

우리나라 바다숲의 경제적 가치†

강 석 규*

제주대학교 경영학과

Economic Value of Marine Forests in Korea

Seok-Kyu Kang*

Department of Business Administration, Jeju National University, Jeju-si, 63243, Korea

Abstract

This study is to evaluate economic value of the ecosystem service benefits of the marine forests provided to our society on the basis of the global standard valuation manual.

The main results of this study are summarized as follows: First, the ecosystem service benefits of marine forests are worth 771,121,551 won per hectare for a year in Korea. Second, when evaluating value based on the services benefits of the marine forests, as resource provisioning service, the annual value of the fishery potential production amounts to 58,512,271 won per hectare. The annual value of the environmental and regulatory services is estimated to total 29,574,000 won per hectare including 546,488 won per hectare for climate regulation, 85,342 won per hectare for pollution purification, and 28,942,170 won per hectare for erosion protection. The annual value of the culture and tourism services is estimated to total 15,317,647 won per hectare including 5,011,765 won per hectare for skin scuba service and 10,305,882 won per hectare for sea fishing. Also, the annual non-use value is estimate to 637,800,000 won per hectare. Third, assuming that the value of the sea forests increases proportionally to the unit area, the marine forests can be valued at 12.7 trillion won per year based on 12,208.2 hectares of marine forests creation area and 4,272.6 hectares of natural seaweed beds. Fourth, the total economic value of the marine forests can be estimated at 244 trillion won in 2016, if the value of the marine forests permanently continues in the future by applying 5.5% of the social discount rate.

The results of this study are expected to serve as a valuable information for improving awareness of the value of marine forests ecosystem and ensuring the validity of the marine forests creation policy by converting the value of the marine forests's ecosystem service into monetary units.

Keywords : Marine Forests, Ecosystem Service, Economic Valuation

Received 6 December 2017 / Received in revised form 3 February 2018 / Accepted 7 February 2018

† 이 논문은 한국수산자원관리공단에서 지원한 「2016년 바다숲의 생태적·경제적 가치평가」 연구보고서(2017)의 일부를 발췌·수정하여 게재한 논문임을 밝혀둔다.

*Corresponding author : +82-64-754-3120, kangsk@jejunu.ac.kr

© 2018, The Korean Society of Fisheries Business Administration

I. 서론

본 연구에서는 글로벌 표준 가치평가 매뉴얼에 기초하여 우리 사회에 제공하는 바다숲의 가치를 경제적으로 평가하고자 한다.

바다숲(marine forests)이란 일반적으로 연안해역에 형성되어 있는 다양한 해조나 해초류의 군락을 말하며, 해중림(submarine forests), 해조장(seaweed beds), 해초장(seagrass beds)을 포함하는 개념이라 할 수 있다.

바다숲은 수산자원생태계의 중요 환경자원으로서 우리 인간사회에 다양한 유·무형의 서비스(재화 포함)를 제공하고 있다. 직접적으로 우리 인간에게 혈당조절 및 동맥경화 예방 등을 위한 식이섬유와 미네랄이 풍부한 웰빙 음식을 제공하고, 알긴산, 베타카로틴, 라미나란 등의 기능성 물질로 구성된 의약품을 제공한다. 또한 간접적으로 연안생태계의 중요한 일차생산자로서 물질순환의 중심을 이루고 있을 뿐만 아니라, 어류 또는 무척추동물물 포함한 다양한 생물의 서식공간으로서 군집의 2차 생산력을 높여 연안생태계 회복을 위한 라이프 사이클 및 생물 다양성 유지에 중요한 역할을 하며, 이산화탄소의 흡수뿐만 아니라 질소, 인, 중금속 물질 등의 흡수로 오염된 해역의 환경을 정화하여 퇴화된 수산자원생태계의 복원과 균형을 유지하고, 사구유지 등으로 침식방지와 바이오에너지원으로서의 역할을 하고 있다. 그리고 최근에 들어와서는 유어 낚시나 스낵 스쿠버 등 해양레저활동과 체험하는 해양교육 활동의 장소로 제공되어 해양체험관광 및 교육 수요의 확산에도 크게 일조한 것으로 평가받고 있다.

그러나 최근 제주 해역은 물론 남해, 동해에 이르기까지 우리나라 연안해역에 갯녹음이 발생하여 바다숲이 우리 인간사회에 제공하는 유익한 유무형의 서비스가 사라지고 있는 실정에 있다. 이에 대응하기 위하여 중앙정부와 지자체는 인위적으로 갯녹음에 대응하기 위하여 유용한 해조류를 인공적으로 이식하고 부착하여 해양환경을 개선시키려는 노력을 하고 있으며, 이 일환으로 「수산자원관리법」 제1장 제2조 6항에 바다숲을 “갯녹음(백화현상) 등으로 해조류가 사라졌거나 사라질 우려가 있는 해역에 연안생태계 복원 및 어업생산성 향상을 위하여 해조류 등 수산종자를 이식하여 복원 및 관리하는 장소”로 명명하여 국가적 차원에서 바다숲을 조성하고 있다.

해외에서도 바다숲의 가치를 인식하여 강력한 보호 및 조성정책을 도입하고 있다. 미국은 「매그너슨-스티븐스 어장보전관리법(Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act)」과 미국 수역의 준설 및 매립 등에 관한 규제인 연방 「수질오염방지법(Clean Water Act)」 404항에 기초하여 순상실방지정책(no-net-loss policy)으로 바다숲을 강력하게 보호하고 있다(NOAA, 2014). 그리고 일본 역시 「수산기본법」 및 「어항어장정비법」에 기초하여 중앙정부와 지방정부의 분담을 통해 바다숲을 조성 및 관리하고 있다.

본 연구의 목적은 궁극적으로 바다숲 생태계의 역할 또는 서비스의 가치를 화폐단위로 환산하여 제공함으로써 바다숲의 가치에 대한 인식 및 중요성을 제고하는 데 있다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 점에서 유용한 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 첫째, 본 연구는 바다숲 생태계의 역할 또는 서비스의 가치를 화폐단위로 환산하여 제공함으로써 바다숲의 가치에 대한 인식과 중요성을 증진시키는데 더욱 기여할 것으로 기대한다. 둘째, 본 연구는 바다숲 생태계 보전 및 복원사업이 우리 사회에 제공하는 편익을 고려할 때, 단순히 어업을 위한 사업이 아니고 대 국민 편익을 제고하는 사업이며, 더 나아가 해양국토를 보전하는 국가 인프라 사업으로 인식하게

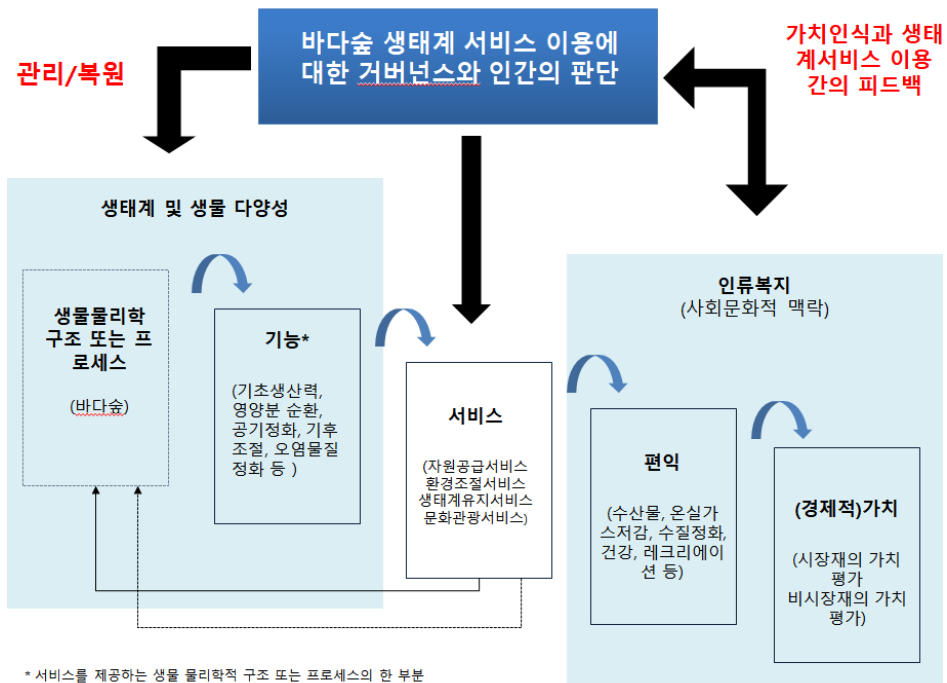
하는데 중요한 역할을 할 것으로 판단된다. 셋째, 본 연구는 바다숲 조성사업에 대한 예산의 지속적인 확보와 지속적인 정책추진에 대한 논리적 타당성을 확보함으로써 중앙정부의 예산담당자나 수산자원 정책입안자에게 유익한 정보로서의 역할을 할 것으로 기대한다.

II. 바다숲의 생태계 서비스, 가치평가 및 선행연구

1. 바다숲의 생태계 서비스 및 가치평가

바다숲 생태계의 기능과 서비스를 조사하고 이를 기초로 바다숲의 가치를 평가하는 목적은 <그림 1>과 같이 궁극적으로 우리 인간사회에 영향을 미치는 정책결정에 더 나은 정보를 제공하는 데 있다. <그림 1>과 같이, 바다숲 생태계 구조에서 인간의 건강과 행복에 연결되는 경로는 생물물리학 구조 또는 프로세스, 기능, 서비스, 편익, 가치단계를 거친다. 이러한 경로과정에서 바다숲 생태계의 관리를 위한 정책적 의사결정 과정이 도출된다.

바다숲은 기초 생산력, 영양분 순환(프로세스)을 증가시켜 연안생태계 및 생물다양성을 회복시키고, 산란장, 성육장, 서식장으로서 수산자원 개체군을 유지(기능)하고 이 수산자원을 어획하여 음식으로 이용한다. 영양분 순환과 오염물질 정화(프로세스)는 수질정화(기능)에 필요하며, 깨끗한 해수를 제공한다. 그리고 음식은 단백질 공급원으로 편익을 제공하며, 깨끗한 해수는 레크리에이션에 대한 즐거움을 제



자료 : TEEB(2010), 일부 수정

<그림 1> 바다숲 생태계의 관리를 위한 정책의사결정 과정

공한다. 무엇보다도 공기정화는 생태계의 조절서비스를 통해 우리 사회에 건강이라는 편익을 제공한다.

바다숲의 경제적 가치는 바다숲 생태계 서비스 편익의 가치를 측정하는 데 있다. 바다숲의 생태계는 자원공급서비스, 환경조절서비스, 문화관광서비스, 생태계유지서비스를 우리 인간사회에 제공하며, 우리는 이들 서비스 제공에 따른 편익을 기대할 수 있다.

바다숲은 시장편익과 비시장편익을 생산하기 때문에 시장평가법과 비시장 평가법을 고려해야 한다. 생태계 서비스의 경제적 가치추정은 생태계 서비스와 관련 서비스의 양적 및 질적인 변화를 화폐적 가치로 평가하는 것이다. 서비스의 변화는 긍정적이거나 부정적일 수도 있어 사회적 편익이나 비용이 발생한다. 이러한 정보는 지속적인 개발을 위한 정책결정에 반영될 수 있다.

<그림 2>는 바다숲 생태계 서비스의 가치화를 위한 개념 체계를 나타내고 있다. 바다숲은 시장편익과 비시장편익 모두를 생산한다. 수혜자들은 생태계 서비스를 이용하는 다양한 집단으로 언급될 수 있다. 따라서 경제적 가치평가는 인간중심으로 설계되어 있으며, 인간의 건강 및 행복, 그리고 사회복지에 대한 생태계 서비스의 공헌도 측정을 최종목표로 두고 있다. 생태계 서비스의 가치는 인간의 건강 및 행복 하에서 특정 생태계 서비스간의 상호작용에 의존한다.

바다숲 생태계 서비스의 분류, 편익지표 및 평가기준은 De Groot(1992), Costanza et al.(1997) 등의 학술논문과 유엔환경계획(United Nations Environment Programme: UNEP)의 주도 하에 생태계 보전 및 지속가능한 이용을 위한 과학적 근거를 제시하기 위한 지구생태계 진단보고서인 새천년생태계평가



자료 : UNEP(2014), 일부 수정

<그림 2> 바다숲 생태계 서비스의 가치화 개념 체계

(MEA, Millenium Ecosystem Assessment, 2005)와 생태계 및 생물다양성의 경제성 계획(TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity programme, 2010) 등의 연구보고서, 유럽환경청(European Environment Agency, 2013)의 생태계 서비스 분류방식 CICES(Common International Classification of Ecosystem Services) V4.3, Böhnke-Henrichs et al.(2013), Hattam et al.(2015), Campagne et al.(2015), 강석규(2016) 등의 연구 결과를 토대로 국내 생태분야, 자원분야, 경제평가분야 등 전문가집단의 토론에 의하여 선정하였으며, 그 결과는 <표 1>에 나타나고 있다.

바다숲은 <표 1>과 같이 우리 사회에 생태계유지 서비스, 환경조절 서비스, 자원공급 서비스, 문화관광 서비스를 제공한다. 바다숲의 생태계유지 서비스는 생물서식지, 생물다양성, 영양순환 등의 편익을 제공하며, 편익 지표로서 기초생산력, 풍부도, 생체량, 종 다양성, 질소·인 수치 등이 있다. 이에 따른 평가기준으로서 광합성률, 바이오매스측정, 탄소 고정량, 종별 밀도, 종별 생체량, 종다양성 지수,

<표 1> 바다숲 생태계의 서비스 편익 지표 및 평가기준

| 바다숲 생태계 | | 서비스 편익 지표 | 평가기준 |
|----------|----------|-------------|--|
| 대분류 | 중분류 | | |
| 생태계유지서비스 | 생물서식지 | 기초생산력 | - 광합성률 - 바이오매스측정 - 탄소고정량 |
| | | 풍부도 | 종별밀도 |
| | | 생체량 | 종별생체량 |
| | 생물다양성 | 종 다양성 | - 생물구성원별 출현종수 - 종다양성지수 |
| | | 외래종 | 국가지정외래종 출현 종비율, 유해종비율 |
| | 영양순환 | 질소·인 수치 | - 외부에서 바다숲으로 유입과 유출되는 양 - 바다숲에서 이용 및 배출되는 양 - 바다숲에서 퇴적 및 용출되는 양 |
| 환경조절 서비스 | 공기정화 | 산소 발생량 | - 산소발생량 측정(실내실험 측정, PAM 기법에 의한 현장 측정) - 서식처 면적(단위면적당 산소발생량 적용) |
| | 기후조절 | 이산화탄소 수치 | - 대기-해양 CO ₂ 수치 - 순생산량(Δ DIC-based net ecosystem production) - 퇴적물 탄소 매장률 - 서식처 면적 |
| | 오염물질정화 | 퇴적환경개선 | 퇴적물내 유기물변동량 |
| | 침식방지 | 퇴적물 변동량 | 퇴적봉조사방식 |
| | 식량용 | 수산물 잠재생산량 | MSY, CPUE |
| 자원공급 서비스 | 산업용 | 산업용 원료 생산량 | 산업화 대상자원종선정, 생체량 및 이용가능량 추정 |
| | 유전자원용 | 유전자원량 | 국가지정 명종위기 및 생물보호종의 종수 |
| | 문화관광 서비스 | 레크레이션/관광/유산 | 유산/심미적 가치 |
| 생태체험관광 | | | TCM 평가 및 이용객 조사방식 |
| 인식개발 | | 교육기능 | 투자대비 교육가치 평가방식 |
| | | 조사연구 | 투자대비 R&D가치 추정방식 |

<표 2> 바다숲 생태계 서비스의 경제 가치

| 분 류 | | 내 용 |
|-------------------------|--------------------------------|---|
| 사용 가치 (use value) | 직접사용가치 (direct use value) | 바다숲 생태계로부터 현재 직접적으로 얻을 수 있는 해조류, 어패류 등의 수산물, 기능성 물질(의약품), 바이오매스 연료, 수산식물종자, 서식장, 레크리에이션 등 생산, 판매, 소비에 이용되는 가치 |
| | 간접사용가치 (indirect use value) | 바다숲 생태계로부터 발생하는 공기정화, 온실가스저감, 오염물질/수질정화, 생명순환유지 등 생태계기능으로부터 발생하는 가치 |
| | 선택사용가치 (option use value) | 바다숲 생태계로부터 현재 이용하지 않더라도 미래에 이용하여 얻을 수 있는 가치이고, 미래의 생태 자원(어업, 관광 등) |
| 비사용가치 (nonuse value) | 존재가치 (existence value) | 바다숲 생태계의 존재 및 보전에 대한 지식으로부터의 만족감 |
| | 이타적 가치 (altruistic value) | 바다숲 생태계의 서비스 공급에 공헌하는 활동으로부터 도덕적 만족감 |
| | 유산가치 (bequest value) | 미래 세대의 바다숲 생태계 이용가능성 유산에 대한 만족감 |

경제가치= 사용가치 + 비사용가치

바다숲에서 이용 및 배출되는 양 등을 제시하고 있다. 바다숲의 환경조절 서비스는 공기정화, 기후조절, 오염물질 정화, 침식방지 등의 편익을 제공하며, 편익 지표로서 산소 발생량, 이산화탄소 수치, 퇴적환경개선, 퇴적물 변동량 등이 있다. 이에 따른 평가기준으로서 산소발생량 측정, 대기-해양 CO₂ 수치, 퇴적물내 유기물 변동량 등을 제시하고 있다. 바다숲의 자원공급 서비스는 식량용 수산자원, 산업용 수산자원, 유전자원용 수산자원 등의 편익을 제공하며, 편익지표로서 수산물 잠재 생산량, 산업용 원료 생산량, 유전 자원량 등이 있다. 이에 따른 평가기준으로서 최대지속적생산량(MSY), 산업화 대상자원 종 선정, 생물보호종의 종수 등을 제시하고 있다. 끝으로 바다숲의 문화관광 서비스는 레크리에이션·관광·유산, 인식개발 등의 편익을 제공하며, 편익지표로서 유산/심미적 가치, 생태체험관광, 교육기능, 조사연구 등이 있다. 이에 따른 평가기준으로서 조건부가치평가기법(CVM) 평가, 여행비용법(TCM) 평가, 투자 대비 교육 가치, 투자 대비 R&D 가치 등을 제시하고 있다.

한편, 바다숲 생태계의 서비스 및 편익은 사용편익과 비사용편익으로 구분할 수 있다. 이에 따라 바다숲의 경제 가치는 <표 2>와 같이 사용가치와 비사용가치로 구분 가능하다.

사용가치는 바다숲 생태계 자원을 이용하면서 발생하는 개별편익의 집합을 말하며, 직·간접 사용가치와 선택사용가치로 나뉜다. 직접사용가치는 바다숲 생태계로부터 현재 직접적으로 얻을 수 있는 수산물(해조류, 어패류 등), 기능성 물질(의약품), 바이오매스 연료, 수산식물종자, 서식장, 레크리에이션 등 생산, 판매, 소비에 이용되는 가치를 말하며, 간접사용가치는 바다숲 생태계로부터 발생하는 공기정화, 온실가스저감, 오염물질/수질정화, 생명순환유지 등 생태계기능으로부터 발생하는 가치를 말한다. 선택사용가치는 현재 이용하지 않더라도 미래에 이용하여 얻을 수 있는 가치이고, 미래의 생태자원(어업, 관광업, 건강산업) 등이 이에 속한다. 비사용가치는 바다숲을 현재 이용하지 않고 있으며, 미래에도 이용할 가능성이 없지만, 문화, 정신적, 심미적, 유산 자원을 중요하게 여기는 가치를 반영하고 있으며, 존재가치, 이타가치, 유산가치를 포함하고 있다. 바다숲의 경제 가치는 사용가치와 비사용가치의 합으로 나타난다.

2. 선행연구

바다숲을 대상으로 한 주요 가치평가 연구는 Anderson(1989), Han et al.(2008), Yasushi et al.(2009), 강석규(2010), Tuya et al.(2014), Blandon and Ermgassen(2014), Jackson et al.(2015) 등의 연구를 들 수 있다.

Anderson(1989)은 체스피크만(Chesapeake Bay)의 잘피숲 규모와 꽃게(Hard-shell blue crab) 생산량과의 관계를 분석하였으며, 이를 통해 잘피숲 보존 및 복원이 꽃게의 생산량에 미치는 영향을 평가하였다. 잘피숲을 서식처로 이용하는 꽃게는 잘피숲의 규모가 커지면 생산량도 일정하게 증가한다고 가정하였다. 현재의 잘피숲 면적 1,480 에이커(acres)에서 꽃게의 생산량은 33.6백만 파운드에 추정하였다. 잘피숲을 1960년대 수준인 5,680 에이커 규모로 확장하여 복원하였을 경우를 가정했을 때, 꽃게를 잡기 위한 노동력은 9% 증가하고, 꽃게의 생산성은 37% 증가한다고 가정하였다. 이로 인해, 평균 수익은 20% 증가할 것으로 추측되며, 꽃게 생산의 증가로 인해 꽃게의 가격은 5% 또는 lb당 0.012달러 감소한다고 가정하였다. 잘피숲의 복원으로 인해 증가된 꽃게에 의해 어업인은 연간 1.8 백만 달러의 수익이 발생하며, 또한 꽃게 소비자에게도 연간 2.4백만 달러에 달하는 편익이 추가적으로 발생하여 잘피숲으로 인해 발생된 편익은 연간 4.3백만 달러에 이를 것으로 추정하고 있다.

Han et al.(2008)은 시장가격기법, 편익이전기법, 조건부가치평가기법 등을 이용하여 광시성 헤푸(Hepu)의 잘피숲 가치를 평가하였다. 헤푸(Hepu) 잘피숲 생태계 서비스의 가치평가 결과, 2005년을 기준으로 간접 사용가치가 446,656위안/ha으로 전체의 70.97%를 차지하였으며, 이 중 영양순환 및 근해어업의 가치가 각각 224,000위안/ha과 171,000위안/ha으로 산출되어 가장 높은 비중을 나타냈다. 비사용가치는 154,300위안/ha으로 전체의 24.52%를 차지하였고, 직접 사용가치는 28,400위안/ha으로 전체의 4.51%를 차지하여 가장 낮은 비중을 나타냈다. 헤푸(Hepu) 잘피숲의 총가치는 629,356위안/ha으로 추정하고 있다.

Yasushi et al.(2009)은 바다숲의 탄소정화의 가치를 추정하였는데, 시험결과 각 해초 종별에 따른 탄소정화기능의 경우에는 연간 거머리말(*Zostera marina*)가 0.10kg C/m², 대황(*Eisenia*) 및 곶피(*Ecklonia*)는 연간 1.67kg C/m², 다시마(*Laminaria*)는 연간 0.13kg C/m², 모자반(*Sarassum*)은 연간 0.60kg C/m²의 탄소정화 기능을 지니고 있으며, 탄소 배출 거래시장에서 바다숲 즉 해초류 및 해초지의 군락은 30년 동안 헥타르당 190,000엔의 탄소정화 가치를 지니고 있음을 보여주었다.

강석규(2010)는 2009년 우도 서광리 앞바다 16ha에 1,625백만 원을 투입하여 조성된 해중림조성사업으로부터 발생하는 편익을 어업(어업소득증대)편익과 이산화탄소저감편익으로 구분하여 측정하고 있다. 어업편익은 해중림 조성에 따른 자원의 위집 및 산란, 서식 및 성육어장 등의 자원증식 때문에 증가한 어업소득증대 편익을 말하며, 다양한 사회적 할인율을 적용하여 2009년 우도 서광리 해중림 조성사업에 따른 어업소득 증대효과를 분석하였다. 분석결과, 연간어업소득증대편익은 184.05백만 원으로 추정되었으며, 비교적 엄격하게 적용한 8.5%의 사회적 할인율 하에서도 순현재가(NPV) 26.95백만 원, 내부수익률(IRR) 8.66%, 편익비용(B/C) 1.02를 나타내고 있어 2009년 우도 서광리 해중림 조성사업은 경제성을 지니는 것으로 판단할 수 있다. 한편, 해중림 조성에 따른 탄소저감편익은 미래 흡수원 CDM사업으로부터 기대되는 수익을 말한다. 현재 흡수원 CDM사업으로는 신규조림, 재조림, 산림전용 및 산림경영 부문과 농업부문으로 국한되어 있지만 앞으로 CO₂ 흡수원으로 해초류가 인증받고, 환율 등 항목이 변화하지 않는다면, 연간 이산화탄소 저감금액은 해중림 조성 3년 이후부터 28년간 매년

1.08백만 원의 수익을 기대할 수 있음을 보여주었다.

Tuya et al.(2014)는 우리에게 원양어업 전진기지로 알려진 라스팔마스시가 있는 그란 카나리아(Gran Canaria) 섬 연안에 분포하고 있는 바다숲(*Cymodocea nodosa*, 잘피숲)이 지역 연안어업에 기여하는 경제적 가치를 추정하고 있다. 이 연구에서는 12종의 해초가 우세한 곳에서 시각적 개체조사로서 2011년에 어획이 인정된 큰 사이즈의 대형 어류를 계절별로 샘플링하였으며, 총 어류의 생체량은 907.6kg(시장성 있는 어종은 894.55kg)이며, 표준적인 시장가격을 이용하여, 헥타르당 연간 866유로의 가치를 추정하고 있다. 바다숲(*C. nodosa*)의 면적을 고려하여, 바다숲이 어업에 기여하는 가치가 연간 총 606,239유로의 경제적 가치를 지니는 것으로 추정하고 있다. 한편 성육장의 가치도 추정하고 있는데, 계절별로 12종의 해초가 우세한 지역에서 후릿그물(seine net)을 통해 치어를 샘플링하여 바다숲의 성육장 가치를 추정하였는데, 평균 연간 헥타르당 95.75유로의 가치를 지니며, 바다숲(*C. nodosa*)의 면적을 고려할 때, 연간 총 67,030.30유로의 경제적 가치를 지는 것으로 추정하고 있다. 이 연구에서는 바다숲의 어업에 대한 경제적 기여도를 비추어 볼 때, 입법을 통해 바다숲을 적극적으로 보호해야함을 강조하고 있다.

Blandon and Ermgassen(2014)는 남부 호주에서 바다숲(잘피)의 서식지가 상업적 어종의 증대에 미치는 영향을 메타분석을 통해 정량적으로 평가하고 있다. 총 바이오매스 증대의 추정을 가능하게 하는 12개의 기존 기록데이터와 상업적으로 중요한 바다숲의 서식지에 대한 자료를 수집하여 특히 바다숲이 어업에 기여하는 값을 추정하기 위해 von Bertalanffy 치어 성장 모델의 사망률을 적용하였는데, 바다숲을 통해 확인된 어종의 증대는 연간 0.98kg/m² 혹은 연간 헥타르당 230,000달러임을 보여주고 있다. 또한 바다숲의 복원을 위한 헥타르당 10,000 달러의 투자비용은 헥타르당 629,000달러의 상업적 어종의 증대를 가져 올 수 있음을 보여주었다.

Jackson et al.(2015)는 지중해 지역의 바다숲(잘피장)이 상업적 어업과 해양레저관광업에 대한 경제적 기여도를 평가하고 있다. 연구결과, 바다숲은 상업적 어업의 30~40%를 기여하며, 해양레저관광업에 29% 정도 기여하는 것으로 추정하고 있으며, 이에 따라 바다숲이 서식장으로서 상업적 어업에 연간 58~91백만 유로(상업어업의 4%)를 경제적으로 기여하며, 바다숲이 해양레저관광장소로서 해양레저관광업에는 경제적으로 연간 112백만 유로(관광업의 6%)를 기여하고 있음을 보여주고 있다.

Ⅲ. 바다숲의 가치평가 모형 및 기법

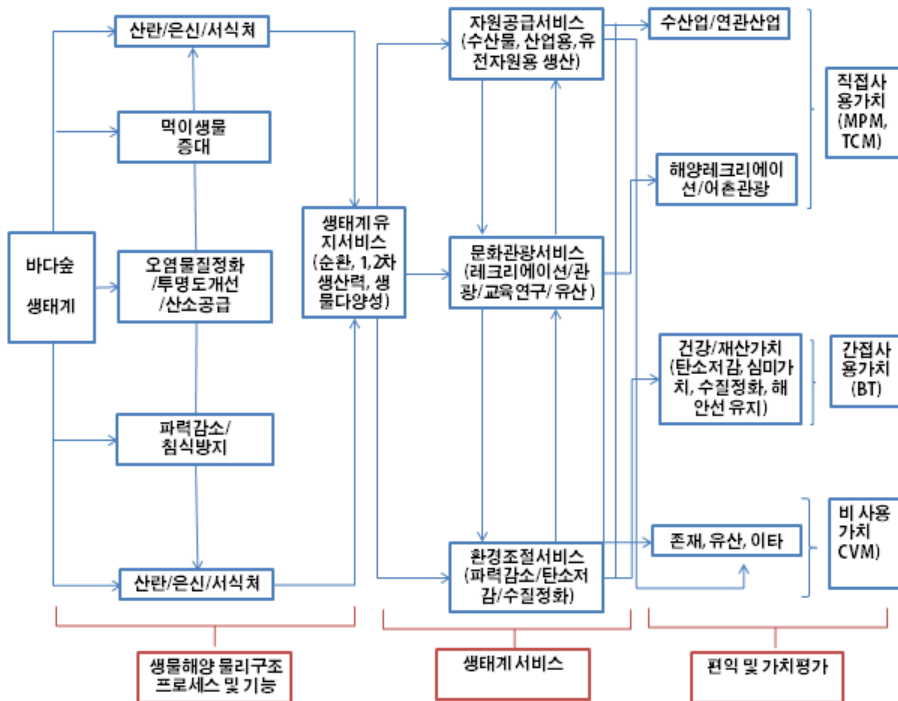
바다숲의 가치평가모형은 <그림 3>과 같이 나타낼 수 있다. 바다숲 생태계는 생물물리학 구조 또는 프로세스, 기능, 서비스의 단계를 거쳐 우리 사회에 유익한 편익을 제공하며, 이러한 편익에 기초하여 가치가 도출된다. 바다숲 생태계는 오염물질 정화로 수질의 투명도를 높여 깨끗한 해수를 만들고, 높은 수질의 투명도는 광합성에 의한 해조류를 더욱 번식하게 하여 1, 2차 생산력을 높이는 동시에 생물다양성 및 연안생태계의 향상성을 유지하고, 이러한 생태계는 수산자원의 산란, 은신 및 서식처로서의 역할을 제공하여 수산자원 개체군을 유지하고, 수산자원을 어획 또는 채취 활동으로부터 얻는 수산물은 자원공급서비스에 의한 편익이 된다. 또한 깨끗하고 맑은 해수로 인한 해양 관광 및 레크리에이션으로부터의 즐거움은 문화관광서비스에 의한 편익이 된다. 이들 편익은 직접적으로 바다숲을 이용하거나 사용함으로써 얻을 수 있는 가치로서 직접사용가치로 불리어진다. 그리고 바다숲은 우리 인

간의 건강과 재산가치에 유익한 편익도 제공하는데, 이는 환경조절서비스에 의한 편익이라 할 수 있다. 이에는 탄소저감, 심미(경관)가치, 수질정화, 해안선 유지 등이 속하며, 이들 편익은 간접적으로 바다숲을 이용하거나 사용함으로써 얻을 수 있는 가치로서 간접사용가치로 불릴 수 있다.

더욱이 바다숲은 바다숲 생태계의 존재 및 보전에 대한 지식으로부터의 만족감, 바다숲 생태계의 서비스 공급에 공헌하는 활동으로부터 도덕적 만족감, 미래 세대의 바다숲 생태계 이용가능성에 대한 만족감 등의 편익 즉 존재가치, 이타가치, 유산가치도 제공하며, 이를 비사용가치라 한다.

이와 같은 바다숲의 편익은 시장에서 관찰 가능한 자료의 여부에 따라 시장편익과 비시장편익으로 구분되며, 시장편익에 기초하여 경제적 가치를 추정하는 대표적인 방법이 시장가격기법(market price method, MPM)이다. 시장가격기법은 상업적인 시장에서 바다숲 생태계의 서비스를 사고 팔 때 적용되는 시장가격으로 바다숲 생태계 서비스의 편익 가치를 추정하는 기법이다.

비시장편익은 바다숲 생태계가 제공하는 서비스의 시장이 존재하지 않아 시장자료를 갖추고 있지 않을 때 비시장적 방법인 현시선호법, 진술선호법 등에 의해 추정된다. 현시선호법(revealed preference method)은 바다숲 생태계가 제공하는 서비스의 시장이 존재하지 않아 시장자료를 갖추고 있지 않을 때 그 서비스와 관련된 시장에서 발생하는 변화를 분석하여 바다숲 생태계 서비스에 대한 지불의사를



<그림 3> 바다숲 생태계 서비스의 가치평가 모형 및 기법

도출하는 방식으로 관련시장접근법이라고도 하며, 소비자들이 관련시장에서의 행위를 통해 바다숲 생태계 서비스에 부여하는 가치나 선호가 표출되는 즉 현시(revealed)에 기반을 두고 있어 현시선호법이라 한다. 현시선호법은 소비자들이 바다숲 생태계 서비스의 변화에 반응하여 실제로 선택한 행위를 분석하는 점에서 많은 장점을 지니고 있다. 현시선호법에는 여행비행모형, 헤도닉가격모형 등이 있으며, 문화관광서비스에 의한 해양레크리에이션과 어촌관광 편익의 가치는 주로 여행비용법(travel cost method, TCM)에 의해 추정된다.

진술선호법(stated preference method)은 바다숲 생태계가 제공하는 서비스의 시장이 존재하지 않아 시장자료를 갖추고 있지 않을 때 소비자의 실제 행위가 아닌 가상적인 상황을 설정하여 설문하는 방식으로 가치를 추정하는 방법이다. 진술선호법은 현시선호법과 달리 소비자의 행위에 대한 엄격한 제한이 없고, 비교적 복잡한 계량분석 절차도 필요로 하지 않으며, 사용가치뿐만 아니라 비사용가치에 이르기까지 보다 광범위한 가치평가에 사용될 수 있기 때문에 가장 많이 이용되는 가치추정기법으로서 조건부가치평가기법(contingent valuation method, CVM), 선택실험(choice experiment, CE) 등이 이에 속한다.

이외에도 특정지역을 대상으로 이루어진 시장편익과 비시장편익의 결과를 가지고, 유사한 대상지에 조정하여 적용하는 기법인 편익이전(benefit transfer, BT)이 적용되고 있다.

이와 같은 시장가격기법, 여행비용법, 조건부가치평가기법, 편익이전기법 등은 유엔환경프로그램(UNEP) 등에서 생물군(biome) 생태계 서비스의 가치를 경제적으로 평가하는데 적용하고 있으며 추천하는 기법들이다(FAO(2008), TEEB(2010), UNEP-WCMC (2011), UNEP(2014) 등).

IV. 바다숲의 경제적 가치 추정 결과

1. 자원공급 서비스 편익의 가치

바다숲은 수산물 잠재 생산량, 산업용 원료 생산량, 유전 자원량 등의 자원공급 서비스 편익을 제공하고 있다. 본 연구에서는 강석규 외(2017) 연구결과에 기초하여 바다숲의 자원공급 서비스 편익으로서 수산물 잠재생산량의 가치를 평가하고자 한다. 바다숲의 수산물 잠재생산량의 가치는 서식장의 가치와 성육장의 가치를 포함하고 있다. 서식장의 가치는 현재 이용가능한 어류자원 및 저서수산생물자원의 가치를 말하며, 성육장의 가치는 미래 이용가능한 자치어의 가치를 의미한다. 자원공급 서비스 편익의 가치는 수산물 자원의 최대지속적생산량(MSY)에 단위당 어가를 곱하는 시장가격기법으로 추정된다. 어류자원의 최대지속적생산량은 Cadima(1977)의 방법을 사용하고 있으며, 저서수산생물자원은 Fox(1970)방법에 의하여 추정하고 있다.

바다숲의 수산물 잠재생산량의 가치는 2010년과 2011년에 걸쳐 감태와 모자반으로 바다숲을 조성한 여수 거문도 85ha 바다숲 조성지를 대상으로 추정하고 있다. 어류자원은 돌돔, 쥐노래미, 망둥어 등이며, 저서수산생물자원은 보라성게, 문어, 소라, 감태 등이고, 자치어는 붉바리, 쥐노래미, 고등어, 노래미, 쥐치 등으로 구성되어 있다.

<표 3>은 여수 거문도 바다숲 조성해역의 연간 헥타르당 자원공급 서비스 가치를 나타낸다. 바다숲 생태계의 단위면적당 수산물 잠재생산량 가치는 현재 이용가능한 서식장의 가치와 자치어의 성어가입

<표 3> 여수 거문도 바다숲 조성해역의 연간 자원공급 서비스 가치

| 구 분 | | 수산물잠재생산량의 가치 (원/ha/yr) | 연구방법 | 연구결과 |
|-----------|----------|---------------------------|--------|---------------------|
| 서식장: 현재이용 | 어류자원 | 4,399,032 | 시장가격기법 | 강석규 외 (2017)의 연구 |
| | 저서수산생물자원 | 29,912,255 | | |
| | 소계 | 34,311,287 | | |
| 성육장: 미래이용 | 자치어 | 24,200,984 | | |
| 합 계 | | 58,512,271 | | |

으로 미래 이용가능한 성육장의 가치를 포함하고 있다.

우선 서식장의 가치를 살펴보면, 여수 거문도 바다숲 조성 해역은 어류자원의 서식장으로서 연간 헥타르당 4,399,032원의 가치를 지니며, 저서수산생물자원의 서식장으로서 연간 헥타르당 29,912,266원의 가치를 지니 총 서식장으로서 연간 헥타르당 34,311,287원의 가치를 지닌다.

다음으로 자치어의 미래가치를 의미하는 성육장의 가치를 살펴보면, 여수 거문도 바다숲 조성 해역은 연간 헥타르당 24,200,984원의 가치를 지니고 있음을 나타내고 있다. 따라서 여수 거문도 바다숲 조성해역 단위면적당 수산물의 잠재생산량 가치는 58,512,271원의 가치를 지니는 것으로 나타내고 있다.

2. 문화관광 서비스 편익의 가치

바다숲은 레크리에이션, 생태체험관광, 정서적 가치, 심미적 쾌락(교육, 연구 등)과 같이 사람이 생태계로부터 얻는 비물질적인 편익 등의 문화관광 서비스 편익을 제공한다. 본 연구에서는 강석규 외(2017)의 연구결과에 기초하여 여수 거문도 바다숲 조성해역에서 이루어진 바다낚시 및 스킨스쿠버 해양어촌관광객을 대상으로 문화관광 서비스인 생태체험관광 편익의 가치를 추정하고자 한다. 문화관광 서비스 편익의 가치는 개별 여행비용법에 의하여 바다숲 조성에 따른 단위면적당 스킨스쿠버 편익 및 바다낚시 편익에 기초하여 추정된다.

여수 거문도에서 스킨스쿠버를 경험한 해양어촌관광객의 여행비용조사와 거문도 어업인의 바다숲 인식도조사 설문결과에 기초하여 분석하고 있다. 거문도 어업인은 연간관광객 중 해양어촌관광객의 비율이 19.8% 정도 차지하며, 바다숲 조성이후 해양어촌관광객수가 9.9% 정도 늘고 있는 것으로 인식하고 있다. 그리고 어촌계장의 심층면담조사결과, 해양어촌관광을 구성하는 스킨스쿠버와 바다낚시의 비중이 3:7의 비중을 고려하여 거문도에 조성된 바다숲의 거문도 스킨스쿠버 해양어촌관광 서비스의 경제적 가치는 <표 4>와 같이 거문도 평균방문관광객수 199,243명, 연간관광객 중 해양어촌관광객의 비율 19.8%, 스킨스쿠버 해양어촌관광객의 비중 30.0%, 바다숲 조성 이후 해양어촌관광객수의 증가율 9.9%, 절단음이항모형(TNB)에 의한 1인 1회 스킨스쿠버 편익 363,420원을 곱하여 426백만 원에 달하고 있음을 보여주고 있다. 또한 단위면적(ha)당 거문도 스킨스쿠버 해양체험관광은 5,011,765원의 가치를 지니고 있음을 보여주는 것이다.

여수 거문도에서 바다낚시를 경험한 해양어촌관광객의 여행비용조사와 거문도 어업인의 바다숲 인식도조사 설문결과에 기초하여 분석하고 있는데, 바다숲의 거문도 바다낚시 해양어촌관광 서비스의 경제적 가치는 <표 5>와 같이 거문도 평균방문관광객수 199,243명, 연간관광객 중 해양어촌관광객의 비

<표 4> 여수 거문도 바다숲 조성해역의 스킨스쿠버 서비스 편익의 경제적 가치 추정결과

| 평균 관광객수 (명) | 연간관광 객 중 해양어촌 관광객의 비율(%) | 스킨스쿠버 해양어촌관 객의 비중(%) | 바다숲 조성이후 해양어촌관광 객수의 증가율(%) | 1인 1회 스킨스쿠버 편익(원) | 거문도 스킨스쿠버 해양관광 서비스의 경제적 가치(원/yr) | 거문도 스킨스쿠버해양관광 단위면적당경제적 가치(원/ha/yr) |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------|--|---|
| 199,243 | 19.8 | 30.0 | 9.9 | 363,420 | 426,000,000 | 5,011,765 |

<표 5> 여수 거문도 바다숲 조성해역의 바다낚시 서비스 편익의 경제적 가치 추정결과

| 평균관광객 수(명) | 연간관광객 중 해양어촌관광 객의 비율(%) | 바다낚시 해양어촌관광 객의 비중(%) | 바다숲 조성이후 해양어촌관광 객수의 증가율(%) | 1인 1회 바다낚시 편익(원) | 거문도 바다낚시해양 관광 서비스의 경제적 가치(원/yr) | 거문도 바다낚시 해양관광 단위면적당 경제적 가치 (원/ha/yr) |
|---------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------|---|---|
| 199,243 | 19.8 | 70.0 | 9.9 | 320,548 | 876,000,000 | 10,305,882 |

<표 6> 여수 거문도 바다숲 조성해역의 단위면적당 연간 문화관광서비스 생태체험관광의 가치

| 구분 | 생태체험관광의 가치(원/ha/yr) | 연구방법 | 연구결과 |
|-------|---------------------|----------------|--------------------|
| 스킨스쿠버 | 5,011,765 | 여행비용법 (TCM) | 강석규 외(2017)의 연구 |
| 바다낚시 | 10,305,882 | | |
| 합계 | 15,317,647 | | |

을 19.8%, 바다낚시 해양어촌관광객의 비중 70.0%, 바다숲 조성이후 해양어촌관광객수의 증가율 9.9%, 절단음이항모형(TNB)에 의한 1인 1회 바다낚시 편익 320,548원을 곱하여 876 백만 원에 달하고 있음을 보여주고 있다. 또한 단위면적(ha)당 거문도 바다낚시 해양체험관광은 10,305,882원의 가치를 지니고 있음을 보여주는 것이다.

<표 6>은 거문도 바다숲 조성해역의 단위면적당 문화관광 서비스 생태체험관광의 가치를 나타낸다. 거문도 바다숲 생태계의 단위면적당 문화관광 서비스의 생태체험관광의 가치는 스킨스쿠버와 바다낚시 생태체험관광의 가치를 포함하고 있다. 우선 바다숲 생태계에 의한 스킨스쿠버 생태체험관광은 연간 헥타르당 5,011,765원의 가치를 지니고 있다. 그리고 바다숲 생태계에 의한 바다낚시 생태체험관광은 연간 헥타르당 10,305,882원의 가치를 지니고 있음을 보여주고 있다. 따라서 단위면적당 문화관광 서비스 생태체험관광의 가치는 15,317,647원의 가치를 지니고 있음을 보여주고 있다.

3. 환경조절 및 생태계유지 서비스 편익의 가치

바다숲은 환경조절 및 생태계유지 서비스를 제공하고 있다. 환경조절 서비스는 생태계의 자연 통제과정에서 발생하는 편익으로서 공기정화, 기후조절, 재해방지, 질병통제 등이 속하며, 생태계유지 서비스는 다른 생태서비스 생산에 기반이 되는 편익을 말하며, 광합성, 영양분 순환과 기초 생산력, 생물의 다양성 등이 이에 속한다. 바다숲이 지니는 환경조절, 생태계유지 서비스의 가치 측정은 매년 추

<표 7> 편익이전기법에 의한 바다숲 생태계의 환경조절·생태계 유지 서비스의 경제적 가치

| 서비스 | 가치 | 단위(ha/yr) | 원화환산가치 (원/ha/yr) | 연구결과 | |
|--------|--------|-----------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 환경조절 | 기후조절 | 479 | (US\$ in 2007) | 546,487.68 | Costanza et al.(2014) |
| | 오염물질정화 | 60 | (€ in 2014) | 85,342.42 | Campagne et al.(2015) |
| | 침식방지 | 25,368 | (US\$ in 2007) | 28,942,169.97 | Costanza et al.(2014) |
| 생태계 유지 | 영양순환 | 26,223 | (US\$ in 2007) | 29,917,633.36 | Costanza et al.(2014) |
| 가치합계 | | | | 59,491,633.43 | |

정하기 어려울 뿐 아니라 막대한 시간과 비용이 수반된다. 따라서 본 연구에서는 편익이전 방법에 의하여 바다숲의 생태계 서비스인 환경조절 서비스와 생태계유지 서비스의 경제적 가치를 추정하고자 한다. 본 연구의 객관성과 과학성을 담보하기 위하여 최근에 이루어진 Costanza et al.(2014), Campagne et al.(2015) 등의 연구결과를 기초로 하였으며, 기존의 편익이전 연구와 마찬가지로, 기존연구의 평가시점에서 2016년 현재까지 소비자 물가상승률을 반영하여 원화가치로 환산·평가하였다. 2007년 기후조절 서비스의 가치 \$479/ha/yr, 침식방지 서비스의 가치 \$25,368/ha/yr, 영양순환 서비스의 가치 \$26,223/ha/yr는 환율 929.2원을 적용하고 한국은행 소비자 물가상승률을 고려하여 2016년 현재 각각 546,488원/ha/yr, 28,942,170원/ha/yr, 29,917,630원/ha/yr의 가치를 지닌다. 그리고 2014년 오염정화기능의 가치 €60/ha/yr는 환율 1,398.82원을 적용하고 한국은행 소비자 물가상승률을 고려하여 2016년 현재 85,342원/ha/yr의 가치를 지닌다. 따라서 바다숲 생태계의 환경조절·생태계유지 서비스는 총 연간 헥타르당 59,491,633원의 경제적 가치를 지니고 있음을 보여준다.

4. 비사용 가치

바다숲은 바다숲 생태계의 존재가치, 이타가치, 유산가치 등의 비사용편익도 제공한다. 본 연구에서는 강석규 외(2017)의 연구결과에 기초하여 바다숲 생태계의 비사용가치를 평가하고자 한다. 조사시기는 2017년 3월 24일부터 2017년 4월 21일까지이며, 6개 권역별 일반가구에 비례층화 무작위 추출법을 이용하여 추출된 1,002가구를 대상으로 실제 설문조사에 들어가기 전에 100명을 대상으로 사전조사(pretest)를 시행한 후, 이들로부터 얻은 결과와 기존연구결과 및 전문가 의견을 반영하여 5,000원, 10,000원, 15,000원, 20,000원, 30,000원, 50,000원 등 총 6개의 초기 제시 금액에 기초하여 5년간 거문도 바다숲 조성(85ha)에 대해 제시된 금액과 그에 따른 지불의사를 조사하였다. 추정은 이중양분선택형(double-bounded dichotomous choice) CVM을 적용하였으며, 지불의사금액은 로짓모형에 의해 추정하였다.

지불의사모형의 파라미터로부터 유도된 WTP추정치는 <표 8>에서 보는 것과 같다. 바다숲 조성에 따른 2017년부터 향후 5년간 1가구당 연간 평균지불의사금액 즉 연간 국민 편익의 평균 금액은 35,762원으로 추정되었으며, 평균값을 중심으로 하는 95% 신뢰구간은 32,539~38,985원이다. KDI 가이드라인에 따르면, 지불의사모형의 파라미터에 의해 산출된 편익은 한 가구당 WTP를 의미하는 것으로 연간 편익을 계산하기 위해서는 지불단위에 맞춘 일반화 과정이 필요하다. 본 연구는 전국민을 모집단으로 하는 조사를 시행함에 따라, 결론적으로 연간 편익은 한 가구당 WTP에 전국 가구 수를 곱한 값이어야 한다.

<표 8> 여수 거문도 바다숲 조성해역의 5년간 가구당 지불의사금액, 국민전체 연간편익 및 총 가치

| 구분 | 1가구당 연간 지불의사금액(편익) | 전국 가구 수 (2015기준) | 5년간 국민 전체 연간 편익(억 원) | 총 가치 (억 원) |
|---|-----------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|
| 바다숲 조성사업(거문도 바다숲, 85ha) 편익 (95% 신뢰구간) | 35,762원 (32,539~38,985원) | 19,560,603 | 6,995 | 29,870 |

주) 가구 수 자료: KOSIS(2017)

<표 9> 바다숲의 사용 및 비사용 가치

| 구분 | 사용가치 | 비사용 가치 | 연구결과 |
|-----------------|------------|-----------|-----------------|
| 총 현재가치(억 원) | 20,012.900 | 9,857.100 | 강석규 외(2017)의 연구 |
| 연간 가치(억 원) | 1,100.710 | 542.140 | |
| 연간 헥타르당 가치(억 원) | 12.950 | 6.378 | |

2015년 기준 전국 총 가구 수는 19,560천 호로 집계되었다. 따라서 총 가구수에 평균 WTP를 곱하여 얻은 연간 편익은 약 6천 9백억 원으로 산출되었으며, 2017년부터 향후 5년간 발생하는 연간 편익을 준정부기관 사업 예비타당성조사 운용지침에 따른 사회적 할인율 연 5.5%¹⁾로 2016년 현재시점에서 평가할 때의 총 시장가치는 약 29,870억 원으로 이 금액은 바다숲 조성으로부터 생태계 개선에 따른 총 편익을 의미한다. 지불이유에 대한 설문응답 결과, 사용가치 67%와 비사용 가치 33%에 기초하여 사용가치와 비사용 가치는 <표 9>와 같이 나타낼 수 있다. 연간 가치가 미래에도 지속적으로 발생한다면, 연간 가치는 거문도 바다숲의 사용 및 비사용 가치에 사회적 할인율 연 5.5%를 곱해서 구할 수 있다. 연간 사용가치와 비사용 가치는 각각 1,100.71억 원과 542.14억 원이며, 여수 거문도 바다숲 조성면적 85ha에 대한 헥타르 단위면적당 사용 및 비사용 가치는 각각 12.95억 원과 6.38억 원으로 추정할 수 있다.

5. 바다숲의 연간 경제가치 및 총 경제 가치

<표 10>은 본 연구의 단위면적당 연간 직·간접 사용가치와 비사용 가치의 평가 결과를 종합한 것이다. 바다숲이 우리 사회에 제공하는 헥타르당 연간 직·간접사용 편익은 수산물 잠재생산량, 기후조절, 오염물질정화, 침식방지, 영양순환, 그리고 스킨스쿠버와 바다낚시 생태체험활동 등의 바다숲 생태계 서비스로부터 발생하며, 133,321,551원의 가치를 지닌다. 그리고 바다숲의 유산, 존재 등 비사용 편익 즉 보존가치는 헥타르당 연간 637,800,000원에 달하고 있음을 보여준다. 따라서 바다숲의 헥타르당 연간 경제가치는 771,121,551원에 달한다.

바다숲이 제공하는 서비스 편익별로 가치를 평가하면, 다음과 같다. 첫째, 바다숲의 자원공급 서비스 편익 가치는 수산물 수산물 잠재 생산량의 가치로서 연간 헥타르당 58,512,271원에 달하고 있음을 보여주고 있다. 둘째, 바다숲의 환경조절 서비스 편익 가치는 기후조절 서비스 546,488원, 오염물질정화 서비스 85,342원, 침식방지 서비스 28,942,170원 등을 포함하여 헥타르당 29,574,000원임을 보여주

1) 공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 운용지침의 개정(2017년 9월 28일)에 따른 사회적 할인율 연 5.5%에서 연 4.5%로 변경하여 적용하고 있으나, 본 연구는 2016년 기준으로 바다숲의 경제적 가치를 추정하고 있어 이전의 운영 지침에 따라 연 5.5%의 사회적 할인율을 적용하였다.

고 있다. 셋째, 바다숲의 생태계유지 서비스 편익 가치는 영양순환 서비스로서 헥타르당 연간 29,917,633원의 가치를 지니고 있음을 보여주고 있다. 넷째, 바다숲의 문화관광 서비스 편익의 가치는 스킨스쿠버와 바다낚시 서비스 등 생태체험서비스로서 각각 5,011,765원과 10,305,882원으로 평가되어 헥타르당 연간 15,317,647원의 가치를 지니고 있다.

<표 11>은 전체 바다숲의 연간 총 경제적 가치를 평가하고 있다. 바다숲의 가치가 단위면적에 비례하여 증가한다고 가정하면, 바다숲은 2016년까지 조성면적 12,208.2ha와 천연해조장 면적 4,272.6ha에 기초하여 연간 12조 7천억 원의 가치를 지니는 것으로 평가할 수 있다. 이는 어업국내총생산액(2016년 6.5조 원)의 1.95배, 해양수산부 지출예산(2016년 4.9조 원)의 2.6배, 수산어촌지출예산(2016년 2조 원)의 6.4배, 국민 1인당 25만 원의 편익에 해당된다.

<표 10> 단위면적당 연간 경제적 가치

| 구 분 | 가치(원/ha/yr) |
|----------------|-------------|
| 바다숲의 직·간접사용 가치 | 133,321,551 |
| 1. 자원공급 서비스 | 58,512,271 |
| : 수산물 잠재 생산량 | 58,512,271 |
| 2. 환경조절 서비스 | 29,574,000 |
| (1) 기후조절 | 546,488 |
| (2) 오염물질정화 | 85,342 |
| (3) 침식방지 | 28,942,170 |
| 3. 생태계유지 서비스 | 29,917,633 |
| : 영양순환 | 29,917,633 |
| 4. 문화관광 서비스 | 15,317,647 |
| (1) 스킨스쿠버 | 5,011,765 |
| (2) 바다낚시 | 10,305,882 |
| 바다숲의 비사용(보존)가치 | 637,800,000 |
| 연간 경제적 가치 | 771,121,551 |

<표 11> 전체 바다숲의 연간 총 경제적 가치

| 구 분 | 가치(억 원/yr) |
|----------------|------------|
| 바다숲의 직·간접사용 가치 | 21,972.46 |
| 1. 자원공급서비스 | 9,643.29 |
| : 수산물 잠재 생산량 | 9,643.29 |
| 2. 환경조절서비스 | 4,874.03 |
| (1) 기후조절 | 90.07 |
| (2) 오염물질정화 | 14.07 |
| (3) 침식방지 | 4,769.90 |
| 3. 생태계유지서비스 | 4,930.67 |
| : 영양순환 | 4,930.67 |
| 4. 문화관광서비스 | 2,524.47 |
| (1) 스킨스쿠버 | 825.98 |
| (2) 바다낚시 | 1,698.49 |
| 바다숲의 비사용(보존)가치 | 105,114.54 |
| 총 경제적 가치 | 127,087.00 |

본 연구와 같이 우리나라 생물군계(biome)별로 이루어진 주요 국내 기존의 연구는 산림을 대상으로 2~5년 주기로 2014년까지 10차례에 걸쳐 산림의 공익적 가치를 화폐단위로 평가하여 발표하고 있는 산림청 국립산림과학원의 연구와 갯벌을 대상으로 갯벌의 가치를 화폐단위로 평가하고 있는 해양수산부의 연안습지기초조사 연구 등을 들 수 있다.

산림청 국립산림과학원은 산림의 가치 평가 시 올바른 평가를 위하여 산림의 공익기능을 새롭게 발견하고 이를 추가하여 분석하고 있다. 최근에 이루어진 국립산림과학원의 「2014년 산림의 공익적 가치」 연구결과에 따르면, 12개의 공익기능에 기초하여 연간 126조 원으로 평가하고 있다.

해양수산부(2012)의 「제2차 연안습지기초조사」 결과에 따르면, 갯벌은 헥타르당 연간 6,680만 원의 가치를 지니고 있는 것으로 평가하고 있으며, 우리 갯벌 면적 248,920ha(2,489.2km²)를 고려하여 갯벌은 연간 대략 16.6조 원의 가치를 지니고 있음을 보여주고 있다.

학술저널 네이처(Nature)에 발표된 Costanza et al.(1997)의 연구결과에 따르면, 바다숲의 가치는 산림의 가치와 비교하여 20배에 달하며, 농경지의 가치와 비교하여 200배, 갯벌의 가치와 비교하여 2배²⁾에 달한다고 평가하고 있다.

한편, 우리나라 바다숲의 연간 가치가 향후 미래에도 지속가능하다면, 준정부기관 사업 예비타당성조사 운용지침에 따른 사회적 할인율 연 5.5%를 적용하여 바다숲의 총 경제가치는 2016년 기준 244조 원으로 평가할 수 있다.

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 글로벌 표준 가치평가 매뉴얼에 기초하여 우리 사회에 제공하는 바다숲의 가치를 경제적으로 평가하고자 하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 우리나라 바다숲이 우리 사회에 제공하는 직·간접 사용 편익은 헥타르당 연간 133,321,551원의 가치를 지니며, 비사용 편익은 헥타르당 연간 637,800,000원의 가치를 지니어 바다숲의 헥타르당 연간 경제가치는 771,121,551원에 달하고 있음을 보여준다. 둘째, 바다숲이 제공하는 서비스 편익별로 가치를 평가하면, 자원공급 서비스의 편익 가치로서 수산물 잠재 생산량의 연간 가치는 헥타르당 58,512,271원에 달하고 있다. 바다숲의 환경조절 서비스 편익의 가치는 기후조절 서비스 546,488원, 오염물질정화 서비스 85,342원, 침식방지 서비스 28,942,170원 등을 포함하여 헥타르당 29,574,000원임을 보여주고 있으며, 바다숲의 생태계유지 서비스 편익의 가치는 영양순환 서비스로서 헥타르당 연간 29,917,633원의 가치를 지니고 있음을 보여주고 있다. 그리고 바다숲의 문화관광 서비스 편익의 가치는 스킨스쿠버와 바다낚시 서비스 등 생태체험 서비스로서 각각 5,011,765원과 10,305,882원으로 평가되어 헥타르당 연간 15,317,647원의 가치를 지니고 있다. 셋째, 바다숲의 가치가 단위면적에 비례하여 증가한다고 가정하면, 바다숲은 2016년까지 조성면적 12,208.2ha와 천연해조장 면적 4,272.6ha에 기초하여 직·간접사용가치 연간 2조 2천억 원과

2) Costanza et al.(1997)은 생물군(biome)의 17개 기능에 기초하여 경제적 가치를 추정하고 있지만, 본 연구와 달리, 비사용 가치를 고려하지 않았다. Costanza et al.(1997)의 연구와 마찬가지로 생물군의 기능으로 구성된 본 연구의 직·간접사용 편익만을 고려할 경우, 본 연구의 바다숲 가치는 해양수산부의 국내 갯벌가치 헥타르당 연간 6,680만 원의 대략 2배인 헥타르당 연간 13,332만 원에 달하는 연구결과를 얻고 있다.

비사용 가치 10조 5천억 원을 포함하여 연간 12조 7천억 원의 가치를 지니는 것으로 평가할 수 있다. 이는 어업국내총생산액(2016년 6.5조 원)의 1.95배, 해양수산부 지출예산(2016년 4.9조원)의 2.6배, 수산어촌지출예산(2016년 2조 원)의 6.4배, 국민 1인당 25만 원의 편익에 해당된다. 넷째, 향후 우리나라 바다숲의 가치가 미래에도 지속가능하다면, 사회적 할인율 연 5.5%를 적용하여 바다숲의 총 경제가치는 2016년 기준 244조 원으로 평가할 수 있다.

본 연구는 바다숲의 다양한 서비스 편익 중 일부만을 고려하여 경제적 가치를 추정한 점, 문화관광 서비스의 가치가 높게 나타나는 거문도 바다숲의 조사결과를 우리나라 바다숲 전체 가치로 일반화하고 있는 점, 그리고 환경조절 및 생태계유지 서비스 편익의 가치평가에 있어서 특정 국가의 연구결과를 인용하여 평가하고 있는 점, 설문 응답결과에 기초하여 비사용 가치를 추정하고 있는 점 등이 한계점으로 지적될 수 있다. 이러한 한계점으로 인해 바다숲의 경제적 가치가 과대 또는 과소 추정에 관한 논란의 여지가 있을 수 있다. 이러한 한계점은 향후 미래의 연구과제로 남겨 놓고자 한다.

본 연구는 이러한 한계점에도 불구하고 국내 처음으로 바다숲이 우리 사회에 제공하는 주요 서비스 편익을 화폐단위로 환산하여 평가함으로써 바다숲의 가치에 대한 인식을 증진시키고 바다숲 조성 정책의 타당성을 확보하는데 중요한 자료로 활용될 것으로 기대한다.

바다숲 조성사업이 생산성 향상 및 생태계 복원 등 해양국토보전을 위한 국가인프라 사업으로서의 타당성을 확보하기 위한 정책적 제언은 다음과 같이 제시할 수 있다.

첫째, 바다숲의 가치평가는 바다숲 조성 정책의 타당성을 확보하는 동시에 바다숲이 우리 사회에 제공하는 서비스 편익을 화폐단위로 환산함으로써 바다숲의 중요성 및 가치에 대한 인식 제고를 위한 일환으로 이루어진다. 따라서 본 연구의 결과를 기초로 해서 적극적인 홍보 전략을 구축하는 것이 필요하다. 본 연구의 결과인 2016년 바다숲의 연간 평가액 12.7조 원은 국내총생산액(GDP, 2016년 1,504조 원)의 0.84%, 농림어업총생산(2016년 28.1조 원)의 45.2%, 어업국내총생산액(2016년 6.5조 원)의 1.95배, 해양수산부 지출예산(2016년 4.9조 원)의 2.6배, 수산어촌지출예산(2016년 2조원)의 6.4배, 국민 1인당 25만 원의 편익을 제공하고 있음을 적극적으로 홍보할 필요가 있다.

둘째, 권역별 바다숲 생태계 서비스 편익의 발굴 및 정기적인 가치평가가 필요하다. 우리나라 제주, 남해, 서해, 동해 연안바다는 쿠로시오해류, 쓰시마난류, 동한난류, 황해난류, 쿠릴해류, 리만해류, 북한한류 등 난·한류 등의 영향을 받아 해조상이 다양하게 나타나고 있다. 이에 따른 바다숲의 생태적 특성으로 바다숲 생태계 서비스 편익의 효과가 달리 나타난다. 따라서 제주, 남해, 서해, 동해 권역별 바다숲의 면적, 생태계의 특성 등을 고려한 바다숲 생태계 서비스의 편익을 발굴하고 이를 토대로 바다숲의 가치를 평가해야 한다. 한편 바다숲의 가치 인식을 증진하기 위해 권역별 바다숲 모니터링 및 효과조사와 함께 정기적인 가치평가를 실시할 필요가 있다. 예를 들면 산림청에서는 산림의 가치 인식을 증진하기 위하여 정기적으로 산림의 공익적 기능을 발굴하고 이에 기초하여 산림의 공익적 가치를 평가하고 있다.

셋째, 바다숲의 사회경제적 효과조사 및 가치평가 매뉴얼의 개발이 필요하다. 바다숲 조성사업은 바다숲의 조성효과와 그 효과의 가치평가를 통하여 그 가치 및 중요성을 확인하는 공익사업이다. 따라서 권역별 해역특성을 반영한 바다숲의 조성 효과 조사 지표를 생태 지표와 사회경제 지표를 구분하여 개발하고 이를 토대로 가치를 평가할 수 있는 평가 매뉴얼을 구축할 필요가 있다. 바다숲의 조성 효과는 생물·생태 효과와 사회경제 효과로 구분할 수 있다. 현행 바다숲의 효과조사는 생물다양성,

생체량 등 생물·생태 지표만을 고려하여 조사하고 있다. 향후에는 바다숲 조성사업에 따른 사회경제 효과를 측정할 수 있는 사회경제 지표도 효과조사에 포함하여야 한다. 일반적으로 사회경제 지표는 바다숲에 대한 어업인, 지역주민 및 일반시민의 인식도, 바다숲 조성해역의 가구 수, 상점 수, 낚시점 수, 스킨스쿠버 솟 수, 해양어촌관광객의 수 및 지출비용 등을 들 수 있다.

끝으로, 향후 국가주도에서 벗어나 시민 참여형 바다숲 조성정책의 수립이 필요하다. 우리나라는 2002년부터 연안어업에 대해 국가 주도의 관리체계에서 벗어나 어업인 스스로 자율적인 어업관리체제를 지향하도록 개발된 자율관리어업을 도입하여 시행하고 있다. 그러나 자율관리주체인 자율관리공동체가 정부의 지원에 지나치게 의존하여 어장환경 개선과 어획량 및 어획노력량 등 자원관리활동에 소홀하다는 지적이 계속 제기되고 있다. 이와 같이 국가 주도 및 생산자에 의한 자원관리로는 한계가 있으므로 최근에 자원관리의 대안으로 모색되고 있는 시민 또는 소비자 참여형 자원관리방안을 적극 도입하여 NGO, 환경단체, 소비자 단체 등이 참여하는 자원관리 및 조성정책이 필요하다. 일본의 경우, 국가 주도의 바다숲 조성정책에서 벗어나 NGO, 환경단체 등이 참여하여 바다숲 조성정책을 결정하는 시스템으로 변화하고 있다.

REFERENCES

- 강석규 (2011), “해중림 조성사업의 경제성 분석: 제주 우도 서광리 어장을 중심으로”, *수산경영론집*, 42(1), 37-55.
- 강석규 (2016), “여행비용법에 의한 선상낚시 체험활동의 경제적 가치 추정: 제주 차귀도를 대상으로”, *수산경영론집*, 47 (3), 33-41.
- _____, “천연 해조장 생태계 서비스 및 편익지표에 관한 탐색적 연구”, *수산경영론집*, 47(3), 53-69.
- 강석규 외 (2017), “2016년 바다숲의 생태적·경제적 가치평가”, 한국수산자원관리공단.
- 기획재정부 (2017), *공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 운용지침*.
- 산림청 (2014), 2014년 산림의 공익적 가치.
- 한국개발연구원 (2008), *예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구*, 제5판.
- _____(2012), *예비타당성조사를 위한 CVM 분석 지침 개선연구*.
- _____(2015), *CVM(조건부가치측정법) 분석지침 개선*.
- 해양수산부 (2012), *연안습지기초조사*.
- Anderson, E. E. (1989), “Economic benefit of habitat restoration: seagrass and the Virginia hard-shell blue crab fishery,” *North American Journal of Fisheries Management*, 9, 140-149.
- Blandon, A. and Ermgassen, P. Z. (2014), “Quantitative estimate of commercial fish enhancement by seagrass habitat in southern Australia,” *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 151(20), 1-8.
- Böhnke-Henrichs, A., de Groot, R., Baulcomb, C., Hussain, S., Koss, R. and Fofana, A. (2013), “Typology and Indicators of Ecosystem Services for Marine Spatial Planning and Management,” *Journal of Environment Management*, 130, 135-145.
- Cadima.(1977), in Troadec. J-P. Methodes semi-quantitatives d'evaluation. *FAO Fish. Circ.*, 701:131-141
- Campagne, C. S., Salles, J-M., Boissery, P. and Deter, J. (2015), “The seagrass *Posidonia oceanica*: Ecosystem services identification and economic evaluation of goods and benefits,” *Marine Pollution Bulletin*, 97, 391-400.
- CICES (2013), CICES V4.3 (January 2013), CICES for ecosystem service mapping and assessment. <<http://cices.eu/>>.
- Costanza, R., d'Agre, R., de Groot, R., Sutton, P., Ploeg, S. V. D., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S. and Turner, R. K. (2014), “Changes in the Global Value of Ecosystem Services,” *Global Environment Change*, 26, 152-158.
- Costanza, R., d'Agre, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.

- V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. and Belt, M. (1997), "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital," *Nature*, 387, 253-260.
- De Groot, R.S. (1992), "Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management, and Decision Making," Wolters-Noordhoff, Groningen, 315.
- FAO (2008), Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods, FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER 489.
- Fox, W. W. (1970), An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Transactions of the American Fisheries Society* 99: 80-88.
- Han, Q., Huang, X., Shi, P. and Zang, J. (2008), "Seagrass Bed Ecosystem Service Valuation-A Case Research on Hepu Seagrass Bed in Guangxi Province," *Marine Science Bulletin*, 10(1), 87-96.
- Hattam, C., Atkins, J. P., Beaumont, N., Börger, T., Böhnke-Henrichs, A., Burdon, D., de Groot, R., Hoefnagel, E. Nunes, P., Piwowarczyk, J., Sastre, S. and Austen, M. C. (2015), "Marine Ecosystem Services: Linking Indicators to their Classification," *Ecological Indicators*, 49, 61-75.
- Jackson, E. L., Wilding, C. and Attrill, M. J. (2015), "Use of a seagrass residency index to apportion commercial fishery landing values and recreation fisheries expenditure to seagrass habitat service," *Conservation Biology*, 29(3), 899-909.
- MEA (2005a), "Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis," World Resources Institute, Washington, DC.
- MEA (2005b), Chapter 5-Biodiversity in Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being, Policy Responses, 3, Island Press.
- NOAA (2014), "California Eelgrass Mitigation Policy and Implementing Guidelines," West Coast Region, NOAA FISHERIES.
- TEEB (2010), "The Economics of Ecosystems and Biodiversity," Ecological and Economic Foundations, edited by Pushpam Kumar.
- Tuya, F., Haroun, R. and Espino, F. (2014), "Economic assessment of ecosystem services: Monetary value of seagrass meadows for coastal fisheries," *Ocean and Coastal Management*, 96, 181-187.
- UNEP (2014), "Guidance Manual on Valuation and Accounting of Ecosystem Services for Small Island Developing States," Ecosystem Services Economics Unit, Division of Environment Policy Implementation.
- UNEP-WCMC (2011), "Marine and Coastal Ecosystem Services: Valuation Methods and Their Application," *Biodiversity Series*, 33, 1-46.
- Yasushi, I., Yoshio, N., Satoshi, M., Nobuo, M., Jun, Y., Shinji, K. and Masahiro, N. (2009), "藻場による炭素固定量の試算," *Fisheries engineering*, 46(2), 135-146.