

Estimating the Economic Value of Dams against Climate Change Risk

- A Case Study on Paldang Lake -

Hee Kyun Oh[#], Hee Chan Lee⁺

Department of Hospitality and Tourism Management, Sejong University, 209, Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, Korea

Abstract

The aim of this study was to estimate the economic value of the Paldang dam for its function against climate change. We utilized the choice experiment method with three attributes such as drought protection (DP), flood prevention (FP), and water purification (WP), all of which were determined at three levels: status quo, partial improvement, and full improvement. From the survey data from 1,096 households living in the Seoul, Gyeonggi and Incheon Metropolitan Areas, 6,576 responses were used in the model estimation. The main results derived from a conditional logit model demonstrated that a larger willingness to pay (WTP) for improvements of the functions of the Paldang dam was associated with a higher level of the DP, FP and WP functions. The marginal WTP for DP, FP, and WP were respectively computed as 4,165 KRW, 1,583 KRW, and 12,003 KRW. Consequently, the total value of commonweal function was calculated as 17,751 KRW.

Key words: choice experiment, climate change, conditional logit model, Paldang Lake

1. 문제제기

기후변화 현상이 전 지구적으로 일어나고 있는 가운데, 이에 따른 피해가 사람의 건강을 비롯하여 농업, 산림, 환경보건, 연안 등 여러 부문에서 발생하고 있으며, 그 중에서 주요 사안으로 대두된 것 중 하나가 인간의 수자원 사용 관리에 대한 기후변화의 영향이다(Oh, 2015). 국내에서도 전역에 걸쳐 홍수와 가뭄의 피해가 매해 반복되고 있으며, 그 강도는 과거와 비교했을 때 증가 추세를 나타내고 있다(Kim, 2013). 기온상승과 유량 불규칙성 등의 기후변화 현상은 생태계를 비롯하

여 수자원 사용에 부정적인 영향을 미치고, 호소와 하천의 수면 저하는 바닥 퇴적물을 떠오르게 하여 수질과 수자원 공급에 비효율성을 야기한다(Jeong & Jeong, 2010).

무엇보다 집중호우의 심화와 가뭄 악화 등의 현상은 저수지의 부유물질과 호소 내 오염물질의 유입을 증가시켜 수질 악화를 유발하고 있다(Kim, 2013). 결국 이와 같은 현상은 식수품질 등 건강과 관련된 문제로까지 확산될 수 있음에 따라 기후변화에 대응하는 물 관리 정책은 정책적·학술적으로도 주요 쟁점이 되고 있다. 기후변화 적응 수자원 관리 방안 중, 화두로 떠오르는

[#] The 1st author: Hee Kyun Oh, Tel. +82-2-3409-5174, Fax. +82-2-3409-5174, e-mail. ohheekyun@sejong.ac.kr

⁺ Corresponding author: Hee Chan Lee, Tel. +82-2-3408-3183, Fax. +82-2-3409-5174, e-mail. leeheech@sejong.ac.kr

것은 단연 댐 운영과 기능 증진에 대한 부분이다. 다목적 댐의 경우, 용수공급과 수력 발전량, 수질개선 등 수계 지역민의 편익과 직·간접적으로 연관되어 있어 이수·치수·환경 기능에 대한 댐 운용 계획의 중요성이 가중되고 있다(Kwon, 2006; Ryoo, *et. al.*, 2009).

그러나 공익적 특성을 지닌 댐 기능은 보편적인 경제재와 달리, 수요·공급에 의해 가격이 형성되지 않는다. 댐 기능에 의한 수자원의 공익적 가치는 편익의 명확한 측정을 어렵게 하는데, 시장의 부재는 효율적인 자원 분배에 있어 난제로 작용하여, 물 공급과 배분 시 정부의 개입을 불가피하게 만들었다. 이러한 이유로 댐 기능과 수자원 사용에 대한 비시장 가치를 평가하고 타당성을 입증하는 일은 이를 통제·관리하는 과정에서 선행되어야 하는 과제라 여겨지고 있다(K-water, 2012).

기후변화가 물 순환 구조를 변형시켜 물 관리 계획에 영향을 미치는 만큼, 기후변화에 따른 수자원의 경제적 가치 변화를 고찰한 선행 연구가 다수 시행된 바 있다. 기후변화로 인한 가뭄과 이에 따른 경제적 파급효과를 비롯하여(Ryu, *et. al.*, 2011) 홍수 피해 위험 수준 증가에 따른 지불의사액 추정(Chung, *et. al.*, 2006), 팔당호 수질개선의 비시장가치 측정(Kim & Yoo, 2005) 등 다양한 연구목적과 방법론에 기초한 가뭄·홍수·수질 관련 연구들이 수행되었다.

지금까지의 관련 연구는 기후변화에 따른 수자원 가치를 인문·사회적 관점에서 고찰했다는 점에서 기여도를 인정할 수 있다. 다만, 선행연구 간의 조사 설계상의 차이로 인해 가뭄·홍수·수질 등에 대한 개별적 분석 결과를 직접 비교하는 데에는 한계가 있어, 기능 간에 중요 순위를 파악하기 어렵다는 것이다. 기후변화에 따른 수자원 적응 대책 수립의 중요성이 가중되고 있는 현재, 극한 호우와 가뭄, 수질오염 등 기후변화 현상에 따른 수자원 가치의 변화가 통합적으로 제시될 필요가 있다고 사료되나, 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 기후변화 피해방지를 위한 댐 기능의 경제적 가치를 이수·치수·환경 측면에서 기능별로 파악함으로써, 기후변화 적응 수자원 대응 대책 수립 시 국민의 효용 극대화를 도모할 수 있는 요인을 식별하고 이와 관련된 사회·경제적 자료를 제공하는 것이다. 취약한 기후변화 대응 체계는 가뭄과 홍수 재해, 수질오염 등의 불가피한 피해를 발생시킬 수도 있지만, 운영 관리 개선 방안이 존재할 시 수자원 확보에 원동력이 될 수도 있을 것이다. 이러한 측면에서도 본 연구문제를 해결하는 것은 중요성을 지닌다고 판단된다.

이를 위해, 본 연구에서는 경기도 광주시 퇴촌면·남종면에 걸쳐 있는 인공호수인 팔당호¹⁾를 연구 대상으로 선정하였다. 팔당호는 북한강과 남한강이 합류하는 한강 수계이며, 총 저수량 2억 4천만 톤으로 서울과 더불어 수도권에 거주하고 있는 2천 4백만 국민의 상수원이기 때문에 국민 인식을 반영하는 데에 있어 적절하다고 판단하였다.

본 연구에서 활용할 가치평가 방법은 선택실험법(choice experiment: CE)으로써, 관련 재화의 가치를 구성하고 있는 속성을 수준별로 분리할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 구체적으로, 팔당댐의 기후변화 피해 방지 공익 기능을 ‘가뭄재해 방지 기능’, ‘홍수재해 방지 기능’, ‘수질오염 정화 기능’ 등 세 가지 속성으로 설정한 후, 이를 수준 별로 분할하여 가치를 추정할 것이다. 이를 통한 경제적 가치의 우선순위 도출은 기후변화에 대비하여 효율적인 수자원 관리 전략을 마련하는 데에 기초 자료를 제공할 수 있다. 무엇보다, 수자원의 가치가 저평가 되고 있는 국내 실정에 비추었을 때, 사회적 측면에서의 물 사용 최적화와 국가의 합리적인 물 관리를 위한 가치 체계를 형성하는 데에 일조할 수 있을 것으로 예상된다.

1) 팔당댐은 경기도 하남시 천현동과 남양주시 조안면을 잇는 한강 본류의 댐(높이 29m, 제방길이 510m, 총저수량 2억 4,400만t)으로, 1973년 준공된 이래 홍수와 한발 조절 등의 공익 기능을 실행하는 다목적 댐으로 알려져 있으며, 팔당상수원은 수도권 지역 주민의 식수 공급과 품질을 책임지는 중요 역할을 담당하고 있음; 근래에는 홍수 및 가뭄에 따른 물 자원 문제로 인해 댐의 주 기능을 수력발전에서 용수 공급으로 개편하고 있음.

II. 이론적 검토

1. 기후변화 피해와 수자원 가치

팔당댐의 기후변화 피해방지 기능이 경제적 가치에 변화를 야기할 수 있다는 근거를 확보하고, 이를 가뭄 방지, 홍수방지, 수질정화로 세분화하고자, 선행연구에서 논의된 사항을 우선적으로 검토하였다. 기후변화에 따른 수자원의 경제적 가치를 추정할 주요 연구는 다음과 같다. 먼저, 가뭄방지 기능과 관련하여, Park & Park(2007)은 7개 특광역시 및 가뭄 상습지역 32곳의 거주자를 대상으로 가뭄상황 내에서의 생활용수에 대한 가치를 추정한 바 있다. CVM 양분선택형과 개방형을 병합하여 분석한 결과에 따르면, 수량에 관한 민감도는 가뭄상습지역이 특광역시에 비해 높은 수치를 보인 반면, 수질에 관한 인식은 반대 결과를 나타냈다. 25% 및 50% 급수 제한에 따른 각각 시나리오에 대해, 특광역시는 25% 급수 제한 시 월평균 가구당 2,290.12원, 50% 제한 시 2,811.25원의 지불의사액을 표명했으며, 25%에서 50%로의 변화는 22.75%의 증가율을 나타냈다. 한편, 총 지불의사 추정액은 가뭄상습지역(25% 급수 제한 시 1,730.75원, 50% 제한 시 1,973.75원)이 특광역시에 비해 낮게 나타났는데, 이러한 결과는 교육 수준과 소득 등에 따른 개인특성이 작용한 결과라 해석하였다.

Park & Kim(2009)은 생활용수공급량 감소에 따라 수용자가 체감하는 삶의 고통 수준을 계량화하여 가뭄 고통비용을 산정하였다. 이를 위해, 가뭄지역 태백시의 100세대를 표본으로 가뭄이 초래한 일상생활(빨래, 목욕, 청소)의 피해액을 CVM을 통해 추정하였으며, 가구당 1일 기회비용은 약 28,721원으로 도출되었다(2009년 2월 기준). 비록, 태백시의 가뭄 악화 상황으로 인해 피해금액이 과대추정 되었을 가능성이 있지만, 일상생활에서의 수자원 가치가 기후변화 재해 시의 가치와 다르다는 점을 규명했음에 의의가 있을 것이다. Ryu, *et. al.*(2011)은 인위적으로 물 부족 현상을 가정한 뒤, 수자원 투입산출 선형계획법(water input-output linear

programming: WIOLP)을 사용하여 가뭄에 따른 경제구조 내에서의 수자원 가치를 추정하였다. 수자원 공급량의 감소 비율은 10%부터 80%까지 설정되었으며, 잠재가치는 2,462원(10%)에서 76,902원(80%)까지의 범위에서 도출되었다. 수자원 공급 감소 비율 10%~40%대 내에서 잠재가격의 변화는 크지 않았으며(2,462~2,899원/m³), 가장 영향을 많이 받는 산업은 농업 분야였다. 그러나 45%(11,188원) 이상이 감소될 경우, 피해 수준은 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 자료 수집의 제약으로 2003년 산업구조를 분석에 반영했다는 한계점이 있으나, 전국 수도요금의 평균(532.9원)이 경제적 가치에 크게 미치지 못한다는 점을 발견하였다.

홍수 재해에 대한 기능 역시 수자원 가치에 영향을 미친다는 선행연구는 존재하고 있었다. 먼저, Kim & Kim(2010)은 고양, 양주, 연천, 의정부, 파주 지역을 대상으로 조건부가치추정법을 통해 홍수조절지에 대한 편익을 산정하였다. 지불의사금액에 영향을 미치는 변수들을 살펴보면, 홍수 빈도가 높은 지역일수록 지불의사액을 더 크게 나타냈으며, 재해피해 빈도, 최종학력, 가구소득 등도 정(+)의 방향으로 영향을 미치고 있었다. 총 편익은 가구당 연간 32,000원 정도(고양시: 30,947원, 양주시: 25,803원; 연천군: 36,161원, 의정부시: 33,823원, 파주시: 34,961원)로 추정되었으나, 수요 인구수에 따라 차이가 나타날 수 있다는 점을 감안하여 다양한 측면에서 편익을 산정해야 한다고 하였다. Kong, *et. al.*(2006)은 실험선택법을 이용하여 안양천의 속성별 가치를 추정한 바 있다. 안양천의 속성은 홍수피해가능성, 유량, 수질, 하천유형으로 설정되었으며, 수도권(서울시 및 경기도) 거주자 200명을 대상으로 설문응답을 수집하였다. 조건부로지 모형에 의해 추정된 결과에 따르면, 가구당 매월 잠재적 가치는 홍수피해위험방지의 경우 피해 위험이 높은 수준에서 보통 수준으로 개선될 시 매월 879.6원, 보통 수준에서 낮은 수준으로 개선될 경우 267.2원의 증가액이 발생하였다. 한편, 수질의 경우 4~5등급의 수질이 3등급으로 개선될 시 946.8원, 다시 2등급으로 향상될 시 99.3원의

증분 금액이 도출되었다. 유량의 경우 현재 상태보다 조금 더 잘 흐르게 된다면 729.0원, 이 수준에서 더 풍부하게 흐르게 된다면 800.4원의 추가 지불의사액이 존재한다고 하였다.

팔당호 관련 수자원 가치에 대한 연구들은 대부분 수질 개선에 따른 편익 산정을 위주로 평가되었으며, 호우와 가뭄 등의 기후변화 요인이 투입된 연구 설계는 존재하지 않았다. 먼저, Kim, *et. al.*(2001)은 조건부 가치측정법을 이용하여 팔당호 수질개선에 대한 소비자 지불의사액을 추정하였다. 팔당호 수질을 1등급으로 향상시키는데 요구되는 재원 마련을 위해 수질개선부담금을 지불 수단으로 설정하였으며, 사회·경제적 요소로 성별, 연령, 연령제곱, 소득, 수도요금, 가구원 수를 고려하였다. 수도권(서울·경기·인천) 주민 중 565명의 표본 분석 결과, 가구당 지불의사액 평균값은 연간 22,320원이 도출되었다. Kim & Yoo(2005) 역시 조건부 선택결정법을 이용해 팔당호 수질개선에 따른 개선 편익을 측정하였다. 물이용 부담금의 지불수단을 이용하여 서울, 경기, 인천의 수도권 시민을 대상으로 조사되었으며, 1,331개의 유효 표본을 사용해 물속이 조금 더 잘 보이는 상태로 개선될 경우 가구당 연간 16,128원의 지불의사액이 발생했으며, 매우 잘 보일 정도로 수질을 개선할 경우 가구당 연간 약 26,820원의 추가 지불의사액이 유의하게 나타난다고 하였다.

한편, Chae(2012)는 기후변화 적응대책에 대한 우선순위 선정을 위해 전문가 의견 조사를 시행하였는데, 수자원 부문을 가뭄의 악화, 홍수의 심화, 수질 악화 및 수생태계에 대한 피해로 분류하였다. 홍수 심화의 경우 현재부터 10년 이내의 단기 전략 구축에 주력해야 하며, 수질 악화와 수생태계에 대한 피해의 경우 10년~50년 이내의 중기 전략에 주목해야 한다고 언급하였다. 결국, 기후변화에 의한 피해는 가뭄과 홍수피해 및 수질오염의 악화로 이어져 사용 가능한 수자원을 감소시킬 가능성이 높으며, 이로 인한 제한 급수나 절수 등의 피해는 국민의 수자원 가치 인식에 영향을 미칠 수 있다는 것이다.

2. 선택실험법(CE)

CE는 Adamowicz, *et. al.*(1994)에 의해 최초로 고안된 방법론으로 레크리에이션 가치 추정을 위해 사용되었다. 선택 실험법은 가치를 추정하고자 하는 대상이나 정책, 사업을 중요 기능과 수준으로 세분화하여 각 수준으로 인해 발생하는 부분 편익을 산정하는 방법이다. 즉 가장 낮은 수준에서 가장 높은 수준까지 단계별 가치를 추정할 수 있다는 강점이 있다. 예를 들어, 친수 공간에 대한 가치를 선택실험법으로 추정할 시, 주요 기능을 수질개선, 친수공간 활용, 수생태계 복원 등 다양한 속성으로 구분할 수 있으며, 각 속성에 대한 편익의 수준을 수질개선 수준 낮음(3급수)-보통(2급수)-높음(1급수) 등으로 설정할 수 있다.

각 수준이 조합된 묶음의 대안을 응답자에게 제시하여 가장 선호하는 대안(가격 포함)을 선택하게 함으로써, 각 수준에 따른 가치를 추출하게 된다. 선택실험법은 수자원 관련 정책의 효과가 다양하게 나타나는 상황에 적합한 방법으로, CVM과 마찬가지로 가상 상황이 제시되고 선호도를 표명하게 하지만, 이를 등급별로 선택하기 때문에 개선된 가치에 대한 소비자 잉여를 화폐가치로 나타낼 필요가 없다. 무엇보다, 정책적으로도 실현 가능한 대안을 구별할 수 있다는 점에서도 비용 효율성을 도모하게 된다.

CE 이론 모형에 대한 개념은 다음 내용과 같다. 모형의 기본은 경제학에서의 간접효용함수이다. 응답자 i 가 선택대안 집합 C_i 중 하나의 선택대안 j 에서 얻게 되는 간접효용함수 U_{ij} 는 식 (1)과 같다.

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

여기서 V_{ij} 는 관측할 수 있는 부분을 말하며, 현재의 선택대안 및 가상의 선택대안의 속성(Z_{ij})과 개별 응답자의 사회통계 특성변인(S_i)의 함수가 된다. e_{ij} 는 관측할 수 없는 오차를 나타내는 것으로, 최우법의 이론적 근거가 되기도 한다. CE 분석에는 이산선택모형이 적용되며, 응답자 i 가 선택대안 집합 C_i 의 j 번째 대안이

아닌 모든 타 대안 k 에 대해 $U_{ij} > U_{ik} (k \in C_i, k \neq j)$ 를 충족시킨다면, 선택대안 j 를 선택할 것임을 의미한다. 다시 말해, j 의 선택이 k 의 선택보다 큰 효용이 있다는 것을 뜻하는 것으로, 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률 공식은 다음의 식 (2)와 같다.

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

$$= \Pr(V_{ij} - V_{ik} > e_{ij} - e_{ik})$$

식 (2)의 추정에는 오차항 분포에 관한 하나의 가정이 존재하게 되는데, 다항로짓모형(multi-nominal logit model)에서 갖는 오차항의 독립성이라 할 수 있다. 제 I 형태 극치분포(Type I extreme value distribution)를 따른다고 가정할 시, 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택하게 될 확률은 아래의 식 (3)을 따른다.

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

선택실험 설문에서 추출된 다변량 응답(multi-nominal response)은 개인의 효용극대화(utility maximization)가 추구된 선택 결과로 간주되며, 이러한 특성은 식 (4)와 같은 우도함수를 통해 반영된다. 여기서, 개별응답자 $i = 1, \dots, N$ 은 선택대안 j 에 ‘Yes’ 혹은 ‘No’를 표명하게 되며, 관련 변수 Y_{ij} 를 $Y_{ij}=1$ (i 번째 응답자가 j 번째 대안을 선택)로 정의하도록 한다. 여기서 $1(\cdot)$ 은 지시함수(indicator function)로서, $1(\cdot)$ 에서 i 번째 응답자가 j 번째 선택대안을 선택할 시 1이 부여되며, 그렇지 않을 시 0이 된다. 식 (4)의 로그 우도 함수에 최우법을 적용함으로써 모수를 추정할 수 있다(Greene, 2002; Stern, 1997).

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

III. 연구방법

1. 속성 및 수준의 설정

선택실험법에서 중요시되는 대상 재화의 속성 도출을 위해, 기후변화 및 수자원 관련 문헌을 조사하였다. 기후변화 대비 팔당댐 공익 기능과 관련하여, 선행연구(Chae, 2012; Jeong & Jeong, 2010; Kim, 2013; Kong, *et. al.*, 2006)로부터 ‘가뭄피해방지’, ‘홍수피해방지’, ‘수질정화’ 기능을 최초 속성으로 도출하였으며, 타당성 검토를 위해 관련분야(환경학, 수문학, 자원경제) 전문가 3인의 자문을 얻어 이를 최종 속성으로 결정하였다²⁾. 또한, 속성별 수준을 선정하기 위해 포커스그룹인터뷰를 진행하였으며, 기후변화에 대응하는 팔당댐 기능과 연관된 이미지를 질문함으로써 응답 대상자가 인지할 수 있는 범위 내에서 속성의 수준을 설정하였다. 각 속성의 수준은 3단계로 구분되었으며, 응답자의 이해를 돕기 위해 기능 개선 수준을 ‘낮음(현상유지) → 중간(부분개선) → 높음(완전개선)’으로 표현하였고, 속성의 수준에 부합하는 보완 설명을 추가하였다. 최초에 고안된 그림을 통한 설명은 사전검사 결과, 혼돈의 여지가 있어 제거되었다. 제시 가격의 경우, 연간 물 이용 부담금을 지불수단으로 설정하였으며, 관련 문헌 조사 및 30명의 개방형 지불의사금액 사전검사 그리고 전문가의 자문을 통해 가격 수준을 5,000원, 10,000원, 20,000원으로 구체화하였다. 한편, 기준대안(baseline)은 기후변화 재해(가뭄 및 홍수)에 대한 팔당댐의 공익 기능 전환의 필요성이 제기되고 있으며, 녹조 등으로 수질 상태가 악화되어 있는 현재 상태를 감안하여 가정되었다. 다음의 <Table 1>은 설정된 속성과 수준을 나타내고 있다.

2) 기후변화와 각 기능 간의 관련성 및 물리적 의미: 집중호우의 심화와 가뭄 악화 등의 현상은 저수지의 부유물질과 호소 내 오염물질의 유입을 증가시켜 수질 악화(녹조 등)를 유발하고 있음; 이러한 피해를 줄이고자 가뭄재해 대비 이수기술(댐 내 퇴사 제거 및 비상방류시설 설치 등), 홍수재해 대비 치수기술(보조여수로 추가 증설 및 댐 증고 등), 수질오염 대비 정화기술(비점오염원 저감시설 설치 및 하수처리시설 확충 등) 적용에 대한 검토가 지속적으로 진행 중임.

Table 1. Level of attributes

Attributes	Levels		Description
Drought protection function	Low	Status quo	Insufficient supply of water against droughts
	Mid	Partially improved	Not sufficient, but moderate support to damaged areas
	High	Fully improved	Sufficient supply to damaged areas
Flood protection function	Low	Status quo	Incomplete protection against floods
	Mid	Partially improved	Not complete, but moderate measure to flooded areas
	High	Fully improved	Complete protection for flooding
Water purification function	Low	Status quo	3 rd grade level in Korean standard
	Mid	Partially improved	2 nd grade level in Korean standard
	High	Fully improved	1 st grade level in Korean standard
Financial support per year	Low	5,000 won	
	Mid	10,000 won	
	High	20,000 won	

2. 설문서 개발

CE에서는 속성과 수준에 의한 선택집합(choice set)을 구조화하기 위해 자료 생성 과정이 요구된다. 실험계 획법(experimental design)에 의한 선택대안들이 응답자의 선택 확률에 영향을 미치게 되므로, 조합들은 다중 공선성을 피하기 위한 직교성(orthogonal)과 조건부 로짓 모형의 비관련 대안 간의 독립성(IIA: Independence of Irrelevant Alternatives)을 충족시켜야 한다(Hanley, et. al., 1998). 기후변화 대비 팔당댐 기능의 3가지 속성은 각각 3개의 수준으로 구성되어 있으며, 연간 물이용 부담금 역시 3개 수준으로 설정됨에 따라 총 $3^4 = 81$ 개의 대안이 존재하게 된다. 하지만 모든 선택대안의 제시 후 응답을 구하는 것은 불가능하므로, SAS 직교설계 프로그램을 이용해 합당한 대안 수를 도출하

였다.

최적 대안 수는 34개로 나타났으며, 하나의 선택대안 집합에 2개의 선택대안과 기준대안을 제시할 경우 18개(D -efficiency=2.08; D -error=0.48)의 대안 집합을 구성하게 된다. 그러나 18개의 선택대안 집합을 한 응답자에게 제시하는 것은 비표본오류를 증가시킬 우려가 있기 때문에, 본 연구는 전체 설문을 3개 블록으로 분리한 후, 각 유형에 6개의 선택대안 집합을 할당하였다. 하나의 유형을 부여받은 응답자는 할당된 선택대안 집합 내에서 속성과 연간 부담금으로 구성된 수준을 고려한 후 2개의 대안과 No choice option(어느 것도 선택하지 않음) 중에서 가장 선호하는 대안에 체크표시를 하게 된다. 아래의 <Figure 1>은 18개의 선택대안 중 하나의 예시이다.


Functions	Choice Option ①	Choice Option ②	Choice Option ③
Drought protection	Partially improved (Not sufficient, but moderate support to damaged areas)	Fully improved (Sufficient supply to damaged areas)	 Choosing neither option
Flood protection	Status quo (Incomplete protection against floods)	Partially improved (Complete protection for flooding)	
Water purification	Fully improved (1st grade level in Korean standard)	Status quo (3rd grade level in Korean standard)	
Financial support per year	10,000 won	5,000 won	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 1. Example of choice set

한편, 본 연구는 기후변화 및 환경보호 인식에 관한 문항을 추가하였다. Lee & Yun(2014)과 Chai(2010), Woo, *et. al.*(1999)의 문헌을 토대로 전문가 논의를 통해 내용 타당도가 확보된 6개, 8개의 문항을 선별하였으며, 5점 리커트 척도를 사용해 각각의 요인을 측정하였다.

3. 조사 설계

본 연구의 모집단은 팔당호를 인지하고 있으며, 공익 기능으로부터 직·간접적인 혜택을 받는 수도권(서울, 경기, 인천)에 거주하는 20세 이상의 성인 남녀이다. 설문은 일반가구를 조사 단위로 1:1 면접법을 통해 진행되었고, 각 설문 유형별로 400부를 할당하여 총 1,200부에 대해 비례층화표본추출법을 적용하였다. 조사 기간은 약 2주간(2014.11.15~11.30)에 걸쳐 이루어졌으며, 모형 투입 변수에 대해 결측값이 존재하지 않는 유효표본으로 1,096부를 채택하였다.

4. 분석 방법

본 연구의 분석모형은 다음과 같다. 먼저, 간접효용 함수의 관측 가능한 부분인 V_{ij} 는 속성벡터 $Z_{ij} = (ASC, D_M, D_H, F_M, F_H, W_M, W_H, P) =$ (대안상수, 가뭄방지 기능 Mid-level, 가뭄방지 기능 High-level, 홍수방지 기능 Mid-level, 홍수방지 기능 High-level, 수질정화 기능 Mid-level, 수질정화 기능 High-level, 물이용 부담금)인 선형함수 형태로 식 (5)와 같이 나타내게 된다.

$$V_{ij} = ASC + \beta_1 D_{Mid} + \beta_2 D_{High} + \beta_3 F_{Mid} + \beta_4 F_{High} + \beta_5 W_{Mid} + \beta_6 W_{High} + \beta_7 P_i \quad (5)$$

해당 재화 각 속성의 벡터는 $D_{Mid}, D_{High}, F_{Mid}, F_{High}, W_{Mid}, W_{High}, P$ 이며, β 는 추정되어야 할 모수로서 효용에 영향력을 주는 계수이고, ASC는 대안상수(alternative specific constant)를 의미한다. 더불어, 본 연구는 대안상수의 공변량으로써 사회·경제적 변

수와 기후변화 및 환경보호 인식 변수를 추가로 투입하는 확장 모형을 고안하였는데, 이러한 설명변인이 선택 확률에 미치는 영향을 파악하기 위한 것으로 다음의 식 (6)으로 표현된다.

$$V_{ij} = ASC + \beta_1 D_{Mid} + \beta_2 D_{High} + \beta_3 F_{Mid} + \beta_4 F_{High} + \beta_5 W_{Mid} + \beta_6 W_{High} + \beta_7 P_i + \sum_s \phi_s \cdot ASC \cdot K_{si} \quad (6)$$

여기서, K_{si} 는 i 번째 응답자의 개인 특성 변수의 벡터이며, ϕ 는 상호작용항의 추정값이고 s 는 개인 특성 변수들이다. 결과적으로 식 (5) 또는 (6)을 활용하여 속성에 대한 한계 지불의사액(MWTP: marginal willingness-to-pay)을 계산할 수 있는데, 이는 특정 속성의 특정 수준과 가격 간의 한계대체율을 의미한다. 따라서 기준 수준이 특정 수준으로 변화할 시의 MWTP는 특정 수준의 계수와 가격 계수 간의 비율을 통해 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned} MWTP_{D_{Mid}} &= dP/dD_{Mid} = -\beta_1/\beta_7 & (7) \\ MWTP_{D_{High}} &= dP/dD_{High} = -\beta_2/\beta_7 \\ MWTP_{F_{Mid}} &= dP/dF_{Mid} = -\beta_3/\beta_7 \\ MWTP_{F_{High}} &= dP/dF_{High} = -\beta_4/\beta_7 \\ MWTP_{W_{Mid}} &= dP/dW_{Mid} = -\beta_5/\beta_7 \\ MWTP_{W_{High}} &= dP/dW_{High} = -\beta_6/\beta_7 \end{aligned}$$

IV. 추정 결과

1. 표본 특성

다음 <Table 2>는 표본의 인구통계 특성을 나타내고 있다. 총 18개의 선택대안 집합을 3개의 블록으로 나누어 각기 6개의 choice set을 부여하였기 때문에 세 집단 응답자 간에 동질성이 확보되었는지에 대한 여부를 χ^2 통계량으로 검사하였다. 결과에 의하면, 성별($p=.958$), 연령($p=1.000$), 결혼여부($p=.911$), 직업($p=.477$), 거

Table 2. Respondents profiles

Demographic Profile	Type A		Type B		Type C		χ^2 -test <i>p</i> -Value
	N	%	N	%	N	%	
Gender							
Male	177	50.0	178	48.9	187	49.5	.958
Female	177	50.0	186	51.1	191	50.5	
Age							
20s	80	22.6	85	23.4	90	23.8	1,000
30s	92	26.0	95	26.1	98	25.9	
40s	87	24.6	86	23.6	92	24.3	
50s	60	16.9	58	15.9	61	16.1	
60s or older	35	9.9	40	11.0	37	9.8	
Marital status							
Single	137	38.7	145	39.8	152	40.2	.911
Married	217	61.3	219	60.2	226	59.8	
Occupation							
Profession	189	53.4	184	50.5	190	50.3	.477
Merchant	18	5.1	27	7.4	31	8.2	
Production	21	5.9	15	4.1	18	4.8	
Service	15	4.2	27	7.4	24	6.3	
Unemployed	111	31.4	111	30.5	115	30.4	
Residential area							
Seoul	180	50.8	200	54.9	220	58.2	.340
Gyeonggi-do	139	39.3	134	36.8	131	34.7	
Inchon	35	9.9	30	8.2	27	7.1	
Monthly household income (unit: 10,000 won)							
99 or less	7	2.0	11	3.0	6	1.6	.829
100~199	28	7.9	20	5.5	29	7.7	
200~299	54	15.3	54	14.8	53	14.0	
300~399	58	16.4	78	21.4	65	17.2	
400~499	62	17.5	72	19.8	70	18.5	
500~599	60	16.9	51	14.0	56	14.8	
600~699	26	7.3	23	6.3	31	8.2	
700~799	25	7.1	26	7.1	28	7.4	
800 or more	34	9.6	29	8.0	40	10.6	
Education							
Grade school or less	12	3.4	12	3.3	8	2.1	.330
Middle school	106	29.9	116	31.9	99	26.2	
High school	187	52.8	197	54.1	227	60.1	
College or over	49	13.8	39	10.7	44	11.6	
The number of visit							
0	197	55.6	221	60.7	236	62.4	.773
1	75	21.2	60	16.5	62	16.4	
2	52	14.7	52	14.3	49	13.0	
3	19	5.4	17	4.7	16	4.2	
4	3	0.8	2	0.5	3	0.8	
5 or over	8	2.3	12	3.3	12	3.2	
Total	354	100.0	364	100.0	378	100.0	

n=1,096

주지($p=.340$), 소득($p=.829$), 학력수준($p=.330$), 팔당호 방문횟수($p=.773$) 등의 인구통계 변인과 팔당호 관여수준에 있어 집단 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 계획된 비례층화표본추출이 적절하게 시행

되었다는 것을 의미하며, 실험설계 중 블록화에 따른 이질성이 개입되지 않았다는 점에서 인구 통계적 성향이 동질한 응답자들에 의해 선택대안이 평가되었다고 볼 수 있다.

2. 기후변화·환경보호 인식 측정에 대한 타당도 및 신뢰도 검사

기후변화 및 환경보호 인식 측정에 사용된 척도의 타당성과 신뢰성을 검사하기 위해, 탐색적 요인분석과 신뢰도분석을 시행하였다. 각 변수들이 가진 의미를 최대한 보존하면서 더욱 적은 수의 개념으로 요인화하는 R-type 요인분석을 적용하였으며, 요인적재량의 단순화를 위해 주성분분석(principal components) 및 Varimax 직각회전 방법을 사용하였다. 요인 추출과정에 있어서는 고유치(eigen value)기준을 적용하여 1.0보다 높은 항목들만을 요인화 하였고, 요인 범주 내 속성들의 결합이 내적 일관성을 갖고 있는지를 확인하기 위해 신뢰도 계수 Cronbach's α 값을 도출하였다 (<Table 3> 참조).

요인 적재 값이 0.5 이상인 변수들만을 추출하였으며, 분석 결과 eigen 값이 1.0 이상인 2개의 요인이 기후변화 인식과 환경보호 인식에서 각각 도출되었다. Bartlett's 구형성검정은 기후변화 대응 인식의 경우 1621.68($p < .001$), 환경보호 인식의 경우 3221.70 ($p < .001$)이며, KMO 계수 역시 0.832, 0.892를 나타냄으로써 시행된 요인분석결과가 적절했다고 판단된다. 모든 요인의 신뢰도 계수는 기후변화 대응 성향이 $\alpha = 0.782$ 를 보였으며, 환경보호 인식은 긍정적 태도는 α

$= 0.856$ 으로 나타나 요인들의 내적 일치성은 높은 수준인 것으로 확인되었다. 전반적으로, 두 요인 모두 타당성과 신뢰성을 적절히 확보한 것으로 판단된다.

3. 조건부 로짓 모형 추정 결과

다음의 <Table 4>는 조건부 로짓 모형(conditional logit model)에 투입될 변수의 설명과 코딩방법, 기술 통계를 나타내고 있다. 먼저, 기본 모형(Model I)에 투입될 변수는 팔당댐 공익 기능 속성인 가뭄방지, 홍수방지, 수질정화와 연간 물이용 부담금이다. 연간 부담금액의 경우, 대안 중 선택을 하지 않는 경우의 '0'원이 기준이 되며, 5,000원, 10,000원, 20,000원이 대안으로 제시된다. 그 외 <Table 2>와 <Table 3>에 제시된 자료를 가공하여, 사회·경제적 변인과 기후변화 및 환경보호 인식을 확장 모형(Model II)에 투입하였다.

조건부 로짓 모형을 추정한 결과는 <Table 5>에 제시되었다. 먼저, 기본모형(Model I)의 경우 총 6,576개의 관측치가 분석에 사용되었으며, LLF 값은 -6768.53 , Cragg-Uhler의 $Pseudo-R^2$ 값은 0.146으로 양호한 수치를 나타냈다. 또한, 수요 모형 중 가격을 나타내는 Bid (연간부담액) 변수의 경우 유의수준 1%에서 계수가 부(-)의 방향을 나타냄에 따라, 이론적 부호 역시 일치하는 것으로 확인되었다. 팔당호 기능 속성의 추정계수

Table 3. Factor analyses of climate change and environmental protection items

Factor and items	Loading
Climate change (EFA $\alpha=0.782$; Eigenvalue=2.908; Variance explained=48.47%)	
Recent catastrophic events have been caused by the climate change.	.787
Scientific information about the climate change should be provided to every citizen.	.767
This is the time to discuss how to adapt to climate change, not to argue.	.727
The national counterstrategy against the climate change is too passive.	.689
The climate change is due to human activities, not natural phenomena.	.626
Preparation for the climate change must be a primary objective of national policy	.554
KMO=.832; Bartlett's test of sphericity: $\chi^2=1621.68$, $df=15$, $p < .001$	
Environmental protection (EFA $\alpha=0.856$; Eigenvalue=4.056; Variance explained=50.70%)	
The environmental protection helps improve the quality of life.	.795
With the environmental protection, everybody wins eventually.	.770
The health threat of air pollution is more serious than people perceive it to be	.770
Global warming is still ongoing.	.748
Protecting the environment is beneficial to my health.	.742
The climate change is affecting everyone in real time.	.654
The survival of wild animals has been threatened by the modern development method.	.612
A clean environment is providing good opportunities for recreation.	.571
KMO=.892; Bartlett's test of sphericity: $\chi^2=3221.70$, $df=28$, $p < .001$	

Table 4. Definitions and codes of variables

Attributes	level	Name	Code	Mean	S.D.
Drought protection function	Low: Status quo	D_{Low}	(0, 0)	-	-
	Mid: Partially improved	D_{Mid}	(1, 0)	0.20	0.40
	High: Fully improved	D_{High}	(0, 1)	0.24	0.43
Flood protection function	Low: Status quo	F_{Low}	(0, 0)	-	-
	Mid: Partially improved	F_{Mid}	(1, 0)	0.22	0.42
	High: Fully improved	F_{High}	(0, 1)	0.22	0.41
Water purification function	Low: Status quo	W_{Low}	(0, 0)	-	-
	Mid: Partially improved	W_{Mid}	(1, 0)	0.22	0.42
	High: Fully improved	W_{High}	(0, 1)	0.22	0.42
Financial support	₩5,000, ₩10,000, ₩20,000	Bid	0.5, 1.0, 2.0	0.78	0.75
Socio-economic variables	Gender	Gen	Male=0, Female=1	0.51	0.50
	Age	Age	Ratio measurement	40.42	12.43
	Marriage Status	Mar	Single=0, Married=1	0.60	0.49
	Education (years)	Edu	Ratio measurement	16.14	2.62
	Monthly Household Income	Inc	Ratio measurement	462.0	207.2
	Occupation	Job	Profession=1, etc.=0	0.51	0.50
	The number of visit	Vst	Ratio measurement	0.83	1.43
	Residential area	$Area$	Gyeonggi=0, etc.=1	0.37	0.48
	Climate change perception	CC	Factor score	2.50	1.83
	Environment preservation	EV	Factor score	2.51	1.82

Table 5. Estimates of conditional logit models

Model	Model I			Model II		
Variable	Coefficient	S.E.	t-Value	Coefficient	S.E.	t-Value
ASC	-0.037	0.060	-0.62 ***	-2.968	0.337	-8.81 ***
D_{Mid}	0.279	0.046	6.09 ***	0.280	0.046	6.11 ***
D_{High}	0.246	0.043	5.75 ***	0.249	0.043	5.81 ***
F_{Mid}	0.105	0.043	2.45 **	0.107	0.043	2.47 **
F_{High}	0.161	0.044	3.70 ***	0.164	0.044	3.75 ***
W_{Mid}	0.514	0.045	11.33 ***	0.515	0.045	11.33 ***
W_{High}	0.804	0.044	18.14 ***	0.808	0.044	18.17 ***
Bid	-0.669	0.030	-21.96 ***	-0.673	0.031	-22.03 ***
$ASC* Gen$				-0.074	0.056	-1.34
$ASC* Age$				-0.006	0.003	-2.29 **
$ASC* Mar$				0.000	0.000	1.79 *
$ASC* Edu$				-0.129	0.057	-2.27 **
$ASC* Inc$				-0.072	0.071	-1.02
$ASC* Job$				0.004	0.011	0.40
$ASC* Vst$				0.203	0.023	8.71 ***
$ASC* Area$				0.001	0.056	0.02
$ASC* CCA$				0.208	0.039	5.31 ***
$ASC* ENV$				0.670	0.061	10.96 ***
LogLikelihood		-6768.53			-6656.45	
Pseudo-R²		0.146			0.178	
Sample Size		6,576			6,576	

Note: ***, **, *: Significance at 1%, 5%, 10% level.

들에서도 유의수준 1%, 5%에서 모두 유의한 정(+)의 부호가 도출되었는데, 이는 각 속성들의 수준이 증가할 시 현재 상황에 비해 선택대안들을 선택할 확률이 상승함을 의미한다. 즉 가뭄피해 방지 기능과 홍수피해 방

지 기능의 수준이 높을수록, 수질오염 정화 기능이 뛰 어날수록 수도권 주민의 효용은 증가분을 얻는다는 것이다.

또한, 본 연구는 개선 대안만으로 설명되지 못한 변

Table 6. IIA test results

Alternative dropped	χ^2 (df=7)	p-Value
Option 1	11,88	.106
Option 2	12,10	.098
Option 3	7,78	.352

수들의 효과를 살펴보기 위해 대안상수(alternative specific constant: ASC)와 사회·경제 변인 간의 상호작용항을 투입한 확장 모형을 추정하였다. Model II에서도 주요 속성에 대한 결과는 차이가 없었으며, 모형의 적합도 역시 양호한 수준인 것으로 확인되었다 ($LLF=-6656.45$; $Pseudo-R^2=0.178$). 분석 결과에 따르면, 연령($p<.05$)과 교육수준($p<.05$), 결혼 여부($p<.10$)가 유의한 영향을 미치고 있었으며, 팔당호 방문 횟수($p<.01$)도 빈도가 높을수록 현재 상태를 개선하는 데에 지불의사가 존재하는 것으로 나타났다. 또한, 심리 변수로 투입된 기후변화와 환경보호 인식 두 요인 역시 유의수준 1%에서 유의한 정(+)의 효과를 보였는데, 즉 기후변화 인식이 뚜렷할수록, 환경 보호에 대해 관심이 많을수록, 개선의지가 커진다는 것을 의미한다. 한편, 소득, 직업, 거주지는 비유의한 것으로 나타났는데, 이 중 소득 변수의 비유의성은 일반적인 이론적 부호와는 차이가 있다고 판단된다. 이러한 결과 역시 정책 수용력에 대한 인구통계특성의 영향력에 변화가 있을지도 모른다는 추측을 가능케 한다.

더불어, <Table 6>은 무관한 대안 간의 독립성 (independence of irrelevant alternatives: IIA) 가정에 대한 검사 결과를 나타내고 있다. Hausman 검정 결과에 따르면, 각 대안이 제외된 모든 경우에 있어, 모수 추정치가 통계적으로 동질적이라는 결과가 도출되었

다. 따라서 IIA 가정은 충족되는 것으로 확인되었다.

4. 한계 지불의사액 추정

본 연구는 응답자의 개인 특성이 반영된 Model II를 토대로 속성별 수준에 따른 한계 지불의사금액을 산출하였으며, 이는 <Table 7>과 같다. 각 속성에 대한 한계 지불금액의 신뢰구간은 Krinsky & Robb(1986)의 Monte Carlo 모의실험을 통해 산정하였고, t -통계량은 델타법(Delta Method)을 이용해 도출하였다. 결과에 따르면, 각 속성의 MWTP는 가뭄방지와 홍수방지 기능의 Mid-level에서 High-level로의 개선을 제외한 모든 변화에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

먼저, 가뭄방지 기능의 경우 피해지역으로의 용수공급이 원활하지 못한 상태(Low-level)에서 부분적 개선으로 피해 지역에 적정 지원 가능해질 경우(Mid-level), 가구당 연간 4,165원(최소 2,761원, 최대 5,570원)의 추가 지불의사액이 발생하는 것으로 추정되었으며 ($t=6.20$), 부분적 지원(Mid-level)에서 충분한 개선이 이루어지는 단계(High-level)로 개선되는 것은 통계적으로 유의하지 않았다. 홍수방지 기능 역시 불완전한 방지사설 상태(Low-level)에서 부분적 개선이 이루어지는 경우(Mid-level)에는 1,583원(최소 332원, 최대 2,835원)의 가치가 도출되었으나($t=2.32$), 중간 단계에서 상위수준으로의 개선은 통계적으로 비유의하였다.

Table 7. Estimates of implicit prices

Attribute	Level	Implicit prices (t -Value) (unit: won/year-household)	Confidence interval 95%
Drought protection function	Low → Mid	4,165 (6.20) ***	[2,761~5,570]
	Mid → High	-467 (-0.76) n.s.	[-1,673~739]
Flood protection function	Low → Mid	1,583 (2.32) **	[332~2,835]
	Mid → High	852 (1.27) n.s.	[-460~2,164]
Water purification function	Low → Mid	7,651 (10.36) ***	[6,235~9,067]
	Mid → High	4,352 (6.63) ***	[3,066~5,639]
Total WTP		17,751 (13.52) ***	[15,179~20,325]

Note: ***, **: Significance at 1%, 5% level.

수질정화 기능의 경우에는 3급수 수준(Low-level)에서 2급수 수준(Mid-level)으로의 개선 및 2급수 수준(Mid-level)에서 1급수 수준(High-level)로의 변화에서 모두 유의한 증가분을 보였다($t=10.36$; $t=6.63$). 지불의사금액에서도 각각 7,651원(최소 6,235원, 최대 9,067원)과 4,352원(최소 3,066원, 최대 5,639원)으로 나타나 가뭄방지와 홍수방지 기능에 비해 수질정화 기능에서 상대적으로 높은 가치가 인식되고 있음을 확인하였다. 통계적 비유의성을 도출한 개선 수준을 제외하고, 속성별로 정산된 MWTP를 합산하면 기후변화 대비 팔당댐 기능의 총 가치를 도출할 수 있으며, 이는 가구당 연간 17,751원(최소 15,179원, 최대 20,325원)으로 추정되었다.

V. 결론

본 연구의 목적은 기후변화에 대비하는 팔당댐 기능의 경제적 가치를 속성별로 세분화하여 추정함으로써, 합리적인 물 관리를 위한 가치 체계 형성에 일조하는 것이었다. 이를 위해 기후변화 대응 수자원 관리 요인에 기초한 선택실험법을 활용하였으며, 공익 기능의 속성을 가뭄방지, 홍수방지, 수질정화 등 세 가지로 설정한 뒤, 각 속성의 수준을 다시 현상유지(Low-level) → 부분개선(Mid-level) → 완전개선(High Level) 등 세 가지로 구성하였다. 실험설계와 관련하여, 두 개의 선택대안과 한 개의 비선택대안이 조합된 18개의 선택 집합이 사용되었으며, 이를 3개의 블록으로 나누어 각 설문서에 6개씩을 투입하였다. 수도권(서울, 경기, 인천)에 거주지를 두고 있는 가구를 조사 단위로 하였으며, 블록 별로 400부씩 배포한 뒤 최종적으로 1,096부를 분석에 이용하였다. 조건부 로짓 모형 추정의 경우, 6,576의 관측치가 사용되었으며, 속성벡터와 연간 물 이용 부담금이 적용된 기본 모형과 사회·경제 특성 변수가 추가된 확장 모형으로 각각 실시되었다.

주요 기능 속성(가뭄방지, 홍수방지, 수질정화)의 경우, 두 모형 모두 합리적인 계수 부호를 도출하였으며,

유의수준 1% 및 5%에서 유의한 것으로 확인되었다. 결과를 살펴보면, 가뭄방지 기능이 개선될수록, 홍수방지 기능이 개선될수록, 수질정화 기능이 개선될수록, 현재 상태보다는 개선대안을 선택할 확률이 상승하며, 이는 개선에 대한 효용이 증가한다는 것을 의미한다. 또한, 선택대안만으로 설명되지 않는 변수를 살펴보기 위해, 확장 모형에서는 대안상수(ASC)와 사회·경제 특성 간의 상호작용 변수를 투입하였다. 결과에 따르면, 인구통계특성 변인 중에서 연령과 결혼여부, 교육수준, 팔당호 방문 횟수가 개선에 대한 지불의도와 관련성이 있는 것으로 검증되었으며, 기후변화와 환경보호 인식 역시 정(+)의 효과를 나타냈다.

본 연구는 사회조사의 특성이 적절히 반영된 확장 모형의 계수를 토대로 한계 지불의사금액을 추정하였다. 가뭄과 홍수방지 기능 중 부분개선(Mid-level)에서 완전개선(High-level)으로 변화하는 것을 제외한 모든 개선 수준에서 효용이 발생하였으며, 가뭄방지 기능의 가치는 가구당 연간 4,165원(2,761원~5,570원), 홍수방지 기능의 가치는 1,583원(332원~2,835원)이었다. 수질정화 기능의 가치는 현재 상태에서 부분 개선 시 7,651원(6,235원~9,067원), 부분 개선에서 완전 개선 시 4,352원(3,066원~5,639원)이 산출되어, 기능이 강화될수록 총 가치는 증가하지만 한계 가치는 감소하는 것으로 확인되었다. 통계적으로 유의한 한계지불의사금액을 합산하여 기후변화 대비 팔당댐의 총 가치를 산정한 결과, 가구당 연간 17,751원(15,179원~20,325원)이 도출되었다.

본 연구에서 추정된 가치는 선행연구 결과들과 다소 차이를 보였는데, 각 연구의 조사 설계와 시·공간적 특성이 결과에 직접적인 영향을 미치기 때문에 이를 직접 비교하는 것에는 무리가 있다고 판단된다. 그러나 선행연구(Kim & Kim, 2010; Kim & Yoo, 2005; Park & Kim, 2009; Park & Park, 2007)에서와 같이 가뭄과 홍수 등의 극한 사상의 피해를 줄이고, 수질을 개선하는 데에 효용이 발생했다는 점에서는 맥락을 함께했다고 볼 수 있다.

본 연구 결과는 다음과 같은 논의사항을 남긴다. 먼저, 산출된 기후변화 대비 팔당댐 기능의 경제적 가치는 수질정화(가뭄방지)·홍수방지 기능 순으로 확인되었다. 수질정화 기능 개선에 대한 지불의사는 단계별로 모두 유의했던 반면, 가뭄과 홍수 방지 기능 중 Mid-level에서 High-level로의 변화는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 국민이 기대하는 기능 강화의 수준이 최고 단계까지는 미치지 못할지도 모른다는 것이며, 이러한 개선을 위해 세금이 사용되는 것에 대해 비동의 할 수도 있음을 암시하는 것이다. 또한, 수도권 지역의 공간 특성 역시 결과에 영향을 미쳤을 것으로 예상되는데, 즉 가뭄과 홍수라는 극한 상황에 대한 체감 빈도는 녹조 등과 같은 수질 오염 경험에 비해 보다 직접적으로 지각되기 때문이라고 해석된다. 더불어, 수도권에 내렸던 2011년의 폭우와 2012년에 국민에게 인식된 가뭄, 2015년 충남 지역 제한급수 시행 등과 관련된 대중매체 정보가 가뭄·홍수와 같은 국가 재난 인식에 영향을 미쳤을 것으로 보이며, 현재는 가뭄피해 인식의 중요도가 홍수에 비해 높게 나타난 것이라 사료된다.

본 연구는 기후변화에 의한 피해 빈도가 증가하고 있는 현재, 수도권 거주 가구를 대상으로 팔당댐이 보유한 가뭄방지, 홍수방지, 수질정화 기능의 개선 편익을 산출하였다. 추정 결과는 기후변화에 대응하는 댐 기능 속성의 가치를 하나의 분석틀 안에서 도출하고, 속성 간 효용의 크기를 비교할 수 있다는 점에서 기존연구와 차이가 있으며, 각 속성이 향상되었을 시의 효용 변화를 경제적 가치로 환산했다는 점에서, 환경 정책에 부합하는 시사점을 제시하였다고 여겨진다. 그러나 이러한 차별화에도 불구하고 다음과 같은 한계점은 향후 연구에서 반영되어야 할 것이다.

먼저, 기후변화 대비 댐 기능으로 세 가지 속성이 적용된 것과 속성별 수준의 설정에 대해 이견이 있을 수 있다. 본 연구에서도 문헌조사와 전문가 조사, 포커스 그룹 인터뷰를 통해 도출한 속성이기는 하나, 이는 총 가치에 변화를 가져올 수 있는 부분이므로 후속 연구에서는 보편적 기능 이외에 고려해야 하는 사항이 없는지

를 검토하길 바란다. 또한, 사회조사 특성상, 응답자 인식의 측정 시 속성 수준을 이해하는 정도에 제한이 있을 수 있다. 본 연구의 경우, 가뭄방지 및 홍수방지 기능 중 중간수준(Mid-level)과 상위수준(High-level) 사이 비유의성을 최적 수준에 대한 국민 기대의 부존이라고 해석하지 않았다. 그 이유는 각 수준 간의 차이가 어느 정도의 변화량을 나타내는지 심리적으로 구분하기 어려울 수도 있다는 한계점에서 찾을 수도 있었기 때문이다. 따라서 향후 연구에서는 표명 선호 자료 분석이 지니는 취약점을 보완할 연구방법이 사용되기를 기대해 본다.

감사의 글

이 논문은 국토교통부 물관리사업의 연구비지원(14AWMPB082564-01)에 의해 수행되었음.

References

- Adamowicz, W., J. Louviere, and M. Williams. 1994. Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*. 26(3): 271-292.
- Chae, Yeo Ra. 2012. *Prioritization of Climate Change Adaptation Measures by Sector*. Korea Environment Institute.
- Chai, Myung Ki. 2010. A Study on the Typology of Corporate Perceptions of Environmental Regulations and Compliance Level with Self-regulation. Ph.D. Dissertation. Soongsil University.
- Chung, Eun Sung, Ki Seo Kong, Kil Soeng Lee, and Jin Chae Yoo. 2006. Evaluation of Alternative Benefit Using Choice Experiment Method and Alternative Evaluation Index. *Journal of Korea Water Resources Association*. 41(1): 101-113.
- Greene, William H. 2002. *Econometric Analysis*. 5th (ed.). Prentice Hall International.
- Hanley, N., Robert E. Wright, and V. Adamowicz. 1998. Using Choice Experiments to Value the Environment. *Environmental*

- and *Resource Economics*. 11(3-4): 413-428.
- Jeong, Hoe Seong and Hoe Seok Jeong. 2010. *Understanding of Climate Change: From the Perspective of Policy, Economy and Science*. Environment and Civilization.
- Kim, Bong Koo, Yong Sung Cho, and Jae Eun Kwak. 2001. Estimation of WTP for Water Quality Improvements in Paldang Reservoir Using Contingent Valuation. *Environmental and Resource Economics Review*. 10(3): 433-459.
- Kim, Byung Sik. 2013. *Climate Change and Natural Disaster Management*. Kumi Publisher.
- Kim, Sang Won and Geun Young Kim. 2010. Estimating the Valuation of Flood Control Reservoir Using the Contingent Valuation Method. *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation*. 10(3): 101-107.
- Kim, Yong Joo and Young Seong Yoo. 2005. Valuing Non-market Benefits of Water Quality Improvements in Paldang Reservoir and Han River: A Choice Experiments Study. *Environmental and Resource Economics Review*. 14(2): 337-379.
- Kong, Ki Seo, Eun Sung Chung, Jin Chae Yoo, and Kil Soeng Lee. 2006. Estimating Attributes Value of Alternatives Applied for Rehabilitation of Hydrologic Cycle of the Anyangcheon Watershed. *Journal of Korea Water Resources Association*. 39(12): 1031-1042.
- Korea Water Resources Corporation(K-water). 2012. *Performance Prediction for Gyung-in Ara Waterway Projects*. Korea Water Resources Corporation.
- Krinsky, I. and A. Leslie Robb. 1986. On Approximating the Statistical Properties of Elasticities. *The Review of Economics and Statistics*. 68(4): 715-719.
- Kwon, Oh Sang. 2006. Valuing Recreational Benefits of Dam Lakes Using a Choice Experiment Approach. *Environmental and Resource Economics Review*. 15(3): 555-574.
- Lee, Seung Han and Sun Jin Yun. 2014. Koreans' Climate Change Perception Types: Based on Q Methodology. *ECO*. 18(2): 119-167.
- Oh, Jai Ho. 2015. A Study on a National Policy Options and R&D for Climate Change Risk Management. *Crisisonomy*. 11(2): 1-28.
- Park, Doo Ho and Yoon Shin Park. 2007. Willingness to Pay for Residential Water on Drought Conditions. *Journal of Korea Water Resources Association*. 40(11): 861-867.
- Park, Sang Doeg and Man Jae Kim. 2009. Drought Disaster Natures and Disaster Management Plan. *Journal of Korea Water Resources Association*. 42(6): 12-20.
- Ryoo, Kyong Sik, Kee Uk Cha, Jin Soo Kim, and Jin Hyeog Park. 2009. Economic Effects of Rainfall in Dam Operations. *Proceedings of Korean Society of Civil Engineers Symposium*. 3426-3429.
- Ryu, Mun Hyun, Seok Won Jang, and Doo Ho Park. 2011. Climate Change and Drought: Study on Shadow Price and Damage Cost of Water under Drought. *Journal of Wetlands Research*. 13(2): 209-218.
- Stern, S. 1997. Simulation-based Estimation. *Journal of Economic Literature*. 35(4): 2006-2039.
- Woo, Hyung Taek, Boong Hoon Eom, and Yoen Hwa Moon. 1999. Development and Verification of Questionnaire for Measurement of Environmental Attitude. *Journal of the Korean Environmental Sciences Society*. 8(5): 559-568.
- Korean References Translated from the English*
- 공기서, 정은성, 유진채, 이길성. 2006. 물순환 건전화 대안 적용을 위한 안양천의 속성별 가치추정. 한국수자원학회 논문집. 39(12): 1031-1042.
- 권오상. 2006. 선택실험법을 이용한 댐호수의 특성별 휴양가치 분석. 자원·환경경제연구. 15(3): 555-574.
- 김병식. 2013. 기후변화와 자연재해관리. 구미서관.
- 김봉구, 조용성, 광재은. 2001. 팔당호 수질개선에 대한 소비자 지불의사액 추정. 자원·환경경제연구. 10(3): 433-459.
- 김상원, 김근영. 2010. 조건부가치추정법을 이용한 홍수조절 지 가치 평가에 관한 연구. 한국방재학회논문집. 10(3): 101-107.
- 김용주, 유영성. 2005. 팔당호 및 한강 수질개선의 비시장가치 측정: 속성가치선택법을 이용하여. 자원·환경경제연구. 14(2): 337-379.
- 류경식, 차기욱, 김진수, 박진혁. 2009. 댐 운영측면에서의 강수에 대한 경제적 가치평가. 대한토목학회 학술대회. 3426-3429.
- 류문현, 장석원, 박두호. 2011. 기후변화와 가뭄: 가뭄시 물의 잠재 가격 및 피해 추정연구. 한국습지학회지. 13(2): 209-218.

- 박두호, 박윤신. 2007. 가뭄시 가정용수에 대한 소비자 지불의사. 한국수자원학회논문집. 40(11): 861-867.
- 박상덕, 김만재. 2009. 강원남부 가뭄재해 특성과 재해관리방안. 한국수자원학회논문집. 42(6): 12-20.
- 오재호. 2015. 국가 기후변화 위기관리 정책 및 연구개발에 관한 연구. 한국위기관리논집. 11(2): 1-28.
- 우형택, 엄봉훈, 문연화. 1999. 환경의식의 측정을 위한 설문지 개발과 검증. 한국환경과학회지. 8(5): 559-568.
- 이승한, 윤순진. 2014. 한국인의 기후변화 인식 유형: Q방법론을 바탕으로. 환경사회학연구. 18(2): 119-167.
- 정은성, 공기서, 이길성, 유진채. 2006. 실험선택법과 대안 평가 지수를 이용한 대안의 편익산정. 한국수자원학회논문집. 41(1): 101-113.
- 정희성, 정희석. 2010. 기후변화의 이해 정책과 경제 그리고 과학의 관점에서. 환경과 문명.
- 채명기. 2010. 기업의 환경규제인식 유형과 자율규제 수용에 관한 연구. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 채여라. 2012. 부문별 기후변화 적응대책 우선순위 평가 연구. 한국환경정책·평가연구원.
- 한국수자원공사. 2012. 경인 아라뱃길사업 성과예측 연구 보고서. 한국수자원공사.

Received: Aug. 10, 2016 / Revised: Sep. 7, 2016 / Accepted: Sep. 13, 2016

선택실험법을 이용한 기후변화 대비 댐 기능의 경제적 가치 추정

– 팔당호 사례 연구 –

국문초록 본 연구의 목적은 팔당호 공익 기능의 경제적 가치를 속성별로 세분화 추정함으로써, 합리적인 물 관리를 위한 가치 체계 형성에 일조하는 것이었다. 이를 위해, 두 개의 선택대안과 한 개의 비선택대안이 조합된 선택실험법을 활용하였으며, 공익 기능의 속성을 ‘가뭄방지, 홍수방지, 수질정화’ 등 세 가지로 설정한 뒤, 각 속성의 수준을 다시 ‘현상유지-부분개선-완전개선’ 등 세 가지로 구성하였다. 수도권(서울, 경기, 인천) 거주자를 대상으로 가구 단위의 표본을 수집하였으며, 1,096부가 분석에 사용되었다. 조건부 로짓 모형 추정의 경우, 6,576의 관측치가 사용되었으며, 세 가지 속성 및 연간 물이용 부담금이 적용된 기본 모형과 사회·경제 특성 변수가 추가된 확장 모형으로 각각 실시되었다. 세 가지 기능 속성은 두 모형 모두에서 개선 편익에 유의한 영향을 미쳤으며, 이러한 결과는 IIA 가정에 위배되지 않았다. 확장 모형의 계수를 토대로 한계 지불의사금액을 추정한 결과, 가뭄방지 기능의 가치는 가구당 연간 약 4,165원, 홍수방지 기능의 가치 1,583원, 그리고 수질정화 기능의 가치는 12,003원으로 나타나, 총 가치는 17,751원으로 산정되었다.

주제어 : 기후변화, 선택실험법, 조건부 로짓 모형, 팔당호

Profiles **Hee Kyun Oh** : He received his bachelor's and a master's degrees from Griffith University, and a doctor's degree from Sejong University. He is a visiting professor of the Department of Hospitality Tourism Management at Sejong University. His research interests included tourism economics and hospitality marketing(ohheekyun@sejong.ac.kr).

Hee Chan Lee : He received his bachelor's and a master's degrees from Korea University, and a doctor's degree from Michigan State University. He is a professor of the Department of Hospitality Tourism Management at Sejong University. His research interests included tourism economics and tourism policy(leeheech@sejong.ac.kr).