

## 지하수 보전가치 추정에 관한 연구\*

신효중\*\* 성명환\*\*\* 강지영\*\*\*\* 박상미\*\*\*\* 전철현\*\*\*\*\*

### Keywords

이중양분선택형 조건부가치측정법(double bounded contingent valuation), 지하수(groundwater), 보전가치(conservation value)

### Abstract

The purpose of this research is to estimate the conservation values of Jeju groundwater by using the double bounded contingent valuation (DBCV) method, which is one of main methodologies to tackle non-use values of public goods. Jeju groundwater has been at the center of dispute over its development and conservation in recent years. The Samdasoo company, which extracts groundwater from Jeju Island and which occupies over 40% market share of the domestic water market, has a plan to expand the amount of groundwater extraction, while the conservation side continuously points out that the conservation value of Jeju groundwater is also as important as its market value now. With respect to this issue, the Dong-seo Research Group conducted a face-to-face survey (DBCV questionnaire) of 600 Jeju residents from July 13 to August 5, 2010. The result of the one-off conservation fund payment mechanism applied here found that the amount of additional WTP is ₩11,023 on average per household. The expanded total conservation benefit to all 219,771 households in Jeju is about ₩2.4billion. The result shows that ₩11,023 of WTP is at the equivalent level to its use value, the monthly tap water cost of ₩12,530 per household in 2008, and that the benefit of conserving groundwater in Jeju is no less than the present market value.

---

\* 본 연구는 지식경제부 제주광역경제권 선도사업지원단 지원에 의해 수행된 연구 용역의 일부분을 바탕으로 작성되었습니다.

\*\* 제1저자, 강원대학교 농업자원경제학과 교수.

\*\*\* 제2저자, 한국농촌경제연구원 연구위원.

\*\*\*\* 공동저자, 강원대학교 농업자원경제학과 대학원 석사, 박사과정.

\*\*\*\*\* 교신저자, 국립산림과학원 녹색경제연구과 연구사, chjeon@forest.go.kr.

## 차례

- |                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| 1. 서론                    | 4. 지하수의 보전가치 추정 |
| 2. 자연자원의 환경가치 이론 및 후생 측정 | 5. 요약 및 결론      |
| 3. 지하수 보전가치 도출을 위한 실증분석  |                 |

## 1. 서론

최근 국내외에서 수자원과 관련하여 수자원의 확보, 관리 및 사용에 있어서 많은 분쟁이 발생하고 있다. 지구적 차원에서 기후변화로 인하여 수자원의 지역적 차이, 인구 증가, 시기별 변화, 수자원 이용의 증가가 심하게 발생하고 있고, 국내에서 또한 이러한 변화가 발생함과 동시에 수질오염을 일으키는 산업화, 생활용수, 산업용수, 농업용수 등의 사용이 증가하고 있으며 향후 더 증가할 것으로 추정하고 있다. 이러한 수량 및 수질변화로 식수오염에 의한 질병, 건강문제, 수계지역의 경제 및 관광소득 감소 등 직접적인 영향과, 생태계파괴 및 혼란 특히, 어족자원의 감소, 하천생태계파괴, 수자원가치하락 등의 간접적인 영향도 매우 크다.

국제적인 예로 영국, 미국 등도 수자원관리의 어려움을 겪고 있을 뿐만 아니라, 중국은 사오완담 건설로 방류량 조절이 가능하게 되어 인국 국가인 태국, 베트남 등의 주변 국가와 충돌이 발생하고 있다. 국내의 예로 부산과 경남의 남강담취수문제, 강원평창과 충북제천의 취수문제, 용담댐, 영천댐, 주암댐 등의 이·치수 문제 등이 발생하고 있다. 주암댐은 수익자부담원칙을 인정하게 된 주요사례로 손꼽히고 있다(신효중 외, 2009). 수자원을 둘러싸고 중앙정부 및 지방정부, 공사기업, 국내외 및 선후진국 간의 분쟁이 발생하는 이유는 근본적으로 수자원의 관리의 어려움과 수자원의 이동성, 공공재적 특성에도 기인하지만, 제도적으로는 수자원의 효율적 관리 및 활용을 위한 제도적 장치의 미흡과 시장의 불완전성 때문이라고 볼 수 있다.

수자원과 관련하여 가장 중요한 것은 지표수(surface water)와 지하수(groundwater)를 포함하여 수자원을 양적 및 질적으로 지속가능하게 관리하여 현세대뿐만 아니라 미래 세대의 요구 수준만큼 충족시키는 것이다. 그러기 위해서는 수자원의 확보를 위한 직접적인 노력도 필요하지만, 간접적인 수생태계와 육상생태계의 적절한 보호가 동시에

진행되어야 한다. 이러한 요인들이 동시에 만족되어야 지속가능성(sustainability) 목표를 달성할 수 있게 된다(IUCN, 2003). 즉, 지속가능성은 경제성장 목표의 달성과 함께 환경적 관리도 동시에 고려하여야 달성될 수 있다. 그러나 세계적으로 수자원의 오염이 심각하게 발생하고 있고, 수자원의 추출의 과용으로 인하여 수자원의 양적 및 질적인 관리가 이루어지고 있지 않다.

농업분야는 지하수의 지속적인 관개(irrigation)로 지하수위가 점차적으로 낮아지고 있고, 지하수가 오염되고 있다. 지표수의 경우 가장 큰 문제는 오염으로 인하여 이용가능한 수자원 양이 감소하고 있다는 것이다. 제주도를 살펴보면 다음과 같다. 제주도는 내륙지방의 수자원 공급(water supply)과는 달리 독특한 수문지질학적 여건으로 인하여 먹는 물을 비롯하여 생활용수, 농업용수, 공업용수에 이르기까지 모든 용수를 100% 지하수에 의존하고 있다. 2003년까지 약 5,113공의 지하수 개발 및 이용시설이 있으며, 이 중에서 실제 사용 중이거나 사용가능한 지하수 이용시설은 4,941공(2007년 12월 말)이다. 관정의 용도별 비율을 살펴보면, 농축산업용 67%(3,312공), 생활용 27.3%(1351공), 공업 및 기타용 3.4%(166공), 조사연구용 2.3%(112공)이다. 지역별 지하수 함양량 및 이용형태를 살펴보면 연간 1.58억 $m^3$ 로 추정되는데 이는 총강수량 대비 46.1%에 해당된다. 총강수량은 3.43억  $m^3$ , 직접유출량 0.71억  $m^3$ , 증발산량 1.14 $km^3$ 이다. 지역별로는 동부지역이 가장 많은 14.47만  $m^3$ /일, 남부지역은 12.57만  $m^3$ /일, 북부지역이 10.86만  $m^3$ /일, 서부지역이 가장 적은 5.39만  $m^3$ /일 등이다. 농어업용 지하수는 전작용, 답작용, 화훼용, 과수용, 수산업용, 축산업용, 양어장용 등으로 사용된다. 연간 이용량( $km^3$ /년/공)으로 볼 때 노지 녹차가 2.33 $km^3$ 으로 가장 많았고, 다음으로 축산(양계용)이 1.29 $km^3$ 의 지하수를 사용한다. 특히, 최근에는 시설재배가 증가하여 지하수 사용량이 증가하는 원인이 되고 있다.

식수 및 수질과 관련한 국내의 연구결과를 살펴보면(<표 1> 참조), 북한강 상류의 수질개선에 따른 편익측정(신효중 외, 2009), 팔당호와 한강의 수질(먹는물)개선 가치 측정(조승국·신철오, 2005), 한강의 수질개선 편익 추정(김용주·유영성, 2005; 신영철, 1997), 팔당호 수질개선 지불의사액 추정(조용성 외, 2001), 서울시 식수의 수질개선(곽승준, 1994), 수질 악화에 의한 후생 변화 측정(전철현 외, 2010) 등이 있다. 그러나 위의 연구들은 지표수와 관련된 연구인 반면에 지하수에 대한 연구는 김홍석(2008) “토양·지하수 경제적 가치평가 및 사례조사 연구”가 있으며, 그 이외는 전무한 상황이다. 따라서 본 연구 결과는 지하수와 관련되어 경제분야에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있다.

요약하면, 제주도 지하수의 지속적 사용(sustainable use)<sup>1)</sup>을 위하여 경제학적 측면,

즉 공급과 수요측면에서 이론적 적립이 필요하다. 지하수자원의 경우 이동성자원의 특징과 공공재의 특성을 갖고 있기 때문에 자원의 효율적 배분 및 관리가 어렵다. 지하수 자원 수량이 일정수준 꾸준히 유지된다면, 지하수자원의 사용에 있어서 경합성과 배제성이 거의 존재하지 않기 때문이다. 이러한 특징으로 인하여 ‘시장실패’가 발생한다. 따라서 수자원 시장의 효율적 작동을 위한 수리권과 같은 제도의 부재 및 수자원의 효율적 배분을 위한 수자원 시장(groundwater market)의 형성이 어렵다. 이는 현 시점에서 후생손실을 일으키고, 장기적으로 보았을 때는 지속적 사용도 보장할 수 없게 된다. 따라서 경제학적으로 이론적 적립이 절대적으로 필요하다. 그러한 과정 중의 하나가 공공재인 지하수 가치를 소비자선호 이론에 근거하고, 적절한 계량경제학적 틀을 이용하여 적절한 경제적 보전가치를 추정하는 것이다.

표 1. 수도권 의 식수 및 수질개선에 따른 지불의사액 추정

제 목	방법론	표본추출 지역 및 표본 수	지불의사액	출처
토양·지하수 경제적 가치평가 및 사례조사 연구	Contingent Valuation	전국 가구 (100가구)	월 5,654원	김홍석(2008)
북한강 상류의 수질개선 편익 측정	Contingent Valuation	서울, 경기, 인천 (1,379가구)	월 3,091원	신효중 외(2009)
팔당호와 한강의 수질개선 가치 측정	Choice Experiment	서울, 경기, 인천 (1,331가구)	월 19,161~33,018원 <sup>2</sup>	김용주·유영성 (2005)
한강의 수질개선 편익 측정	Conjoint Analysis	서울 (1,500가구)	월 3,650원	조승국·신철오 (2005)
팔당호의 수질개선 지불액 추정	Contingent Valuation	서울, 경기 (565가구)	월 1,860원	조용성 외(2001)
한강의 수질개선 편익 측정	Contingent Valuation	서울 (1,858가구)	월 6,850원	신영철(1997)
서울시 식수의 수질개선 편익	Contingent Valuation	서울 (298가구)	월 2,603원	곽승준(1994)
수질악화로 인한 후생변화의 추정 <sup>3</sup>	Contingent Valuation	강원 (555가구)	월 7,291원	전철현 외(2010)

자료: 신효중 외(2009) 보완

1 지속성(sustainability)에 대한 정의는 매우 다양하기 때문에 각각의 연구자들에게 정확한 의미의 정의가 필요하다. 현 세대뿐만 아니라 미래세대에게도 수량과 수질이 안정적으로 확보 및 유지(개선)되어 그들의 효용에 미치는 영향이 없어야 한다. 단, 수자원과 관련된 모든 생태계들까지도 안정적으로 보전되어야 한다. 이를 만족할 경우, 인간의 효용은 개선 혹은 유지되고 수자원을 지속적으로 이용하게 될 수 있다.

2 김용주·유영성(2005)의 연구결과 중 수도권의 총 편익 1.5조~2.6조 원을 고려한 것이다.

3 지불의사액에는 자원봉사 시간이 기회비용으로 간주되어 포함되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 환경질 변화에 의한 후생변화 측정의 이론적 배경 및 계량모델에 대해 살펴본다. 제3장에서는 실증분석으로 조사대상, 표본 선정, 설문 디자인 등에 대해 살펴보고, 제4장에서는 요약, 결론 및 시사점을 도출한다.

## 2. 자연자원의 환경가치 이론 및 후생 측정

본 절에서는 공공재의 특성을 갖고 있는 수자원 및 자연자원의 질(environmental quality) 혹은 양(quantity)의 변화에 대한 경제학적 후생측정 이론과 이를 계량화하기 위한 로짓(Logit)모형의 이론적 배경에 대해 살펴본다.

### 2.1. 후생측정의 미시 이론적 배경 및 DBCV의 적합성

일반적으로 수자원은 공공재의 특성을 갖고 있기 때문에 환경정책이나 환경질의 변화는 인간의 후생에 직접적 혹은 간접적으로 영향을 끼쳐 효용변화를 유발한다. 특히 희소한 자원일 경우에는 더욱 큰 효용변화를 초래하게 된다. 이러한 경우 공공재는 시장이 부재하기 때문에 가격에 의한 자원의 효율적 배분이 어려워 시장에 의한 해결보다는 비시장가치평가법(Non-market Valuation Methods)을 이용하여 공공재에 대한 소비자의 효용극대화 문제를 해결하게 된다. 또한 비시장가치평가법은 그러한 간접적인 영향을 평가할 수 있을 뿐 아니라 화폐적인 크기로 나타낼 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이처럼 환경질 변화에 의한 후생변화는 소비자 미시이론에서 화폐로 나타낸 간접 효용함수(Money metric indirect utility function)를 이용한 Hicks의 보상변화(Hicksian's compensating variation)로 측정이 가능하다(Hanemann, 1984 & 1989, Bockstael and McConnell, 1980). 즉, 이러한 환경질 변화가 효용에 영향을 미치게 되면 이는 소비자의 비용(지출 혹은 소득) 함수로 유도된다(Mascolllel, et al., 1995). 또한, Cameron. et al.(1987)에 의하면 비시장가치평가법인 조건부가치평가법은 지출함수에서 환경질 개선에 의한 보상변화를 직접적으로 이끌어낼 수 있을 뿐만 아니라 특히, 이중양분선택형(DBCV)은 통계적 효율성의 장점도 있다고 알려져 있다(Hanemann, et al, 1991).

결론적으로 환경질 변화에 의한 인간후생의 변화를 측정하기 위하여 조건부가치측정법으로 도출된 함수는 화폐로 나타낸 간접효용함수와 이론적으로 일치한다. 이렇게

도출된 간접효용함수는 계량경제 모델에서 일반적으로 많이 사용되는 로짓모델에 의하여 정량적으로 분석된다. 로짓모델은 프로빗모형보다 측정이 쉬우며, 사용이 간단하다는 장점을 갖고 있어 경제학에서뿐 아니라 마케팅 조사, 교통공학 등에서도 널리 사용되고 있는 모형이기도 하다(Wooldridge, 2001 & 2006).

## 2.2. 로짓모형

일반적으로 본 연구와 관련된 간접효용함수는 식수, 수질 및 지하수 관련 행위 및 태도, 지하수와 관련된 보전기금 지불여부( $j$ ), 소득( $Y$ ), 그리고 사회경제적 변수(Socio-economic variables,  $S$ )의 함수로 가정된다. 이를 수식으로 표현하면 식(1)과 같다(신효중 외, 2009).

$$(1) \quad U_{ij}(j; Y; S) = V_{ij}(j; Y; S) + \epsilon_{ij}, \quad i: \text{개별소비자}; j = 0, 1$$

여기서  $j$ 는 개별소비자  $i$ 가 지하수 보전을 위한 보전기금의 지불여부를 나타내는 지시함수(indicator function)이다. 즉, 영(0)인 경우는 보전기금을 지불하지 않는 것으로 ‘수질 및 수량이 악화된 상태에서의 효용수준’을 나타내고, 일(1)인 경우는 보전기금을 지불하는 것으로 ‘수질 및 수량이 개선된 상태의 효용수준’을 보여준다.  $Y$ 는 소득변수이고,  $S$ 는 응답자의 사회경제적 변수로 이루어진 벡터이다. 특히,  $\epsilon$ 은 관측이 되지 않는 (unobserved) 부분으로 ‘확률적(random)이며 독립적이고 동일하게 분포(independently identically distributed, iid)된’ 것으로 간주되어 통계적 편리성을 확보해준다(Train, 2003).

만약, 지하수 보전을 위한 추가 비용(보전기금)이  $T$ 원일 때, 개인 응답자가 이를 받아들일 경우 그 효용수준은  $V_{i1}(1, Y - T; S) + \epsilon_{i1}$ 인 반면에, 받아들이지 않을 경우 그 효용수준은  $V_{i0}(0, Y; S) + \epsilon_{i0}$ 이다. 따라서  $T$ 원의 보전기금을 지불할 의사가 있다는 것은 ‘보전기금에 참여할 경우가 그렇지 않은 경우보다 효용수준이 더 높거나 같다’는 것을 의미한다. 이를 수식으로 표현하면 식(2)와 같다.

$$(2) \quad V_{i1}(1, Y - T; S) + \epsilon_{i1} \geq V_{i0}(0, Y; S) + \epsilon_{i0}$$

이러한 경우 개인 응답자가  $T$ 원의 보전기금을 지불할 확률을 확률함수(probability

function)로 나타내면 식(3)과 같다. 여기서  $P(\cdot)$ 는 확률함수를 나타내며,  $F_\epsilon$ 는  $\epsilon$ 의 누적분포함수(cumulative distributive function)이다. 여기서  $\beta$ 값은 모델에 사용된 관련변수들  $Y, T, S$ 에 대한 파라미터(parameters)로 이루어진 벡터이다.

$$\begin{aligned} (3) \quad \Pi_i &= P(yes) = F_\epsilon[V_{i1}(Y_j - T_j, S_j) - V_{i0}(Y_j, S_j)] \\ &= 1 - F_\epsilon[-(V_{i1} - V_{i0})] \\ &= F_\epsilon[Y_j, T_j, S_j; \beta] \end{aligned}$$

즉, 지하수 보전기금을 지불할 확률은 제시금액( $b$ ), 소득수준( $Y$ ), 응답자특성 변수( $S$ )에 의하여 영향을 받는다. 식(3)의 확률모형을 로지스틱분포의 로짓모형<sup>4</sup>으로 가정할 경우 식(4)와 같다.

$$(4) \quad \Pi_i = \frac{\exp(dv)}{1 + \exp(dv)}$$

환경질 변화에 의한 후생변화 평가는 의사결정자에 따라 다를수 있기 때문에 하나의 대표값으로 평가하기는 어렵다. 이에 본 연구에서는 Hanemann(1989)이 제시한 방법으로 ‘평균값 지불의사액(Mean WTP)’, ‘중앙값 지불의사액(Median WTP)’, ‘절단된 지불의사액(Truncated WTP)’ 등 세 가지 형태로 추정하고자 한다. 평균값에 의한 지불의사액(Mean WTP)은 무작위로 제시되는 금액  $T$ 를 영(0)에서 무한대까지 적분하여 추정되는 확률누적면적이다.

---

4 제한된 형태의 종속변수(limited dependent variable)일 경우에는 일반적으로 프로빗과 로짓모형이 교통, 관광, 마케팅 분야에서 많이 사용된다(Wooldridge, 2006). 또한 프로빗모형의 확장형태인 ‘이변량 프로빗모형(bivariate probit model)’도 많이 활용되고 있다. 프로빗모형은 로짓모형보다는 정규분포(normal distribution)에 가까운 분포형태를 갖고 있다는 가정에 기반을 둔다(Greene, pp.710~740). 위의 이러한 이론적 배경을 근거로 본 연구에 가장 적합한 지불의사액 모형을 추정하는 과정에서 반복적인 실험 결과, 지불의사액 모형 전체의 설명력(MLE)과 각 독립변수의 통계적 유의성(p-value) 등을 종합적으로 고려한 결과 본 모형에서 사용된 로짓모형의 추정 결과가 가장 적합한 것으로 판명되었다.

$$\begin{aligned}
 (5) \quad E_{trun} &= \int_0^{T_{\max}} F_c(dv) dT \\
 &= \int_0^{T_{\max}} \frac{1}{1 + \epsilon^{-dv}} dT \\
 &= -\frac{1}{\beta} \ln \left[ \frac{1 + \exp(\alpha)}{\exp(\alpha + \beta \max. T)} \right]
 \end{aligned}$$

여기서  $\beta$ 값은 지하수 보전을 위하여 지불하도록 제시하는 금액( $T$ )의 계수 추정치이며,  $\alpha$ 값은 ‘추정계수와  $T$  이외의 다른 변수들의 평균을 대입’하여 얻은 값이다 (Hanemann, 1984). 절단된 WTP는 식(5)에 의하여 산출된다.

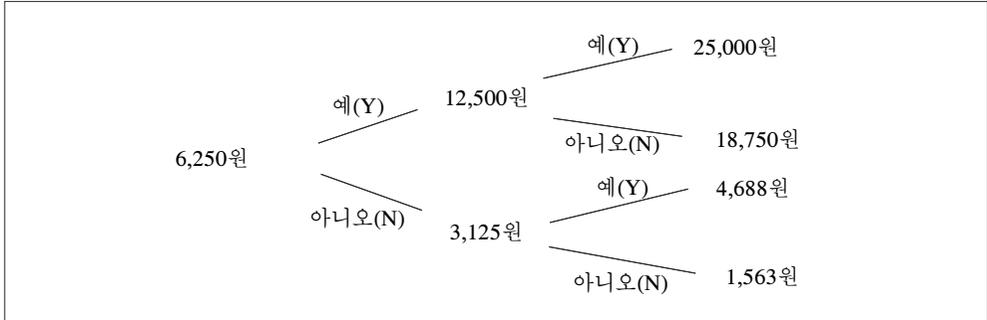
이중양분선택형에 의한 최우도함수(Maximum Likelihood)는 다음의 총 네 가지 경우의 수를 고려하여 결정된다. 이러한 지불용의에 대한 경우의 수는 예-예(YY), 예-아니오(YN), 아니오-예(NY), 아니오-아니오(NN)이다<sup>5</sup>. 여기서 일반적으로 효용을 극대화하고자 하는 각 개별소비자  $i$ 는 최초제시금액( $b_i$ )에 ‘예(Yes)’라고 응답할 때, 다음 단계에서는 최초의 제시금액 ( $b_i$ )보다 두 배 높은 금액( $b_i^U$ )을 제시받게 되고, ‘아니오(No)’라고 응답할 경우에는 최초로 제시된 금액의 1/2배 낮은 금액  $b_i^L$ 을 제시받게 된다. 다음 단계 역시 비슷한 과정을 거친다(<그림 1> 참조). 따라서 매 단계마다 제시되는 금액은 다소 높거나 낮게 제시된다. 이러한 과정을 거치게 되면 유인일치적인(incentive consistent)<sup>6</sup> 결과를 도출하게 된다. 이러한 응답에 대한 경우의 조합과 일련의 과정을 통하여  $F_c(\cdot)$ 을 로지스틱 누적분포함수로 만들어  $dV = \alpha - \beta * T$ 와 결합하여 얻어진 결과  $B_E(b) = [1 + \exp(\alpha - \beta * T)]^{-1}$  이다. 이러한 결과를 바탕으로 최대로그우도함수(Maximum log-likelihood)를 추정하면 식(6)과 같다.

$$\begin{aligned}
 (6) \quad \ln L &= \sum_{i=0}^N (I_i^{YY} \ln[1 - B_E(b_i^U)] + I_i^{YN} \ln[B_E(b_i^U) - B_E(b_i)] \\
 &\quad + I_i^{NY} \ln[B_E(b_i^U) - B_E(b_i^L)] + I_i^{NN} \ln[B_E(A_i^L)])
 \end{aligned}$$

5 이중양분선택형의 통계적 효율성과 응답 단계별 독립성 보장 등과 관련하여서는 Hanemann 외(1991) 논문을 참고하시오.

6 본 연구에서 이중양분선택형을 사용하기로 이유는 식수 및 수자원과 관련된 선행연구가 많아 조건부가치추정법에서 발생할 수 있는 출발점 편의를 피할 수 있다고 판단하였기 때문이다.

그림 1. 조건부가치측정법에서 이중양분선택형의 질문유도 방법



### 3. 지하수의 보전가치 도출을 위한 실증분석

조건부가치평가법을 적용하는 경우 시나리오는 ‘가능한 한 현실적이며, 명확해야 한다’(Alberini, 2006)는 조건을 만족시키기 위하여 제주지하수와 관련된 기존의 많은 문헌자료를 바탕으로 자료를 요약 및 구성하였으며, 제주 현지의 지하수 전문가와의 토의를 통해 시나리오의 타당성에 충실하려고 하였다. 그리고 질문유도 방법은 “제주지하수의 위협요인으로부터 지하수 수질 및 수량의 지속적 관리 및 보전을 위해서는 재원마련이 필요합니다(단, 여기서 조성된 기금은 제주지하수 보전정책에만 사용됩니다). 만약 제주특별자치도에서 재원을 확보할 수 있도록 가칭 ‘제주지하수기금’을 조성·운영한다면, 귀하는 1회에 한하여 지불하실 의향이 있으십니까?” 라고 질문하며, 이중양분선택형 기법에 의하여 지불의사액이 유도된다.

제주지하수의 수질 및 수량 확보에 대한 주요 위협 요인에 대한 관리정책이 필요합니다. 주요 정책으로는 ①지하수 함량에 중요한 역할을 담당하는 중산간 지역의 건강한 산림면적 유지 및 개선, ②지하수량 확보를 위한 적절한 지하수함양면적 유지, ③지하수질(질산성질소 2.3mg/ℓ)의 안전성을 확보하기 위한 농약 및 비료사용량 감소(제주 3.48톤/ha→전국평균 0.32톤/ha), ④제주지하수 및 관광환경에 대한 청정 이미지 유지 등입니다. 이 외에도 중산간지역의 건강한 생태계 관리로 인한 제주의 대표적 생태관광자원인 노루에게 서식지를 제공하게 됩니다.

그리고 제주시민의 식수, 생활용수, 농업용수, 공업용수 등과 관련한 지하수를 보전하기 위하여 보전기금의 지불의사금액을 추정하고, 식수 및 수질에 대한 관심 및 인식 정도, 제주지하수 보전 및 발전에 대한 의견 및 지하수 인식정도 등을 조사한다. 이러한 결과는 의사정책 결정자에게 명확한 근거자료로 제공되기 때문에 지하수자원의 발전에 의한 경제적 편익뿐만 아니라 보전에 의한 편익도 충분히 크다는 결론을 얻을 수 있어 보전과 발전을 적절하게 균형을 맞추어 나가야 한다는 함의를 제공할 수 있다.

설문조사 샘플은 2009년 통계청이 발표한 제주도민의 지역별, 성별, 연령대별 추계 인구를 기준으로 가능하면 만 20~59세 남녀를 대상으로 거주지역의 인구통계 비율을 참고하여 600부(통계적 유의성 95%±표본오차 3.4%)를 현지에서 2010년 7월 13일~8월 5일까지 (주)동서리서치에 의뢰하여 조사하였다. 설문조사 방법은 NOAA Blue Ribbon Panel의 가이드라인(1992)이 추천된 일대일 개별면접조사로 제주현지에서 실시되었다.

### 3.1. 시장설계

본 연구를 위한 설문 설계는 식수 및 수자원에 대한 인식 및 관심, 제주지하수 관련 의식조사, 보전기금 지불 및 사회경제적 부문으로 이루어졌다. 전자의 경우 식수 원료, 식수 구입량, 식수에 대한 수질 기준 등으로 구성되었고, 후자는 제주지하수와 관련하여 지하수 발전 및 보전에 대한 의견, 수자원 오염원인, 제주지하수의 청정이미지의 중요성, 지하수 사용의 만족도 정도, 보전기금 및 저항적 지불의사에 대한 이유 등으로 구성되었다. 지불수단은 지불저항이 강한 세금보다는 보전기금을 사용하였다. 지불의 사유도방법은 조건부가치측정법에서 보편적으로 많이 사용하는 이중양분선택형을 사용하였고, 최종적으로는 이중양분선택의 폐쇄형 질문유도의 단점인 출발점편의(starting point bias)를 극복하기 위하여 개방형(open ended) 질문을 첨가하였다(신효중 외, 2009).

표 2. 조사방법 및 내용

	내 용
조사방법	포커스그룹, 사전조사, 예비조사 이후 (주)동서리서치에 의뢰하여 일대일 개별 면접조사
모 집 단	제주지역 도민
표 본 수	600부
평가대상	제주지하수와 관련하여 지하수 수질, 수량 및 지하수함양면적, 생태관광자원인 노루의 개체 수 등을 보전하기 위한 지불의사액 추정
지불형태	보전기금
질문방법	이중양분선택형(및 개방형)
상품구성	주요 지하수 수량 및 수질
보전편익	지하수 보전 및 지속성 유지를 위한 수량 보유 및 수질개선, 생태계 건전성 및 안정성 유지, 생태관광
설문내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식수 및 수자원에 대한 관심 정도</li> <li>○ 제주지하수관련 의식조사</li> <li>○ 지불의사액 평가(WTP)를 통한 보전가치</li> <li>○ 사회경제적 특성 등</li> </ul>

본 연구의 모집단은 제주도민으로, 표본은 설문전문조사기관인 (주)동서리서치에 의뢰하였고, 임의표본추출(random sampling) 방식을 이용하였다. 이중양분선택형 출발점에서의 보전기금 제시금액은 6,250원, 12,500원, 25,000원으로 구성되었다(Hanemann, 1984). 보전기금은 2009년 월별 가구당 상수도요금을 근거로 전문가 패널조사(2회) 및 시민포커스 그룹조사(2회)를 통하여 기준 및 범위가 설정되었다. 설문조사가 실시된 이후 이상 데이터에 대해서는 전화를 통한 검증절차를 거쳐 최종 원본데이터(raw-data)로 집계되었다. 이러한 종합적 결과로 획득된 설문 부수 600부를 최종분석에 사용하였다. 설문조사 결과를 분석하고 보전기금을 추정하기 위하여 로짓모형 계측 및 보전기금 도출을 위하여 LIMDEP 8.0 버전과 그 이외 다른 변수의 통계적 분석을 위해서는 SPSS 12.0 버전이 동시에 사용되었다(Greene, 2003).

## 3.2. 실증분석

### 3.2.1. 사회경제적 배경

제주지역 거주 응답자들 중 남성은 51.5%, 여성 48.5%로 응답자들의 평균 연령은

41.78세이고 제주지역에서의 거주기간은 평균 37.80년으로 조사되었다. 응답자 가구의 평균 가족 수는 3.80명이고, 4명이 40%로 가장 많고 다음으로는 5명 20%, 3명 16%의 순으로 나타났다. 6명 이상인 경우도 약 7% 정도로 나타났다. 응답자 가족의 평균 자녀 수는 1.35명이고 2명인 경우가 34%로서 가장 높고 3명인 경우와 1명인 경우가 각각 15%, 13%로 그 다음을 차지하였다. 응답자의 평균 교육수준은 12.38년으로 고졸 이상의 높은 학력을 가진 것으로 나타났다. 가구당 연간 총소득은 2천만~3천만 원 미만이 25.2%로 가장 많고 다음으로는 3천만~4천만 원 미만 22.3%, 1천만~2천만 원 미만 17.8%, 4천만~5천만 원 미만 11.0%의 순으로 나타났다. 3천만 원 이상의 소득자도 42% 이상인 것으로 조사되었다. 직업은 서비스업이 78.3%로서 압도적으로 많았고 다음으로는 농업, 임업, 수산업 등 1차 산업 종사자들이 14.8%, 가공업 4.3%, 기타(무직) 2.5%의 순이었다.

표 3. 사회경제적 변수 통계량

변수	내용	평균
연령	년	41.78 (12.99)*
교육정도	년	12.38 (2.97)
성별	1:남, 0:여	0.52 (0.50)
소득	①5백만원 미만, ②5백만원~1천만원 미만 ③1천만원~2천만원 미만, ④2천만원~3천만원 미만 ⑤3천만원~4천만원 미만, ⑥4천만원~5천만원 미만 ⑦5천만원~6천만원 미만, ⑧6천만원~7천만원 미만 ⑨7천만원~8천만원 미만, ⑩8천만원~9천만원 미만 ⑪9천만원~1억원 미만, ⑫1억원 이상	4.37 (1.58)
직업	1:일차산업(농업, 임업, 수산업), 2:가공업, 3: 서비스업, 4:기타(무직)	2.68 (0.75)
거주연 수	년	37.80 (15.82)
가족 수	명	3.80 (1.28)
자녀 수	명	1.35 (1.18)

\* 괄호 안은 표준편차를 의미함.

## 3.2.2. 식수, 수자원에 대한 인식 및 관심

### 3.2.2.1. 주요 식수 형태, 생수구입 동향, 생수 구입시 주요 고려사항

주요 식수형태는 수돗물을 끓이거나 정수를 하여 음용하는 경우가 47.5%로 가장 높게 나타났고 다음으로는 생수 25.3%, 생수 및 수돗물 혼용 18.3%로 생수를 음용하는 경우가 43.6% 정도를 차지하였다. 수돗물을 그대로 음용하는 경우는 8.3%에 불과하였다. 2005년도를 기준으로 생수 구입이 증가한 경우는 응답자의 76.7%가 긍정적인 답변을 하였고 22.9%는 같거나 비슷한 수준이라고 응답하여 생수구입량이 전반적으로 증가하였다. 생수를 구입할 때 가장 우선적으로 고려하는 첫 번째 항목은 브랜드(48.8%), 생산지(31.5%), 가격(9.5%), 기능성(8.8%), 물맛(1.3%)의 순이고 두 번째 항목은 물맛(45.0%), 생산지(35.5%), 가격(18.5%), 브랜드(0.7%), 용기디자인(0.2%), 위생 및 안전성(0.2%)의 순으로 조사되었다. 순서에 관계없이 종합적으로 살펴볼 때 생산지가 차지하는 비중(67.0%)이 가장 중요하게 고려되고 있음을 알 수 있다. 이는 제주도가 갖는 지리적·환경적 이미지의 유리성을 나타내고 있다고 할 수 있다. 다음으로는 브랜드(49.5%), 물맛(46.3%), 가격(28.0%)의 순으로 생수구입의 주요 고려항목으로 제시되었는데 반해, 기능성, 용기디자인, 위생 및 안전성 항목은 비중이 크지 않고 특히 후자의 두 항목은 거의 무의미한 것으로 나타났다.

### 3.2.2.2. 식수(생활용수)의 오염수준에 대한 인지, 먹는 물 수질기준에 대한 의견

현재 음용하고 있는 식수와 이용하고 있는 생활용수의 오염수준에 대하여 응답자의 39.0%(매우 그렇다 3.3%, 그렇다 35.7%)가 오염되었다고 평가하고 있고 54.2%(전혀 아니다 11.2%, 아니다 43.0%)가 오염되어 있지 않다고 평가하였다. ‘잘 모르겠다’고 응답한 비중도 6.8%로 나타나 제주도민들이 다른 시도보다 공급되고 있는 식수 및 생활용수에 대한 신뢰도가 다소 높은 것으로 나타났다. 국내 먹는 물 수질기준에 대한 의견으로 응답자의 62.3%가 ‘국내의 먹는 물 수질기준을 세계보건기구에서 제시하는 수준으로 향상시킬 필요가 있다’, ‘현재 국내 먹는 물 수질이 깨끗하여 수질기준을 강화할 필요가 없다’ 26.0%, ‘국내 먹는 물 수질기준을 세계 최다인 호주수준으로 향상시킬 필요가 있다’ 11.7%로 응답하였다. 이는 응답자의 74.0%가 먹는 물 수질기준을 현재보다 더 엄격하게 최소한 세계보건기구수준으로 제고해주시기를 원하는 것을 의미한다.

### 3.2.3. 제주지하수에 대한 도민의 인식

#### 3.2.3.1. 제주지하수의 사용에 대한 만족도 및 선호 형태 및 생수 브랜드 가치를 향상시키기 위한 요인

제주 지하수를 식수 및 생활용수로 사용하는 것에 대하여 응답자의 69.7%(매우 만족 18.5%, 다소 만족 51.2%)가 만족하는 것으로 응답하였다. 다음으로는 '보통' 26.5%, 불만족 3.8%(매우 불만족 1.0%, 조금 불만족 2.8%)의 순으로 나타났다. 제주 지하수에는 6가지 형태가 존재하고 있는데, 이 중 가장 선호하는 형태는 '맛있는 물'(물맛을 좋게 하는 칼슘, 칼륨, 규소가 많음)이 37.5%로 1위를 차지하였는데, 다른 형태의 물보다 두 배 이상 높게 나타났다. 다음으로는 천연탄산수(탄산 함량이 2000ppm)와 고미네랄수(미네랄 함량이 많음)가 모두 16.3%로 2위를, 연수지하수(알칼리성, 미네랄 함량이 적음)는 15.7%로 4위, 알카리수(pH 평균 8.5 이상)는 11.5%로 5위, 바나듐수(바나듐 함량이 많아 당뇨병, 고지혈증에 효과)는 2.7%의 순으로 나타났다.

제주 지하수를 세계적인 생수 브랜드로 발전시키기 위해서 가장 필요한 개발 분야 중 제1요인은 응답자의 67.2%가 '마케팅 및 홍보 증대'를 선택하였고 다음으로는 16.5%가 '고급제품 개발전략'을 선택하였다. 이는 소비자의 구매동기를 자극하는 마케팅의 중요성과 이와 동시에 제품도 고급화되어야 한다는 최근의 소비동향을 감안하고 있는 것이다. '지하수자원관련 세금 감소'(8.5%)는 생수가격 경쟁력 제고를 위한 것이고 '국제수준의 품질평가 시스템'(7.7%)은 품질경쟁력 제고를 위한 것으로 해석될 수 있다. 제2요인으로서 '국제수준의 품질평가 시스템'(44.0%), '독특한 기능성 제품 개발'(27.3%), '고급제품 개발전략'(17.1%), '지하수자원관련 세금 감소'(10.4%)의 순으로 조사되었다. 이를 종합해보면, '마케팅 및 홍보'(67.2%)가 가장 중시되었고 다음으로는 '국제수준의 품질평가시스템'(51.7%), '고급제품 개발전략'(33.6%)이 제주 지하수 브랜드 가치를 향상시키기 위한 전략으로 평가되었다.

#### 3.2.3.2. 제주지하수의 보전과 활용에 대한 관심, 오염원인

지역개발(삼다수/광천수)효과 및 공익적기능(먹는물 제공 이외의 야생동식물 서식지 제공 등)을 담당하고 있는 제주 지하수를 보전하거나 활용하는 데에 대한 관심은 응답자의 57.8%(매우 관심 있음 19.8%, 관심 있는 편임 38.0%)가 '관심 있다'고 응답한 반면에 '관심 없다'고 응답자는 10.3%(전혀 관심 없음 0.3%, 관심 없는 편임 10.0%)로

나타나 제주 지하수의 보전과 활용에 많은 관심을 보이고 있는 것으로 분석되었다.

제주 지하수를 오염시키는 제1원인으로 응답자의 65.0%가 ‘중산간지대의 골프장 및 도로 등 무분별한 개발’을 가장 큰 원인으로 지적하였다. 다음으로는 ‘농산물 생산을 위한 농약 및 비료의 과다 사용’이 21.2%, ‘골프장 관리를 위한 농약 및 비료의 과다 사용’ 6.5%, ‘관정의 개발 및 관리 소홀’ 6.0%의 순으로 나타났다. 제주 지하수를 오염시키는 제2원인으로 응답자의 55.7%가 ‘골프장 관리를 위한 농약 및 비료의 과다 사용’을 지적하여 첫 번째 원인에서 가장 큰 원인 중 하나인 무분별한 골프장 개발에 따른 결과에 따른 것이라고 해석할 수 있을 것이다. 다음으로는 ‘지하수 수질오염 및 수량감소 등에 대한 시민의 관심 부족’이 16.5%로 나타났는데, 첫 번째 원인에 대한 후속 조치인 시민의 책임을 묻고 있어 오염현상에 대한 시민의 감시를 중시하는 것으로 나타났다. 그 다음으로는 ‘농산물 생산을 위한 농약 및 비료의 과다 사용’이 12.2%, ‘관정의 개발 및 관리 소홀’ 6.8%의 순으로 나타났다. 종합적으로 살펴볼 때 제주지역 응답자들은 골프장 관련 제주 지하수 오염이 가장 심각하게 느끼고 있어 골프장 개발에 대한 조심스러운 접근이 필요한 것으로 판단된다. 또한 농산물 생산 관련 오염이 다음을 차지하고 있어 환경친화적인 농법 개발과 작목 전환을 고려하는 것도 필요할 것이다.

### 3.2.3.3. 먹는 샘물인 삼다수/광천수 중 청정이미지의 중요도, 지하수 보전 및 발전방향

제주 먹는 샘물인 삼다수와 광천수의 청정이미지에 대하여 응답자의 95.0%(매우 중요 65.2%, 다소 중요 29.8%)가 중요하다고 평가하였고 5.0%만이 ‘보통’이라고 응답하였다. 이는 먹는 샘물의 가장 중요한 이미지라고 할 수 있는 ‘청정이미지’가 제주 먹는 샘물에도 적용되는 것으로 판단할 수 있다. 지속가능한 발전의 방법으로 제주 지하수의 보전 또는 개발을 통한 방법을 들 수 있는데, ‘66.6%가 보전을 통한 발전을 희망’하였고, ‘12.8%가 현재상태를 유지해야 한다’고 응답하였고, ‘20.5%가 개발을 희망’하였다. 즉, 응답자의 약 80%가 더 이상의 개발을 원치 않고 현재 상태를 유지하거나 보전을 통하여 지속가능한 발전을 도모하기를 원하는 것으로 분석되었다.

### 3.2.3.4. 제주지하수 보전정책을 위한 재정마련에 대한 참여 의향

제주지역 응답자들은 제주 지하수 보전정책을 수립·시행하기 위하여 한시적으로 보전기금 재원마련을 위한 조치에 대하여 찬성 62%, 반대 38%로 나타났다. 그러나 제

주 지하수 보전기금을 조성할 경우 1회에 한하여 참여하겠다는 의향을 표시한 응답자들은 65%로 나타나 전 단계에서의 설문인 한시적 조치에 대한 의구심이 다소 해소되었다는 것으로 추론할 수 있다. 그러나 35%의 응답자들이 반대의사를 표명하고 있는데, 그 이유로는 ‘수자원 관리는 정부 및 제주도의 책임’이라는 항목에 가장 많은 26%가 응답하였고 다음으로는 ‘현재의 수자원 관리체제 유지’만으로도 가능하다고 생각하는 항목이 20%를 차지하였다. 한편 ‘가격인상의 편법’과 ‘기금 마련의 일회성’에 대한 의심을 가진 응답자들도 21% 정도를 차지하였다. 그러나 경제적 여유가 없어 참여하지 못하는 수동적 참여자도 15% 정도가 되어 기금조성을 위한 세금이나 기부금 외에 자원봉사 같은 시간의 기회비용을 적용한다면 수동적 참여자들을 능동적이고 적극적인 참여자로 변환시킬 수 있을 것이다. 기타로는 ‘필요성을 느끼지 못해서’, ‘기금보다는 세금으로 하는 편이 나아서’, ‘삼다수 가격을 높이는 편이 나아서’ 등으로 응답하였다.

표 4. 재원마련 조치 거부 이유

내용	빈도(비율)
수자원관리는 필요하다고 생각하지만 기금을 낼 경제적 여유가 없음	24(14.5)
제주지하수관련 제품 이외의 다른 재화(먹는 샘물)를 구입할 것임	5(3.0)
여러 가지 대안이 있을 수 있는데 어떤 것이 가장 좋은 대안인지를 몰라서	20(12.0)
현재의 수자원 관리 체제를 유지해도 된다고 생각하기 때문	33(19.9)
수자원관리는 정부 및 제주도의 책임에 의한 것이기 때문	43(25.9)
기금이 일회성일지에 대해 믿을 수 없기 때문	22(13.3)
실질적인 품질향상을 위한 것이 아니라 가격인상을 위한 편법일 수 있기 때문	14(8.4)
기타( )	5(3.0)

## 4. 지하수의 보전가치(WTP) 추정

### 4.1. 로짓모형 추정

제주도민을 대상으로 DBCV를 적용하여 설문 조사된 600부를 지불의사액 추정, 분석에 사용한다. 지불의사액 추정을 위하여 기본모형에는 일반적으로 중요하다고 판단되는 변수인 지하수의 청정이미지 중요도(5점 척도), 식수이용형태(수돗물 이용, 생수

구입, 약수 이용 등), 성별, 연령, 보전정도를 나타내는 더미변수와 보전기금(fund) 변수가 포함된다. 그 이외에도 여러 가지 정책변수 등이 포함될 수 있지만, 계수 부호, 그리고 통계적 유의성 등을 고려하여 축소 모형(<표 6>)을 추정하였다. 기본 모형에서는 보전가치 더미, 거주연수, 보전기금, 상수 등이 통계적으로 1%에서 유의한 것으로 나타났다. 그 이외의 변수들은 부호는 예상한 것과 일치한 것으로 나타나지만 통계적 유의성이 부족하기 때문에 해석에 주의가 필요하다. 먼저 통계적으로 유의한 변수들을 먼저 살펴보면, 보전가치 더미(CNDUM)의 부호가 플러스로 나타나 보전가치에 대한 성향이 강할수록 지불할 확률이 높게 나타나고, 거주연수에서는 거주연수가 짧을수록<sup>7</sup> 지불할 확률이 높으며, 보전기금이 적을수록 지불할 확률이 높게 나타났다. 통계적으로 유의하지는 않아 해석에 주의가 필요하지만, 청정이미지가 중요하다고 할수록 지불할 확률이 높으며, 지하수를 이용할수록, 남성일수록 지불할 확률이 높게 나타났다.

표 5. 로짓모형 추정결과(기본 모형)

독립변수	통계치	계수 (coefficient)	표준오차 (standard error)	P-값
상수(Constant)		9.64*	1.60	0.00
지하수의 청정이미지(PURIMA)		0.01	0.14	0.92
보전가치 더미(CNDUM)		0.26*	0.06	0.00
식수이용 형태(WATRES)		0.26	0.17	0.14
성별(GEND)		0.23	0.17	0.18
거주연수(RESI.YEAR)		-0.01*	0.05	0.01
금액(LnBid)		-1.06*	0.16	0.00
관측치		600		
최우도(MLE) 비율(P-value)		-374.9(0.00)		
자유도		6		

\* 통계적으로 1%에서 유의함.

## 4.2. 보전가치 추정

앞에서 언급한 것처럼 위의 이러한 변수와 모델을 근거로 후생변화의 크기를 측정하

<sup>7</sup> 거주연수가 짧다는 것은 설문 응답자들의 평균 연령이 40대 초반임을 고려할 경우 연령이 낮을수록 미래 자원의 보전 및 활용에 대한 강한 지불의사를 표현하고 있다고 해석이 가능하다.

는 경우에는 보통 3가지 형태의 지불의사액 수준을 제안하는 것이 합리적이다. 그 이유는 정책결정자나 연구자에 따라 3가지 중에서 어떤 것을 선택할 것인지 선호에 따라 다르기 때문이다. Hanemann(1989)에 의하면, 이처럼 평균값 지불의사액과 중위값 지불의사액 간에 차이가 발생한 경우에는 상대적으로 더 큰 지불의사액인 평균값 지불의사액이 아니라 더 작은 중위값 지불의사액을 기준으로 조심스럽게 후생변화를 측정하는 것이 바람직하다고 한다. 따라서 본 연구에서는 가구당 1회의 평균값 지불의사액 13,051원보다 적은 중위값 지불의사액인 1만 1,023원을 후생변화 크기의 기준으로 선택하였다. 절단된 지불의사액을 추정할 경우, 최대지불의사액을 개방형질문에서 응답한 지불의사액 중 2만 5,000원을 각각 적용할 경우, 7,914원으로 추정되었다. 그리고 절단값에서도 여러 번의 반복적인 지불의사액 추정을 실시한 결과 중위값 지불의사액에는 구간 값에 차이가 크게 발생하지 않았지만, 평균값 지불의사액에서는 차이가 크게 발생하였다. 이에 본 연구에서는 평균값 지불의사액보다는 중위값을 지불의사액으로 최종적으로 선택하였다. 그리고 이러한 결과는 Hanemann(1989)이 강조한 평균값 지불의사액 보다는 중위값 지불의사액이 더 적합하다는 동일한 결과를 얻을 수 있다.

표 6. 로짓모형 추정(축소 모형)

독립변수	통계치	계수 (coefficient)	표준오차 (standard error)	P-값
상수(Constant)		9.59*	1.44	0.00
금액(LBid)		-1.03*	0.15	0.00
관측치		600		
최우도(MLE) 비율(P-value)		-390.9(0.00)		
자유도		1		

\* 통계적으로 1%에서 유의함.

표 7. 로짓모형(축소형)에서의 지불의사액 추정결과

(단위: 원/가구/1회)

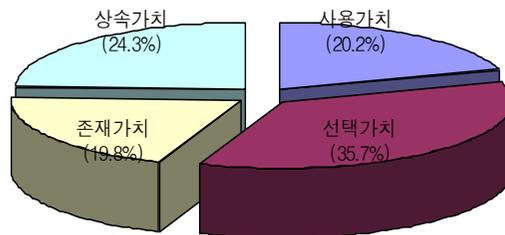
구분	지불의사액	95% 신뢰구간	
		하한값	상한값
평균값	13,051.6	13,051.5	13,051.8
중위값	11,023.7	11,023.6	11,023.9
절단값	7,914.1	7,913.9	7,914.3

위에서 도출된 중위값(1만 1,023원) 지불의사액을 기준으로 적용하여 보전가치를 제주지역 전가구로 확대하면 24억 2,200만 원(1만 1,023원\*21만 9,771가구)로 추정된다. 이는 2008년 제주지역에서 가구당 월 상수도 요금인 1만 2,316원보다 약간 낮은 금액이지만, 전라북도 상수도 요금 9,776원, 전라남도 9,583원보다 더 높은 금액이다. 참고로, 2008년 전국 월별 가구당 지출액인 1만 2,541원보다 약간 낮은 금액이다. 이러한 상황을 고려하면 실제로 시민들이 사용하는 지하수의 경우, 사용가치로 볼 수 있는 상수도 요금과 보전가치인 지불의사액에는 큰 차이가 없다고 하겠다. 따라서 본 연구 결과에서 살펴 볼 수 있는 것은 실제로 지하수의 경우 현 세대의 사용가치뿐만 아니라 미래세대를 위한 보전가치 또한 매우 중요하다는 것이다. 이는 현재의 지하수 물 값에 보전가치의 비율도 적절하게 포함한다면 개발 및 사용에 있어서 지하수의 지속성 확보할 수 있다고 생각한다.

#### 4.3. 지하수의 가치 형태별 배분 비율

총가치구성요소배분법<sup>8</sup>을 이용하여 지하수의 경제적 총가치를 구성요소별로 응답자들이 배분한 결과를 살펴보면, 사용가치(use value) 20.16%, 선택가치(option value) 35.74%, 존재가치(existence value) 19.79%, 상속가치(bequest value) 24.31%로 나타나 비사용가치(nonuse value)가 79.84%를 차지하는 것으로 나타났다. 존재가치와 상속가치로 구성되는 전통적 보존가치는 44.1%로 조사되었다.

그림 2. 사용가치와 비사용가치 배분



<sup>8</sup> 총가치구성요소배분법(TVCA)은 응답자들에게 각 항목별 가치 비율을 직접 배분하도록 하는 방법이다. 자세한 내용은 Shin(1994) 및 Walsh 외(1984)를 참고하시오.

## 5. 요약 및 결론

최근 기후의 급격한 변화로 국내에는 물론 국제적으로 예기치 못한 홍수, 폭풍우, 집중호우로 직·간접피해는 점점 더 커지고 있다. 그로 인해 경제적 피해뿐 아니라 수자원 손실, 생태계 파괴 등의 간접적인 피해도 발생하고 있다. 아울러 수자원은 공공재임과 동시에 이동성 자원이라는 특수성을 갖고 있어 수리권, 수자원을 합리적으로 배분하기 위한 제도 및 수자원의 합리적 배분을 위한 시장의 형성이 어려운 자연자원이다. 이를 외부효과라 하면 이웃주민들에게 긍정적인 편익을 제공할 경우에는 긍정적 외부효과(positive externalities)이고, 반대의 경우는 부정적 외부효과(negative externalities)라고 일컬어진다. 이러한 외부성이 비시장가치평가법에 의하여 시장 안으로 내부화될 경우 시장은 효율적으로 작동하게 된다. 만약 환경자원이 효율적이고 지속적인 관리가 이루어진다면 후생 증대 및 자원의 효율적인 배분을 이룰 수가 있다.

현재 제주에서는 지하수를 둘러싸고 일부는 개발을 통하여 경제적 창출을 도모하고자 지하수개발을 위한 정책이 마련되어 있고, 다른 한편은 지하수의 공적 개념 도입을 통하여 미래를 위하여 철저한 관리가 필요하다고 주장하는 등 논쟁이 발생하고 있다. 실제로 제주지하수는 잠재적으로 발전가능성이 높아 수질 및 수량측면에서 기타 내륙 지역의 먹는 샘물보다 매우 우수하다는 평가를 받고 있으며, 연수지하수, 천연탄산수, 고미네랄수, 바나듐수, 알카리수, 맛있는 물 등 총 6가지가 존재하여 개발에 대한 압력이 강하다. 향후 1조 원까지 판매액을 증대하는 전략 목표를 설정하고 있다. 이와는 반대로 지하수의 잠재적 위험성이 점점 증가한다는 데에 문제가 있다. 수량측면에서는 관정의 무분별, 과다추출로 인한 지하수위 감소, 인구 및 관광객 증가, 지하수오염도 증가, 꽃자왈 등 지하수보전지역의 훼손 및 감소 등이 발생하고 있어 일부 지역주민, 환경단체에서는 무조건적인 개발정책보다는 미래세대를 고려하여 지하수 및 수자원 환경을 보호해야 한다고 주장하고 있다.

본 연구에서는 제주도민을 대상으로 지하수의 보전가치를 추정하기 위하여 이중양분선택형 조건부가치추정법(DBCV)를 이용한 지불의사액(보전기금)과 보전편익을 추정하였다. 그 결과 제주도민들로부터 가구당 1회 한에 중위값 지불의사액 1만 1,023원, 평균값 1만 3,051원, 절단 평균값 7,914원 추가적으로 지불할 의향이 있는 것으로 조사되었다. 이렇게 추정된 중위값 지불의사액 1만 1,023원은 2008년 기준으로 실제로 매월 일반 가구가 지불하는 수도요금의 88%에 해당하는 금액이다. 아울러 한강의 수질 개선편익에 대한 조승국·신철오(2005년)의 연구 결과인 월 3,650원과 김용주·유영성

(2005)의 연구 결과 1만 9,161원~3만 3,018원의 중간에 해당한다. 이렇게 도출된 지불 의사액을 제주도민 전체 가구로 확대하면 총편익은 약 24억 원 정도로 추정된다. 그리고 가치배분 비율을 조사한 결과 사용가치에 20.2%, 보전가치인 선택가치 35.7%, 존재가치 19.8%, 상속가치 24.3%를 배분하여 지하수의 경우 사용가치보다는 보전가치가 월등히 높게 나타났다. 이러한 보전가치는 현재 사용가치라고 볼 수 있는 월별 수도요금 1만 2,500원과 거의 비슷한 수준이라고 볼 수 있다. 이러한 측면에서 보전가치를 이해하면, 자원의 효율적 배분을 위한 시장이나 제도가 미흡한 현재의 상황에서 지하수의 보전과 개발 간의 논쟁 및 문제점을 보완할 수 있는 합리적인 연구결과라고 볼 수 있다. 즉, 지하수자원의 개발에 의한 단기적인 경제적 가치뿐만 아니라, 미래를 위한 보전가치 또한 사용가치 만큼의 보전편익이 충분히 존재한다는 것이다.

본 연구의 한계로는 지하수의 특성상 비시장가치를 적용하기 위한 재화 및 서비스의 구성이 어렵다는 것이다. 또한 기존의 수자원관련 연구들이 대부분 지표수와 관련된 식수, 생활용수 등에만 많은 연구가 이루어졌기 때문에 지하수와 관련된 자료가 많지 않았다. 향후에는 지하수와 관련된 많은 이슈들도 발생할 수 있기 때문에 지하수에 대한 많은 연구가 필요하다. 아울러 제주지하수의 경우 농업용수로 약 60%가 사용되고 있기 때문에 향후 지하수 사용 배분에 대한 연구가 필요한 상황이다.

## 참고 문헌

- 강봉래, 박윤석, 고기원. 2003. 「동위원소를 이용한 제주도 서부지역 지하수의 질산성질소 오염원 연구」. 제주발전연구원.
- 곽승준, 이충기. 2002. “서울시 생활용수 수요 추정(오차수정모형을 적용하여).” 「자원환경경제연구」 11(1): 81-97.
- 고기원. 2006. “제주도 지하수의 특성과 수자원관리(I).” 「물과 미래」 39(7): 73-80.
- 김보경, 허회영, 2005. “제주도민의 생태관광에 대한 인식에 관한 연구.” 「한국항공경영학회 2005년 춘계학술발표대회」.
- 김용주, 유영성. 2005. “팔당호 및 한강 수질개선의 비시장가치 측정(속성가치선택법을 이용하여).” 「자원환경경제연구」 14(2): 337-379.
- 김용주, 유영성. 2008. “새로운 분류체계를 이용한 수질변화의 경제적 가치 추정.” 「자원환경경제연구」 17(4): 875-901.
- 김지영, 오윤근, 류성필. 2001. “제주도 동부지역 지하수의 염수화에 관한 연구.” 「한국환경과학회지」 10(1): 47-58.
- 김홍석. 2008. 「토양·지하수 경제적 가치평가 및 사례조사 연구」. 연세대학교.
- 문성중, 김봉, 부창산. 2008. 「2008년 제주 관광동향에 관한 연차보고서」. 제주특별자치도 관광협회.

- 박원배, 양성기, 고기원. 1994. “제주도 지하수의 수위변동에 관한 연구.” 『한국환경과학회지』 3(4): 333-2484.
- 신영철. 2007. “실험선택법을 이용한 확률적 인간생명가치 추정(암 검진 행위 분석을 중심으로).” 『자원환경경제연구』 19(3): 683-699.
- 신효중, 전철현, 최익창, 연인철. 2009. “북한강 상류지역의 수질개선에 따른 중하류지역의 수익자 지불용의액 추정.” 『서울도시연구』 10(4): 91-106.
- 유승훈, 양창영. 2005. “무응답자료를 고려한 대도시 상수도 사용량의 결정요인분석.” 『경제연구』 23(1): 223-247.
- 윤정수, 박상운. 1994. “제주도 지하수의 개발현황과 지역별 수위 및 수질변화 특성.” 『제주도연구』 11: 175-232.
- 오익근, 김연선. “포커스그룹연구의 관광연구 적용.” 『관광학연구』 30(1): 433-439.
- 오홍식. 2000. “지하수 원수대금 부과제도 개선방안에 관한 연구.” 제주대학교 행정대학원 행정학과 석사학위논문.
- 전철현, 신효중, 주혜진. 2010. “비시장재화의 가치평가에 있어서 근접효과의 검증에 관한 연구 (조건부가치평가법을 중심으로).” 『자원환경경제연구』 19(1): 101-127.
- 전철현, 이충선, 신효중. 2010. “수질 악화로 인한 후생변화의 추정.” 『환경정책연구』 9(2): 135-155.
- 전형우. 1995. “용수문화, 공공재, 그리고 지하수: 제주도 지하수개발의 반생태성을 중심으로.” 12: 51-69.
- 제주도·한국수자원공사. 2003. 『제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(3차)』.
- 제주발전연구원. 2009. 『제주지역 용수수요 전망과 수자원보전·관리계획에 관한 연구(기본연구 2009-7)』.
- 제주발전연구원. 2002. 『제주도 지리정보시스템의 효율적 운영방향』.
- 제주발전연구원·제주도광역수자원관리본부. 2003. 『제주도 농업용 관정의 양수량 산정과 지하수 이용특성연구(정책연구 2003-18)』.
- 제주도·한국수자원공사. 2003. 『제주도 지하수 함양량 재평가 용역(중간성과)』.
- 제주발전연구원. 2008. 『제주물비전 2030 수립을 위한 기초연구』.
- 제주발전연구원. 2009. 『제주지역 용수수요전망과 수자원 보전·관리계획에 관한 연구』.
- 제주발전연구원. 2007. 『지하수 공수관리제도의 개선방안 연구』.
- 제주발전연구원. 2007. 『지하수의 전략적 활용 및 브랜드화 연구(정책연구 2007-18)』.
- 한국상수도협회. 2009. 『2008 상수도 통계자료』.
- Alberini, A. 2006. *Handbook on Contingent Valuation*, Edward Elgar.
- Arrow, K., et al. 1993. “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation.” *Federal Register*. Vol. 58: 4601-4614.
- Birol, E. and Koundouri, R. 2006. “Using Economic Valuation Techniques to inform Water Resources Management: A Study and Critical Appraisal of Available Techniques and an Application.” *Science of the Total Environment* 365: 105-122.
- Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Ozemiroglu, E., Pearce, D. W., Sugden, R. and Swanson, J.

2002. *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: a manual*. Northampton, MA: Edward Elgar.
- Bateman, I.J. and Willis, K. G. 2001. *Valuing Environmental Preferences*. Oxford University Press.
- Boxall, P. C. and Adamowicz, W. L. 2002. "Understanding heterogeneous preferences in random utility models: a latent class approach." *Environmental and Resource Economics* 23(4): 421-446.
- Costanza, R. 2002. *Ecological Economics*. Columbia.
- Cramer, J. S. 2003. *Logit Models from Economics and Other Fields*. Cambridge University Press.
- Greene, W. H. 1998. *LIMDEP 8.0 Manual*. Econometric Software.
- \_\_\_\_\_. 2003. *Econometric Analysis*. 5th edition. Prentice Hall.
- Gleick, P. H. 2009. *The World's Water 2008~2009*.
- Haab, T. C., McConnell, K. E. 2003. *Valuing Environmental and Natural Resources*. Edward-Elgar.
- Hanemann, M. W. 1984. "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses." *American Journal of Agricultural Economics* 66: 332-341.
- \_\_\_\_\_. 1989. "Welfare Evaluation in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses Data: Reply." *American Journal of Agricultural Economics* 71: 1057-1061.
- \_\_\_\_\_. 1991. "Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation." *American Journal of Agricultural Economics* 73: 1255-1263.
- Hiscock, K.M. Rivett, M.O., Davison, R.M. 2002. "Sustainable Groundwater Development." *Geological Society*, London, Special Publications 2002: 1-14.
- Hellgers, P., Zilbermann, D., Lerland E., V. 2001. "Dynamics of Agricultural Groundwater extraction." *Ecological Economics* 37: 303-311.
- IUCN. 2003. *Comprehensive Protected Areas System Composition and Monitoring*. IUCN World Conservation Union.
- Loomis, J., Kent, P., Strange, L., Fausch, K., Covich, A. 2000. "Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: Results from a contingent valuation survey." *Ecological Economics* 33: 103-117.
- Maddala, G.S. 1983. *Limited-dependent and Qualitative Variables in Economics*. Cambridge University Press.
- Poe, G.L., Bishop, R. C. 1999. Valuing the Incremental Benefits of Groundwater Protection when Exposure Levels are Known, *Environmental and Resource Economics* 13: 341-367.
- Pinsent Masons. 2007. *Pinsent Masons Water Yearbook 2007~2008*.
- Rubio, A. J., Casino, B. 2003. "Strategic Behavior and Efficiency in the Common Property Extraction of Groundwater." *Environmental and Resource Economics* 25: 73-87.
- Shin, H-J, Identifying the Relationship Between Preservation Values of Environmental Resources, Ph.D. Dissertation, Colorado State University, 1994.
- Stenger, A., Willinger, M. 1998. "Preservation Value of Groundwater Quality in a large aquifer:

- A Contingent-Valuation Study of the Alsatian Aquifer.” *Journal of Environmental Management* 53: 177-193.
- Train, K. E. 2003. *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press.
- UNEP. *Water Quality Outlook*. UNEP GEMS/Water Programme.
- Walsh, Richard G., John B. Loomis, and Richard A. Gillman. 1984. “Valuing Option, Existence and Bequest Demands for Wilderness.” *Land Economics*. 60: 14-29.
- Wild, D., Francke, Darl-Johan, Menzli, p., Schon, U. 2007. *Water: a market of the future*. SAM study.
- Wooldridge. J. M. 2001. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press.
- \_\_\_\_\_. J. M. 2006. *Introductory Econometrics*. Thomson South-Western.

원고 접수일: 2010년 11월 25일
원고 심사일: 2010년 12월 6일
심사 완료일: 2011년 4월 16일