

## CVM을 이용한 고도정수처리의 경제적 효과 분석

### The Study on the Economic Effects of Advanced Water Treatment by using CVM

장 석 원\* / 김 상 문\*\*

Jang, Seok Won / Kim, Shang Moon

#### Abstract

This paper attempts to measure the economic benefits of advanced water treatment in five cities (Goyang, Paju, Gumi, Gimcheon, Chilgok), which are supplied water from Goyang and Gumi filtration plant. We used the dichotomous choice contingent valuation method to estimate WTP. Parametric interval-data model are used to obtaining the mean WTP estimates. The results show that the mean of additional WTP for advanced water treatment services were estimated to be KRW 231.3 and KRW 231.2 per m<sup>3</sup> using model with covariates and without covariates, respectively. Given the water supplies of Goyang and Gumi filtration plants (59.675 m<sup>3</sup>/y and 93.734 m<sup>3</sup>/y), the economic benefits of those advanced water treatments can be expected to be KRW 13.8 billion and KRE 21.68 billion. And the calculated B/C ratios are 3.7 and 2.1 when a lifespan of facility is 10 years. Advanced water treatment should be introduced in terms of the economic benefits and costs. Thus, this results can be useful in water policy decision-making.

**Keywords** : advanced water treatment, CVM, WTP

#### 요 지

본 논고는 고양 정수장과 구미 정수장으로부터 물을 공급받고 있는 5개 도시(고양, 파주, 구미, 김천, 칠곡)를 대상으로 고도정수처리 도입의 경제적 편익을 평가하였다. 지불가능금액(WTP) 추정을 위한 방법으로는 이중경계 양분선택형 CVM을 이용하였다. 특히 평균 WTP 추정값을 도출하기 위한 방법으로 모수 추정법 중 구간 데이터(interval-data) 모델을 이용하였다. 고도정수처리 서비스에 대한 추가 지불 WTP(평균)는 공변량을 포함한 모델을 적용하였을 경우 톤당 231.3원이, 공변량을 포함하지 않은 모델을 적용하였을 경우에는 231.2원인 것으로 추정되었다. 한편 추정된 WTP와 함께 고양 및 구미 정수장으로부터 공급받는 수도물 공급량(각각 59.675 백만 m<sup>3</sup>/년, 93.734 백만 m<sup>3</sup>/년)을 고려하여 정수장별 고도정수처리의 경제적 편익을 도출한 결과 고양정수장은 약 138억 원/년이, 구미 정수장은 16.8억 원/년으로 추정되었다. 그리고 설비의 내구연한을 10년으로 가정할 경우, 비용 대비 편익 비율은 고양정수장이 3.7, 구미정수장이 2.1로 조사되었다. 수도사업 관련 고도정수처리 도입은 공공사업의 한 유형으로, 이는 경제적 편익 및 비용이 동시에 고려되어야 할 정책적 사업이다. 이러한 의미에서 본 연구의 산출물인 고도정수처리의 WTP는 정책결정자의 수질개선 관련 의사결정에 기초 자료가 될 것이다.

**핵심용어** : 고도정수처리, CVM, WTP

\* 한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원 (e-mail: jangsw@kwater.or.kr, Tel: 82-42-870-7360)

Principal Researcher, K-water Research Center, 125, 1689 beon-gil, Yuseong-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34045, Korea

\*\* 교신저자, 한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원 (e-mail: note2905@kwater.or.kr, Tel: 82-42-870-7352)

Corresponding Author, Principal Researcher, K-water Research Center, 125, 1689 beon-gil, Yuseong-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34045, Korea

## 1. 서론

국내 상수도 사업은 2013년 기준 1개 광역상수도(K-water)와 162개 지방상수도가 있어 보급률은 전국 평균 98.5%를 기록하고 있으며(Ministry of Environment, 2014a), 수질에 있어서는 2001년 이후 수돗물의 수질 기준 강화를 통하여 지속적으로 개선하고자 노력하고 있다. 그러나 이러한 개선 노력에도 불구하고 간헐적으로 발생하는 상수원수의 오염, 이물질 누출, 맛의 변화 및 냄새 등 각종 수질사고는 수돗물 불신의 원인이 되고 있다.

이에 정부 및 수도사업자는 보다 안전하고 깨끗한 물 공급 및 국민들의 불신 해소를 위하여 수돗물의 고도정수처리를 도입·운영하고 있다. 고도정수처리는 완속여과나 급속여과 등 기존의 정수처리방법으로는 제거가 어려운 수돗물의 맛과 냄새의 원인 물질, 미량유해물질, 암모니아성 질소, 내염소성 병원성 미생물 등을 제거하기 위하여 활성탄처리시설, 오존처리시설, 생물처리시설, 정수용 막여과, 고도산화 등을 추가하여 처리하는 것으로(MOLIT·K-water, 2014), 국내에서는 1994년 4월 부산 화명정수장에 처음 도입되었다. 그리고 1997년에는 대구 두류정수장, 1998년 대구 매곡정수장 등 전국으로 확대되었다. 그 결과 지방상수도 고도정수처리 도입률은 2013년 기준 32.3%까지 확대되었다(Ministry of Environment, 2014b). 또한 지방상수도에 원수와 정수를 공급하고 있는 K-water에서도 반월, 고양, 성남, 고령 등 전국 6개소에 고도정수처리를 도입하여, 깨끗한 수돗물 공급을 위하여 노력하고 있다(K-water, 2014).

그러나 고도정수처리 도입이 지속성을 얻기 위해서는 사업적 타당성을 인정받아야 한다. 즉 비용 대비 편익을 평가함으로써 예산 지원에 대한 정당성을 확보할 필요가 있다. 한편 최근에는 CVM(Contingent Valuation Method), CE(Choice Experiment) 등을 적용하여 과거에는 측정이 불가능하였던 무형적 편익(환경개선 편익, 홍수피해 저감 편익, 레크레이션 편익 등)을 평가한 사례들이 발표되고 있다. 그 중에서도 수돗물 관련 편익 연구에 있어서는 Yoo et al. (2006)이 원주시 상수도 수질개선 편익을 추정하였으며, Lee et al. (2013)은 화성·오산·평택·안성 등 4개 시에 안정으로 물을 공급함에 대한 서비스 편익을 추정하였다. 하지만 지금까지의 수돗물 관련 편익 연구를 살펴보면 종합적 관점에서 수질개선 및 안정된 물 공급 편익 등에 대한 연구는 많지만, 고도정수처리 편익에 관한 연구는 찾아보기 어렵다.

이에 본 연구에서는 편익 측정방법 중 보편적으로 이용되

고 있는 CVM을 이용하여 정수장의 고도정수처리 도입에 대한 경제적 편익을 수요자의 지불의사 관점에서 제시, 향후 고도정수처리 사업 추진의 당위성을 검증하고자 한다.

## 2. 조건부가치평가법

### 2.1 정의 및 장점

조건부가치평가법(CVM, Contingent valuation method)은 소비자에 대한 설문응답 결과를 기초로 상품이나 재화에 대한 가치를 평가하는 방법이다. 즉 재화나 서비스에 대한 품질 내용을 설문 응답자에게 설명하고, 그 가치를 향상시키거나 또는 유지하기 위하여 비용을 지불할 필요가 있는 경우를 가정함으로써 소비자가 기꺼이 지불가능한 금액이 얼마인지를 직접 질문한다. 따라서 CVM은 현실적이거나 실존하는 재화나 서비스뿐만 아니라 공공재나 환경보전 등과 같이 시장가치로써 평가하는데 한계가 있는 대상까지도 평가할 수 있다는 점과 함께 Hicksian welfare)을 정확하게 측정할 수 있고, 특정 유효성 및 신뢰성을 검사할 수 있도록 설계가 가능하다는 점 등 많은 장점이 있다.

그 결과 당초 CVM은 자원 및 환경경제학 분야를 중심으로 이용되었으나, 1989년 3월 24일 유조선 엑손발데즈(Exxon Valdez)호가 3만 6천 톤의 원유를 알래스카 프린스 윌리엄 사운드 해협(Prince William Sound)에 유출함에 따른 환경가치를 평가한 이후(Chae and Kang, 2011), 최근에는 실험 설계, 마케팅, 정치과학, 심리학, 사회학, 보건학, 관광, 수질 등 그 적용범위가 확대되고 있다.

### 2.2 WTP 추정 방법

CVM 모델로써 많이 사용하는 이중경계 양분선택 모델은 크게 Hanemann (1984)이 제안한 효용격차모델(utility difference model)과 Cameron and James (1987)의 WTP 함수 접근법이 있다. 그러나 본 단원에서는 본 연구에서 적용한 Hanemann의 이중경계 양분선택 모델(DBDC, double-bounded dichotomous model)에 관하여 간략히 살펴본다.

먼저 DBDC 모델을 통한 WTP 추정은 지불의사 금액 관련 설문응답자에게 주어진 2회의 질문을 기초로 한다. 즉 설문응답자는 재화나 서비스가 특정한 상태로 변화될 것을 가정하여  $t'$ 만큼 기꺼이 제공할 의사가 있는지, 없는지를 질문 받는다. 그리고 첫 번째 질문에서 '예'를 답하였다면 두 번째 질문에서 보다 높은 값의 WTP 지불가능 여부를 질문 받게 되고, '아니오'를 답하였다면 보다 낮은 값의 WTP 지불가능 여부를 질문 받게 된다.

따라서 첫 번째 제안 가격을  $t^1$ , 두 번째 제안 가격을  $t^2$ 라 하면, 연구자는 다음과 같은 4가지 범주의 데이터를 얻게 된다.

- (1) 첫 번째 제안 가격에 '예'를, 두 번째 제안 가격에 '아니오'를 답하였다면( $t^1 < t^2$ ),  $t^1 \leq WTP < t^2$
- (2) 첫 번째 제안 가격에 '예'를, 두 번째 제안 가격에도 '예'를 답하였다면( $t^1 < t^2$ ),  $t^2 \leq WTP < \infty$
- (3) 첫 번째 제안 가격에 '아니오'를, 두 번째 제안 가격에 '예'를 답하였다면( $t^2 < t^1$ ),  $t^2 \leq WTP < t^1$
- (4) 첫 번째 제안 가격에 '아니오'를, 두 번째 제안 가격에도 '아니오'를 답하였다면( $t^2 < t^1$ ),  $0 \leq WTP < t^2$

그리고 연구자는 도출된 데이터를 이용하여 가치를 추정하기 위한 DBDC 로그-우도함수를 도출하게 되며, 로그-우도함수는 파라메타를 조건부로 각 응답자의 우도를 도출·로그 변환한다.

그리고 함수값을 극대화하도록 최우 추정함으로써 여러 계수 값을 산출하고, 다음 식에 대입하여 WTP를 추정한다.

$$E(WTP | \tilde{z}, \beta) = \tilde{z} \left[ -\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\delta}} \right]$$

$\tilde{z}$ 는 응답자 특성을 나타내는 벡터,  $\beta$ 는  $z$ 의 계수 파라메타 벡터,  $\hat{\alpha}$ 는 설명변수 각각에 대한 상관계수 벡터,  $\hat{\delta}$ 는 제시 금액 변수에 대한 계수이다.

### 3. 연구 설계

#### 3.1 문헌 검토

CVM을 이용할 수도 개선 편익에 관한 기존 문헌을 살펴보면 연구자의 성향 및 목적에 따라 다양한 방법을 적용하고 있다.

Yoo et al. (2006)은 원주시 상수도 수질개선 편익을 추정하고자 이중경계 양분선택형(DBDC, double-bounded dichotomous choice) 질문에 의한 모수추정 방법을, Pyo et al. (2011)은 부산시 가정용수 수질개선 편익 추정에 있어 단일경계 양분선택형 질문(SBDC, single-bounded dichotomous choice)을 통한 비모수추정법을, Kwak and

Yoo (2012)는 울산시 수돗물 수질 개선 편익을 추정하고자 1.5경계 양분선택형 질문(one and one half bounded spike dichotomous choice question)을 통한 스파이크 모델을, 그리고 Lee et al. (2013)은 화성·오산·평택·안성 등 4개 시에 안정적으로 물을 공급함에 대한 서비스 편익 추정을 위하여 단일경계 양분선택형 질문에 의한 모수 및 비모수추정법을 이용하였다.

기존 문헌 연구에서도 알 수 있듯이 CVM은 설문 응답 방법으로 양분선택형을 많이 이용하며, 이는 질문 횟수에 따라 단일경계, 이중경계 그리고 삼중경계 등의 모델로 구분된다. 이 가운데 이중경계 모델은 단일경계 모델 보다 많은 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있고, 또한 삼중경계 모델과 비교하여서는 평균자승오차(mean square error)의 관점에서 우수하다는 평가이다(Hanemann and Kanninen, 1999). 그리고 이중경계 양분선택 모델은 크게 Hanemann (1984)이 제안한 효용격차모델(utility difference model)과 Cameron and James (1987)의 WTP 함수 접근법이 있는데, McConnell (1990) 연구에 따르면 상기 2가지 방법은 서로 쌍대 관계에 있어 어느 방법을 선택하느냐의 문제는 단지 연구자의 취향 문제라고 지적하고 있다. 이에 본 논고는 WTP 추정에 있어 편의상 Hanemann et al. (1991)이 제안한 구간 데이터(interval data) 모델을 이용하였으며, 분석을 위한 프로그램으로는 Stata 12.를 이용하였다.

#### 3.2 설문지 구성

설문지는 첫째, 고도정수처리 도입으로 인한 수질개선 설명문과 함께 소비자의 지불의사금액 추출을 위한 질문으로 구성하였으며, 둘째, 응답자의 성별, 연령, 소득, 현수도요금 등 설문응답자의 사회경제적 특성에 관한 질문 등 크게 2개 부분으로 구성하였다. 특히 지불의사금액 추출을 위한 질문에 있어서는 국내 수돗물 공급 관련 최근에 발생한 유기물질 오염사고, 수돗물 원수 오염 시 수돗물에서 곰팡이 또는 흄냄새의 발생 가능성, 거주 지역 내 수도 요금, 현재 시중에서 판매 중에 있는 생수의 평균 요금, 고도정수처리 도입 시 수돗물 수질과 관련하여 기대

Table 1. Previous Studies with CVM

Author	Sample size (n)	Approach
Yoo etc (2006)	Wonju (250)	parametric approach, DBDC
Pyo etc (2011)	Pusan (665)	non-parametric approach, SBDC
Kwak & Yoo (2012)	Ulsan (400)	spike model, 1.5DC
Lee etc (2013)	Hwasung, Osan, Pyeongtaek, Ansung (900)	parametric & non-parametric approach SBDC

되는 효과 등을 사전 설명함으로써 설문응답자의 이해를 제고하고자 하였다.

한편 설문 응답 시 설문응답자에게 제공되는 제시금액은 도출하고자 하는 WTP에 민감한 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구에서는 무작위로 추출된 파주시 가정주부 80명을 대상으로 사전조사를 실시하였고, 이를 통해 도출된 값에 기초하여 최종 제시금액의 범위를 결정하였다. 제시금액은 1 m<sup>3</sup> 당 50원, 100원, 150원, 200원, 300원, 400원 등 총 6 단계로 구성하였다. 그리고 「수돗물 수질개선을 위해 귀하의 가구는 현재의 수도요금 외에 추가적으로 1 m<sup>3</sup> (2ℓ 생수페트병 500개)당, ( )원을 지불하실 의사가 있

습니까?」라는 첫 번째 제시금액에 대해 “예”라고 응답한 응답자는 첫 번째 제시금액의 2배에 해당하는 금액을 두 번째 제시금액으로 제시하였고 “아니오”라고 응답한 응답자에 대하여는 첫 번째 제시금액의 1/2배에 해당하는 금액을 제시하였다.

### 3.3 표본 조사

본 연구는 고도정수처리 시설이 구비되어 있는 고양정수장 및 구미정수장에서부터 수돗물을 공급받는 고양, 파주, 구미, 김천, 칠곡 등을 설문조사 지역으로 선정하였다.

표본추출방법으로는 임의표본(random sampling) 추출 방식을 적용하였으나, 표본 수는 거주 지역, 인구 구성비, 연령대(만 20~65세) 등을 고려하여 할당함으로써 임의표본추출에 따른 편의를 방지하였다. 또한 설문단위는 개인이 아닌 가구를 대상으로 하였으며, 응답대상은 세대주 및 세대주의 배우자로 한정하였다.

설문조사는 2014년 6월 5일~6월 24일 사이에 지역주민 총 800 가구를 대상으로 실시하였다. 하지만 최종분석은 회수된 설문지 800부 가운데 Korea Development Institute (2008)에서 개발된 “저항성 응답 및 무응답” 설문지 307부를 제외한 493부만을 이용하였다.

Table 2. Design of Bid Amount (unit: KRW)

First bid	Second bid	
	If response=no	If response=yes
50	25	100
100	50	200
150	75	300
200	100	400
300	150	600
400	200	800

Table 3. Descriptive Statistics of Respondents

Items	Respondents				
	men		women		
Sex	251(50.9%)		242(49.1%)		
Age	under 34	35~44	45~54	above 55	
	67 (13.6%)	184 (37.3%)	163(33.1%)	79 (16.0%)	
Water Bill (10,000won/m)	under 0.9	1.0~1.9	2.0~2.9	above 3.0	
	56 (11.3%)	230 (46.7%)	145(29.4%)	62 (12.6%)	
Income (10,000won/m)	under 149	150~299	300~449	450~599	above 600
	13 (2.6%)	110 (22.3%)	146 (29.6%)	120 (24.3%)	104 (21.1%)

Table 4. Distribution of Responses by each Bid Amount

First Bid (KRW)	Sample size	Number of responses			
		YY	YN	NY	NN
50	94	54	22	10	8
100	91	36	34	9	12
150	90	27	33	16	14
200	77	10	29	25	13
300	75	8	27	11	29
400	66	5	18	15	28
Total	493	140	163	86	104

## 4. 분석 결과

### 4.1 WTP 추정 결과

WTP 추정은 ‘공변량을 포함하지 않은 추정’과 ‘공변량을 포함한 추정’ 2번에 걸쳐 실시하였다.

첫째, 공변량을 포함하지 않은 추정의 결과는 다음 표와 같다. Stata 명령어 double는  $\beta$ 를 직접적으로 추정하기 때문에 WTP 산식은 단순히  $\tilde{z}'\hat{\beta}$ 이다. 그러므로 공변량을 포함하지 않은 이 경우에 WTP는 단순히 상수계수인 231.3원/(m<sup>3</sup>/1가구)이 된다.

둘째, 공변량을 포함한 WTP 추정의 경우 본 연구에서 사용된 공변량에 대한 정의 및 표본 통계량은 다음 표와 같다. 최우추정법의 적용을 용이하게 하기 위한 방안으로 단위가 큰 월평균 가계 소득(Inc)과 수도요금(Bill)은 각각 10만원과 1천원 단위로 조정하여 제시하였다.

분석결과, 설문응답자의 사회경제적 특성 중 WTP에 영향을 미치는 변수로는 ‘나이’ 변수만이 5% 유의수준에서 유의하였다. ‘나이’ 변수가 양(+)의 부호를 갖는 것은 응답자의 나이가 많을수록 금액에 대한 지불의사가 높다는 것을 의미한다. 공변량을 포함하는 WTP는 공변량을 포함하지 않는 경우와 유사한 231.2원/(m<sup>3</sup>/1가구)으로 분

석되었다.

### 4.2 편익-비용 분석

CVM을 통하여 WTP를 추정하는 중요한 목적 중의 하나는 표본정보를 이용하여 WTP를 추정한 것과 함께 현재 또는 미래에 추진하고자 하는 사업의 비용을 비교·평가함으로써 사업적 당위성을 판단하는데 있다. 이러한 의미에서 본 단원은 수도물 1톤을 기준으로 추정된 WTP를 정수장 단위로 확대하여 고도정수처리 사업의 B/C를 살펴보고 있다.

2013년 기준, 정수장별 연간 수도물 공급량은 고양정수장이 59,675천 m<sup>3</sup>/년, 구미정수장이 93,734천 m<sup>3</sup>/년이다. 따라서 이 값에 WTP 231.3원/m<sup>3</sup>을 곱하게 되면 정수장별 연간 WTP가 되어 고양정수장의 고도정수처리 연간 WTP는 138억 원, 구미정수장 고도정수처리 도입의 연간 WTP는 216.8억 원이라 할 수 있다. 한편 K-water 「수도 시설 및 용지 등 운영관리기준」에 따르면 고도정수처리 설비의 내구년한은 활성탄 처리를 위한 고체약품투입기가 10년, 오존 소독설비 15년 등 최소 10년 이상이다. 이에 따라 고도정수처리 설비의 내구년한을 10년으로 가정할 경우, 각 정수장별 고도정수처리 편익은 고양정수장이

Table 5. Estimation Results of the Model Without Covariates

	Coeff.	Std. Err.	$p >  z $	[95% Confidence Interval]	
Beta _cons	231.3	10.589	0.000	210.55	252.06
Number of obs = 493					
Log likelihood = -673.3560					

Table 6. Definition and Sample Statistics of Variables

Var	Definitions	Mean	Std. Dev.
Sex	1=male; 0=female	0.51	0.5004
Age	Age of the respondent	44.70	8.9730
Inc	Monthly family Income (unit: 100,000 KRW)	446.30	243.7756
Bill	Monthly water bills (unit: 1,000 KRW)	17.45	8.1850

Table 7. Estimation Results of the Model with Covariates

Var	Coefficient	$p >  z $	Wald Chi <sup>2</sup> ( $p$ -value)	Log likelihood	Mean WTP (Std. Dev.)
Sex	-9.875	0.646	7.80 (0.0990)	-669.4528	231.2 (10.495)
Age	2.744	0.022			
Inc	0.050	0.268			
Bill	-2.175	0.101			
Constant	129.238	0.028			

**Table 8. Population expansion of WTP**

Filtration plant	Water supply (000 m <sup>3</sup> /year)	WTP (KRW BN/y)	Cost (KRW BN)	B/C (durable years: 10)
Goyang	59,675	13.80	36.816	3.7
Gumi	93,734	21.68	10.3218	2.1

1,380억 원, 구미정수장이 2,168억 원으로 추정되었다.

또한 고도정수처리 도입을 위하여 투자된 비용에 있어서는 년차별 투입 비용을 현재 가치로 환산하였는데, 고양정수장이 368.16억 원, 구미정수장이 1,032.18억 원으로 도출되었다.

결과적으로 정수장별 고도정수처리 도입의 B/C는 고양정수장이 3.7, 구미정수장은 2.1로 평가되었다.

## 5. 결 론

본 연구는 보다 높은 수질의 수돗물 공급을 위하여 범국가적 관점에서 추진 중에 있는 고도정수처리 사업의 경제성을 검토하고자 K-water 정수장 사례 조사를 실시하였다.

설문조사는 고도정수처리가 도입된 고양정수장과 구미정수장으로부터 수돗물을 공급받고 있는 고양, 파주, 구미, 김천, 칠곡 등 5개 시 주민을 대상으로 하였으며, 설문조사기간은 2014년 6월 5일부터 6월 24일(약 20일) 사이에 실시하였다. 편익 분석을 위하여 사용된 설문지는 회수된 설문지 총 800부 중 “저항성 응답 또는 무응답” 설문지 307부를 제외한 493부이다. WTP 추정 방법으로는 편익 추정을 위하여 보편적으로 많이 이용되는 CVM 방법을 적용하였는데, 특히 모수통계 기법 중 Hanemann et al. (1991)이 제안한 이중경계 구간 데이터(interval data) 모델을 이용하였다.

이렇게 하여 추정된 최종 분석결과를 살펴보면 다음과 같다. 우선 고양정수장과 구미정수장에 도입된 고도정수처리를 위한 소비자의 WTP는 수돗물 1m<sup>3</sup> 당 231.3원으로 분석되었다. 그리고 도입 설비의 내구연한을 최소 10년으로 가정할 경우, 고도정수처리 편익은 고양정수장이 1,380억 원, 구미정수장이 2,168억 원으로 산출되었다. 한편 정수장별 고도정수처리 도입의 B/C는 고양정수장이 3.7, 구미정수장이 2.1로 평가되었다.

본 연구에서는 수돗물 수질개선을 위하여 K-water에서 도입·운영하고 있는 고도정수처리 사업에 대한 경제적 효과를 분석하였다. 그 결과 경제적 효과인 B/C는 최소 2.0 이상인 것으로 나타났는데, 이는 표본 지역내 소비자

의 경우 보다 개선된 수돗물 품질을 제공받기 위해 기꺼이 추가적인 비용 지불의사가 있음을 반영한 것이라 볼 수 있다.

마지막으로 본 연구는 이미 고도정수처리 사업을 도입한 지역을 대상으로 당해 사업의 경제적 효과를 평가한 연구 결과이다. 따라서 본 연구결과는 당해 사업지역의 경우 고도정수처리 사업 도입의 당위성을 제공하는 한편 향후 도입 계획이 있는 지역에 있어서는 고도정수처리 사업추진의 참고 자료로 제공이 가능할 것이다.

## References

- Cameron, T.A., and James, D. (1987). “Efficient estimation methods for closed-ended contingent valuation surveys.” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69, pp. 269-276.
- Cameron, T.A., and Quiggin, J. (1994). “Estimation using contingent valuation data from a dichotomous choice with follow-up questionnaire.” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 27, pp. 218-234.
- Chae, S.B., and Kang, K.R. (2011), “The estimation of the economic value of avoiding cutting off the water using contingent valuation Method.” *Seoul Studies*, Vol. 12, No. 2, pp. 141-153.
- Hanemann, M., and Kanninen, B. (1999). “The Statistical Analysis of Discrete-Response CV Data.” in Bateman, I.J. and Willis, K.G. (eds.). “Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU, and Developing Countries.” Oxford University Press, pp. 403-491.
- Hanemann, M., Loomis, J., and Kanninen, B. (1991). “Statistical efficiency of double bounded dichotomous choice contingent valuation” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, pp. 1255-1263.
- Hanemann, W.M. (1984). “Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses.”

- American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, pp. 332-341.
- Korea Culture and Tourism Institute (2007). "Economic value analysis of the business of making the traditional culture to digital contents." pp. 35-41.
- Korea Development Institute (2008). "Modify general guidelines for pre-feasibility study (fifth edition)." p. 327.
- Kwak, S.Y., and Yoo, S.H. (2012). "Measuring the economic benefits of the tap water quality improvement in Ulsan." *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 45, No. 1, pp. 29-37.
- K-water (2014). "Measuring the Economic Benefits of the Tap Water Quality Improvement." p. 20.
- Lee, WS., Yoo, SH., and Kim, JH. (2013). "Measuring the economic benefits of the tap water supply service in urban areas: the case of Korea." *Water resource Management*, Vol. 27, pp. 619-627.
- McConnell, K.E. (1990). "Models for referendum data: the structure of discrete choice models for contingent valuation." *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 18, pp. 19-34.
- Ministry of Environment (2014a). "2013 Statistics of Water-works." pp. 5-8.
- Ministry of Environment (2014b). "White paper of environment." pp. 115-116.
- MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport) and K-water (2014). "Water and Future." p. 134.
- Pyo, H.D., Park, C.H., and Choo, J.W. (2011). "Estimating willingness to pay for the tap water quality improvement in Busan using nonparametric approach." *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 44, No. 2, pp. 125-134.
- Yoo, S.H., Shin, C.O., and Yang, C.Y. (2006). "Household's willingness to pay for piped water quality improvement in Wonju." *Journal of Environmental Policy*, Vol. 5, No. 3, pp. 79-103.

paper number : 15-032

Received : 7 April 2015

Revised : 15 July 2015 / 16 July 2015

Accepted : 16 July 2015