

조건부 가치측정법을 이용한 공해상 해양생명자원 확보의 경제적 가치 추정

진세준* · 권영주** · 최은철****

* 한국해양과학기술원 해양정책연구센터 선임연구원, ** 한국해양과학기술원 해양정책연구센터 전문연구원,
*** 고려대학교 정책대학원 강사

Estimating the Economic Value of Securing the High Seas Marine Biological Resources Using the Contingent Valuation Method

Se-Jun Jin* · Young-Ju Kwon** · Eun-Chul Choi****

* Senior Research Scientist, Ocean Policy Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, 385, Haeyang-ro, Yeongdo-gu, Busan 49111,
Republic of Korea

** Research Scientist, Ocean Policy Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, 385, Haeyang-ro, Yeongdo-gu, Busan 49111,
Republic of Korea

*** Instructor, Graduate School of Policy Studies, Korea University, 145, Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Republic of Korea

요약 : 전 세계 해양의 대부분을 차지하는 공해는 해양바이오산업 성장에 필수적인 귀중한 해양 자원을 보유하고 있다. 이러한 글로벌 노력의 최전선에는 한국의 공해 자원 확보 및 기초효능(기초물질) 탐사사업이 있다. 이 연구는 대중의 인식을 측정하고 프로젝트의 이점을 정량화하여 향후 정책 결정에 대한 통찰력을 제공하고자 했다. 결과에 따르면, 연평균 지불의사액(WTP)은 3,778.8원으로, 전체 국민으로 확장하면 약 815.4억 원에 해당하는 것으로 나타났다. 본 연구의 의미는 두 가지이다. WTP를 기반으로 공해상 해양생명자원 확보의 경제적 가치는 연간 약 815억 원에 달할 정도로 상당하다. 이는 투자에 대한 WTP를 고려할 때 향후 정책 수립을 위한 중요한 참고 자료로 제공 가능하다. 해양생물자원에 대한 관심이 높아지고 있는 반면, 대중의 인식은 상대적으로 낮은 편이다. 그러나 본 사업은 해양바이오산업에 필수적인 데이터베이스를 구축하고 국제 해양생물자원을 확보하는데 있어서 중요한 역할을 하고 있다. 대중의 관심과 지속적인 지원은 이 사업 뿐만 아니라 향후 정책 구현에도 매우 중요하다. 대중의 인식을 높이는 전략은 필수적이며, 연구 결과는 향후 정책 결정에 귀중한 의견을 제공한다.

핵심용어 : 공해, 해양생물자원, 경제적 가치, 지불의사액, 조건부 가치측정법

Abstract : The high seas, covering the majority of the world's oceans, hold invaluable marine resources crucial for the growth of the marine bio-industry. The High seas bioresources program of South Korea is at the forefront of these global efforts. This study aims to gauge public awareness and quantify the project benefits, offering insights for future policy decisions. The results revealed that the estimated annual average willingness to pay (WTP) was 3,778.8 KRW, equating to approximately 81.54 billion KRW when extrapolated to the entire national population. The implications of the study are twofold: The project benefits, based on WTP, are substantial, amounting to approximately 81.5 billion KRW annually. This provides critical reference material for future policy formulation, given the considerable WTP in comparison to the current investment. Although interest in international sea marine biological resources is growing, public awareness remains relatively low. However, the project plays a crucial role in building essential databases for the marine bio-industry and securing international sea marine biological resources. Public interest and sustained support are pivotal, not only for this project but also for future policy implementation. Strategies to enhance public awareness are essential, and the study results offer valuable input for future policy decisions.

Key Words : High seas, Marine biological resources, Economic value, Willingness to pay, Contingent valuation

* First Author : sjjin@kiost.ac.kr, 051-664-3760

† Corresponding Author : aidster@korea.ac.kr, 02-3290-2217

1. 서론

지구 표면의 70%를 차지하는 바다는 다양한 형태의 가치를 제공하고 있다. 특히 해양 생명 자원은 단순히 식량을 공급하는 역할을 넘어서 화학 및 의약품 등 다양한 분야에서 활용 가능한 소재를 제공하고 있다. 실제로 현재까지 약 3,000여 종 이상의 해양 생물로부터 바이오 소재가 발견되고 있으며, 관련 해양 바이오 시장의 규모는 2020년 기준으로 4,700억 달러 수준에 달할 것으로 알려져 있다. 또한 해양동물·식물·미소생물과 공해상 자원으로부터 항바이러스 등 기초소재정보를 분석하고 해양바이오뱅크를 통해 DB를 구축하는 등 소재정보 제공에 대한 필요성이 증가하고 있으며, 해양 생명자원의 개발 및 보전에 대한 전세계적인 관심이 증가하고 있는 추세이다.

공해는 어느 나라의 주권에도 속하지 않고 모든 나라가 공통으로 사용할 수 있는 바다를 의미한다. 지구상 모든 나라는 해양환경 보호와 보전에 관한 보편적 책임하에 자유롭게 공해에서 자원개발을 위한 조사 및 연구 행위를 수행할 수 있다. 공해는 지구 전체 바다의 64%를 차지하고 있고 그 중 1.2%만 보호구역으로 지정되어 있다. 원양어업이 발달한 일부 국가는 공해 이용 자유의 원칙을 내세워 조업 행위에 대한 느슨한 규제를 요구하는 반면, 그 외 국가들은 공해 이용 독점을 지적하며 공해에서의 조업 활동을 강하게 제한해야 한다고 주장하고 있다.

공해의 활용에 대한 여러 논쟁과 해양생태계 파괴에 대한 우려가 발생하면서 새로운 해양질서 수립의 필요성이 대두되고 있다. 공해자유원칙과 인류공동유산원칙을 상호 배타적 관계로 보고 있는 이들 국가들은 소수이지만 현재 국가 관할권이원해역 해양생물다양성 조사 및 해양유전자원의 탐사와 개발이 가능한 과학기술력을 가진 국가로 UN BBNJ 법문서가 성안될 경우, 법문서의 실효적 이행을 위해서는 이들 국가의 동의와 참여가 필요하다(Moh and Lee, 2020). 유엔은 이에 대응하여 해양생물다양성 보전 및 지속가능한 이용(BBNJ, Marine Biodiversity of Areas Beyond National Jurisdiction)에 대한 정부 간 회의를 개최하여 해양생물다양성 보전을 위한 법적 구속력이 있는 방안을 마련하고자 노력하였다. 2004년 유엔 총회 결의로 시작되어 실무작업반회의(총 9회), 준비위원회회의(총 4회), 정부간회의(총 5회)를 거쳐 마침내 2023년 6월에서야 공식 채택되었으며, 비준을 위한 서명이 시작되었다. 이 과정에서 공해상 해양 생명자원에 대한 정보의 공유 및 환경영향평가제도 도입 등 다양한 공해상 해양 생명자원 개발과 관련한 다양한 논의가 진행되고 있다(So, 2022).

이러한 배경하에서 우리나라는 공해상 해양생명자원의 선제적인 개발 및 관리를 위해 다양한 사업을 진행 중에 있

다. 그 중 하나가 공해상 자원확보 및 기초효능(기초소재) 탐색 사업을 통해 공해상에서 발견되는 유용한 해양생물이나 미생물을 조사하고, 그들의 효능이나 화학물질을 분석하여, 의약, 바이오, 화장품, 에너지 등의 산업에 필요한 소재를 개발하는 사업으로 2021년부터 2025년까지 5년간 약 150억 원의 예산이 투입될 예정이다. 이를 통해 공해상 생명자원 1,190종, 유용소재 125개 확보를 목표로 하고 있으며 향후 이를 통한 국내 기업들의 신규 바이오 소재의 개발과 상용화를 적극 지원할 예정이다. 더불어 공해상에서의 해양 생명자원 선점은 실질적인 공해상의 경제영토 확대로 해석이 가능하고, 나아가 해양 바이오산업 활성화의 초석이 될 것으로 기대되고 있다.

그러나 이 사업은 단순히 해양 생명자원의 확보에 그치는 것이 아니라, 사업을 통해 확보된 자원의 관리, 탐색 및 자원정보 구축 등의 연구개발 역시 수반될 필요가 있다. 또한 최근 공해상 해양생명자원 개발과 관련된 국제 동향에 대응하기 위한 정책 마련 역시 요구된다. 즉, 본 사업에 대한 정부의 지속적인 지원과 투자가 요구되며, 이에 대한 경제성 평가 역시 필요한 실정이다. 그러나 경제성 평가에 있어 필수적인 편익을 정량화하는데 있어서는 다음과 같은 쟁점이 존재한다. 첫째, 본 사업은 직접적인 경제적 가치를 창출하기보다는 자원 확보 및 해양유전자원 및 그로부터 획득한 디지털염기서열정보(DSI, Digital Sequence Information)에 대한 정보 구축에 치중되어 있다. 둘째, 최근 체결된 BBNJ 협약에 의거하여 향후 본 사업을 통해 구축된 해양 생명자원 정보에 대한 접근성이 보장되어야 하며, 상용화 과정에서 창출되는 경제적 이익의 공유가 요구되고 있다. 이 과정에서 본 사업을 통해 확보한 지식재산권의 보호 및 상용화에 어려움이 있을 수 있다. 따라서 본 사업을 통해 확보한 해양생명자원 정보는 시장재(market goods)라기보다는 공공재(public goods)의 특성을 가질 가능성이 크며, 특히 일반 국민 입장에서는 본 사업의 경제적 가치를 직접적으로 체감하기란 쉽지 않다. 경제학자들은 공유자원의 성격을 띤 시장에서 거래가 되지 않는 재화에 대한 가치를 평가하기 위한 방법을 개발하였고, 이를 통해 다양한 환경재(산림, 습지, 물개 등)를 평가하였다(Park et al., 2018).

이에 본 연구는 경제학적 기법 중 하나인 조건부 가치측정법(CVM, Contingent Valuation Method)을 활용하여 본 사업의 국민들의 인식 및 편익을 산정하고자 한다. CVM은 설문 조사를 통해 사람들의 지불의사액(WTP, Willingness to Pay)을 직접 측정하는 방법으로, 공공재와 같은 비시장 재화의 경제적 가치를 정량화하고 가치를 측정하는 데 많이 활용되고 있다. 특히 국내에서는 다양한 비정형 사업의 예비타당성조사에서도 이 방법이 사업의 경제적 가치 평가에 활용되고 있다. 따라서 본 연구를 통해 산정된 WTP 정보는 향후

본 사업의 경제적 가치와 경제성 분석에 필요한 기초 자료로 활용 및 제공하고자 한다.

이후 본고는 다음과 같이 구성된다. 제2절에서 본 사업과 최근 타결된 BBNJ 협약과의 관계에 대해 논하며, 제3절에서는 연구방법론에 대하여 서술한다. 제4절에서는 설문조사 결과를 토대로 분석 결과를 제시하고, 마지막 5절은 결론으로 할애한다.

2. BBNJ 협약과 공해상 자원확보 및 기초효능 (기초소재) 탐색 사업

해양 생명자원의 중요성이 높아짐에 따라, 이를 개발하기 위한 전제조건인 관심이 증가하고 있다. 특히 공해의 해양 생명자원 가운데에는 심해 열수구와 같은 독특한 환경에서 서식하는 종들이 있으며, 이들은 특별한 생명 활동을 펼치기에 연구의 가치가 매우 높은 것으로 알려져 있다(Kwon et al., 2014). 실제로 미국 및 유럽 각국에서는 공해상 바이오 자원을 통해 식품, 제약, 의료 등 다양한 분야에 있어 연구를 진행하고 있으며, 중국의 경우 친환경 플라스틱 개발 및 오염물질 제거를 위한 신규 효소 개발과 관련한 다양한 연구를 진행중에 있다(Rotter et al., 2021; Jiang et al., 2022).

그러나 해양 생명자원을 탐사하고 개발하려면 대형 연구 조사선은 물론 고도의 탐사 기술력이 요구되며, 이에 따른 상당한 재정적 투자와 기술 개발이 필수적이다. 이런 이유로 개발도상국이 공해상의 자원 개발에 참여하기는 현실적으로 많은 어려움이 있으며, 주로 선진국들이 이 분야를 주도하고 있다. 또한, 국가의 관할권이 미치지 않는 공해에서의 자원 개발은 환경 파괴와 생물 다양성 훼손이라는 심각한 문제를 수반할 수 있어, 이에 대한 지속적인 문제 제기가 이루어지고 있다. 이에 각국 정부는 공해상 생물 다양성 보존 및 지속가능한 개발을 위한 국제규범을 마련하기 위한 논의를 시작하였다. 대표적으로 2004년부터 논의가 시작된 BBNJ 협약이 있으며, 20년에 걸친 협상 끝에 2023년 6월에 채택되었다.

BBNJ 협약은 공해상에서의 활동에 관한 중요한 규정들을 담고 있다. 우선 공해에서의 해양생명자원 개발활동이 환경에 미칠 영향을 평가하기 위한 환경영향평가(EIA, Environmental Impact Assessment)의 기준과 절차를 명확히 하고 있다. 이러한 평가는 해양생명자원의 개발이 해양환경에 끼칠 영향을 분석하고 필요한 경우 이러한 영향을 예방하거나 감소시키고 관리하기 위한 조치들을 도모한다는 목적을 가지며, 국가의 관할이 미치지 않는 공해에서의 무분별한 개발을 막는데 중점을 두고 있다. 이와 함께, 공해상 해양 생명자원 개발로 인한 이익의 공유를 장려하는 조항도 포함되어 있다. 특히 개발도상국들이 해양 자원의 탐색과 활용 과정에서 배

제되지 않도록 기술 이전과 역량 강화를 강조하고 있다. 또한, 국제 해양법 협약에 기반한 국가 간 분쟁 해결 절차를 명시하여, 공해상의 해양생명자원 개발과 관련된 관리와 협력에 관한 국가 간의 포괄적 협의를 강조하고 있다.

이러한 국제 사회의 변화에 선제적으로 대응하기 위해, 정부에서는 공해상 자원확보 및 기초효능(기초소재) 탐색 사업 등을 추진 중에 있다. 정부는 본 사업을 통해 구축된 자원 정보는 향후 해양 바이오 산업의 소재 및 제품 개발에 중요한 역할을 수행할 것으로 예상하고 있다. 그러나 BBNJ 협약은 자원 개발 과정에서의 환경영향평가 및 개발도상국과의 이익 공유 등을 명시하고 있어 이에 대한 추가적인 대응이 요구된다. 실제로 Park(2020)에 따르면, 한국의 경우 육상 자원개발과 달리 해양 자원개발과 관련 제도가 미비하기 때문에 향후 관련 기술 개발뿐만 아니라 제도적인 보완이 필수적인 것으로 나타났다.

3. 연구방법론

3.1 연구의 구도

CVM은 응답자들로부터 어떤 공공재나 서비스와 관련된 최대의 WTP를 도출하여 이를 통해 대상재화나 서비스의 편익을 직접적으로 이끌어내는 가치측정방법이다(Mitchell and Carson, 1989; Yoo and Kwon, 2012; Carson, 2012; Boyle, 2017; Haab et al., 2020). CVM은 응답자들의 대상재화나 서비스에 대한 편익을 설문하는 방식을 사용하고 있다. 특별히 고안된 설문지는 대상 재화나 서비스의 변화에 대한 가상적인 상황을 설정하고 여러 조건을 달아 사람들을 가상적인 상황에 결합시킨다. 이런 조건하에서 응답자들은 대상 재화나 서비스의 가상적인 변화에 대해서 어느 정도의 WTP가 있는지를 대답하게 된다. 특히 CVM은 다른 기법에 비해 보다 다양한 비시장재에 적용될 수 있다는 점, 경제학적 가치개념에 부합하는 Hicks적 후생(Hicksian welfare)을 정확하게 직접 측정할 수 있다는 점, 유효성(validity) 및 신뢰성(reliability)을 검사할 수 있도록 설계할 수 있다는 점에서 장점을 가지고 있다(Lee and Yoo, 2014).

CVM은 다음과 같은 단계를 거친다. 먼저 연구 대상에 대한 조건부 시장을 설정한다. 이 과정에서, 응답자들이 이해하기 쉽고 전달하고자 하는 내용을 정확히 전달할 수 있는 시나리오 작성이 필요하다. 2단계에서는 CVM의 운용에서 예상될 수 있는 여러 가지 편익을 방지할 수 있도록 설문지를 보완하는 단계이다. 3단계는 직접 현장에 나가 설문을 시행하는 단계로 충분히 교육받은 설문조사원의 역할이 강조된다. 마지막 단계에서는 설문으로부터 얻어진 자료를 취합·분석하여 필요한 정보를 이끌어내게 된다.

3.2 조건부 시장의 설정

설문조사를 통해 응답자들의 WTP를 유도하기 위해서는 우선 응답자들의 본 사업에 대한 충분한 이해가 선행되어야 하며, 그리고 이를 위한 적절한 지불수단을 제시하는데 있다 (Hanemann, 1984). 이에 본 연구에서는 다음과 같이 설문 문항을 구성하였다. 우선, 지불 의사에 대한 질문을 하기 전에 공해 및 해양 생명자원의 소재활용에 대한 일반적인 질문을 제시하였다. 그리고 그림카드 등을 통해 해양 생명자원 소재활용 기반 구축사업과 BBNJ 협약의 내용에 대해 설명하였다.

다음 단계로 응답자들에게 앞서 제시한 공해상 해양 생명자원 소재활용 기반 구축사업의 목표를 제시하고 이에 대한 지불의사액을 질문하였다. 이 과정에서 지불수단으로는 추가적인 소득세를 제시하였다. 이는 본 사업이 정부의 재정 지원을 받는 국가 사업이기 때문에 사업비의 원천이 국세라는 점에서 소득세를 지불수단으로 활용하는 것이 적절하다고 할 수 있다. 한편 지불기간 및 지불횟수는 기존의 예비타당성조사와 마찬가지로 가구당 향후 5년 동안 매년 1회 지불한다고 가정하였다. 또한 응답자가 제시금액을 추가로 지불하는 것은 여타 소비의 제약을 야기한다는 사실을 명확히 하였으며, 범위 효과(scope effect)를 제거하기 위해 평가대상은 오직 공해상 해양 생물자원 소재활용 기반 구축사업임을 분명히 하였다.

3.3 지불의사 유도방법론

본 연구에서는 응답자가 대답하기 용이하여 응답률이 높고, 출발점 편향(starting point bias)나 설문조사원 편향에 의한 영향이 적으며, 비합리적 지불의사가 발생할 가능성이 적고, 응답자의 전략적 행위를 줄일 수 있는 양분선택모형을 활용하였다. 양분선택모형은 사전에 고안된 제시금액을 ‘지불할 의사가 있는가’라고 물어보면, 응답자가 ‘예/아니오’로 대답하는 방식이다.

또한 본 연구에서는 응답자들에게 제시금액을 단 한번 제시하는 단일경계모형보다 효율성을 개선하여 이중경계모형 수준의 효율성을 누리면서도, 지불의사를 묻는 질문이 두 번 제시되는 이중 경계모형의 반응효과를 크게 줄여 단일경계모형 수준의 일치성을 확보할 수 있는 1.5경계모형을 채택하였다 (Cooper et al., 2002; Choi et al., 2022).

1.5경계모형에서는 하한 제시금액과 상한 제시금액이 설문조사 전에 결정된다. 즉, 응답자들을 2개의 그룹으로 나눠 첫 번째 그룹에는 하한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 질문한다. 이 질문에 ‘예’라고 응답하면 상한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 한 번 더 질문하며, ‘아니오’라고 응답하면 추가적인 질문을 하지 않는다. 두 번째 그룹에게는 상한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 질문한다. 이 질

문에 ‘예’라고 응답하면 추가적인 질문을 하지 않으며, ‘아니오’라고 응답하면 하한 제시금액을 지불할 의사가 있는지를 한 번 더 묻는다.

제시금액은 최종적으로 얻는 WTP의 평균값에 영향을 미칠 수 있으므로 주의를 기울여 결정하여야 한다. 본 연구에서는 실제 설문조사에 들어가기 전 사전조사(pretest)를 시행한 후, 이틀로부터 얻은 결과를 바탕으로 1,000원부터 15,000원까지 총 7개의 초기 제시금액을 결정하였다. 이렇게 결정된 금액에 대해 전체 응답자를 무작위로 구분한 7개 그룹에 각각 할당하였다.

3.4 설문방법론

본 조사는 설문단위를 지불수단과 일관성을 유지하기 위하여 가구단위로 하였으며, 가구의 지출과 관련된 결정권이 있는 세대주 또는 주부만을 가구를 대표할 수 있는 설문 대상으로 선정하였다. 한편 표본은 서울특별시와 경기도 및 6대 광역시의 시·구 단위 이상 지역의 가구 수 비중을 기준으로 설계하여 최종적으로 1,000가구를 선정하였다. 설문조사의 객관성을 확보하기 위하여 설문조사는 전문설문조사기관에 의뢰하여 이루어졌으며, 면접원들이 가구 방문하여 조사대상자를 접촉하여 동의를 얻어 면접(face-to-face) 조사를 진행하였다. 설문조사는 2022년 10월 한 달 동안 진행되었다.

3.5 추정방법론

1.5 경계모형으로 수집된 자료는 다음과 같이 구성된다. 예를 들어 i 번째 응답자가 하한 제시금액 A^L 을 먼저 제시받았을 경우, 이 응답자는 “예-예”, “예-아니오”, “아니오”로 응답할 수 있으며, 상한 제시금액 A^U 를 먼저 제시받았을 경우, “예”, “아니오-예”, “아니오-아니오”로 응답할 수 있다.

추가적으로 본 연구에서는 하한 제시 금액(A^L)에서 “아니오”라고 응답한 응답자들을 WTP가 양(+)인 응답자와 영(0)인 응답자로 구분하기 위해, 단 1원의 지불의사도 없는가에 대해 질문하였다. 그리고 이를 처리하기 위해서 본 연구에서는 Kriström(1997)이 제안한 스파이크 모형(spike model)을 적용하였다.

해당 모형의 로그 우도 함수(log-likelihood function)은 다음과 같다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \{ I_i^{YY} \ln[1 - G_C(A_i^U)] + I_i^{YN} \ln[G_C(A^U) - G_C(A_i^L)] + I_i^{NY} [G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NN} \ln[G_C(0; \theta)] \} + I_i^{YL} \ln[1 - G_C(A_i^L)] + I_i^{YL} \ln[G_C(A^U) - G_C(A_i^L)] + I_i^{NY} [G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NN} \ln[G_C(0; \theta)] \} \quad (1)$$

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

여기서, $G_c(\cdot | \theta)$ 는 다음과 같이 로지스틱 분포(logistic distribution)을 가정한다.

$$G_C(A; a, b) = \begin{cases} 1/(1 + \exp(a - bA)) & \text{if } A \geq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

최종적으로 스파이크는 $1/(1 + \exp(a))$ 로 계산된다. 그리고 평균 WTP는 다음 식(3)과 같이 계산된다.

$$WTP = (1/b) \ln(1 + \exp(a)) \quad (3)$$

4. 분석 결과

4.1 설문조사 결과

다음 Table 1에는 응답자의 사회, 경제적 특성이 제시되어 있다. 응답자의 평균 가구 소득은 약 517만 원으로 나타났으며 연령은 44세, 교육수준은 평균 14년으로 전문대졸 이상으로 나타났다. 또한 인도양 공해상 해양광물영토 확보 사실을 설문조사 이전에 사전에 인지하고 있는 응답자는 약 25% 수준에 불과한 것으로 나타났다.

Table 1. Definitions and sample statistics of respondents

Variables	Definition	Mean	Standard Deviation
Household Income	Average monthly pre-tax household income (Unit: ten thousand won)	516.75	248.6891
Age	Respondent's age (Unit: years)	44.21	11.1048
Education	Respondent's education level (Unit: years)	13.95	1.7176
Sex	Respondent's sex (Unit: Woman=1, Man=0)	0.50	0.5000
Awareness	Awareness of the fact of securing territorial rights in the Indian Ocean pollution area (1=aware, 0=unaware)	0.25	0.4338

WTP 분석을 위한 제시금액과 각 금액별 표본 및 응답 결과는 다음 Table 2와 같다. 본 사업에 대한 추가적인 지불의

사액이 없는 응답자는 전체 응답자의 53.8%인 538명으로 나타났다.

Table 2. Bidding Responses

Bid Amount (unit; KRW)	“yes -yes”	“yes -no”	“no -yes”	“no -no”	“yes”	“no -yes”	“no -no -yes”	“no -no”
1,000 /3,000	41	19	1	10	29	23	0	19
2,000 /4,000	25	21	0	25	23	14	0	34
3,000 /6,000	13	26	2	31	12	18	3	39
4,000 /8,000	5	19	4	44	7	20	7	38
6,000 /10,000	12	5	6	49	24	5	5	38
8,000 /12,000	5	5	7	54	2	11	8	50
10,000 /15,000	0	7	5	59	4	9	10	48

4.2 WTP 분석 결과

WTP 분석 결과는 다음 Table 3에 요약되어 있다. Wald 통계량으로 볼 때, 추정 계수들의 값이 모두 0이라는 귀무가설은 유의수준 1%에서 통계적으로 기각되었다. 또한 제시금액 추정계수가 양수로 추정되었는데, 이는 제시금액이 높아질수록 “예”라고 응답할 확률이 낮아짐을 의미하며, 동시에 설문조사가 제대로 수행되었음을 시사한다. 스파이크 역시 통계수준 1%에서 유의한 것으로 도출되었다.

Table 3. Estimation Results

Variables	Estimates (t-value)
Constant	-0.1187 (-1.9)*
Bid	0.1682 (17.9)***
Spike	0.5296 (33.3)***
Observations	1000
Log-Likelihood	-1190.906
Wald-statistic (p-value)	382.2027 (0.0000)***

Note) ***,** indicates statistical significance at the 10%, 5%, 1% level respectively.

조건부 가치측정법을 이용한 공해상 해양생명자원 확보의 경제적 가치 추정

위 결과를 이용하여, 평균 WTP의 추정결과는 다음 Table 4에 제시되어 있다. 분석결과 가구당 연간 WTP는 3,778.8원으로 나타났다. 아울러 CVM 질문에 대한 응답과정에서의 불확실성과 WTP 모형 추정과정 및 평균값 WTP 계산과정에서의 불확실성을 명시적으로 반영하기 위해 신뢰구간을 제시하고자 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 보수적 부트스트랩(parametric bootstrap) 기법인 몬테칼로 시뮬레이션 기법을 적용하였다(Krinsky and Robb, 1986; Lim et al., 2017). 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 있다. 본 연구에서는 무작위 반복표본추출의 회수를 5,000회로 하였다.

한편, 이렇게 추정된 각 모형별 연간 WTP를 전국 가구수 (21,579,415, 2022년 말 기준)를 곱해주면 본 사업에 대한 연간 총 WTP가 계산된다. 그 결과 공해상 자원확보 및 기초효능(기초소재) 탐색사업에 대한 국민들의 연간 총 WTP는 약 815.4억 원 수준으로 제시되었다.

Table 4. WTP Results

Average WTP (Unit: KRW) [95% Confidence Interval]	Total number of households nationwide (as of 2022)	Total WTP (Unit: hundred million KRW)
3,778.8 [3,350.9 - 4,253.9]	21,579,415	815.4

또한 Table 5와 같이 추가적으로 지불의사에 영향을 줄 수 있는 공변량을 분석하였다. 분석 결과, 소득의 경우 지불의사에 통계적으로 유의미하지 않아 소득과 관계없이 주어진 지불의사와의 관계가 없는 것으로 나타났다. 또한, 사전에 관련 정보를 인지하고 있는 응답자일수록 제시금액에 “예”라고 응답할 확률이 높은 것으로 나타났고, 추정계수는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이 결과는 이 사안에 대한 인지도가 높은 응답자일수록 지불의사가 보다 높은 것을 시사한다. 마지막으로 교육수준의 경우 제시금액에 대한 지불의사와의 관계가 음(-)으로 도출되었으며, 남성의 지불의사가 보다 높은 것으로 나타났다.

Table 5. Estimation Results with Covariates

Variable	Estimates (t-value)
Constant	2.0000 (2.5)**
Bid	0.1816 (17.9)***
Household Income	0.0001 (0.2)
Age	-0.0049 (-0.7)
Education	-0.1868 (-4.3)***
Sex	0.262 (2.1)**
Awareness	1.0971 (7.6)***
Sample size	1,000
Log-likelihood	-1146.907
Wald-statistics (p-value)	414.0231 (0.0000)***

Note) *, **, *** indicates statistical significance at the 10%, 5%, 1% level respectively.

5. 결론

2018년에 각국 정부는 유엔해양법협약(UNCLOS, UN Convention on the Law Of the Sea)에 따라 국가 관할권을 넘어선 해양생물다양성 보존과 지속 가능한 사용을 위한 BBNJ 협상을 시작하였다. 현재까지 뉴욕 UN 본부에서 5번의 정부간 회의가 개최되어(2018년 9월, 2019년 3월/4월, 2019년 8월, 2022년 3월, 2022년 8월) UNCLOS에 따른 이행 합의 초안이 작성되었으며, 2023년 6월 채택이 완료되었다. 새로운 협정의 목표 중 하나는 공해 생물다양성의 보존과 지속가능한 이용을 위한 일관된 법적 틀을 확립하는 것이다(Langlet and Vadrot, 2023). 과편화된 규범 속에서 규제의 공백으로 빠르게 생명력을 잃어가던 공해를 보호하고 생물다양성을 지키겠다는 국제사회의 움직임이 빠르게 변화하고 있으며, 기후 위기 및 해양환경 위기의 속도감이 빨라지는 만큼 국제사회의 대응 방안도 급물살을 타고 있다(Park, 2022; So, 2022).

이러한 환경변화 속에서 해양생명자원에 대한 기초 정보 구축 및 개발 역시 전세계적으로 진행되고 있으며 한국 역시 이에 대응하기 위해 공해상 자원확보 및 기초효능(기초소재) 탐색사업 등을 수행 중에 있다. 본 연구에서는 해당 사업에 대한 국민들의 인식을 조사하고, 이를 통해 사업의 편익을 정량화하여 향후 관련 정책 추진에 있어 정책적 시

사점을 제공하는데 목적을 두고 있다.

본 연구의 분석 결과, 본 사업에 대한 응답자들의 인지도는 다소 낮은 수준인 25%수준으로 나타났으며, 지불의사 역시 절반이 넘는 응답자가 지불의사가 없음을 보였다. 또한 연간 평균 WTP는 3,778.8원으로 추정되었으며, 이를 전체 국민 모집단으로 확장할 경우 연간 815.4억 원 수준으로 나타났다.

본 연구의 분석 결과는 다음과 같은 점을 시사한다. 우선 WTP에 기반한 본 사업의 편익은 연간 815억 원 수준으로 이 정보는 향후 관련 정책 수립에 있어 중요한 참고자료로 활용가능하다. 특히, 현재 사업의 투자금액에 비해 국민들의 WTP가 큰 것으로 나타났는데, 이 결과는 단순히 본 사업뿐만 아니라 공해상 해양 생명자원 관리와 관련된 최근 국제 사회 변화에 대응을 위한 제도 보완 및 연구개발 등에 있어 본 연구의 분석 결과는 유용하게 활용될 것으로 판단된다.

둘째, 공해상 해양생명자원에 대한 관심이 높아지고 있는 상황이지만, 현재까지 이에 대한 국민들의 인지도는 높지 않은 것으로 나타났다. 본 사업은 해양바이오 산업의 육성에 있어 기초적인 DB를 구축하고, 더 나아가 공해상 해양생명자원의 선점이라는 관점에서 매우 중요한 역할을 수행한다. 특히 이 사안에 대한 인지도가 높은 응답자일수록 지불의사가 높게 나온 점을 고려해볼 때, 본 사업 뿐만 아니라 관련 후속 정책 수행에 있어서 국민들의 관심 및 지속적인 지원이 필수적이라 할 수 있다. 즉, 이에 대한 국민들의 인지도 제고를 위한 방안을 마련할 필요가 있다. 이 과정에서 본 연구의 분석결과는 후속 정책 결정에 있어 유용하게 활용될 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구이다(KIMST-20210646, 공해상 생명자원확보 및 활용기반 구축).

References

- [1] 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.
- [2] Carson, R. T.(2012), Contingent Valuation: A Practical Alternative When Prices Aren't Available, Journal of Economic Perspective, Vol. 26, No. 4, pp. 27-42.
- [3] Choi, K. R., J. H. Kim, and S. H. Yoo(2022), Public Willingness to Pay for the Preservation of Marine Protected Species *Zostera marina*: A Contingent Valuation Study, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 28, No. 5, pp. 681-691.
- [4] Cooper, J. C., M. Hanemann, and G. Signorello(2002), One-and-One-Half-Bound Dichotomous Choice Contingent Valuation, The Review of Economics and Statistics, Vol. 84, No. 4, pp. 742-750.
- [5] Haab, T., L. Y. Lewis, and J. Whitehead(2020), State of the Art of Contingent Valuation, Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science, New York (NY): Oxford University Press.
- [6] 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.
- [7] Jiang, Z., H. Mou, Y. Kumagai, and H. Kishimura(2022), Application of biotechnology on the high-value development of marine bioresource. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, Vol. 10, 1037283.
- [8] Krinsky, I. and A. L. Robb(1986), On Approximating the Statistical Properties of Elasticities, The Review of Economics and Statistics, Vol. 68, No. 4, 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] Kwon, Y. J., S. Y. Lim, and S. H. Yoo(2014), Economic Feasibility Analysis of Marine Genome Project for Next Generation, Korea Innovation Studies, Vol. 9, No. 2, pp. 117-138.
- [11] Langlet, A. and A. B. M. Vadrot(2023), Not 'undermining' who? Unpacking the emerging BBNJ regime complex, Marine Policy, Vol. 147, 105372.
- [12] Lee, J. S. and S. H. Yoo(2014), Economic Value Analysis of the Changgyeonggung (palace) - Jongmyo Shrine Severed Road Restoration Project, Seoul Studies, Vol. 15, No. 2, pp. 17-28.
- [13] 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.
- [14] Mitchell, R. C. and R. T. Carson(1989), Using Surveys to Value Public goods: The Contingent Valuation Method, Washington, D.C., Resources for the Future.
- [15] Moh, Y. D. and C. Y. Lee(2020), A Study on the

Relationship between the Principle of the Freedom of the High Seas and the Principle of the Common Heritage of Mankind - focused on the BBNJ Negotiations, Korea International Law Review, Vol. 57, pp. 91-114.

- [16] Park, S. W.(2020), A Study on the Regime of the Marine Environmental Protection for Development of the Mineral Resources in the Area, Ocean Policy Research, Vol. 35, No. 1, pp. 1-25.
- [17] Park, S. W.(2022), Area-based Management Tools including Marine Protected Areas under the BBNJ Negotiations, Environmental Law Review, Vol. 44, No. 2, pp. 225-268.
- [18] Park, S. Y., S. J. Jin, and S. H. Yoo(2018), The Restoration Value of Coral Communities in Korea, Journal of the Korean Society for Marine Environment & Energy, Vol. 21, No. 3, pp. 149-156.
- [19] Rotter, A., M. Barbier, F. Bertoni, A. M. Bones, M. L. Cancela, J. Carlsson, ... and M. I. Vasquez(2021), The essentials of marine biotechnology. Frontiers In marine science, Vol. 8, 629629.
- [20] So, B. C.(2022), EIA in BBNJ Agreement and its implication to Marine Environment Impact Assessment Act in Korea, Environmental Law and Policy, Vol. 29, pp. 113-148.
- [21] Yoo, S. H. and S. J. Kwon(2012), Non-market Benefits of Building the Large Oceanographic Research Ship, Ocean and Polar Research, Vol. 32, No. 2, pp. 175-183.

Received : 2023. 11. 20.

Revised : 2023. 12. 12.

Accepted : 2023. 12. 29.