

# 댐상류지역 하수도시설 확충사업에 관한 지불의사액 추정을 위한 편익전환기법의 적용

정동환 · 진영선\* · 박규홍<sup>†\*\*</sup>

국립환경과학원 환경진단연구부 · \*고려대학교 경영학과 · \*\*중앙대학교 토목공학과

(2005년 9월 8일 접수, 2006년 1월 19일 채택)

## Application of Benefit Transfer Method to Estimate the Willingness-to-pay in Planning the Construction of the Integrated Sewerage System at the Catchment Areas of Dams

Dong-Hwan Jeong · Young-Sun Jin\* · Kyoohong Park<sup>†\*\*</sup>

National Institute of Environmental Research · \*Business School, Korea University

\*\*Department of Civil Engineering, Chung-Ang University

**ABSTRACT** : Benefit transfer is a method, which obtains an estimate for the economic valuation of non-marketed commodities at a given site through the analysis of studies that have been previously carried out to value similar commodities at a different location. The objective of this study was to estimate benefit transfer values for the construction of the integrated sewerage system in the catchment area of dams in Korea. For pooled data analysis, five models were suggested in this study. Among five models, model 2 showed only 6 to 7% errors when the willingness-to-pay (WTP) predicted in the policy-site, Dam Soyang was compared with that estimated using contingent valuation method (CVM) in the study-sites, Dams Namgang, Hapcheon, and Daecheong. However, the WTP estimate predicted by model 1 showed the absolute errors of 42 to 47% when it was compared with WTP estimated using CVM in Dams Andong and Imha. It seemed that residents of Dams Andong and Imha have feeling of being victimized since two dams were constructed very adjacently, the upstream area was designated as drinking water source protection zone, and thereafter their developmental economical actions have been significantly restricted.

**Key Words** : Benefit Transfer, Contingent Valuation Method, Willingness-to-pay, Pooled Data Analysis

**요약** : 편익전환기법은 다른 지역에서 이미 수행하였던 비시장성 재화의 가치 평가 사례를 분석하여 주어진 지역(정책집행 대상지역)에서의 유사한 재화의 경제적 가치 추정치를 구하는 방법이다. 본 연구의 목적은 우리나라 댐상류지역의 수계에서 하수도시설 확충사업에 대한 편익전환 가치를 추정하는 것이다. 본 연구에서 종합자료분석을 위해 5개 모형을 가정하였다. 5개 모형 중에서 모형 2의 경우 남강 · 합천 · 대청댐을 연구지역으로 하여 조건부가치추정법을 사용하여 추정한 지불의사액과 소양댐을 정책집행 대상지역으로 예측한 지불의사액 추정치를 비교한 절대오차는 6~7%로 좋은 결과가 나타났다. 그러나, 모형 1의 경우 안동 · 임하댐의 조건부가치추정법을 사용하여 추정한 지불의사액과 비교하였을 때 예측된 지불의사액 추정치의 절대오차는 42~47%로 나타났다. 안동 · 임하댐의 주민들은 인근 지역에 2개의 댐이 만들어졌고, 이들 댐상류지역이 상수원 보호구역으로 지정되어 경제적 활동에서 피해를 받고 있다고 생각하기 때문이다.

**주제어** : 편익전환, 조건부가치추정법, 지불의사액, 종합자료분석

### 1. 서론

최근 다목적 댐 상류지역의 하수도 보급률 향상과 상수원 수질개선을 목표로 댐 상류지역 하수도시설 확충사업을 본격적으로 추진하게 되었고, 안동 · 임하댐(안동댐과 임하댐은 원래 2개의 댐이나, 인접지역에 위치하여 환경부에서 동시에 사업을 진행중이므로 붙여 표기함), 소양댐, 대청댐, 남강댐, 합천댐(남강댐과 합천댐도 역시 2개의 댐이며 인접해 있어 타당성 조사를 동시에 진행하였으나 실제사업의 시행은 지자체

와의 합의시점이 달라 개별적으로 사업이 추진되어 남강댐, 합천댐으로 표기됨), 충주댐 등의 상류지역에 대한 하수도시설 확충사업의 타당성을 조사한 후 본격적인 설계 · 시공 준비 중에 있다. 타당성 분석을 수행하기 위해서는 기본적으로 그 사업에 대한 비용 · 편익분석(cost-benefit analysis)이 이루어져야 한다. 이러한 댐 상류지역 하수도시설 확충사업 외에도 국가 주요 기반시설의 확충을 위한 공공개발 사업의 타당성 분석은 필수적인 과정임에도 불구하고 타당성 조사를 위한 예산을 충분히 확보하지 못하는 경향이 있다. 즉, 제한된 공공지출로부터 편익을 최대화하려는 법적 기준과 요구 때문에 편익분석에 대한 필요가 증가하고 있으나 편익분석을 실시하기 위해 활용하려는 기금은 감소되고 있다. 그 결과 특정지역의 특정사업에 관한 연구에서 편익분석을 실시하는

<sup>†</sup> Corresponding author  
E-mail: kpark@cau.ac.kr  
Tel: 031-670-3340

Fax: 031-675-1387

데는 비교적 신속하고 적은 비용이 소요되는 편익추정기법 (benefit estimation method)이 필요하다.

편익전환기법은 다른 나라의 정부기관에 의해 여러 해 사용되었으나, 편익추정과 관련된 알려지지 않은 변화와 잠재적인 편차 때문에 특정지역을 상세하게 분석하여 적용하는 것은 아직 미흡한 것으로 보인다.<sup>1)</sup> 과거 편익전환에 관한 연구에 의하면 비용·편익분석을 위한 선행자료의 수집에 소요되는 시간과 비용의 부족 등의 이유로 편익전환기법을 사용하게 되었다.<sup>2,3)</sup> 정책결정을 하기 위하여 정밀한 편익추정이 요구되지 않는다면 비용이 많이 드는 데이터 수집 노력이 필요하지 않으므로, 편익전환기법을 적용하는 것이 프로젝트 시행이나 자원의 가치를 추정하는데 채택할 만한 방법이다. 편익전환기법에 대한 연구 중에서 편익함수전환(benefit function transfer, BFT)의 사용으로 편익전환기법의 방법론을 개선하였다.<sup>4-7)</sup> 편익함수전환을 통해 모형을 도출한 지역(연구지역, study site)과 모형을 적용한 지역(정책집행 대상지역, policy site) 사이의 변화에 대하여 설명할 수 있다.<sup>8)</sup>

최근 댐 상류지역의 하수도시설 확충사업의 타당성 조사가 충주댐, 안동·임하댐, 대청댐, 소양댐, 남강댐, 합천댐 유역을 대상으로 조건부가치추정법에 의해 수행되었지만, 동일하진 않더라도 매우 유사한 기법으로 편익산정을 위한 해석이 이루어지고 있다.<sup>9-11)</sup> 본 연구에서는 유사 정책집행 대상지역의 편익을 추정할 수 있는 편익전환 모형을 제시하고, 기존의 조건부가치추정법에 의해 지불의사액을 추정하는 편익전환 모형의 보정과 검증을 하고자 하였다. 이를 위해 조건부가치추정법에 따라 SPSS 프로그램을 이용하여 로짓모형(logit model)에 대한 회귀식의 계수 값을 구하여 지불의사액을 추정하였으며, 정책집행 대상지역에 위치한 안동·임하댐, 대청댐, 소양댐, 남강댐, 합천댐 상·하류지역의 지불의사액 추정치를 구하였다. 또한, 구한 로짓모형 회귀식을 통하여 모형 1~모형 5에 적용한 편익전환 추정치와 조건부가치추정법에 의해 구한 지불의사액 추정치를 비교 분석하였으며, 하수도사업과 관련된 여러 비용·편익분석에 일반적으로 이용할 수 있도록 방법론을 제시하였다.

## 2. 연구대상지역 현황과 연구방법

환경부는 2003년 11월에 다목적댐 상류지역 하수도시설 통합관리계획을 수립하였는데,<sup>12)</sup> 2007년까지 15개 다목적댐 상류지역의 하수도보급률이 2001년 현재 27.4%인 것을 75.2%까지 향상시키기 위해 충주댐, 안동댐, 임하댐, 소양댐, 대청댐, 남강댐, 합천댐 등 7개 댐에 대해서는 2003년부터 2006년까지 총사업비 8,247억원을 투자하여 하수처리장 등 268개소를 확충할 계획이다. 대상사업의 범위로 하수처리장(마을하수도 포함) 설치 및 운영관리 사업의 경우 하수처리장 신·증설, 고도처리시설, 하수관거 정비 및 운영관리 등이 포함되며, 유역 내 하수도 등 환경관리시설의 통합관리시스템 구축사업의 경우 유역 내 하수처리장 및 마을하수도 통합관리의 의무화 등이 포함되어 있다.

본 연구에서는 충주댐을 제외한 나머지 6개 댐을 대상지역으로 정하였다. 하수도 보급률은 합천댐 유역이 55.8%로 가장 높았고, 하수처리 인구는 대청댐 유역이 93,410명으로 가장 많았다. 행정구역 면적도 대청댐 유역이 4,134 km<sup>2</sup>로 가장 넓은 것으로 조사되었다. 설치 중이거나 설치 계획을 수립하고 있는 하수처리시설 수에서도 대청댐 유역에서 89개로 가장 많았다.

댐 상류지역 하수도시설 확충사업<sup>13)</sup>에 따른 지불의사액을 추정하기 위하여 상류지역에 대해서는 각 시·군에 속하는 읍·면의 인구수에 따른 할당표본을 추출하였으며, 현장을 직접 방문하여 일대일 개별 면접방식으로 조사하였다(Table 1). 개략적인 설문내용은 환경의식, 현재의 해당 댐 및 그 주변 하천의 현황 및 수질오염, 하수도시설 건설사업과 수질에 대한 인식도, 앞으로 하수도시설 건설사업의 기대효과, 하수도시설 건설사업에 대한 지불의사 등의 내용으로 40여개 항목에 대하여 조사하였다. 지역주민들이 얼마의 지불의사가 있는지 조사하기 위하여 지불의사액으로 제시하는 방식은 이중양분형선택기법(double-bounded dichotomous choice method)을 사용하였으나, 지불의사액 추정을 위한 산정과정에는 처음 질문에 답한 금액(단일양분형)을 사용하였다.

조건부 가치추정방법에서 확률모형의 추정은 일반적으로 누적정규분포를 가정하는 프로빗모형(probit model)이나 로지스틱 함수(logistic function)를 가정하는 로짓모형을 이용한다. 로짓모형이 프로빗모형에 비해 상대적으로 추정이 용이하고 적합도가 높게 나타나며 지불의사액의 산정이 비교적 편리하기 때문에 일반적으로 로짓모형을 많이 이용한다.<sup>14)</sup> 추정된 파라미터  $\alpha$ ,  $\beta$ 로부터 평균값 및 중앙값의 지불의사액을 추정하게 된다.

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha + \beta x \tag{1}$$

$$= f(\text{bid}, \text{ws}, \text{sex}, \text{age}, \text{edu}, \text{income}, \text{environ}, \text{family})$$

$$= f(\text{식 (1)에서 } 10\% \text{이내 유의수준인 독립변수}) \tag{2}$$

$$= f(\text{bid}, \text{ws}, \text{edu}, \text{income}, \text{environ}) \tag{3}$$

$$= f(\text{bid}, \text{edu}, \text{income}) \tag{4}$$

여기에서  $p$  : 응답자에게 제시금액(bid)에 대하여 “예”라고 대답할 확률,  $f(\cdot)$  : 함수형태, wtp : 지불의사가 있는 경우(1)와 없는 경우(0), bid : 제시액(천원), ws : 상류(1)·하류(0)의 주거에 따른 구분, sex : 남(1)과 녀(0), age : 나이(년), edu : 교육년수(범주), income : 월 가구 총소득(범주), environ : 환경교육을 받은 적이 있는 경우(1)와 없는 경우(0), family : 가족수(명)이다.

지불의사액은 일반적으로 식 (1)~식 (4)에서 추정된 매개변수인  $\alpha$ 값,  $\beta$ 값으로부터 평균값과 중앙값으로 추정하게 되는데, 본 연구에서는 평균값을 지불의사액으로 표현하였다.

**Table 1.** Survey data on each watersheds of 5 dams

Dams	Survey method	Survey term	Bid(won)	Survey number	Ratio (%)	Survey sites(sample numbers)	
Andong-Imha	Individual interview	2004	10000, 8000, 6000, 4000, 2000, 1000, 500	800	Upstream area(394)	50	Upstream area of dam Andong(269), Upstream area of dam Imha(125): Andong City(252), Youngyang Gun(99), Bonghwa Gun(190), Gumi city(259)
					Downstream area(406)	50	
Soyang	"	2003	8000, 4000, 2000, 1000, 500	980	Upstream area(480)	49	Chuncheon City(90), Yanggu Gun(150), Hongcheon Gun(150), Inje Gun(90) Gwangju City(70), Namyangju City(155), Yangpyung Gun(20), Hanam City(55), Seoul City(200)
					Downstream area(500)	51	
Daecheong	"	2004	8000, 7000, 6000, 5000, 4000, 3000, 2000, 1000, 500	990	Upstream area(552)	56	Sangju City(81), Youngdong Gun(108), Boeun Gun(81), Okcheon Gun(117), Geumsan Gun(135) Daejeon City(153), Cheonju City(153), Gongju City(81), Cheonan City(81)
					Downstream area(438)	44	
Namgang	"	2003	8000, 4000, 2000, 1000, 500	875	Upstream area(615)	70	Namwon City(90), Hamyang Gun(150), Sancheong Gun(165), Hapcheon Gun(70), Sacheon City(30), Hadong Gun(80), Euiryung Gun(30) Jinju City(260)
					Downstream area(260)	30	
Hapcheon	"	2003	8000, 4000, 2000, 1000, 500	465	Upstream area(205)	44	Geochang Gun(145), HapcheonGun(60) Masan City(260)
					Downstream area(260)	56	

α값과 β값의 추정치는 추정 모형에 제시금액, 상류·하류의 주거에 따른 구분, 남녀, 교육수준, 응답자의 나이, 소득수준, 환경교육여부, 가족수 등의 독립변수를 모두 포함하여 추정하였다. 이 경우 제시금액 이외의 다른 독립변수들은 각각의 추정된 매개변수에 평균값을 곱하여 값을 구하고 이를 상수항(α)에 합산하여 새로운 상수항(α)으로 한다. 본 연구에서는 선형로지스틱 모형을 이용하여 식 (5)의 평균값 지불의사액을 추정하였다. 식 (3)은 모형을 단순화하기 위하여 제시금액, 상류·하류의 주거에 따른 구분, 교육수준, 소득수준, 환경교육여부를 독립변수로 하였고, 식 (4)는 제시금액, 교육수준, 소득수준을 독립변수로 사용하여 지불의사액을 추정하고 그 유역의 조사 변수값은 제외하고 다른 지역의 변수값을 적용하여 지불의사액을 전환 추정하였다. 사용한 상용프로그램은 한글판 SPSS ver.10이다.

$$\text{Mean WTP} = \frac{1}{-\beta} \ln(1 + e^\alpha) \quad (5)$$

편익전환기법의 적용을 위해서 모형 1에서 모형 5까지 Table 2에 나타내었다. 모형 1은 조사 완료시기의 순서에 따라 대청댐, 남강댐, 합천댐, 소양댐 유역의 설문조사한 데이터(이미 확보된 모든 데이터를 이용하는 의미)를 결합하여 지불의사액을 추정하고 나중에 조사된 안동·임하댐 유역의 지불의사액을 추정하여 비교하고자 제안되었다. 모형 2에서는 연구결과에서 추후 제시되었지만 안동임하댐의 특수상황을 고려하여 이를 제외한 경우를 고려해보고자 하여, 대청댐, 남강

**Table 2.** Benefit transfer models suggested in this study

Classification	Watershed data used	Application watershed
Model 1	Dam Soyang, Dam Daecheong, Dam Namgang, Dam Hapcheon	Dams Andong-Imha
Model 2	Dam Daecheong, Dam Namgang, Dam Hapcheon	Dam Soyang
Model 3	Dam Namgang, Dam Hapcheon	Dam Daecheong
Model 4	Dam Namgang, Dam Hapcheon	Dams Andong-Imha
Model 5	Dams Andong-Imha	Dam Soyang

댐, 합천댐의 유역 데이터를 이용하여 소양댐 유역의 지불의사액을 추정해 보기로 하였고, 모형 5에서도 특수상황의 안동·임하댐 유역 데이터를 활용한 추정 계수를 이용하여 군부대지역이 많아 역시 특수상황이라고 예상되는 소양댐 유역의 지불의사액을 추정하였다. 모형 3과 모형 4에서는 각 1개 지역의 데이터를 이용해 다른 1개 지역의 지불의사액 추정이 가능한지를 알아보기 위해, 남강댐 및 합천댐 유역의 데이터를 이용하여 각각 대청댐과 안동·임하댐 유역의 지불의사액을 추정하였다. 이들의 결과를 서로 비교하여 유역의 인문·지리적 특성에 따라 지불의사액의 추정치가 어떻게 평가되는지 살펴보았다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 연구지역에서 조건부가치추정법을 이용한 지불의사액 추정

**Table 3.** The mean and deviation values of CVM variables in each watersheds

Classification	Dams Andong-Imha		Dam Soyang		Dam Daecheong		Dam Namgang		Dam Hapcheon	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
	wtp <sup>(1)</sup>	0.27	0.44	0.48	0.50	0.40	0.49	0.38	0.49	0.45
bid	4.870	3.053	3.106	2.734	4.056	2.501	3.119	2.730	3.123	2.751
ws	0.49	0.50	0.49	0.50	0.53	0.50	0.70	0.46	0.44	0.50
sex	0.50	0.50	0.51	0.50	0.52	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50
age	41.62	12.10	44.19	10.59	45.79	11.28	53.77	14.36	50.51	13.59
edu <sup>(2)</sup>	2.61	1.43	2.20	1.10	2.35	1.22	1.46	0.73	1.73	0.79
income <sup>(3)</sup>	3.22	1.52	3.48	1.33	3.15	1.44	2.47	1.26	3.09	1.37
environ	0.53	0.50	0.33	0.47	0.33	0.47	0.17	0.38	0.21	0.41
family	3.68	1.46	3.72*	1.23	3.79	1.22	3.12	1.48	3.50	1.40
N	800	-	980 (*977)	-	990	-	875	-	465	-

※ S.D. : Standard deviation

- (1) wtp: yes(1) or no(0) of willingness to pay, bid: bid(1,000 won), ws: residing in upstream area(1) or downstream area(0), sex: man(1) or female(0), age: age(years), edu: education level(category), income: income level or total household income per house per month(category), environ: yes(1) or no(0) on experience to receive an environmental education, family: number of family members, N: number of survey house
- (2) education level : 1) below graduation of middle school, 2) below graduation or dropout of high school, 3) above graduation of college or being in university, 4) above graduation of university, 5) above a graduate school of university
- (3) income level : 1) below 500 thousand wons, 2) 500 thousand to one million wons, 3) one million to two million wons, 4) two million to three million wons, 5) three million to four million wons, 6) four million to five million wons, 7) five million to one billion wons, 8) above one billion wons per month

종속변수인 지불의사 여부에서 지불의사가 있는 것으로는 소양댐 유역주민에게서 0.48(±0.50)로 가장 높게 나타났고, 안동·임하댐 유역주민에게서 0.27(±0.44)로 가장 낮게 나타났다(Table 3). 이는 안동·봉화지역에서 안동댐과 임하댐이 인근에 건설되어 넓은 지역에 걸쳐 많은 규제를 받게 되어 댐에 의한 피해의식이 조사결과에 반영된 것으로 판단된다. 상·하류 및 남녀간 조사항은 남강댐 및 합천댐 유역을 제외하고는 균형을 이루고 있다. 응답자 나이는 대체적으로 고령화되어 만 41.6세부터 53.8세(±10.6~14.4)의 범위에서 조사되었다. 응답자의 교육수준은 안동임하댐 유역에서 가장 높은 2.61 범주로, 남강댐 유역에서 가장 낮은 1.22 범주에서 조사되었다. 소득수준은 남강댐 유역의 2.47을 제외하고는 대체적으로 비슷한 수준인 3.09부터 3.48의 범주로 조사되었다. 환경교육을 받은 적이 있는냐는 질문에 있다고 한 응답은 0.53으로 안동·임하댐 유역에서 가장 높았으며, 남강댐과 합천댐 유역에서 0.17과 0.21로 가장 낮았다. 가족수는 대체적으로 비슷한 3.1명부터 3.8명까지 조사되었다.

로짓모형을 이용한 지불의사액을 추정한 편익전환기법의 정확성을 평가하기 전에 해당 댐의 유역별 지불의사액을 먼저 추정하였다. 로짓모형은 식 (1) 및 식 (2)의 추정 함수식  $f(\cdot)$  을 이용하여 유역별 지불의사액을 추정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 남강댐 유역의 지불의사액은 가장 낮은 월 3,035 원으로 추정되었으며, 소양댐 유역의 지불의사액은 월 4,489 원으로 가장 높게 추정되었다. 모든 독립변수를 이용하여 추정한 유역별 지불의사액과 일부 유의도(신뢰도 10% 이내)가 높은 변수를 이용하여 추정한 지불의사액의 차이는 -0.99~+1.59% 범위로 그 차이가 매우 적은 편이다.

**3.2. 모형 1~5를 가정한 정책집행 대상지역에서 편익 전환기법을 이용한 지불의사액 추정**

**Table 4.** Estimation of willingness-to-pay of each watersheds in study-sites using CVM

Variables	Dams Andong-Imha		Dam Soyang		Dam Daecheong		Dam Namgang		Dam Hapcheon	
	Eq.(1)	Eq.(2)	Eq.(1)	Eq.(2)	Eq.(1)	Eq.(2)	Eq.(1)	Eq.(2)	Eq.(1)	Eq.(2)
bid	-0.179*	-0.179*	-0.240*	-0.242*	-0.229*	-0.231*	-0.279*	-0.279*	-0.295*	-0.286*
ws	-0.150	-	-0.359**	-0.338**	-0.409*	-0.395*	0.828*	0.866*	-0.162	-
sex	0.230	-	0.141	-	-0.051	-	0.325**	0.366**	0.221	-
age	-0.017**	-0.020*	-0.002	-	0.008	-	-0.009	-	0.002	-
edu	0.033	-	0.408*	0.434*	0.145**	0.111***	-0.035	-	0.142	-
income	0.315*	0.337*	0.139**	0.138**	0.268*	0.270*	0.376*	0.412*	0.319*	0.375*
environ	0.081	-	0.078	-	0.392*	0.398*	0.324	-	0.196	-
family	-0.032	-	-0.023	-	0.025	-	-0.044	-	-0.023	-
constant	-0.662	-0.543	-0.468	-0.595**	-1.076**	-0.576**	-0.767	-1.535*	-0.684	-0.533**
$\chi^2$	93.741	89.977	172.601	172.451	143.993	142.67	120.023	115.188	81.625	77.706
-2Log likelihood	831.414	835.178	1181.062	1185.199	1186.931	1188.255	1040.61	1045.445	558.243	562.163
$\alpha$	-0.3009	-0.2903	0.6611	0.6744	0.4561	0.4573	0.2866	0.2718	0.6505	0.6258
$\beta$	-0.179	-0.179	-0.240	-0.242	-0.229	-0.231	-0.279	-0.279	-0.295	-0.286
WTP(won)	<b>3094.7</b>	<b>3120.2</b>	<b>4489.1</b>	<b>4488.3</b>	<b>4135.2</b>	<b>4102.8</b>	<b>3034.7</b>	<b>3004.6</b>	<b>3628.4</b>	<b>3686.0</b>
$\frac{Eq.(2)}{Eq.(1)} \times 100$ (%)	+0.82		-0.02		-0.78		-0.99		+1.59	

\* Significance at the 1% level, \*\* Significance at the 5% level, \*\*\* Significance at the 10% level

**Table 5.** Characteristics of data set using Model 1~Model 5 for BIM

Classification	Data set excluding Dams Andong-Imha (Model 1)		Data set excluding Dams Soyang and Andong-Imha (Model 2)		Data set of Dams Namgang and Hapcheon (Model 3 & 4)		Data set of Dams Andong-Imha (Model 5)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
wtp	0.43	0.49	0.40	0.49	0.40	0.49	0.27	0.44
bid	3.396	2.701	3.518	2.701	3.120	2.736	4.870	3.053
ws	0.55	0.50	0.58	0.50	0.61	0.49	0.49	0.50
sex	0.51	0.50	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
age	48.09	12.92	49.73	12.92	52.64	14.18	41.62	12.10
edu	1.98	1.08	1.89	1.08	1.55	0.76	2.61	1.43
income	3.06	1.40	2.88	1.40	2.69	1.33	3.22	1.52
environ	0.27	0.44	0.25	0.44	0.18	0.39	0.36	0.47
family	3.55*	1.39	3.48	1.39	3.25	1.46	3.68	1.46
N	3310 *3307	-	2330	-	1340	-	800	-

※ S.D. : Standard Deviation

본 절에서는 우리나라의 다목적댐 유역의 거주주민을 대상으로 지불의사 여부와 지불의사액을 조사한 결과를 이용하여 다른 댐 유역의 거주주민의 편익을 전환 추정하기 위하여 앞의 Table 2와 같이 모형 1에서 모형 5까지 제안하였다. Table 5에 나타낸 바와 같이 모형 1에 사용된 자료는 설문 조사한 소양댐, 대청댐, 남강댐, 합천댐 유역의 데이터를 포함하였는데, 유역 거주주민의 지불의사 여부는 0.43(±0.49)으로 나타났고, 모형 4에 사용된 데이터는 남강댐, 합천댐 자료를 포함하며 이들 데이터의 지불의사 여부는 0.40(±0.49)으로 나타났다. 이러한 지불의사 여부의 의미는 안동·임하댐 주민의 지불의사 여부(wtp)가 0.27(±0.44)로서 매우 낮아 안동·임하댐 유역의 데이터를 이용하여 모형 5와 같이 소양댐 정책집행 대상지역의 지불의사액을 전환 추정하는 경우 소양댐 유역에서 실제 추정된 지불의사액보다 과소평가될 것으로 예상된다. 이들 각 모형에 사용된 응답자의 나이는 대체적으로 고령화되어 41.6~52.6세의 범위에서 조사되었다. 응답자의 교육수준은 모형 5(안동·임하댐 유역)의 자료에서 2.61로 가장 높았으며, 소득수준도 3.22로 높게 조사되었다. 환경교육 여부는 0.18~0.36의 범위에서 조사되었다. 가족수는 대체적으로 비슷한 3.25~3.68명으로 조사되었다.

식 (1)을 이용하여 모형 1~모형 5까지 로짓모형을 실행한 결과, 제시금액(bid) 변수의 계수는 -0.179~-0.280으로 유사한 결과를 얻었는데 높은 영향을 미치는 것을 알 수 있으며 음의 값이기 때문에 제시금액이 높을수록 지불의사가 상대적으로 낮아짐을 알 수 있다. 나이(age) 변수 또는 가족수(family) 변수의 계수는 각각 매우 낮은 -0.017~0.003, -0.032~-0.012 값을 갖는데 이들 변수들은 무의미한 것으로 나타났다. 또한 교육수준(education level) 변수의 계수에서 모형 1과 모형 2에서 각각 0.226과 0.119로 큰 값을 갖고 모형 3~모형 5에서는 0.049와 0.033으로 매우 낮은 값을 갖는 것

으로 나타났는데, 모형 1과 모형 2 지역주민의 교육수준이 높을수록 상대적으로 지불의사가 높다는 것을 나타낸다.

먼저, 안동·임하댐 지역주민의 지불의사액의 전환 추정치를 구하는 모형 1과 모형 4의 형식을 이용하여 편익전환기법을 적용한 결과에 대한 설명은 다음과 같다. 모형 1의 안동·임하댐 유역 지불의사액(편익)은 식 (1)~식 (4)에 의해 해당 유역의 지불의사액 추정치보다 42.1~47.1% 정도 과대평가되었다. 모형 4의 지불의사액 전환 추정치 결과도 24.6~33.8%로 모형 1의 결과와 유사한 지불의사액 전환 추정치를 얻었으며 모형 1의 결과보다는 그 차이가 적게 나타났다. 이러한 결과는 모형 1에 이용된 데이터의 지불의사는 평균 43%, 모형 4에 이용된 데이터의 지불의사는 40%로 실제 안동·임하댐 지역주민의 지불의사 27%보다 높기 때문에 편익전환기법을 적용하여 지불의사액 전환 추정치는 24.6~47.1%만큼 과대평가되었다. 이는 안동·임하댐 유역에 거주하는 주민은 인근에 안동댐과 임하댐이 함께 건설되어 안동호와 임하호가 상수원보호구역으로 규제를 받기 때문에 다른 댐유역보다 상대적인 박탈감과 피해의식이 심화되어<sup>15)</sup> 다른 지역과 상이한 지불의사를 표명한 것으로 판단된다.

둘째로 모형 2 및 모형 5의 형식에 편익전환기법을 적용하여 구한 소양댐 지역주민의 지불의사액 전환 추정치를 실제 소양댐의 설문조사 데이터에 의해 추정한 지불의사액과 비교하면 각각 -7.3~-6.1%, -30.6~-27.4% 정도로 과소평가되었다. 모형 2의 경우 대청댐, 남강댐, 합천댐 유역의 데이터를 결합하여 사용하였는데, 소양댐 유역의 데이터 현황과 유사한 것으로 보인다. 모형 5의 경우 안동·임하댐 유역의 데이터만 편익전환기법을 적용하여 지불의사액 전환 추정치를 계산하였는데 앞에서 설명한 내용과는 반대로 댐 건설과 하수도 시설 통합관리시스템 구축사업으로 인해 발생하는 피해의식이 안동·임하댐 유역의 주민과 소양댐 유역의 주민이 느끼는 정도가 달라 지불의사 여부에 반영된 결과로 볼 수 있다.

마지막으로 모형 3의 형식에 남강댐, 합천댐 유역의 데이터를 결합하여 식 (1)~식 (4)의 변수를 이용하여 로짓모형을 사용하여 대청댐 지역주민의 지불의사액 전환 추정치를 구하였는데, 실제 지불의사액 추정치와 전환 추정치의 비율은 -10.9~-6.6% 정도로 과소평가되었다. 비록 과소평가되었어도 남강·합천댐 지역주민의 지불의사와 대청댐 지역주민의 지불의사는 유사하다고 볼 수 있다.

식 (1)~식 (4)에 편익전환기법을 적용하여 지불의사액 전환 추정치를 구한 결과는 Table 6에서 나타내었듯이 각 식간의 추정치 차이가 크지 않았음을 알 수 있었다. 또한, 식 (4)의 제시금액(bid), 교육수준(education level), 소득수준(income level) 등의 독립변수를 이용하여 로짓모형에 적용한 편익전환기법의 지불의사액 전환 추정치가 모형 1과 모형 5에서 나머지 모형의 결과와 유사하거나 더 좋게 나타났다. 이는 단순한 형태의 모형으로도 간편하게 편익전환기법을 적용할 수 있다는 것을 의미한다.

외국에서 수행된 편익전환기법과 관련된 연구에서 전환 추정치의 절대오차는 Kirchoff 등<sup>16)</sup>의 연구(6~228%)를 제외하면 18~41%로 나타났는데,<sup>17~19)</sup> 본 연구에서 수행된 전

**Table 6.** Estimates of willingness to pay by Model 1~Model 5 using BTM

Classification	Eq. (1)		Eq. (2)		Eq. (3)		Eq. (4)		Application watershed and its WTP estimate(won)
	Estimate(won)	Error(%)	Estimate(won)	Error(%)	Estimate(won)	Error(%)	Estimate(won)	Error(%)	
Model 1	4512.7	+45.8	4553.1	+47.1	4545.3	+46.9	4397.7	+42.1	DamsAndong-Imha (3094.7)
Model 2	4213.1	-6.1	4195.7	-6.5	4184.6	-6.8	4160.1	-7.3	Dam Soyang (4489.1)
Model 3	3807.2	-7.9	3682.8	-10.9	3863.1	-6.6	3745.5	-9.4	Dam Daecheong (4135.2)
Model 4	4045.2	+30.7	3853.8	+24.5	4141.5	+33.8	3856.5	+24.6	Dams Andong-Imha (3094.7)
Model 5	3117.4	-30.6	3207.7	-28.5	3155.1	-29.7	3258.2	-27.4	Dam Soyang (4489.1)

환 추정치의 절대오차는 6.1~47.1%로 이들 연구결과보다도 정확성이 떨어지지 않는다고 할 수 있다. 안동·임하댐의 주민의 피해의식으로 인한 특수상황으로 안동·임하댐의 데이터를 제외한 경우의 편익전환기법의 적용은 매우 높은 정확도를 보여 편익전환기법의 활용성에 대해 매우 고무적인 결과를 보이고 있다.

#### 4. 결론

안동·임하댐, 소양댐, 대청댐, 남강댐, 합천댐 상류지역의 하수도시설 통합관리시스템 구축에 대한 비용·편익 분석을 통한 타당성 조사를 위하여 조건부가치추정법을 이용하여 편익에 해당하는 지불의사액과 지불의사액을 추정할 결과, 유역별 지불의사액은 안동·임하댐 유역 3,095원, 소양댐 유역 4,489원, 대청댐 유역 4,135원, 남강댐 유역 3,035원, 합천댐 유역 3,628원으로 추정되었다. 또한 다른 유역의 조사결과를 통합하여 로지스틱 모형을 추정한 회귀계수에 조사된 해당 유역 독립변수의 평균값을 적용하여 해당 유역의 지불의사액을 제대로 편익전환기법을 적용할 수 있는지 평가하였다. 편익전환기법을 적용하는데 사용된 식들이 모두 통계적( $\chi^2$  값 및  $-2\text{Log likelihood}$  값)으로 유의한 것으로 나타났으며, 특히 제시금액(bid), 교육수준(education level), 소득수준(income level)의 독립변수를 적용한 로짓모형에서 좋은 결과를 얻었다. 안동·임하댐 유역의 지불의사액 전환 추정치는 해당 유역의 지불의사액보다 모형 1에서는 42.1~47.1%, 모형 4에서는 24.5~33.8% 정도로 과대평가되었다. 소양댐 유역의 지불의사액 전환 추정치는 모형 2를 적용하였을 때 -7.3~-6.1%, 모형 5를 적용하였을 때는 -30.6~-27.4% 정도로 과소평가되었다. 모형 3에서 대청댐 유역의 지불의사액 전환 추정치 오차는 -10.9~-6.6% 정도로 실제 대청댐 유역의 지불의사액보다 약간 과소평가되었다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 로짓모형을 이용한 지불의사액 추정을 통한 편익전환기법을 적용하기에 적합한 것으로 판단되었으며, 지불의사액 추정을 위한 식의 간단한 형태 즉 변수의 수를 줄인 식으로도 간편하게 편익전환기법을 적용할 수 있음을 알았다.

#### 참고문헌

1. Piper, S. and Martin, W. E., Evaluating the accuracy of the benefit transfer method: a rural water supply appli-

cation in the USA, *J. Environ. Manage.*, **63**(3), 223~235(2001).

2. Boyle, K. J. and Bergstrom, J. C., Benefit transfer studies: myths, pragmatism, and idealism, *Water Res. Res.*, **28**(3), 657~663(1992).

3. Brookshire, D. S. and Neill, H. R., "Benefit transfers: conceptual and empirical issues," *Water Res. Res.*, **28**(3), 651~655(1992).

4. Loomis, J. B., "The evolution of a more rigorous approach to benefit transfer: benefit function transfer," *Water Res. Res.*, **28**(3), 701~705(1992).

5. Loomis, J., Roach, B., Ward, F., and Ready, R., Reservoir recreation demand and benefits transfers: preliminary results, *W-133 Benefits & Costs Transfer in Natural Resource Planning*, Compiled by John C. Bergstrom, Dept. of Agri. and Applied Economics, University of Georgia. Western Regional Research Publication, Sixth Interim Report, 420~439(1993).

6. Parsons, G. R. and Kealy, M. J., Benefits transfer in a random utility model of recreation, *Water Res. Res.*, **30**(8), 2477~2484(1994).

7. Carlson, J. L. and Palmer, S. C., Effects of a change in streamflows on recreation use values: an application of benefits transfer, *Rivers*, **6**(1), 32~42(1997).

8. Berrens, R. P., Some problems with deriving demand curves from measure-of-use variables in referendum contingent valuation models, *W-133 Benefits & Costs Transfer in Natural Resource Planning*, Compiled by John C. Bergstrom, Dept. of Agri. and Applied Economics, University of Georgia, Western Regional Research Publication, Sixth Interim Report, 389~419(1993).

9. 정동환, 박규홍, 조건부가치추정법을 이용한 안동·임하댐 유역의 하수도시설 확충사업에 대한 지불의사액 추정, 대한토목학회지, **25**(2B), 165~171(2005).

10. 정동환, 박규홍, 진영선, 조중무, 충주댐 상류지역 하수도시설확충사업에 관한 주민의 지불의사액 추정을 위한 CVM의 적용에 관한 연구, 환경영향평가, **13**(2), 73~86(2004).

11. 환경관리공단, 남강댐 상류 하수도시설 확충사업 타당성조사 보고서(2004).

12. 환경부, 다목적댐 상류지역 하수도시설 통합관리계획(2003).
13. 환경부, 다목적댐 상류지역 하수도 확충사업 변경계획(2004).
14. 김종대, 이동수, 조문기, 조건부가치측정법(CVM)에 의한 지불의사액(WTP)의 추정, 충북대학교 산업과경영, **15**(1), 173~191(2002).
15. 환경관리공단, 안동·임하댐 상류 하수도시설 확충사업 타당성조사 보고서(2005).
16. Kirchoff, S., Colby, B. G., and LeFrance, J. T., Evaluating the performance of benefit transfer: an empirical inquiry, *Journal of Environmental Economics and Management*, **33**(1), 75~93(1997).
17. Downing, M. and Ozuna, Jr T., Testing the reliability of the benefit function transfer approach, *Journal of Environmental Economics and Management*, **30**(3), 316~322(1996).
18. Bergland, O., Magnussen, K., and Navrud, S., Benefit transfer: testing for accuracy and reliability, Discussion Paper, #D-03:1995, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, Norway(1995).
19. Brouwer, R. and Spaninks, F. A., The validity of environmental benefits transfer: further empirical testing, *Environmental Resources and Economics*, **14**(1), 95~117(1999).