 댐용수의 가격 탄력성에 관한 정보도 마찬가지로 가격체계의 효율화를 통한 댐용수 수요관리 정책 수립에 대단히 중요한 정보들을 제공하고 있다. 예를 들어 10%의 댐용수 요금인상에 3.3%의 댐용수 소비가 감소한다는 사실은 유한한 수자원을 가격체계의 변화를 통해 절약할 수 있음을 보여주지만 댐용수 요금의 인상이 수질오염의 감소와 (비탄력성으로 인한) 재정수입의 증가도 가져온다는(박두호 등, 1999) 점을 말하여 주고 있다.

참고/문헌

- 박두호, 이동률(1999), 수자원의 가치와 가격의 경제학, 수자원학회지 제32권 3호, pp.92-100
- 서울대학교 공학연구소(1998), 「물관리의 최적화를 위한 수도요금 정책방향에 관한 연구」, 한국수자원공사
- 서울대학교 행정대학원(2003), 「효율적 댐용수사업을 위한 댐용수요금제도 개선방안 연구」, 한국수자원공사
- 한국수자원공사(2002), 「댐용수공급업무」내부문서, 한국수자원공사
- Barkatullah, Nadira(1999), Pricing, Demand Analysis and Simulation: An Application to a Water Utility, Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Sydney
- Baumann, D.D., Boland, J.J., and Hanemann, W.M.(1997), Urban Water Demand Management and Planning, McGraw-Hill International, New York
- Bos, Johannes M.(1995), The Labor Market Value of Remedial Education, Unpublished Ph.D. Dissertation, New York University
- Espey, M., Espey, J., and Shaw, W.D.(1997), Price Elasticity of Residential Demand for Water: A Meta-Analysis, Water Resources Research 33(6), pp.1369-1374
- Gracia, Fernando Arbues, Maria Angeles Garcia Valinas and Roberto Martinez-Espineira(2001), The Literature on the Estimation of Residential Water Demand, Unpublished paper
- Hansen, L.G.(1996), "Water and Energy Price

- Impacts on Residential Water Demand in Copenhagen", Land Economics, Vol. 72, no. 1
- Hogland, L.(1997), "Estimation of Household Demand for Water in Sweden and its Implications for a Potential Tax on Water Use", Studies in Environmental Economics and Development, 1997:12. Department of Economics, Gothenburg Univ.: Gothenburg
- Howe, C.W.(1993), "Ware Pricing: an Overview", Water Resources Update
- OECD(1998), Household water pricing in OECD countries, Paris: OECD, ENN/EPOC/GEEI(98)12 /FINAL
- SAS Institute(1993), SAS/ETS Software: Applications Guide 2, SAS Institute Inc.: Cary, NC.
- Verbeek, Marno(2000), A Guide to Modern Econometrics, John Wiley & Sons, Ltd: New York, NY.
- Wooldridge, Jeffrey M.(2002), Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, MIT Press: Cambridge, MA.

화보 2 : 우수박스공사 현장(2004. 3. 10)

청계천 복원공사가 한창 진행되고 있다. 청계천2가 수표교 좌안에서 3가쪽을 바라보고 찍은 것이다. 양 하안에 우수박스를 만들고 그 위에 2차선 도로를 만드는 공사이다. 홍수기 전에 완성하기 위하여 지난 11월부터 24시간 작업을 하고 있다.

