

# 해양보호생물인 거머리말의 보전에 대한 대중의 지불의사액 - 조건부 가치측정법의 적용

최경란\* · 김주희\*\* · 유승훈\*\*\*

\* 서울과학기술대학교 융합과학대학원 에너지정책학과 박사과정,  
\*\* 서울과학기술대학교 창의융합대학 미래에너지융합학과 연구교수  
\*\*\* 서울과학기술대학교 창의융합대학 미래에너지융합학과 교수

## Public Willingness to Pay for the Preservation of Marine Protected Species *Zostera marina*: A Contingent Valuation Study

Kyung-Ran Choi\* · Ju-Hee Kim\*\* · Seung-Hoon Yoo\*\*\*

\* PhD Candidate, Department of Energy Policy, Graduate School of Convergence Science, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongreung-Ro, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

\*\* Research Professor, Department of Future Energy Convergence, College of Creativity and Convergence, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongreung-Ro, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

\*\*\* Professor, Department of Future Energy Convergence, College of Creativity and Convergence, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongreung-Ro, Nowon-Gu, Seoul, 01811, Korea

**요 약** : 우리나라 해양보호생물로 등록된 거머리말은 해양수질 개선, 해양생물의 먹이와 산란장, 서식지 제공, 이산화탄소 흡수 등 인간에게 중요한 생태계서비스를 제공한다. 정부는 거머리말 보호구역 지정을 통해 훼손된 서식지를 복원하여 거머리말을 보호하고자 노력하고 있다. 본 연구는 조건부 가치측정법을 적용하여 거머리말의 보전에 대한 대중의 지불의사액을 추정한다. 구체적으로 전국 1000가구를 대상으로 한 설문조사를 수행하여 자료를 수집했으며 이때 지불의사 유도방법으로는 1.5경계 모형을 채택하였다. 수집된 자료의 분석에는 영의 WTP를 다루기 위해 스파이크 모형을 적용하였고, 단일경계 모형도 추정하여 1.5경계 모형과 비교한 결과, 두 모형 사이에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 거머리말의 보전에 대한 평균 지불의사액은 연간 가구당 4,087원으로 추정되었고 통계적으로 유의했다. 이 값을 전국 가구로 확대하면 국가적인 가치는 연간 841억 원에 달한다. 이 값은 거머리말의 보전에 대한 경제적 가치 또는 편익으로 해석할 수 있으며 거머리말 보전과 관련된 정책 수행에 대한 경제성 분석 시 중요한 기초자료로 활용할 수 있다.

**핵심용어** : 조건부 가치측정법, 거머리말, 지불의사액, 해양보호생물, 생태계서비스

**Abstract** : *Zostera marina* (ZM), a type of seagrass registered as a marine protected species in South Korea, provides valuable ecosystem services to humans, such as improving marine water quality, providing food, spawning grounds and habitats for marine life, and absorbing carbon dioxide. Therefore, the government is seeking to preserve ZM by designating ZM-protected areas. This study examined the public willingness to pay (WTP) for the preservation of ZM using contingent valuation. The one-and-one-half-bounded model was adopted for WTP elicitation, and the single-bounded model was also applied for comparison. The spike model was employed to deal with many zero WTP responses. The household average WTP was estimated as KRW 4,087 per year, securing statistical significance. The national value was KRW 84.1 billion per year. The preservation value of ZM estimated in this study can be used as important data for economic analysis of various projects or policy implementation for its preservation.

**Key Words** : Contingent valuation, *Zostera marina*, Willingness to pay, Marine protected species, Ecosystem services

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

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

## 1. 서론

해양생태계는 해양생물과 해양 환경을 포함하는 개념이며 인간사회에 유용한 자원과 서비스를 제공한다(The United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, 2011). 그러나 기후변화와 무분별한 연안개발로 인해 해양생태계가 심각하게 파괴되고 있다. 이에 따라 해양생태계 서비스의 기능은 지속적으로 저하되고 있다. 따라서 세계 각국은 해양생태계 서비스의 지속가능성 확보를 위한 노력의 일환으로 멸종위기에 처한 해양생물종을 보존하고자 노력하고 있다. 우리나라 해양수산부에서도 해양생물의 개체 수 감소 또는 멸종을 막기 위해 현재까지 총 88종의 해양 보호생물을 지정하여 관리하고 있다.

그 중 잘피의 일종인 거머리말(*Zostera marina*)은 2007년에 해양보호생물로 지정되었다. 거머리말은 해양생태계가 건강하게 유지되도록 돕는 여러 기능을 수행한다. 첫째, 거머리말은 육지로부터 유입되는 오염물질을 흡수하여 제거함으로써 해양의 부영양화를 방지하고 적조와 녹조의 발생을 감소시켜 해양수질을 개선한다(Short and Short, 1984; Green and Short, 2003; Larkum et al., 2006; Kim et al., 2015a). 예를 들어, 거머리말의 잎이 생성한 박테리아는 미세플라스틱을 가두는 유기물 덩어리를 만들고 가라앉게 함으로써 수중 미세플라스틱 함량을 감소시킨다(Zhao et al., 2022).

둘째, 여러 군체가 모여 형성된 거머리말의 군락지는 파도의 힘을 약하게 만들어 각종 해양생물에게 산란지 및 서식지를 제공한다(Huh and Kitting, 1985; Hovel et al., 2002). 셋째, 거머리말은 일차생산자로서 많은 해양생물에게 풍부한 먹이를 제공하여 연근해 어업에서 수산물의 생산성을 높이는 데 기여한다. 넷째, 거머리말은 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하고 해양생물이 호흡할 수 있도록 산소를 생산하여 공급한다. 광합성에 의한 거머리말의 탄소 포집량은 연간 1ha당 15~20t에 이른다. 이와 같이 거머리말이 제공하는 생태계서비스는 해양생태계 유지에 기여할 뿐만 아니라 인간의 삶에도 이로운 영향을 미친다.

국제자연보전연맹(IUCN, International Union for Conservation of Nature)에서도 생태계적 중요성 및 멸종 위기를 고려하여 거머리말을 적색목록 최소관심종(LC, Least concern)에 등재했다. 이에 세계 각국은 거머리말의 생태계서비스를 유지하기 위해 다양한 정책을 시행하고 있다(Fonseca et al., 1996; Davis and Short, 1997; Long and Thom, 2001; Xu et al., 2020). 예를 들어, 미국은 연안 개발로 인해 잘피의 서식지가 파괴될 경우 대체 서식지를 조성할 것을 연방수질오염관리법(Federal Water Pollution Control Act)으로 규정하고 있다(Federal Register, 1990). 호주는 1975년부터 그레이트 배리어 리프(Great barrier reef) 지역의 산호초와 잘피의 보전을 위한 해양

공원법을 제정하였다(Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2022). 유럽연합에서는 물 관리 기본지침(Water Framework Directive)에서 해양생태계의 건강 지표로 잘피를 채택하여 지난 20년 동안 유럽 대륙 전역을 모니터링하고 있다(Carmen et al., 2019).

그럼에도 불구하고 거머리말은 수심 5m 이내의 비교적 얇은 곳에서 서식하기 때문에 서식지가 빈번하게 훼손된다. 특히, 국내 거머리말의 서식지는 연안 개발과 환경오염으로 인해 급격히 훼손되었다. 구체적으로, 2022년 기준 전국 거머리말의 분포 면적은 1970년에 비해 70%가 감소했다.

현재 국내 해양보호생물로 지정된 잘피는 거머리말을 포함하여 게바다말(*Phyllospadix japonicus*), 삼나무말(*Coccoloba langsdor*), 새우말(*Phyllospadix iwataensis*), 수거머리말(*Zostera caulescens*), 왕거머리말(*Zostera asiatica*), 포기거머리말(*Zostera caespitosa*)로 총 7종이 있다. 이 중 우리나라 전 연안에 가장 넓게 서식하고 있는 잘피는 거머리말이다(Lee and Lee, 2003, Lee et al., 2005). 이에 따라 국내에서는 거머리말의 계절적 변동, 분포, 이식 및 종자 발아에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다(Lee et al., 2001; Lee et al., 2003; Ok and Lee, 2014; Kim et al., 2015b). 국내 거의 모든 연안에 분포하고 있는 잘피가 대부분 거머리말임을 고려하여 본 연구에서는 국내 서식하고 있는 거머리말의 보전을 대상으로 하여 대중이 인식하는 경제적 가치를 추정하고자 한다.

따라서 정부는 거머리말이 제공하는 생태계서비스를 지속적으로 유지하기 위해서 거머리말을 보전하고자 한다. 구체적으로, 해양수산부는 남해안 도서 지역과 동해 연안을 중심으로 거머리말 보호구역을 지정하고, 훼손된 서식지를 복원하여 거머리말을 현재 수준으로 유지하고자 한다(Korea Ministry of Oceans and Fisheries, 2019).

그러나 거머리말의 생태계서비스 유지에는 많은 예산이 필요하며 이것은 국민에게 부과되는 세금으로 충당될 것이다. 따라서 본 연구는 국민이 판단하는 거머리말의 보전에 대한 경제적 가치를 정량적으로 평가하여 정부의 정책이 성공적으로 수행되기 위해 필요한 정보를 제공하고자 한다. 이를 위해, 본 연구는 조건부 가치추정법(CVM, Contingent valuation method)을 적용하여 거머리말의 보전에 대한 사람들의 지불의사액(WTP, Willingness to pay)을 추정한다. 이를 위해 전국 1000가구를 대상으로 설문조사를 수행하였다.

이후의 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 해양멸종위기종 및 해양보호생물의 가치를 추정한 선행 연구 사례를 제시한다. 다음으로 3장에서는 CVM 방법론, 지불의사 유도방법, 제시금액 설계, 설문조사 방법 등 연구방법론을 설명한다. 거머리말 생태계서비스의 가치에 대한 WTP 추정 결과는 4장에서 다룬다. 마지막으로 결론을 5장에 제시한다.

## 2. 선행연구사례

해양보호생물의 경제적 가치를 평가한 여러 선행 연구사례가 있다. 국내 연구사례로 Kwon et al.(2013), Lim et al.(2015), Lim et al.(2017), Kim et al.(2020a), Kim et al.(2020b)은 각각 점박이물범, 대추귀고둥, 푸른바다거북, 붉은바다거북, 상괘이의 보전가치를 CVM을 적용하여 추정하였다. 그러나 본 연구에서 다루는 거머리말의 보전에 대한 가치 평가는 아직까지 국내 연구사례가 없다. 국외 연구사례로 Giraud et al.(2002), Bosetti and Pearce(2003), Han et al.(2008), Boxall et al.(2012), Dong(2012), Jin et al.(2018), Cavasos and Bhat(2020)은 각각 미국의 스텔라 바다사자, 영국의 회색 바다표범, 중국의 잘피서식지, 캐나다의 해양 포유류 3종, 중국의 상괘이, 중국의 바다거북, 석산호를 보호하는 것에 대한 가치를 CVM을 적용하여 분석하였다. 선행 연구의 주요 연구 결과는 Table 1에 요약되어 있다. 국내·외 선행연구에서 사용된 경제적 가치 평가방법론은 모두 CVM이었다. 즉 해양보호생물의 경제적 가치평가를 위해 가장 널리 활용하는 방법론은 CVM임을 알 수 있다.

Table 1. Summary of previous research examining the economic value of endangered and marine protected species using contingent valuation method

Sources	Countries	Object to be valued	Main results
Giraud et al. (2002)	United States	Stella sea lion	\$61.13 (household/year)
Bosetti and Pearce (2003)	England	Grey seal	£8.0 (person/year)
Han et al. (2008)	China	Seagrass	\$17.86 (household/year)
Boxall et al. (2012)	Canada	Marine mammal	\$229 (household/year)
Dong (2012)	China	Finless propoise	€9.94, 5.92, 6.67 (household/year)
Kwon et al. (2013)	Korea	Spotted seal	KRW 1,817 (household/year)
Lim et al. (2015)	Korea	Ellobium Chinense	KRW 2,346 (household/year)
Lim et al. (2017)	Korea	Green Turtle	KRW 2,570 (household/year)
Jin et al. (2018)	China	Marine turtle	\$1.22 (household/month)
Cavasos and Bhat (2020)	United States	Staghorn coral	\$96.60 to 875.61 (household/year)

Kim et al. (2020a)	Korea	Loggerhead turtle	KRW 2,360 (household/year)
Kim et al. (2020b)	Korea	Finless propoise	2,730 (household/year)

## 3. 연구방법론

### 3.1 CVM의 적용

앞서 언급한 것과 같이 본 연구는 거머리말의 생태계서비스에 대한 가치 평가를 위해 CVM을 적용한다. CVM은 비시장재화에 대한 가치평가에 가장 널리 사용되는 방법론이다 (Carson, 2012; Boyle, 2017; Haab et al., 2020). CVM 적용을 위해서는 WTP를 조사하기 위한 설문조사를 필수적으로 수행한다. 따라서 CVM 적용 시 타당성(validity)과 신뢰성(reliability)을 충족하는지에 대한 여부는 점검해야 할 중요한 문제이다(Carson, 2012). 여전히 추가적인 연구가 필요하지만, CVM이 적절한 절차에 따라 수행될 경우 타당성 및 신뢰성을 충족하는 것으로 판단한다(Johnston et al. 2017; Setumba et al. 2019; Humphreys et al. 2020).

CVM을 사용하기 위한 첫 번째 작업은 평가 대상 재화를 명확하게 정의하는 것이다. 이후 절차는 크게 세 단계로 구성된다. 1단계는 CVM 설문지 준비이다. CVM 설문지가 제대로 준비되지 않으면 후속 단계는 의미가 없다. 2단계는 CVM 설문조사를 수행하는 것이다. 이때 과학적인 표본 추출(sampling) 및 적절한 현장조사(field survey)가 수행되어야 한다. 3단계에서는 수집된 자료의 통계적 분석을 통해 필요한 정보를 얻는다. 후속 절에서는 각 단계를 더욱 자세히 살펴보고자 한다.

### 3.2 CVM 설문지

CVM 설문지는 세 가지 부분으로 구성된다. 첫째, 응답자들에게 해양생태계 서비스 측면에서 거머리말의 주요 기능 및 역할에 대한 정보를 제시한다. 또한, 응답자들에게 거머리말과 관련된 개인의 경험 또는 사전 지식 등에 대한 간단한 질문을 제시한다. CVM은 실제로 거래되지 않는 비시장재화의 거래가 가능한 가상시장(hypothetical market)을 설계하고 응답자가 그 재화에 대한 경제적 가치를 평가하도록 하는 방법이다. 따라서 설문지의 첫 번째 부분의 목적은 가상시장에 응답자를 참여시키는 것이다. CVM 설문조사에서 응답자들에게 평가대상 재화에 대해 충분히 인지하기 전에 WTP질문을 제시한다면 합리적인 응답을 얻을 수 없다. 따라서 거머리말에 대한 충분한 설명자료를 제공하여 응답자의 평가대상에 대한 이해를 돕고 간단한 질문에 응답하게 하는 것은 응답자가 자연스럽게 가상시장에 참여하는 것을 돕는다.

둘째, 평가대상 재화에 대한 응답자의 WTP를 도출한다. 본 연구의 평가대상은 거머리말을 보전하여 그것의 해양생태계 서비스를 지속적으로 이용하는 것이다. 거머리말의 대표적인 해양생태계 서비스는 해양수질 개선, 해양생물 서식지 제공, 이산화탄소 흡수이다. 응답자에게 WTP 질문을 제시하기 위해서는 지불수단(payment vehicle)과 WTP 유도방법의 두 가지 사항을 먼저 결정해야 한다. 지불수단은 가상 편익(hypothetical bias)을 극복하는 중요한 수단이므로 응답자에게 친숙하면서 평가대상 재화와 관련이 있는 것으로 신중하게 결정해야 한다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서 지불수단은 소득세로 선정하였다.

WTP 유도 방식은 크게 개방형 질문(open-ended questioning)과 폐쇄형 질문(closed-ended questioning)으로 구분된다. 개방형 질문은 불합리한 WTP 응답을 많이 유발하고, 응답자들의 전략적 행동을 유도한다는 비판이 있다. 따라서 문헌에서는 거의 사용하지 않는다. 반면에, 폐쇄형 질문은 응답자에게 WTP를 직접 묻지 않고 주어진 금액에 대한 지불의사가 있는지 여부를 응답하도록 함으로 응답자의 인지 부담을 덜어준다. 따라서 문헌에서 전자보다 더 선호하는 유도 방식이다(Mitchell and Carson, 1989). 그러므로 본 연구에서는 폐쇄형 질문법을 활용하고자 한다.

셋째, 응답자의 사회경제적 특성에 대한 문항이 구성된다. 예를 들어, 응답자의 나이, 성별, 교육 수준, 소득, 거주지역, 가구원 수에 대한 문항을 포함한다. 이러한 문항을 통해 얻어진 자료는 추후 응답자의 평가대상 재화에 대한 지불의사에 영향을 미치는지 여부를 분석하기 위한 공변량으로 활용한다. 공변량에 대한 설명은 분석모형에 대한 절에서 자세히 후술한다.

### 3.3 설문조사 수행

CVM 설문조사는 크게 표본 추출과 현장조사의 두 단계로 구성된다. 본 연구에서는 두 가지 이유로 연구자가 아닌 전문 설문조사업체에서 표본 추출 및 현장조사를 수행하였다. 첫째, 전문 설문조사업체는 통계청의 최신 국내 인구조사 자료를 근거로 지역별 인구 구성과 비례한 전국 표본 추출을 수행할 수 있는 노하우를 갖췄다. 둘째, 전문 설문조사업체에는 CVM 설문지로 현장 조사를 수행한 경험이 있는 숙련된 면접관이 있다.

저자들은 CVM 설문지 초안을 작성했고, 여론조사전문기관 담당자와 여러 차례 만나면서 이를 다듬었다. 완성된 설문지로 면접관을 교육하는 과정에서 추가 수정도 이루어졌다. 그 후, 최종 설문지와 사진자료를 갖고 면접관이 각 가구를 직접 방문해 개별면접 방식으로 설문 조사를 진행했다. 물론 비용이 덜 드는 우편 조사, 전화 조사, 인터넷 조사 등과 같은 다른 조사 방법도 있다. 그러나 다른 조사 방법들

은 충분한 정보 전달의 어려움과 표본 선택 편향 가능성 등의 문제를 갖고 있기 때문에 본 연구에서 채택하지 않았다(Arrow et al., 1993; Korea Development Institute, 2012).

설문 조사는 2021년 6월 한 달 동안 실시되었다. 정부의 코로나19 거리두기 방침을 준수하기 위해 면접 진행자들은 마스크를 쓰고 알코올 손 소독제를 사용하면서 개별면접을 진행했다. 설문조사 완료 후 전문 설문조사업체의 감독관은 조사가 제대로 진행됐는지 확인하기 위해 응답자의 휴대전화 번호로 연락해서 확인하는 작업을 진행했다. 확인을 통과하지 못한 일부 설문지는 최종 자료에서 제외되고 추가 조사가 실시되었다. 결과적으로 전국 1,000가구의 응답 자료를 수집할 수 있었다. 직접 설문조사를 수행한 면접관의 평가에 따르면, 대부분의 응답자들은 제시된 설문지에 응답하는 것에 어려움을 느끼지 않았고 성실하게 응답했다.

### 3.4 자료 및 분석모형

지불의사 유도 방법으로는 Cooper et al.(2002)이 제안한 1.5경계 모형을 사용한다. 단일경계 모형은 응답자에게 제시된 하나의 제시금액에 대한 지불의향을 묻는다(Haneman, 1984). 그러나 1.5경계 모형은 두 개의 제시금액을 미리 설정한다. 그 후 지불의사에 대한 질문을 할 때 전체 응답자 중 절반에게는 낮은 제시금액을 먼저 제시하고, 나머지에게는 높은 제시금액을 먼저 제시한다. 낮은 제시금액에 대한 지불의사에 “예”라고 응답한 사람에게는 추가적으로 높은 제시금액을 제시한다. 반면 높은 제시금액에 대하여 “아니오”라고 응답한 경우 추가적으로 낮은 제시금액을 제시한다. 응답자들은 추가로 제시된 금액에 대해 “예” 또는 “아니오”라고 대답한다.

추가적인 질문과 관련하여, Bateman et al.(2009)은 1.5경계 모형의 한계로 응답 편의로 인한 절차적 불변성의 위반을 지적했다. 따라서 본 연구에서는 1.5경계 모형과 추가 질문에 대한 응답자료를 사용하지 않는 단일경계(single-bound, SB) 모형을 각각 추정하여 그 결과를 서로 비교하고자 한다. 또한, 소득 및 나이와 같은 응답자의 특성을 공변량으로 포함한 모형도 추정한다. WTP를  $T$ 라 하고  $T$ 의 누적분포함수(cumulative distribution function, cdf)를  $F_T(\cdot)$ 라고 하면, 1.5경계 모형과 단일경계 모형 모두에서 제시된 값  $R$ 에 대해 “예”와 “아니오”로 응답할 확률은 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Pr(\text{예}) = \Pr(T \geq R) = 1 - F_T(R; \mu_0, \mu_1) \quad (1)$$

$$\Pr(\text{아니오}) = \Pr(T \geq R) = F_T(R; \mu_0, \mu_1) \quad (2)$$

여기서  $\mu_0$ 와  $\mu_1$ 은 모수(parameter)이다.  $F_T(\cdot)$ 는 문헌의

관례에 따라 본 연구에서 로지스틱 함수(logistic function)로 결정된다.  $R$ 과  $\mu_0, \mu_1$  사이의 관계는 선형으로 가정한다. 따라서  $F_T(\cdot)$ 의 괄호는  $\mu_0 - \mu_1 R$ 이다. 추가적으로 고려해야 할 것은 낮은 제시금액에 ‘아니오’라고 응답한 것은 다음 세 가지 중 하나에 해당할 수 있다: 0보다 크고 낮은 제시금액보다 낮은 WTP; 영의 WTP; 음(-)의 WTP. 이 응답 자료를 다룰 때 두 가지 고려사항이 있다. 첫째, 영의 WTP를 식별하는 것이다. 저자들은 낮은 제시금액에 ‘아니오’라고 응답한 경우 0보다 크고 낮은 제시금액보다 낮은 WTP와 영의 WTP를 구분하기 위한 질문을 추가했다. 그러나 영의 WTP는 점형 자료(point data)이고 양(+)의 WTP는 구간 자료(interval data)이기 때문에 하나의 틀에서 두 가지를 모두 처리하기 위해 약간의 고려가 필요하다. 이와 관련해 Kriström(1997)과 Yoo and Kwak(2002)에서 제시된 스파이크 모형이 여기에 적용하였다.

둘째, 음(-)의 WTP를 식별하는 것과 식별된 경우 이들을 다루는 방법이다. 음(-)의 WTP는 특정 재화로 인한 보상이 필요하다는 것을 의미한다. 그러나 본 연구의 평가대상인 거머리말의 보전에 대한 보상은 이루어지기 어려울 뿐만 아니라 합리적이지 않다. 따라서 본 연구에서 음(-)의 WTP는 영의 WTP로 간주한다.

#### 4. 추정 결과

##### 4.1. 자료

설문조사를 통해 얻은 응답 자료는 Table 2에 요약되어 있다. 본 설문조사를 수행하기 전에 사전조사를 통해 총 7개의 제시금액이 결정되었다. 1,000명의 응답자들은 비슷한 수의 7개 그룹으로 구분된다. Table 2의 상단과 하단은 각각 낮은 제시금액과 높은 제시금액을 먼저 제시한 경우를 의미한다. “아니오-아니오-아니오” 및 “아니오-아니오” 응답은  $T=0$ 을 의미하며, 총 518 (=260+258)명으로 나타났다. 또한 국내 16개의 시·도 대상별 영의 WTP 응답 분포는 Table 3에 요약한다. 응답 분포를 살펴보면 과반수 이상 지불의사가 없는 지역은 부산, 대구, 광주, 울산, 전북, 전남, 경북, 경남으로 총 8개임을 알 수 있다.

Table 2. Distribution of answers obtained in this study

Bids		Number of responses				
First	Second	yes	no-yes	no-no-yes	no-no-no	Totals
1,000	3,000	18	21	4	29	72
2,000	4,000	14	16	6	36	72
3,000	6,000	15	16	5	35	71

4,000	8,000	9	15	9	38	71
6,000	10,000	6	10	11	44	71
8,000	12,000	7	10	14	40	71
10,000	15,000	5	12	17	38	72
Totals		74	100	66	260	500
First	Second	yes-yes	yes-no	no-yes	no-no	Totals
3,000	1,000	25	11	2	33	71
4,000	2,000	17	9	6	40	72
6,000	3,000	23	10	7	32	72
8,000	4,000	21	6	15	29	71
10,000	6,000	13	7	8	43	71
12,000	8,000	14	4	11	42	71
15,000	10,000	12	6	15	39	72
Totals		125	53	64	258	500

Table 3. Distribution of zero willingness to pay (WTP) responses by region

Area	Sample size	Number of zero WTP responses			Ratio (%)
		no-no	no-no-no	Totals	
Seoul	222	48	53	101	45.5
Busan	74	34	35	69	93.2
Daegu	49	22	17	39	79.6
Inchen	59	16	12	28	47.5
Gwangju	33	12	12	24	72.7
Daejeon	33	4	5	9	27.3
Ulsan	20	7	6	13	65.0
Gyeonggi	253	41	43	84	33.2
Gangwon	25	6	5	11	44.0
Chungbuk	26	5	5	10	38.5
Chungnam	36	7	9	16	44.4
Jeonbuk	34	12	13	25	73.5
Jeonnam	22	11	9	20	90.9
Gyungbuk	48	11	13	24	50.0
Gyungnam	61	24	19	43	70.5
Sejong	5	0	2	2	40.0
Totals	1000	260	258	518	

##### 4.2 추정 결과

추정 모형은 공변량 포함 여부에 따라 두 가지로 구분한다. 분석 모형에 사용된 4개의 공변량에 대한 정보는 Table 4에 요약되어 있다. Table 5에 제시한 1.5단계 모형의 추정 결과를 살펴보면, Wald 통계량에 따라 두 모형은 모두 통계적으로 유의미함을 확인할 수 있다. 도출된 평균 WTP는

$(1/\mu_1)[1 + \exp(\mu_0)]$ 이다. 공변량이 없는 모형의 추정 결과를 살펴보면, 제시금액에 대한 추정 계수와 평균 WTP는 모두 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다. 스파이크 값은 0.5196으로 표본 비율인 0.518과 큰 차이가 없고, 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다.

Table 4. Explanation of the variables

Variables	Definitions	Mean	Standard deviation
Education	Education level of the interviewee in years	14.36	2.15
Gender	Gender of the interviewee (0=male; 1=female)	0.50	0.50
Head	Whether the interviewee is head of household or not (0=no; 1=yes)	0.53	0.50
Income	Monthly income of the interviewee household (unit million Korean won)	5.22	2.10

Table 5. Results from estimating the one-and-one-half-bounded model

Variables <sup>a</sup>	Model without covariates <sup>b</sup>	Model with covariates <sup>b</sup>
Constants	-0.0783(-1.25)	-2.2682(-2.84)*
Bid amounts <sup>c</sup>	-0.1602(-18.64)*	-0.1655(-19.14)*
Education		0.1386(4.35)*
Income		0.0599(2.01)*
Gender		0.4249(1.02)
Head		0.3543(0.85)
Spike	0.5196(33.17)*	0.5209(32.68)*
Yearly household average willingness to pay	KRW 4,087	KRW 3,939
t-value	16.92*	16.90*
95% confidence intervals <sup>d</sup>	KRW 3,638 to 4,590	KRW 3,515 to 4,449
Wald statistics (p-values) <sup>e</sup>	286.27(0.000)	285.50(0.000)
Log-likelihood	-1225.99	-1204.50
Sample size	1000	1000
McFadden's pseudo-R <sup>2</sup>		0.017

Note: <sup>a</sup> They are described in Table 3. <sup>b</sup> The values are the coefficient estimates and t-values corresponding to them are reported in the parentheses. <sup>c</sup> The unit is 1000 Korean won. <sup>d</sup> They are obtained from adopting the method given in Krinsky and Robb (1986). <sup>e</sup> The null hypothesis is that the model is mis-specified. \* implies that the estimate holds statistical significance at the 10% level.

평균 WTP 추정과 관련된 불확실성을 명시적으로 처리하기 위해 그 값에 대한 신뢰 구간(confidence interval, CI)을 계산할 수 있다. 본 연구에서는 Krinsky and Robb(1986)가 제시한 방법을 적용하여 평균 WTP에 대한 95% CI를 도출했다. 공변량이 있는 1.5경계 모형의 추정 결과는 공변량이 없는 1.5경계 모형의 추정 결과와 크게 다르지 않다. 추정된 방정식의 적합도와 관련하여 가장 널리 사용되는 R<sup>2</sup>는 공변량이 없는 모형에 대해 정의할 수 없다.

공변량의 계수 추정치 자체는 큰 의미가 없지만 부호는 중요한 의미가 있다. 예를 들어, 기호가 양수(+)이면 변수의 크기는 표시된 제시금액에 대해 ‘예’라고 응답할 가능성이 높다. 4개의 공변량 중에서 교육 수준 및 소득 향에 대한 계수 추정치는 양(+)의 부호를 가지며 5% 수준에서 통계적으로 유의하였다. 즉, 소득이 높을수록, 그리고 교육 수준이 높을수록 제시금액에 대해 ‘예’라고 응답할 가능성이 높다.

두 모형 중 어떤 모형을 사용할지가 관건이다. 공변량이 있는 모형의 경우, 어떤 공변량을 결정하느냐에 따라 평균 WTP의 추정 결과가 달라지는 문제가 발생한다. 반면에 공변량을 포함하지 않는 모형은 이 문제에서 자유롭다. 따라서 후속 분석은 공변량이 없는 모형을 기반으로 한다.

### 4.3 고찰

본 논문의 결과에 대해서는 크게 다섯 가지 논의 사항이 있다. 첫째, 1.5경계 모형은 반응 효과(response effect)로 인한 문제가 있을 수 있다(Batman et al., 2009). 이를 검토하기 위해, 본 연구에서는 1.5경계 모형의 결과와 첫 번째 제시금액에 대한 응답만을 사용하는 SB모형의 결과를 비교하고자 한다. SB모형 추정 결과는 Table 6에 제시되어 있다. SB모형에서 추정된 평균 WTP는 1.5경계 모형보다 다소 크다. 그러나 두 모형의 평균 WTP에 대한 95% 신뢰구간은 서로 겹친다. 즉 중첩검사(overlap test)에서 두 모형의 추정 결과가 같다는 귀무가설을 기각할 수 없다. 따라서 본 연구에서 사용된 1.5경계 모형에서는 반응 효과가 문제가 되지 않으며 절차적 불변성이 확보되는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 이후의 분석은 1.5경계 모형의 추정 결과에 근거한다.

둘째, 1000가구의 표본에서 도출한 평균 WTP를 모집단 전체로 확장할 필요가 있다. 이 과정에서 고려해야 할 필수 사항은 표본이 모집단에 대한 대표성을 갖는지 여부이다. 본 연구에서는 상당한 예산이 소요됨에도 불구하고 CVM 조사 경험이 많은 전문 조사업체에 표본 확보의 전 과정을 의뢰하였다. 또한 모집단의 지역별 인구 비례에 따라 표본을 추출하였고, 모집단과 표본의 성비, 평균 소득 등의 특성을 비교했을 때, 둘 사이에는 유의미한 차이가 없었다. 즉, 표본은 대표성을 확보하고 있는 것으로 판단되므로 표본에서 추정된 결과를 모집단 값으로 확장할 수 있다.

Table 6. Estimation results of the single-bounded model

Variables <sup>a</sup>	Model without covariates <sup>b</sup>	Model with covariates <sup>b</sup>
Constants	-0.0838(-1.33)	-2.3215(-2.92)*
Bid amounts <sup>c</sup>	-0.1264(-14.72)*	-0.1305(-14.23)*
Education		0.1341(3.69)*
Income		0.0669(2.04)*
Gender		0.4818(1.70)*
Head		-0.3993(-1.40)
Spike	0.5219(33.17)*	0.5222(32.66)*
Yearly household average willingness to pay	KRW 5,161	KRW 4,978
t-value	14.06*	14.06*
95% confidence intervals <sup>d</sup>	KRW 4,527 to 5,971	KRW 4,344 to 5,733
Wald statistics (p-values) <sup>e</sup>	197.63(0.000)	197.64(0.000)
Log-likelihood	-992.37	-971.70
Sample size	1000	1000
McFadden's pseudo-R <sup>2</sup>		0.021

Note: <sup>a</sup> They are described in Table 3. <sup>b</sup> The values are the coefficient estimates and t-values corresponding to them are reported in the parentheses. <sup>c</sup> The unit is 1000 Korean won. <sup>d</sup> They are obtained from adopting the method given in Krinsky and Robb (1986). <sup>e</sup> The null hypothesis is that the model is mis-specified. \* implies that the estimate holds statistical significance at the 10% level.

본 연구의 설문 조사 수행 시점의 우리나라 가구 수는 총 20,573,060가구였다(Korea Statistics, 2021). Table 5에 제시한 것과 같이 가구당 평균 WTP는 연간 4,087원으로 추정되었다. 도출된 WTP 추정치에 우리나라 총 가구 수를 곱하면 모집단으로 확장된 국가 전체 편익이 도출된다. 결과적으로 거머리말의 생태계서비스 유지를 위한 국가 총 편익은 연간 841억 원으로 계산되었다. 거머리말이 제공하는 생태계서비스는 대중의 효용에 크게 기여하고 있음을 보여준다.

셋째, 응답자들의 몇 가지 개인적 특성은 거머리말의 보전에 대한 WTP 응답에 유의미한 영향을 미쳤다. Table 5에 제시한 바와 같이, 공변량 중 성별, 세대주 여부의 추정계수는 통계적으로 유의하지 않았다. 즉, 성별과 세대주 여부는 지불의사의 유무에 영향을 미치지 않는다. 반면에, 교육 수준, 소득에 대한 추정계수는 양(+)의 부호를 가지면서 유의수준 5%에서 통계적으로 유의했다. 이것은 응답자의 교육 수준과 소득이 높을수록 제시금액에 ‘예’라고 응답할 확률

이 높다는 것을 의미한다.

넷째, 유사 선행 연구사례와의 비교를 통해 유의미한 시사점을 도출할 수 있다. 예를 들어, 선행 연구 중 비교적 최근에 수행된 국내 해양보호생물에 대한 가치평가 연구인 Kim et al.(2020b)은 해양보호생물 상패이의 보전에 대한 연간 가구당 WTP를 2,730원으로 추정했다. 이 값은 거머리말의 보전에 대한 연간 가구당 평균 WTP인 4,087원 보다 1,357원 낮은 수준이다. 따라서 국민들은 거머리말의 보전에 대한 가치를 해양보호생물인 상패이의 보전보다 더 높게 평가하는 것으로 판단할 수 있다.

또한 조사시점 이후로 해양생태계에 기여하는 해양보호생물의 서식현황, 이식 실험, 복원 사업 등에 대한 연구는 지속적으로 수행되고 있다(Kim et al., 2021; Lee et al., 2021; Yoo et al., 2021). 정부, 지자체, 학계 등 해양보호생물 보전을 위한 지속적인 노력은 대중들의 인식에 영향을 미칠 수 있으며 상패이와 거머리말 보전에 대한 WTP 차이도 영향이 있었을 것으로 추측한다. 이러한 결과는 추후 한정된 예산의 분배 또는 정책 수행의 우선순위 선정 시 활용할 수 있다.

평가 대상에 관해서는 Han et al.(2008)의 연구가 본 연구와 가장 유사하다. 그러나 본 연구는 표본 크기, 연구방법, 추정된 평균 WTP의 3가지 측면에서 Han et al.(2008)의 연구와 차이가 있어 두 연구의 결과를 직접적으로 비교하기는 어렵다. 첫째, 이 연구는 1000개의 관측치를 활용한 반면 Han et al.(2008)은 500개의 관측치를 활용했다. 둘째, 본 연구에서는 조건부 가치추정법을 적용한 1.5단계 모형을 적용하였으나 Han et al.(2008)은 시장가치기법, 전문가조사기법, 편익이전기법 등을 이용하였다. 셋째, 본 연구에서는 평균 WTP가 가구당 연간 4,087원(3.64달러)으로 추정되었지만 Han et al.(2008)은 평균 WTP를 가구당 17.86달러로 보고하였다. Han et al.(2008)은 잘피숲의 생태계서비스를 가치평가 대상으로 선택하였지만, 본 연구에서는 거머리말의 보전을 평가하고, 다양한 수단을 통해 거머리말을 보호하기 위한 거머리말의 서식지 보전이 중요시되었다.

다섯째, 영의 WTP를 제시한 518명의 응답자를 대상으로 질문한 설문문항 중 ‘추가적인 소득세를 지불하지 않으려는 가장 중요한 이유’로 ‘이미 납부된 세금으로 충당되어야 한다’고 응답한 비율(54.2%)이 가장 높게 나타났다. 또한 ‘정부가 이미 이 분야에 돈을 너무 많이 쓰고 있다’고 응답한 비율(5.8%)도 일부 차지했다. 즉, 대체적으로 응답자들은 거머리말 보전을 목적으로 추가적인 소득세를 지불하라는 것은 공정하지 못하고 부당하다고 인식하는 경향이 있는 것으로 보인다. 이에 정부는 한정된 예산 범위 내에서 우선순위를 결정하는 근거자료를 지속적으로 축적할 필요가 있다. 축적된 자료는 대중들로부터 거머리말 보전을 위해 시행하는 정

책과 사업에 대한 공정성과 타당성을 확보하는데 유용할 수 있다. 이를 위해 해양생태계에서 중요한 역할을 하는 거머리말에 대한 보전의 필요성을 알리는 적절한 홍보 및 인식 전환을 위한 교육이 대중에게 필요할 것으로 판단된다.

## 5. 결론

정부는 거머리말을 보전하고 그것이 제공하는 생태계서비스를 유지하고자 노력하고 있다. 구체적으로 정부는 경남 통영, 제주 토기섬 등의 거머리말의 서식지 주변 해역을 해양생태계보호구역으로 지정하고 이를 체계적으로 관리하여 거머리말을 보전하고자 한다(Korea Ministry of Oceans and Fisheries, 2019). 그러나 이와 같은 정책과 공공 사업을 지속하기 위해서는 상당한 비용을 투입해야하므로 성공적인 정책 수행을 위해 국민의 지지가 필요하다. 따라서 본 연구는 CVM을 적용하여 거머리말의 보전가치를 정량적으로 평가했다. 연구결과 거머리말의 보전가치에 대한 가구당 WTP는 연간 4,087원, 총 편익은 연간 841억 원으로 추정되었다.

그러나 본 연구는 연구와 정책의 관점에서 유용한 시사점을 제공했음에도 불구하고 향후 연구에서 세 가지 측면으로 개선되어야 할 한계점을 가진다. 첫째, 본 연구는 문헌의 방법론적 지침을 준수하고 상당히 표준화된 CVM을 적용하였으나, CVM은 학문적으로 개선이 필요하다. 예를 들어 시나리오 편익, 면접관 편익, 정보 편익, 가상 편익 등과 같은 다양한 편익에 대해 시험하고 편익의 존재와 원인을 탐구하는 표본 조사를 강구하는 것은 학문적으로 중요한 의미를 갖는다.

둘째, 본 연구는 다양한 잘피 중에서 거머리말을 대상으로 보전가치를 추정하였으나 다른 잘피종을 반영하지 못하고 있다는 한계가 있다. 만약 IUCN 적색목록 단계가 더 높은 멸종위기종인 개바다말 등 다른 잘피 종들도 포함되었다면 대중들이 인식하는 거머리말에 대한 보전가치는 더 높게 나왔을 것으로 추측된다.

셋째, 지역별 응답 분포 결과는 당초 예상과 상반된 결과를 보였다. 연안 근처 도시에 사는 응답자 수가 수도권에 거주하는 응답자 수보다 지불의사가 더 많을 것이라는 예측과 달리 과반수 이상 영의 WTP를 제시한 응답자는 대체적으로 비수도권에 거주하는 것으로 나타났다. 이는 거머리말 보전이라는 가상적 비시장 상황에서 설정된 정보를 가지고 응답된 사실이라는 점에서 측정의 오차가 발생한 것으로 추측된다.

그러나 이러한 한계점에도 불구하고 저자들은 본 연구가 국내 처음으로 거머리말이 해양생태계에 제공하는 주요 서비스 편익을 화폐화하여 평가함으로써 거머리말의 보전가

치에 대한 인식을 증진하는데 중요한 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구를 기반으로 향후 세 가지의 후속 연구가 가능하다. 첫째, 거머리말 보전에 대한 비용정보가 확보된다면 총경제적 가치에 대한 평가도 가능할 것으로 판단된다. 해양보호생물 한 종에 대한 보전, 복원 및 관리의 지속적인 투자가 미흡한 국내 상황을 고려하였을 때, 거머리말의 가치 평가가 이루어진다면 정책 수행의 당위성을 확보할 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구는 단순한 폐쇄형 질문을 사용했지만, 문헌에는 다양한 폐쇄형 질문 형식이 있다. 따라서 폐쇄형 질문의 다른 형식이 평균 WTP 추정치에 영향을 미치는지 살펴보고 차이가 있는 경우 차이에 대한 이유를 조사하는 것이 흥미로운 것이다. 셋째, 지역별로 CVM 연구가 수행된다면 각각의 연구 결과를 비교 분석할 수 있다. 본 연구는 Table 3에 제시한 바와 같이 전국 1000가구를 대상으로 조사한 표본 자료를 활용하여 지역별 비교 분석을 통해 의미 있는 결과를 도출해보고자 하였다. 그러나 표본의 크기가 작아 결과 도출에 어려움이 있었다. 따라서 향후 충분한 예산이 확보된다면 표본의 크기를 확대하여 지역별 CVM 연구를 수행할 수 있고 유의미한 시사점을 도출할 수 있을 것이라 기대한다.

## 사 사

본 연구는 해양수산부(과제번호:20170325)가 지원하는 ‘생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발’ 사업의 일환으로 수행되었습니다.

## References

- [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, Washington, DC : National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, pp. 1-66.
- [2] Bateman, I. J., B. H. Day, D. P. Dupont, and S. Georgiou (2009), Procedural invariance testing of the one-and-one-half-bound dichotomous choice elicitation method, Rev Econ Stat., Vol. 91, No. 4, pp. 806-820.
- [3] Bosetti, V. and D. Pearce(2003), A study of environmental conflict: The economic value of Grey Seals in southwest England, Biodivers. Conserv., Vol. 12, No. 12, pp. 2361-2392.
- [4] Boxall, P. C., W. L. Adamowicz, M. Olar, G. E. West, and G. Cantin(2012), Analysis of the economic benefits associated

- with the recovery of threatened marine mammal species in the Canadian St. Lawrence Estuary, *Mar. Policy*, Vol. 36, No. 1, pp. 189-197.
- [5] Boyle, K. J.(2017), Contingent valuation in practice, in: Champ, P. A., Boyle, K. J., Brown, T. C. (Eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation*, 2nd eds. Springer, Dordrecht.
- [6] Carson, R. T.(2012), Contingent valuation: A practical alternative when prices aren't available, *J. Econ. Perspect.*, Vol. 26, No. 4, pp. 27-42.
- [7] Cavasos, K. E. and M. G. Bhat(2020), Impact of risk perception on household willingness-to-pay to restock the threatened staghorn coral, *Ocean Coast. Manag.*, Vol. 193, p. 105244.
- [8] Cooper, J. C., M. Hanemann, and G. Signorello(2002), One-and-one-half bound dichotomous choice contingent valuation, *Rev Econ Stat.*, Vol. 84, No. 4, pp. 742-750.
- [9] Davis, R. C. and F. T. Short(1997), Restoring eelgrass, *Zostera marina* L., habitat using a new transplanting technique: The horizontal rhizome method, *Aquat. Bot.*, Vol. 59, No. 1-2, pp. 1-15.
- [10] Dong, Y.(2012), *Contingent Valuation of Yangtze Finless Porpoises in Poyang Lake, China*, Germany: Springer Science & Business Media.
- [11] Federal Register(1990), Memorandums of Agreement (MOA). Clean Water Act Section 404(b)(1) Guidelines. Correction 55(48), pp. 9210-9213.
- [12] Fonseca, M. S., W. J. Kenworthy, and F. X. Courtney(1996), Development of planted seagrass beds in Tampa Bay, FL, USA: I. Plant components, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 132, pp. 127-139.
- [13] Giraud, K., B. Turcin, L. John, and J. Cooper(2002), Economic benefit of the protection program for the Steller sea lion, *Mar. Policy*, Vol. 26, No. 6, pp. 451-458.
- [14] Great Barrier Reef Marine Park Authority(2020), Great Barrier Reef Marine Park Act 1975; [accessed 2022 Feb 05]. <https://www.gbrmpa.gov.au/>.
- [15] Green, E. P. and F. T. Short(2003), *World Atlas of Seagrasses*, Berkeley: University of California Press.
- [16] Haab, T., L. Lewis, and J. Whitehead(2020), State of the Art of Contingent Valuation, *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*, New York (NY): Oxford University Press.
- [17] Hanemann, W. M.(1984), Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *Am J Agric Econ*, Vol. 66, No. 3, pp. 332-341.
- [18] Han, Q., X. Huang, P. Shi, and J. Zhang(2008), Seagrass Bed Ecosystem Service Valuation: A Case Research on Hepu Seagrass Bed in Guangxi Province, *Mar. Sci. Bull.*, Vol. 10, No. 1, pp. 87-96.
- [19] Hovel, K. A., M. S. Fonseca, D. L. Meyer, W. J. Kenworthy, and P. G. Whitfield(2002), Effects of seagrass landscape structure, structural complexity and hydrodynamic regime on macrofaunal densities in North Carolina seagrass beds, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 243, pp. 11-24.
- [20] Huh, S. H. and C. L. Kitting(1985), Trophic relationships among concentrated populations of small fishes in seagrass meadows, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 92, No. 1, pp. 29-43.
- [21] Humphreys, B. R., B. K. Johnson, and J. C. Whitehead(2020), Validity and reliability of contingent valuation and life satisfaction measures of welfare: An application to the value of national Olympic success, *South Econ J*, Vol. 81, No. 1, pp. 316-330.
- [22] Jin, J., R. He, H. Gong, and W. Wang(2018), Role of risk preferences in explaining the public's willingness to pay for marine turtle conservation in China, *Ocean Coast. Manag.*, Vol. 160, pp. 52-57.
- [23] Johnston, R. J., K. J. Boyle, W. Adamowicz, J. Bennett, R. Brouwer, T. A. Cameron, W. M. Hanemann, N. Hanley, M. Ryan, R. Scarpa, R. Tourangeau, and C. A. Vossler(2017), Contemporary guidance for stated preference studies, *J Assoc Environ Resour Econ*, Vol. 4, No. 2, pp. 319-405.
- [24] Kim, H. W., S. Lee, and H. Sohn(2021), A Review on the Status of Pinnipeds in Korea, *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 54, pp. 231-239.
- [25] Kim, J. B., J. I. Park, W. C. Lee, and K. S. Lee(2015a), Growth and population dynamics of *Zostera marina* due to changes in sediment composition in the Seomjin estuary, *The Sea: JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY OF OCEANOGRAPHY*, Vol. 20, pp. 43-52.
- [26] Kim, J. H., K. R. Choi, and S. H. Yoo(2020a), Public perspective on increasing the numbers of an endangered species, loggerhead turtles in South Korea: A contingent valuation, *Sustainability*, Vol. 12, No. 9, p. 3835.
- [27] Kim, J. H., J. Kim, and S. H. Yoo(2020b), What value do people put on managing and protecting an endangered marine species? The case of finless porpoise in South Korea, *Sustainability*, Vol. 12, No. 11, p. 4505.
- [28] Kim, K., J. K. Choi, J. H. Ryu, and H. J. Jeong(2015b),

- Observation of typhoon-induced seagrass die-off remote sensing, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 154, pp. 111-121.
- [29] Korea Development Institute(2012), *Guidelines for Applying Contingent Valuation Method to Pre-evaluation of Feasibility*, Sejong: Korea Development Institute.
- [30] Korea Ministry of Oceans and Fisheries(2019), *The 2nd Master Plan for the Conservation and Management of Marine Ecosystem (2019-2028)*, Sejong: Korea Ministry of Oceans and Fisheries. (in Korean).
- [31] Krinsky, I. and A. L. Robb(1986), On approximating the statistical properties of elasticities, *Rev Econ Stat*, Vol. 68, pp. 715-719.
- [32] Kriström, B.(1997), Spike models in contingent valuation, *Am J Agric Econ*, Vol. 79, No. 3, pp. 1013-1023.
- [33] Larkum, A. W., R. J. Orth, and C. M. Duarte(2006), *Seagrass: biology ecology and conservation*, Netherlands: Springer.
- [34] Lee, S. Y., S. M. Lee, H. G. Lee, and C. I. Choi(2001), The distribution and habitation characteristics of *Zostera marina* L. along the southern coast of Korea, *Korean Journal of Environmental Biology*, Vol. 19, pp. 313-320.
- [35] Lee, S. Y., S. M. Lee, J. H. Kim, and C. I. Choi(2003), Phenology and morphometrics change of *Zostera marina* L. population at Duksan port in the eastern coast of Korea, *Journal of the Korean Society of Oceanography*, Vol. 8, pp. 70-77.
- [36] Lee, H. W., J. C. Kang, J. I. Park, and M. S. Kim(2021), Experimental Transplantation for the Restoration of Seagrass, *Zostera marina* L. Bed Around Sinyangseopji Beach in Bangdu Bay, Jeju Island, *The Sea: JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY OF OCEANOGRAPHY*, Vol. 26, pp. 343-355.
- [37] Long, W. J. L. and R. M. Thom(2001), Improving seagrass habitat quality. In: Short, F. T., Coles, R. G., Short, C. A., editors. *Global Seagrass research methods*, Amsterdam: Elsevier, pp. 407-423.
- [38] Lim, S. Y., C. S. Lee, M. S. Kim, and S. H. Yoo(2015), The conservation value of endangered marine species: The case of the *Ellobium Chinense*, *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 21, No. 6, pp. 645-654.
- [39] Lim, S. Y., M. S. Kim, I. Y. Cho, C. S. Lee, S. J. Kwon, and S. H. Yoo(2017), Measurement of the public value of conserving Green Turtles, *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 23, No. 2, pp. 177-186.
- [40] Mitchell, R. C. and R. T. Carson(1989), Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method, Washington DC : Resources for the future.
- [41] Ok, J. S. and S. Y. Lee(2014), The autecology of *Zostera marina* and *Z. japonica* at Sagumi Bay in the southwestern coast of Korea, *Journal of Environmental Science International*, Vol. 23, pp. 1563-1572.
- [42] Settumba, S. N., M. Shanahan, W. Botha, M. Z. Ramli, and G. M. Chambers(2019), Reliability and validity of the contingent valuation method for estimating willingness to pay: A Case of in vitro fertilization, *Applied Health Economics and Health Policy*, Vol. 17, No. 1, pp. 103-110.
- [43] Short, F. T. and C. A. Short(1984), The seagrass filter: purification of coastal water. In: Kennedy, V. S. editor. *The estuary as a filter*, Cambridge: Academic Press; pp. 395-413.
- [44] Statistics Korea(2021), Available from: <http://kosis.kr> [cited 2021 Oct 21].
- [45] United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre(2011), *Marine and coastal ecosystem services: Valuation methods and their application*, Cambridge: United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre.
- [46] Xu, S., S. Xu, Y. Zhou, R. Gu, X. Zhang, and S. Yue(2020), Long-term seed storage for desiccation sensitive seeds in the marine foundation species *Zostera marina* L. (eelgrass), *Global Ecology and Conservation*, Vol. 24, p. e01401.
- [47] Yoo, J. W., C. S. Kim, M. R. Park, S. Y. Jeong, C. L. Lee, S. Kim, D. S. Ahn, C. G. Kee, D. Han, Y. Back, and Y. C. Park(2021), Considerations and Alternative Approaches to the Estimation of Local Abundance of Legally Protected Species, the Fiddler Crab, *Austruca lactea*, *J. Wet.*, Vol. 23, pp. 122-132.
- [48] 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.*, Vol. 9, No. 14, pp. 929-932.
- [49] Zhao, L., S. Ru, J. He, Z. Zhang, X. Song, D. Wang, X. Li, and J. Wang(2022), Eelgrass (*Zostera marina*) and its epiphytic bacteria facilitate the sinking of microplastics in the seawater, *Environ. Pollut.*, Vol. 292, p. 118337.

Received : 2022. 05. 13.

Revised : 2022. 07. 15. (1st)

: 2022. 08. 01. (2nd)

Accepted : 2022. 08. 29.

