

## 가로림만의 환경가치 평가

유 승 훈\* · 이 주 석\*\*

### 논문초록

가로림만은 자연 상태에 가깝게 보존되어 있는 국내에서 몇 안 되는 천혜의 갯벌을 보유하고 있다. 최근 가로림만은 조수간만의 차(7-9m)가 커 국내 최적의 조력발전소 입지로 세계 최대 규모인 520MW급의 조력발전소 건설이 추진 중에 있다. 이로 인해 가로림만에 대한 개발과 보존의 이해당사자간의 갈등이 첨예한 상황이다. 이와 같은 개발과 보존을 둘러싼 지역적·사회적 갈등은 소모적인 논쟁이 되지 않도록, 과학적이고 체계적인 환경가치평가를 통해 조속히 결말지어야 한다. 이러한 배경 하에서 본 연구에서는 조건부 가치측정법을 이용하여 가로림만의 환경가치를 추정하고자 하였다. 1.5 경계모형과 스파이크모형을 결합한 조건부 가치측정법을 이용하여 분석한 결과 가로림만의 보존을 위한 연간 가구당 평균 지불의사액이 서산 및 태안 지역의 경우에는 4,531원, 전국 7대 대도시는 6,850원으로 나타났다. 이를 전국적으로 환산한 가로림만의 경제적 환경가치는 연간 1007.2억원에 이르는 것으로 나타났다. 이러한 가로림만의 환경가치 평가 결과는 환경의 가치를 포함한 보다 엄밀한 경제성 분석에 중요한 기초자료로 활용될 수 있다.

핵심 주제어: 조건부 가치측정법, 1.5 경계모형, 스파이크 모형, 가로림만, 환경가치  
경제학문헌목록 주제분류: Q3, Z0

투고 일자: 2008. 5. 23. 심사 및 수정 일자: 2008. 6. 10. 게재 확정 일자: 2008. 8. 8.

\* 교신저자, 호서대학교 해외개발학과 부교수, e-mail: shyoo@hoseo.edu

\*\* 고려대학교 경제학과 BK21사업단 연구교수, e-mail: leejoosuk@korea.ac.kr

## I. 서 론

충남 태안군과 서산시의 해안으로 둘러싸인 가로림만은 비교적 자연 상태로 보존된 우수한 갯벌이 있을 뿐만 아니라 봄·여름에 난류성 어족이 모이는 어류 산란장이며 굴과 김 양식 등이 성행하는 충남 해안어업의 중심지이다. 또한 가로림만은 우리나라에서는 드물게 입구 폭은 약 2km에 불과하나 내부 폭은 약 10km, 길이는 약 20km에 이르는 호리병모양의 반폐쇄성 내만이며 조수간만의 차(7~9m)가 크기 때문에 조력발전소 건설의 최적지로 꼽혀 왔다.

이미 가로림만은 1970년대 조력발전소 건설 타당성 예비조사가 실시되었고, 1982년 최적 후보지로 선정된 바 있으며, 2005년 이후 신재생에너지 보급정책에 부응하고 기후변화협약에 능동적으로 대처한다는 취지하에 가로림 조력발전소 건설이 추진 중이다. 현재 추진 중인 가로림 조력발전소가 완공된다면, 프랑스의 랑스 조력발전소(설비용량 240MW)를 제치고 세계 최대 규모의 조력발전소가 될 것이다.

그러나 조력발전소가 가로림만을 가로질러 건설된다면 가로림만 내·외해와 그 일대의 갯벌·해안 생태계는 위기에 놓이게 된다. 실제로 2007년에 발표된 가로림 조력발전소 건설에 대한 환경영향평가서(한국서부발전(주), 2007)에 따르면 조력발전소가 건설될 경우 가로림만의 갯벌면적은 최대조간대에 30.3%, 최소조간대에 69.8%가 감소하는 것으로 나타났으며 해수교환율은 현재 62.24%에서 43.26%로 감소할 것으로 나타났다. 또한 전력발전소 건설시 바닷물이 가장 많이 들어오는 고조기에는 해수면의 높이가 25~50cm가 낮아지고 저조기에는 오히려 최대 4m 가량 해수면의 높이가 높아질 것으로 예상되고 있다.

가로림만은 조력발전소 건설의 최적지이지만 해양환경의 피해가 불가피하게 발생하므로 가로림 조력발전소 건설을 둘러싸고 이해당사자간의 갈등이 첨예한 상황이다. 따라서 개발과 보존을 둘러싼 지역적·사회적 갈등이 국가 전체적인 관점에서 소모적인 논쟁으로 전개되지 않도록 과학적이고 체계적인 가로림만의 환경가치 평가를 통해 이러한 논쟁을 조속히 결말지어야 한다. 이를 위해서는, 단순한 공학적 원가개념이 아니라 엄밀한 경제이론에 근거하여 가로림만의 환경가치를 정량적으로 규명하고 과학적으로 추정할 필요가 있다. 특히 지속가능한 개발이란 패러다임에 능동적으로 대처하기 위해서는 경제이론에 근거한 환경피해의 경제적 비용 내지는 환경의 경제적 가치를 포함하는 외부 비용 최소화를 중심으로 하는 개발계획

이 수립되어야 하므로 이를 위해 가로림만의 환경가치에 대한 정량적 정보를 제공해야 한다(곽승준·유승훈, 2001; 유승훈, 2007a).

이에 본 연구에서는 가로림만의 환경가치를 화폐적 수준으로 평가하고자 한다. 이를 위해 자연자산의 환경가치를 측정할 수 있는 다양한 방법론 중에서 가로림만이라는 대상에 가장 적합하면서도 국내 현실에 부합하는 과학적 방법론을 선정하고 이 방법론을 적용시 지켜야 할 다양한 지침들을 잘 준수하는 연구를 수행함으로써 연구결과의 질적 수준을 제고하고자 한다.

이후 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. II절에서는 가로림만의 환경가치를 측정할 수 있는 방법론에 관하여 논의하였다. III절에서는 가로림만의 환경가치를 도출하기 위한 모형에 대해 살펴보았다. IV절에서는 실증분석의 결과를 제시하고 이에 근거하여 몇 가지 쟁점을 논의하였고, 마지막 V절은 결론으로 할애하였다.

## II. 연구방법론 및 실증연구절차

### 1. 연구방법론

가로림만의 환경가치를 추정하기 위한 방법론의 선정은 매우 중요한 문제이다. 왜냐하면 과학적이면서 학계에서 보편적으로 받아들여지고 있는 방법론을 사용해야 하는데, 만약 그렇지 못하다면 환경가치 추정 결과에 대해 불필요한 소모적 논쟁을 일으키면서 합리적인 결론에 도달하는 것이 어려워지기 때문이다.

본 연구에서는 시장에 존재하는 특정재화를 통해 간접적으로 가치를 측정해야 하기 때문에 적용이 제한적인 현시선호 평가법 대신에 진술선호 평가법을 활용하였으며 이 중에서도 현재까지 개발되고 응용되어 온 연구방법론 중 가장 널리 사용되면서 공감을 얻고 있는 CVM을 이용하였다. CVM은 응답자들로부터 대상재화나 서비스와 관련된 최대의 WTP를 도출하여 이를 통해 대상재화나 서비스의 편익을 직접적으로 이끌어내는 가치추정방법이다(Mitchell and Carson, 1989).

### 2. CVM의 적용절차

본 연구에서는 응답자의 결정을 단순화할 수 있는 정도, 여러 가지 편의를 제거

할 수 있는 정도 등을 고려하여 가구당 총 소득세라는 지불수단을 제시하였다. 아울러 지불기간 및 지불횟수에 대해서는 가구당 향후 10년 동안 1년에 1회 지불한다는 점을 강조하였다.

지불의사 유도방법으로는 Hanemann and Kanninen(1999) 및 Cooper et al. (2002)이 제안한 1.5경계 모형을 이용한다. 1.5경계 모형은 단일경계모형보다 효율성을 개선하여 이중경계모형 수준의 효율성(Hanemann et al., 1991)을 누리면서도, 이중경계모형의 반응효과(Cameron and Quiggin, 1994)를 크게 줄일 수 있다. 비교적 최근에 제안된 새로운 지불의사 유도방법이라 그리 널리 사용되고 있지는 않지만 단일경계 모형의 비효율성을 개선하면서 또한 이중경계 모형의 비밀치성을 완화할 수 있기에 유용하다고 판단되며, 국내에서 수행된 몇 가지 선행연구 사례(이주석 외, 2007; 유승훈, 2007b)를 살펴보다라도 응답자들이 이해하고 평가하기에 별다른 어려움이 없었다.

1.5경계 모형에서는 하한 제시금액과 상한 제시금액의 범위로 주어진다. 즉, 응답자들을 2개의 그룹으로 나눠 첫 번째 그룹에는 하한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 질문한다. 이 질문에 ‘예’라고 응답하면 상한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 한 번 더 질문하며, ‘아니오’라고 응답하면 추가적인 질문을 하지 않는다. 두 번째 그룹에게는 상한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 질문한다. 이 질문에 ‘예’라고 응답하면 추가적인 질문을 하지 않으며, ‘아니오’라고 응답하면 하한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 한 번 더 묻는다.

제시금액은 최종적으로 얻고자 하는 WTP의 평균값에 민감한 영향을 미칠 수 있으므로 세심한 주의를 기울여 결정하여야 한다. 본 연구에서는 가능한 값의 범위를 넓게 하여 제시금액을 결정하였다. 즉, 본 연구에서는 실제 설문조사에 들어가기 전에 30명을 대상으로 사전조사(pretest)를 시행한 후, 이들로부터 얻은 결과를 바탕으로 상한금액과 하한금액의 격차를 2,000원으로 설정하고 1,000원부터 19,000원까지 2,000원 간격으로 총 10개의 초기 제시금액을 결정하였다. 이렇게 결정된 금액을 전체 응답자를 무작위로 구분한 10개 그룹에 각각 할당하였다.

#### 4. 표본설계 및 설문조사

본 연구는 설문대상지역을 가로림만이 위치한 서산 및 태안 지역과 7대 대도시로

이원화하였다. 가로림만이 위치한 서산 및 태안 지역(on-site)을 고려한 것은 아무래도 가로림만에 대해 가장 직접적인 이해관계를 가지면서 가장 높은 관심을 보이는 사람들은 서산 및 태안 지역 주민들이기 때문이다. 아울러 7대 대도시를 고려한 것은 가로림만에서 떨어진 지역(off-site)에서 가로림만의 보존 및 관리에 부여하는 가치를 파악하기 위해서이다. 가로림만 인근 지역만 대상으로 하거나 가로림만에서 떨어진 지역만 대상으로 해서는 결과의 일반화가 보장될 수 없으므로 이러한 접근 방법을 취했다. 각 지역의 전체 가구를 대상으로 임의표본을 도출하기 위해 각 지역 내의 인구 구성비를 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 그리고 설문단위는 개인이 아닌 가구로 하였다.

가로림만의 환경가치 평가를 위한 조사는 이들 지역에 대해 2007년 11월 중순부터 12월 초까지 전문설문기관인 (주)동서리서치 및 (주)한국리서치의 주관으로 실시되었으며 가로림만에 위치한 서산 및 태안 지역은 400가구를 대상으로 조사하였으며, 가로림만과 다소 떨어진 전국 7대 대도시(서울, 부산, 인천, 대구, 대전, 광주, 울산)는 509가구를 대상으로 조사를 하였다.<sup>1)</sup>

가로림만의 환경가치 평가의 경우 몇몇 복잡한 내용이 포함되어 있기 때문에 비용이 많이 소요된다는 단점이 있지만 응답자가 충분히 이해할 수 있도록 하기 위하여 일대일 개별면접 설문을 실시하였다. 또한 인터뷰 끝에 응답자의 전화번호를 물어 임의로 추출된 가구에 대해 설문조사 감독자들은 조사원들이 일을 제대로 했는지 확인전화를 하였고 몇 가지 질문을 다시 해서 응답자들의 대답에 일관성이 있는지를 점검하고 응답이 빠진 항목에 대해 다시 질문을 하여 답을 얻었다.

### Ⅲ. CVM 추정모형

#### 1. 효용격차모형

1.5경계모형은 단일경계모형이나 이중경계모형과 마찬가지로 Hanemann(1984)의 효용격차모형을 이용할 수 있다. 본 연구는 효용격차모형에 근거하여 양분선택형 조건부 가치추정(DC-CVM: dichotomous choice contingent valuation) 자료로부

1) 본 설문은 태안 기름유출사고가 발생하기 이전에 완료되었기 때문에 태안 기름유출사고가 본 설문의 결과에 아무런 영향을 미치지 않았다.

터 각 개인의 Hicks적 보상잉여를 도출하였다. 응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득과 개인의 특성들에 근거하여 가로림만의 보존으로 인해 느끼는 효용은 간접효용함수( $v(j, y; s)$ ,  $y$  : 소득,  $s$  : 개인의 관찰 가능한 특성들)로 표현된다. 한편 연구자가 직접 관측할 수 없는 부분이 존재하므로 확률적 성분도 갖게 되어 응답자의 효용함수는 다음과 같이 표현된다.

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \epsilon_j, \quad j = 0, 1, \epsilon_j \sim i.i.d. N(0, \sigma_j^2) \quad (1)$$

만약, 응답자가 ‘가로림만의 보존을 위하여  $A$  금액을 지불할 의사가 있느냐?’라는 질문에 대해 ‘예’라고 응답하는 경우, 효용함수는  $u(1, y - A; s) \geq u(0, y; s)$ 이다. 즉, 가로림만을 보존하지 않은 상태에서 누리는 효용보다 소득의 감소에도 불구하고 가로림만을 보존함으로써 얻는 효용이 더 커짐을 의미한다. 이는 다시  $v(1, y - A; s) + \epsilon_1 \geq v(0, y; s) + \epsilon_0$ 로 나타낼 수 있고, 변형하면 식 (2)과 같은 효용격차함수로 나타난다.

$$\Delta v = v(1, y - A; s) - v(0, y; s) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1 = \eta \quad (2)$$

여기서, 1과 0은 각각 가로림만의 보존여부를 나타내며,  $\eta$ 는  $\epsilon_0 - \epsilon_1$ 이며 효용격차의 분포를 정형화하기 위한 확률변수이다. 각 응답자는 가로림만의 보존을 통해 얻을 수 있는 간접효용의 증가분( $\Delta v$ )이 양(+)이면 ‘예’라고 답하고 제시금액의 지불에 대해 동의하는 것으로 개인의 효용을 증가시킬 것이다. 따라서 응답자가 ‘예’ 응답을 할 확률은 다음의 식 (3)과 같다.

$$\Pr(Yes) = \Pr(\Delta v \geq \eta) = F_\eta(\Delta v) \quad (3)$$

여기서,  $F_\eta(\cdot)$ 는 확률변수  $\eta$ 의 누적분포함수이다. 그런데 응답자가 실제로 지불 의사질문에 대해 ‘예’라는 응답을 하였다면 확률변수인 지불의사액  $C$ 에 대하여  $\Pr(Yes) = \Pr(A \leq C) = 1 - G_C(A)$  임을 의미한다. 따라서  $\eta$ 의 누적분포함수는 다음의 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 여기서  $G_C(A)$ 는 확률변수  $C$ 의 누적분포함수이며,  $A$ 는 제시된 금액이다.

$$F_{\eta}(\Delta v) = 1 - G_C(A) \quad (4)$$

Hanemann(1984)의 지적에 따르면 식 (4)는 확률효용이론의 맥락에서 효용극대화 응답으로 해석될 수 있고,  $G_C(\cdot)$ 는 개인의 참 최대 WTP의 누적분포함수가 된다. 결국, WTP모형을 추정한다는 것은 누적분포함수  $G_C(\cdot)$ 의 모수를 추정하는 것을 의미한다.

## 2. WTP 모형

가로림만의 보존에 대한  $i$ 번째 응답자의 응답결과는 우선 첫 번째 질문에 하한 제시금액  $A^l$ 가 제시된 경우와 첫 번째 질문에 상한 제시금액  $A^u$ 가 제시된 경우로 나눌 수 있다. 첫 번째 질문에 하한 제시금액  $A^l$ 가 제시된 경우 응답자는 ‘예-예’, ‘예-아니오’, ‘아니오’라고 응답할 수 있으며, 첫 번째 질문에 상한 제시금액  $A^u$ 가 제시될 경우 응답자는 ‘예’, ‘아니오-예’, ‘아니오-아니오’라고 응답할 수 있다.

하한 제시금액( $A^l$ )에 대해 ‘아니오’라고 대답할 확률을  $G_C(A^l)$ , 상한 제시금액( $A^u$ )에 대해 ‘아니오’라고 대답할 확률을  $G_C(A^u)$ 라 가정하면, 로그-우도함수는 다음과 같이 표현된다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N (I_i^{YY} \ln[1 - G_C(A_i^u)] + I_i^{YN} \ln[G_C(A^u) - G_C(A_i^l)] \quad (5)$$

$$+ I_i^N \ln G_C(A_i^l) + I_i^Y \ln[1 - G_C(A_i^u)]$$

$$+ I_i^{NY} \ln[G_C(A^u) - G_C(A_i^l)] + I_i^{NN} \ln G_C(A_i^l)$$

$$\begin{cases} I_i^{YY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 '예-예'}) \\ I_i^{YN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 '예-아니오'}) \\ I_i^N = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 '아니오'}) \\ I_i^Y = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 '예'}) \\ I_i^{NY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 '아니오-예'}) \\ I_i^{NN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 '아니오-아니오'}) \end{cases}$$

여기서  $\mathbf{1}(\cdot)$ 는 인디케이터함수(indicator function)이다. 즉,  $\mathbf{1}(\cdot)$ 의 괄호 안의 조건이 만족되면 1을 취하고, 아니면 0을 취한다.

### 3. 스파이크 모형

지금까지는 일반적인 WTP 모형에 대해 설명하였다. 그러나 가로림만이라고 하는 환경자산은 일반 국민들에게 생소한 재화이며, 가로림만의 보존 및 관리를 위해 본인의 소비를 일부러 줄여 이 금액만큼을 지불한다는 것에 대해 거절의 의사를 가지고 있는 사람들이 적지 않을 것이다. 실제로 본 연구의 설문결과에 따르면 7대 대도시 응답자 509명 중 61.5%가 제시금액에 지불의사가 없었으며, 서산 및 태안 지역 응답자 400명 중 77.5%가 제시금액에 지불의사가 없는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 경우에 적용이 가능한 모형의 개발이 필요하며, 이 모형에 투입되어야 할 자료를 확보할 수 있도록 설문지도 적절하게 보완될 필요가 있다.

이와 관련하여, 본 연구에서 사용한 설문지에는 첫 번째 질문에 하한 제시금액  $A^l$  제시된 경우에 대하여 “아니오”라고 응답한 응답자와 첫 번째 질문에 상한 제시금액  $A^u$ 가 제시된 경우에 대하여 두 번의 질문에서 “아니오-아니오”라고 응답한 응답자에 대해 단 1원의 지불의사가 있는지 없는지를 물어보는 질문도 포함되어 있다. 이 질문에 대해 “지불할 의사가 있다”고 응답한다면 양의 WTP를 가지며, “지불할 의사가 없다”고 응답한다면 영의 WTP를 가질 것이다.

사전적인 예상대로, 조사대상 가구 중에서 적지 않은 가구들이 가로림만의 보존 및 관리를 위해 단 1원도 낼 의사가 없다고 밝혔다. 이러한 상황은 WTP에 관한 서베이 자료에서 흔히 관측된다(Yoo et al., 2001a, 2001b). 영의 WTP는 가로림만의 보존 및 관리가 가구의 후생에 전혀 기여하지 못하거나 혹은 가구가 가로림만의 보존 및 관리사업에 완전히 무관심할 때, 다음과 같은 소득제약 하의 소비자 효용극대화 문제의 모서리해로서 도출될 수 있으므로, 경제적 행위에 부합한다.

$$\max_{y, Z} [U(y, Z; h) \mid y + Z \leq m] \quad (6)$$

여기서,  $U(\cdot)$ 는 효용함수,  $y$ 는 가로림만의 보존 및 관리에 대한 WTP,  $Z$ 는



모든 다른 지출,  $h$ 는 개인특성을 나타내는 벡터,  $m$ 은 소득이다.

영의 값을 가진 WTP 자료의 분석을 위해서는 다수의 가구들이 가로림만의 환경 가치에 대해 전혀 지불할 의사가 없다는 사실을 고려해야만 한다. 다시 말해서, WTP의 분포는 영의 값을 갖는 응답자 그룹과 양의 WTP를 갖는 응답자 그룹으로 양분되는 것이다. 경제적 가치 추정 등에 사용될 수 있는 WTP의 평균값을 구하기 위해서는 WTP의 분포를 구해야 하고, WTP의 분포를 구하기 위해서는 이러한 점이 반드시 고려되어야 한다. 만약 영의 WTP 응답을 무시하고 분석을 한다면 적지 않은 오류를 범하게 된다. 통상 양의 값만 가지는 경제변수의 경우는 양의 영역에서만 정의되는 분포를 이용하여 분석하면 되지만, WTP 자료와 같이 영의 값과 양의 값을 함께 가질 수 있는 경제변수의 경우에는 정형화(specification)에 있어서 어려움이 존재한다.

이러한 영의 WTP 자료를 처리하기 위해 널리 이용되는 모형은 Kriström(1997)이 제안한 스파이크 모형(spike model)이다. 그런데 스파이크 모형은 애초 단일경제 자료에 맞추어 개발되어 1.5경제 자료에 맞도록 적절한 조정을 해야 한다.

이제 스파이크 모형에 대해 정형화하겠다. 일반적인 WTP모형에서 제시금액에 대한 “아니오-아니오”와 “아니오” 응답은 0의 WTP와 하한 제시금액  $A'$  보다 작은 양의 WTP로 구분되므로,  $I_i^N$ 과  $I_i^{NN}$ 은  $I_i^{NY}$ 와  $I_i^{NN}$ ,  $I_i^{NNY}$ 와  $I_i^{NNN}$ 로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{NY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-예”}) \\ I_i^{NN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오”}) \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} I_i^{NNY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오-예”}) \\ I_i^{NNN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오-아니오”}) \end{cases}$$

WTP의 누적분포함수를  $G_C(\cdot; \theta)$ 라 하고 이를 로지스틱(logistic) 함수로 가정하여 스파이크 모형을 구성하면 평균값 WTP를 추정할 수 있다. 스파이크 모형에 있어서,  $\theta = (a, b)$ 일 때 WTP의 누적분포함수는 식 (8)과 같이 정의된다.

$$G_C(A; \theta) = \begin{cases} [1 + \exp(a - bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1 + \exp(a)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \quad (8)$$

이 모형에 대한 로그우도함수(log-likelihood function)는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln L = & \sum_{i=1}^N (I_i^{YY} \ln[1 - G_C(A_i^u)] + I_i^{YN} \ln[G_C(A^u) - G_C(A_i^h)] \\ & + I_i^{NY} [G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NN} \ln[G_C(0; \theta)] \} \\ & + I_i^Y \ln[1 - G_C(A_i^u)] + I_i^{NY} \ln[G_C(A^u) - G_C(A_i^h)] \\ & + I_i^{NNY} [G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NNN} \ln[G_C(0; \theta)] \} \end{aligned} \quad (9)$$

이 때 스파이크는  $1/\ln[1 + \exp(a)]$ 로 정의되며 표본에서 영의 WTP를 갖는 응답자의 비중을 의미한다. 한편 평균값 WTP는 다음과 같이 추정된다.

$$\overline{WTP} = (1/b) \ln[1 + \exp(a)] \quad (10)$$

또한 각 응답자들의 사회·경제적 특성들이 그들의 WTP 질문에 대한 응답에 어떤 영향을 주는지를 파악하기 위해서는 공변량(covariate)을 포함한 모형을 분석할 필요가 있다. 일반적으로 CVM연구에서는 WTP 모형 내에서 공변량을 포함하여 추정함으로써 모형의 이론적 타당성과 내적 일관성을 검증하는 것이 일반적이라고 할 수 있다. 공변량을 포함할 경우, 위 식들의  $a$ 는 단순히  $a + x_i' \beta$ 로 대체된다. 여기서  $x_i$ 는 응답자들의 사회·경제적 특성을 반영하는 공변량 벡터이고,  $\beta$ 는 추정해야 할 모수(parameter)로 이루어진 벡터이다.

#### IV. 분석결과

##### 1. 응답의 분포

WTP 질문에 대한 응답 분포는 가로림만이 위치한 서산 및 태안 지역, 7대 대도시로 구분하여 각각 <표 1> 및 <표 2>에 제시되어 있다. 스파이크 모형을 운용할 수 있도록 응답유형을 “예-예”, “예-아니오”, “아니오-예”, “아니오-아니오”, “예”,

“아니요-예”, “아니오-아니오-예”, “아니오-아니오-아니오”의 8개로 구분하였다.

〈표 1〉 7대 대도시의 WTP 응답의 분포

제시금액	표본 크기	응답유형별 응답자수							
		하한금액이 먼저 제시된 경우				상한금액이 먼저 제시된 경우			
		“예-예”	“예-아니오”	“아니오-예”	“아니오-아니오”	“예”	“아니오-예”	“아니오-아니오-예”	“아니오-아니오-아니오”
1,000원/5,000원	50	5	15	1	5	6	12	1	5
3,000원/7,000원	54	9	13	4	5	6	4	2	11
5,000원/9,000원	55	13	11	2	4	12	6	1	6
7,000원/11,000원	38	2	3	3	11	0	0	0	19
9,000원/13,000원	62	2	6	6	16	3	9	7	13
10,000원/15,000원	53	2	2	6	17	3	1	6	16
13,000원/17,000원	47	7	3	6	10	2	0	6	13
15,000원/19,000원	50	4	4	10	8	10	1	5	8
17,000원/21,000원	50	3	6	13	3	5	1	10	9
19,000원/23,000원	50	2	1	3	19	2	0	4	19
계	509	49	64	54	98	49	34	42	119

〈표 2〉 서산 및 태안 지역의 WTP 응답의 분포

제시금액	표본 크기	응답유형별 응답자수							
		하한금액이 먼저 제시된 경우				상한금액이 먼저 제시된 경우			
		“예-예”	“예-아니오”	“아니오-예”	“아니오-아니오”	“예”	“아니오-예”	“아니오-아니오-예”	“아니오-아니오-아니오”
1,000원/5,000원	43	6	4	9	2	3	4	1	14
3,000원/7,000원	45	3	2	4	13	5	6	1	11
5,000원/9,000원	45	1	3	5	14	8	1	2	11
7,000원/11,000원	43	2	2	7	10	2	1	4	15
9,000원/13,000원	37	2	1	3	13	3	2	4	9
10,000원/15,000원	37	2	1	2	13	0	1	2	15
13,000원/17,000원	40	2	3	6	8	0	1	5	15
15,000원/19,000원	36	4	0	4	10	2	1	3	12
17,000원/21,000원	36	3	2	4	10	2	0	4	11
19,000원/23,000원	38	0	1	4	14	2	1	2	14
계	400	26	19	48	107	27	18	28	127

2. WTP 모형 추정 결과

(1) 공변량을 포함하지 않은 경우

식 (9)의 모수를 추정한 결과는 <표 3>에 요약되어 있다. 최우추정법의 적용을 용이하게 하기 위해 제시금액은 1,000원 단위로 사용하였다. Wald 통계량으로 볼 때, 추정방정식에 있는 모든 추정 계수들의 값이 0이라는 귀무가설은 유의수준 1%에서 통계적으로 기각되었다. 또한  $b$ 의 추정계수가 음수인 것은 제시금액에 대한 추정계수가 음수임을 의미하므로, 제시금액이 높아질수록 “예”라고 응답할 확률이 낮아짐을 시사한다. 이것은 설문조사가 제대로 수행되었음을 의미한다.

한편 스파이크는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하며 서산 및 태안 지역에서는 0.6063, 7대 대도시 지역에서는 0.4300로 추정되었다. 응답자가 실제로 영의 WTP를 밝힌 비중은 각각 60.6% 및 43.0%로 스파이크의 값은 영의 WTP를 밝힌 표본 비율과 대략 유사함을 알 수 있다. 따라서 스파이크도 적절하게 추정되었다.

<표 3> 가로림만의 환경가치에 대한 추정결과

변수	추정결과	
	서산 및 태안 지역	7대 대도시
상수항	-0.4318 (-4.26) <sup>#</sup>	0.2818 (3.20) <sup>#</sup>
제시금액	-0.1100 (-11.09) <sup>#</sup>	-0.1232 (-15.72) <sup>#</sup>
스파이크 (spike)	0.6063 (25.05) <sup>#</sup>	0.4300 (19.90) <sup>#</sup>
관측 가구수	400	509
로그우도 (Log-likelihood)	-352.07	-675.15
Wald 통계량:	627.23	256.00
(p-value)	(0.000)	(0.000)

주) 제시금액은 편의상 1,000원 단위의 값을 이용하였다. Wald 통계량은 추정되어야 할 모수의 값이 모두 '0'이라는 가설 하에서 계산된 것이다. 추정치 아래의 괄호 안에 있는 숫자는  $t$ -값이다. #는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 나타낸다.

(2) 공변량을 포함한 경우

본 연구에서는 응답자 또는 가구의 특성들이 가로림만에 대한 지불의 확률에 어

떠한 영향을 주는지 분석하기 위하여 공변량이 포함된 모형을 추정하였다. 공변량을 포함한 WTP의 추정에 있어서 본 연구에서 사용한 변수와 그에 대한 정의 및 기초 통계량은 <표 4>에 제시되어 있다. <표 4>에 따르면 서산 및 태안 지역의 응답자들이 7대 대도시의 응답자들에 비해 연령과 가로림만에 대한 인지도, 가로림 조력발전소에 대한 인지도는 높은 반면에 교육수준, 월평균 가구소득은 낮은 것으로 나타났다.

<표 4> 변수의 정의 및 표본통계

변수	정의	서산 및 태안 지역		7대 대도시	
		평균	표준편차	평균	표준편차
EDUCATION	응답자의 교육수준 (단위: 교육년수)	12.69	2.58	15.30	12.65
INCOME	세전 월평균 가구소득 (단위: 만원)	294.95	162.01	353.86	152.06
AGE	응답자의 연령 (단위: 세)	41.38	11.39	40.14	10.93
KNOW	응답자의 가로림만 인지 여부 (단위: 1=전혀 모른다, 2=잘 모른다, 3=조금 알고 있다, 4=아주 잘 알고 있다.)	2.33	0.98	1.31	0.61
POWER	가로림 조력발전소 건설 인지여부 (단위: 0=모르고 있다, 1=알고 있다)	0.47	0.50	0.04	0.19

공변량을 포함한 모형의 추정결과는 <표 5>에 제시되어 있다. 추정결과에 따르면 교육수준, 월평균 가구소득, 연령, 가로림만 인지여부, 가로림 조력발전소 건설 인지여부 변수 중 서산 및 태안 지역 응답자의 경우 연령과 가로림 조력발전소 건설 인지여부 변수의 추정계수만이 유의수준 5% 이내에서 유의하였으며 7대 대도시의 경우 교육수준 변수의 추정계수만이 유의수준 5% 이내에서 유의하였다. 이는 서산 및 태안 지역의 경우 응답자의 연령이 낮을수록, 가로림 조력발전소 건설에 대한 인지도가 높을수록 주어진 금액에 대한 지불의사가 높으며, 7대 대도시의 경우 응답자의 교육수준이 높을수록 주어진 금액에 대한 지불의사가 높음을 보여준다. 이러한 결과는 대도시의 경우 소득수준이 높아지면서 소득과 환경에 대한 지불의사간에 통계적으로 유의한 관계가 없어진 반면 교육수준은 환경에 대한 지불의사간의 연관관계가 존재함을 보여준다.

〈표 5〉 가로림만의 환경가치에 대한 스파이크 모형의 추정결과 (공변량 포함)

변 수	추정결과	
	서산 및 태안 지역	7대 대도시
상수항	1. 3087 (1. 34)	0. 8132 (1. 15)
EDUCATION	-0. 0595 (-1. 31)	0. 0141 (2. 20) #
INCOME	-0. 0003 (-0. 04)	-0. 0007 (-1. 26)
AGE	-0. 0184 (-1. 79) ##	-0. 0029 (-0. 39)
KNOW	0. 2024 (1. 47)	-0. 0095 (-0. 69)
POWER	0. 6911 (2. 62) #	-0. 2769 (0. 59)
제시금액	-0. 1147 (-11. 20) #	-0. 1246 (-15. 72) #
관측 가구수	400	509
로그우도 (Log-likelihood)	-341. 02	-671. 85
Wald 통계량:	182. 89	257. 28
(p-value)	(0. 000)	(0. 000)

주) 제시금액은 편의상 1,000원 단위의 값을 이용하였다. Wald 통계량은 추정되어야 할 모수의 값이 모두 '0'이라는 가설 하에서 계산된 것이다. 추정치 아래의 괄호 안에 있는 숫자는 t-값이다. #, ##는 각각 유의수준 1%, 5%에서 통계적으로 유의함을 나타낸다.

(3) WTP 추정결과

공변량을 포함하지 않은 스파이크 모형의 추정결과와 식 (10)을 이용하여 구한 평균값 WTP의 추정결과는 〈표 6〉에 제시되어 있다. 서산 및 태안 지역에서의 평균값 WTP는 가구당 연간 4,531원으로 나타났으며 7대 대도시의 경우 가구당 연간 6,850원으로 가로림만이 인접한 서산 및 태안 지역 응답자들의 값보다 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 두 지역의 응답가구간의 월평균소득차가 약 60만원에 달하기 때문에 발생하는 두 지역의 지불능력에 기인하는 것으로 판단된다.

아울러 CVM 질문에 대한 응답과정에서의 불확실성과 WTP 모형 추정과정 및 평균값 WTP 계산과정에서의 불확실성을 명시적으로 반영하기 위해 신뢰구간을 제시하고자 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 모

수적 부트스트랩(parametric bootstrap) 기법인 몬테칼로 시뮬레이션 기법을 적용하였다. 몬테칼로 시뮬레이션 기법의 적용 절차는 다음과 같다. 우선  $(a,b)$ 의 추정치와 이에 대한 분산-공분산 행렬을 이용하여  $(a,b)$ 의 다변량 정규분포로부터  $(a,b)$ 의 값을 발생시켜 평균 WTP를 계산하며 이 과정을  $R$ 회 반복한다. 이렇게 발생된  $R$ 개의 평균 WTP 값을 크기순으로 나열한 다음 양끝에서 각각 2.5%를 버리면 95% 신뢰구간을 얻을 수 있으며, 양끝에서 각각 0.5%를 버리면 99% 신뢰구간을 얻을 수 있다.

본 연구에서는 무작위 반복표본추출의 회수를 5,000회로 하였다. 95% 신뢰구간 및 99% 신뢰구간의 계산결과는 <표 6>의 하단부에 제시되어 있다. 당연한 얘기이겠지만, 99% 신뢰구간의 폭보다 95% 신뢰구간의 폭이 더 좁음을 알 수 있다.

<표 6> 가로림만에 대해 스파이크 모형을 적용한 평균값 WTP 추정결과

구 분	추정결과	
	서산 및 태안 지역	7대 대도시
평균 WTP(원/가구/년)	4,531	6,850
- t-값	9.42 <sup>#</sup>	14.54 <sup>#</sup>
- 95% 신뢰구간	3,824.7 - 5,618.7	6,134.2 - 7,682.0
- 99% 신뢰구간	3,695.5 - 5,438.6	6,006.4 - 7,875.4

주) 평균 WTP의 표준오차는 델타법(delta method)를 이용하여 계산되었다. 평균 WTP의 신뢰구간은 Krinsky and Robb(1986)에 제시된 몬테칼로 모의실험 기법을 이용하여 계산하되 재표본추출의 횟수는 5,000회로 하였다. #는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 나타낸다.

3. 환경가치의 확장

(1) 확장의 적절성 검토

가로림만의 환경가치 측정 연구를 수행하는 중요한 목적 중에 하나는 표본정보를 이용하여 모집단 전체의 편익을 추정하는 것이며, 본 연구의 목적도 이와 같다. 즉 서산 및 태안 지역의 400가구, 7대 대도시의 509가구라는 표본에 대해 도출된 정보를 활용하여 조사대상 지역 모집단 전체로 또는 우리나라 전체로 확장하는 작업이 마지막 단계로 요구된다. 일단 WTP의 평균값을 구하고 나면 다음 단계로 총 가치를 구할 필요가 있다. 즉 표본의 값을 모집단 전체로 확장하는 것이다. 이때 중요한 것은 표본의 대표성 및 응답률이다.

첫째, 과연 표본이 모집단을 제대로 반영하고 있는지 여부를 따져봐야 한다. 앞서 언급하였듯이, 본 연구에서는 상당한 예산이 소요됨에도 불구하고 국내 유수의 전문조사기관에 의뢰하여 과학적인 표본추출 및 조사를 하고자 하였다. 아울러 설문대상자도 가구 내에서 책임있는 의사결정을 할 수 있는 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 주부만으로 한정하였다. 표본도 가로림만이 위치한 서산 및 태안 지역과 7대 대도시 지역으로 구분하여 조사를 수행하였다. 따라서 조사대상 지역 전체 가구의 의견을 잘 반영하고 있으며, 가상시장을 이용했다 하더라도 책임있는 정보를 도출했다고 볼 수 있다. 따라서 표본의 정보를 모집단으로 확장하는 데 별 무리가 없어 보인다.

둘째, 본 연구에서는 전문조사기관에 의뢰하여 모집단을 잘 대표할 수 있는 표본을 추출할 수 있도록 하였다. 아울러 무작위로 추출된 표본에 대해 배포된 설문지를 응답자는 설문조사원의 도움으로 작성하였으며, 선택된 표본에 대해서는 전량 회수를 목표로 하였고 실제 전량 회수되었다. 따라서 무응답률은 극히 낮다. 따라서 이 두 가지 조건은 어느 정도 만족되는 것으로 판단된다.

〈표 7〉 추정된 가로림만 환경가치의 확장

구 분	CVM에 근거한 WTP (원/가구/년)	2005년 인구주택총조사 기준 가구수		연간 가치 (백만원)
서산 및 태안 지역	4, 531	서산시	50, 538	327. 7
		태안군	21, 782	
		계	72, 320	
7대 대도시	6, 850	서울시	3, 341, 352	51, 098. 2
		부산시	1, 190, 107	
		대구시	817, 620	
		인천시	828, 012	
		광주시	461, 387	
		대전시	480, 466	
		울산시	340, 652	
		계	7, 459, 596	

(2) 조사대상 지역으로의 확장

표본의 대표성이 확보되고 무응답의 문제가 없다면, 표본의 대표가구에 대해 추



정된 WTP에다 모집단의 가구수를 곱해주면 표본의 정보를 모집단으로 확장할 수 있다. 여기서 가구수는 2005년도 주택인구총조사 자료를 이용할 수 있다. <표 7>은 표본에 대해 추정된 가로림만의 환경가치를 모집단으로 확장하는 과정 및 결과를 요약하고 있다.

가로림만이 위치한 서산 및 태안 지역에 연간 약 33억원의 환경가치를 창출하고 있으며, 서울시, 부산시, 대구시, 인천시, 광주시, 대전시, 울산시의 7대 대도시 지역에 연간 약 511억원의 환경가치를 가져오고 있다. 두 지역을 합칠 경우 연간 약 544억원에 해당한다.

### (3) 우리나라 전체로의 확장

표본에 대한 정보를 조사대상 지역으로 확장한 것만으로는 우리나라 전체에 대한 값을 도출할 수 없다. 따라서 조사대상 지역을 제외한 나머지 지역으로 편익이전 (benefit transfer)을 해야 하는데, 이때 널리 사용되는 방법은 소득에 대해 조정을 해 주는 것이다. 하지만 현재 정부에서는 행정구역별 가구당 소득자료를 공개하지 않으므로 소득자료를 이용하는 것은 그리 현실적인 대안이 아니다. 또한 가구당 지역내총생산의 이용도 고려해 볼 수 있지만, 우리나라의 지역내총생산은 행정구역별 소득수준을 제대로 반영하지 못하는 것으로 알려져 있다. 이때 한 가지 대안은 민간최종소비지출 자료를 이용하는 것이다. 해양수산부(2004)에서도 민간최종소비지출을 이용하는 것이 가장 현실적이고 합리적임을 지적한 바 있다.

본 연구의 표본에서 얻은 WTP의 평균값 정보를 이용하여 우리나라 전체 모집단으로의 확장은 다음의 4단계를 거쳐 계산된다. 첫째, 조사대상 지역의 경우, 전체 가구수 정보를 이용하여 표본에 대해 추정된 평균값 WTP를 조사대상 지역 전체의 모집단으로 확장한다. 둘째, 2005년 기준 각 광역 지방자치단체별 가구당 민간최종 소비지출자료를 이용하여, 조사대상 지역에 대해 추정된 WTP의 평균값을 조사대상 지역 외 나머지 광역지방자치단체로 이전한다. 이때 기준이 되는 WTP는 가로림만 인근지역이 아닌 7대 대도시 지역에서 추정된 값으로 한다. 셋째, 2005년 기준 조사대상 지역 외 나머지 광역지방자치단체의 가구수 정보를 이용하여 조사대상 지역 외 지역 전체의 모집단으로 확장한다. 넷째, 첫째의 결과 및 셋째의 결과를 합하면 우리나라 전체에 대해 가로림만의 경제적 환경가치를 추정할 수 있다.

2005년 기준 가구당 민간최종소비지출은 7대 대도시의 경우 2,915만원이며, 나

머지 광역지방자치단체의 경우 2,480만원이다. 따라서 7대 대도시에 대한 추정된 가구당 WTP에다 0.8510(=2,480/2,915)를 곱하면 다른 지역에 대해 조정한 가구당 WTP 값이 도출된다. 이 값에도 나머지 광역지방자치단체의 가구수를 곱하면 나머지 광역지방자치단체에 있어서의 가로림만의 경제적 환경가치가 계산된다. 가로림만의 경제적 환경가치에 대한 분석결과는 <표 8>에 제시되어 있다. 전국적으로 연간 약 1,007.2억원의 환경가치를 가지는 것으로 분석되었다.

<표 8> 가로림만의 전국적 환경가치

대상지역	가구당 WTP (원/년)	가구수	연간 경제적 환경가치 (백만원)
서산시, 태안군	4,531	72,320	327.7
7대 대도시	6,850	7,459,596	51,098.2
나머지 지역	5829	8,456,358	49,292.4
전국 합계	-	15,988,274	100,718.3

4. 가로림 조력발전소의 경제성 평가

(1) 기존의 경제성 분석 결과

2005년 한국서부발전(주)와 한국해양연구원은 한국전력공사의 ‘가로림 조력개발 타당성 조사(1993)’를 바탕으로 가로림 조력발전소 건설의 경제성을 재검토하였다. 동 보고서는 분석기간을 완공 후 55년, 기준할인율을 7%로 가정하여 경제성 분석을 하였다. 비용은 5년간의 공사비와 완공 후 운영비의 합으로 산정하였으며, 편익은 조력발전소 건설에 따른 발전편익과 관광편익, 내수면 개발에 따른 수산물증산 효과, 가로림만의 양 끝을 이음으로써 발생하는 교량건설편익의 합으로 산정하였다. 발전편익은 화석연료사용 대신 조력을 사용함으로써 발생하는 이산화탄소 절감 편익과 에너지 절감편익으로 계산되었다.

이렇게 비용과 편익을 이용하여 계산된 최종 비용 대비 편익의 비율(B/C) 및 내부수익율(IRR)과 순현재가치(NPV)는 다음 <표 9>와 같다. 즉, 가로림 조력발전소의 비용 대비 편익은 1.88배에 이르며 발전편익만을 고려하더라도 비용 대비 편익은 1.02배로, 이 연구결과에 따르면 가로림 조력발전소의 경제성은 충분하다고 볼 수 있다.

〈표 9〉 가로림 조력발전소의 경제성 분석결과

고려편익	편익/비용	내부수익률(%)	순현재가치(백만원)
발전편익만 고려시	1.02	7.13	15,402
교량건설편익과 관광 및 내수면개발 편익 고려시	1.88	14.43	870,611

## (2) 가로림 조력발전소 건설의 경제성 재평가

가로림 조력발전소를 건설하게 되면 건설비용 및 운영비용과 같은 사적비용뿐만 아니라 조력발전소 건설에 따른 환경비용과 같은 외부 비용도 발생하게 된다. 따라서 조력발전소와 관련된 경제성 평가 혹은 비용-편익 분석은 사적 비용뿐만 아니라 환경비용과 같은 외부 비용도 포함해야 한다. 이에 본 연구에서도 2005년에 480MW급 가로림 조력발전소를 대상으로 한 경제성 평가결과에 본 연구에서 산정한 가로림만의 환경가치 즉, 가로림 조력발전소 건설에 따른 환경비용을 반영하여 경제성을 재검토 하였다.<sup>2)</sup>

이를 위하여 본 연구는 분석기간은 완공 후 55년, 사회적 할인율은 2008년 5월 현재 한국개발연구원의 예비타당성 조사 기준인 5.5%를 가정하여 경제성 재검토를 시행하였으며 그 결과는 〈표 10〉에 요약되어 있다. 분석결과에 따르면 환경비용을 포함하지 않을 경우, 비용 대비 편익이 2.23배에 달하나 환경비용을 포함하면 비용 대비 편익이 0.821배에 불과하여 가로림 조력발전소 건설은 경제성이 없는 것으로 나타났다.

〈표 10〉 가로림 조력발전소의 경제성 분석결과

구분	편익/비용	내부수익률(%)	순현재가치(백만원)
환경비용 미포함시	2.23	14.43	1,315,902
환경비용 포함시	0.82	2.19	-538.276

2) 실제로 현재 추진 중인 가로림 조력발전소는 520MW급이지만 이와 관련된 경제성 분석 자료가 없기 때문에 부득이 2005년에 발간된 480MW급 시설용량을 가정한 경제성 분석결과를 이용하였다.

## V. 결 론

가로림 조력발전소는 조력발전소 건설의 최적지이지만 해양환경의 피해를 유발하기 때문에 이해당사자간의 갈등이 첨예한 상황이다. 가로림 조력발전소와 같은 개발과 보존을 둘러싼 지역적·사회적 갈등이 국가 전체적인 관점에서 소모적인 논쟁이 되지 않도록, 과학적이고 체계적인 가로림만의 환경가치평가를 통해 이러한 논쟁을 조속히 결말지어야 한다. 이를 위해서는, 엄밀한 경제이론에 근거하여 가로림만의 환경가치를 정량적으로 규명하고 과학적으로 추정할 필요가 있다. 이러한 배경 하에서 본 연구에서는 CVM을 이용하여 가로림만의 환경가치를 추정하고자 하였다.

본 연구는 학술적 측면에서 보다 효율적이고 정확한 연구결과를 도출하기 위해 최근에 제안된 1.5 경계모형을 활용하였고 영의 WTP를 보다 엄밀하게 처리하기 위해 스파이크 모형을 결합하였다. 1.5 경계모형과 스파이크모형을 결합한 CVM을 이용하여 분석한 결과 가로림만의 보존을 위한 연간 가구당 평균 WTP가 서산 및 태안 지역의 경우에는 4,531원, 전국 7대 대도시는 6,850원으로 나타났다. 이를 전국적으로 환산한 가로림만의 경제적 환경가치는 연간 1007.2억원에 이르는 것으로 나타났다.

가로림만의 환경가치 평가 결과는 조력발전소 건설 외에 향후 가로림만 관련 정책과 가로림만과 유사한 해양개발 또는 보존정책과 관련하여 다양한 용도로 활용이 가능하다. 첫째, 가로림만 환경자산의 질이나 양이 훼손될 때 얼마만큼의 사회적 피해가 발생하는지를 평가하는 데 유용하게 활용될 수 있다. 예를 들어, 유류 유출과 같은 해양 사고시 발생하는 가로림만 환경자산의 피해를 측정하는 데 이용될 수 있다. 유류유출 사고로 인해 수산물 어획량이 감소하는 경우, 수산물의 시장가격으로 수산물 피해액을 쉽게 추산할 수 있는 반면에, 아름다운 해양경관 등과 같은 가로림만 환경자산의 피해에 대해서는 그 크기의 산정이 쉽지 않다. 이때 가로림만 환경자산의 사회적 가치의 크기가 규명되어 있다면 이를 가로림만 환경자산의 피해액을 산정하는 데 유용하게 활용할 수 있다. 특히 보상과 관련된 소송이 발생했을 때 국가가 배상을 받아야 할 금액을 산정하는 기초로서 광범위하게 참고가 가능하다. 실제로 1989년 알래스카 해역에서 발생한 엑손 발데스(Exxon Baldez) 유류유출 사고로 인해 해당 업체가 국가에 배상해야 할 액수에 대한 법정 공방 시 CVM의

로 측정된 환경자산의 사회적 가치가 근거자료로서 활용된 바 있다.

둘째, 가로림만 환경자산의 사회적 가치는 가로림만 환경 보존정책의 평가시 활용될 수 있다. 가로림만 환경 보존정책으로 인해 가로림만 일대가 깨끗해지는 등 가로림만 환경의 질이 개선되는 것은 분명히 좋은 일이다. 하지만 단지 ‘좋다’는 것 만으로는 충분하지 못하다. 왜냐하면 가로림만 환경의 질을 개선시키는 데에는 노동이나 자본과 같은 자원이 막대하게 필요하기 때문이다. 우리 인류에게 주어진 자원이 무한히 많이 있다면 ‘좋은’ 일은 뭐든지 다 하는 것이 바람직할 것이다. 그러나 현실은 그렇지 못하다. 자원을 써야 할 곳은 많지만 쓸 수 있는 자원은 한정되어 있다. 따라서 가로림만 환경을 깨끗이 한다고 할 때 과연 돈을 들여서 그렇게 할 만한 가치가 충분히 있는지를 꼼꼼히 따져볼 필요가 있다. 그러자면 가로림만 환경자산의 개선이나 보존이 얼마나 값어치가 있는지를 알아내야 한다.

아울러 가로림만 환경 보존사업에 대한 투자를 얼마나 해야 할지에 대해서도 중요한 지침을 제공한다. 보존사업에 투자되는 금액보다 보존사업으로 인해 보존될 가로림만 환경자산의 사회적 가치가 더 커야지만 보존사업이 정당화될 수 있기 때문이다. 따라서 가로림만 환경자산의 사회적 가치를 넘지 않는 범위까지 가로림만 환경 보존정책을 위한 투자는 정당화된다.

셋째, 가로림만 환경 보존정책의 방향을 도출하는 데에도 가로림만 환경자산의 사회적 가치는 유용하게 활용될 수 있다. 정부에서 가로림만 환경 보존정책의 수립 및 집행을 위해 사용할 수 있는 예산은 제한되어 있다. 따라서 투자우선순위를 마련하여 예산이 허용하는 범위 내에서 우선순위가 높은 정책들을 추진해야 할 것이다. 이때 가로림만 환경자산의 사회적 가치는 투자의 우선순위를 결정하는 데 중요한 정보로 이용된다.

넷째, 조력 발전소 건설 논란과 같이 가로림만을 개발할 것이냐 아니면 보존할 것이냐와 관련된 논쟁 발생시 가로림만 환경가치를 바탕으로 논란을 해결할 수 있다. 즉 국민의 의사에 근거하여 개발 대 보존 중에서 선택을 하게 된다. 가로림만 환경자산에 대한 사회적 가치의 측정은 정책적 의사결정 과정에서 가로림만 환경자산을 하나의 중요한 고려대상으로 인식하게 함으로써, 가로림만 환경자산의 양 혹은 질에 영향을 미칠 수 있는 사업의 경제적 가치와 비용에 대한 인식을 제고시킨다. 즉 의사결정 과정에서 가로림만 환경자산에 미치는 영향을 명시적으로 감안함으로써 개별 사업의 실질적 국민후생 기여도 평가를 용이하게 한다.

## ■ 참고 문헌

1. 광승준·유승훈, “동강 자연환경 보존의 경제적 편익 추정: 조건부 가치측정법의 적용을 중심으로,” 『경제학연구』, 제49권, 제2호, 2001, pp. 163-184.
2. 권오상, “가상순위결정법을 이용한 자연생태계의 경제적 가치평가,” 『경제학연구』, 제48권, 제3호, 2000, pp. 177-196.
3. 유승훈, “섬진강 하구의 환경가치 추정,” 『환경정책연구』, 제6권, 제1호, 2007a, pp. 1-25.
4. 유승훈, “1.5경계 양분선택형 모형을 이용한 도시소음 저감의 편익 추정,” 『자원환경경제연구』, 제16권, 제3호, 2007b, pp. 451-483.
5. 이주석·유승훈·광승준, “낙동강 수질개선의 편익추정: 1.5경계 양분선택형 조건부 가치측정법을 이용하여,” 『경제연구』, 제25권 제2호, 2007, pp. 111-129.
6. 조승국·광승준, “충주호의 관광 및 휴양의 경제적 가치: 스파이크(spike) 모형을 이용하여,” 『재정논집』, 제19집 1호, 2004, pp. 145-164.
7. 한국서부발전(주), 『가로림만 조력발전소 건설 환경영향평가』, 2007.
8. 통계청 kosis.nso.go.kr
9. Arrow, K., R. Solow, P.R. Portney, E.E. Leamer, R. Radner and H. Schuman, Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. Washington, DC : National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, 1993.
10. Bishop, R. and T. Herberlin, “Measuring the Values of Extra-Market Goods: Are Indirect Measure Bias?” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 61, 1979, pp. 926-930.
11. Brookshire, D.T. Thayer, W. Schuze and R.C. d’Arge, “Valuing Public Goods: A Comparison of Survey and Hedonic Approaches,” *American Economic Review*, 72, 1982, pp. 165-176.
12. Cameron T.A. and J. Quiggin, “Estimation Using Contingent Valuation Data from a “Dichotomous Choice with Follow-Up” Questionnaire,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 1994, pp. 218-234.
13. Carson, R.T., N.E. Flores and N.F. Meade, “Contingent Valuation: Controversies and Evidence,” *Environmental and Resource Economics*, 19, 2001, pp. 173-210.
14. Cooper, J. and W.M. Hanemann, “Referendum Contingent Valuation: How Many Bounds Are Enough?”, USDA Economic Research Search Service, Food and Consumer Economics Division, Working paper, 1995.
15. Cooper, J.C., Hanemann, M. and G. Signorello, “One and one-half bound dichotomous choice contingent valuation,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 84, 2002, pp. 742-750.
16. Hanemann, W.M., “Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, 1984, pp. 332-341.
17. Hanemann, W.M. and B.J. Kanninen, “The statistical analysis of discrete-response CV data,” in I.J. Bateman and K. E. Willis, ed., *Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU, and Developing*

Countries, Oxford: Oxford University Press, 1999.

18. Krinsky, I. and A.L. Robb, "On Approximating the Statistical Properties of Elasticities," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, 1986, pp.715-719.
19. Kriström, B., "Spike Models in Contingent Valuation," *American Journal of Agricultural Economics*, 79, 1997, pp.1013-1023.
20. Loomis, J., "Comparative Reliability of the Dichotomous Choice and Open-Ended Contingent Valuation Techniques," *Journal of Environmental Economics and Management*, 18, 1990, pp.78-85.
21. McConnell, K. E., "Models for Referendum Data: the Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation," *Journal of Environmental Economics and Management*, 18, 1990, pp.19-34.
22. Mitchell R.C. and R.T. Carson, *Using Surveys to Public Goods : The Contingent Valuation Method*, Washington, D.C., Resources for the Future, 1989.
23. Yoo, S.-H., S.-J. Kwak, and T.-Y. Kim, "Modeling Willingness to Pay Responses from Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys with Zero Observations," *Applied Economics*, 33(4), 2001a, pp.523-529.
24. Yoo, S.-H., T.-Y. Kim, and J.-K. Lee, "Modeling Zero Response Data from Willingness to Pay Surveys: A Semi-parametric Estimation," *Economics Letters*, 71(2), 2001b, pp.191-196.
25. Yoo, S.-H., J.-S. Lee, and S.-J. Kwak, "Using a Choice Experiment to Measure the Environmental Costs of the Air Pollution Impacts in Seoul," *Journal of Environmental Management*, 86(1), 2008, pp.308-318.

## Assessment of Environmental Value of Garorim Gulf

Seung-Hoon Yoo\* · Joo-Suk Lee\*\*

### Abstract

There are conflicts between the supporters and opponents for the plan of constructing the tidal power plant in Garorim Gulf. For solving these conflicts, it is essential to analyze the environmental value of Garorim Gulf. This study attempts to assess the environmental value of Garorim Gulf by using contingent valuation method, especially the one and one half bound dichotomous choice spike model. This model has the benefit of higher efficiency in benefit estimates than the single bound dichotomous choice model and it reduced the potential response bias of double bound dichotomous choice model. According to estimating ways, annual mean willingness to pay per household for conserving Garorim Gulf is 4,531 won for the residents near Garorim Gulf and 6,850 won for the residents in the biggest 7 cities in Korea.

**Key Words:** contingent valuation method, one and one half bound dichotomous choice model, spike model, Garorim gulf

---

\* Associate Professor, Department of International Area Studies, Hoseo University

\*\* Research Professor, Department of Economics, BK21 Research Group, Korea University