

## Article

## 다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치추정법을 이용한 낙동강 하구의 환경가치 추정

유 승 훈\*

호서대학교 사회과학대학 해외개발학과  
(330-713) 충남 천안시 안서동 268

### Using the Contingent Valuation Method Based on Multi-attribute Utility Theory to Measure the Environmental Value of the Nakdong-river Estuary

Seung-Hoon Yoo\*

*Department of International Area Studies, College of Social Science  
Hoseo University, Cheonan, Chungnam 330-713, Korea*

**Abstract :** This paper attempts to measure the environmental value of the Nakdong-river estuary, which is ecologically important but confronted with the threat of development. Especially, in order to elicit the environmental values of its four attributes, contingent valuation method (CVM) based on multi-attribute utility theory is applied and the CVM survey was rigorously designed to comply with the guidelines for best-practiced CVM studies. We surveyed a randomly selected sample of 400 and 350 households in Busan and six large cities (Seoul, Incheon, Daegu, Daejeon, Gwangju, and Ulsan), respectively and asked respondents questions in person-to-person interviews about how they would willing to pay for the estuary conservation and management program. Respondents overall accepted the contingent market and were willing to contribute a significant amount (2,457 won in Busan and 3,560 won in six large cities), on average, per household per year, which implies that there exists a large difference between the two. The aggregate values of the Nakdong-river estuary in Busan and six large cities amount to 2.92 and 22.32 billion won, respectively, per year. In addition, expanding the values to Korea produces 51.34 billion won per year. The quantitative values can be utilized in planning and decision-making about development versus conservation of the estuary.

**Key words :** Nakdong-river estuary, environmental value, willingness to pay, multi-attribute utility theory, contingent valuation method

#### 1. 서 론

하구는 강물과 바닷물이 만나는 곳으로, 강이나 바다와는 구별되는 제3의 공간으로서 특별한 생태계적 특성을 가지며 독립적인 가치를 가지고 있다. 우리나라에는 대표적으로 한강 하구, 낙동강 하구, 영산강 하구, 금강 하구,

섬진강 하구 등 15개의 하구가 있다(이 등 2005). 하구의 효과적 관리, 보존 및 관리를 위한 적정투자의 수준 결정, 개발 대 보전의 대립구도 속에서의 합리적 의사결정 등을 위해 하구의 환경가치에 대한 정량적 정보는 필수적으로 요구된다. 이를 위해서는, 하구의 여러 기능에 대한 환경 가치를 엄밀한 경제이론에 근거하여 정량적으로 규명하고 과학적으로 추정할 필요가 있다(Hanly and Spash 1993). 먼저 하구의 환경가치란 무엇이고 어떻게 추정해야 할지

\*Corresponding author. E-mail : shyoo@hoseo.edu

를 밝혀야 한다. 아울러 하구의 환경가치를 실증적으로 추정해야 한다. 그리고 이러한 자료들을 가지고 하구 관리방안을 마련해야 한다. 이렇게 해야만 하구 관리와 관련하여 불필요한 논쟁을 피하면서 하구 관리에 대한 합리적 결론에 도달할 수 있다.

경상남도는 해안의 굴곡이 심해 크고 작은 규모의 만이 많이 형성되어 있어 소규모의 갯벌만이 산재해 있으나, 바다와 인접해 있는 낙동강 하구에는 비교적 큰 규모의 갯벌이 조성되어 있어 생태적인 중요성이 높은 편이다. 낙동강 하구는 부산과 김해평야 사이에 있는 넓은 지역으로, 천연기념물 제179호로 지정하여 보호 중인 남해안 최대의 철새도래지 을숙도와 수많은 삼각주가 위치해 있다. 크고 작은 사구도 있는데, 이들 사구는 낙동강의 간조 때에 솟아올라 넓은 갯벌을 이루지만 만조시에는 가라앉아 광활한 하구를 이룬다.

낙동강 하구는 천연기념물과 희귀한 새들이 서식하고 138종의 새가 서식하고 있는 등 보존 가치가 높은 곳으로 인정되어, 국가적 차원에서 자연환경보존지역, 생태계보존지역, 습지보호지역, 문화재 보호구역, 연안오염특별관리해역의 5개 지역으로 중복 지정되어 법적인 보호를 받고 있을 만큼 귀중한 환경자산이다(송과 제 2004). 하지만 1987년 낙동강 하구둑이 생긴 이후로 급속한 개발이 진행되어 16 km<sup>2</sup>에 이르는 면적의 갯벌과 습지가 매립되어 사라졌으며 앞으로도 신항만과 경제자유구역 지정에 따른 개발계획에 따라 많은 자연자원이 훼손될 상황에 처해 있다.

이에, 본 연구에서는 여러 하구들 중에서 생태적으로 중요하면서도 개발의 위협에 직면해 있는 낙동강 하구의 경제적 환경가치를 추정하고자 한다. 이를 위해 자연자산의 환경가치를 측정할 수 있는 다양한 방법론 중에서 하구라는 대상에 가장 적합하면서도 국내 현실에 부합하는 과학적 방법론을 선정하고 이 방법론을 적용시 지켜야 할 다양한 지침들을 잘 준수하면서 연구를 수행하고자 한다. 하구의 경제적 환경가치를 추정할 수 있는 여러 방법론 중에서 Gregory *et al.*(1993)가 처음으로 제안하고 Kwak *et al.*(2001)이 국내에 처음으로 적용한 다속성 효용이론(MAUT, multi-attribute utility theory)에 근거한 조건부 가치추정법(CVM, contingent valuation method)을 이용한다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 먼저 제2절에서는 하구의 경제적 환경가치에 대한 개념을 정립하면서 본 연구에서 다루는 연구방법론을 제시한다. 제3절에서는 주요 연구절차 및 지불의사액(WTP, willingness to pay) 모형에 대해 설명한다. 제4절에서는 주요 분석결과에 대해 논의하며 한강하구에 대한 연구결과와의 비교를 시도하고 추정결과를 모집단으로 확장한다. 마지막 장

은 연구결과를 요약하면서 결론을 제시하고 연구결과와 정책적 시사점과 평가결과의 활용방안에 대해 논의한다.

## 2. 연구방법론

### 하구의 경제적 환경가치

Freeman(1993)의 아이디어를 이용한다면 하구관리 정책의 시행으로 인해 하구의 경제적 환경가치가 발생하는 과정은 3단계로 이루어진다. 1단계는 주로 자연과학의 영역에 해당되는 것으로, 하구의 보존 및 관리로 인해 하구의 다양한 기능이 제공된다. 2단계에서 이러한 하구의 기능이 인간에 미치는 영향과 관련된 부분으로 통상 경제학자가 설문조사를 통해 정보를 수집하게 된다. 따라서 2단계까지는 자연과학자와 경제학자의 유기적 협동 연구가 필요하다. 3단계에서는 경제학적인 가치평가 모형이 요구된다. 하구의 보존 및 관리가 미치는 영향과 그에 대한 평가는 인간의 반응에 의존하기 때문에 인간의 의향 또는 행동을 반영할 수 있는 경제학적 모형의 개발이 요구되는 것이다. 따라서 하구의 보존 및 관리가 인간의 활동과 후생에 미치는 영향을 제대로 이해해야 이러한 분석이 제대로 수행될 수 있을 것이다.

이 등(2001) 및 광 등(2006)과 같은 여러 문헌을 종합적으로 검토한 결과, 낙동강 하구의 대표적 기능을 수산자원산란 및 서식지 기능, 조류 및 야생동물 서식지 기능, 수질정화 기능, 여가 및 심미적 기능의 4가지로 상정할 수 있다. 수산자원 산란 및 서식지 기능은 낙동강 하구가 다양한 어류의 산란장소와 은신처를 제공하고 있으며, 상업적으로 가치가 있는 어류를 포함하여 많은 해양생물들의 성장을 위한 서식지를 제공하고 있는 것과 관련되어 있다. 조류 및 야생동물 서식지 기능은 낙동강 하구가 철새에게 여행하는 동안 쉬고 먹이를 얻을 수 있는 장소를 제공하는 등 철새의 대규모 서식지 역할을 하며, 야생동물들의 서식처가 되고 있음을 의미한다. 특히 낙동강 하구의 을숙도는 남해안 최대의 철새도래지이다. 수질정화 기능은 바다로 흘러나가는 낙동강 강물은 하구에 서식하는 습지식물과 갯벌을 지나면서 오염물질이 정화되기 때문에 하구를 흘러나가는 물이 깨끗하게 유지됨을 의미한다. 여가 및 심미적 기능은 낙동강 하구가 지역주민과 방문휴양객들에게 멋진 경관을 제공함으로써 심미적 즐거움을 제공하는 것과 관련되어 있다. 낙동강 하구는 본 연구에서는 이 4가지 기능에 대한 가치추정을 시도한다.

### 연구방법론의 선정

환경재의 질 변화 혹은 추가적 공급에 대한 개개인의 후생변화를 화폐단위로 추정하기 위해서는 환경재의 직접적인 거래를 관찰하는 것이 불가능하므로, 시장재를 이용

하여 간접적으로 편익을 추정하거나 가상적인 시장을 만들어야 한다(Bateman and Willis 1999). 사람들의 행동으로 나타난 선호를 바탕으로, 즉 현시된 선호(revealed preference)에 기반하여 비시장재화의 가치를 추정하는 전자의 방법을 현시선호 평가법이라 할 수 있다. 하구의 경제적 환경가치를 추정하는 데 적용될 수 있는 방법으로는 여행비용 평가법과 헤도닉 가격기법이 있다.

반면에 현시된 선호를 관측하기 어려울 때나 그 선호가 정확하다고 보기 어려울 때, 가상적인 시장에 사람들을 몰입시키고 그 상황에서 가상적인 거래를 어떻게 할지를 질문하고 이에 대해 대답한 선호, 즉 진술된 선호(stated preference)를 이용하여 환경가치를 추정하는 방법을 진술선호 평가법이라 한다. 이 방법으로는 CVM과 컨조인트 분석법이 대표적이다. CVM은 편익을 직접적으로 추정하기 때문에 직접적 접근법이라 할 수 있으며, 컨조인트 분석법은 간접적으로 편익을 유도한다는 측면에서 간접적 접근법이라 할 수 있다.

낙동강 하구의 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. 잘못하면 오히려 가치를 추정하지 않는 편이 더 나올 수도 있게 된다. 이와 관련하여 본 연구에서는 두 가지 기준에 따라 연구방법론을 선정하고자 한다.

첫째, 현재까지 개발되고 응용되어 온 연구방법론 중에서 가장 널리 사용되면서 가장 공감대를 얻고 있는 방법론을 선정하고자 한다. 이와 관련하여 본 연구에서는 진술선호 평가법을 이용하고자 한다. 왜냐하면 현시선호 평가법을 낙동강 하구에 적용하는 것은 용이하지 않으며 과소추정 또는 과대추정의 문제가 있기 때문이다. 둘째, 하구에 대해 선행 연구에서 적용된 방법론과 일관성을 유지하고자 한다. 하구에 대한 경제적 환경가치 추정 작업은 질과 양 모두에서 매우 부족하며, 유일한 연구사례인 곽 등(2006)의 연구에서 한강하구의 경제적 환경가치를 추정하였는데 진술선호 접근법의 한 가지인 컨조인트 분석을 적용하였다.

아울러 본 연구에서는 진술선호 평가법 중에서 CVM을 이용한다. 이것은 본 연구에서 평가해야 할 하구의 속성단위를 정의하기가 그리 간단하지 않아 컨조인트 분석을 적용하기에 애로가 있기 때문이다. 아울러 컨조인트 분석은 CVM에 비해 응답자의 인식상 부담이 더 큰 편이라는 점도 조건부 CVM을 선택하게 만들었다. 아울러 컨조인

트 분석법보다는 조건부 CVM이 보다 광범위하게 활용되고 있으며, 타당성 및 신뢰성이 확인되었다(Bjornstad and Kahn 1996).

CVM은 환경재와 같은 비시장재에 대한 공공의 지불의사액을 결정하기 위해 지금까지 개발된 여러 방법들 중에서 가장 널리 사용되고 있는 방법으로서 그 어느 방법 이상으로 정확하여 이의 사용이 널리 확산되고 있다. 특히 정교하게 만들어진 설문조사를 통해 하구의 보존 및 관리에 대한 지불의사액(WTP)을 측정하고 이를 통해 하구에 대한 보상수요곡선의 아랫면적을 도출하면서 궁극적으로 하구의 경제적 환경가치를 추정한다.

본 연구에서는 하구가 가지고 있는 다양한 환경속성에 대한 가치추정을 명확하게 반영하기 위해 MAUT에 근거한 CVM(MAUT/CVM)을 적용한다.<sup>1)</sup> MAUT/CVM은 Gregory *et al.*(1993)에 의해 제안되었으며, Russell *et al.*(2001)에 의해 산림생태계에 적용되었고, Kwak *et al.*(2002)에 의해 서울시 대기질 속성 평가에 적용된 바 있다. MAUT/CVM은 CVM이 가지고 있는 장점과 MAUT가 가지고 있는 장점을 결합하고 있다. 반면에 MAUT의 한계점과 CVM의 한계점도 동시에 가질 수 있으므로 세심한 연구의 설계 및 수행이 요구된다.

### 3. 주요 연구절차 및 WTP 모형

#### 설문지의 작성

CVM에 의한 설문조사는 크게 조사기획단계 및 실사단계로 구분되고, 조사기획단계는 자료 수집, 설문지 작성, 여러 차례의 수정을 거치게 된다(Yoo and Chae 2001). 다음으로 1차 확정된 설문지를 토대로 비교적 적은 수의 표본을 선택하여 사전조사(pretest)를 실시한 후 수정을 거쳐 설문지의 내용을 최종 확정하게 된다. 실사단계는 확정된 설문지를 바탕으로 설문을 실시하는 과정으로 설문을 하기 위해 필요한 여러 단계가 포함된다. 예컨대, 설문조사원 교육, 설문 실시, 설문지 작성, 자료 입력, 확인 및 수정 단계를 거쳐 필요한 정보를 도출하는 분석단계로 넘어간다.

본 연구에서는 30명을 대상으로 하여 사전조사를 시행하여 설문지를 수정 및 보완했으며, 전문조사기관의 전문가와 상의하면서 조사의 매 단계를 진행하였다. 본격적인 설문조사를 하기 위한 첫 단계로서 조건부 시장(contingent market)을 설정하기에 앞서, 낙동강 하구의 일반적인 내용에 대해 조사대상자들에게 먼저 설명하였다. 이를 위해 다양한 시각적 보조자료를 제공하였다. 설문조사 응답자들은 시각적 보조자료를 이용하여 낙동강 하구

<sup>1)</sup>MAUT에 대한 자세한 소개를 위해서는 Keeney(1992)를 참고할 수 있다.

에 대해 개략적인 정보를 충분히 이해할 수 있었다.

### 지불수단 및 지불의사 유도방법 지불수단

조건부 시장 설정에 있어서 중요한 역할을 하는 것은 응답자가 밝히고자 하는 지불의사를 쉽게 표현할 수 있도록 지불수단을 제시하는 것이다. 현실성 있는 지불수단이 되도록 시장을 설정하는 것은 응답자가 진정한 가치를 밝힐 수 있도록 유도한다는 점, 가상적 상황을 좀 더 현실화시킨다는 점, 또 의도와 행동간의 관계를 밀접하게 할 수 있다는 점에서 중요하다(Mitchell and Carson 1989).

특정 지불수단을 결정할 때는 우선, 평가하고자 하는 재화와의 관련 정도, 둘째, 응답자의 결정을 단순화할 수 있는 정도, 셋째, 여러 가지 편의를 제거할 수 있는 정도를 기준으로 삼아야 한다. 즉, 평가하려는 대상과 관련하여 현실성이 있으며 사실과 부합하는 수단을 선택해야 한다는 것이다. 본 연구에서는 가구당 총 소득세라는 지불수단을 제시하였다. 아울러 지불기간 및 지불횟수에 대해서는 가구당 향후 5년 동안 1년에 1회 지불한다는 점을 강조하였다.

낙동강 하구의 환경 가치 추정을 위해서는 평가하고자 하는 구체적인 정책방안을 제시해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 훼손의 위험에 처해있는 낙동강 하구의 보존 및 관리 프로그램을 평가대상으로 하였다. 특히 이 등(2005)에 제시된 낙동강 하구의 보존 및 관리방안을 정부의 정책으로 제시하였다.

NOAA 패널 보고서에서 강조한 바대로 정부가 관리해야 할 하구는 낙동강 하구 외에도 더 있다는 점을 설명함으로써 낙동강 하구에 대한 대체재를 제시하고자 하였으며, 응답자가 의도하는 WTP가 여타 소비의 제약을 야기한다는 사실을 명확히 하였다. 그리고 범위효과(scope effect)를 방지하기 위해 현재 오직 낙동강 하구만이 평가대상이라는 점을 분명히 하였다. 아울러 많은 사람들이 하구의 보존 및 관리에 소요되는 비용을 지불하는 데 동의해야 낙동강 하구 관리 방안이 원만하게 시행될 수 있으며 그렇지 않다면 낙동강 하구는 잘 보존되기 어렵다는 점을 강조하였다.

### 지불의사 유도방법

앞서 언급하였듯이, 본 연구에서는 현실시장에서 소비자들의 행동을 결정하는 유형과 국민투표에서 투표하는

유형과 유사한 양분선택형(DC, dichotomous choice) 질문법으로 먼저 지불의사를 유도한 다음에 개방형으로 WTP의 수준을 직접 묻는 방식을 사용했다. DC 질문법은 다음과 같은 점에서 응답자에게 매우 친숙하다. 예컨대, 구매하고자 하는 물건의 시장 가격이 1,000원일 때, 합리적 소비자라면 그 물건의 사용으로부터 얻게될 효용이 1,000원보다 크거나 같으면 물건을 구매할 것이고 그렇지 않다면 구매하지 않을 것이다. 또한 특정법안에 대해 국민투표를 시행시 투표지는 그 법안에 내용이 좋으면 ‘예’라는 응답을 싫으면 ‘아니오’란 응답을 할 것이다.

이렇게 DC 질문은 단 1회에 걸쳐서 미리 설정된 금액을 “공공재 공급의 대가로 지불할 용의가 있는가”라고 물어보면, 응답자가 ‘예/아니오’로 한번만 대답하는 방식이다. DC 질문법은 Hanemann(1984)에 의해 알려진 후 널리 사용되어 왔으며, 특히 Arrow *et al.*(1993)에 의해 그 사용이 강력하게 추천되었다. 특히 본 연구에서는 DC 질문법의 이중경계형(double-bounded) 질문(Hanemann *et al.* 1991)과 직접 질문법을 결합하였다.

먼저 무작위로 추출된 표본의 응답자에게 미리 정해진 특정 금액을 기꺼이 낼 의사가 있는지 없는지를 물어본 후에 “예”라고 밝힌 응답자에게는 초기금액의 2배에 해당하는 금액을 낼 의사가 있는지를 물어보고, 아니오”라고 응답한 사람에게는 초기 제시금액의 1/2에 해당하는 금액을 낼 의사가 있는지를 물어본다. 2회의 연속적인 질문에서 한 번이라도 “예”라고 응답한 사람에게는 마지막으로 얼마를 최대한 지불할 수 있는지에 대해 개방형으로 물어본다. 2회의 연속적인 질문에서 모두 “아니오”라고 밝힌 응답자에게는 조금이라도 낼 의사가 있는지를 물어보고 이 질문에서 “예”라고 밝힌 사람에게는 얼마를 지불할 의사가 있는지에 대해 개방형 질문을 한 번 더 한다. 따라서 조금이라도 지불의사가 있다고 밝힌 응답자들의 WTP는 양수의 값으로 코딩되며, 단 1원도 지불할 의사가 없다고 밝힌 응답자들의 WTP는 영으로 코딩된다.<sup>2)</sup>

요약하면, 본 연구에서는 지불의사 유도방법으로서 응답자가 대답하기 용이하여 응답률이 높고, 출발점 편이나 설문조사원 편이에 의한 영향이 적으며, 비합리적 지불의사가 발생할 가능성이 적으면서 응답자의 전략적 행위를 줄일 수 있는 DC 질문법을 이용하되 MAUT를 적용하기 위한 후속질문으로서 WTP의 수준을 직접적으로 묻는 개방형 질문을 덧붙였다.

<sup>2)</sup>양분선택형 질문법은 지불의사 유도가 유인 일치적이며 저항적 지불의사(protest bids)를 사전에 방지할 수 있다. 또한 현실시장에서 소비자들의 행동을 결정하는 유형과 국민투표에서 투표하는 유형과 유사하다. 본 연구에서 사용한 질문법은 양분선택형 질문법의 장점을 그대로 살리면서 최종적인 개방형 질문법으로 얻은 자료를 보다 효율적으로 이용할 수 있게 해 준다. 이것은 구간자료(interval data)를 다루는 것보다는 점자료(point data)를 다루는 것이 통계학적으로 보다 효율적이기 때문이다.

**제시금액 및 설문방법**

**제시금액**

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 사전조사를 시행한 후, 이들로부터 얻은 결과를 바탕으로 총 10개의 초기 제시금액을 세심하게 결정하였다. 이렇게 결정된 금액을 전체 응답자를 무작위로 구분한 10개 그룹에 각각 할당하였다. 첫 번째 제시금액은 2,000원부터 20,000원까지 2,000원 간격의 총 10개로 하였다.

**설문방법 및 MUAT 질문**

설문방법에는 개별면접설문, 전화설문, 우편설문 등이 있다. 낙동강 하구 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 확인 전화를 하였고 몇 가지 질문을 다시 해서 응답자들의 대답에 일관성이 있는지를 점검하고 응답이 빠진 항목에 대해 다시 질문을 하여 답을 얻었다.

MAUT/CVM에서는 응답한 WTP 값을 분해하는 데 있어서 스윙기법(swing weighting)을 사용한다. 스윙기법은 모든 속성들을 먼저 중요도의 순서대로 나열하게 한 다음에, 가장 중요한 속성의 점수를 100점으로 매기게 하면서 나머지 속성의 점수를 매기게 한다.

**표본설계 및 설문조사**

본 연구에서의 설문조사 대상지역은 낙동강 하구 인근 지역인 부산시와 부산을 제외한 6대 광역시(서울, 인천, 대구, 대전, 광주, 울산)로 하였다. 하구 인근지역(on-site)을 고려한 것은 아무래도 하구에 대해 가장 직접적인 이해관계를 가지면서 가장 높은 관심을 보이는 사람들은 하구 인근지역 주민들이기 때문이다. 아울러 6개 대도시를 고려한 것은 하구에서 떨어진 지역(off-site)에서 하구의 보존 및 관리에 부여하는 가치를 파악하기 위해서이다. 하구 인근 지역만 대상으로 하거나 하구에서 떨어진 지역만 대상으로 해서는 결과의 일반화가 보장될 수 없으므로 이러한 접근방법을 취했다. 각 지역의 전체 가구를 대상으로 무작위표본을 도출하기 위해 각 지역 내의 인구 구성비를 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본수를 할당하였다. 그리고 설문단위는 개인이 아닌 가구로 하였다.

낙동강 하구의 환경가치 평가를 위한 조사는 이들 지역에 대해 2006년 8월 중순부터 9월 말까지 전문조사기관인 (주)동서리서치의 관리·감독 하에 실시되었다. 낙동강 하구와 인접한 부산지역의 400 가구를 대상으로 조사를 함과 동시에, 6개 대도시 350 가구를 대상으로 조사를 하였다. 전문조사기관 전문가의 도움으로 설문지를 가능한 한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 만들고자 하였으며 사람들이 얼마나 이해하는 지를 확인하기 위해 실험가구를 선택하여 설문지의 내용을 검증하였다. 최종 설문지는 조사기관 전문가로부터의 조언과 실험가구의 결과를 반영하였다.

**WTP 추정모형**

**WTP의 유도**

MAUT/CVM 모형으로 개별 환경기능에 대한 WTP를 유도하는 절차적 모형에 대해 이론적으로 살펴보도록 하겠다. 편의상 한 가구에 대해 설정된 모형 내의 각 변수들을 정의하면 다음과 같다.

- $x_i$  : 속성  $i$ 의 수준( $i = 1, 2, 3, 4$ )
- $x_i^m$  : 속성  $i$ 의 최고 선호수준
- $x_i^l$  : 속성  $i$ 의 최저 선호수준
- $w_i$  : 속성  $i$ 에 대해 백분율로 표현된 가중치 ( $0 \leq w_i \leq 100$ )
- $k_i$  : 속성  $i$ 에 대한 비례상수
- $u_i(x_i)$  : 속성  $i$ 에 대한 단일속성 효용함수
- $U \equiv \sum_{i=1}^4 k_i u_i(x_i)$  : 4개 속성에 대한 가법적 선형 효용함수
- $M$  : 설문조사 질문 이전 상태의 응답자소득
- $Y_i$  : 속성  $i$ 의 최저 선호수준에서 최고 선호수준으로의 변화를 달성하기 위한 WTP
- $Y_T$  : 4개 속성 전체에 대한 WTP

편의상, 속성 1과 속성 4를 각각 가장 중요한 속성, 가장 덜 중요한 속성이라 하고 속성 2, 3에 따라 중요성이 감소한다고 하자. 설문을 제대로 마친 응답자는 WTP 질문 이전에 다음의 효용함수를 가진다.

$$U_0 = k_1 u_1(x_1^l) + k_2 u_2(x_2^l) + k_3 u_3(x_3^l) + k_4 u_4(x_4^l) \quad (\text{소득} = M) \tag{1}$$

속성 1에 대해 지불한 후에는 다음의 효용함수를 가진다.

$$U_1 = k_1 u_1(x_1^m) + k_2 u_2(x_2^l) + k_3 u_3(x_3^l) + k_4 u_4(x_4^l) \quad (\text{소득} = M - Y_1) \tag{2}$$

마찬가지로 4개 속성 전부에 대해 지불한 후에는 다음의 효용함수를 가진다.

$$U_T = k_1 u_1(x_1^m) + k_2 u_2(x_2^m) + k_3 u_3(x_3^m) + k_4 u_4(x_4^m) \quad (3)$$

(소득 =  $M - Y_T$ )

식 (1), (2), (3)과  $u_i(x_i^m - x_i^j) = 1$ 로부터  $U_1 - U_0$ 는  $k_1$ 와 같고,  $U_T - U_0$ 는  $1 (= k_1 + k_2 + k_3 + k_4)$ 과 같다. 따라서  $Y_1$ 과  $Y_T$ 는 각각  $k_1$ 과 1에 대응된다. 마찬가지로  $Y_2, Y_3, Y_4$ 는 각각  $k_2, k_3, k_4$ 에 대응된다. 효용과 화폐사이에 선형관계를 가정하는 것은 합리적이므로 다음 식이 성립한다.

$$\frac{k_1}{Y_1} = \frac{k_2}{Y_2} = \frac{k_3}{Y_3} = \frac{k_4}{Y_4} = \frac{1}{Y_T} \quad (4)$$

식 (4)로부터 다음 식을 얻을 수 있다.

$$Y_i = \frac{k_i}{k_1} Y_1 = k_i Y_T \quad (5)$$

또한 다속성 효용함수  $U$ 는 0에서 1 사이의 범위에 있으므로 다음 식이 성립한다.

$$k_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} \quad (6)$$

따라서 이미 각 개인에 대해 관측값을 가지고 있는  $w_1, w_2, w_3, w_4$ 과  $Y_1$  또는  $Y_T$ 를 이용하여 식 (5)와 (6)으로부터 각 속성에 대한 WTP를 쉽게 계산할 수 있다.

### 신뢰구간의 설정

MAUT/CVM 모형을 적용하면 응답한 WTP와 도출된 가중치 정보를 이용하여 개별 환경기능에 대한 WTP를 쉽게 유도할 수 있다. 아울러 각 개인에 대해 계산된 환경기능별 WTP를 이용하여 표본의 대표값을 유도할 때는 주로 평균값이 이용된다. 그러나 이 값을 그대로 받아들이기보다는 WTP를 유도하는 과정에서의 불확실성, WTP를 계산하는 과정에서의 불확실성 등을 고려하여 신뢰구간을 설정하는 것이 보다 바람직하다(Krupnick and Burtraw 1996).<sup>3)</sup> 이것은 특정한 하나의 값보다는 가능한 값의 범위를 제시하고자 하는 의사결정가의 일반적 요구와도 부합하는 전략이다.

이러한 유형의 자료를 대상으로 불확실성을 고려하여 신뢰구간을 설정할 수 있는 방법에는 몬테칼로 모의실험(Monte Carlo simulation) 기법과 부트스트랩(bootstrap) 기법이 있다. 그런데 전자는 근간을 이루는 자료생성과정(data generating process)을 알고 있거나 가정을 해야 하는 단점을 가진다. 반면에 후자는 자료생성과정을 알 필요도 없으며 불필요한 가정도 할 필요가 없어 응용 계량경제연

구에서 보다 널리 사용되고 있다(Jeong and Maddala 1993). 따라서 후자의 기법을 이용하되 5,000회의 무작위 복원추출을 통해 신뢰구간을 설정한다. 즉 이 기법을 이용하여 평균값 WTP의 표준오차 및 신뢰구간을 계산하는 과정은 다음과 같다.

먼저 한 응답자당 4개의 WTP 응답이 모아진 전체 응답자의 원표본(original sample)에 대해 WTP의 평균값  $\mathbf{M}(4 \times 1$  행렬)을 계산한다. 다음으로 4개의 WTP 응답으로 이루어진 무작위 표본을 원래의 표본 수만큼 원 표본으로부터 복원 추출한 다음에 평균값 행렬  $\hat{\mathbf{M}}_1$ 을 계산한다. 그리고 이 과정을  $N$ 번 반복하면서 평균값 행렬  $\hat{\mathbf{M}}_i$ 를 계산한다. 따라서 매 표본에 대해  $1/N$ 의 확률이 부여된다. 그러면 평균값에 대해 부트스트랩 기법에 의한 분산-공분산 행렬이 다음과 같이 계산된다.

$$Var(\mathbf{M})_{boot} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\hat{\mathbf{M}}_i - \hat{\mathbf{M}})(\hat{\mathbf{M}}_i - \hat{\mathbf{M}})'} \quad (7)$$

여기서,  $\hat{\mathbf{M}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\mathbf{M}}_i$ 이며,  $N$ 은 부트스트랩 크기인데 본 연구에서는 5,000이다. 아울러 5,000개의  $\hat{\mathbf{M}}_i$  값들을 순서대로 나열한 후 좌우에서 각각 2.5%를 제거하면 95% 신뢰구간을 구할 수 있으며, 좌우에서 각각 0.5%씩 제거하면 99% 신뢰구간을 구할 수 있다.

### 스파이크 모형

낙동강 하구의 보존 및 관리에 국한된 WTP의 성격에 대해 검토해 볼 필요가 있다. 사실 하구라고 하는 환경자산은 일반 국민들에게 생소한 재화이며, 하구의 보존 및 관리를 위해 본인의 소비를 일부러 줄여 이 금액만큼을 지불한다는 것에 대해 거절의 의사를 가지고 있는 사람들이 적지 않을 것이다. 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 제시 금액에 대한 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 낙동강 하구의 보존 및 관리를 위해 단 1원도

<sup>3)</sup> 이러한 가치측정자료가 가질 수 있는 불확실성에는 모수(parameter) 불확실성, 모형(model) 불확실성, 모수값의 변동성(variability in parameter values), 선택규칙(decision-rule) 불확실성이 있다.

널 의사가 없다고 밝혔다. 이러한 상황은 WTP에 관한 서베이 자료에서 흔히 관측된다(Yoo *et al.* 2001). 영의 WTP는 하구의 보존 및 관리가 가구의 후생에 전혀 기여하지 못하거나 혹은 가구가 하구의 보존 및 관리사업에 완전히 무관심할 때, 다음과 같은 소득제약 하의 소비자 효용극대화 문제의 모서리해(corner solution)로서 도출될 수 있으므로, 경제적 행위에 부합한다.

$$\max_{y, z} [U(y, Z; h) | y + Z \leq m] \quad (8)$$

여기서,  $U(\cdot)$ 는 효용함수,  $y$ 는 하구의 보존 및 관리에 대한 WTP,  $Z$ 는 모든 다른 지출,  $h$ 는 개인특성을 나타내는 벡터,  $m$ 는 소득이다.

영의 값을 가진 WTP 자료의 분석을 위해서는 다수의 가구들이 낙동강 하구를 보존 및 관리하는 데 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 Krström(1997)이 제안한 스파이크 모형(spike model)이다. 그런데 스파이크 모형은 애초 단일경제 자료에 맞추어 개발되어 이중경제 자료에 맞도록 적절한 조정을 해야 한다. 특히 Yoo and Kwak(2002)은 이중경제 자료에 적합한 스파이크 모형을 제안하였는데, 그 유용성이 입증되어 실증연구에서 널리 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이 모형을 이용하고자 한다.

하구의 보존 및 관리방안에 대해  $i$ 번째 응답자는 첫 번째 제시금액( $A_i$ )을 지불할 지 여부에 대해 “예” 혹은 “아니오”로 응답한다. “예”라고 응답한 응답자에게 제시되는 두 번째 금액과 “아니오”라고 응답한 응답자에게 제시되는 두 번째 금액은 각각  $A_i^H$  및  $A_i^L$ 로 표시한다. 아울러 WTP 질문에 대한 응답을 간단하게 나타내기 위해 다음과 같이 몇 가지 변수를 더 정의한다.

$$\begin{cases} I_i^{YY} = 1 & (i\text{번째 응답자의 응답이 “예-예”}) \\ I_i^{YN} = 1 & (i\text{번째 응답자의 응답이 “예-아니오”}) \\ I_i^{NY} = 1 & (i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-예”}) \\ I_i^{NN} = 1 & (i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오”}) \end{cases} \quad (9)$$

여기서  $1(\cdot)$ 은 인디케이터함수(indicator function)로서 괄호 안의 조건이 만족되면 1의 값을 취하고 만족되지 않으면 0의 값을 갖는다. 예를 들어,  $I_i^{YY}$ 는  $i$ 번째 응답자의 응답이 “예-예”이면 1이고, 아니면 0의 값을 취한다.

이제 스파이크 모형에 대해 정형화하겠다. 식 (9)의 마지막 부분에 있는 “아니오-아니오”의 응답은 0의 WTP와 두 번째 제시금액( $A_i^L$ )보다 작은 양의 WTP로 구분되므로,  $I_i^{NN}$ 은 다시  $I_i^{NNY}$ 와  $I_i^{NNN}$ 로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{NNY} = 1 & (i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오-예”}) \\ I_i^{NNN} = 1 & (i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오-아니오”}) \end{cases} \quad (10)$$

앞에서와 마찬가지로, WTP의 누적분포함수를  $G_C(\cdot; \theta)$ 라 하고  $1 - G_C(\cdot)$ 를 로지스틱(logistic) 함수로 가정하여 스파이크 모형을 구성하면 평균값 WTP를 추정할 수 있다. 스파이크 모형에 있어서,  $\theta = (a, b)$ 일 때 WTP의 누적분포함수는 식 다음과 같이 정의된다.

$$G_C(A; \theta) = \begin{cases} [1 + \exp(a - bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1 + \exp(a)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \quad (11)$$

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

$$\begin{aligned} \ln L = & \sum_{i=1}^N \ln \{ I_i^{YY} [1 - G_C(A_i^H; \theta)] \\ & + I_i^{YN} [G_C(A_i^H; \theta) - G_C(A_i; \theta)] \\ & + I_i^{NY} [G_C(A_i; \theta) - G_C(A_i^L; \theta)] \\ & + I_i^{NNY} [G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] \\ & + I_i^{NNN} \ln [G_C(0; \theta)] \} \end{aligned} \quad (12)$$

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

$$\overline{WTP} = (1/b) \ln[1 + \exp(a)] \quad (13)$$

#### 4. 분석 결과

##### MAUT/CVM을 이용한 환경가치 추정

MAUT/CVM을 이용하여 낙동강 하구에 대한 WTP를 추정된 결과는 Table 1에 제시되어 있다. 아울러 부트스트랩 기법을 이용하여 계산된 표준오차를 이용한  $t$ -값, 95% 및 99% 신뢰구간도 제시되어 있다. 계산된  $t$ -값으로 판단하건대, 전체와 개별 환경기능에 대한 평균값 WTP 추정

Table 1. WTP estimation results based on MAUT/CVM.

Functions	Pusan (won/household/ year)	Six large cities (won/household/ year)
Nursery of fishes	641 (9.36) <sup>#</sup> [529.7-755.6] {509.9-778.2}	915 (9.671) <sup>#</sup> [760.4-1,072.7] {734.8-1,110.5}
Habitat of birds and wildlife	617 (9.32) <sup>#</sup> [509.5-726.2] {491.9-748.5}	971 (9.34) <sup>#</sup> [803.2-1,141.4] {774.0-1,184.4}
Water filtration	708 (9.18) <sup>#</sup> [582.3-834.3] {561.7-862.0}	973 (9.54) <sup>#</sup> [807.8-1,145.1] {779.9-1,186.4}
View and recreation	490 (9.40) <sup>#</sup> [484.7-575.2] {391.5-593.4}	701 (9.27) <sup>#</sup> [579.1-827.2] {557.2-856.2}
Totals	2,457 (9.38) <sup>#</sup> [2,031.5-2,887.8] {1,955.0-2,977.5}	3,560 (9.56) <sup>#</sup> [2,961.5-4,180.6] {2,848.5-4,333.4}

Notes)The values in the parentheses, brackets, and curly brackets indicate *t*-values, 95% confidence intervals, and 99% confidence intervals, respectively. <sup>#</sup>denotes the statistical significance at the 1% level.

치는 유의수준 1%에서 지역에 상관없이 모두 통계적으로 유의하다.

먼저 4가지 세부적인 환경기능을 고려하지 않고 낙동강 하구의 보존 및 관리를 위한 전체적인 WTP는 하구 인근 지역인 부산시와 6개 대도시에 대해 각각 2,457원 및 3,560원으로 추정되었다. 여기서 단위는 연간 가구당 WTP로, 낙동강 인근지역의 WTP가 6개 대도시에서의 WTP보다 낮다. 낙동강 하구가 위치한 부산지역의 시민들은 낙동강 하구의 가치를 상대적으로 낮게 매기는 반면에, 타 대도시지역의 시민들은 낙동강 하구의 가치를 상대적으로 높게 매긴다는 점은 흥미로운 부분이다. 인접지역(on-site)과 떨어져 있는 지역(off-site)과의 차이를 생생하게 보여주고 있다.

아울러 4가지 세부적인 환경기능에 대한 WTP도 지역에 따라 조금 다른 결과를 보여주고 있다. 하구 부산지역의 경우 WTP의 수준은 [수질정화 기능 > 수산자원 산란 및 서식지 기능 > 조류 및 야생동물 서식지 기능 > 여가 및 심미적 기능]의 순서를 보여주고 있다. 하지만 6개 대도시의 경우 WTP의 수준은 [수질정화 기능 > 조류 및 야생동물 서식지 기능 > 수산자원 산란 및 서식지 기능 > 여가 및 심미적 기능]의 순서를 취하고 있다. 즉 조류 및 야

Table 2. Estimation results of the spike model.

Variables	Pusan	Six large cities
Constant	-0.3250 (-3.15) <sup>#</sup>	-0.1108 (-1.02)
Bid	-0.1829 (-17.63) <sup>#</sup>	-0.1406 (-15.23) <sup>#</sup>
Spike	0.5805 (23.08) <sup>#</sup>	0.5277 (19.43) <sup>#</sup>
Number of observations	400	350
Log-likelihood	-497.91	-461.40
Wald-statistic: ( <i>p</i> -value)	374.70 (0.000)	273.83 (0.000)

Notes)The unit of bid 1,000 won. The Wald statistic is computed under the null hypothesis that all the estimated coefficients are zero. The values in the parentheses are *t*-values. <sup>#</sup>denotes the statistical significance at the 1% level.

생동물 서식지 기능과 수산자원 산란 및 서식지 기능의 순위가 뒤바뀌어 있다.

#### 이중경계 스파이크 모형을 이용한 환경가치 추정

부산시에서는 전체 응답자의 56.5%에 해당하는 226명이, 7개 대도시에서는 전체 응답자의 51.1%에 해당하는 179명이 낙동강 하구의 보존 및 관리를 위해 단 1원도 지불할 의사가 없다고 응답하였다. 이렇게 적지 않은 비중의 응답자들이 영의 WTP를 밝혔으므로 이를 반영할 수 있는 모형을 적용해야 하며 이때 가장 널리 적용되는 모형이 스파이크 모형임을 감안할 때, 본 연구에서 WTP가 영인지 여부를 질문하여 답을 얻은 다음에 스파이크 모형을 적용하는 것은 매우 적절한 전략임을 알 수 있다.

식 (12)를 이용하여 식 (11)의 모수를 추정된 결과는 Table 2에 요약되어 있다. 최우추정법의 적용을 용이하게 하기 위해 제시금액은 1,000원 단위로 사용하였다. 추정된 방정식의 통계적 유의도를 살피기 위해, '모든 추정계수는 0이다'라는 귀무가설을 상정하면 다음과 같이 Wald-통계량(*W*)을 구성할 수 있다.

$$W = \hat{\theta}'[\hat{V}(\hat{\theta})]^{-1}\hat{\theta} \quad (14)$$

여기서  $\hat{\theta}$ 은 추정계수벡터이며,  $\hat{V}(\hat{\theta})$ 은  $\hat{\theta}$ 의 분산에 대한 추정치이다. 검정통계량 *W*는 귀무가설 하에서  $\chi^2$ -분포를 따르며, 이때 자유도는  $\hat{V}(\hat{\theta})$ 의 위수(rank)이다.

Wald 통계량을 이용할 경우 추정된 모든 계수가 0이라는, 즉 추정된 결과가 무의미하다는 귀무가설을 유의수준 1%에서 기각할 수 있다. 또한 제시금액의 추정계수가 음수인 것은 제시금액이 높아질수록 "예"라고 응답할 확률이 낮아짐을 시사한다. 이것은 설문조사가 제대로 수행되었음을 의미한다. 하구 인근지역의 경우 상수항도 유의수



Table 3. WTP estimates from the spike model.

Mean WTP	Pusan	Six large cities
Estimates (unit: won/household/year)	2,973	4,548
Standard errors	2536	388
t-values	11.77 <sup>#</sup>	11.73 <sup>#</sup>
95% confidence interval	2,582.0-3,415.1	3,880.0-5,379.1
99% confidence interval	2,516.0-3,508.9	3,971.1-5,243.6

Notes)The standard errors of the mean estimate are computed by the use of delta method. The confidence intervals are calculated by the use of the Monte Carlo simulation technique proposed by Krinsky and Robb (1986) with 5,000 replications. <sup>#</sup>denotes the statistical significance at the 1% level.

준 1%에서 통계적으로 유의하지만, 6개 대도시의 경우 상수항이 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하지 못하다.

한편 스파이크는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하며 하구 인근지역에서는 0.5805, 6개 대도시 지역에서는 0.5277로 추정되었다. 응답자가 실제로 영의 WTP를 밝힌 비증은 각각 56.5% 및 51.1%로 스파이크의 값은 영의 WTP를 밝힌 표본 비율과 대략 유사함을 알 수 있다. 따라서 스파이크도 적절하게 추정되었다.

스파이크 모형의 추정결과와 식 (13)을 이용하여 구한 평균값 WTP의 추정결과는 Table 3에 제시되어 있다. 하구 인근지역에서의 평균값 WTP는 연 가구당 2,973원으로 MAUT/CVM을 적용한 결과인 2,457.3원보다 약간 높게 계산되었다. 델타법(delta method)을 적용하여 추정된 평균값 WTP에 대한 표준오차는 253이다. 따라서 t-값은 11.77로 계산되므로, 추정된 평균 WTP는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다. 한편 7개 대도시의 경우 가구당 연 4,548원으로서 MAUT/CVM을 이용하여 도출된 3,560원과 약 1,000원 정도 차이가 나며 더 크다.

아울러 CVM 질문에 대한 응답과정에서의 불확실성과 WTP 모형 추정과정 및 평균값 WTP 계산과정에서의 불확실성을 명시적으로 반영하기 위해 신뢰구간을 제시하고자 한다. MAUT/CVM을 적용했을 때에는 신뢰구간의 계산을 위해 비모수적 부트스트랩 기법을 적용했으나, 여기서는 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 모수적 부트스트랩(parametric bootstrap) 기법인 몬테칼로 시뮬레이션 기법을 적용한다. 이때 무작위 반복표본추출의 회수를 5,000 회로 하였다. 95% 신뢰구간 및 99% 신뢰구간의 계산결과는 Table 3의 하단부에 제시되어 있다.

결과의 비교 및 환경가치의 확장

결과의 비교

이제 앞서 제시한 낙동강 하구의 환경가치를 가지고 두 가지 비교를 해 보고자 한다. 첫째, Table 4에서 한강 하구에 대한 선행연구 결과와 본 연구결과를 비교하였다. 한강

Table 4. Household WTP estimates for Han-river and Nakdong-river estuaries.

Functions	Han-river estuary	Nakdong-river estuary	
	Metropolitan area	Pusan	Six large cities
Nursery of fishes	927	641	915
Habitat of birds and wildlife	2,756	617	971
Water filtration	414	708	973
View and recreation	1,693	490	701
Totals	5,789	2,457	3,560

Note)All the values are derived on the basis of September 2006.

하구에 대한 추정결과는 광 외(2006)에 제시된 값으로 컨조인트 분석법을 이용하여 추정되었다. 추정 시점이 2004년 2월이므로 이 값을 소비자 물가지수에 근거하여 2006년 9월 기준으로 재산정하였다. 서로 다른 기법을 이용하여 연구되었지만 연구대상으로 상정한 환경기능이 동일하고, 둘 다 WTP를 진술선호기법에 근거하여 도출되었으며 동일 시점으로 계산되었다는 점에서 수평적인 비교가 가능하다. 수도권을 대상으로 추정되었던 한강 하구의 가구당 환경가치는 낙동강 하구의 가구당 환경가치보다 크다.

둘째, 인근지역(on-site)에 대한 추정결과와 대도시 지역(off-site)에 대한 추정결과가 상이하다는 것이다. 따라서 하구의 환경가치를 보다 정확하게 추정하기 위해서는 하구 인근지역만을 조사대상 지역으로 상정해서는 안 되며 대도시 지역만을 조사대상 지역으로 상정해서도 안 되고 두 지역을 골고루 조사대상 지역으로 선정해야 한다는 시사점을 얻을 수 있다.

모집단으로의 환경가치 확장

CVM 연구를 수행하는 중요한 목적 중에 하나는 표본 정보를 이용하여 모집단 전체의 편익을 추정하는 것이며, 본 연구의 목적도 이와 같다. 즉 낙동강 하구에 대해 750 가구라는 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 있는지를 여부를 따져보아야 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 또

**Table 5. Expansion of the sample value to the population value.**

Area	Household yearly WTP from MAUT/CVM (Unit: won)	Number of households	Annual value (Unit: million won)
Pusan	2,457	Pusan 1,190,107	2,924
		Seoul 3,341,352	
		Daegu 817,620	
		Incheon 828,012	
Six large cities	3,560	Kwangju 461,387	22,319
		Daejeon 480,466	
		Ulsan 340,652	
		Totals 7,459,596	

는 주부만으로 한정하였다. 표본도 하구 인근지역과 7개 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 확장하는데 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 무응답율은 극히 낮다. 따라서 이 두 가지 조건은 어느 정도 만족되는 것으로 판단된다.

표본의 대표성이 확보되고 무응답의 문제가 없다면, 표본의 대표가구에 대해 추정된 WTP에다 모집단의 가구수를 곱해주면 표본의 정보를 모집단으로 확장할 수 있다. 여기서 가구수는 2005년도 주택인구총조사 자료를 이용할 수 있다. Table 5는 표본에 대해 추정된 낙동강 하구의 환경가치를 모집단으로 확장하는 과정 및 결과를 요약하고 있다. 낙동강 인근지역인 부산시에 연간 약 29억원의 환경가치를 창출하고 있으며, 6개 대도시 지역에서 약 223억원의 환경가치를 제공하고 있다. 두 지역을 합칠 경우 연간 252억원에 해당한다.

#### 전국으로의 환경가치 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 행정구역별 가구당 소득자료가 공개되지 않고 있어 소득자료

를 이용하는 것은 그리 현실적인 대안이 아니다.

가구당 지역내총생산의 이용도 고려해 볼 수 있지만, 우리나라의 지역내총생산은 행정구역별 소득수준을 제대로 반영하지 못하는 것으로 알려져 있다. 따라서 광역 지방자치단체별 소득수준의 차이를 반영할 수 있는 다른 지표를 찾아야 한다. 이때 한 가지 대안은 민간최종소비지출 자료를 이용하는 것이다.

표본에서 얻은 WTP의 평균값 정보를 이용하여 우리나라 전체 모집단으로 확장하는 4단계의 절차는 다음과 같다. 1단계에서는 조사대상 지역의 2005년 기준 가구수 정보(통계청, <http://kosis.nso.go.kr>)를 이용하여 표본에 대해 추정된 평균값 WTP를 조사대상 지역 전체의 모집단으로 확장한다. 이 과정은 이미 앞에서 수행하였다. 2단계에서는 2004년 기준 각 광역 지방자치단체별 가구당 민간최종소비지출자료(한국은행, <http://www.bok.or.kr>)를 이용하여, 조사대상 지역에 대해 추정된 WTP의 평균값을 조사대상 지역 외 나머지 광역지방자치단체로 이전한다. 이때 기준이 되는 WTP는 하구 인근지역이 아닌 6개 대도시 지역에서 추정된 값으로 한다. 3단계에서는 2005년 기준 조사대상 지역 외 나머지 광역지방자치단체의 가구수 정보(통계청, <http://kosis.nso.go.kr>)를 이용하여 조사대상 지역 외 지역 전체의 모집단으로 확장한다. 마지막으로 4단계에서는 1단계 및 3단계의 결과를 합쳐 우리나라 전체에 대해 낙동강 하구의 경제적 환경가치를 추정할 수 있다.

분석결과는 Table 6에 제시되어 있다. 전국적으로 볼 때, 연간 약 513.4억원의 환경가치를 가지는 것으로 분석되었다. 한강하구를 대상으로 환경가치를 추정하였던 광외(2006) 연구의 조사가 2004년 2월에 이뤄졌음과 본 연구의 조사가 2006년 9월에 이뤄졌음을 감안할 때 전국적인 환경가치를 서로 비교할 수 있을 것이다. 2004년 2월 기준 소비자물가지수는 113.2이며 2006년 9월 기준 소비자물가지수는 121.9이다. 따라서 한강하구의 전국적 연간 환경가치 682억원은 2006년 9월 기준으로 연간 734.4억 원이라고 볼 수 있다. 따라서 낙동강 하구의 경제적 환경가치는 한강 하구보다 연간 약 220억원 정도 작다. 이렇게 한강 하구의 환경가치 추정결과와 낙동강 하구의 환경가

**Table 6. Expansion of the sample value to the national value.**

Area	Household yearly WTP (Unit: won)	Number of household	Annual value (Unit: million won)
Pusan	2,457	264,280	2,924
Six large cities	3,560	6,269,489	22,319
Other areas	3,060	8,528,678	26,099
Totals	-	15,988,274	51,342

치 추정결과가 크게 상이하므로, 하구의 환경가치를 보다 정확하게 추정하기 위해서는 각 하구에 대해 사례별로 연구를 해야 한다는 시사점을 얻을 수 있다.

### 5. 결 론

하구는 산업단지의 확장 및 배후도시의 건설을 위한 매립 등으로 인해 훼손이 이미 진행되었고 계속해서 훼손의 위협을 받고 있다. 본 논문에서는 생태적 중요성이 높으면서도 끊임없이 개발의 압력에 직면해 있는 낙동강 하구를 대상으로 경제적 환경가치를 추정하고자 하였다. 하구의 경제적 환경가치에 대해 이론적·문헌적 검토를 통해 하구의 경제적 환경가치는 하구의 보존 및 관리를 위해 가구가 가까이 지불하고자 하는 금액인 WTP의 관점에서 정의되고 추정되어야 함과 낙동강 하구는 크게 수산자원 산란 및 서식지 기능, 조류 및 야생동물 서식지 기능, 수질정화 기능, 여가 및 심미적 기능의 4가지를 제공함을 확인하였다.

특히 본 연구에서는 이들 4가지 기능별 가치에 대한 정보를 얻기 위해 진술선호 평가법 중 하나인 MAUT/CVM을 적용하되, 하구 인근지역인 부산시와 6개 대도시 지역(서울시, 인천시, 대구시, 대전시, 광주시, 울산시)의 2개로 조사대상 지역을 구분하여 연구를 수행하였다. 설문지를 작성하고 실제 설문을 수행하는 단계에서 여러 가지 방법론적 지침들을 준수하면서 최대한 주의를 기울이고자 하였다.

분석결과 낙동강 하구의 보존을 위해 부산시에서는 가구당 연간 2,457원의 WTP를 밝혔으며, 6개 대도시 지역에서는 가구당 연간 3,560원의 WTP를 밝혔다. 이 값을 해당 지역의 모집단으로 확장하면 부산지역의 경우 연간 29.2억원의 경제적 가치를 가지며, 6개 대도시 지역의 경우 연간 223.2억원의 경제적 가치를 가진다. 이 값을 전국적으로 확장하면 연간 낙동강 하구의 경제적 환경가치는 전국적으로 연간 513.4억원에 달하며, 한강 하구에 대한 값 734.4억원보다는 작은 수준이다.

본 연구에서 도출된 낙동강 하구의 경제적 환경가치는 하구의 개발과 관련된 피해 평가, 하구환경 보전정책의 평가, 하구환경 보전정책의 방향 설정, 국민의 의사에 근거한 개발 대 보존의 선택 등 하구관리정책의 전 분야에서 구체적인 계획 수립 및 의사결정에 있어서 중요한 근거자료가 될 것이다.

### 사 사

본 논문은 한국환경정책평가연구원이 주관한 “지속가능한 하구역 관리방안 III” 연구의 재정지원으로 이루어졌습니다.

### 참고문헌

곽승준, 유승훈, 장정인. 2006. 컨조인트 분석을 이용한 한강 하구의 가치추정. *경제학연구*, 54(4), 141-161.

송교육, 제윤미. 2004. 낙동강 하구역의 생태경제학적 가치평가와 보전방안에 관한 연구. 연구보고서 2004-20, 부산발전연구원.

이창희, 강대석, 남정호, 이병국, 유혜진. 2001. 하구석호 육해전이수역 통합환경관리방안 연구. 한국해양수산개발원.

이창희, 남정호, 김선희, 김홍상, 노백호, 문현주, 심영규, 안소은, 박창석, 이수재, 노태호, 강대석, 신용식, 최유진, 강수진, 한은진, 김재경, 한종화, 박해경. 2005. 지속가능한 하구역 관리방안 II, 경제인문사회연구회 협동연구총서 05-21-03. 한국환경정책평가연구원.

Arrow, K., R. Solow, P.R. Portney, E.E. Leamer, R. Radner, and H. Schuman. 1993. Report of the NOAA panel on contingent valuation. *Federal Register*, 58, 4601-4614.

Bateman, I.J. and K.E. Willis. 1999. Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU, and Developing Countries. Oxford Univ. Press, Oxford.

Bjornstad, D.J. and J.R. Kahn. 1996. The Contingent Valuation of Environmental Resources: Methodological Issues and Research Needs. Edward Elgar.

Freeman III A.M. 1993. The Measurement of Environmental and Resource Values. Resources for the Future, Washington, D.C.

Gregory, R., S. Lichtenstein, and P. Slovic. 1993. Valuing environmental resources: a constructive approach. *J. Risk Uncertainty*, 7, 177-197.

Hanemann, W.M. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *Am. J. Agr. Econ.*, 66, 332-341.

Hanemann, W.M., J.B. Loomis, and B.J. Kaninnen. 1991. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *Am. J. Agr. Econ.*, 73, 1255-1263.

Hanly, N. and C.L. Spash. 1993. Cost-Benefit Analysis and the Environment. Edward Elgar, Aldershot.

Jeong, J. and G.S. Maddala. 1993. A Perspective on Application of Bootstrap Methods in Econometrics. In: G.S. Maddala, C.R. Rao, and H.D. Vinod, ed., *Handbook of Statistics (Econometrics)*, Vol. 11. North-Holland.

Keeney, R. 1992. Value-Focused Thinking. Harvard Univ. Press, Cambridge.

Krinsky, I. and A.L. Robb. 1986. On approximating the statistical properties of elasticities. *Rev. Econ. Stat.*, 68, 715-719.

Kriström, B. 1997. Spike models in contingent valuation. *Am. J. Agr. Econ.*, 79, 1013-1023.

- Krupnick, A. and D. Burtraw. 1996. The social costs of electricity: do the numbers add up?. *Resour. Energy Econ.*, 18, 423-466.
- Kwak, S.-J., S.-H. Yoo, and T.-Y. Kim. 2002. A constructive approach to air-quality valuation in Korea. *Ecol. Econ.*, 38, 327-344.
- Mitchell, R.C. and R.T. Carson. 1989. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Resources for the Future, Washington, D.C.
- Russell, C.S., V. Dale, J. Lee, M. Hadley, M. Kane, and R. Gregory. 2001. Experimenting with multi-attribute utility survey methods in a multi-dimensional valuation problem. *Ecol. Econ.*, 36, 87-108.
- Yoo, S.-H. and K.-S. Chae. 2001. Measuring the economic benefits of the ozone pollution control policy in Seoul: results of a contingent valuation survey. *Urban Stud.*, 38, 49-60.
- Yoo, S.-H. and S.-J. Kwak. 2002. Using a spike model to deal with zero response data from double bounded dichotomous choice contingent valuation surveys. *Appl. Econ. Lett.*, 9, 929-932.
- Yoo, S.-H., S.-J. Kwak, and T.-Y. Kim. 2001. Modeling willingness to pay responses from dichotomous choice contingent valuation surveys with zero observations. *Appl. Econ.*, 33, 523-529.

---

*Received Feb. 28, 2007*

*Accepted Mar. 16, 2007*