

조건부 가치추정법을 이용한 단수상황 회피의 경제적 가치 추정 연구

채수복* · 강기래**

The Estimation of the Economic Value of Avoiding Cutting off the Water Using Contingent Valuation Method

Su Bok Chae* · Kee Rae Kang**

요약 : 광역 상수도건설사업의 경제적 편익에는 사용가치(use value)만 고려되고 있으나, 단수상황을 해소하는 비사용가치(non use value)도 경제적 편익에 해당하므로 이에 대한 고려도 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 조건부 가치추정법을 이용한 단수상황 회피의 경제적 가치를 도출해 보았다. 경기 남부권 지역의 수도 사용가구에서는 단수상황 회피를 위해 1톤당 약 175.6원의 지불의사가 있는 것으로 추정되었다. 단수상황 회피를 위한 소비자의 지불의사액(현재가치)은 약 1,549억 원에 달하는 것으로 나타났다. 사용가치만 반영된 본 사업의 경제성 분석결과는 비용대비 편익 비율이 1.44로 조사되어 경제성이 있는 것으로 나타났으나, 지금까지 비수도권지역에서의 광역상수도사업은 경제성이 낮은 것으로 나타나고 있어 광역상수도 보급에 어려움이 있어 왔다. 따라서, 예비타당성조사에서 사용가치만이 고려될 경우 재정사업의 경제적 가치는 저평가될 우려가 있으므로, 본 연구와 같이 비사용가치를 추가적으로 고려하여 총가치에 대한 평가를 진행해야 한다. 이는 도시기반시설의 안정적 공급을 통해 효율적 자원배분 실패문제를 해소하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

주제어 : 사용가치, 비사용가치, 단수상황 회피, 조건부 가치추정법, 경제성분석

ABSTRACT : This study aims to estimate the economic value of avoiding cutting off the water. According to the previous study, the use value was solely considered regarding economic value analysis of expanding wide area waterworks facilities. However, these projects not only make us use water, but also bring opportunity for usable water. If the use value is solely considered factor in Cost Benefit Analysis(CBA) of Preliminary Feasibility Studies, (PFS), B/C ratio of the project is underestimated. Therefore, the non-use value which is avoiding cutting off the water must be added to the total economic value. Tap water user's WTP per household approximately estimated 175.6won/m³(ton) in south Gyunggi-do. During period of the project, consumer's presented value of the project which is avoiding cutting off the water comes to about 154.9 billion won. This result must be included to the total economic value. Also, this approach would help solve the problem of inefficient resource allocation related to the supply of urban infrastructure facilities.

Key Words : use value, non use value, avoid cutting off the water, contingent valuation method, cost-benefit analysis

* 한국개발연구원 공공투자관리센터 연구원(Research Assistant, PIMAC, Korea Development Institute), 교신저자(E-mail: sbchae@kdi.re.kr, Tel: 02-958-4756)

** 경북대학교 농업과학기술연구소 연구원(Research Assistant, Department of Land, Kyungpook National University)

I. 서론

국토해양부는 2008년도에 경기도 남부권의 장래 도시개발 및 산업단지 조성에 따른 인구 증가가 예상됨에 따라 경기 북부권 및 인천권역의 잉여 급수물량을 경기도 화성, 안성, 오산, 평택지역에 공급하는 「한강하류권 2차 급수체계조정사업」을 계획하였다.

본 사업과 같은 급수체계조정사업은 현재와 같이 원활하게 생활용수 및 공업용수를 사용할 수 있도록 제공함에 따라 다양한 편익을 제공하지만 이와 반대로 막대한 예산이 소요되기 때문에 비용 대비 편익비용 측정 등의 타당성 평가를 통해 사업의 추진여부를 판단하고 있다.

일반적으로 용수공급사업의 총가치는 사용가치(use value)와 비사용가치(nonuse value)의 합으로 정의될 수 있으나, 그동안의 용수공급사업에서는 사용가치에 국한된 평가가 이루어짐에 따라 경제적 가치를 과소평가하는 경향이 있어 왔다. 가령, 한 도시의 용수 수요 및 (최대)공급능력이 100t인 경우 인구 유입 혹은 생활수준의 향상으로 용수에 대한 수요량이 10% 증가한다면, 지금까지의 경제성 분석의 편익은 10t의 사용가치만 반영되고 있으나, 용수 공급사업의 경제적 가치를 고려함에 있어서 단순히 직접 사용하는 것뿐 아니라, 사업 미시행 시의 수도공급제한으로 인한 단수상황의 불편함에 대한 비사용가치도 경제적 가치에 포함하여 고려할 필요가 있다. 즉, 경제성 분석은 사업시행 전·후의 비교가 아닌 미래 어느 시점에서 시·미시행에 따른 편익의 증분을 고려해야

하기 때문에 본 사업의 미시행에 따른 미래 어느 시점에서는 용수 수급 불안정 문제와 함께 제한적 단수 조치상황¹⁾에서의 불편함이 존재할 수 있다는 점을 고려하여 사업시행이 제공하는 단수상황으로부터의 위협 해소라는 경제적 가치도 고려할 필요가 있다.

그러나 일반적인 재화의 가치가 시장에서는 가격이라는 흔적(sign)으로 관찰이 가능하지만, 단수상황을 회피하기 위한 지불의사는 시장 내에서 관찰되지 않기 때문에 이에 대한 경제적 가치를 추정하는 데 어려움이 있다.

이에 따라 본 연구는 양분선택형 질문 자료²⁾를 이용하여 비시장재화의 경제적 가치를 추정하는 조건부 가치추정법(Contingent Valuation Method, 이하 'CVM')으로 단수상황 회피의 경제적 가치를 도출하고 경제적 타당성을 분석하고자 한다.

II. 관련문헌 검토

1. CVM의 활용범위 및 장점

CVM은 자원 및 환경경제학 분야에서 더욱 광범위하게 받아들여졌지만 이 분야에만 그치는 것이 아니라 실험 설계, 마케팅, 정치과학, 심리학, 사회학, 보건학, 관광, 수산 등의 다른 영역과 결합되어 그 적용범위가 계속 넓어지고 있으며, 최근에는 대기질, 수질, 휴양(Recreation) 등 다양한 분야의 가치추정에 널리 이용되고 있다. 아울러 CVM은 주로 학문적 범위 내에서 연구되었으나, 1989년 3월 24일 알래스카의 프린스 윌리엄스

1) 일시적인 계획이나 돌발적인 사고로 인한 단수조치를 제외한 용수 수급불균형에 따른 단수만을 그 대상으로 한다.

2) 「한강하류권 2차 급수체계조정사업 예비타당성조사」에서는 물 1t의 사용가치에 대한 개방형 질문만을 이용하여 경제적 편익을 도출하였다(이원석, 2009).

사운드 해협(Prince William Sound)에서 유조선 엑손발데즈(Exxon Valdez)호가 암초에 좌초되어 3만 6천 톤의 원유가 유출돼 1,700km의 해안선을 뒤덮은 불행한 사건에 대한 가치추정에 적용되면서 주요 정부부서, 국제기구, 연구소 등에서 많이 활용되고 있다. 구체적으로, 1981년에 종합 환경대응책임법(CERCLA)이 통과되면서 미국 내무부(Department of Interior)는 환경사고나 오염으로 인한 자연환경 피해액을 계산하여 환경을 훼손한 사람을 기소하도록 하는 오염자 부담원칙을 공표하였다. 그동안 이 법을 적용할 수 있는 범위를 어디까지로 하고, 어떤 방법으로 피해액을 계산할지에 관한 많은 논란이 있어 왔는데, 이러한 논란이 첨예하게 대립된 사건이 바로 엑손발데즈호 사건이며, 논쟁의 핵심은 엑손(Exxon)사에 청구할 보생액을 결정하는 데 CVM을 사용할 수 있는지의 여부와 알래스카 주민에게 비사용가치를 피해액에 포함시키느냐의 여부였다. 결론적으로 미국 국립해양·대기관리국(NOAA)은 두 명의 노벨경제학상 수상자 애로우(Kenneth Arrow)와 솔로우(Robert Solow)를 포함한 Blue Ribbon Panel을 구성하여 CVM의 타당성 및 CVM 사용 시 주의할 점 등을 전면 재검토하도록 하였다. 이 패널 보고서는 비사용가치를 포함

하여 환경피해보상액을 산정하는 데 결정적인 역할을 하였다.

비시장재화의 가치추정에 있어 CVM의 장점을 간략히 요약하면 다음과 같다. 첫째, 다른 기법에 비해 더 많은 비시장재화에 적용될 수 있다. 둘째, 다양한 유형의 가치를 직접 측정할 수 있다. 셋째, Hicks적 후생(Hicksian welfare)을 정확하게 직접 측정할 수 있다. 넷째, 유효성 및 신뢰성을 검사할 수 있도록 설계할 수 있다.

2. 선행연구 검토

〈표 1〉에서 제시한 것처럼, 지금까지 생활용수의 단수상황 회피에 대한 경제적 가치산정을 위한 연구는 전무한 실정이다. 이는 수돗물과 같은 공공재가 대도시권역에서는 안정적으로 공급되어왔기 때문에 단수상황에 대한 특별한 고려가 없었던 것으로 풀이된다. 다만, 광역상수도 보급 사업에 따라 추가적으로 소비하는 수돗물의 사용가치를 추정하는 연구와 수질개선 등의 연구는 상당히 많았던 것으로 보인다.

우선, 최근까지의 용수공급과 관련된 예비타당성조사에서는 수도요금자료를 분석하여 수요곡선에서의 소비자 잉여를 추정하고, 용수의 경제적

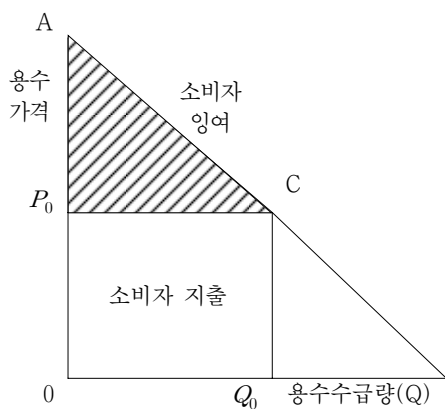
〈표 1〉 예비타당성조사 선행 연구사례

사업명	대상지역	편익 추정방법론	B/C
한강하류권 급수체계구축 1차 사업 (김동석, 2003)	경기 동두천시, 고양시, 김포시, 파주시, 포천군, 의정부시	- 수요함수 접근법(수요함수를 추정하여 소비자 잉여 계산)	2.2
충남남부권 광역상수도 사업 (조동호, 2004)	충남 금산군, 충북 무주군	- 수요함수 접근법(수요함수를 추정하여 소비자 잉여 계산)	0.43
경북중부권 광역상수도 건설 사업 (최용석, 2005)	경북 칠곡군, 의성군, 군위군	- 수요함수 접근법(수요함수를 추정하여 소비자 잉여 계산)	0.83
구미Ⅲ단계 광역상수도 사업 (최승안, 2008)	경북 구미시, 김천시, 칠곡군	- 수요함수 접근법(설문조사를 통해 수돗물에 대한 최대 지불의사액 추정)	0.91

주: 각 예비타당성조사 요약보고서 결과를 정리하였음.

편익을 분석해 왔다. 이러한 수요함수 접근법(Demand Curve Approach)은 용수에 대한 수요곡선을 구할 수 있을 때 적용되며, 수요곡선의 아래 면적으로 용수의 가치를 계산하게 된다.

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. 이와 같은 내용을 용수의 수요곡선을 나타내는 <그림 1>을 통해 살펴볼 수 있다.



<그림 1> 용수 수요함수와 소비자 잉여

용수의 단위당 가격이 P_0 이고 수요량이 Q_0 일 때, 소비자가 Q_0 만큼을 수요하면서 얻게 되는 총 경제적 가치는 수요곡선 아래의 면적 $\square ACQ_00$ 으로 계산된다. 또한 수요곡선 아래 면적 $\square ACQ_00$ 중 소비자의 총지출 $\square P_0CQ_00$ 을 뺀 면적 $\triangle AP_0C$ 는 소비자 잉여(Consumer Surplus)가

된다. 즉 소비자 잉여는 빗금친 부분이다. 즉 용수 공급의 경제적 가치는 소비자 잉여와 소비자 지출의 합으로 구성된다. 이와 같이 수요함수를 통해 용수공급의 경제적 편익을 추정하는 방법을 수요곡선 접근법이라 한다. 그러나 수도물의 사용 가치는 실제 수도물이 공공재로서 거래되고 요금(fee)이라는 정보가 있으나, 이 요금은 생산원가를 기준으로 정책적인 측면에서 결정되기 때문에 수도물 사용요금이 소비자의 지불의사액을 반영하는 데 한계가 있어 왔다. 따라서 최근의 구미Ⅲ 단계광역상수도사업(2008)부터는 사용가치에 대해서도 개방형(Open ended)방식³⁾의 설문조사가 활용되고 있다.

다음으로 수질개선의 경제적 가치는 본 연구의 단수(斷水, cutting off the water) 상황처럼 비시장재화에 해당되는 재화의 특성으로 조건부 가치추정법을 이용한 연구가 진행되어 왔다.

신영철(1997)은 한강지역에 수영을 비롯한 모든 물놀이가 가능한 수준으로 수질을 개선하는 데 있어서의 지불의사액을 추정하였으며, 그 결과 수질개선분담금을 가구당 월 6,850원 정도 지불할 수 있는 것으로 나타났다.

김봉구 외(2001)는 팔당호의 수질 수준을 현재의 3등급에서 상수도로 이용가능한 수질인 1등급으로 개선시키기 위한 질문을 통해 가구당 월 1,859원을 지불할 의사가 있는 것으로 분석하였다.

신효중 외(2009)는 북한강 상류지역의 탁수방지프로그램 재원마련을 위해 해당 프로그램의 수혜 대상인 중·하류 및 수도권지역의 지불의사액을 추정하였으며, 가구당 월 평균은 경기지역 3,325원, 서울 3,089원, 인천지역 1,216원의 지불의사가 있는 것으로 추정되었다.

3) 수도물은 이미 소비하고 있는 재화에 해당하므로 가상적 재화로 가정할 필요가 없다.

3. CVM 분석모형의 이론적 검토

양분선택형 설문조사를 통해 얻어진 자료를 분석하여 지불의사액(Willingness To Pay, 이하 'WTP')의 대표값을 분석할 수 있는 모형은 크게 Hanemann(1984)이 제안한 효용격차모형(utility difference model)과 Cameron and James(1987)가 제안한 WTP 함수 접근법의 두 가지가 있다. McConnell(1990)은 이 두 가지 접근법이 서로 쌍대(duality)관계에 있는 것으로 밝힘에 따라 어느 방법을 사용하느냐 하는 것의 시시비비는 중요하지 않은 것으로 인식되고 있다.

응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득(m)과 개인의 특성벡터(S)에 근거하여 공공재의 상태(j)에 대해 느끼는 효용은 다음과 같은 간접효용함수 u 로 표현될 수 있다.

$$u = u(j, m; S), \quad j = 0, 1 \quad (1)$$

여기서, $j = 0$ 은 공공재를 이용할 수 없거나 공공재가 보존되지 않는 상태를 의미하며 $j = 1$ 은 공공재를 이용할 수 있거나 공공재가 보존되는 상태를 의미한다. 그런데 연구자에게는 응답자가 측정대상 공공재의 상태 변화를 선택 또는 거부하는데 있어 관측이 불가능한 부분이 존재한다. 따라서 간접효용함수는 다음과 같이 관측 가능한 확정적인 부분 $v(j, m; S)$ 와 관측 불가능한 확률적 부분 ϵ_j 로 구성된다.

$$u(j, m; S) = v(j, m; S) + \epsilon_j \quad (2)$$

간접효용함수에 영향을 미치는 확률적 성분인 ϵ_j 는 j 에 상관없이 독립적이면서 동일한 분포를

갖는(independently and identically distributed) 확률변수로 평균은 0이다. 각 개인이 효용을 최대화한다고 가정하자. 그렇다면 각 개인은 식 (3)의 조건을 만족할 때, “당신은 공공재의 이용을 위해 또는 공공재의 보존을 위해 A 를 지불할 의사가 있습니까?”란 질문에 대해 “예”라고 대답하고 A 를 기꺼이 지불함으로써 효용을 최대화한다.

$$v(1, m - A; S) + \epsilon_1 \geq v(0, m; S) + \epsilon_0 \quad (3)$$

이제 효용의 격차와 오차항의 격차를 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta v(A) \equiv v(1, m - A; S) - v(0, m; S) \geq \eta$$

$$\eta \equiv \epsilon_0 - \epsilon_1$$

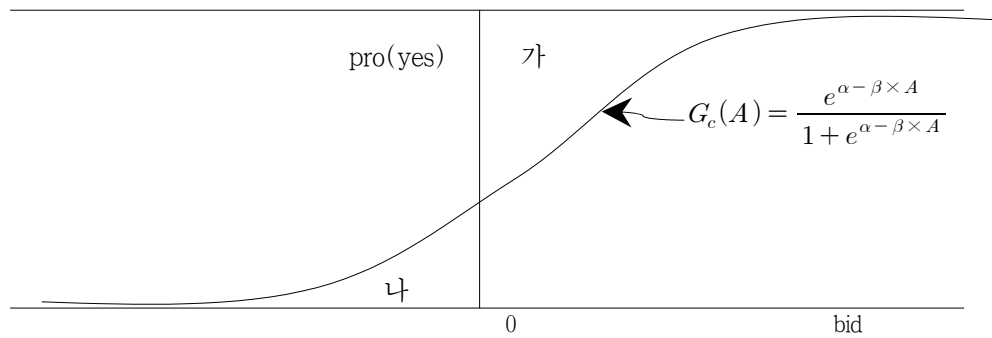
그렇다면 “예”라고 응답할 확률은 식 (4)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \Pr\{\text{응답이} \sim \text{“예”}\} &= \Pr\{\Delta v(A) \geq \eta\} \\ &\equiv F_\eta[\Delta v(A)], \quad (\Delta v = \alpha - \beta A) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 $F_\eta(\cdot)$ 는 η 의 누적분포함수(cdf, cumulative distribution function)이다. “예”란 응답은 $\Delta v \geq 0$ 일 때 관측되며, “아니오”란 응답은 $\Delta v < 0$ 일 때 관측된다. 지금부터 C 로 표기할 WTP는 확률변수로서 이의 누적분포함수, 즉 cdf는 $G_C(A)$ 로 정의된다. 한편 식 (4)는 식 (5)와 같이 다르게 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned} \Pr\{\text{응답이} \sim \text{“예”}\} &= \Pr\{C \geq A\} \equiv \\ &1 - G_C(A) \cdots (C = \text{WTP}) \end{aligned} \quad (5)$$

따라서 식 (4)와 식 (5)를 비교하면 식 (6)의 관계식을 구할 수 있다.



〈그림 2〉 로지스틱함수의 누적분포함수

$$1 - G_c(A) \equiv F_\eta[\Delta v(A)] \quad (6)$$

III. 설문조사 표본설계

1. 설문조사 대상 및 설계

Hanemann(1984)의 지적에 따르면 확률효용이론의 맥락에서 보면 $1 - G_c(A)$ 함수는 개인의 최대 WTP누적 분포함수로 해석될 수 있기 때문에 $1 - G_c(A)$ 의 모수추정은 곧 WTP 함수의 추정이 라고 볼 수 있다.

이에 따른 소비자의 지불의사액은 〈그림 2〉에서 제시되는 것처럼 ‘가’ 영역 넓이에서 ‘나’ 영역을 차감한 부분으로 정의될 수 있다.

$$\begin{aligned} \int_0^\infty [1 - G_c(A)] dA &= \text{'가' 영역} \\ \int_{-\infty}^0 [G_c(A)] dA &= \text{'나' 영역} \\ C^* &= \int_0^\infty [1 - G_c(A)] dA - \int_{-\infty}^0 [G_c(A)] dA \quad (7) \end{aligned}$$

식 (7)을 풀어보면 WTP가 α/β 로 도출되면 logistic 혹은 probit 모형으로 추정된 결과의 $\frac{\text{절편항 추정치}}{\text{제시금액 추정치}}$ ⁴⁾로 해석될 수 있다.

본 설문조사에서는 수도물을 원활히 공급하기 위한 급수체계조정사업에 대한 추가적인 지불의사액을 측정하기 위해 단수가 발생할 수 있음을 조사대상자들에게 인식시키고 설문조사를 진행하였으며, 전체 900여 가구 중 수도물 사용 가구인 803가구⁵⁾만을 그 분석대상으로 고려하였다.

조사 대상의 기본적인 단위가 가구이므로, 표본 설계 및 추출에 있어서도 지역별 가구 비율을 기준으로 삼아 지역단위별로 추출하였다. 구체적으로 이야기하면 전국적으로 1,000개의 표본 조사를 할 경우 실제 모집단에서 서울의 인구 또는 가구가 25%의 비중을 차지하면, 250개를 서울 지역의 표본수로 책정하고 무작위로 표본을 뽑는 방식이다. 통상 전국 단위의 가구 방문 면접조사에서는 인구센서스와 같은 자료를 근거로 하여, 광역 시·도의 가구수 또는 인구 비에 따라 1단계 층화를 설정하고, 다음 단계로 해당 광역 시·도의 시

4) 통계 패키지에서는 logistic 혹은 probit 모형 분석에서 제시가격(bid)에 대해 negative function으로 분석하지 않으므로 분석결과에 대해 음(negative)의 값 처리를 해주어야 한다.

5) 900여 가구 중 97개 가구는 수도물을 사용하지 않는 것으로 나타났으며, 이는 급수보급률을 약 89.3%로 가정하는 것이다.

〈표 2〉 사업대상 지역별 표본수 및 최종 설문표본수

(단위: 가구수, %)

행정구역	표본수		사전조사		본조사	
	가구수	비율	목표 표본	실제 표본	목표 표본	실제 표본
전 체	414,740	100.0	50	50	900	900
화성시	153,560	37.0	18	18	333	333
오산시	55,488	13.4	7	7	121	121
평택시	64,073	15.5	8	8	139	139
안성시	14,619	34.2	17	17	307	307

또는 군 단위 지역의 가구수 또는 인구 비에 따라 표본수를 결정한다. 그런 다음 동·읍·면이나 번지를 조사 실사 지점으로 취급하여, 하나의 조사 지점에서 7~12개 정도의 조사가 이루어질 수 있도록 실사 지점들을 무작위로 추출한다.

이 조사에서 표본 설계 및 추출 역시 층화추출법의 원리에 따라, 2007년 주민등록인구통계자료를 모집단에 대한 정보의 근거로 하여 조사 대상 지역인 4개 시를 첫 번째 단계의 층으로, 각 시의 동 또는 읍·면을 다음 단계의 추출 단위(층)로 하여 표본수를 책정하였다. 그런 다음 각 동·읍·면에서 무작위로 가구를 방문 면접하여 책정된 표본수만큼의 조사를 실시하였다. 〈표 2〉는 4개 시의 모집단 가구수 비중과 이에 따라 책정한 표본수를 나타낸 것이다.

2. 설문 문항

단수상황 회피를 위한 본 사업의 지불의사액 설문을 위해 사업지역의 향후 단수발생가능성을 언급하고 수도요금이라는 지불수단을 통해 수도요금

외에 추가적으로 얼마의 비용을 지불할 의사가 있는지 여부를 묻는 것으로 설문지를 구성⁶⁾하였다.

〈표 3〉 지불의사 문항

최근 안성시, 오산시, 평택시, 화성시의 인구는 빠른 속도로 증가하고 있으며, 각종 개발계획으로 인해 앞으로 인구도 계속해서 증가할 것으로 예상됩니다. 이에 따라 수도물에 대한 수요도 증가할 것이므로, 상수도 공급시설이 제때 확충되지 못한다면 물 부족 상황을 겪을 수 있습니다.

귀하가 거주하시는 지역의 수도요금은 대략 ㉠원/㎡입니다. 본 조사에서는 수도물 공급시설이 제대로 확충되지 못해 수도물이 제대로 공급되지 않는 상황을 막기 위해 귀하의 가구가 현재의 수도요금 외에 추가적으로 부담하시고자 하는 금액에 대해 알고자 합니다. 귀하 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도로 지출되어야 한다는 사실을 감안하여 응답해 주십시오.

지자체	㉠
화성시	749원/㎡
오산시	518원/㎡
안성시	769원/㎡
평택시	582원/㎡

6) 단일경계형(SB) 양분선택형 모형의 추정결과가 유의하지 않을 경우를 대비하여 첫 번째 질문의 YES 응답자에게는 두 배의 제시값, No 응답자에게는 절반을 제시하여 다시 묻는 방식을 취하였다. 또한, No-No 응답자에게는 본 사업에 대한 지불의사가 0 이상인지 여부를 묻는 문항을 추가로 구성하였다.

3. 설문조사 결과

이 조사의 진행 방법은 가구 방문 면접조사이다. 앞에서의 표본추출에 따라 각 읍·면·동의 표본수가 결정된 후, 면접원들은 조사감독원들의 관리하에 지정받은 지역에서 할당받은 수만큼의 가구를 방문하여 가구주 또는 배우자를 대상으로 면접조사를 진행하였다. 면접원은 조사 대상자의 이해를 돕기 위해 설문지와 '보기 카드'를 이용하여, 지시된 순서에 따라 철저하게 직접 진행하는 방식으로 조사를 수행하였다.

이 조사는 면접원이 가구를 방문하여 조사대상자의 동의를 얻는 방식으로 면대면(face-to-face) 조사를 진행하였다.

조사는 사전조사와 본조사로 나뉘어 진행되었으며, 사전조사에서는 가상재화의 가치에 대해 개방형(open ended)으로 질문하여 얻어진 지불의사액과 설문조사과정에서 발생한 난해한 문장, 설문 문항 중 저항 응답을 야기하여 지불 거부 의사에 있는 요소들을 감안하여 본조사설문지를 재조정하였다. 제시금액은 현재 소비하는 평균수도요금 이상의 추가적인 지불의사를 묻는 폐쇄형(closed end) 제시금액으로 설계하여 진행하였다.

사전조사는 2009년 2월 12일~2월 19일 실시되었으며, <표 4>에 제시된 것처럼 0원의 응답비율이 가장 높았으며, 200원 이하가 86%를 차지하는 것으로 나타났다.

사전조사 결과 본 사업의 1톤당 단수상환 회피에 대한 평균지불액은 약 98원 수준인 것으로 보이며, 50원, 100원, 150원 응답값을 제외하고 대부분 고르게 분포하는 것으로 나타났다. 본 조사에서는 50원~500원까지 50원 단위로 총 10개의 제시구간을 설정하였다. 본조사는 2월 23일부터 3월 5일까지 900여 가구를 대상으로 진행하였다.

<표 4> 사전조사결과

	응답자	비율
0원	16	32.0
18원	1	2.0
30원	1	2.0
50원	5	10.0
68원	1	2.0
70원	1	2.0
77원	2	4.0
100원	10	20.0
150원	4	8.0
200원	2	4.0
230원	2	4.0
256원	1	2.0
300원	1	2.0
400원	1	2.0
418원	1	2.0
500원	1	2.0
Total	50	100.0
평균지불의사액: 98.48원		

<표 5> 본조사 응답결과(급수가구수 803가구)

제시 금액	표본수	응답결과	
		yes-응답	no-응답
50	(77)	56	21
100	(82)	49	33
150	(79)	43	36
200	(82)	38	44
250	(84)	29	55
300	(80)	21	59
350	(79)	16	63
400	(78)	25	53
450	(82)	26	56
500	(80)	25	55

전체 900여 가구 중 수돗물 사용가구는 803가구로 나타났으며 각 제시금액별로 80여 가구에 대해서 설문조사를 진행하였다. 350원~400원 구간에서는 yes 응답이 오히려 늘었으나 전반적으로 제시금액이 높아질수록 no 응답비율이 높아지는 결과를 보였으며, 예외적으로 400원~500원 구간

의 yes 응답비율은 300~350구간보다는 높은 것으로 조사되었다. 그러나 이러한 결과는 50~250원 구간보다는 상당히 낮은 것으로 조사되는 등 제시금액이 높아질수록 지불거부율이 높아진다는 이론적 예상($G_c(A) \uparrow$)과 상당히 일치하는 것으로 나타났다.

IV. 실증분석 결과

1. 모형추정 결과

공변량을 포함하지 않은 로짓모형(logit model without covariate)을 회귀분석한 결과(〈표 6〉)는 절편항 및 제시금액 추정치 모두 1% 수준에서 유의하며, 제시금액(Bid) 추정치의 계수값이 음

(negative)의 부호를 가짐에 따라 제시금액이 높아질수록 yes 응답률이 낮아질 것이라는 이론적인 예상과 일치한다. WTP 모형에 대한 모수 추정 결과 단수상황 회피에 대한 물 1톤(1,000ℓ)당 지불의사액은 175.6원 수준인 것으로 나타났으며, 단수상황 회피에 대한 지불의사를 '0' 이상으로 가정하여 0 이상의 절단면만 고려한 〈그림 2〉의 '가' 영역은 약 275.6원이며, 음의 WTP 지불의사 분포 면적을 나타내는 〈그림 2〉의 '나' 영역은 약 -100원 정도인 것으로 해석할 수 있다.

다음으로 사회경제적 변수를 포함한 모형분석을 통해 모형이 제대로 추정되었는지 확인해 볼 필요가 있다. 〈표 7〉에서는 월 소득⁷⁾(300만원 이상) 및 단수경험 유무에 대한 더미변수(dummy, 가변

〈표 6〉 (공변량 없는) 단수상황 회피에 대한 WTP 추정결과 1

변수명		추정값
절편항($\hat{\alpha}$)		0.704884* (4.43)
Bid($\hat{\beta}$)		-0.00401* (-7.44)
관측값(N)		803
로그우도		-513.304
Pseudo R2		0.0548
Prob > chi2		0
LR chi2(1)		59.52
W T P	평균값	175.60
	CI	K-R (124.8~213.8)
		Delta (132.9~218.3)

주: 1. 추정치 아래의 ()는 t-통계량이며, * 표시는 1% 수준에서 유의한 것임을 나타냄.
2. K-R은 Krinsky and Robb(1986)을 모수적 부스트랩 적용결과이며, Delta는 delta method를 적용한 신뢰구간임.

〈표 7〉 (공변량을 포함한) 단수상황 회피에 대한 WTP 추정결과 2

변수명		추정값
절편항($\hat{\alpha}$)		0.4971343* (2.89)
소득 (300만 원 이상 여부 dummy)		0.4283391* (2.84)
단수경험(dummy)		0.3858059 (1.59)
Bid($\hat{\beta}$)		-0.0041493* (-7.61)
관측값(N)		803
로그우도		-508.138
Pseudo R2		0.0643
Prob > chi2		0
LR chi2(1)		69.86
W T P	평균값	175.40
	CI	K-R (126.11~214.13)
		Delta (136.3~219.0)

주: 1. 추정치 아래의 ()는 t-통계량이며, * 표시는 1% 수준에서 유의한 것임을 나타냄.
2. K-R은 Krinsky and Robb(1986)을 모수적 부스트랩 적용결과이며, Delta는 delta method를 적용한 신뢰구간임.

7) 통계청 가계소득(신 분류기준) 자료에 따르면 최근 2003~2009년까지 월평균 소득(경상+비경상)은 약 305만원인 것으로 나타났다.

수)를 추가적으로 고려하여 모형을 추정하였다.

전체 표본 중 단수경험이 있는 가구는 약 10.46%밖에 되지 않아 (2-tailed) 5% 수준에서 유의하지 않지만 단수경험이 있는 경우 본 사업에 대한 지불의사가 높을 것으로 판단되며, 소득이 높은 경우에도 동일한 예상이 가능할 것으로 보인다. 또한, 공변량을 포함한 경우에도 단수상황 회귀에 대한 물 1톤(1,000ℓ)당 소비에 따른 소비자의 지불액은 약 175.4원인 것으로 나타났다.

2. 경제성분석 결과

평택, 오산, 안성, 화성시의 인구변화추세 및 향후 장래개발계획을 감안하여 인구를 추계한 결과 현재의 광역상수도 공급능력에 비해 2015년에는 <표 8>에서 제시된 것처럼 약 13만톤/일의 생활용수를 추가 소비할 수 있는 것으로 나타났다.

이를 연간 물 사용량(=1일 사용량×365)으로 환산하면, 사업 첫해인 2015년에는 약 86억원의

가치가 있는 것으로 나타났으며 사용량이 점차 증가함에 따라 그 가치도 늘어날 것으로 예상된다. 45년간 단수상황 회피의 경제적 가치를 현재가치화(Presented Value)⁸⁾하면 약 1,549억원에 달할 것으로 기대된다. 한편, 경제성 분석을 위해 추가로 고려할 사항은 생활용수를 추가 사용함으로써 발생하는 편익도 고려해야 한다는 것이다. 이는 본 사업으로 인한 편익이 사용가치와 비사용가치(단수상황 회피에 대한 지불의사액)의 합에 해당하기 때문이다. 사용가치만 반영된 예비타당성조사 결과만⁹⁾을 간략히 제시하면 2015~2059년까지 사용가치의 PV는 1조 1,835억원이며, 본 사업에 투입되는 사회·경제적 비용의 PV는 8,231억원으로 조사되었다. 이는 본 연구에서 추정된 단수상황 회피의 경제적 가치를 제외하더라도 B/C ratio는 1.44에 해당하는 매우 높은 수치이며, 본 연구에서 추정된 단수상황을 회피함으로써 발생하는 경제적 편익을 추가로 고려하면 B/C ratio는 약 1.63에 달할 것으로 예상된다.

<표 8> 장래 생활용수 추가 수요량 추정결과

(단위: 천m³/일)

구분 \ 연도	2015	2016	2017	2018	2019	2020~2059
총계	134.7	168.1	190.1	203.1	209.4	221.6
평택시	21.4	31.6	35.1	38.9	42.5	44.3
오산시	5.8	12.0	15.6	18.3	18.4	18.7
안성시	5.3	6.7	7.9	9.1	10.1	10.8
화성시	102.2	117.8	131.6	136.9	138.5	147.8

자료: 『한강하류권 2차 급수체계조정사업 예비타당성조사』(이원석, 2009)

8) 현행 『수자원 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)』(한국개발연구원, 2008a)에 따르면 수자원사업은 사업시행 후 30년간은 5.5%, 이후 15년간은 4.5%의 사회적 수익률로 할인함으로써 현재가치를 도출하며, 본 사업은 2014년까지 준공하여 2015년에 첫 편익을 누리는 것으로 가정하였다.

9) 자세한 도출과정 및 사업비 현황 자료는 『한강하류권 2차 급수체계 조정사업 예비타당성 조사』(이원석, 2009)에 제시되어 있다.

V. 결론

본 사업은 사용가치만을 고려하더라도 소요되는 사회적 자원의 기회비용을 충분히 감당할 수 있을 만큼 경제성¹⁰⁾이 높은 사업으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 비사용가치에 대한 추가적인 고려가 필요한 이유는 본 사업처럼 수도권지역에서는 도시인구가 밀집해 있어 적은 비용으로도 보다 많은 가구에 생활용수를 공급할 수 있으나, 비수도권지역에서는 상수원으로부터 수요지역간의 거리가 멀고 도시지역보다 밀집도가 낮아 동일한 경제적 혜택을 주더라도 더 많은 비용 투입이 예상되기 때문에 경제성이 낮은 경우가 많다. 앞서, <표 1>에서 제시된 광역상수도사업의 경제성분석 결과에서도 수도권사업(한강하류권 급수체계 구축 1차사업)을 제외하면 경제성이 모두 1을 넘지 못하는 것으로 나타났다. 이는 재정투자의 효율적 집행을 위해 도입된 예비타당성조사 제도하에서 비수도권지역사업은 도시인구가 밀집된 수도권지역보다 상대적으로 불리하게 작용하여 경제성이 낮게 나올 가능성이 있음을 시사한다. 물론 효율적인 재정집행이 이루어져야 한다는 차원에서 경제성이 없는 사업에 대해서는 투자계획이 철회되어야 하나, 현재의 경제성 분석들에서는 광역상수도사업의 용수공급능력증대만을 감안할 경우 경제적 가치가 저평가될 우려가 있다. 이는 현재의 생활수준을 유지하고, 필요한 시기에 필요함 만큼 용수를 사용할 수 있게 해줄 수 있는 비사용가치측면을 간과한 것이며, 재정사업의 저평가는 필요한 도시기반시설을 원활하게 공급하는 데 지장을 줄

수 있기 때문에 효율적 자원배분의 실패로 귀결된다고 볼 수 있다. 따라서 광역상수도 공급사업에 있어서 사용가치와 비사용가치를 모두 반영하여 사업의 경제적 가치를 평가할 필요가 있다. 이는 예비타당성조사 결과의 신뢰성 제고를 통해 합리적인 의사결정이 가능할 수 있기 때문이다.

한편, CVM 연구에서는 다음과 같은 한계를 갖고 있다. 첫째, 지불거부율이 높은 경우 음의 지불의사액(Negative WTP)이 도출되거나 추정 결과의 유의성 문제로 인해 추정에 어려움을 겪는 경우가 있다. 본 연구에서는 이와 같은 문제가 발생하지 않았으나, 다른 지역에 본 모형을 적용하는데 있어서 이와 같은 문제가 발생하지 않는다는 보장이 없으므로 제한적으로 사용할 수밖에 없는 한계가 있다. 둘째, 본 연구결과는 가상적 재화에 대한 시나리오를 통해 도출된 경기 남부권의 경제적 가치이며, 톤당 가치를 다른 지역에 적용할 수는 없다. 이는 기존에 연구된 지역(studied site)의 경제적 가치를 의사결정이 필요한 지역(unstudied site)에 단순히 적용할 수 없는 문제를 말하며, 메타분석(meta analysis)을 통해 편익이전(Benefit Transfer)을 검토해야 하기 때문에 다른 사업에 본 연구결과의 경제적 가치를 범용적으로 사용하는 데 한계가 있다. 셋째, CVM은 직접적으로 해당 재화에 대해 경제적 가치를 묻는 방식이므로 경제적 가치를 비교적 손쉽게 얻는 장점이 있는 반면, 가상적 상황에 대한 설명이 응답자에게 정확하게 전달되어야 하며 응답자의 편의를 유발하지 않도록 설문과정이 객관적으로 진행될 필요가 있다. 마지막으로, 도출된 175원의 적정성 논란에 직

10) 사용가치만 반영하더라도 경제성이 높은 원인으로는 본문에서 기술한 높은 수요뿐 아니라, 기존 관망을 이용하여 용수공급을 하는 소위 '네트워크' 효과가 발생하기 때문이다. 물론 기존 관망에 약간의 비용이 투입되어야만 용수공급이 가능하기 때문에 경제성분석의 do-nothing 관점에서는 이러한 네트워크 효과를 인정해 주어야 한다. 대부분의 광역상수도사업은 수원지(水源池)로부터 각 지자체의 경계까지 관로망을 신규로 공급하는 경우가 대부분이기 때문에 상대적으로 비용이 많이 소요된다고 볼 수 있다.

면할 수 있는 한계를 갖고 있다. 본 사업지역의 사용가치인 수도요금이 약 518~769원인 상황에서 단수상황의 불편을 해소하기 위한 비사용가치가 수도요금의 약 23~34%에 이르는 것은 과연 타당한 것인가에 대한 검증이다. 가령, 수도요금이 20~30% 증가할 경우 상당한 반발이 있는 지역에서 높은 지불의사액이 도출된다면, 응답자는 실제 지불의사와 달리 과다하게 지불의사를 표시했을 수도 있다는 비판에 직면할 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 통계적 유의성이 떨어지거나 음의 지불의사 문제가 발생하지 않았으나, CVM 모형을 활용하는 경우, 이중경계(Double Bounded Bid) 및 스파이크 모형(Spike model)을 염두에 둔 설문 디자인을 설계해야 한다. 또한, 추정금액의 적정성 검토를 위해 비시장재화의 경제적 가치를 측정하는 여행자비용접근법(Travel Cost Method, TCM)을 비롯한 다양한 연구방법론 및 수도시설이 완전히 확충되지 않은 도서지역과의 비교연구가 향후 보완되어야 할 것이다.

이를 통해 국가의 대형 SOC사업의 타당성 평가로서 그 위상이 높아지고 있는 예비타당성조사의 신뢰성을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 곽병찬, 2007, "[유레카]오염자부담원칙", 한겨레신문 칼럼(2007. 12. 17).
- 김대현·정창현·한중훈, 2008, "수소 네트워크 구성 시 기존 파이프 라인 활용의 경제적 효과", 『화학공학』, 46(3): 598~603.
- 김동석, 2003, 『한강하류권 급수체계구축 1차사업 예비타당성조사 보고서』, 한국개발연구원.
- 김봉구·조용성·곽재은, 2001, "팔당호 수질개선에 대한 소비자 지불의사액 추정", 『자원·환경경제연구』, 10(3): 433~459.
- 신영철, 1997, "이중양분택형 질문 CVM을 이용한 한강수질개선 편익측정", 『환경경제연구』, 6(1): 171~192.
- 신효중·전철현·최익창·연인철, 2009, "북한강 상류지역의 수질개선에 따른 중·하류지역의 수익자 지불용의액 추정", 『서울도시연구』, 10(4): 91~106.
- 이원석, 2009, 『한강하류권 2차 급수체계 조정사업 예비타당성조사』, 한국개발연구원.
- 조동호, 2004, 『충남남부권 광역상수도사업 예비타당성조사 보고서』, 한국개발연구원.
- 최승안, 2008, 『구미Ⅲ단계 광역상수도사업 예비타당성조사 보고서』, 한국개발연구원.
- 최용석, 2005, 『경북중부권 광역상수도 건설사업 예비타당성조사 보고서』, 한국개발연구원.
- 한국개발연구원, 2008a, 『수자원 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)』.
- _____, 2008b, 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』.
- Cameron, T. A and James, D., 1987, "Efficient Estimation Methods for closed Ended Contingent Valuation Surveys", *Review of Economics and Statistics*, 69: 269~276.
- Haab, T. C., and McConnell, K. E., 2002, *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of non-market valuation*, Edward Elgar.
- Hanemann, M. W., 1984, "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Response", *American Journal of Agricultural Economics*, 66: 332~341.
- _____, 1989, "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Response Data: Reply", *American Journal of Agricultural Economics*, 71: 1057~1061.
- Krinsky, I. and Robb, A. L., 1986, "On Approximating the statistical Properties of Elasticities", *The Review of Economics and statistics*, 68: 715~719.
- McConnell, K. E., 1990, "Models for Referendum Data:

The Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation", *Journal of Environmental Economics and Management*, 18: 19~34.

원 고 접 수 일 : 2011년 1월 27일

1차심사완료일 : 2011년 3월 18일

최종원고채택일 : 2011년 4월 13일