

댐 建設로 인한 環境影響의 屬性別 價值評價 - 條件附 選擇法을 適用하여* -

郭承俊** · 劉昇勳*** · 韓相庸****

논문 초록

최근 댐 건설의 환경피해에 대한 인식이 전국적으로 확산됨에 따라, 국민들은 이러한 잠재적 환경영향들을 댐 건설 계획단계에서 적절히 고려할 것을 요구해왔다. 이러한 배경 하에서 본 논문은 조건부 선택법을 이용하여 국내의 댐 건설로 인한 환경영향의 속성별 경제적 가치를 측정하고 있다. 분석결과, 조건부 선택질문에 있어 응답자들은 전반적으로 댐 건설에 의한 환경속성들과 가격사이의 상충관계를 잘 이해하고 응답하였으며, 추정모형들로부터 도출된 개별 환경속성들에 대한 한계 지불의사액 추정치들은 대부분 통계적으로 유의하였다. 특히, 한계 지불의사액 추정치들은 공변량의 추가에 의해 크게 변함이 없었다. 그리고 댐 건설에 의한 개별 환경영향들을 1수준에서 4수준으로 완화하기 위한 가구 당 월 평균 지불의사액은 2,542원으로 분석되었으며, 이에 따른 댐 건설에 의한 환경영향의 연평균 경제적 가치는 평균적으로 약 2,099억원에 달하였다. 본 연구는 정책 결정자들에게 댐 건설사업과 관련한 의사결정과정에 유용한 방법론적 체계와 정량적 정보를 제공할 것으로 판단된다.

핵심 주제어: 댐 건설, 환경영향, 조건부 선택법

경제학문헌목록 주제분류: Q0

* 유익한 심사평을 해주신 익명의 심사위원 두분께 감사드린다. 아울러 남아있는 오류에 대한 책임은 전적으로 저자들에게 있음을 밝힌다.

** 고려대학교 경제학과 교수, e-mail: sjkwak@korea.ac.kr

*** 호서대학교 경상학부 전임강사, e-mail: shyoo@office.hoseo.ac.kr

**** 한국산업기술진흥협회 조사연구팀 선임연구원, e-mail: hansy@koita.or.kr

I. 서론

댐 건설은 다양한 용도의 용수공급, 수력발전, 홍수조절 등의 경제적 목적을 위해 추진되어 왔다.¹⁾ 그러나 댐 건설은 이러한 경제적 편익 외에도 산림피해, 동식물종 손실, 역사적 문화유적지 수몰 등 부정적 환경영향을 초래한다. 따라서 댐 건설사업을 둘러싼 찬반 갈등은 선진국뿐만 아니라 개발도상국에서도 중요한 문제로 인식되고 있다(Dorcey et al., 1997). 세계은행(World Bank)과 세계보존연합(World Conservation Union)의 보고에 의하면 댐 건설사업이 경제적 목적과 환경적 고려를 동시에 달성할 수 있는지에 대해서는 아직까지 의견일치가 이루어지지 않고 있다(World Bank, 1997).

국내에서도 1990년대 후반 댐 건설의 환경피해에 대한 국민적 관심이 증가함에 따라, 댐 건설과 관련된 찬반 갈등은 해당 지역뿐만 아니라 국가 전체적인 입장에서 댐 건설에 관한 논쟁을 초래하였다. 댐 건설을 찬성하는 측에서는 댐이 가져다 주는 경제적 편익을 강조하는 반면, 지역주민들과 환경단체 등 댐 건설을 반대하는 측에서는 경제적 편익이 댐 건설에 의한 환경적 피해가치를 상쇄할 만큼 충분히 큰지에 대해 의문을 제기해 왔다. 현재 댐 건설에 의한 환경피해가치가 공식적인 비용-편익분석(cost-benefit analysis)에서 고려되지 않고 있다는 사실로 미루어 볼 때, 이러한 갈등은 당연하다고 볼 수 있다.

댐 건설에 의한 환경영향의 경제적 가치측정은 강이 제공하는 환경서비스에 대한 시장가격이 존재하지 않기 때문에 매우 어렵다. 그러나 시장가격의 부재로 인해 강이 제공하는 환경서비스의 가치가 없는 것은 아니다. 오히려 댐 건설을 취소하고 강을 보호하는 것이 더 큰 비시장적 가치를 제공할 수도 있다(Sanders et al., 1990). 따라서 이러한 비시장적 가치들은 댐 건설사업의 비용-편익분석에 포함되어야 한다(Hanley and Spash, 1993; González-Cabán and Loomis, 1997; Biro, 1998). 또한 이러한 환경피해가치들은 비용-편익분석의 관점에서 평가될 수 있도록 각 속성별로 분리하여 측정되어야 한다.

1) 국제대댐위원회(ICOLD)에 따르면, 높이가 15m 이상이거나 그 저수량이 300만m³ 이상인 댐을 대댐(large dam)이라 분류하고 있다. 국내에는 전 세계 45,000개의 대댐 중 약 2%에 해당하는 765개의 대댐이 존재한다(World Commission on Dams, 2000). 본 논문은 이러한 대댐들 중에서도 심각한 환경영향을 초래하는 다목적댐 건설사업에 초점을 두고 있다.

본 논문은 정책 결정자들에게 댐 건설사업과 관련한 의사결정과정에 유용한 방법론적 체계와 정량적 정보를 제공하고자 조건부 선택법(CCM, contingent choice method)을 이용하여 국내 댐 건설로 인한 환경영향의 속성별 경제적 가치를 측정한다. 이후의 본 논문은 다음과 같이 구성된다. II절에서는 본 연구에서 사용한 연구방법론인 CCM에 대해 간략하게 설명한다. III절은 CCM의 실증연구 절차와 방법론적 기준들을 다룬다. 그리고 댐 건설로 인한 환경영향의 속성별 가치를 측정하기 위한 추정모형에 대한 설명은 IV절에, 분석결과 및 설명은 V절에 제시하였다. 마지막 절은 결론으로 할애하였다.

II. 연구방법론 : 조건부 선택법

진술선호기법(stated preference technique)은 시장가격이 존재하지 않는 비시장재(nonmarket goods)의 가치추정을 위해 사용되어 왔다. 예를 들어, 조건부 가치추정법(CVM, contingent valuation method)은 비시장재의 사용가치 또는 비사용가치에 대한 지불의사액(WTP, willingness-to-pay)을 측정하는데 있어 표준화되고 널리 이용되는 대표적인 진술선호기법이다(Kwak and Russell, 1994). 그러나 CVM은 가치추정대상이 단일 환경속성으로 이루어져 있거나 현재상태에 대한 특정대안의 평가를 목적으로 하기 때문에, 가치추정대상이 여러 환경속성을 갖거나 다수의 대안을 평가하는 상황에서는 그 적용이 쉽지 않다(Streever et al., 1998).

한편, CCM은 응답자의 선호체계에 명확하게 초점을 둔 지불의사 유도방법으로서 여러 속성으로 구성된 댐 건설의 환경영향 속성들과 응답자의 WTP 사이의 상충관계를 분석 가능하도록 해 준다. 즉, CCM에 의한 추정결과는 비시장재를 구성하는 여러 속성들의 부분가치(part-worth)를 도출하는데 이용될 수 있다(Lancaster, 1966). 또한 CCM은 CVM과 마찬가지로 경제이론과 부합하는 확률효용모형(random utility model)에 이론적 근거를 두고 있다.

CCM은 Louviere(1988b)에 의해 개발된 컨조인트 분석법(conjoint analysis)의 한 형태로서 지금까지 마케팅, 교통, 심리학분야에서 널리 적용되어 왔다(Bastell and Louviere, 1991; Louviere, 1988a; Hensher, 1994).²⁾ 또한 Adamowicz et al. (1994)

2) 넓은 의미에서 컨조인트 분석법은 가치추정대상이 여러 속성 및 특성들로 나뉘어져 있고 응답자가 이러한 속성(특성)들로 구성된 여러 대안들을 평가하도록 질문하는 기법을 의미한다. 예

에 의해 이 기법이 환경가치 측정분야에 처음으로 적용된 이후 최근 그 적용사례가 꾸준히 증가하고 있고, 대부분의 연구자들은 CCM의 적용결과에 대해 긍정적인 평가를 내리고 있다(Carlsson and Martinsson, 2001; Diener et al., 1998; Hanley et al., 1998; Hearne and Salinas, 2002; Mallawaarachchi et al., 2001; Morrison et al., 2002). 즉, CCM은 CVM을 적용하기 어려운 환경재에 대한 사용가치 및 비사용가치의 측정을 위한 대체·보완방법으로 이용되고 있다. 그러나 아직까지 국내에서는 환경가치 측정분야에 CCM을 적용한 연구사례가 거의 없다. 컨조인트 분석법의 한 형태인 조건부 순위결정법(contingent ranking method)을 이용하여 자연생태계의 경제적 가치를 측정한 단 하나의 연구사례가 있을 뿐이다(권오상, 2000).

그러나 CCM의 적용을 위해서는 이후 논의될 적절한 속성 및 속성수준, 그리고 지불수단의 선택, 통계적 방법을 이용한 실험계획법의 운용 등 여러 가지 방법론적 기준 및 절차를 필요로 한다.

III. 실증연구절차와 방법론적 기준들

본 절에서는 CCM 연구의 실증분석과정과 분석결과에의 타당성 및 정확성을 담보하는 방법론적 기준들을 살펴본다. 통상 CCM의 적용은 다음과 같이 6단계를 거치게 된다. 우선 1단계에서는 그 가치를 측정하고자 하는 연구대상 환경재를 설정한 후, 2단계에서는 응답자가 이해하기 쉽고 측정이 가능한 환경속성 및 지불수단을 선정하고 각 속성에 대한 속성수준들을 결정한다. 이어서 3단계에서는 2단계에서 결정된 여러 속성으로 구성된 개별 속성집합에 대해 모형의 추정이 가능하도록 하는 최소 선택대안집합을 실험계획법을 수행하여 도출한다. 4단계에서는 설문지를 작성하고 보완하는 단계이다. 5단계에서는 현장 설문조사를 실행하여 응답자로부터 의미 있는 자료를 수집한다. 마지막으로 6단계는 얻어진 자료를 취합·분석하여 필요한 정보를 도출하는 단계이다.

1. 가치측정대상

영월댐 건설이 사회적으로 이슈화 된 이래로 정부는 댐 건설에 의한 환경영향을

를 들면, 조건부 선택법(contingent choice method), 조건부 순위결정법(contingent ranking method), 조건부 등급결정법(contingent rating method) 등이 있다.

최소화하기 위한 환경친화적 댐 건설에 관심을 두고 있다. 실행 가능하고 국민들에게 수용이 가능한 환경친화적 댐 건설대안을 마련하기 위해서는 댐 건설로 인한 환경영향들의 속성별 화폐가치를 알아야 한다. 이것은 다양한 댐 건설대안의 평가를 통하여 구체화 될 수 있다. 그러나 댐 건설에 의한 환경영향은 그 속성과 수준이 다양하기 때문에 하나의 특정 댐 건설대안의 평가를 통해서는 이러한 목적을 달성할 수 없다. 따라서 본 논문은 여러 속성과 수준들로 이루어진 다양한 댐 건설대안들을 가상적으로 설정하고 이 대안들의 평가를 통하여 댐 건설의 환경영향의 속성별 경제적 가치들을 측정하고자 한다.

2. 환경영향 속성 및 지불수단

응답자들에게 제공되는 선택대안들이 가능한 이해가 쉽고 간결하도록 폭넓은 문헌조사와 전문가 면담을 통해 네 개의 환경속성들과 지불수단인 가격속성을 선정하였다.

다목적댐 건설에 의한 다양한 부정적 환경영향들 중에서 측정이 가능하고 적절한 속성을 선정하기 위해 다음과 같은 환경속성들이 고려되었다. 첫 번째 환경속성은 산림으로서 댐 건설 시 옮겨 심어지는 산림의 수를 의미하고, 두 번째 환경속성은 동물종으로서 댐 건설 시 동물관 조성과 서식지 보호 등으로 보호받는 동물종 수를 의미한다. 또한 세 번째 환경속성인 식물종은 댐 건설 시 식물관 조성과 서식지 보호 등으로 보호받는 식물종의 수를 의미한다. 마지막으로 네 번째 환경속성은 문화유적지 및 유물로서 댐 건설 시 훼손우려가 있는 역사적 문화유적지 및 유물에 대한 보호수준을 의미한다. 아울러 국내에서의 물 공급 서비스를 위한 재원조달방법으로서 수도요금에 일반적으로 사용되고 있기 때문에, 지불수단인 가격속성은 가구 당 월 수도요금의 추가적 지불금액으로 결정하였다.

개별 속성들은 모두 네 개의 수준으로 지정되었고, 각 수준에서의 개별 환경속성 값들의 범위에 대한 결정은 문헌조사를 통하여 이루어졌다.³⁾ 또한 합리적인 가격

3) 개별 환경속성들의 각 수준에 해당하는 값들은 다음과 같은 절차에 따라 설정되었다. 기본적으로 댐 건설로 인한 환경영향 완화조치가 전혀 존재하지 않을 경우의 값들은 동강댐 지역의 환경속성 값을 기준으로 하였고, 현재수준(1수준)의 값들은 최근 댐 건설 시 환경영향을 반영하기 위해 수자원 전문가들과의 면담을 통해 결정되었다. 그리고 나머지 값들은 현재수준(1

속성의 범위와 수준을 도출하기 위해 개방형 조건부 가치측정 질문형태의 “귀하께서는 대형 댐 건설에 의한 환경영향을 가장 나쁜 수준에서 가장 좋은 수준으로 개선시키기 위해 매달 수도요금의 인상을 통하여 얼마나 지불하실 의사가 있으십니까?” 라는 질문으로 예비적인 설문조사가 무작위로 선택된 응답자 30명에게 시행되었다. 그 결과, 최저 500원에서 최고 2,000원까지 500원 간격으로 네 개의 가격속성 값들을 얻었다.

가격속성을 제외한 모든 환경속성들에서 가장 낮은 수준인 1수준은 현재수준의 상태를 의미하고, 나머지 세 개의 수준들은 각각 개별 환경영향의 현재수준으로부터의 순차적 증가를 의미한다. 이러한 네 개의 수준들로 구성된 5개의 속성들은 CCM의 설계를 위한 기본 요소가 된다. <표 1>는 각 속성들의 수준이 어떻게 정의되고 있는지를 설명하고 있다.

〈표 1〉 댐 건설에 의한 환경영향들의 속성 및 수준

속 성	설 명	수 준
산림 (Forest)	댐 건설시 옮겨 심어지는 산림의 수(그루)	Level 1* • 1,000 Level 2 • 3,000 Level 3 • 6,000 Level 4 • 10,000
동물종 (Fauna)	댐 건설시 동물관 조성과 서식지 보호 등으로 보호받는 동물종의 수(종)	Level 1* • 20 Level 2 • 35 Level 3 • 60 Level 4 • 100
식물종 (Flora)	댐 건설시 식물관 조성과 서식지 보호 등으로 보호받는 식물종의 수(종)	Level 1* • 30 Level 2 • 50 Level 3 • 90 Level 4 • 140
문화유적지 및 유물 (Remains)	댐 건설시 훼손우려가 있는 문화유적지 및 유물에 대한 보호수준(수준)	Level 1* • 이동 가능한 유물 Level 2 • Level 1 + 선사유적 Level 3 • Level 2 + 동굴 Level 4 • Level 3 + 계곡
가격(Price) ^a	가구당 월 수도요금의 인상을 통한 지불의 사액(원)	Level 1 • 500 Level 2 • 1,000 Level 3 • 1,500 Level 4 • 2,000

주: 1) ^a가격 속성의 현재 수준은 0원임.

2) *은 각 속성의 현재 수준을 의미함.

수준)과 최고수준(4수준)을 기준으로 구분간격이 비선형(non-linear)이 되도록 설정하였다.

3. 선택대안집합의 설계

CCM은 필수적으로 자료생성과정(data generating process)을 거치는 구조화된 방법이다. 이 과정은 여러 속성들로 구성된 선택대안들이 응답자의 선택확률에 영향을 주도록 선택대안집합(choice sets)을 설계하는 것이며, 주의 깊게 고안된 실험계획법에 의존한다. 즉, CCM은 다른 선택대안에 의해 변함이 없는 모수 추정치를 얻기 위해 선택대안집합들을 유도하는데 있어 통계적인 설계이론을 이용한다. 본 연구는 선택행위에 대한 개별 속성들의 효과들을 분리해 내기 위해 개별 속성들 간의 직교성(orthogonality)을 보장해주는 주효과 직교설계(orthogonal main effects design) 방법을 이용한다. 이러한 직교설계방법은 실제분석에서 속성들간의 높은 상관관계가 문제가 되는 것으로 알려진 현시선호 확률효용모형의 단점을 개선하여 준다(Hanley et al., 1998).

본 연구에서는 다섯 개의 속성들과 각 속성에 대해 각각 네 개의 수준들이 존재한다. CCM 질문에서 응답자들은 일반적으로 여러 개의 선택대안들에 직면하게 된다. 본 연구에서는 고정된 현재 상태의 대안(대안 1)과 환경피해를 완화하기 위한 댐 건설대안을 나타내는 두 개의 추가적 대안들(대안 2와 대안 3)이 존재한다. 이 경우 선택대안집합을 구성하기 위해 개별 환경속성들과 가격속성의 수준들을 결합하면, 총 $4^5 \times 4^5$ 개의 가능한 선택대안들이 존재한다. 그러나 응답자들에게 모든 선택대안들을 질문하는 것은 비현실적이기 때문에 모형의 추정이 가능하도록 하는 최소 선택대안집합을 전체 선택대안집합으로부터 도출하였다. 이를 위해 SAS 8.0 프로그램을 사용하여 주효과 직교설계를 수행하였다. 그 결과, 직교설계로부터 48

〈그림 1〉 실제 설문에 사용된 선택대안의 예시

제시된 질문에 대해 현재상태를 포함한 서로 다른 3개의 대안들 중 귀하가 가장 선호하는 것을 골라 하나만 ☐ 란에 ☒ 로 체크하여 주십시오.

식별번호=18	대 안 1 (현재상태)	대 안 2	대 안 3
산림보존(그루)	1,000그루	6,000그루	3,000그루
동물종 보호(종)	20종	35종	100종
식물종 보호(종)	30종	90종	50종
문화유적지 및 유물보존(수준)	1수준	2수준	4수준
가격(원)	0원	500원	1,500원
	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃

개의 선택대안집합이 도출되었고, 이것은 한 블록에 4개의 질문을 포함하도록 임의 표본추출을 통해 12개의 블록으로 배분되었다.

〈그림 1〉는 실제 설문에 사용된 하나의 선택대안집합을 보여주고 있다. 모든 응답자들은 제시된 네 개의 선택대안집합들에 대해 현재의 속성수준으로 정의된 대안 1과 〈표 1〉에 제시된 다섯 개의 속성들의 다양한 수준으로 정의된 두 개의 선택대안들 중에서 하나를 선택하도록 질문하였다.

4. 설문지 작성

개별 질문들에 대한 응답자의 반응을 검증하고 보다 나은 이해를 도모하기 위해 사전조사를 시행하였고, 이를 통해 설문지를 수정하였다. 최종설문지는 가능한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 작성되었고, 크게 세 부분으로 구성되었다. 첫 번째 부분은 국내 수자원현황과 댐 건설에 대한 응답자들의 일반적 태도를 묻고 있다. 또한 CCM 질문을 하기 전에 응답자들이 평가 대상인 댐 건설로 인한 환경영향 속성에 익숙해지고, 개별 속성들과 관련된 그들의 과거 경험을 상기시키기 위해 댐 건설로 인한 환경영향 속성들을 자세하게 설명하였다. 두 번째 부분에는 개별 환경영향 속성들과 가격속성간의 상충관계(trade-offs)를 고려하여 댐 건설에 의한 환경영향을 완화하기 위한 응답자들의 속성별 WTP을 이끌어내기 위한 CCM 질문들이 제시되었다. 마지막으로 세 번째 부분은 응답자의 연령, 성별, 소득 등 사회·경제적 변수를 포함하는 질문을 포함하고 있다.

5. 표본설계와 설문조사방법

본 연구의 대상지역은 일반 국민들의 의견을 반영하기 위해 7대 광역시 지역(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)으로 정하였다. 가구조사의 특성을 고려하여 설문대상은 7대 광역시 지역에 거주하는 20세 이상 65세 미만의 가구주나 주부를 대상으로 하였다. 7대 광역시 전체 인구를 대표할 수 있는 표본을 얻기 위하여 각 광역시의 인구비율을 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 남녀비율은 대략 동일하게 하였다. 서울에 소재한 전문 리서치회사를 통해 7대 광역시 인구특성과의 일관성을 유지하면서 각 광역시 내에서 임의표본추출을 수행하

였다.

본 논문은 댐 건설로 인한 환경영향의 속성별 경제적 가치를 측정하기 위해 국내에서 처음으로 시도되는 CCM 연구이기 때문에, 일반 응답자들이 CCM 질문에서 묘사되는 다양한 환경영향 속성들과 가격속성간의 상충관계를 정확하게 이해할 수 있을지는 불분명하다. 따라서 높은 설문비용의 단점에도 불구하고 설문에서의 응답률을 높이고 응답자들에게 상세한 질문 및 응답을 위한 최선의 기회를 제공하기 위해 일대일 개인면접방식을 선택하였다. 또한 대부분 조사원들은 많은 시장조사 경험을 가지고 있었지만 본 조사의 특성과 어려움을 감안하여 설문직전 조사원들에게 설문내용과 보조자료의 사용법 등을 교육시켰다.

IV. 추정모형

1. 확률효용모형

CCM은 CVM에서와 마찬가지로 댐 건설에 의한 환경영향을 완화하기 위한 각 응답자들의 속성별 WTP을 추정하기 위해 확률효용모형을 이용하여 정형화할 수 있다. McFadden(1974)에 의해 개발된 다항로짓모형(multinomial logit model)은 댐 건설에 의한 개별 환경영향 속성들이 어떻게 응답자의 선택확률에 영향을 주는지를 모형화 하는데 있어 통계적인 체계를 제공한다.⁴⁾ 이 모형에서 가장 기본이 되는 것은 개별 응답자의 간접효용함수이다. 응답자 i 가 선택대안집합 C_i 내의 한 선택대안 j 로부터 얻는 간접효용함수는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$U_{ij} = V_{ij}(Z_{ij}, S_i) + e_{ij} \quad (1)$$

여기서 V_{ij} 는 관측이 가능한 정형화된(deterministic) 부분이고, e_{ij} 는 관측이 불

4) 다중로짓모형은 선택행위들이 관련 없는 대안들로부터의 독립성(independence from irrelevant alternatives; IIA)을 따른다고 가정한다. 즉, 이것은 “한 개인의 어느 두 선택대안에 대한 선택확률의 비율은 또 다른 선택대안에 의해 전혀 영향을 받지 않는다”는 것을 의미한다.

가능한 확률적(stochastic) 부분이다. V_{ij} 는 현재의 선택대안과 가상의 선택대안들의 속성들(Z_{ij})과 개별 응답자들의 특성치들(S_i)의 함수이다. 응답자 i 가 선택대안집합 C_i 내의 모든 선택대안들에 대해 $U_{ij} > U_{ik}$ ($k \in C_i, k \neq j$)을 만족한다면, 선택대안 j 를 선택할 것이다. 이 때, 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같이 주어진다.

$$P_i(j|C_i) = \Pr\{V_{ij} + e_{ij} > V_{ik} + e_{ik}\} = \Pr\{V_{ij} - V_{ik} > e_{ik} - e_{ij}\} \quad (2)$$

식(2)를 추정하기 위해서는 오차항의 분포에 대한 가정이 필요하다. 다항로짓모형 하에서 오차항은 통상 독립적(independent)이며 일치적(identical)인 제 I형태 극치 분포(Type I extreme value distribution)를 따른다고 가정된다(McFadden, 1974). 이 경우 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$P_i(j|C_i) = \frac{\exp(\mu V_{ij})}{\sum_{k \in C_i} \exp(\mu V_{ik})} \quad (3)$$

여기서 μ 는 오차항의 분산과 역의 관계를 갖는 비례(scale) 모수이다. 식(3)에서 이 모수는 분리하여 추정될 수 없으므로, 일반적으로 불변오차분산(constant error variance)을 의미하는 1과 같다고 가정된다(Ben-Akiva and Lerman, 1985).

CCM 질문으로부터 얻어진 개별 응답자의 다변량 응답들(multinomial responses)은 응답자의 효용극대화(utility maximization)를 위한 선택결과로서 해석될 수 있다. 본 연구에서의 CCM 질문에서는 응답자에게 서로 다른 환경영향 속성수준들로 구성된 세 개의 대안 건설대안들을 제시하고, 응답자가 주어진 대안들에서의 속성들과 가격속성사이의 상충관계를 고려하여 세 개의 대안들 중 한 개의 대안을 선택하도록 하고 있다. 이 때, CCM 질문에 직면한 개별 응답자 $i=1, \dots, N$ 의 선택대안 j 에 대한 선택결과는 “예” 또는 “아니오”가 된다. 따라서 로그-우도함수는 다음과 같이 표현된다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^3 \{Y_{ij} \cdot \ln[\Pr_i(j|C)]\} \quad (4)$$

여기에서 $Y_{ij}=1$ (i 번째 응답자의 응답이 “예”)이며, $1(\cdot)$ 는 지시함수(indicator function)이다. 즉, $1(\cdot)$ 는 i 번째 응답자가 j 번째 선택대안을 선택하였다면 1을 취하고, 그렇지 않으면 0을 취한다. 식(4)의 로그우도함수(log-likelihood function)는 최우추정법을 이용하여 추정할 수 있다(Stern, 1997).

2. 지불의사액 모형

CCM은 각 응답자의 진술선택자료로부터 개별 속성변화에 대한 Hicks적 보상잉여(Hicksian compensating surplus)를 도출한다. 본 연구에서는 댐 건설에 의한 환경영향을 완화하기 위한 속성별 가구당 월 한계 지불의사액(MWTP, marginal willingness-to-pay)을 도출하기 위해 다음과 같은 지불의사액 모형을 설정하였다. 즉, 응답자의 개별 환경영향 속성에 대한 한계효용이 모든 속성수준에서 일정하다는 제약하의 공변량을 포함하지 않는 모형(모형1)과 공변량을 포함한 모형(모형2)이다.

우선 모형1에서는 간접효용함수의 관측 가능한 부분인 V_{ij} 이 상수항이 없는 속성벡터 $Z=(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)=(\text{산림보존}, \text{동물종 보호}, \text{식물종 보호}, \text{문화유적지 및 유물보존}, \text{가격})$ 의 선형함수로 표현된다.⁵⁾

$$V_{ij} = \beta_1 Z_{1,ij} + \beta_2 Z_{2,ij} + \beta_3 Z_{3,ij} + \beta_4 Z_{4,ij} + \beta_5 Z_{5,ij} \quad (5)$$

여기서 β_1 부터 β_5 는 응답자의 효용에 영향을 미치는 개별 환경영향 속성들에 대한 추정계수들이다. 이때, 개별 환경영향을 현재수준으로부터 한 단위 완화(개선)하기 위한 MWTP은 식(5)을 전미분함으로서 다음과 같이 계산할 수 있다.⁶⁾

5) 추정 절차에서의 특이성(singularity) 문제를 회피하기 위해 상수항은 추정모형에서 제외되어야 한다. 이러한 특이성(singularity) 문제는 분석자료에서 상수항이 여러 선택대안들에 대해 동일하기 때문에 발생한다.

6) CCM에서의 후생추정치는 $W=-1/\lambda[V_{i0}-V_{i1}]$ 공식을 통해서 계산할 수 있다. 단, λ 는 소득의 한계효용, V_{i0} 와 V_{i1} 는 각각 고려되고 있는 환경상태의 변화 이전과 이후의 간접효용을 나타낸다. 이 공식을 따르더라도 본 연구에서의 후생추정치는 동일하게 계산된다. 자세한 유도과정은 Mallawaarachchi et al. (2001)의 pp. 316에 기술되어 있다.

$$\begin{aligned}
MWTP_{Z_1} &= dZ_5/dZ_1 = -\beta_1/\beta_5 \\
MWTP_{Z_2} &= dZ_5/dZ_2 = -\beta_2/\beta_5 \\
MWTP_{Z_3} &= dZ_5/dZ_3 = -\beta_3/\beta_5 \\
MWTP_{Z_4} &= dZ_5/dZ_4 = -\beta_4/\beta_5
\end{aligned} \tag{6}$$

식 (6) 은 식 (5) 에서의 가격 속성에 대한 추정계수가 소득의 한계효용과 같다는 해석에 근거한다(Hanley et al., 1998). 또한 댐 건설에 의한 개별 환경영향들을 한 단위 완화하기 위한 MWTP을 의미하는 식 (6) 은 소득변화와 개별 환경영향 속성들간의 한계 대체율(marginal rate of substitution)을 효과적으로 나타내고 있다.

우리는 응답자들의 사회·경제적 변수들이 선택확률에 어떠한 영향을 주는지를 파악하기 위해 공변량들을 추가적으로 모형에 포함하였다(모형2). Greene (2000)에 제시되어 있는 특정 선택대안집합내의 개별 선택대안들에 대해 가상적으로 설정된 더미변수들(dummy variables)에 사회·경제적 변수들을 곱하는 방법은 본 연구에서와 같이 응답자가 다수의 질문에 응답하는 경우 분리된 더미변수들의 수가 급격히 증가하므로 실용적이지 못하다. 따라서 본 연구에서는 응답자들의 사회·경제적 변수들을 선택대안집합내의 개별 환경영향 속성값들에 곱함으로써 모형을 개선하고자 하였다. 그 결과, 사회·경제적 변수들을 포함한 모형2는 식 (7) 과 같이 수정되었다.

$$\begin{aligned}
V_{ij} &= \beta_1 Z_{1,ij} + \beta_2 Z_{2,ij} + \beta_3 Z_{3,ij} + \beta_4 Z_{4,ij} + \beta_5 Z_{5,ij} \\
&+ \sum_{k=1}^6 \gamma_k Z_{1,ij} \cdot S_i^k + \sum_{k=1}^6 \delta_k Z_{2,ij} \cdot S_i^k + \sum_{k=1}^6 \omega_k Z_{3,ij} \cdot S_i^k \\
&+ \sum_{k=1}^6 \theta_k Z_{4,ij} \cdot S_i^k + \sum_{k=1}^6 \eta_k Z_{5,ij} \cdot S_i^k
\end{aligned} \tag{7}$$

여기서

$S = (S^1, S^2, S^3, S^4, S^5, S^6) = (\text{VISIT}, \text{DAMAGE}, \text{SEX}, \text{AGE}, \text{EDUC}, \text{INCOME})$ 는 각 응답자의 사회·경제적 변수를 나타내는 벡터이며, <표 2>는 이 변수들의 정의와 표본 통계량을 보여주고 있다.

〈표 2〉 사회·경제적 변수들의 정의 및 표본 통계량

변수명	변수의 정의	평균값	표준오차
VISIT	응답자의 댐 방문경험에 대한 더미변수 (1=예; 0=아니오)	0.371	0.483
DAMAGE	계절적인 홍수피해경험에 대한 더미변수 (1=예; 0=아니오)	0.104	0.736
SEX	응답자의 성별 (1=남성; 0=여성)	0.470	0.499
AGE	응답자의 나이 (세)	42.954	9.951
EDUC	응답자의 교육수준 (년)	12.838	4.005
INCOME	세후 월 가구소득 (단위: 만원)	265,410	94,937

모형2에서의 개별 환경영향 속성들에 대한 MWTP은 모형1에서와 동일한 방법으로 계산될 수 있다. 식(7)은 속성별 MWTP이 응답자의 사회·경제적 변수에 영향을 받고 있음을 나타내고 있다. 본 연구에서는 MWTP의 계산을 위해 사회·경제적 변수들의 평균값을 이용하였다.

$$\begin{aligned}
 MWTP_{Z_1} &= dZ_5/dZ_1 = -(\beta_1 + \gamma_1 S^1 + \dots + \gamma_6 S^6)/(\beta_5 + \eta_1 S^1 + \dots + \eta_6 S^6) \\
 MWTP_{Z_2} &= dZ_5/dZ_2 = -(\beta_2 + \delta_1 S^1 + \dots + \delta_6 S^6)/(\beta_5 + \eta_1 S^1 + \dots + \eta_6 S^6) \\
 MWTP_{Z_3} &= dZ_5/dZ_3 = -(\beta_3 + \omega_1 S^1 + \dots + \omega_6 S^6)/(\beta_5 + \eta_1 S^1 + \dots + \eta_6 S^6) \\
 MWTP_{Z_4} &= dZ_5/dZ_4 = -(\beta_4 + \theta_1 S^1 + \dots + \theta_6 S^6)/(\beta_5 + \eta_1 S^1 + \dots + \eta_6 S^6)
 \end{aligned} \tag{8}$$

V. 분석결과

1. 설문결과

숙련된 설문조사원들에 의한 일대일 개인면접을 통하여 804명의 응답자에 대한 설문조사 결과, 총 3,216(804×4)개의 이용 가능한 자료를 얻었다. 응답자들 중 405명(50.4%)이 국내 수자원 현황에 대해 부족하다고 대답한 반면, 299명(37.2%)은 보통이다, 그리고 100명(12.4%)은 풍부하다고 응답하였다. 그리고 향후 국내에서 수자원 부족사태가 발생할지 여부에 대한 질문에는 전체 응답자의 84.6%가 그렇다고 대답하였다. 국내에서 수자원 부족사태를 예방하기 위한 수단의 선택에 대

한 질문에는 전체 응답자들 중 단 128명(15.9%)만이 대규모 다목적 댐 건설을 선택하였다. 응답자들의 나머지 수단들에 대한 선택 결과는 1) 소규모 용수 전용댐의 건설(9.5%), 2) 신규 수자원의 개발(6.3%), 3) 물 아껴쓰기 운동의 실천(37.3%), 4) 물의 가격인상을 통한 물 수요관리(3.9%), 5) 노후한 상수도관의 교체 및 보수(11.7%)로 나타났으며, 124명은 질문에 응답하지 않았다.

2. 추정결과

앞에서 설명한 세 개의 다항로짓모형들은 LIMDEP 7.0 프로그램을 이용하여 추정되었다.⁷⁾ 모형1의 추정결과는 <표 3>에 제시되어 있다. Wald-통계량으로 볼

<표 3> 모형1의 추정결과

변 수 명	추정계수 (t-통계량)
산림 (1,000그루)	0.0682 (9.03) **
동물종 (100종)	0.2315 (2.69) **
식물종 (100종)	0.2509 (3.92) **
문화유적지 (수준)	0.1538 (6.61) **
가격 (1,000원)	-0.6045 (-12.82) **
관측치 개수	3,216
로그-우도값(log-likelihood)	-3,430.0
Wald-통계량 ^a	192.7
(p-value)	(0.000)

주: 1) ^aWald-통계량에 대한 귀무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것으로 이에 대응하는 p-value가 통계량 아래의 괄호 안에 제시되어 있음.

2) *, **는 각각 유의수준 5%와 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함.

때, 추정된 방정식은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했다. 또한 간접효용함수에 포함된 모든 속성들의 추정계수들은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했고, 모

7) 익명의 한 심사위원이 지적하였듯이, 본 연구에서 선택된 환경영향 속성들 중 일부는 서로 상관관계를 가질 수 있다. 이와 같이 환경속성들이 상관관계를 가지는 경우, 보다 정확한 환경가치 추정값을 얻기 위해서는 다중프로비트모형(multinomial probit model)이 적용되어야 한다. 그러나 일반적으로 다중프로비트모형의 적용은 통상 4~5개의 선택대안을 갖는 경우에 한정되기 때문에, 본 연구에서와 같이 48개의 대안이 존재하는 경우 “수렴의 문제(convergence problem)”로 인해 그 추정이 불가능하다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 점이 설문지 설계단계에서 충분히 고려될 필요가 있다.

든 추정계수의 부호는 우리가 예상했던 것과 일치하였다. 예를 들어 산림, 동물종, 식물종, 문화유적지 및 유물 등의 속성에 대한 추정계수들은 양(+)의 부호를 가지고 있다. 즉, 이것은 위 환경영향 속성들의 수준이 증가할수록 응답자는 현재상태의 선택대안(대안 1) 보다 다른 선택대안들(대안 2 또는 대안 2)을 선택할 확률이 증가한다는 것을 의미한다. 반면 가격에 대한 계수가 음(-)의 부호라는 것은 가격수준의 증가가 응답자의 효용을 감소시킨다는 것을 의미한다.

그리고 <표 4>은 모형2의 추정결과를 보여주고 있다. 또한 모형2도 Wald-통계량

<표 4> 모형2의 추정결과

변수명 또는 추정모수	추정계수 (t-통계량)	변수명 또는 추정모수	추정계수 (t-통계량)
산림 (1,000그루)	0.0774 (1.40)	ω_1	0.4425 (3.26) **
동물종 (100종)	1.2651 (2.23) *	ω_2	0.0617 (0.68)
식물종 (100종)	0.6134 (1.32)	ω_3	-0.0062 (-0.05)
문화유적지 (수준)	0.5829 (3.22) **	ω_4	-0.0018 (-0.27)
가격 (1,000원)	-1.6015 (-4.63) **	ω_5	-0.0222 (-1.11)
γ_1	0.0182 (1.13)	ω_6	-0.0006 (-0.88)
γ_2	0.0238 (2.13) *	θ_1	0.1186 (2.41) *
γ_3	0.0023 (0.15)	θ_2	-0.0295 (-0.70)
γ_4	-0.0003 (-0.41)	θ_3	0.0221 (0.46)
γ_5	0.0022 (0.93)	θ_4	-0.0053 (-2.04) *
γ_6	-0.0001 (-1.52)	θ_5	-0.0032 (-0.39)
δ_1	0.1137 (0.62)	θ_6	-0.0008 (-3.11) **
δ_2	-0.1100 (-0.86)	η_1	-0.0482 (-0.48)
δ_3	0.1686 (0.95)	η_2	0.0752 (1.02)
δ_4	-0.0214 (-2.31) *	η_3	-0.0064 (-0.07)
δ_5	-0.0098 (-0.45)	η_4	0.0083 (1.60)
δ_6	-0.0004 (-0.40)	η_5	0.0220 (1.45)
		η_6	0.0014 (2.73) **
관측치 개수		3,216	
로그-우도값(log-likelihood)		-3,382.0	
Wald-통계량 ^a		276.5	
(p-value)		(0.000)	

주: 1) ^aWald-통계량에 대한 귀무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것으로 이에 대응하는 p-value가 통계량 아래의 괄호 안에 제시되어 있음.

2) *, **는 각각 유의수준 5%와 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함.

으로 볼 때, 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했다. 그러나 모형1과 비교할 때 많은 추정모수들을 포함한 모형2에서는 상당수의 추정계수들이 통계적으로 유의하지 않았다. 모형 2에서의 산림속성을 전제로 한 추정모수들 (γ)의 의미를 구체적으로 살펴보면 첫째, 응답자가 댐을 방문한 경험이 있을수록, 둘째, 계절적인 홍수피해 경험을 가질수록, 셋째, 남자일수록, 넷째, 응답자의 나이가 적을수록, 다섯째, 응답자의 학력이 높을수록, 여섯째, 응답자 가구의 소득이 낮을수록 현재상태의 대안 보다는 다른 선택대안들을 선택할 확률이 커지는 것으로 나타났다.

3. 환경영향 속성별 한계 지불의사액 추정

댐 건설에 의한 개별 환경영향들을 보다 덜 선호되는 수준으로부터 한 단위 완화하기 위한 응답자의 평균적 한계 WTP은 식(6)과 식(8)을 이용하여 계산할 수 있다. 모형1과 모형2에서의 댐 건설에 의한 개별 환경영향을 한 단위 완화하기 위한 MWTP 추정치들은 <표 5>에 제시되어 있다. 예를 들어, 모형1에서 댐 건설에 의한 산림피해를 1그루 완화하기 위한 가구당 월 평균 MWTP은 0.1129원이며, 이 MWTP의 t -통계량은 9.048이라는 것을 알 수 있다. 또한 추정된 MWTP 추정치들은 공변량의 추가에 의해 크게 변함이 없었고, t -통계량에 의하면 모든 속성별

<표 5> 모형1과 2에서의 환경영향 속성별 한계지불의사액

속 성	모형 1		모형 2	
	한계WTP (t -통계량) ^a	95% 신뢰구간 ^b	한계WTP (t -통계량) ^a	95% 신뢰구간 ^b
Forest	0.1129 (9.05)**	0.0934~0.1345	0.1148 (8.97)**	0.0952~0.1378
Fauna	3.8305 (2.82)**	1.4724~6.0414	3.8146 (2.73)**	1.3282~6.0420
Flora	4.1515 (4.17)**	2.4921~5.7942	4.1402 (4.06)**	2.4370~5.8051
Remains	254.43 (7.46)**	198.83~312.80	257.30 (7.38)**	197.31~315.41

주: 1) ^a표준오차는 델타법(Delta method)을 사용하여 계산하였음.

2) ^b신뢰구간은 5,000회 복원추출에 의한 Krinsky and Robb의 몬테칼로 모의실험을 이용하여 계산하였음.

3) **는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함.

MWTP들은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했다.

더 나아가 우리는 개별 환경영향들의 한 단위 완화를 위한 MWTP에 대해 하나의 추정치만을 제시하지 않고 이 추정치에 대한 불확실성을 반영하기 위해서 각 추정치에 대한 신뢰구간을 제시하고자 하였다. 개별 속성들에 대한 MWTP 추정치의 95% 신뢰구간을 계산하기 위하여 Krinsky and Robb이 제안한 몬테칼로 모의실험 (Park et al., 1991)을 이용하였다.⁸⁾

4. 댐 건설에 의한 환경영향의 경제적 가치측정

〈표 5〉에서의 결과를 이용하여 우리는 댐 건설에 의한 환경영향들을 현재수준에서 특정수준으로 완화하기 위한 가구당 연간 WTP를 계산할 수 있다. 예를 들어, 모형 1을 기준으로 할 때 댐 건설에 의한 개별 환경영향들을 1수준에서 4수준으로 완화하기 위한 가구당 연평균 WTP는 약 2,542원(하한값: 약 1,829원, 상한값: 약 3,270원)이다.⁹⁾

전술하였듯이 본 연구에서의 응답표본은 성, 지역을 고려하여 7대 광역시 전체의 가구를 대표할 수 있도록 구성되었다. 따라서 댐 건설에 의한 개별 환경영향들을 1수준에서 4수준으로 완화하기 위한 연평균 경제적 가치는 응답가구 당 월 평균 WTP에 12(월)를 곱한 후, 여기에 7대 광역시의 전체 가구 수를 곱하여 계산할 수 있다. 2000년 7대 광역시 전체 가구 수는 6,879,658 가구이다(통계청, 2001). 이렇게 계산된 댐 건설에 의한 환경영향의 연평균 경제적 가치는 평균적으로 약 2,099억원(하한값: 약 1,510억원, 상한값: 약 2,699억원)에 달한다.

8) 몬테칼로 시뮬레이션 방법의 절차는 다음과 같다. 추정된 다중로짓모형으로부터 얻어진 모수 추정치들과 분산-공분산 행렬과 같은 다변량 정규분포로부터 N 회 복원추출을 하여 N 개의 모의(simulated) 한계 WTP들을 계산한 후, 이 값들을 따르는 분포에서 양끝의 2.5%에 해당하는 관측치들을 제외시킨다.

9) 본 연구에서의 댐 건설에 의한 환경영향을 1수준에서 4수준으로 완화하기 위한 가구 당 월 평균 WTP 2,542원은 조건부 가치측정법을 적용한 곽승준·유승훈(2001)의 동강자연환경 보존의 경제적 편익추정 연구로부터 얻어진 3,122원과 비교하여 볼 때 수용 가능한 결과라 볼 수 있다.

VI. 결론 및 정책적 시사점

본 논문은 CCM을 적용하여 응답자들에게 댐 건설로 인한 개별 환경속성들과 가격속성간의 상충관계(trade-offs)를 고려하도록 함으로써 소비자 선호에 근거한 댐 건설의 환경영향 속성별 화폐가치를 도출하고자 하였다.

분석결과, 조건부 선택 질문에 있어 응답자들은 전반적으로 댐 건설에 의한 환경영향과 가격 속성들 사이의 상충관계를 잘 이해하고 있었으며, 두 모형으로부터 도출된 개별 환경영향의 속성별 MWTP 추정치들은 모두 통계적으로 유의했다. 특히 모형1과 모형2에서 개별 환경영향의 속성별 MWTP 추정치들은 사회·경제적 변수들의 포함 여부에 따라 큰 차이가 없었다. 그리고 모형1을 기준으로 한 댐 건설의 환경영향에 대한 속성별 가구 당 연평균 한계 지불의사액은 산림이 약 0.1129(원/그루), 동물종이 약 3.8305(원/종), 식물종이 약 4.15158(원/종), 문화유적지 및 유물이 약 254.43(원/수준)으로 분석되었다. 또한 댐 건설에 의한 개별 환경영향들을 1수준에서 4수준으로 완화하기 위한 가구당 월 평균 지불의사액은 2,542원으로 분석되었으며, 이에 따른 댐 건설에 의한 환경영향의 연평균 경제적 가치는 평균적으로 약 2,099억원에 달하였다.

본 연구는 국내에서의 댐 건설에 의한 다양한 환경영향의 속성별 경제적 가치를 도출하기 위해 CCM을 적용하였으며, 설문을 시행하기 위한 다양한 절차들에 대해 - 예를 들어 속성 및 수준의 결정, 그리고 통계적 실험계획법 - 자세히 설명하고 있다. 본 연구는 연구적인 측면뿐만 아니라 정책적인 측면에서도 다음과 같은 몇 가지 의의를 가지고 있다고 판단된다.

우선 연구적인 측면에서 본 연구가 사용한 CCM은 댐 건설뿐만 아니라 다양한 환경영향을 갖는 공공사업이나 환경재의 가치추정 연구분야에 적합할 뿐만 아니라, CVM의 단점으로 지적되는 비구분 효과(embedding effect) 등을 상당히 해결해 줄 수 있다. 또한 정책적인 측면에서도 본 연구는 정책 결정자들에게 댐 건설에 의한 다양한 환경영향의 속성별 경제적 가치와 실행 가능한 댐 건설 대안들의 평가에 대해 유용한 정보를 제공하고 있다. 이러한 정량적 정보들은 댐 건설사업과 관련한 비용-편익분석에서 활용될 수 있다. 또한 본 연구결과는 현재 고려되고 있는 다양한 댐 건설대안들의 평가를 위한 방법론적 체계를 제공한다.

■ 참 고 문 헌

1. 광승준·유승훈, “동강자연환경 보존의 경제적 편익추정 : 조건부 가치측정방법의 적용을 중심으로,” 『경제학연구』, 제49집, 제2호, 한국경제학회, 2001, pp. 163-184.
2. 권오상, “가상순위결정법을 이용한 자연생태계의 경제적 가치평가,” 『경제학연구』, 제48집, 제3호, 한국경제학회, 2000, pp. 177-196.
3. Adamowicz, W., J. Louviere, and M. Williams, “Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities,” *Journal of Environmental and Economics Management*, Vol. 26, 1994, pp. 271-292.
4. Bastell, R. R. and J. J. Louviere, “Experimental Choice Analysis,” *Marketing Letters*, Vol. 2, 1991, pp. 199-214.
5. Ben-Akiva, M. and S. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
6. Biro, Y. E. K., “Valuation of the Environmental Impacts of the Kayraktepe Dam/Hydroelectric Project, Turkey: An Exercise in Contingent Valuation,” *Ambio*, Vol. 27, 1998, pp. 224-229.
7. Carlsson, F. and P. Martinsson, “Do Hypothetical and Actual Marginal Willingness to Pay Differ in Choice Experiments?,” *Journal of Environmental and Economics Management*, Vol. 41, 2001, pp. 179-192.
8. Diener, A. A., R. A. Muller and A. L. Robb, *Willingness-to-Pay for Improved Air Quality in Hamilton-Wentworth: A Choice Experiment*, Hamilton, Ontario: Department of Economics, McMaster University, 1998.
9. Dorsey, T., A. Steiner, M. Acreman, and B. Orlando, *Large Dams: Learning from the Past Looking at the Future*, Workshop Proceedings, Gland, Switzerland: IUCN/The World Bank, 1997.
10. González-Cabán, A. and J. B. Loomis, “Economic Benefits of Maintaining Ecological Integrity of Rio Mameyes, in Puerto Rico,” *Ecological Economics*, Vol. 21, 1997, pp. 63-75.
11. Greene, W. H., *Econometric Analysis*, London: Prentice Hall International, 2000.
12. Hanley, N. and C. L. Spash, *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, Aldershot: Edward Elgar, 1993.
13. Hanley, N., R. E. Wright, and W. Adamowicz, “Using Choice Experiments to Value the Environment,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 11, 1998, pp. 413-428.
14. Hearne, R. R. and Z. M. Salinas, “The Use of Choice Experiments in the Analysis of Tourist Preferences for Ecotourism Development in Costa Rica,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 65, 2002, pp. 153-163.
15. Hensher, D. A., “Stated Preference Analysis of Travel Choices: The State of Practice,” *Transportation*, Vol. 21, 1994, pp. 107-133.
16. Krinsky, I. and A. Robb, “On Approximating the Statistical Properties of Elasticities,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, 1986, pp. 715-719.

17. Kwak, S. -J. and C. S. Russell, "Contingent Valuation in Korean Environmental Planning: A Pilot Application to the Protection of Drinking Water Quality in Seoul," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 4, No. 4, 1994, pp.511-526.
18. Lancaster, K., "A New Approach to Consumer Theory," *Journal of Political Economy*, Vol. 74, 1966, pp.132-157.
19. Louviere, J. J., "Conjoint Analysis Modeling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 10, 1988a, pp.93-119.
20. Louviere, J. J., *Analyzing Decision Making: Metric Conjoint Analysis*, California, USA: Sage Publications, 1988b.
21. Mallawaarachchi, T., R. K. Blamey, M. D. Morrison, A. K. L. Johnson and J. W. Bennett, "Community Values for Environmental Protection in a Cane Farming Catchment in Northern Australia: A Choice Modeling Study," *Journal of Environmental Management*, Vol. 62, 2001, pp.301-316.
22. McFadden, D., "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," in P. Zarembka, ed., *Frontiers in Econometrics*, New York: Academic Press, 1974.
23. Morrison, M., J. W. Bennett, R. K. Blamey and J. Louviere, "Choice Modeling and Tests of Benefit Transfer," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 84, No. 1, 2002, pp.161-170.
24. Park, T., J. B. Loomis, and M. Creel, "Confidence Intervals for Evaluating Benefits from Dichotomous Choice Contingent Valuation Studies," *Land Economics*, Vol. 67, 1991, pp.64-73.
25. Sanders, L. D., R. G. Walsh, and J. B. Loomis, "Toward Empirical Estimation of the Total Value of Protecting Rivers," *Water Resources Research*, Vol. 26, 1990, pp.1345-1357.
26. Stern, S., "Simulation-Based Estimation," *Journal of Economic Literature*, Vol. 35, 1997, pp. 2006-2039.
27. Streever, W. J., M. Callaghan-Perry, A. Searles, T. Stevens, and P. Svoboda, "Public Attitudes and Values for Wetland Conservation in New South Wales, Australia," *Journal of Environmental Management*, Vol. 54, 1998, pp.1-14.
28. World Bank, *Environment Matters*, Annual Review, Washington, DC: World Bank, 1997.
29. World Commission on Dams, *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*, The Report of World Commission on Dams, London, UK: Earthscan Publications, 2000.

Valuing Multiple Environmental Impacts of Dam Construction - Application of a Contingent Choice Method -

Seung-Jun Kwak* · Seung-Hoon Yoo** · Sang-Yong Han***

Abstract

In recent years, a growing nationwide awareness of the environmental damage of large dam construction has led to increasingly call for proper consideration of these potential impacts in the planning stages. Under these circumstances, this paper measures economic value of multiple environmental impacts of large dam construction using a contingent choice method. As a result, the choice works for selecting a preferred option among three alternative options were within respondents' ability and the marginal willingness-to-pay estimates across two models were statistically different from zero. Especially, the marginal WTP estimates for each attribute are not significantly changed by adding covariates. And, monthly WTP of typical household for mitigating all the environmental impacts by dam construction from level 1 to level 4 was calculated as 2,542 won and the total economic value for the entire population of the study area was annually about 209.9 billion won. This study contributes to providing policy-makers with useful methodological framework and quantitative information in the decision-making process related to large dam construction projects.

Key Word: dam construction, environmental impacts, contingent choice method

* Professor, Department of Economics, Korea University

** Assistant Professor, School of Economics, Hoseo University

*** Research Fellow, Survey and Research Team, KOITA