

바다목장사업의 보존가치추정을 위한 조건부가치측정법의 모수적 접근과 비모수적 접근의 비교분석

표 희 동[†]

[†]국립부경대학교(교수)

A Comparative Analysis of Parametric and Non-parametric Approach of Contingent Valuation Method for Estimating the Preservation Value of Marine Ranching Projects

Heedong PYO[†]

[†]Pukyong National University(professor)

Abstract

The paper estimates the preservation value(willingness-to-pay, WTP) for marine ranching project, using parametric and non-parametric approach in contingent valuation method(CVM). For parametric approach, logit models are employed in double-bounded dichotomous choice format of CVM. For non-parametric approach, linear interpolation method is used, developed by Boman et al.(1999). There are several significant advantages of non-parametric approach, compared to parametric methods. That is, no probability distribution assumption is necessary so that there are no needs to assume or test goodness of fit, model specification and heteroscedasticity statistically. For the reliability and the validity of contingent valuation method, a survey was conducted for 512 respondents sampled by stratified random sampling method, by online panel method. The result of median WTP was estimated to be 4,780 won to 4,827 won per year per household in parametric approach, while median WTP being 3,261 won in non-parametric approach. Provided that our sample is broadly representative of the Korean population, an estimate of the annual aggregated preservation value in Korea is approximately 26.8 billion won to 183 billion won.

Key words : Marine ranching projects, Preservation value, Parametric approach, Non-parametric approach, Contingent valuation method

I. 서론

정부는 연안 수산자원조성을 통하여 어업소득을 증대시키고자 바다목장을 조성하고 있다. 바다목장사업은 수산생물 보호육성장, 수산자원 지속생산거점, 수산체험관광 기반마련, 이용관리체계구축 등과 같은 기능을 위해 인공어초 등의 기

반시설을 설치하고 수산종묘 방류 등을 통해 수산자원을 조성한 후 체계적으로 관리하여 수산자원이 지속적으로 이용되도록 하는 것이다.

하지만 바다목장은 어업소득증대와 같은 직접 편익뿐만 아니라 시장의 가격기구를 통하여 그 가치를 측정할 수 없는 해양생태계 서비스 가치와 같은 비시장재적 특성을 포함하고 있다. 이

[†] Corresponding author : 051-629-5959, pyoh@pknu.ac.kr/orcid.org/0000-0003-4996-2801

* 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2023년)에 의해 연구되었음.

와 같은 환경자연자원을 직간접적으로 활용하지 않음에도 이들의 보존을 위해 소득의 일부를 기꺼이 지불할 의사(willingness-to-pay, WTP)가 있는 가치를 비사용가치(Green and Tunstall, 1991) 또는 존재가치(Krutilla, 1967), 보존가치(Sutherland and Walsh, 1985) 등 다양한 용어로 표현되고 최근에는 이와 같은 가치를 주요 사업의 경제성분석에서 편익이나 비용을 평가하는 데 포함하고, 환경경제학에서 이러한 가치는 사회적 후생변화를 추정하는 것으로 조건부가치측정법(contingent valuation method, CVM)을 많이 이용하고 있다.

한국수산자원관리공단은 2011년 발족 이후 울진, 속초, 영덕, 기장, 거제, 여수 등 시범바다목장을 중심으로 경제성평가를 수행하였는데, 바다목장의 경제적 효과분석을 위한 가이드라인을 체계화하고 정부 재정지출의 경제적 타당성 여부를 결정하는 보다 과학적이고 객관적 가치평가 기법을 도입하여 바다목장의 경제적 평가를 과학화할 필요가 있다. 이에 따라 보다 객관적인 연구방법론을 도입하여 사업시행자와 평가자의 주관적 가치판단을 극소화하는 객관적 가치평가기법 및 연구수행방안의 도출이 필요하고, 유형적 편익과 함께 보존가치와 같은 무형적 편익의 규모와 경제적 편익에 포함하는 경제적 뒷받침을 마련할 필요가 있다. 이 논문에서는 CVM의 모수적 추정법과 비모수적 추정법을 적용하여 바다목장의 보존가치를 추정하고 비교분석함으로써 확대된 비용편익분석에 무형적 편익의 불확실성과 규모에 대한 보수적 접근방법에 대한 다양한 분석방법을 제공하고, 채택의 판단기준으로 활용하는 데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 모수적 방법에 의한 조건부가치측정법

CVM은 시장에서 거래되지 않는 재화나 서비스에 대한 가상시장을 설정하여 WTP나 WTA

(willingness-to-accept)를 직접 측정하는 방법으로 이에 대한 추정은 전적으로 설문조사에 의존하여 작성방법에 따라 분석결과가 민감한 영향을 받으므로 설문조사의 신뢰성과 타당성을 확보할 수 있는 설문지 설계가 매우 중요하다.

가상적 시장에 대한 시나리오 작성(비시장자원의 정의)을 위해 관심집단(focus group)과 접촉하여 조사방법이 응답자들에 의해 이해되고 응답이 연구자들의 이해와 일관성이 있는지에 대해 사전 확인하는 것이 필요하고, 평가될 제품의 수준과 제품을 명확하게 반영하여야 한다. 또한 지불수단은 현실적이고 가치중립적이며, 제품의 개인가치를 표현하기 때문에 일반적으로 추가적 세금을 부과하는 것으로 하고 있다. 지불의사액 유도방법은 일반적으로 양자택일접근법이 활용되고 있는데 자원의 감소 예방 혹은 보존을 위한 구체적인 금액의 지불의사를 질문함으로써 이미 정의된 가치범위 내에서 해당 금액은 개인별로 변동되고, 진술된 금액의 확률함수 평균과 중심값 등으로 최대 WTP를 추정하며 전략적 행위를 줄일 수 있는 장점이 있다. 마지막으로 분석결과에 대한 집계(aggregation)를 위해 추정된 평균 WTP를 전 영향집단으로 확대할 경우 영향집단에 포함될 응답자를 선정하는 것과 확대하는 방법을 선택한다. 먼저 WTP를 추정하기 위해선 일관성과 합리성에 기초하여 표본결과를 검토하고, 감정적인 응답을 반영하는 저항입찰, 진실한 WTP보다 높거나 낮게 판단된 입찰인 outliers를 처리할 정책과 식별력이 필요하다. 대칭적 분포를 갖고 있지 않은 경우, 중심값과 평균의 차이를 줄이기 위해 절삭(cutoff or truncate)의 규칙을 이용하여 극한치를 삭감하는 방법을 사용하기도 하고, 추정된 WTP를 전 영향집단으로 확대하기 위해선, 영향집단의 크기와 친숙도, 편익의 잠재 존재여부, 제품과 응답자간의 물리적 거리 등을 고려해야 한다.

양자택일형 설문지 자료를 통해 지불의사액의 대표값을 분석하는 모형은 Hanemann(1984)이 제

안한 효용격차모형(utility difference model)과 Cameron and James(1987)이 제안한 지출함수의 차이로 설명되는 변동함수(variation function)가 있다. McConnell(1990)은 이 두 방식이 쌍대(duality) 관계에 있어 연구자의 의도에 따라 어떤 방식이든 사용할 수 있다. 이 연구에서는 효용격차모형을 이용하여 지불의사액을 추정하고, 제시된 금액에 대해 지불의사 여부에 대해 응답을 모형화하고, 최우추정법을 통해 관련된 모수들을 추정한다. 다음 단계로 분포의 성격과 평균값 또는 중앙값의 정의를 이용하여 지불의사액의 평균값 또는 중앙값을 계산한다. 지불의사 유도방법인 이중경계양자택일형(double bounded dichotomous choice, DBDC) CV는 설문자가 제시한 일정 금액에 대해 응답자가 수락하거나 거절하는 방식으로 응답자가 대답하기 용이하기에 응답률이 높고, 출발점 편이나 설문조사원 편이에 의한 영향이 적으며, 비합리적 지불의사가 발생할 가능성이 낮고, 응답자의 전략적 행위를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 추정에 있어서의 통계적 효율성(statistical efficiency)을 증진시킬 수 있다.

이 연구의 분석모형으로 사용된 Hanemann et al.(1991)의 DBDC-CV는 응답자에게 연안 바다목장의 환경개선에 대한 제시된 금액을 수용할 것인지 아니면 거절할 것인지를 묻는다. 각각의 응답자들은 두 개의 금액을 제시받게 되고 따라서 4개의 결과가 나올 수 있다. 즉 ①두 개의 응답이 모두 YES인 경우(YES-YES), ②두 개의 응답이 모두 NO인 경우(NO-NO), ③YES 이후에 NO가 뒤따르는 경우(YES-NO), ④NO 이후에 YES가 뒤따르는 경우(NO-YES)를 생각할 수 있으며 각각의 경우를 나타내는 기호는 다음 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned} I_i^{YY} &= \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "Yes - Yes"}) \\ I_i^{YN} &= \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "Yes - No"}) \\ I_i^{NY} &= \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "No - Yes"}) \\ I_i^{NN} &= \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "No - No"}) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

위 식(1)에서 $1(\cdot)$ 는 만약 응답자의 주장이 참이라면 '1'이고 그렇지 않으면 '0'을 나타내는 지표함수(indicator function)이다. 효용극대화를 추구하는 응답자 N명의 표본을 가정할 경우 i번째 응답자가 최초 제시금액(A_i)에 'Yes'라고 응답할 때 A_i^u 는 두 번째 제시금액으로서 A_i 보다 더 높은 금액이고, i번째 응답자가 최초 제시금액(A_i)에 'No'라고 응답할 때 A_i^d 는 A_i 보다 낮은 두 번째 제시금액이다. 이것의 로그우도(log-likelihood)함수는 다음 식(2)과 같다.

$$\begin{aligned} \ln L = \sum_{i=1}^N \{ & I_i^{YY} \ln[1 - G_C(A_i^u)] \\ & + I_i^{YN} \ln[G_C(A_i^u) - G_C(A_i)] \\ & + I_i^{NY} \ln[G_C(A_i) - G_C(A_i^d)] \dots \dots \dots (2) \\ & + I_i^{NN} \ln G_C(A_i^d) \} \end{aligned}$$

$F_\eta(\cdot)$ 를 로지스틱 누적분포함수로 만들어 $dV = \alpha - \beta A$ 와 결합하면 아래 식(3)을 얻을 수 있다:

$$G_C(A) = [1 + \exp(\alpha - \beta A)]^{-1} \dots \dots \dots (3)$$

이 식으로부터 WTP의 전체평균(overall mean) 또는 중앙값과 절단된 평균(truncated mean)을 다음 식(4), (5)과 같이 각각 도출할 수 있다.

$$WTP(\text{overall mean}) = WTP(\text{median}) = \alpha / \beta \dots \dots (4)$$

$$WTP_{tm} = (1/\beta) \ln[1 + \exp(\alpha)] \dots \dots \dots (5)$$

2. 비모수적 방법에 의한 조건부가치측정법

비모수적 접근방법은 지불의사액의 누적확률분포함수의 형태를 가정하지 않고 대신에 구간선형함수(piecewise linear function)에 의해 추정한다. 이와 같은 비모수적 접근방법은 주어진 제시가격의 지불의사비율에 대해 특정 분포의 가정 없이 지불의사액을 도출하는 방법으로 Kriström(1990)

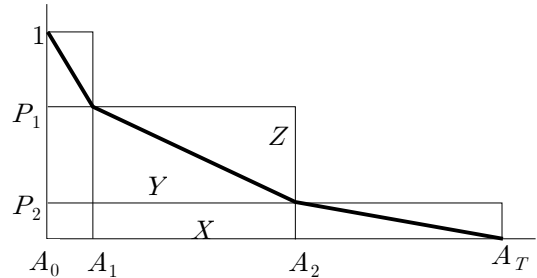
이 처음으로 비시장재화의 가치평가에 도입했으며, Duffield and Patterson(1991)과 Boman et al.(1999)에 의해 보다 발전된 비모수적 추정법이 개발되었다. 비모수추정법은 모수추정법에서 가정되는 모형분포의 적합도, 모형설정, 이분산 등의 가정과 검정이 필요 없을 뿐 아니라 비교적 추정이 용이한 장점을 갖고 있다.

추정방법은 주어진 제시금액에서 응답자가 그에 대응하는 “YES” 응답확률을 산출한 후 이를 근거로 한 분포무관최우추정함수(distribution free maximum likelihood function)를 이용하고, 그에 따라 최대지불의사확률을 0~T사이에서 대안적으로 적분하여 지불의사액을 산출할 수 있다. 여기에서 T는 선형보간법(linear interpolation)에 의해 추정된 제시가격의 최대치를 의미한다. 비모수추정법은 모수추정법보다 낮은 편익 추정치를 도출하는 경향이 있는데 이는 부(negative)의 지불의사가능성을 원천적으로 불허하기 때문이다.

일반적인 응답자의 경우 제시금액이 클수록 낮은 수락확률이 관찰되어야 하며 이는 경제학의 기본가정을 충족하지만 그렇지 못하다면 이들 관측점 간의 확률을 선형보간법을 근거로 분포순서가 단조적(monotonic)일 때까지 보정해야 한다. Kriström(1990)이 제안한 선형보간법을 사용하여 응답확률을 보정하는 방법은 아래의 식(6)과 같다.

$$(k_i + k_{i-1}) / (n_i + n_{i-1}) \dots\dots\dots (6)$$

여기서, n_i 는 각 제시금액(A_i)에 대한 총 응답자 수이며, k_i 는 제시금액별 지불의사가 있는 응답자의 수이다. 이렇게 하여 [Fig. 1]와 같이 얻어진 보정된 확률분포의 아래 면적을 계산함으로써 편익의 크기를 측정할 수 있다. 이는 Ayer et al.(1995)가 증명하고 Kriström(1990)이 CVM연구에 최초로 활용한 소위 PAV(pooled adjacent violators) 알고리즘을 이용하여 해당구간을 합쳐 마치 하나의 구간으로 취급하여 계산하는 것이다.



[Fig. 1] Survival function for non-parametric approach Source: Kriström(1990)

가로축은 제시액으로서 최저제시액(A_1), 최고 제시액(A_2), 그리고 합리적 지불의사의 상한(A^T)이고, 세로축은 각 제시액의 수락확률로서 최대 1이라고 할 경우 평균 지불의사는 가로축의 (A_0, A_1), (A_1, A_2), (A_2, A_T) 구간의 생존곡선 면적들을 합하여 산출한다. 생존곡선 면적의 도출에 있어서 동일 구간에 대해 보수적 추정치, 중간적 추정치, 낙관적 추정치를 도출할 수 있고 (Hanemann et. al., 1991), 비모수적 접근에 의한 평균 WTP는 식(7)과 같이 단순히 0부터 T에 이르는 구간선형함수의 아래 면적을 계산함으로써 도출할 수 있다. 한편, WTP의 하한추정치는 식(8), WTP의 상한추정치는 식(9)와 같다(Boman et al., 1999).

$$WTP_{mean} = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(A_i - A_{i-1}) \times p_i}{2} + \frac{(A_i - A_{i-1})}{2} \times (p_{i-1} - p_i) \right] \dots (7)$$

$$WTP_L = \sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - A_i) p_{i+1} \dots\dots\dots (8)$$

$$WTP_U = \sum_{i=0}^{k-1} (A_{i+1} - A_i) p_i \dots\dots\dots (9)$$

여기서, A_0 은 제시금액이 ‘0’인 경우이고, 이때의 수락확률(p_0)은 1이라고 할 수 있다. 한편 WTP의 중앙값은 수락확률이 0.5일 때의 제시금액이다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 조건부가치측정법의 운용절차

가상적인 정책이나 프로그램, 응답자가 직면할 선택상황에 대한 시나리오가 포함된 대상재화의 가상시장을 구축해야 하는데, 설문지는 다음과 같은 내용을 포함한다.

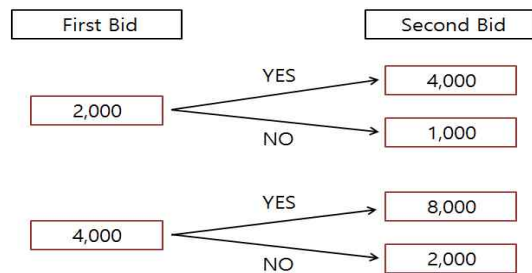
보기카드를 이용하여 정부는 「연안 수산자원 및 어업소득 감소 대응」, 「전문기술을 활용한 효율적 사업추진 체계 구축」, 「수산자원의 지속이용을 위한 체계적 관리시스템 마련」, 「수산자원 조성사업의 확대 및 고도화를 통한 선진 수산강국 실현」을 목적으로 1998년부터 『바다목장조성사업』을 수행해 오고 있으며, 2011년에는 바다목장 조성사업의 본격 추진을 위해 한국수산자원관리공단을 설립하여 운영 중이고, 바다목장의 기능은 「수산생물 보호·육성장」, 「수산자원 지속생산거점」, 「수산체험관광 기반마련」, 「이용관리 체계 구축」 등을 설명하였다. 또한, 정부는 최근 전국 25개소에 바다목장 조성사업을 수행하였고, 1개소의 건설에 평균적으로 50억원씩 총 1,250억원의 예산이 소요되었고, 바다목장의 가치추정 및 이를 통한 올바른 경제성 평가를 위해서는 바다목장 기능의 완벽한 이해 및 이를 바탕으로 하는 과학적 편익 산출법의 도출이 필요함을 설명하였다.

평가대상의 설명과 응답자가 처한 가상적 상황에 대한 설명, 평가대상에 대한 지불의사를 유도하는 질문, 지불수단으로 보수적 추정을 하도록 추가적 세금임을 명시하고, 마지막으로 응답자의 사회경제적 특징과 평가대상에 관한 선호 및 이용여부 등에 관한 질문을 포함하였다.

통계처리를 위한 설문지로 응답자의 성별, 나이, 거주지역, 직업, 가구주여부, 교육수준 등 사회경제적 특징과 월 가구 평균소득과 개인의 월 평균소득을 구별하여 질문한다.

DBDC-CV는 하나의 제시금액에 대해 수락여부

를 결정한 후 그 결정에 따라 추가적으로 제시된 또 하나의 금액에 대해 수락여부를 결정하는 방식으로 매년 지불할 의사 여부를 물어본 후에 “예”라고 응답한 응답자에게는 초기금액의 2배에 해당하는 금액을, “아니오”라고 응답한 사람에게는 초기 제시금액의 1/2에 해당하는 금액을 낼 의사를 질문한다. 초기 제시금액과 1/2에 해당하는 금액 모두 “아니오”라고 응답한 응답자에게는 지불의사가 있을 시 그 금액을 직접 기입하게 하고, 지불의사가 전혀 없는 경우에는 다른 문항에서 질문하여 그 이유를 응답하도록 유도한다. 1차 제시금액의 범위는 2,000원에서부터 12,000원까지이며 이 범위 내에서 2,000원 단위로 6가지 제시금액을 설정하였다.



[Fig. 2] An example of bids for DBDC question.

2. 설문조사 결과분석

설문조사는 대상재화의 선정, 시나리오의 작성, 지불수단 및 지불의사 유도방법의 선택, 제시금액의 결정 등의 판단을 함에 있어서 충분한 사전 조사와 수정작업의 과정을 거친 후 최선의 선택을 해야 한다. 이 연구에선 (주)리서치 앤 리서치 업체에 의뢰하여 온라인 조사방식을 사용해 512명을 대상으로 설문조사를 진행하였다. (주)리서치 앤 리서치는 20만여명의 패널을 확보하고 있어 이를 활용하여 효율적인 온라인 설문조사를 실시할 수 있고, 조사자가 가상적 상황에 대해서 정확하게 숙지한 후 응답자에게 정확한 WTP를 응답할 수 있도록 유도하였다.

이와 같은 설문조사 결과 응답자들의 지역적

분포는 서울이 33%로 가장 높았으며 수도권 비중이 56%로 절반 이상을 차지한다. 이는 수도권 인구가 우리나라 인구의 절반이상을 차지하고 있어서 계층별(stratified) 표본추출이 반영되었고, 보존가치가 비이용자들의 이타적 가치, 존재가치 및 유산가치를 측정하는 점에서 바다목장에 대한 비이용자라고 할 수 있는 응답자들의 비중을 충분히 반영한 점에서 바람직한 분포라고 할 수 있다. 설문대상 512명 중 남성은 56%로 절반 이상을 차지하였다. 응답자의 연령별 분포는 만 50~65세가 34%로 가장 높게 나타났으며, 만 40~49세가 24%로 두 번째로 높게 나타나 40대 이상의 응답자 비중은 58%로 측정되고 만 20세~29세는 20%로 가장 낮은 비중을 차지한다. 설문 응답자 중 세대주는 279명으로 55%였으며, 세대주의 배우자가 116명으로 조사되었고 세대원은 105명으로 20%를 차지하였다. 동거 가족 수는 4인 가구가 182명으로 가장 높게 나타났고, 3인 가구에 속하는 응답자수는 143명, 5인 가구 이상인 응답자수는 68명으로 나타나 3인 가구 이상인 응답자수는 393명으로 76%의 비중을 보인다. 결혼 여부에서 ‘기혼’이라 답한 응답자의 비중은 약 64%를 차지한다. 응답자의 직업 분포도를 살펴보면 일반 사무직에 종사하는 응답자는 196명으로 가장 높게 조사되었고, 무직/단순노무직/기차(78명), 농/임/축산/자영업(64명), 전업주부(64명), 생산/기술직(43명), 전문 관리직(37명), 판매서비스직 종사자(17명) 순으로 조사되었다. 전업주부와 농/임/축산/자영업은 64명으로 같은 수치가 조사되었으며, 판매서비스직 종사자가 가장 낮은 수치를 보였다. 교육수준 부문에서 308명의 응답자가 대학교를 선택하였고, 대학원을 선택한 응답자는 123명으로 조사되어 대학교 이상의 학력을 가진 응답자수는 431명으로 84%의 비중을 차지한다. 월 가구 소득은 상위 3구간이 평이한 수준을 보였고, 201~400만 원, 401~600만 원, 800만 원 이상이 각각 139명, 126명, 129명, 200만 원 이하 구간의 응답자수는 46명으로 8%로 조사되

었다.

바다목장 인식도 조사 결과 바다목장 조성사업에 대한 긍정적인 영향을 예상하는 응답자는 73.8%를 차지하였고, 부정적인 영향을 예상하는 응답자는 4.2%로 조사되었다. 바다목장 조성사업의 수행인지도 조사에서 “인지도가 없다”는 응답률은 약 68.2%로 나타나 이는 “있다”응답률의 2배를 상회하는 수치이다. 바다목장 조성사업의 필요성에서 대체로 그렇다는 비율이 49.1%로 가장 높게 측정되었고, 이후 “보통이다”와 “매우 그렇다”가 각각 24.9%, 14.8% 수준을 보였다. 필요성에 동의하는 응답자 비율은 67.1%였고, 반대로 동의하지 않는 응답자 비율은 7.9%로 나타났다.

42.5%의 응답자가 바다목장 조성사업의 적정 수준에 대하여 대체로 그렇다고 응답하였고, 보통이다(35.8%), 대체로 그렇지 않다(11.3%), 매우 그렇다(8.5%), 매우 그렇지 않다(1.8%)로 조사되었다. 긍정적인 응답률은 절반 이상인 51%로 나타났고, 부정적인 응답률은 13.1%로 나타났다. 바다목장 조성사업의 목적 부합성에 대하여 동의하는 응답자 비율은 52.8%로 절반 이상을 차지하고 부정적으로 응답한 응답자 비율은 12.9%로 나타났다.

<Table 1> Distribution of response to bid ranges

First bid (won)	Sample size	Number of responses				
		YY	YN	NY	NN	Yes
2,000	85	30	26	8	21	56
4,000	86	17	18	16	34	35
6,000	86	22	17	11	36	39
8,000	85	21	15	10	39	36
10,000	85	15	18	12	40	33
12,000	85	11	19	8	47	30
Totals	512	116	113	65	218	229

Note: ‘Yes’ represents the number of votes for ‘YY’ and ‘YN.’

지불의사액에 대한 응답분포는 <Table 1>과 같이 ‘YES’응답 확률은 44.7%로 나타났고, 제시된

금액의 “YES” 응답 확률은 각각 65.9%, 40.7%, 45.3%, 42.4%, 38.8%, 35.3%으로 측정되었고, 지불의사가 전혀 없는 'NN' 응답자는 총 216명으로 42%로 나타났다.

3. 보존가치(WTP)의 추정 결과분석

<Table 2>는 모수추정법을 위한 공변량이 있는 경우의 기술적 통계량으로 여러 변수들 중 통계적 유의성을 확보하고 있는 변수들의 평균과 표준편차를 나타낸다. <Table 3>은 이와 같은 변수들을 활용하여 추정한 변수의 계수와 통계적 유의성을 나타낸 것으로, 모든 변수가 10% 수준 이내에서 통계적 유의성을 나타내고, 변수 Bid(B1)의 계수가 부(-)를 나타낸 것은 제시금액이 클수록 ‘No’ 응답할 확률이 높다는 것을 의미해 이론적 타당성을 갖고 있다고 할 수 있다. <Table 4>는 이와 같은 공변량이 포함된 경우의 연간 WTP(중앙값과 평균)를 추정한 것인데, 연간 WTP(중앙값과 평균)은 각각 4,828원과 7,513원으로 모두 통계적 유의성이 매우 높다. 하지만 평균이 중앙값보다 매우 높게 추정되었는데 이는 지불의사에 대한 응답분포가 오른쪽 긴 꼬리분포(skewed to the right)와 같은 비대칭분포를 하고 있음을 의미하는 것으로 제시금액이 작을수록 높은 응답률을 나타내고, 제시금액이 클수록 낮은 응답률을 나타내고 있음을 의미한다. 이와 같은 비대칭분포자료에서는 평균추정치의 경우 분포의 조그만 변화에도 민감하게 변화하는 반면에, 중앙값은 높은 제시금액에도 많은 영향을 받지 않고 상대적으로 둔감하기 때문에 전국 규모의 가치로의 집계(aggregation)를 위해서 Mean WTP를 사용하는 것보다 Median WTP를 적용하는 것이 보다 합당하다(Kriström, 1990; Hanemann, 1984; Leon, 1996). <Table 5>는 공변량이 포함된 경우와 없는 경우의 모수적 추정법에 의한 연간 WTP를 비교한 것으로 매우 유사한 추정치를 보여 제시금액(Bid) 이외의 변수들은 WTP의 규모를 결

정하는데 크게 영향을 주지 못하는 것으로 판단할 수 있다.

<Table 2> Definitions and descriptive statistic used for covariates

Variable	Definition	Mean	Standard deviation
EDU	education level (years)	15.945	2.679
INC	monthly income taking log (10,000 won)	5.741	0.823
AGE	age of respondent (years)	41.765	10.847
H.O	1=household 2=spouse	1.423	0.494

<Table 3> Estimates with covariates

Variables	Coefficients	t-statistic	p-value
B0	1.538	1.7522	.000
Bid(B1)	-.1482	16.0070	.080
Education	-.1170	-3.7824	.000
Income	.1598	1.4578	.105
Age	.0154	1.8443	.065
H.O	-.3630	-1.9968	.046

<Table 4> Estimates for annual WTP with covariates (unit: thousand won)

Items	Estimate	t-statistic	p-value
Median WTP	4.8279	7.9840	.000
95% Confidence Interval	4.458-5.928		
Mean WTP	7.5126	18.6971	.000
95% Confidence Interval	7.728-7.759		

<Table 5> Annual WTP w/wo covariates

WTP	Without covariates	With covariates
Median WTP(won)	4,780	4,827
Mean WTP(won)	7,654	7,512

<Table 6>은 비모수적 추정을 위해 제시금액별 ‘yes(=YY+YN)’응답자 인원에 대한 원래 수락확률(original yes %) 중 제시금액 4,000원에서 10,000원의 구간까지 수락확률이 비단조적으로 나타난 것을 선형보간법으로 보정된 수락확률(interpolated probability)을 추정하였다. 이와 같이 보정된 수락확률을 식(7)~식(9)에 따라 계산한 결과 연간 WTP는 <Table 7>과 같이 나타났다. 구체적으로 중앙값은 3,261원, 보수적 평균값은 5,192원, 중간적 평균값은 9,369원, 낙관적 평균값은 13,545원으로 이들 중 중앙값이 가장 낮게 추정되었다.

<Table 6> Interpolated probabilities of ‘yes’ answers for non-parametric approach

First bid (won)	Sample size	Number of responses		Interpolated Probability (%)
		Yes YY+YN	Original Yes%	
2000	85	56	65.88	65.88
4000	86	35	40.70	40.70
6000	86	39	45.35	39.87
8000	85	36	42.35	39.04
10000	85	33	38.82	38.82
12000	85	30	35.29	35.29

<Table 7> Annual WTP for non-parametric approach

Statistic of WTP	Annual WTP
WTP_L	5,192
WTP_{mean}	9,369
WTP_{median}	3,261
WTP_U	13,545

이 연구의 분석결과 추정방법에 따라 WTP의 추정치에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 예비타당성 조사와 같이 중요 정책과정에 CVM이 적용된다면 다양한 분석방법 중 무엇을 채택할 것인가에 대한 판단기준이 필요하다. Boman et al.(1999)은 NOAA패널이 CVM 연구에 있어 보수적인 접근을 강조한 것을 근거로 평균

WTP의 하한값이 공공재화의 가치를 측정하는 적절한 추정치가 될 것이라고 지적하였다.

<Table 8> Annual WTP for parametric and non-parametric approach(unit: won)

	Parametric approach		Non-parametric approach
	without covariates	with covariates	
Median	4,780	4,827	3,261
Mean	7,654	7,512	9,369

<Table 8>에서 보는 바와 같이 모수적 추정법과 비모수적 추정법을 이용하여 추정된 중앙값과 평균을 종합적으로 비교분석하면 중앙값은 비모수적 추정이 모수적 추정법보다 더 낮게 추정되었고, 평균은 모수적 추정법이 비모수적 추정법보다 더 낮게 추정되었다. 이와 같은 현상은 전술한 바와 같이 비대칭분포자료에 따른 민감성의 영향인 것으로 판단된다. 이와 같은 CVM의 모수적 추정과 비모수적 추정의 비교분석의 선행연구는 극히 드물고, Lee and Choi(2013)는 이산화탄소 저감정책에 대한 설문조사결과를 활용하여 두 방법을 비교 분석함으로써 학술적 시사점을 제공하고자 하였다. 또한 Kriström(1990)과 Boman et al.(1999)은 비모수적 추정법의 통계적 강점을 설명하기 위해서 모수적 추정법과 비교하였다. 이 논문의 분석결과 모형에 따라서 다른 값들이 도출되었으며, 향후 CVM 연구에서는 사업의 성격에 따라 다양한 추정방법 중 합리적인 추정결과를 이용하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

마지막으로 우리나라 바다목장사업의 보존가치를 추정하기 위해 여러 범주의 WTP 중 가장 보수적인 비모수적 추정법의 중앙값 3,261원의 절반만을 실제적인 WTP로 간주한 NOAA(1994)의 조정계수(50%)와 정(+)의 응답비율(약 57.4%)을 적용하여 전국단위(전국 가구수 총 19,569,693 가구)로 집계하면 다음과 같다(<Table 9>).

<Table 9> Aggregation for annual WTP
(unit: million won)

	Without covariates	With covariates	Non-parametric
Median	4,780	4,827	3,261
Total annual preservation value	26,834.4	27,098.3	18,313.8
Annual preservation per project	1,073.4	1,083.9	732.5

- 연안 바다목장 25개소에 대한 보존가치
= 3,261원/가구/년 * 0.574 * 19,560,603가구 *
0.5 = 18,313.8백만원
- 연안 바다목장 1개소에 대한 보존가치 =
18,313.5백만 원/ 25 = 732.5백만원

IV. 결 론

이 연구는 CVM의 모수적 방법과 비모수적 방법을 이용하여 우리나라 바다목장사업의 보존가치를 추정하고, 두 방법의 결과에 대한 차이가 어떤 의미를 갖는지 비교분석하는 데 그 목적이 있다.

모수추정법을 위한 공변량이 포함된 경우의 연간 WTP(중앙값과 평균)는 각각 4,828원과 7,513원으로 모두 통계적 유의성이 매우 높다. 평균이 중앙값보다 매우 높게 추정된 특성을 보이는 것은 통계적으로 지불의사에 대한 응답분포가 오른쪽 긴 꼬리분포를 하고 있음을 의미하고, 높은 금액을 제시받은 응답자가 지불할 확률이 상대적으로 낮은 것으로 합리적인 분포라고 할 수 있다. 하지만 불확실성을 고려한 보수적 추정을 위해서는 높은 제시금액에도 많은 영향을 받지 않고 상대적으로 둔감한 중앙값을 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 비모수적 추정법에 의한 중앙값은 3,261원, 보수적 평균값은 5,192원, 중간적 평균값은 9,369원, 낙관적 평균값은

13,545원으로 비모수적 추정법에서도 중앙값이 가장 낮게 추정되었다. 모수적 추정법과 비모수적 추정법을 이용하여 추정된 중앙값과 평균값을 종합적으로 비교분석결과 중앙값은 비모수적 추정이 모수적 추정법보다 더 낮게 추정되었고, 평균은 모수적 추정법이 비모수적 추정법보다 더 낮게 추정되었다. 한편, 우리나라 바다목장사업의 보존가치를 추정하기 위해 여러 범주의 WTP 중 가장 보수적인 비모수적 추정법의 중앙값 3,261원의 절반만을 실제적인 WTP로 간주한 Arrow et al.(1993)의 조정계수(50%)와 정(+)의 응답비율(약 57.4%)을 적용하여 전국단위(전국 가구수 총 19,569,693 가구)로 집계하면 우리나라 바다목장사업의 총 연간 보존가치는 183억원 수준이고, 바다목장사업당 연간 보존가치는 7억원 수준으로 바다목장사업당 소요비용의 15% 정도를 충당하고 있다.

이 연구는 바다목장사업의 직접편익효과(어업 소득증대, 어획비용절감)와 간접편익효과 중 유어 낚시가치를 제외한 화폐단위로 환산하기 어려운 무형적 편익인 보존가치를 추정함으로써 바다목장사업의 부가적인 가치인식을 증진시키고, 투입 비용과 가치의 비교를 통해 동 사업추진의 사회적·경제적으로 효율적인 합의점을 찾는 정책적 기초자료가 될 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 종합적인 경제적 타당성 분석을 통하여 향후 바다목장화 사업의 개발 방향과 관리전략 수립에 대한 시사점 및 공공정책이나 사업의 정당성 또는 타당성 판단기준으로 무형적 편익에 대한 유용한 정보의 역할을 할 수 있다. 이 논문의 구체적인 분석결과 지불의사에 대한 응답분포에 따라 모수적 방법과 비모수적 방법 간의 추정치의 규모가 차이가 클 수도 있고, 추정방법에 따라 추정치의 규모가 다를 수 있다. 이와 같은 다양한 분석방법 간의 비교를 통하여 어느 추정치를 활용하는 것이 바람직 하는지에 대한 채택판단기준으로 활용할 수 있고, 불확실성에 대한 민감도분석의 대안으로 활용할 수 있을 것이다. 예컨대,

비용편익분석과 같이 보수적 접근을 필요한 상황에서는 모수추정방법에 비해 훨씬 간편하고 모수에 대한 확률분포를 가정할 필요가 없을 뿐만 아니라 추정치가 모수적 추정치보다 보수적이고, 통계적 강점(statistical robustness)을 갖는 비모수적 추정방법의 중앙값을 활용하는 것이 합리적이라는 정당성을 제공한다.

References

- Arrow K, Solow R, Portney PR, Leamer EE, Radner R and Schuman H(1993). Report of the NOAA Panel on contingent valuation. Federal Register, 58(10), pp. 4601~4614.
- Ayer M, Brunk H, Ewing G, Reid W and Silverman E(1955). An empirical distribution function for sampling with incomplete information. The Annals of Mathematical Statistics, 26(4), 641~647.
<https://doi.org/10.1214/aoms/1177728423>
- Boman M, Bostedt G and Kriström B(1999). Obtaining welfare bounds in discrete-response valuation studies: a non-parametric approach. Land Economics, 75(2), 284~294.
<https://doi.org/10.2307/3147011>
- Cameron, TA and James D(1987). Efficient estimation Methods for closed-ended contingent valuation surveys. Review of Economics and Statistics, 69(2), 269~276.
<https://doi.org/10.2307/1927234>
- Duffield, J and Patterson, D(1991). Inference and optimal design for a welfare measure in dichotomous choice contingent valuation. Land Economics, 67(2), 225~239.
<https://doi.org/10.2307/3146413>
- Green CH and Tunstall SM(1991). Is the economic evaluation of environmental resources possible?. Journal of Environmental Management, 33(2), 123~141.
[https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(05\)80089-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(05)80089-1)
- Hanemann W(1984). Discrete/continuous models of consumer demand. econometrica, 52(3), 541~561.
<https://doi.org/10.2307/1913464>
- Hanemann WM, Loomis JB and Kanininen BJ(1991). Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. American Journal of Agricultural Economics, 73(4), 1255~1263.
<https://doi.org/10.2307/1242453>
- Kristrom B(1990). A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. Land Economics, 66(2), 135~139.
<https://doi.org/10.2307/3146363>
- Krutilla JV(1967). Conservation reconsidered. The American Economic Review, 57(4), 776~786.
<https://www.jstor.org/stable/1815368>
- Lee, J and Choi, EC(2013). A comparison of parametric and non-parametric approaches. Environmental and Resource Economics Review, 22(2), 281~307.
<https://doi.org/10.15266/KEREA.2013.22.2.281>
- Leon, C(1996). Double Bounded Survival Values for Preserving the Landscape of Natural Parks. Journal of Environmental Management, 46(2), 103~118.
<https://doi.org/10.1006/jema.1996.9999>
- McConnell, K.E(1990). Models for referendum data: the structure of discrete choice models for contingent valuation. Journal of Environmental Economics and Management, 18(1), 19~34.
[https://doi.org/10.1016/0095-0696\(90\)90049-5](https://doi.org/10.1016/0095-0696(90)90049-5)
- Sutherland RJ and Walsh RG(1985). Effect of distance on the preservation value of water quality. Land Economics, 61(3), 281~291.
<https://doi.org/10.2307/3145843>

-
- Received : 10 July, 2025
 - Revised : 05 August, 2025
 - Accepted : 11 August, 2025