

# 금강하구의 환경가치 평가

권영주\* · 유승훈\*\*† · 박세현\*\*\*

\*, \*\* 서울과학기술대학교 에너지환경대학원, \*\*\* 한국해양과학기술원 해양환경·산업연구실

## Assessment of the Environmental Value of the Geum-river Estuary

Young-Ju Kwon\* · Seung-Hoon Yoo\*\*† · Se-Hun Park\*\*\*

\*, \*\* Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongreung-Ro, Nowon-Gu, Seoul, 139-743, Korea

\*\*\* Environment and Economics Assessment Section, Korea Institute of Ocean Science & Technology, 787 Haean-Ro, Sangnok-gu, Ansan, 426-744, Korea

**요 약** : 본 연구는 금강 하구 관리에 대한 합리적 결론을 도출하기 위하여 하구의 환경가치를 추정하였다. 추정 방법은 하구의 세부적인 속성을 평가하기 위하여 다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법을 적용하였다. 또한 하구 인근지역(전북, 충남) 400가구와 전국 13개 광역지자체(전북, 충남, 제주도 제외)지역 600가구를 무작위로 추출하여 일대일 개별면접을 통해 금강 하구 관리방안에 대해 얼마나 지불할 의사가 있는지를 조사하였다. 응답자들은 전반적으로 조건부 시장을 잘 받아들였으며, 가구당 연 평균 지불의사액은 금강하구 인근지역의 경우 1,497원, 전국 13개 광역지자체 지역의 경우 4,343원으로 분석되어 지역에 따라 큰 차이가 났다. 이 값을 해당 지역의 모집단으로 확장한 결과, 각각 연간 21.3억 원 및 701.5억 원이었다. 이러한 정량적인 값은 금강 하구관리 정책에 대한 합리적인 의사결정에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

**핵심용어** : 금강 하구, 환경가치, 지불의사액, 다속성 효용이론, 조건부 가치측정법

**Abstract** : The current study attempted to assess the environmental value of Geum-river estuary for rational management decision-making. To investigate the comprehensive properties of the Geum-river estuary, we applied the contingent valuation method based on multi-attribute utility theory. We surveyed a randomly selected sample of 400 and 600 households of the Geum-river estuary-neighboring area (Jeollabuk-do, Chungcheongnam-do), and other nation-wide large districts (except Jeollabuk-do, Chungcheongnam-do, and Jeju-do), respectively, and carried out person-to-person interviews with subjects on their willingness-to-pay for the estuary conservation and management program. Respondents, overall, accepted the contingent market system and were willing to contribute a significant amount, that is 1,497 won for the residents from the Geum-river estuary-neighboring area and 4,343 won for the residents from other nation-wide large districts on average, per household per year. These results implied that there were large difference between the two groups. The aggregate values of the Geum-river estuary for the estuary-neighboring area and other nation-wide large districts amount to 2.13 and 70.15 billion won, respectively, per year. This quantitative value deduced from the current study, could be a useful baseline fact for any decision-making process particularly in the establishment of management policies for the Geum-river estuary.

**Key Words** : Geum-river estuary, Environmental value, Willingness to pay, Multi-attribute utility theory, Contingent valuation method

### 1. 서론

하구는 바다로 들어가는 강의 넓은 입구이며 담수와 해수가 혼합되는 곳으로서 특별한 생태적 특성을 갖는 공간이다. 우리나라에는 대표적으로 한강 하구, 낙동강 하구, 섬진강 하구, 영산강 하구, 금강 하구 등 15개의 하구가 있다. 이러한 하구는 사업단지의 확장 및 배후도시의 건설을 위한

매립 등으로 인해 훼손이 이미 진행되었고 계속해서 훼손의 위협을 받고 있다.

이 중 금강 하구는 전라북도 군산시, 익산시, 충청남도 논산시, 부여군, 서천군, 청양군 등 2개 도 6개 시·군에 해당하는 지역이다. 금강 하구에는 바다로부터 소금물이 들어오는 것을 막기 위해 1990년 완공된 하구둑이 있다. 이 하구둑은 군산과 장항을 잇는 교통로로 활용되고 있으며 장항선의 일부인 신장항-군산 대야 철도가 놓여 있다. 특히 평균 수질은 1994년 금강호 갑문 폐쇄 이후 3-4등급으로 유지되고 있지만,

\* First Author : yjkwon@seoultech.ac.kr, 02-970-6960

† Corresponding Author : shyoo@seoultech.ac.kr, 02-970-6802

초기 건설 목적이 무색할 정도로 점점 처리없이 농·공업용수로 사용하기에는 곤란하게 되었다. 또한 바다쪽 하구둑에는 연간 80만톤의 토사가 쌓여 매년 200~300억원이 투입되어 준설되고 있는 실정이다. Fig. 1은 금강하구의 위치 및 모습을 보여주고 있다.

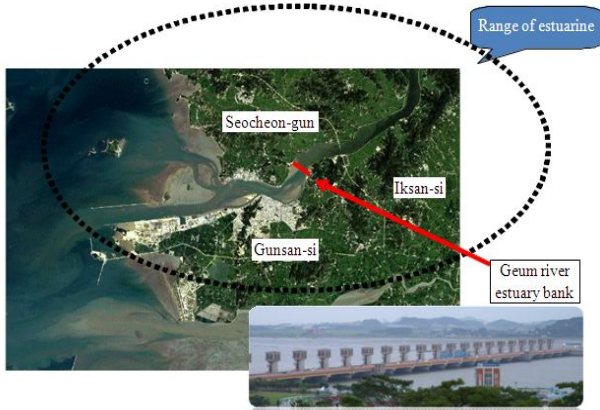


Fig. 1. Geum-river estuary.

하구의 효과적 관리, 보존 및 관리를 위한 적정투자액의 수준 결정, 개발 대 보존의 대립구도 속에서의 합리적인 의사결정 등을 위해 하구의 환경가치에 대한 정량적 정보는 필수적으로 요구된다. 이를 위해서는 하구의 여러 기능에 대한 환경가치를 엄밀한 경제이론에 근거하여 정량적으로 규명하고 과학적으로 추정할 필요가 있다.

우선 하구의 환경가치란 무엇이고 어떻게 추정해야 할지를 밝혀야 하며, 하구의 환경가치를 실증적으로 추정해야 한다. 그리고 이러한 자료들을 가지고 하구역 관리방안을 마련해야 한다. 이렇게 해야만 하구역 관리와 관련된 불필요한 논쟁을 피하면서 하구역 관리에 대한 합리적인 결론에 도달할 수 있다.

이에, 본 연구에서는 금강 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 준수하는 연구를 수행함으로써 연구결과의 질적 수준을 제고하고자 한다. 특히 기존에 한강 하구, 낙동강 하구, 섬진강 하구, 영산강 하구의 환경가치를 평가하는 데 사용되었던 방법론과 유사한 다속성 효용이론(MAUT, multi-attribute utility theory)에 근거한 진술선호평가법(조건부가치추정법)을 적용함으로써 선행 연구결과와의 수평적 비교를 용이하게 하고 하구 관리와 관련된 정책적 시사점을 도출하면서 정책적 제언을 하고자 한다.

## 2. 연구방법론

### 2.1 하구의 경제적 환경가치

본 연구에서 대상으로 하고 있는 하구의 환경가치는 경제적 가치이다. 여기서 경제적 가치란 화폐단위로 계산된다는 의미를 가지며, 경제학적 개념에 근거한다. 본 연구에서 사용되는 경제적 의미의 가치는 신고전학과 후생경제학에 근거하고 있다. 후생경제학의 기본적인 전제는 경제활동의 목적이 사회를 구성하는 개인들의 복지를 증진하는 데 있고, 주어진 상황에서 각 개인의 복지 수준을 가장 잘 판단할 수 있는 사람은 자기 자신이라는 것이다. 각 개인의 후생은 자신의 시장재 소비뿐만 아니라 아직 시장에서 거래되고 있지 않은 비시장재(non-market goods)인 환경재의 소비에도 의존한다. 따라서 환경재의 질이나 양 변화에 대한 경제적 가치는 그 변화가 인간의 복지에 미치는 영향에 근거하고 있다. 물론 경제적 가치의 인간중심적 사고가 다른 종의 생존이나 복지에 대한 관심을 배제시키지는 않는다. 인간들은 경제적 가치의 구성요소 중 하나인 비사용가치의 근원이 되는 이타적(altruistic), 윤리적(ethical) 관심도 가지고 있기 때문이다.

공공재나 환경재와 같은 비시장재에 대한 개인의 후생을 측정하려는 경제이론은 지난 수십 년 동안 개발되어 왔다. 이 이론은 두 가지 가정을 하고 있는데, 첫째, 사람들은 시장재와 비시장재로 구성된 재화묶음(bundle of goods)들에 대해 잘 정의된 선호를 가진다. 둘째, 사람들은 자신의 선호를 알며, 이러한 선호는 재화묶음을 구성하는 시장재와 비시장재 사이의 대체가능성(substitutability)의 성격을 가진다. 즉, 어떤 개인의 재화묶음에서 한 재화의 소비를 감소시키면 그 개인은 후생의 감소 없이 다른 재화의 소비를 증가시킬 수 있다는 것이다. 이 대체가능성은 사람들에게 중요한 재화묶음에서의 교환비율과 관계가 있기 때문에 경제적 의미의 가치 개념의 핵심이다. 한 재화의 소비를 줄여 다른 재화의 소비를 늘린다면 그로부터 우리는 사람들이 이러한 재화에 두고 있는 가치를 알 수 있기 때문이다. 즉 재화묶음 중 단 하나의 재화라도 화폐가치를 가지고 있고, 그 재화와 관심 재화 사이의 교환비율을 안다면, 관심재화의 화폐가치를 알아낼 수 있다는 것이다. 바로 이러한 대체가능성에 근거한 가치개념은 지불의사액(WTP, willingness-to-pay) 또는 수용의사액(WTA, willingness-to-accept)으로 표현될 수 있다.

하구의 경제적 환경가치는 하구관리 정책의 시행으로 인해 다음과 같이 발생한다. 1단계는 주로 자연과학의 영역에 해당되는 것으로 하구의 보존 및 관리로 인해 하구의 다양한 기능이 제공된다. 2단계는 이러한 하구의 기능이 인간에게 미치는 영향과 관련된 부분으로 통상 경제학자가 설문조사를 통해 정보를 수집하게 된다. 따라서 2단계까지는 자연

## 금강하구의 환경가치 평가

과학자와 경제학자의 유기적 협동 연구가 필요하다. 3단계는 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.

### 2.2 연구방법론의 선정

금강 하구의 경제적 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 나을 수도 있게 된다.

이와 관련하여 경제적 환경가치평가 방법론에 대해 간략히 요약하면, 현시된 선호(revealed preference)에 기반하여 비시장재화의 가치를 추정하는 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 조건부 가치측정법과 컨조인트 분석법이 대표적이다.

이러한 방법론에서 본 연구는 진술선호 평가법을 이용하고자 한다. 왜냐하면 현시선호 평가법을 금강 하구에 적용하는 것은 용이하지 않으며 과소추정 또는 과대추정의 문제가 있기 때문이다. 아울러 현시선호 자료를 제대로 확보하기가 쉽지 않으므로 결합모형을 적용하는 것도 용이하지 않다. 따라서 본 연구에서는 진술선호 평가법 중 조건부 가치측정법(CVM, contingent valuation method)을 선택하였다. 그 이유는 컨조인트 분석을 적용하기에는 평가해야 할 하구의 속성 단위를 정의하는 것이 간단하지 않고, 응답자의 인식상 부담이 CVM에 비해 더 크편이기 때문이다. 또한 컨조인트 분석법보다는 조건부 가치측정법이 보다 광범위하게 활용되고 있으며, 타당성 및 신뢰성이 확인되었다. 다만 하구가 가지고 있는 다양한 환경속성에 대한 가치추정을 명확하게 반영하기 위해 다속성 효용이론(MAUT)에 근거한 조건부 가치측정법을 적용한다.

### 1) MAUT/CVM의 개요

본 연구에서는 금강 하구의 경제적 환경가치를 평가하되 4가지 속성별 가치를 추정하기 위해 MAUT/CVM을 적용한다. MAUT/CVM은 Gregory et al.(1993)에 의해 제안되었으며, Russell et al.(2001)에 의해 산림생태계에 적용되었고, Yoo et al.(1999)에 의해 서울시 대기질 속성 평가에 적용되었다.

이하에서는 MAUT/CVM의 적용 필요성 및 선정 배경에 대해 설명하겠다.

CVM은 특정 환경질 개선 수준에 대해서만 평가하기 때문에 상황변화에 따라 어떤 연구결과를 수정하여 다른 대상에 이용할 수 있는 이전가능성(transferability)이 부족하다. 이는 연구대상에 따라, 혹은 작은 상황 변화에 따라 항상 연구를 처음부터 새로 시작해야 하는 비효율성이란 단점을 나타낸다. 물론 특정 환경개선 프로그램( $Q_0 \rightarrow Q_1$ )에 대해서만 평가하는 것이 주목적이라면 CVM의 적용이 가장 좋은 대안 중에 하나일 것이다. 하지만 고려되고 있는 정책에 따라 결과가 상이하어 비교적 넓은 범위에 대한 정보를 얻기 원하는 경우, CVM의 결과는 다소 제약적이다. 또한, 여러 번의 연구를 수행하는 것도 방법이지만, 제한된 시간과 비용을 가지고 여러 번의 연구를 수행하기란 그리 쉬운 일이 아니며 경우에 따라서는 불가능할 수도 있다.

일반적인 의미에서 보면 CVM을 통해 도출된 가치추정치는 '가격'이 아니다. 왜냐하면 도출된 편익추정치는 특정한 프로그램이나 지역에 한정된 가치이기 때문이다. 그러나 편익추정치는 어떤 유형의 단위가치(unit value)의 관점에서 표현될 필요가 있다.

이러한 문제점을 극복하기 위해 비시장재화에 대한 가격지수(price index)를 개발하려는 이론적·실증적 연구가 절실하게 요구되었으며, 이러한 요구는 특정하게 정의된 자원으로부터 가치 차원에서 그 자원의 속성들을 식별하려는 구도로 연구의 초점을 변화시켰다. 예컨대, 화력발전소의 영향으로 인해 악화된 대기질을 개선시킴으로써 얻는 편익을 평가할 때 어느 특정 항목에 대해서만이 아니라 건강피해, 재료피해, 농업생산피해, 지구온난화 등 영향을 받는 모든 항목에 대해 평가하며 각 항목에 대해서도 특정한 수준에 대해서만이 아니라 과학적으로 가능한 모든 범위에 대해서 평가하게 되는 것이다. 이렇게 단일화된 구조로부터 각 개인들이 서로 다른 특성들을 가진 프로그램이나 대안간에 어떻게 선택을 하는지를 효과적으로 묘사할 수 있으며, 각각의 특성들과 편익간의 관계를 구할 수 있는 것이다.

연구대상 환경재의 환경속성을 식별하기 위해서는 두 단계를 거치게 된다. 우선, 광범위한 국내·외의 과학적 문헌에 근거하여 속성들을 선정한 후, 전문가 집단을 대상으로 1차 수정을 한다. 이러한 절차로 자연스럽게 연구대상 환경재의

다양한 환경속성들을 식별할 수 있다.

두 번째 단계로는 일반 응답자들을 대상으로 한 사전조사를 통해 2차 수정이 가해진다. 이 과정에서 연구대상 최종속성을 결정하기 위해 다음과 같이 5개의 원칙이 필요하다. 첫째, 속성은 서로 독립(independent)이거나 이에 근접해야 한다. 둘째, 가능하면 속성의 수는 작아야 하는데, 8개를 넘지 않는 것이 바람직하다(Phelps and Shanteau, 1978). 셋째, 속성은 쉬운 설명과 직설적인 사진, 도표, 삽화와 같은 시각적 도구로 묘사되어야 한다. 넷째, 속성은 과학적으로 의미가 있어야 한다. 즉, 어떠한 중요한 사실도 누락되어서는 안 된다. 이 때 기존 문헌들을 참고할 수 있다. 다섯째, 속성은 평가하는 사람들에게 의미가 있어야 하며 사람들의 이성과 관계가 있어야 한다.

공공재에 대한 단위편익(unit benefits) 또는 편익지수(benefit index)의 개발을 위해서는 광범위한 이론적·실증적 연구가 요구된다. 비록 지금까지 알려진 것은 제한적이어서 ‘단위편익 추정치(unit benefits measures)’의 공식화에 필요한 이전 가능한 모형과 수치화된 가치를 얻는 데에는 다소 부족한 점이 있지만, 환경재의 가치측정에 있어서 그 역할이나 중요성들이 계속 제기되면서 다속성 또는 다차원(multi-dimension)의 논의가 점점 확대되고 있다. 따라서 새로운 연구방법론의 제시가 요구된다.

또한 본 연구의 성격 그 자체 때문에 CVM의 적용은 한계를 가진다. 왜냐하면 하구의 가치를 평가하기 위해서는 고려해야 할 환경기능이 여러 개이기 때문이다. 즉, 여러 개의 환경기능을 평가해야 하는 문제에 직면해 있는 것이다. 단순하게 생각하면 개별적인 대상들에 대해 개별적인 연구를 수행하는 방안을 생각할 수도 있지만 이러한 작업은 시간과 비용에 있어서 쉽지 않다. 따라서 본 연구의 성격에 부합하는 연구방법론의 선정이 요망된다.

이러한 상황에서 적용할 수 있는 유용한 방법 중의 하나가 바로 MAUT와 CVM을 결합하는 것이다. Gregory et al.(1993)은 본 연구와 같은 상황에서 CVM의 단점을 개선시킬 수 있는 방법으로 가치유도에 있어서 보다 ‘구조적인(constructive)’ 접근방법인 MAUT/CVM를 제안하였다. 따라서 이 방법은 광범위하게 사용되고 있는 CVM에 대한 좋은 대안이 될 수 있다.

## 2) 구조적 접근 방법의 의의

구조적 접근방법은 환경재 가치의 다차원적(multi-dimensional) 성격과 인간 선호의 구조적 성격에 보다 주의를 기울임으로써 사람들이 선호를 구성하고 표현하는 것을 도울 수 있다. 또한 전체적인 판단(holistic judgments)을 통해 얻어진 가치보다는 부분적인 판단을 통해 얻은 가치를 보다 더 신뢰할 수

있다. 즉 사람들은 복잡한 가치판단에 직면하면 종종 단순화 전략에 의존하게 되며(Payne et al., 1992), 자극이 복잡해지면 단순화 전략도 증가하여 가치평가가 가용정보에만 근거할 가능성이 더 커진다(Johnson et al., 1989). 따라서 사람들이 다차원적인 대상에 대해 전체적인 판단을 요구받으면 오히려 부분적인 판단을 요구할 때보다 더 적은 정보를 이용하려 한다(Slovic and Lichtenstein, 1971).

본 연구는 환경가치유도에 대한 구조적 접근방법의 개발을 목적으로 하고 있다. 구조적 접근방법은 응답자들이 가치유도과정에서 화폐가치형태로 환경가치를 판단하여 표현하는 것을 돕기 위해 MAUT에 근거한 CVM을 운용한다. 그 의도는 다속성 가치유도를 위한 인터뷰가 복잡한 환경문제에 대한 가치판단을 이끌어내는 구조적 접근방법의 한 유형이 될 수 있는가 여부를 살펴보는 것이다. 관심대상 환경재는 현재 훼손의 위협이 심각하게 제기되고 있는 금강 하구이다. 응답자들에게 사용가치 뿐만 아니라 비사용가치도 포함하여 하구의 보존 및 관리를 위해 기꺼이 지불할 수 있는 추가적인 지불의사액에 대해 질문하였다.

MAUT/CVM는 기존의 가치평가법에 비해 몇 가지 장점을 가진다. 첫째, 시장가치와 비시장가치를 통합할 수 있다. 시장재화뿐만 아니라 비시장재화에 대해서도 강하게 보유되는 가치는 MAUT/CVM 모형에서 장점을 가진다. 경제모형들이 적절하게 그 모형 내에 포함될 수 있으며, 비시장 가치에 대해서는 명시적이고 단순한 척도가 사용될 수 있다.

둘째, 비구분 문제를 감소시킬 수 있다. 비구분 효과(embedding effect)가 발생하는 데에는 크게 세 가지 이유가 있다. 먼저 재화에 대한 화폐적 표현의 부재가 비구분에 대한 중요한 이유가 될 수 있다. 이 경우 MAUT/CVM의 사용은 사람들이 적절하게 자신의 화폐가치를 나타내도록 하는 것을 도울 수 있다. 다음으로 사람들이 사실상 특정 문제에 반응하기보다는 도덕적 만족감을 위해 돈을 기부할 WTP를 밝히려 한다는 주장이 있다. 그러나 MAUT/CVM은 전문가 자문과 사전조사를 통해 속성과 그 수준이 선택되며 WTP를 묻는 질문은 단 하나밖에 없어 돈을 지출하는 것이 MAUT/CVM 유도의 직접적인 초점이 아니므로 이러한 비구분의 원인은 발생하지 않는다.

셋째, 변하는 조건에 대해 유연성이 있다. MAUT/CVM 모형은 각 속성에 대해 넓은 범위의 가치를 유도하므로 조건이 변하면 재계산에 필요한 정보를 얻을 수 있다. 물론 새로운 요소가 추가되는 등의 조건의 변화는 추가적 모형화와 새로운 지불의사유도가 요구되지만 대부분의 경우 그러한 변화는 전체분석의 일부분에 불과하다.

넷째, 구조화에 적절하다. 사람들은 다차원적 환경개선과 같은 복잡한 비시장재화에 대해서는 화폐가치를 구성하기

## 금강하구의 환경가치 평가

어려우므로 성공적인 CVM은 응답자가 가치를 형성할 수 있도록 평가하는 재화에 대해 주의 깊고 충분히 생각할 수 있도록 도와야 한다. MAUT/CVM은 구조화와 가치평가단계에서 이러한 부분을 고려할 수 있도록 여러 가지 배경을 제시한다. 모든 가치유도방법은 유도되는 가치평가에 영향을 주기 마련이며 그것이 사람들의 가치에 미치는 정확한 영향을 알 수 없지만 MAUT/CVM의 과정과 결과는 명시적으로 보고 되어 엄밀한 검토를 할 수 있다.

### 3) MAUT/CVM의 적용

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

$U = \sum_{i=1}^4 k_i u_i(x_i)$  : 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.

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

속성 1에 대해 지불한 후에는 다음의 효용함수를 가진다.

$$U_1 = k_1 u_1(x_1^m) + k_2 u_2(x_2^l) + k_3 u_3(x_3^l) + k_4 u_4(x_4^l), \text{ (소득=M-Y}_1\text{)} \quad (2)$$

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

$$U_T = k_1 u_1(x_1^m) + k_2 u_2(x_2^m) + k_3 u_3(x_3^m) + k_4 u_4(x_4^m), \text{ (소득=M-Y}_T\text{)} \quad (3)$$

식 (1), (2), (3)과  $u_i(x_i^m - x_i^l) = 1$ 로부터  $U_1 - U_0$ 는  $k_1$ 와 같고,  $U_T - U_0$ 는  $1 = k_1 + k_2 + k_3 + k_4$ 와 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 1사이의 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 계산할 수 있다.

## 3. 주요 연구절차

### 3.1 설문지의 작성

CVM에 의한 설문조사는 크게 조사기획단계 및 실사단계로 구분되고, 조사기획단계에서는 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.

다음으로 본격적인 설문조사를 하기 위한 첫 단계로서 조건부 시장(contingent market)을 설정하기에 앞서, 설문지의 일반적인 상황을 만들었다. 하구의 기능은 너무 많은 기능을

응답자에게 제공하면 응답자들이 판단하기에 어려운 점이 있기 때문에, 선행 연구 사례인 한강하구를 대상으로 컨조인트 분석법을 적용하였던 Kwak et al.(2006) 및 영산강 하구를 대상으로 다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법을 적용하였던 국토해양부(MLTM, 2009)에서 상정한 4가지 하구 속성만을 설정하여 연구대상으로 하였다.

금강하구의 대표적 4가지 기능은 다음과 같다. 첫째, 동식물 산란지 및 서식지 기능은 비록 갯벌과 같은 습지는 많이 훼손되었지만 금강 하구는 다양한 어류 및 해양생물의 산란장소와 은신처를 제공하고 있으며, 철새에게 여행하는 동안 쉬고 먹이를 얻을 수 있는 장소를 제공하는 등 철새 등 야생동물의 서식지 역할을 하는 것을 의미한다.

둘째, 오염정화 기능은 바다로 흘러나가는 금강 강물은 하구에 서식하는 습지식물과 갯벌을 지나면서 오염물질이 정화되기 때문에 바다로 흘러나가는 물이 깨끗하게 유지되는 것과 관련이 있다.

셋째, 여가 및 심미적 기능은 지역주민과 방문휴양객들에게 멋진 경관을 제공함으로써 심미적 즐거움을 제공하며, 여가, 뱃놀이, 수영, 낚시, 철새보기 등의 공간을 제공하는 것과 관련이 있다.

넷째, 교육/과학/연구 기능은 금강 하구는 학생들을 위한 교육 및 탐방 장소로서 유익한 기능을 제공하며, 학자들의 과학적인(해양생물학 등) 학술연구를 위한 공간을 제공하는 것과 관련이 있다.

위와 같이 4가지 기능을 고려하여 하구의 일반적인 내용에 대해 조사대상자들에게 설명하였다. 이를 위해 시각적 보조자료를 제공하였으며, 설문조사 응답자들은 이를 이용하여 금강 하구에 대해 개략적인 정보를 충분히 이해할 수 있었다.

### 3.2 지불수단 및 지불의사 유도방법

#### 1) 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, 의도와 행동간의 관계를 밀접하게 할 수 있다는 점에서 중요하다.

특정 지불수단을 결정할 때는 우선, 평가하고자 하는 재화와와의 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 것이

다. 본 연구에서는 가구당 총 소득세라는 지불수단을 제시하였다. 아울러 지불기간 및 지불횟수에 대해서는 가구당 향후 5년 동안 1년에 1회 지불한다는 점을 강조하였다. 이러한 점은 기획재정부 및 한국개발연구원이 제안<sup>1)</sup>하고 있는 CVM 적용지침에 부합한다.

금강 하구의 환경가치 추정을 위해서는 평가하고자 하는 구체적인 정책방안을 제시해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 훼손의 위험에 처해있는 금강 하구의 보존 및 관리 프로그램을 평가대상으로 하였다. 특히 고유한 자연하구의 특성을 보존하고, 합리적인 하구이용 및 개발과 환경친화적인 지역발전 및 주민지원, 통합적 하구관리체제 구축을 통해 해수침투와 관련된 이해당사자간의 갈등을 해결하고 하구이용/개발 지원을 위한 하구의 수질 개선을 기대할 수 있음을 응답자에게 설명하였다.

또한 NOAA 패널 보고서에서 강조한 바대로 정부가 관리해야 할 하구는 금강 하구 외에도 더 있다는 점을 설명함으로써 금강 하구에 대한 대체재를 제시하고자 하였으며, 응답자가 의도하는 WTP가 여타 소비의 제약을 야기한다는 사실을 명확히 하였다. 그리고 범위효과(scope effect)를 방지하기 위해 현재 오직 금강 하구만이 평가대상이라는 점을 분명히 하였다.

#### 2) 지불의사 유도방법

본 연구에서는 현실시장에서 소비자들의 행동을 결정하는 유형과 국민투표에서 투표하는 유형과 유사한 양분선택형 질문법으로 먼저 지불의사를 유도한 다음에 개방형으로 WTP의 수준을 직접 묻는 방식을 사용했다. 양분선택형 질문법은 다음과 같은 점에서 응답자에게 매우 친숙하다. 예컨대, 구매하고자 하는 물건의 시장 가격이 1,000원일 때, 합리적 소비자라면 그 물건의 사용으로부터 얻게 될 효용이 1,000원보다 크거나 같으면 물건을 구매할 것이고 그렇지 않다면 구매하지 않을 것이다.

또한 특정법안에 대해 국민투표 시행시 투표자는 그 법안에 내용이 좋으면 ‘예’라는 응답을, 싫으면 ‘아니오’란 응답을 할 것이다. 이렇게 양분선택형 질문은 단 1회에 걸쳐서 미리 설정된 금액을 “공공재 공급의 대가로 지불할 용의가 있는가”라고 물어보면, 응답자가 ‘예/아니오’로 한번만 대답하는 방식이다. 양분선택형 질문법은 Hanemann(1984)에 의해 알려진 후 널리 사용되어 왔으며, 특히 Arrow et al.(1993)에 의해 그 사용이 강력하게 추천되었다. 특히 본 연구에서는 양분선택형(dichotomous choice) 질문법의 이중경계형(double-bounded) 질문(Hanemann et al., 1991)과 직접

1) Korea Development Institute(2008), 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판), pp. 303-312.

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 모두 “아니오”라고 밝힌 응답자에 대해 조금이라도 낼 의사가 있는지를 물어본다. 이 질문에 대해서는 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 양분선택형 질문법을 이용하였다.

### 3.3 제시금액 및 설문방법

#### 1) 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 사전조사(pretest)를 시행한 후, 이들로부터 얻은 결과를 바탕으로 총 10개의 초기 제시금액을 세심하게 결정하였다. 이렇게 결정된 금액을 전체 응답자를 무작위로 구분한 10개 그룹에 각각 할당하였다.

#### 2) 설문방법 및 MUAT 질문

설문방법은 개별면접설문, 전화설문, 우편설문 등이 있다. 금강 하구의 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 몇 가지 질문을 다시 해서 응답자들의 대답에 일관성이 있는지를 점검하고 응답이 빠진 항목에 대해 다시 질문을 하여 답을 얻었다.

2) 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.

MUAT/CVM에서는 응답한 WTP값을 분해하는 데 있어서 스윙기법(swing weighting)<sup>3)</sup>을 사용한다. 스윙기법은 모든 속성들을 중요도의 순서대로 나열하게 한 다음에, 가장 중요한 속성의 점수를 100점으로 매기게 하면서 나머지 속성의 점수를 매기게 한다.

### 3.4 표본설계 및 설문조사

연구대상 지역은 금강 하구역을 제외한 전국 13개 광역자치체(제주도 제외)와 금강 하구역 지역으로 하였다. 하구 인근지역(on-site)을 고려한 것은 하구에 대해 가장 직접적인 이해관계를 가지면서 가장 높은 관심을 보이는 사람들은 하구 인근지역 주민들이기 때문이다. 아울러 금강 하구역을 제외한 전국 13개 광역자치체를 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 임의표본(random sample)을 도출하기 위해 각 지역 내의 인구 구성비를 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 그리고 설문단위는 개인이 아닌 가구로 하였다.

금강 하구의 환경가치 평가를 위한 조사는 이들 지역에 대해 2011년 9월 한 달 동안 전국 5개 권역 여론조사기관인 리서치프라임, 이강실서비스, 무등실사서비스, 대구실사서비스, 대전실사서비스의 주관으로 실시되었다.

금강 하구역이 있는 전북 및 충남의 400 가구를 대상으로 조사를 함과 동시에 제주도를 제외한 전국 13개 광역자치체 600 가구를 대상으로도 조사하였다.

설문전문회사에 소속된 전문가의 도움으로 설문지를 가능한 한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 만들고자 하였으며 사람들이 얼마나 이해하는 지를 확인하기 위해 실험가구를 선택하여 설문지의 내용을 검증하였다. 최종 설문지는 실사를 맡은 국내 유수의 설문조사기관의 전문가로부터의 조언과 실험가구의 결과를 반영하였다.

### 3.5 추정모형

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

3) 스윙기법은 일대일 개별면접에서 널리 사용되고 있으며 다속성 재화에 대한 가치판단을 유도하기에 적합하다고 알려져 있다. 예를 들어, McDaniels and Roessler(1998), Russell et al.(2001) 등을 참고할 수 있다.

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 제시금액에 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.

사건적인 예상대로, 조사대상 가구 중에서 적지 않은 가구들이 하구의 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 하구의 보존 및 관리가 가구의 후생에 전혀 기여하지 못하거나 혹은 가구가 하구의 보존 및 관리에 완전히 무관심할 때, 다음과 같은 소득제약 하의 소비자 효용극대화 문제의 모서리해(corner solution)로서 도출될 수 있으므로, 경제적 행위에 부합한다.

$$\max_{y,Z} [U(y,Z,h) \mid y+Z \leq m] \quad (7)$$

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 하구를 보존 및 관리하는 것에 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 이중경계 자료에 맞도록 적절한 조정을 해야 한다. 특히 Yoo and Kwak(2002)은 이중경계 자료에 적합한 스파이크 모형을 제안하였는데, 그 유용성이 입증되어 실증연구

구에서 널리 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이 모형을 이용하고자 한다.

이제 스파이크 모형에 대해 정형화하겠다. 식 (8)의 마지막 부분에 있는 “아니오-아니오”의 응답은 0의 WTP와 두 번째 제시금액( $A^L$ )보다 작은 양의 WTP로 구분되므로,  $I_i^{NN}$ 은 다시  $I_i^{NNY}$ 와  $I_i^{NNN}$ 로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{NNY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-아니오-예"}) \\ I_i^{NNN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오-아니오-아니오"}) \end{cases} \quad (8)$$

앞에서와 마찬가지로, WTP의 누적분포함수를  $G_C(\cdot; \theta)$ 라고 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 (9)와 같이 정의된다.

$$G_C(A; \theta) = \begin{cases} [1 + \exp(a - bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1 + \exp(a)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \quad (9)$$

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

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \ln \left\{ \begin{aligned} & I_i^{YY} [1 - G_C(A_i^H; \theta)] \\ & + I_i^{YN} [G_C(A_i^H; \theta) - G_C(A_i; \theta)] \\ & + I_i^{NY} [G_C(A_i; \theta) - G_C(A_i^L; \theta)] \\ & + I_i^{NNY} [G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NNN} G_C(0; \theta) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

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

$$\overline{WTP} = (1/b) \ln[1 + \exp(a)] \quad (11)$$

## 4. 분석결과

### 4.1 이중경계 스파이크 모형을 이용한 환경가치 평가

식 (10)을 이용하여 식 (11)의 모수를 추정한 결과는 Table 1에 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.



## 금강하구의 환경가치 평가

$$W = \hat{\delta}' [\hat{V}(\hat{\delta})]^{-1} \hat{\delta} \quad (12)$$

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

Wald 통계량을 이용할 경우 추정된 모든 계수가 0이라는, 즉 추정된 결과가 무의미하다는 귀무가설을 유의수준 1%에서 기각할 수 있다. 또한 제시금액에 대한 추정계수가 음수인 것은 제시금액이 높아질수록 “예”라고 응답할 확률이 낮아짐을 시사한다. 이것은 설문조사가 제대로 수행되었음을 의미한다. 전국조사 및 금강 하구역 조사 모두 상수항은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다.

Table 1. Estimation results of the spike model

Variables	Off-site	On-site
Spike	0.567 (28.31) <sup>#</sup>	0.668 (28.57) <sup>#</sup>
Number of respondents	600	400
log-likelihood	-743.70	-421.36
Wald-statistic:	253.19	179.49
(p-value)	(0.000)	(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. # denotes the statistical significance at the 1% level.

한편 스파이크는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하며 하구 인근지역에서는 0.668, 13개 광역지자체 지역에서는 0.567로 추정되었다. 응답자가 실제로 영의 WTP를 밝힌 비중은 각각 56.8% 및 67.0%로 스파이크의 값은 영의 WTP를 밝힌 표본 비율과 대략 유사함을 알 수 있다. 따라서 스파이크도 적절하게 추정되었다.

스파이크 모형의 추정결과와 식 (11)을 이용하여 구한 평균값 WTP의 추정결과는 Table 2에 제시되어 있다. 금강 하구에서의 평균값 WTP는 연간 가구당 1,497원으로 전국에서의 평균값 WTP인 연간 가구당 4,343원보다 낮게 추정되었다. 이렇게 두 지역 간의 WTP 차이는 어느 정도 있는 편이며, 인접지역(on-site)과 떨어져 있는 지역(off-site)과의 차이를 생생하게 보여주고 있다.

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.

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 R회 반복한다. 이렇게 발생된 R개의 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. Table 2의 하단부에 제시된 95% 신뢰구간 및 99% 신뢰구간의 계산결과를 보면 99% 신뢰구간의 폭보다 95% 신뢰구간의 폭이 더 좁음을 알 수 있다.

Table 2. WTP estimates from the spike model

Mean WTP	Off-site	On-site
Estimates (won/household/year)		
- Standard errors	4,343	1,497
- t-value	353	177
- 95% confidence interval	12.30 <sup>#</sup>	8.46 <sup>#</sup>
- 99% confidence interval	3,700 - 5,093	1,198 - 1,913
	3,529 - 5,397	1,105 - 2,091

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. # denotes the statistical significance at the 1% level.

### 4.2 MAUT을 이용한 속성별 환경가치 추정

MAUT를 이용하여 금강 하구에 대한 WTP를 분해한 결과는 Table 3에 제시되어 있다.

4가지 세부적인 환경기능에 대한 WTP의 수준을 살펴보면, 전국(off-site)의 경우 [동식물 산란지 및 서식지 기능 > 오염정화기능 > 여가 및 심미적 기능 > 교육/과학/연구 기능]의 순서를 보여주고 있으며, 금강 하구역(on-site)의 경우 [동식물 산란지 및 서식지 기능 > 오염정화기능 > 교육/과학/연구 기능 > 여가 및 심미적 기능]의 순서를 보여주고 있다.

응답 결과는 여가 및 심미적 기능과 교육/과학/연구기능의 경우 순서가 뒤바뀌었는데, 이는 금강하구 인근 주민들이 상대적으로 가까이에 있는 금강하구에서의 여가 및 심미적 기능보다는 교육/과학/연구 기능에 더 가치를 둔 반면, 전국의 주민들은 하구를 방문하여 제공받을 수 있는 여가 및 심미적인 기능의 가치를 더 중시한 것으로 보여진다.

Table 3. WTP estimation results using MAUT/CVM

Functions	Off-site (won/household/ year)	On-site (won/household/ year)
Fauna and flora habitat	1,233	445
Decontamination	1,160	439
Leisure and aesthetic	1,031	304
Education and research	919	309
Total	4,343	1,497

4.3 결과의 비교 및 환경가치의 확장

1) 선행 연구와의 비교

앞서 제시한 금강 하구의 경제적 환경가치를 종합화하여 타 연구사례와 서로 비교해 보고자 한다. Table 4는 한강 하구, 낙동강 하구, 섬진강 하구, 영산강 하구에 대한 선행연구 결과와 본 연구결과를 비교하고 있다<sup>4)</sup>. 한강 하구에 대한 추정결과는 Kwak et al.(2006)에 제시된 값으로 컨조인트 분석법을 이용하여 추정되었다. 추정 시점이 2004년 2월이므로 이 값을 소비자 물가지수에 근거하여 2011년 9월 기준으로 재산정하였다. 낙동강 하구 및 섬진강 하구에 대한 연구사례는 각각 Yoo(2007a) 및 Yoo(2007b)에 근거하고 있는데, 2006년 9월 기준으로 도출된 값이므로 소비자 물가지수를 이용하여 2011년 9월 기준으로 재산정하였다. 모든 연구사례는 WTP를 진술선택기법에 근거하여 도출하였고, 동일 시점으로 재산정되었으므로 수평적인 비교가 가능하다. 영산강 하구에 대한 연구사례는 MLTM(2009)에 근거하고 있으며, 2008년 12월 기준으로 추정되었기에 2011년 9월 기준으로 재산정하였다.

하구별 세부적인 환경가치 속성이 다르긴 하지만, 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 각 하구별로 환경가치 추정결과가 크게 상이하다. 이는 각 하구가 가지는 특성과 기능 및 가치를 보전·관리하기 위한 정책, 주민의 인식이 다르기 때문이다. 둘째, 하구에 독이 없는 한강 하구 및 섬진강 하구의 환경가치가 하구에 독이 있는 낙동강, 영산강, 금강 하구의 환경가치보다 크다는 점이다. 따라서 하구독의 존재는 하구의 환경가치를 유의하게 감소시킨다고 볼 수 있다. 셋째, 인근지역(on-site)에 대한 추정결과와 대도시 지역(off-site)에 대한 추정결과가 크게 상이하다는 것이다. 따라서

4) 섬진강 하구, 낙동강 하구, 금강하구의 WTP는 각각 on-site인 인접지역의 응답들보다 off-site인 전국의 타지역 응답자들이 하구의 가치를 더 높게 평가하고 있다. 이러한 결과는 전국의 주민들이 지역주민에 비해 보전 및 관리에 대한 지지가 더 많은 반면 하구 인접지역 주민들은 개발에 대해 더 많이 지지하기 때문인 것으로 보여진다. 특히 금강하구역과 전국의 WTP는 약 3배의 차이를 보이고 있다는 점은 매우 흥미로운 점이다.

하구의 환경가치를 보다 정확하게 추정하기 위해서는 하구 인근지역 뿐만 아니라 대도시 지역, 즉 두 지역을 골고루 조사대상 지역으로 선정해야 한다.

Table 4. Household WTP estimates for estuaries

Functions (unit: won/household/ year)	Han-river estuary <sup>1)</sup>		Seomjin-river estuary <sup>2)</sup>		Nakdong-river estuary <sup>2)</sup>		Young-san river estuary <sup>3)</sup>		Seomjin-river estuary <sup>4)</sup>		Geum-river estuary	
	metropolitan area	On -site	Off -site	On -site	Off -site	On -site	Off -site	On -site	Off -site	On -site	Off -site	
Fauna and flora habitat							1,264	457	845	989	445	1,233
Nursery of fishes	1,100	1,743	663	761	1,086							
Habitat of birds and wildlife	3,270	1,677	562	732	1,153							
Decontamination	492	1,889	581	841	1,155	1,268	460	795	957	439	1,160	
Leisure and aesthetic	2,009	1,522	429	581	832	1,089	365	688	648	304	1,031	
Education and research						963	364	595	644	309	919	
Totals	6,871	6,831	2,235	2,916	4,225	4,584	1,646	2,924	3,238	1,497	4,343	

Notes: All the values are derived on the basis of September 2011

- 1) Kwak et al.(2006).
- 2) Yoo(2007a) and Yoo(2007b).
- 3) Yoo and Lee(2011).
- 4) MLTM(2010).

2) 환경가치의 확장

CVM 연구를 수행하는 중요한 목적 중에 하나는 표본정보를 이용하여 모집단 전체의 편익을 추정하는 것이며, 본 연구의 목적도 이와 같다. 즉 금강 하구역을 제외한 전국 600 가구, 금강 하구역 400 가구라는 표본에 대해 도출된 정보를 활용하여 조사대상 지역 모집단 전체 또는 우리나라 전체로 확장하는 작업이 마지막 단계에서 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 전문조사기관인 5대 권역 조사업체에 의뢰하여 과학적인 표본추출 및 조사를 하고자 하였다. 이들 업체는 공공투자사업에 대한 예비타당성조사를 전담하고 있는 한국개발연구원에서 수행하고 있는 CVM 조사의 실사를 담당하고 있다. 아울러 설문 대상자도 가구 내에서 책임있는 의사결정을 할 수 있는 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 세대주의 배우자만으로 한정하였다. 표본도 금강 하구역을 제외한 전국과 금강 하구역 지역으로 구분하여 조사를 수행하였다. 따라서 조사대상 지역 전체 가구의 의견을 잘 반영하고 있으며, 가상시장을 이용했다 하더라도 책임있는 정보를 도출했다고 볼 수

## 금강하구의 환경가치 평가

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 회수되어 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 2010년 기준 통계청 인구총조사 자료를 이용할 수 있다. Table 5는 표본에 대해 추정된 금강 하구의 환경가치를 모집단으로 확장하는 과정 및 결과를 요약하고 있다. 금강 하구역에서는 연간 약 21.3억원의 환경가치를 창출하고 있으며, 금강 하구역을 제외한 전국에서 연간 약 701.5억원의 환경가치를 창출하는 것으로 나타났다. 두 지역을 합칠 경우 연간 약 722.8억원에 해당한다.

Table 4에서 살펴본 표를 확장하여 2011년 9월 기준으로 여러 하구의 경제적 환경가치를 서로 비교해 본 결과는 Table 6에 제시되어 있다<sup>5)</sup>. 한강 하구의 환경가치가 연간 960.5억원으로 가장 크며 영산강 하구의 환경가치가 335.2억원으로 가장 작다. 금강 하구는 한강 하구에 이어 2번째로 큰 값을 보이고 있다.

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

Area	WTP per household (won/year)	Number of household in 2010 <sup>1)</sup>		Annual value (million won)
On-site	1,497	Jeollabuk-do	758,552	2,129
		Chungcheongnam-do	663,695	
		Total	1,422,247	
Off-site	4,343	Off-site	16,151,820	70,147
Totals			17,574,067	72,276

Note: 1) Data was compiled on Statistics KOREA

5) 하구별 관리현황은 한강의 경우, 타 하구역에 비해 잘 보전되어 왔고, 보호가치가 높은 생물종의 수가 많으므로 다양한 보호구역이 지정되어 있다. 이에 비해 영산강과 섬진강은 개발위주의 정책으로 이미 많이 훼손되었고 지정되어 있는 보호구역의 수도 많지 않다. 하지만 섬진강의 경우 각종 개발 및 보전을 목적으로 하는 계획도 많아지고 있다. 또한 낙동강은 각종 보호구역이 지정되어 개발위주의 계획으로부터 하구환경이 보전되고 있는 편이다. 금강은 일부지역이 습지보호지역으로 지정되어 관리되고 있으며, 하구 관리체계 마련을 위해 이해당사자간의 의견을 조정 중에 있다.

Table 6. Comparison with other studies' WTP estimation results

Estuaries	Annual benefit (billion won)	Indicators <sup>5)</sup>		
		Estuarine area(km <sup>2</sup> )	Total number of species	Number of special species
Han-river <sup>1)</sup>	96.05	2,557	1,591	46
Seomjin-river <sup>2)</sup>	37.48	921	358	82
Seomjin-river <sup>3)</sup>	56.03			
Nakdong-river <sup>2)</sup>	66.47	964	1,097	73
Young-san river <sup>4)</sup>	33.52	1,183	777	11
Geum-river	72.28	1,454	939	35

Notes: All the values are derived on the basis of September 2011

1) Kwak et al.(2006).

2) Yoo(2007a) and Yoo(2007b).

3) MLTM(2010).

4) Yoo and Lee(2011).

5) KEI(2004)

한국환경정책·평가연구원(KEI, 2004)에서는 활용가능한 인구, 면적, 전체 종수 등의 지표를 상관 분석한 결과 하구의 면적에 대하여 전체 종수는 높은 상관성을 보이는 것으로 나타났다. 즉, 하구역의 면적이 증가함에 따라 유역 내에 서식 및 분포하는 생물종수가 비례적으로 증가함을 의미하는 것이다. 또한, 각 하구역에 나타난 특정종<sup>6)</sup>이 전체 종수에서 차지하는 상대적인 비율은 실질적으로 하구역의 서식지 보전 현황을 나타낼 수 있다. Table 6에서는 섬진강 하구를 제외한 타 하구들은 비율이 10% 이하로 나타났으며, 이 중 영산강하구는 1.2%로 가장 낮았다.

## 5. 결론

본 연구는 금강 하구 관리에 대한 합리적 결론을 도출하기 위하여 하구의 환경가치를 추정하였다. 본 연구는 금강 하구의 환경가치를 화폐적 수준으로 평가하기 위하여 CVM을 활용하였으며, 동식물 산란지 및 서식지 기능, 오염정화 기능, 여가 및 심미적 기능, 교육/과학/연구 기능 등 하구의 세부 기능별 가치를 평가하기 위하여 MAUT에 근거한 CVM을 적용하였다. 또한 하구 인근 지역만 대상으로 하거나 하구에서 떨어진 지역만 대상으로 해서는 결과의 일반화가 보장될 수 없으므로 하구 인근 지역과 인근 지역을 제외한 전국으로 표본을 분리하여 설문조사를 시행하였다.

분석결과 금강 하구의 경제적 환경가치는 전국적으로 연간 약 722.8억원이었다. 금강 하구에 가치를 두고 있는 많은 응답자들은 실제 하구를 방문해 본 경험이 없는 경우가 많았다. 그럼에도 불구하고 하구에 가치를 부여한 것은 사용

6) 특정종은 법적보호종, 국제적 주요 생물종, 희귀종 및 생태적 중요종 등을 포함하고 있다.

가치보다는 비사용가치의 측면을 강조한 결과로 보인다. 하구를 직접적으로 이용하지 않는다 하더라도 하구의 존재 자체나 미래 세대를 위한 보존 등을 고려한 비사용가치의 측면에서 하구의 보존 및 관리는 사람들에게 매우 중요하게 인식되고 있음을 알 수 있다.

이러한 정량적인 분석 결과는 다음과 같은 측면에서 활용이 가능하다. 먼저 본 연구결과는 하구관리사업이 사회적으로 바람직한지 여부를 판단하는 경제성 분석에서 중요한 정보로 활용될 수 있다. 지금까지 하구관리란 개념이 취약하여 하구와 관련된 개발사업 등에서 하구의 환경가치에 대한 고려가 크게 미흡했음을 감안할 때, 연구결과는 보다 엄밀한 경제성 분석을 위한 투입요소가 될 수 있다. 아울러 하구 관리의 여러 가치 요소 중에서 어느 요소가 중요한지를 식별하는 데 사용됨으로써 하구관리 정책의 중심을 어디에 두어야 할지에 대한 정보도 얻을 수 있다.

또한 금강 하구 인근 지역의 주민들이 원하는 하구의 모습에 대해 판단할 수 있는 기초 자료를 제공함으로써 지역 주민과 상생할 수 있는 하구의 역할을 정립하는 데 기여할 수 있다. 한편 하구관리 정책을 위한 적정 투자수준 결정과 관련하여 중요한 참고자료를 제공함으로써 하구관리 정책의 장기적 비전 정립의 기반 마련과 하구관리 정책의 방향과 틀 마련에 기여한다. 마지막으로 향후 하구의 환경가치 추정을 재시도하거나 다른 하구에 대한 환경가치 평가작업에 대비하여, 후속 연구를 위한 방법론적 지침을 제시하고 연구결과의 시사점을 극대화 하면서 하구관리의 필요성에 대한 대국민 홍보자료로 활용이 가능하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 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, Vol. 58, No. 10, pp. 4601-4614.
- [2] Gregory, R., S. Lichtenstein and P. Slovic(1993), Valuing Environmental Resources: A Constructive Approach, Journal of Risk and Uncertainty, Vol. 7, pp. 177-197.
- [3] Hanemann, W. M.(1984), Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 66, No. 3, pp. 332-341.
- [4] Hanemann, W. M., J. Loomis and B. Kaninnen(1991), Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 73, No. 4, pp. 1255-1263.
- [5] Johnson, E. J., R. M. Meyer and S. Ghose(1989), When Choice Models Fail: Compensatory Representations in Negatively Correlated Environments, Journal of Marketing Research, Vol. 26, pp. 255-270.
- [6] KDI(2008), Korea Development Institute, A Study on General Guidelines for Pre-feasibility Study (5th Edition), pp. 303-312.
- [7] KEI(2004), Korea Environment Institute, Development of Sustainable Estuary Management Strategy in Korea, pp. 187-189.
- [8] Krinsky, I. and A. L. Robb(1986), On Approximating the Statistical Properties of Elasticities, Review of Economics and Statistics, Vol. 68, 1986, pp.715-719.
- [9] Kriström, B.(1997), Spike Models in Contingent Valuation, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 79, No. 3, pp. 1013-1023.
- [10] Kwak, S. J., S. H. Yoo and J. I. Chang(2006), Valuing the Han-river Estuary; using Conjoint Analysis, The Korean Economic Review, Vol. 54, No. 4, pp. 141-161.
- [11] McDaniels, T. L. and C. Roessler(1998), Multiattribute Elicitation of Wilderness Preservation Benefits: a Constructive Approach, Ecological Economics, Vol. 27, pp. 299-312.
- [12] MLTM(2009), Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, A Study of the Estuary Management System(II): Youngsan River Estuary, pp. 499-502.
- [13] MLTM(2010), Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, A Study of the Estuary Management System(III): Seomjin River Estuary, pp. 133-135.
- [14] Payne, J. W., J. R. Bettman and E. J. Johnson(1992), Behavioral Decision Research: A Constructive Processing Perspective, Annual Review of Psychology, Vol. 43, pp. 87-132.
- [15] Phelps, R. H. and J. Shanteau(1978), Livestock Judges: How Much Information Can An Expert Use?, Organizational Behavior and Human Performance, Vol. 21, pp. 209-219.
- [16] Russell, C., V. Dale, J. Lee, M. H. Jensen, M. Kane and R. Gregory(2001), Experimenting with Multi-attribute Utility Survey Methods in a Multi-dimensional Valuation Problem, Ecological Economics, Vol. 36, No. 1, pp. 87-108.
- [17] Slovic, P. and S. Lichtenstein(1971), Comparison of Bayesian and Regression Approaches to the Study of Information Processing in Judgement, Organizational Behavior and Human Performance, Vol. 6, pp. 649-744.
- [18] Yoo, S. H.(2007a), Using the Contingent Valuation Method Based on Multi-attribute Utility Theory to Measure the Environmental Value of the Nakdong-river Estuary, Ocean and Polar Research, Vol. 29, No. 1, pp.69-80.
- [19] Yoo, S. H.(2007b), Measurement of the Environmental Value

- of the Seomjin-river Estuary, Journal of Environmental Policy, Vol. 6, No. 2, pp. 1-25.
- [20] Yoo, S. H. and J. S. Lee(2011), Assessment of Economic Value of Youngsan River Estuary, Journal of Korea Water Resources Association, Vol. 44, No. 8, pp. 629-637.
- [21] 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 Studies, Vol. 38, No. 1, pp. 49-60.
- [22] 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, Applied Economics Letters, Vol. 9, No. 14, pp. 929-932.
- [23] Yoo, S. H., S. J. Kwak and T. Y. Kim(1999), Valuing Air Quality of Seoul: Contingent Valuation Method Based on Multi-attribute Utility, Environmental Economic Review, Vol. 7, No. 2, pp.243-270.
- [24] Yoo, S. H., S. J. Kwak and T. Y. Kim(2001a), Modeling Willingness to Pay Responses from Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys with Zero Observations, Applied Economics, Vol. 33, No. 4, pp. 523-529.
- [25] Yoo, S. H., T. Y. Kim and J. K. Lee(2001b), Modeling Zero Response Data from Willingness to Pay Surveys: A Semi-parametric Estimation, Economics Letters, Vol. 71, No. 2, pp. 191-196.

---

원고접수일 : 2013년 06월 20일

원고수정일 : 2013년 09월 06일

게재확정일 : 2013년 10월 25일