creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

**저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.**

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

도시계획학박사 학위논문

# 해양보호구역 환경수용력과 출입관리 정책의 효과성 평가

Assessment of environmental carrying capacity and the effectiveness of access restriction policy on a marine protected area

2021년 8월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과

김 미 주

# 해양보호구역 환경수용력과 출입관리 정책의 효과성 평가

지도 교수 홍 종 호

이 논문을 도시계획학박사 학위논문으로 제출함
2021년 4월

서울대학교 대학원
환경계획학과
김 미 주

김미주의 도시계획학박사 학위논문을 인준함
2021년 7월

위 원 장 이 동 수

부위원장 김 종 성

위 원 남 정 호

위 원 오 치 옥

위 원 홍 종 호

# 초 록

해양보호구역은 해양 종(種)과 서식지를 보전하고자 전 세계적으로 널리 쓰이고 있는 관리 도구이며, 인간과 자연에 다양한 혜택을 제공한다. 우리나라는 2001년 처음으로 해양보호구역을 지정한 후 해양보호구역의 개소와 면적은 증가하였다. 그러나 해양보호구역 지정의 성공적 핵심이라 할 수 있는 채취금지구역이나 출입 제한구역 등의 제도는 시행되지 않고 있다. 해양보호구역이 문서상으로만 존재하는 보호지역이 되지 않으면서 동시에 자연환경이 수용할 수 있는 범위 내에서 인간이 얻는 혜택을 최대화 하려면 효과적인 관리 정책이 필요하다. 이 연구는 해양보호구역 내 여가활동에 초점을 맞추어 해양보호구역의 조화로운 보전과 이용을 위한 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이 논문은 정책 시행을 위한 과학기반 근거를 제시한다는 점에서 정책적 의의가 있으며, 잘 사용되지 않는 생물리 기반과 선호도 기반 방법론을 적용하였다는 점에서 학술적 기여가 있다.

이 논문은 세 개의 소논문으로 구성되어 있다. 첫 번째 소논문은 해양보호구역 내 여가 이용의 환경수용력 산정을 통해 지속가능성을 진단하고, 정책 개입의 과학적 근거를 마련하였다. 방법론은 생물리 기반 평가법의 하나인 에머지(emergy) 평가법을 적용하였다. 문섬 해역 자연환경의 연간 가치는 $2.40 \times 10^9$sej(solar joule), 약 24억 원으로 나타났다. 에머지지속성지수로 평가한 스쿠버 다이빙 활동은 지속가능하지 않은 것으로 나타났다.

두 번째 소논문은 해양보호구역 출입관리 정책을 대안 정책으로 제시하고 정책의 경제적 가치와 이용자 선호도 분석을 통해 효과성을 평가하였다. 대안 정책은 문섬 해역 해양보호구역에 출입제한 구역과 시기를 지정하는 섬 휴식제로 설정하였다. 다이버를 대상으로 방법론은 선호도 기반 평가법인 선택실험법을 적용하였다. 섬 휴식제 6개월 시행에 대한

다이버 1인당 연간 한계지불의사액은 약 8,637원, 총 가치는 연간 약 2억 3,320만 원으로 도출되었다. 이는 섬 휴식제의 경제적 가치가 문섬 해역 해양보호구역 관리예산 규모와 비견할 정도이며 섬 휴식제가 도입되었을 때 다이버가 수용할 가능성이 있다는 것을 의미한다.

세 번째 소논문은 출입관리 정책의 수용성과 효과성을 평가하기 위해 여가이용자의 해양보호구역 지지 영향 요인 분석을 수행하였다. 연구방법은 낚시인을 대상으로 설문조사로 자료를 수집하고 해양보호구역 지지도를 종속변수로 하는 회귀분석을 수행하였다. 해양보호구역 인식과 태도는 해양보호구역 지지에 긍정적인 영향을 끼쳤으나 여가전문화는 부정적인 영향을 끼쳤다. 그 외에 자원소비성향과 계획행동이론 변수의 영향도 살펴보았다.

이 논문의 결과는 생태계와 이용자의 균형 잡힌 시각으로 관리제도의 도입과 효과를 분석하여 관리정책 도입의 근거를 과학적으로 제시하였다. 그러나 공식 통계의 부재로 인한 자료 부족과 모든 이해관계자의 관점이 반영되지 못했다는 한계가 있다. 해양환경을 보전하면서도 현명하게 이용하는 것이 그 어느 때보다 중요한 이때 이 연구에서 제시한 방법론과 결과는 해양보호구역 연구와 관리정책에 활용될 수 있을 것이다.

**주요어** : 해양보호구역, 환경수용력, 출입제한, 가치평가, 에머지, 선택실험법
**학 번** : 2013-30702

# 목 차


제 1 장 서론 ..... 1
제 1 절 연구 배경 및 목적 ..... 1
제 2 절 연구 대상 및 범위 ..... 11
1. 연구 대상지 선정 ..... 11
2. 제주도 문섬 주변 해역 보호구역 지정 현황 ..... 12
3. 문섬 해역의 생물상과 생물다양성 ..... 16
4. 문섬 해역 사회·경제적 이용 현황과 이해관계자 구조 ..... 19
제 3 절 연구 방법 ..... 24

제 2 장 문섬 해역 가치평가와 지속가능성 평가: 에머지 평가법 적용 ..... 26
제 1 절 서론 ..... 26
제 2 절 선행연구 ..... 31
제 3 절 연구 방법 ..... 33
1. 에머지 개념 ..... 33
2. 에머지 평가절차 ..... 35
제 4 절 결과 및 토의 ..... 39
1. 에머지 시스템 다이어그램 ..... 39
2. 자연환경에너지 가치평가 ..... 40
3. 문섬 해역의 문화서비스 평가 ..... 43
4. 다이빙 활동의 지속가능성 평가 ..... 45
제 5 절 소결 ..... 50

제 3 장 연산호 서식지 출입 제한구역제도의 다이버 선호도 및 경제적 가치 추정 ..... 52
제 1 절 서론 ..... 52
제 2 절 선행연구 ..... 55
제 3 절 연구 방법 ..... 58
1. 선택실험법 설계 ..... 58
2. 분석 모형: 조건부로짓모형과 혼합로짓모형 ..... 60
3. 자료 수집 ..... 62
제 4 절 결과 및 토의 ..... 63
1. 응답자 기초 통계 ..... 63
2. 조건부로짓모형 추정 ..... 65
3. 혼합로짓모형 추정 ..... 67
4. 한계지불의사액 추정 ..... 69
5. 시사점 ..... 71
제 5 절 소결 ..... 72

제 4 장 여가낚시인의 해양보호구역 지지 영향 요인 분석 ..... 73
제 1 절 서론 ..... 73
제 2 절 선행연구 ..... 76
제 3 절 연구 방법 ..... 79
1. 연구 설계 ..... 79
2. 순차형 프로빗 모형 ..... 82
3. 자료 수집 ..... 83
제 4 절 결과 및 토의 ..... 84
1. 기초통계 ..... 84
2. 해양보호구역 지지도(종속변수) 응답 ..... 90
3. 설명변수의 탐색적 요인 분석 ..... 91
4. 순차형 프로빗 모형의 설명변수 ..... 95
5. 순차형 프로빗 모형 결과 ..... 96
제 5 절 소결 ..... 99

제 5 장 결론 ..... 101
제 1 절 요약 및 시사점 ..... 101
제 2 절 연구 한계 및 향후 연구 방향 ..... 105

참고 문헌 ..... 107

부록 1. 서론 자료 ..... 119

부록 2. 다이버 섬휴식제 선택실험법 설문지 ..... 126

부록 3. 여가낚시인의 해양보호구역 지지도 설문지 ..... 128

Abstract ..... 134

# 표 목차

<표 1-1> 해양생태계보호구역의 관리 및 이용 현황 ..... 11
<표 1-2> 문섬 주변 해역 보호구역 지정 현황 ..... 14
<표 2-1> 자연환경 가치평가 접근방식에 따른 비교 ..... 27
<표 2-2> 다이빙과 낚시 이용 해양보호구역의 환경수용력 선행연구 요약 ..... 32
<표 2-3> 전형적인 에머지 평가표의 형태 ..... 37
<표 2-4> 문섬 해역 해양보호구역의 자연환경에머지 평가표 ..... 41
<표 2-5> 문섬 해역 문화서비스 가치 에머지 평가표 ..... 44
<표 2-6> 문섬 해역 해양보호구역 다이빙 활동 평가표 ..... 46
<표 2-7> 문섬 해역 다이빙 활동의 에머지 지수 결과 ..... 48
<표 3-1> 선택실험법에 사용한 보호구역 관리제도 속성과 수준 ..... 59
<표 3-2> 다이빙 설문 응답자의 기초 통계 ..... 64
<표 3-3> 조건부로짓모형 분석 결과 ..... 66
<표 3-4> 추가모형에 사용한 변수의 설명과 빈도 ..... 66
<표 3-5> 혼합로짓모형 분석 결과 ..... 68
<표 3-6> 한계지불의사액 추정 결과 ..... 69
<표 4-1> 낚시 설문 응답자의 기초 통계 ..... 84
<표 4-2> 해양보호구역 방문 경험(중복응답)과 방문시 활동 ..... 86
<표 4-3> 낚시인 대상 설문조사 표본 비교 ..... 88
<표 4-4> 설명변수로 쓰인 각 문항의 응답 빈도 및 평균 ..... 91
<표 4-5> 요인분석 결과 ..... 94
<표 4-6> 모형에 사용한 설명변수의 설명과 평균 ..... 95
<표 4-7> 순차형 프로빗 모형 결과 ..... 97
<표 5-1> 문섬 해양보호구역 출입 제한 연구 주제 ..... 106
<부록 표 1> 해양보호구역 연구 scopus 검색 논문 수 ..... 119
<부록 표 2> 해양보호구역 지정 현황 ..... 119
<부록 표 3> 연안습지보호지역 지정 현황 ..... 121
<부록 표 4> 해양보호구역 지정 및 관리에 관한 법조항 ..... 121
<부록 표 5> 문섬에서 발표된 신종 논문 목록 ..... 122
<부록 표 6> 한국동물분류학회지에 실린 문섬 해역 미기록종 논문 목록 ..... 123
<부록 표 7> 문섬 해역 조사·관찰 보고서에 따른 어류와 저서무척추동물 종 수 ..... 124
<부록 표 8> 우리나라 각 연안에 서식하는 대형저서무척추동물 종 수 ..... 125

# 그림 목차

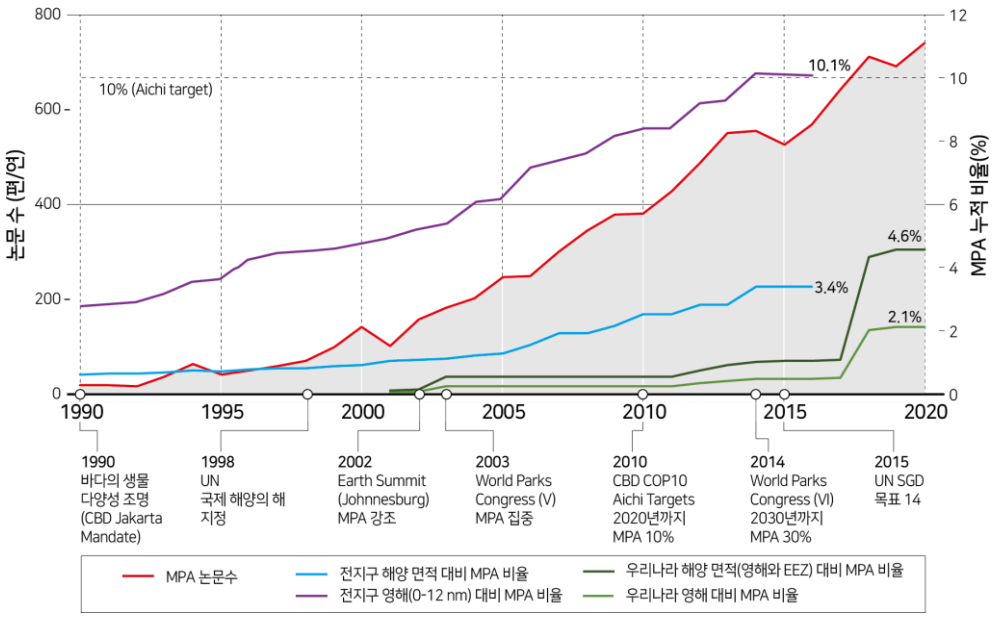
<그림 1-1> 해양보호구역의 면적 비율과 출판된 해양보호구역 논문 수 ..... 2
<그림 1-2> 해양보호구역 지정현황(a)과 우리나라 해양환경관리 발전 단계(b), 문섬 해역 관리 연혁(c) ..... 5
<그림 1-3> 해양건강성지수(100점 만점)와 육지 및 해양 보호지역 비율 ..... 6
<그림 1-4> 해양보호구역 가치평가 연구 키워드 네트워크 분석 ..... 8
<그림 1-5> 문섬 주변 해역에 지정된 보호지역(a)과 문섬 해중경관지구 시범사업안(b) ..... 15
<그림 1-6> 문섬 해역 주요 이해관계자 구조 ..... 21
<그림 1-7> 각 장의 공간적 범위 ..... 25
<그림 1-8> 연구흐름도 ..... 25
<그림 2-1> 해양보호구역 환경수용력과 편익 증감 개념도 ..... 32
<그림 2-2> 에너지 시스템 기호와 뜻 ..... 34
<그림 2-3> 에머지 평가 절차 ..... 35
<그림 2-4> 문섬 해역 해양보호구역의 에너지 시스템 다이어그램 ..... 40
<그림 2-5> 문섬 해역 다이빙 활동을 나타내는 에너지 시스템 다이어그램 ..... 45
<그림 2-6> 문섬 해역 이용 다이버 수에 따른 에머지지속가능성지수 ..... 49
<그림 3-1> 다이빙 설문 선택문항 예시 ..... 60
<그림 4-1> 낚시인의 해양보호구역 지지 영향 요인 연구 설계 ..... 81
<그림 4-2> 해양보호구역 지지도 빈도수 및 히스토그램 ..... 90
<그림 5-1> 문섬 해역 섬 휴식제 구역 예시 ..... 102
<부록 그림 1> 제주도와 울릉도-독도 대형저서무척추동물 구성비 ..... 125

# 제 1 장 서론

## 제 1 절 연구 배경 및 목적

해양보호구역은 해양 종(種)과 서식지를 보전하고자 전 세계적으로 널리 쓰이고 있는 관리 도구이며, 인간과 자연에 다양한 혜택을 제공한다(Angulo-Valdés & Hatcher, 2010; National Research Council, 2001; Sobel, 1996). 해양보호구역 내 일정한 공간에 일정 기간 또는 영구적으로 수산물의 채취를 금지하는 '채취금지구역(no-take zone)' 제도를 실행한 후 생물의 크기가 커지고 생물량이 증가하였다(Abesamis, Russ, & Alcala, 2006; Agardy et al., 2003). Balmford et al.(2002)는 자연 서식지를 다른 용도로 전환하는 것보다 보전하는 것이 경제적으로 이득 규모가 100배 이상 크다는 것으로 계산하였다.

국제사회는 해양보호구역 지정 면적을 늘리고 해양환경을 보전하기 위해 협약을 맺고 공동의 목표를 세웠다. 이러한 국제사회의 노력으로 해양보호구역 면적은 증가하였다. 해양보호구역은 2000년 해양표면 중 0.7%(IUCN), 2014년 3.41%(Thomas et al., 2014), 2017년 6.35%(IUCN)로 증가하였다. 하지만 해양보호구역 지정의 성공적 핵심이라 할 수 있는 채취금지구역은 2014년 기준 0.59%에 그친다(Thomas et al., 2014). 해양보호구역 지정이 증가함에 따라 해양보호구역을 주제로 한 연구도 증가하였다. 1990년 약 20편이 출판된 데 비해 2020년 한 해 동안에는 700편이 출판되었다. 시간에 따른 해양보호구역 면적 변화와 논문 수, 국제사회 주요 노력을 <그림 1-1>에 정리하였다.




**<그림 1-1> 해양보호구역의 면적 비율과 출판된 해양보호구역 논문 수**

[약어] MPA: marine protected area, 해양보호구역; EEZ: exclusive economic zone, 배타적 경제 수역; nm: nautical mile, 해리(1.852km).
[자료] MPA 논문 수: scopus 검색, 검색어는 <부록 표 1> 참조; 전 지구 해양 면적 대비 MPA 비율: Lubchenco & Grorud-Colvert(2015); 전 지구 영해 대비 MPA 비율: UNEP-WCMC & IUCN(2016); 우리나라 MPA 비율: 통계청.
[주요 사건] 1995년 생물다양성협약은 자카르타 Mandate를 통해 바다 생물다양성을 조명하였고, 유엔은 1998년을 국제 해양의 해로 지정하였다. 2002년 남아프리카공화국 요하네스버그에서 개최된 Earth Summit은 해양보호구역을 강조하였고, 2003년 제5차 세계공원대회는 해양보호구역을 집중적으로 다루었다. 2010년 생물다양성협약은 제10차 당사국총회에서 해양의 10%를 보호지역으로 지정하는 내용의 아이치 타깃을 의결하였으며, 2014년 제6차 세계공원대회는 목표를 이보다 높은 30%로 정하였다. 2015년 유엔이 발표한 "지속가능개발목표 14"는 바다와 해양자원 보존과 지속가능한 사용을 목표로 정하였다.

해양보호구역 지정 후에는 그 목적을 달성하고 있는지 평가가 필요하다. 관리 효과를 평가하는 요소로 많은 연구에서 생물 요소를 사용하고 있다(Coma, Pola, Ribes, & Zabala, 2004; McCook et al., 2010). 하지만 해양보호구역은 사회와 동떨어져 생물학적으로만 평가할 수 있는 곳이 아니다. 해양보호구역이 지정될 때에는 사회 및 생물리, 양쪽의 목적을 모두 충족시키는 것이 필요하며, 이것이 해양보호구역의 장기적인 성공을 위한 발판이 될 것이다(Christie, 2004). 생물리 요소의 지표로는 폐쇄(closure) 지역, 생물종 풍부도, 군집 구조 등이며, 사회경제 요소의 지표는 이해관계자의 환경

인식, 어획량, 자원의 이용과 사업체, 거버넌스는 이해관계자의 만족도, 규제인식, 갈등, 관리위원회, 공청회 등이 있다(Gallacher et al., 2016). 이들 요소를 종합적으로 평가할 때 해양보호구역의 대다수가 문서상으로만 존재하는 보호지역(paper parks)에 불과할 것이라는 우려와 비판의 목소리도 있다(Gallacher et al., 2016).

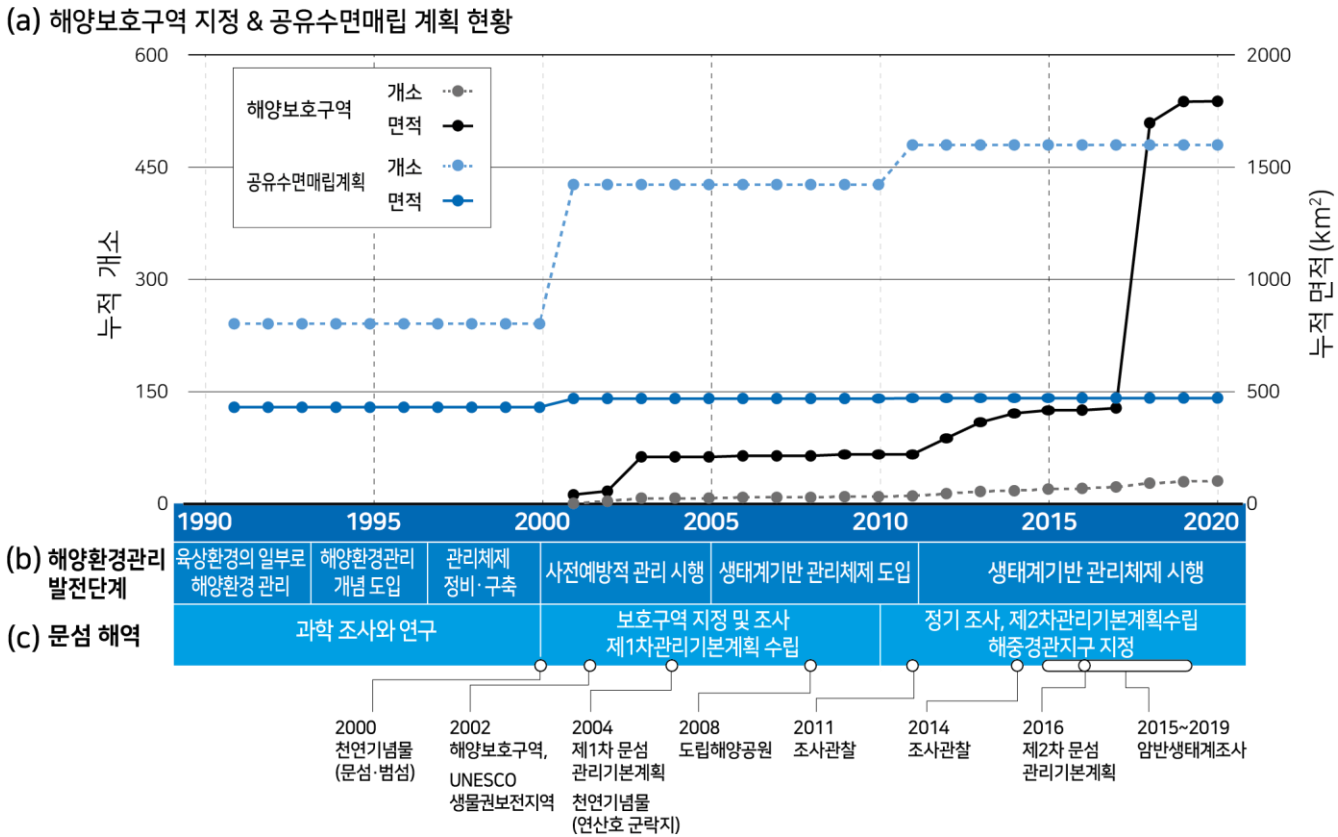
해양보호구역을 효과적으로 관리하기 위한 도구 중 하나는 구역제(zoning)이다. 이는 목적에 합당하게 여러 구역으로 나누어 관리하는 것으로 앞서 언급한 채취금지구역도 구역제의 일종이다. 해양보호구역 내 구역제는 해양공간계획(MSP: marine spatial planning)에서 말하는 해양용도구역(ocean zoning)과는 다르며, 해양공간계획은 해양보호구역을 포함하는 큰 개념이다(Borges, Eyzaguirre, Barboza, & Glaser, 2020). 호주 대보초해양공원(Great Barrier Reef Marine Park)에서는 접근을 제한하고 인간이 끼치는 영향을 최소화하기 위해 구역 지정 계획을 활용하고 있다. 다중이용 구역제 접근 방식은 특정 지역은 강도 높게 보호를 하는 반면에 나머지 지역에서는 합리적인 사용을 가능하게 한다(Day, 2002). 다른 지역에서도 구역제를 도입했거나, 도입하기 위한 연구를 진행하였다(Portman, 2007; Roman, Dearden, & Rollins, 2007).

국내 상황을 살펴보면, 국제 상황과 발맞추어 보호지역 지정 면적이나 개소는 양적으로 성장하였다(<그림 1-2> (a) 참조). 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법」(이하 '해양생태계법')에 따라 지정된 해양보호구역(지정 기준은 <부록 표 4> 참조)과 「습지보전법」에 따라 지정된 연안습지보호지역은 2020년 기준 총 30개소로 면적은 1,782km$^2$이다(목록은 <부록 표 2>와 <부록 표 3> 참조).[1] 보호구역과 상반되는 활동 중 한 가지는 공유수면매립이다. 서해안의 넓은 갯벌은 과거 간척과 개발의 대상으로 인식되었고, 실제로 많은 면적이 매립되었다. 1990년 제1차 공유수면매립계획이 수립되면서 전국적으로 선 계획 후 매립 체계가 도입되었다. 계획 면적과

[1] 그 외에 해상과 해안에 지정된 국립공원, 도립공원, 천연기념물 등도 넓은 의미의 해양보호구역에 포함되나, 해양보호구역과 연안습지보호지역으로 한정하여 개소와 면적을 살펴보았다.

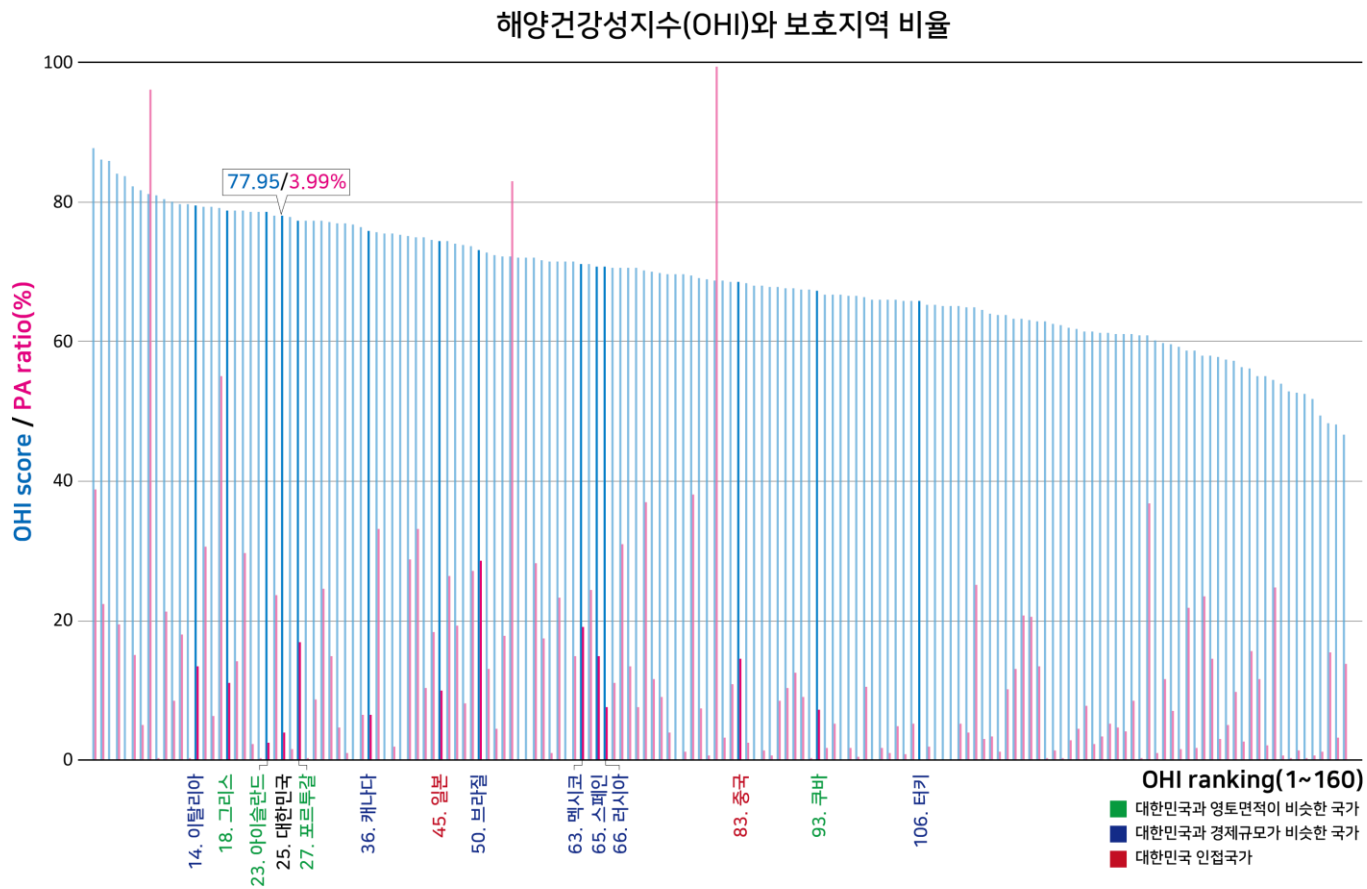
실제 매립 면적은 차이가 있지만, 계획 면적이 클수록 개발, 작을수록 보전 방향의 정책 의지를 보여주는 지표라 가정한다면, 계획마다 줄어드는 계획 매립 면적(<그림 1-2> (a) 참조)은 정책이 보전 방향으로 바뀌었음을 알려준다.

연안습지보호지역을 포함한 우리나라 해양보호구역 면적은 해양면적의 2.12%이다(KDPA, 2021년 5월 검색 기준). 육상은 국토면적 대비 16.86%이며, 해양과 육상을 합하면 영토와 영해 면적 대비 약 4%이며 전 세계 256개국 중 183위로 매우 낮은 편이다(World Bank, 2018). 반면에 인간과 해양의 공공 목표 10개를 기준으로 평가한 해양건강성지수(OHI: Ocean Health Index, Halpern et al., 2012)는 2018년 기준 100점 만점에 약 78점으로 221국 중 45위이다. 우리나라 해양건강성지수가 상위 20%인데 비해 보호지역 비율이 하위 30%인 것은 상대적으로 해양 환경은 양호하지만 보호지역 지정 노력은 낮다고 할 수 있다(<그림 1-3> 참조).




**<그림 1-2> 해양보호구역 지정현황(a)과 우리나라 해양환경관리 발전단계(b), 문섬 해역 관리 연혁(c)**

자료: (a) 제 1,2,3 차 공유수면매립계획(건설부, 1991; 국토해양부, 2011; 해양수산부, 2001),
(b) 남정호, 강대석, 이두곤, 이봉길(2018)을 바탕으로 저자 작성, (c) 저자 작성




**<그림 1-3> 해양건강성지수(100점 만점)와 육지 및 해양 보호지역 비율**

자료: 해양건강성지수(http://ohi-science.org/ohi-global/download), 보호지역 비율(World Bank, 2018)을 바탕으로 저자 재구성

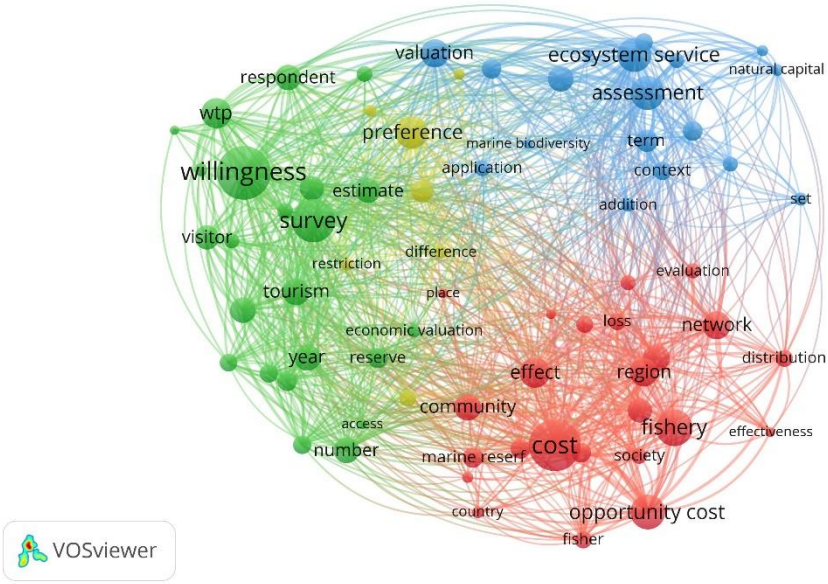
Edgar et al.(2014)는 해양보호구역 평가 기준 5가지, 즉 어업 금지, 충분한 법 집행, 지정 연수 10년 초과, 면적 100km$^2$, 심해나 모래사장으로 분리, 그 중 적어도 3가지 이상을 충족시켜야 해양보호구역으로서 효과가 나타난다고 하였다. 우리나라는 해양생태계법에서 해양보호구역을 지정할 때 생계 어업 활동을 보장하기 때문에 어업을 금지하는 보호구역은 없다. 넓은 의미의 해양보호구역인 다도해 해상국립공원은 5가지 중 면적, 분리, 10년 초과 등 3가지를 충족하나, 국립공원 내에 흑산공항을 건설하는 계획이 발표될 정도로 국내의 법 집행은 전반적으로 약한 편이다. 이러한 개발계획과 느슨한 법 집행은 보호구역을 축소하고, 효과를 떨어뜨리는 위협 요인이 될 수 있다(Mascia & Pailler, 2011).

해양보호구역이 문서상으로만 존재하는 보호지역이 되지 않으려면, 효과적인 관리가 필요하다. 앞서 언급한 구역제 도입이 하나의 방안이 될 수 있으나 세심한 도입 준비가 필요하다. 문섬 해역 해양보호구역 관리계획에서 여가 이용을 제한하는 섬 휴식제를 제안한 적이 있으나, 지역 사업자의 반발로 무산된 바 있기 때문이다(해양수산부, 2004a). 최근 갯벌에는 2021년 4월부터 시행된 「갯벌 및 그 주변지역의 지속가능한 관리와 복원에 관한 법률(약칭: 갯벌법) 」에 따라 갯벌 내 구역을 나누는 제도적 기반이 마련되었다. 육지에서는 국립공원 휴식제와 같이 과도한 이용으로 훼손된 자연환경이 회복할 시간을 주는 제도가 있다. 하지만 자연이 훼손되기 전에 예방적인 차원에서 접근하는 방법이 보호지역을 관리하는 데 효과적일 것이다. 따라서 채취금지지역, 출입 제한을 통한 절대보전지역과 이용지역의 구분 등 이용에 차등을 두는 제도 도입이 해양보호구역의 보전과 이용의 균형을 이루는 데 필요하다.

해양보호구역과 같이 생태계의 주요 기능을 유지하면서 인간이 받는 혜택을 유지하고자 하는 목표로 수행한 연구에 많이 쓰인 방법론은 경제학과 생태학이다(Christie, 2011). 경제학에 초점을 맞추어 보면, 경제적 가치평가는 해양보호구역의 비용과 편익을 정량화하는 방법이며, 자연환경의 가치와 같이 시장에서 거래되지 않는 가치도 추정할 수 있기 때문에 중

요하다.[2] 이에 해양보호구역과 가치평가 키워드(<부록 표 1> 참조)로 논문을 검색하여 키워드 네트워크 분석을 수행하였다. 분석 프로그램은 VOSviewer(www.vosviewer.com; van Eck & Waltman, 2010)를 사용하였다.[3]

키워드 네트워크 분석 결과 해양보호구역 가치평가 연구는 크게 세 그룹으로 나뉜다(<그림 1-4> 참조). 첫 번째 그룹은 지불의사액과 설문을 주요 키워드로 하는 선호도 기반 가치평가법이다. 가치평가 방법론 중에서 비시장재화 가치평가인 선호도 기반 가치평가가 많이 사용됨을 뜻한다. 이에 비해 생물리 기반 평가 논문은 전체 205건 중 11건으로 매우 적었다. 두 번째 그룹은 생태계서비스 평가이다. 이는 가치평가의 대상이 주로 생태계서비스임을 나타낸다. 세 번째 그룹은 비용이다. 많은 해양보호구역에서 어업 제한이 동반되기 때문에 어업 규제에 따른 기회비용 평가가 중요한 그룹으로 도출되었다.




**<그림 1-4> 해양보호구역 가치평가 연구 키워드 네트워크 분석**

자료: 저자 작성

---

[2] 가치평가 방법론은 제3장 제2절 참조.

[3] VOSviewer는 논문의 제목과 초록에서 적어도 10번 이상 사용된 단어를 먼저 추출한 다음, 각 단어의 중요도 점수를 계산하여 상위 60%를 선택하여 관계도를 그린다.

이 연구는 해양보호구역의 조화로운 보전과 이용을 위한 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

(1) 현재 해양보호구역의 여가 이용은 지속가능한가? 즉, 여가 이용은 환경이 수용할 수 있는 범위 내에서 이루어지고 있는가?

(2) 현재 이용이 환경수용력을 초과하여 지속가능하지 않다면, 지속가능성을 높이기 위한 방안은 무엇인가?

(3) 이용을 제한하는 일종의 구역제를 대안으로 제시한다면 제도의 경제적 효과는 얼마인가?

(4) 새로운 구역제는 이용자에게 받아들여질 것인가?

(5) 이용자에 따라 구역제 수용성에 차이가 있는가?

종합하면 이 연구는 자연환경의 가치와 사회적 이용을 토대로 환경수용력을 계산하여 지속가능성을 진단하고자 한다. 관리정책으로 출입을 제한하는 구역제를 제안하고, 이용자의 구역제 선호도와 제도의 경제적 효과를 평가하고자 한다. 연구 결과로부터 정책 시행 및 설계에 필요한 시사점을 도출할 수 있다. 해양보호구역 이용이 환경수용력을 초과한다면 정책적 개입의 근거가 된다. 이용자의 관리제도 수용성 분석을 통해 이용자로부터 지지를 얻기 위해서는 어떠한 점을 고려해야 하는지 알 수 있으며, 가치평가 결과는 정책 도입 전 경제적 타당성을 제공할 것이다.

이 연구는 가치평가 방법론 중 선호도 기반과 생물리 기반을 동시에 적용하였다는 점에서 선행연구와 차별성을 찾을 수 있다. 환경수용력을 계산할 때는 자연환경의 특징을 살릴 수 있는 생물리 기반 평가법을 사용하였고, 이용자의 출입정책 선호도와 가치를 평가할 때는 선호도 기반 평가법을 사용하였다. 해양보호구역 연구에 생물리 기반 가치평가법을 적용한 경우가 적고, 두 방법론을 동시에 적용한 연구는 더욱 적다. 이 점이 이 연구가 학술적으로 기여하는 부분이다.

해양보호구역을 지정하려는 노력과 더불어 기후변화, 육상활동의 영향, 자연 기반 관광의 증가 등 해양보호구역을 위협하는 요인은 점점 증가하고 있다. 해양보호구역을 통해 생물다양성을 보전하면서도 현명하게 이

용하는 것이 그 어느 때보다 중요하다. 이 연구는 생태계와 이용자의 균형 잡힌 시각으로 관리제도의 도입과 효과를 분석하여, 해양보호구역 연구와 관리정책에 시사점을 도출할 것이다.

## 제 2 절 연구 대상 및 범위

### 1. 연구 대상지 선정

해양생태계보호구역은 해양보호구역의 한 종류로 “해양생태계가 특히 우수하거나 해양생물다양성이 풍부한 구역 또는 취약한 생태계로서 훼손되는 경우 복원하기 어려운 구역”이며(해양생태계법 제25조, 부록 표 4 참조), 현재 14개소가 지정되어 있다. 적합한 연구대상지를 선정하기 위해 해양생태계보호구역의 면적, 관리기본계획 수립 여부, 다이빙과 낚시 이용 현황을 <표 1-1>에 정리하였다. 관리기본계획은 모두 한 번 이상 수립되었으며, 대다수의 보호구역에서 여가활동이 일어나고 있다.

**<표 1-1> 해양생태계보호구역의 관리 및 이용 현황**

| 명칭 | 면적(㎢) | 관리청 | 지정일시 | 관리계획 | 다이빙 | 낚시 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 문섬 등 주변해역 | 13.684 | 부산청 | 2002년 11월 | ⦿ | ○ | ○ |
| 대이작도 주변해역 | 55.7 | 인천청 | 2003년 12월 | ⦿ | X | ○ |
| 오륙도 및 주변해역 | 0.35 | 부산청 | 2003년 12월 | ○ | ○ | ○ |
| 신두리사구 해역 | 0.64 | 대산청 | 2002년 10월 | ⦿ | X | X |
| 가거도 주변해역 | 70.17 | 목포청 | 2012년 11월 | ⦿ | ○ | ○ |
| 소화도 주변해역 | 0.81 | 목포청 | 2012년 11월 | ○ | △ | ○ |
| 나무섬 주변해역 | 0.275 | 부산청 | 2013년 11월 | ○ | ○ | ○ |
| 청산도 주변해역 | 71.38 | 목포청 | 2013년 11월 | ○ | △ | ○ |
| 남형제섬 주변해역 | 0.1 | 부산청 | 2013년 11월 | ○ | ○ | ○ |
| 울릉도 주변해역 | 39.44 | 포항청 | 2014년 12월 | ○ | ○ | ○ |
| 추자도 주변해역 | 1.18 | 부산청 | 2015년 12월 | ○ | ○ | ○ |
| 토끼섬 주변해역 | 0.593 | 부산청 | 2016년 12월 | ○ | ○ | ○ |
| 양양 조도 주변해역 | 5.01 | 동해청 | 2017년 12월 | ○ | ○ | △ |
| 용남면 선촌마을 주변해역 | 1.94 | 마산청 | 2020년 2월 | ○ | X | ○ |

관리계획: ○ 1회; ⦿ 2회 이상 관리기본계획 수립
다이빙, 낚시: ○ 활동 있음; X 활동 없음, △ 명확하지 않음
자료: 저자 작성

연구 목적에 적합한 대상지를 찾기 위한 기준으로 여가 이용이 이루어지면서 그에 따른 자연환경이 영향을 받거나, 이용자 간 또는 지역주민 간 마찰이 있는지, 지정 후 일정 기간이 경과하였는지, 일정 면적 이상인지를 살펴보았다[참고로 Edgar et al.(2014)는 각각 10년과 100km$^2$ 제시]. 면적이 10km$^2$보다 작은 오륙도, 신두리사구, 소화도, 나무섬, 남형제섬, 추자도, 토끼섬, 양양 조도, 용남면 선촌마을 주변 해역 해양보호구역은 고려 대상지에서 제외하였다. 대이작도 주변 해역 해양보호구역은 풀등(하벌천퇴)으로 여가활동이 활발히 일어나지 않기 때문에 제외하였다.

면적이 기준 이상이면서 여가활동이 일어나는 해양보호구역은 문섬, 가거도, 청산도, 울릉도이다. 하지만 가거도 주변 해역 해양보호구역은 가거도 연간 방문객이 9,000명 정도로 적고, 특별한 갈등 상황이 없기 때문에(해랑기술정책연구소, 연안관리기술연구소, 해양생태기술연구소, 2019) 관리제도의 개입 필요성이 낮다. 청산도 주변 해역 해양보호구역도 이용자 간 특별한 갈등이 없기 때문에(해양기술ENG, 2014) 개입 필요성이 낮다. 울릉도 주변 해역 해양보호구역은 면적이 넓고, 일부 다이버와 지역주민 간 마찰이 있지만(수중생태기술연구소, 2015), 비교적 최근에 지정된 곳이기 때문에 제외하였다.

문섬 주변 해역 해양보호구역은 일정 면적 이상으로 지정된 지 약 20년 되었으며, 여가활동이 활발하게 일어나는 곳이면서, 여가활동에 따른 자연환경 훼손이 우려되고 있는 지역이므로 연구 목적에 부합한다. 이에 따라 문섬 주변 해역 해양보호구역을 이 연구의 대상지로 선정하였다.

## 2. 제주도 문섬 주변 해역 보호구역 지정 현황

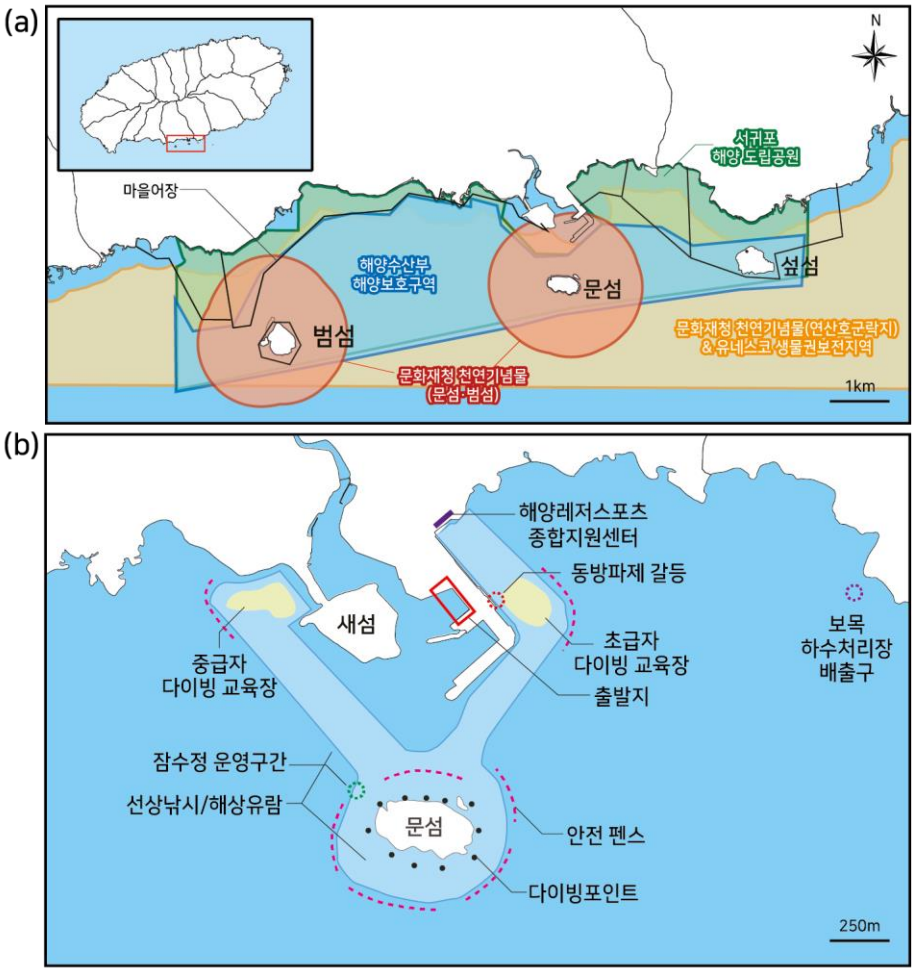
해양수산부는 2002년 문섬, 범섬, 섶섬 일대 해역 약 13.7km$^2$의 연산호 및 해조류 군락 서식지를 체계적으로 보전 및 관리하기 위해 해양보호구역으로 지정하였다(이하 ‘문섬 해역 해양보호구역’). 지정 후에는 해양생태계법 제28조에 따라 관리기본계획을 2004년과 2016년 두 차례 수립하였다. 그 외에도 문섬 주변 해역은 문화재청 천연기념물, 서귀포해양도립공원, 유네스코 생물권보전지역으로 중복 지정되어 있다. 문화재청과 서귀포시

는 지정 후 연산호를 중심으로 생태조사를 수행했으나 단회에 그쳤다. 해양수산부는 해양보호구역 조사·관찰 및 국가해양생태계종합조사로 생태조사를 이어오고 있다. 보호구역 지정 현황과 지리적 경계를 각각 <표 1-2>와 <그림 1-5>에 정리하였다.

<표 1-2> 문섬 주변 해역 보호구역 지정 현황

| 지정 주체 | 명칭<br>지정 시기<br>면적($km^2$) | 목적 | 관리 | 조사 | 근거 법령 |
|---|---|---|---|---|---|
| 해양수산부 | 문섬 주변 해역 해양생태계보호구역(당시 생태계보전지역)<br>2002.11.5. (해양수산부고시 제2002-85호)<br>13.684 (문섬, 범섬, 섶섬 일대, 육역 제외) | 우리나라 최대 산호 군락지이며, 천연기념물인 분홍바다맨드라미 고밀도 서식, 다양한 해조류 군락 등이 서식해서 해양생태계의 인위적 훼손으로부터 보호하고 다양한 생태계를 보전하는 등 자연환경을 체계적으로 보전 · 관리하기 위함 | 2004년, 2016년 관리기본계획 수립 | - 2011, 2014년 해양보호구역 조사관찰(해양환경공단, 2011; 2014)<br>- 2015~2019년 국가해양생태계종합조사 중 암반생태계 조사 | 생태계법 제25조, 제26조 (지정당시 자연환경보전법 제18조) |
| 문화재청 | 천연기념물 제421호(문섬범섬 천연보호구역)<br>2000.7.18.<br>9.2 (육역 포함) | 아름다운 경관과 섬에 서식하는 세계적으로 희귀한 식물(후박나무), 천연기념물 조류(흑비둘기)의 번식 남쪽 한계지역, 학술적 가치가 크고 남방계 생물종다양성을 대표하는 해산생물이 서식 | 제한된 행위를 하기 위해서 문화재위원회 승인 필요<br>- 문섬과 범섬을 공개제한지역으로 지정. 단, 갯바위 낚시, 스쿠버 행위는 신고 후 입도 가능<br>- 잠수정 운항 검토 및 승인 | 2001년 제주 연안 천연보호구역 조사(문화재청, 2001) | 문화재보호법 제25조 |
| 문화재청 | 천연기념물 제442호(제주 연안 연산호 군락)<br>2004.12.13.<br>90.1 (문섬, 범섬, 섶섬, 새섬, 지귀도 포함) | 세계적으로 희귀한 연산호 군락의 자연 상태를 전형적으로 잘 보여주는 특징적인 곳으로 분포상 학술적인 가치가 매우 높은 곳 | 해군기지 건설 허가 | | 문화재보호법 제25조 |
| 제주특별자치도 | 서귀포해양도립공원<br>1991.1.5. 서귀포시립해양공원<br>2008.9.19. (제주특별자치도 고시 제2008-127호)<br>19.54 (문섬, 범섬, 섶섬 일대) | | 문섬 해역 0.04$km^2$는 자연보전지구, 나머지는 자연환경지구 | - 2004~2009년 서귀포시 산호 분포 조사(서귀포시, 2009)<br>- 2018년 서귀포도립공원 자연조사(국립공원연구원, 2018) | 자연공원법 제4조 |
| 유네스코 (신청자: 환경부, 인간과 생물권 계획 한국위원회, 제주특별자치도) | 생물권보전지역<br>최초 2002.12.16. 해양 확대 2019.6.20.<br>3,871.94 (한라산 등 제주도 전역의 육역과 해역 포함) | 생물다양성의 보전과 지속가능한 발전의 조화 | - 문섬범섬섶섬 일대는 엄격하게 보전해야 하는 해양 핵심구역으로 지정. 생태계 조사연구 및 영향이 작은 이용 가능.<br>- 국내법에 의해 관리: 제주특별자치도 환경기본조례는 매10년마다 수립하는 환경보전기본계획에 생물권보전지역 관리에 관한 사항을 포함하도록 함(김태윤, 2015) | | 관련 국내법: 자연환경보전법 제21조, 제주특별자치도특별법 제291조 |

자료: 저자 작성




**<그림 1-5> 문섬 주변 해역에 지정된 보호지역(a)과 문섬 해중경관지구 시범사업안(b)**

자료: (a) 보호지역경계(UNEP-WCMC & IUCN, 2021), (b) 해중경관지구는 해양수산부 보도자료(2018.11.5.)를 참고하여 저자 작성

국내 해양환경관리발전단계(남정호 등, 2018)와 문섬 주변 해역의 보호구역 지정 및 관리 현황을 연계하여 <그림 1-2> (b)에 정리하였다. 1990년대에는 해양환경관리 개념이 육상에서 분리되고 연안관리법이 제정(1999년)되었다. 문섬에서는 과학 조사와 연구가 진행되었다. 2000년대는 예방적 관리와 생태계기반관리체제가 도입된 시기이다. 2001년 첫 해양보호구역이 지정되었고 2006년 생태계법이 제정되었다. 문섬은 복수의 보호

구역으로 지정되었고 해양수산부는 제1차 관리계획을 수립하였다. 2010년대는 생태계기반관리체제가 시행되는 단계로, 2010년 연안용도해역제가 도입되고 2018년 해양공간계획법이 제정되었다. 국제적으로 아이치 타깃(Aichi Target 11) 등 보호지역 양적 확대 논의가 활발히 이루어졌으며, 이에 맞춰 우리나라의 해양보호구역 면적도 크게 증가하였다. 2016년에는 문섬 제2차 관리계획이 수립되었고, 2018년에는 해중경관지구로 지정되었다. 관리계획이 총 2회 수립되었지만, 관리계획에 언급된 정책이 구체적으로 실행되지는 않았다.

문화재청은 문섬과 범섬의 천연기념물 지역을 공개제한지역으로 설정하고 입도를 금지하였다. 단, 문화재위원회는 갯바위 낚시와 스쿠버 행위에 한해 10년간(2012~2021년) 입도를 허용하였다. 이에 낚시인과 다이버는 간이 신고 후 문섬과 범섬에 입도할 수 있다. 그 외에 문화재위원회는 문섬 해역 근처에서 운항하는 잠수정이 미치는 환경영향을 검토하여 승인하고, 강정 해군기지 건설을 허가하였다.

### 3. 문섬 해역의 생물상과 생물다양성

문섬 해역이 속해 있는 서귀포 앞바다는 평균 표층 수온이 18.8℃(기상청, 2020 중문 부이 기준)이며, 문섬 주변 표층 수온은 3월이 평균 5.2℃로 가장 낮고, 8월이 26.6℃로 가장 높았다(고준철, 구준호, 양문호, 2008). 해역의 수심은 대체로 80m 이하이며, 문섬, 범섬, 섶섬 근처는 수심이 10~40m이고, 섬 주변은 경사가 급하다(해양수산부, 2004a). 암반 기질 조하대에 약 15종의 연산호가 서식하며 우리나라 최대 연산호 군락지가 형성되어 있다(고준철 등, 2008). 그 중 해양보호생물, 천연기념물, CITES II급에[4] 해당하는 산호 12종[5]이 포함되어 있다(국토해양부, 해양환경관리공단,

[4] CITES(the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)는 멸종위기에 처한 야생동 · 식물의 국제거래에 관한 협약의 약자이다. II급은 '국제거래를 엄격하게 규제하지 아니하면 멸종위기에 처할 우려가 있는 종'을 뜻한다.

[5] 거품돌산호, 검붉은수지맨드라미, 관목나무돌산호, 그물코돌산호, 금빛나팔돌산호, 긴가지해송, 단순가지돌산호, 둔한진총산호, 밤수지맨드라미, 별혹산호, 빛

2012).

연산호는 탄산칼슘으로 단단한 몸을 만드는 경산호(hard corals)와 달리 몸이 부드럽고 유연하며(Fabricius & Alderslade, 2001), 다양한 색과 모양으로 아름다운 해중 경관을 연출한다. 연산호는 자포동물문(Cnidaria) 산호충류(Anthozoa) 중 팔방산호(octocorals)에 속한다. 팔방산호는 8개의 깃 모양의 촉수로 된 폴립이 군체를 이루며, 플랑크톤을 먹이로 삼고 물살이 센 곳에서 번성한다(Fabricius & Alderslade, 2001). 연산호는 전 세계 산호초 서식지에 나타나며, 조간대부터 심해까지 사는 것으로 알려져 있다(Bryce, Radford, & Fabricius, 2018). 서귀포 앞바다를 연산호 서식의 북방한계선이라고 언급한 문헌도 있지만(제주연산호조사TFT, 2017), 연산호는 알래스카와 같이 우리나라보다 위도가 높은 곳에도 서식한다(Heifetz, 2002).

문섬 해역의 우점종은 연산호를 비롯한 산호충류이지만(고준철 등, 2008), 아열대성 어류를 포함한 어류와 다양한 해조류, 대형저서생물도 서식하고 있다. 그뿐만 아니라 해양보호생물과 적색목록종이 서식하고,[6] 신종과 국내 미기록종이 많이 발견되었다(<부록 표 5>와 <부록 표 6> 참조).[7]

많은 조사와 학술 연구가 문섬 해역을 대상으로 이루어졌다(<부록 표 7> 참조). 환경처(1994)는 1993년 하계 문섬·범섬·섶섬 조사를 통해 어류 55종, 무척추동물 382종을 보고했으며, 조사 이전 시기까지 발표된 문헌을 통해 무척추동물이 1,154종으로 보고된 바 있다고 종합하였다. 제종길 등(2002)은 1995년 문섬 북쪽 새끼섬에서 대형저서무척추동물 173종을 보고하였고, 고준철, 구준호, 양문호(2008)는 2007년 111종을 보고하였으나, 제종길 등(2002)과 채집 정점과 방법이 상이하여 출현 종수에서 차이가 나는 것으로 판단했다. 최윤, 김비, 이흥헌(2013)은 2009~2010년 문섬 새끼섬 주

---

단풍돌산호, 이엽해송, 자색수지맨드라미, 해송, 별빛돌산호

[6] 해양보호생물인 나팔고둥이 범섬에서 발견되었다(국립공원공단, 2018). 적색목록종(red list)은 IUCN에서 발표한 멸종위기에 처한 종 목록이며, 그 중 준위협(NC: near threatened) 단계는 '가까운 장래에 야생에서 멸종 우려 위기에 처할 가능성이 높음'이다. 문섬 해역에서 발견된 적색목록종은 갈색반점청자고둥, 나가사키긴뿔고둥, 각시수염고둥, 제주개오지, 뿔조개이다.

[7] 해면동물 5종, 절지동물 4종, 태형동물 1종, 자포동물 1종 등 모두 11종의 신종이 최근까지 발견되었으며, 미기록종은 신종보다 많은 수가 발견되었다. 일례로 한국동물분류학회지에만 실린 미기록종만 27종이다(<부록 표 6> 참조).

변에서 어류 91종을 채집 또는 관찰하였다. 국가해양생태계종합조사 중 최근인 2019년 조사에서는 어류 40종, 무척추동물 320종을 보고하였다(해양수산부, 해양환경공단, 2019). 이상의 조사 결과는 문섬 해역이 생태적으로 중요하며 학술 가치가 높은 곳임을 나타낸다. 하지만 서로 다른 목적으로 상이한 공간 범위와 서식 환경에서 계절과 대상 종을 달리하여 조사가 이루어졌기 때문에 모든 조사 결과를 동일선상에서 비교하기는 어렵다.

문섬은 국내 연안에 비해 높은 생물다양성을 보인다. 고준철 등(2008)이 문섬과 서남해안 섬 세 곳의 저서무척추동물 개체 밀도와 생체량을 비교한 결과, 문섬이 가장 높은 값을 보였다. Khim et al.(2021)이 종합한 국내 연안 대형저서무척추동물 자료와 고준철 등(2008)의 문섬 자료를 활용하여 비교하였다. 우리나라 연안을 서해, 제주도를 제외한 남해, 울릉도-독도를 제외한 동해, 울릉도-독도, 제주도로 나누어 각 연안의 종 구성을 비교하여 <부록 표 7>에 정리하였다. 대형저서무척추동물은 서해 829종, 남해 649종, 울릉도-독도 562종, 제주도 511종, 동해 69종 순으로 나타났다. 연안의 면적을 고려한다면 제주도와 울릉도-독도의 면적당 종 수가 매우 많다고 할 수 있다. 종 구성 면에서 자포동물과 해면동물은 전체 구성 중 상대적으로 수가 적은 동물문이나, 제주도와 울릉도-독도에서 각각 32종, 31종으로 출현이 두드러졌다(<부록 그림 1> 참조). 남해안과 서해안의 퇴적상이 사니질이기 때문에 다모류, 이매패류 등이 주 우점종으로 나타나지만, 제주도와 울릉도-독도는 대부분 암반 기질이어서 부착하여 서식하는 자포동물이 타 지역에 비해 높게 나타난 것으로 보인다(고준철 등, 2008).

울릉도-독도는 섬으로 암반이 발달해 있고, 생물다양성이 높은 곳(H. G. Kim et al., 2020; Song et al., 2017)이라는 점에서 제주도와 유사하지만, 우리나라 연안에서 울릉도-독도에만 출현한 종이 2종으로, 제주도에만 출현하는 327종에 비해 매우 적었다. 이는 제주도의 생물상이 다채로우면서도 타 지역과 다른 면모를 보여, 한반도 내에서 독특한 위상을 차지함을 알 수 있다.

## 4. 문섬 해역 사회·경제적 이용 현황과 이해관계자 구조

문섬 해역의 인구, 사회, 경제적 이용 현황을 문섬 해역 해양보호구역 제2차 관리계획(씨캠, 2016)에서 발췌하여 정리하였다.

문섬 해역 근처에는 읍·면을 제외한 행정동이 12개 있으며, 12개 행정동에는 서귀포시 전체 인구의 약 55%인 9만 4,605명이 거주하고, 인구밀도는 369명/$km^2$으로 서귀포시 전체 인구밀도인 196명/$km^2$보다 높다. 서귀포시 토지 지목은 임야가 49%로 가장 높았으나, 최근 임야와 농·축산 분야는 약간 감소하는 반면에 도로, 공장, 공원 등은 증가하는 추세를 보인다.

해양보호구역 인근의 보목하수처리장은 2014년 기준 일일 처리량이 2만$m^3$이지만 향후 인구 유입과 방문객 증가를 예상하면 증설이 필요하다. 한편 배출수 방류 지점(<그림 1-5> (b) 참조)은 해양보호구역 경계와 맞닿아 있기 때문에 배출수 관리가 필요하다.

제주도의 어가는 2004년 9,738가구에서 2014년 4,589가구로, 어가인구는 2004년 1만 9,737명에서 2014년 1만 1,071명으로 큰 폭으로 감소하였다. 서귀포시 어가는 2014년 기준 1,903가구, 어업인구는 4,752명이며, 해양보호구역 주변 5개(보목, 토평, 서귀, 법환, 강정) 행정동의 어가는 387가구, 어업인구는 905명이다. 제주도 내 해녀는 지속적으로 감소하고 있으며 2015년 제주도 전체 4,377명, 서귀포시 1,865명이다. 문섬 해양보호구역 인접 마을어장(<그림 1-5> (a) 참조)은 9곳, 면적은 969ha이며, 이는 서귀포시 전체의 14.7%, 서귀포시 동지역의 61.7%에 해당한다. 서귀포수협 수산물 위판량은 2002년 7,127톤에서 2015년 6,727톤으로 감소하였고, 위판금액은 2002년 5,367억 원에서 2015년 8,854억 원으로 증가하였다.

제주도 입도 관광객 수는 2005년 37만 8,723명에서 2014년 332만 8,316명으로 크게 증가하였다. 서귀포시 도립공원 입장객에게 입장료를 징수하는 곳은 잠수정(대국해저관광)과 유람선(뉴파라다이스호)이다. 입장료 징수 인원은 2008년 17만 3,060명에서 2015년 19만 4,980명으로 증가했지만, 징수 금액은 2008년 2억 2,000만 원에서 2015년 1억 5,000만 원으로 감소하였다.

서귀포시에서 추정한 제주도 여가낚시인(이하 '낚시인')과 스쿠버다이버(이하 '다이버')는 2003년 각각 1만 1,400명과 3,700명에서 2015년 23만 명과 18만 명으로 크게 증가하였으며, 향후 계속 증가할 것으로 예상된다. 낚시인보다 다이버의 증가율이 높았으며, 2015년 제주도 내 등록된 다이버 업체는 61개, 서귀포시에 37개가 있다(이상 씨캠, 2016).

이상 제2차 관리기본계획 내용을 종합하면, 제주도 인구는 인구 유입으로 증가하고 있으나, 어가 인구는 감소하고 있다. 관광객 수는 꾸준히 증가했으며, 이에 따라 문섬 해역을 직접적으로 이용하는 낚시인과 다이버 수도 증가할 것으로 보인다.

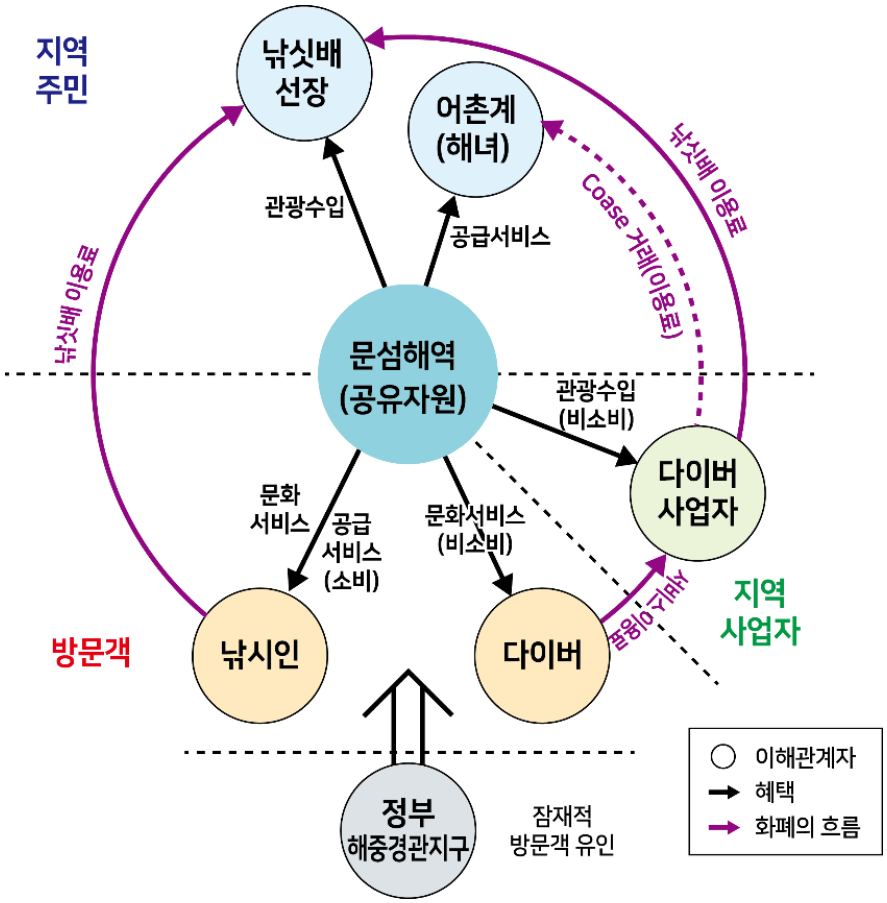
문섬 해역의 이해관계자는 지역주민, 지역사업자, 방문객 등이다. 방문객에는 낚시인과 다이버, 잠수정 및 유람선 이용자가 있다. 지역사업자는 낚시도구 사업자, 다이버 사업자, 잠수정 및 유람선 운영 사업자가 있다. 지역주민은 마을어장을 운영하는 어촌계와 어업활동 휴식기에 낚시인과 다이버를 싣는 낚싯배 선장이 있다. 그 중 상호관계가 거의 없는 잠수정 및 유람선 이해관계자를 제외한 나머지를 이 연구의 주된 이해관계자로 설정하였다.

문섬 해역 해양보호구역 인접 지역은 마을어업, 양식 등 어업권이 설정되어 있으며 총 면적은 969ha이다. 위치는 대부분 서귀포 연안이며 일부가 범섬과 섶섬의 해양보호구역에 포함된다(<그림 1-5> (b) 참조). 법환동 마을어장 212ha 중 일부가 범섬 주변에 분포해 있고 그 면적은 14ha이다. 보목동 마을어장 212ha 중 일부가 섶섬 주변에 분포하고 있다. 인접 어촌계가 생산한 수산물은 2014년 총 5,257톤이었으나, 여기에는 마을어업뿐만 아니라 어선어업도 포함되어 있기 때문에 해양보호구역 내 생산량을 정확히 추정하기는 어렵다. 마을어장의 주생산품은 소라, 성게, 해삼으로 법환동 마을어장에서 생산된 총 수산물량은 2014년 206톤이었으며, 보목동 마을어장은 42톤이었다(수협중앙회, 2014).

문섬 해역을 방문하는 낚시인과 다이버의 공식 통계는 없으나, 남정호, 김종성 등(2018)은 서귀포 연간 방문 다이버를 3만 명으로 추정하였다. 2015년 제주도를 방문한 다이버와 낚시인의 비율을 적용하면 낚시인은 3

만~4만 명으로 추산할 수 있다.

어촌계는 해양보호구역 내 마을어장에서 수산물을 생산하고, 낚싯배 선장은 관광 수입을 얻는다. 다이버는 문섬 해역에서 다이빙을 하며 비소비 형태의 문화서비스를 얻는다. 낚시인은 낚시를 통해 즐거움을 얻기도 하지만, 실제 물고기를 잡아 소비한다. 다이버 사업자는 다이버를 안내하고 장비를 제공하여 수익을 얻는다. 이러한 이해관계자 구조를 <그림 1-6>에 정리하였다




**<그림 1-6> 문섬 해역 주요 이해관계자 구조**

자료: 저자 작성

문섬 해역의 주요 쟁점은 이해관계자 사이의 갈등과 환경 훼손 우려이다. 이해관계자 간 갈등은 어촌계 즉, 해녀와 다이버 사업자 사이에 촉

발되었다. 서귀포 방파제가 위치한 곳은 과거 마을어장이었으나 방파제가 건설되면서 어업권이 소멸하였다. 그 후 다이버 사업자들은 접근성이 좋고 물살이 약해 안전한 동방파제에서 초보자 교육 등 비치 다이빙을 시작하였다. 어촌계는 외부인으로 인식하는 다이버 사업자가 과거 마을어장인 곳에서 수익을 내는 것에 불만이 있었다. 이에 어촌계는 다이버가 수산물을 불법으로 포획하는 것을 표면적인 이유로 들어 다이빙을 하지 못하도록 막았다(뉴제주일보, 2016. 5. 25.). 이런 갈등은 문섬에서뿐만 아니라 전국에서 발생하는 일이며, 다이빙 사업자는 비공식적으로 어촌계와 계약하고 일종의 이용료를 지불하여 갈등을 해소하고자 하는 경우가 있다(김성귀, 홍장원, 박상우, 2001). 이는 일종의 코스(Coase) 거래로 문제 해결의 열쇠가 될 수 있으나, 거래가 결렬되는 경우도 있으며, '공유'수면을 선점한 주체가 이용료를 받는 것이 정당한가의 문제도 남아 있다. 문섬 주변 해역에서 2019년과 2020년 어촌계와 다이빙 사업자의 거래가 성립되었으나, 2021년에는 성립되지 않아 동방파제 다이빙이 불가능하게 되었다(최성순, 개인교신).

두 번째 쟁점은 이 논문에서 집중하고자 하는 해양레저활동에 따른 환경 훼손 우려 문제이다. 좌종헌, 이준백(2000)에 따르면 1988년부터 문섬에 수중관광이 보편화되었고, 다이빙과 관광 잠수정 운항으로 산호와 주변 서식환경이 많이 파괴되었다. 그 외 많은 문헌에서 다이빙, 낚시, 잠수정 운당에 따른 훼손을 언급하였다. 제1차 관리계획은 과도한 낚시와 잠수정의 영향으로 산호가 서식지로부터 탈락하는 문제와 일부 다이버의 무분별한 생물 포획 및 채취를 지적하였다(해양수산부, 2004a). 해양보호구역 조사·관찰(국토해양부, 해양환경관리공단, 2012)은 낚시 대상 어종이 감소한 것과 낚시 및 다이빙으로 훼손된 해조류 군락지 및 낚시 밑밥 오염지를 발견하여 적극적인 규제와 이용 제한의 필요성을 제기하였다. 제2차 관리계획은 도서 입도 최소화와 휴식년제를 통해 섬에 집중되는 이용을 분산하고, 교육과 인식증진 활동을 관리 방안으로 제안하였다(씨캠, 2016).

주로 초기에 지적되었던 잠수정 운항은 문화재심의위원회에서 환경영향평가를 거쳐 운항 경로를 변경하여 운영하고 있다. 반면에 다이빙과 낚

시 활동이 해양에 끼치는 부정적인 영향은 꾸준히 지적되고 있으며, 문제의 해결책으로 제시된 낚시 어획 할당량 제도, 보호구역 내 입어료 징수, 다이빙 방문 인원수 제한, 환경수용력 조사 등은 이행되지 않고 있다. 2차 관리계획은 1차 관리계획사업이 추진되지 못한 이유를 2006년 제주특별자치도 출범에 따른 관리업무의 이관과 담당부서 미확보 등으로 꼽았으나(씨캠, 2016), 그 이후로도 추진되지 않았다.

해양수산부는 문섬 해역을 2018년 11월 해중경관지구로 선정하였다(해양수산부 고시 제2018-177호). 해중경관지구는 해양수산발전기본법 제28조에 따라 “바닷속 경관이 뛰어나고 생태계가 보전되어 있는 해역 중 해양수산부장관이 해양관광 진흥을 위하여 지정하는 해역”으로, 관광진흥정책 성격을 띤다. 해중경관지구 계획은 문섬 배후지역에 해양레저스포츠 종합지원센터, 다이빙 교육장, 선상 유어장 조성 등 해양관광프로그램을 골자로 한다(해양수산부 보도자료, 2018). 이에 지역주민은 지역 발전을 환영하고, 다이버는 레저활동 여건이 개선될 것이라는 기대를 표명하였다(이운철, 2020). 반면에 환경단체는 해중경관지구 계획에 해결이 필요한 환경 문제나 생태계 보전의 고려가 약하기 때문에 지금 상태로는 ‘공유수면의 비극’이 일어날 것이며, 이를 막기 위해 보다 종합적인 대책이 필요하다는 의견을 제시하였다(자연환경국민신탁, 2019).

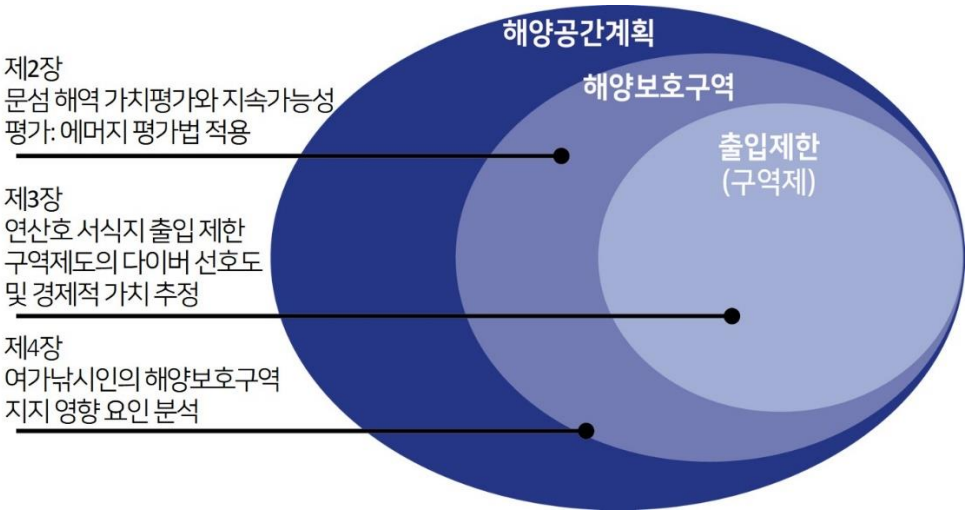
## 제 3 절 연구 방법

이 연구는 각각 분석 대상과 방법이 다른 세 개의 소논문으로 구성하였다. 제 2 장은 문섬 주변 해역 해양보호구역의 여가 이용이 지속가능한지 평가하였다. 지속가능성을 평가하기 위해 자연환경 가치를 평가하고 여가활동의 환경수용력을 계산하였다. 이 장에서 추정하고자 하는 자연에너지 등은 선호도 기반 경제학 가치평가로 추정이 어렵기 때문에 생물리 기반 방법인 에머지 평가법을 방법론으로 선정하였다(자세한 사항은 제 2 장 방법론 참고).

제 3 장은 문섬 주변 해역 해양보호구역을 여러 구역으로 나누어 시기별로 출입을 제한하는 관리제도인 섬 휴식제를 제안하고, 이용자의 선호도와 관리제도의 경제적 가치를 추정하였다. 이용자의 관점에서 관리제도의 효과성을 평가하는 것이기 때문에 선호도 기반 방법론인 선택실험법으로 추정하였으며, 이용자 중 다이버를 대상으로 하였다(자세한 사항은 제 3 장 방법론 참고).

제 4 장은 문섬 주변 해역의 또다른 이용자인 낚시인을 대상으로 섬 휴식제의 수용성을 알아보기 위해 해양보호구역의 지지도를 평가하였다. 직접적으로 출입 제한제도의 선호도나 가치를 묻지 않은 이유는, 낚시인은 해양보호구역에 관해 잘 알지 못하여 관심이 떨어지고, 출입 제한제도를 도입했을 때 직접적으로 얻는 이득이 없으므로 정확한 선호도를 알기보다 반발의 응답이 클 것으로 예상했기 때문이다. 지지도는 회귀분석의 일종인 순차형 로짓모형으로 분석하였다(자세한 사항은 제 4 장 방법론 참고).

이상 세 개 소논문의 연구 범위를 <그림 1-7>에 정리하였다. 제 2 장은 문섬 해역 해양보호구역, 제 3 장은 문섬 해양 해양보호구역의 출입관리 정책을 대상으로 한다. 제 4 장은 해양공간계획 중 하나인 해양보호구역을 대상으로 한다. 제 5 장은 이상의 분석을 종합하여 시사점을 도출하고 연구의 한계점과 향후 연구 방향을 논하였다. 이상의 연구 흐름을 <그림 1-8>에 정리하였다.




<그림 1-7> 각 장의 공간적 범위

자료: Borges et al.(2020)가 제안한 그림을 바탕으로 저자 작성

<그림 1-8> 연구흐름도

# 제 2 장 문섬 해역 가치평가와 지속가능성 평가: 에머지 평가법 적용

## 제 1 절 서론

인간은 자연 자원을 기반으로 생태계가 제공하는 여러 혜택을 누리며 삶을 영위한다. 하지만 자연이 제공하는 서비스의 대부분은 시장에서 거래되지 않는 비시장재(non-market goods)이기 때문에 시장에서 가격이 정해지지 않는다. 과거 개발사업의 비용편익분석은 환경비용을 포함하지 않는 경우가 많았고, 이는 지속가능하지 않은 자원소비로 이어졌다. 그동안 과소추정된 자연의 가치를 평가의 한 항목으로 편입시키기 위한 노력이 계속되었다(TEEB, 2010).

환경재의 가치를 평가하는 방법은 크게 선호도 기반 경제적 평가와 생물리 기반 평가로 나눌 수 있다(TEEB, 2010). 경제적 관점에서 환경재 가치평가의 개념과 측정은 신고전학파의 후생경제학에 이론적 기반을 두고 있다(김홍균, 이호생, 임종수, 홍종호, 2013). 경제적 가치평가는 환경질 변화에 따른 소비자의 후생변화를 화폐 단위로 환산하며 구체적인 방법론으로는 시장가격법, 현시선호법, 진술선호법 등이 있다. 현시선호법과 진술선호법은 설문을 통해 소비자의 지불의사액(WTP: willingness to pay)을 도출하며 환경재의 가치측정에 있어 가장 광범위하게 사용되고 있는 방법론이다. 하지만 지불의사액에 기초한 가치는 자연환경이 우리 경제의 진정한 부(real wealth)에 기여하는 바를 충분히 반영하지 못하는 측면이 있다(Odum, 1996).

생물리 평가는 인간 관점으로 한정하여 가치를 측정하지 않기 때문에 (“non-anthropocentric measures of value”, Franzese, Liu, and Aricò 2019:36), 선호도 기반 평가에서 간과할 수 있는 부분을 평가에 포함시킬 수 있다. 생물리 평가 방법 중 하나인 에머지(emergy) 평가법은 공급자 관점(donor-side)에서 재화와 서비스의 생산을 뒷받침하는 자연환경을 회계하는 방법으로 수요자 관점(receiver-side)의 시장가치나 지불의사액과 근본적으로 다르다

(Odum, 1996). Campbell(2014)에 따르면 경제적 가치평가법은 선호도에 기반하기 때문에 주관적이지만 에머지 평가법은 객관적이라고 할 수 있다. 또한 생물리 평가법은 에너지와 물질, 정보 등을 에너지라는 하나의 단위로 통일하여 계산하기 때문에 중복계산으로부터 자유롭다고 하였다(Campbell, 2014). Farber, Costanza, & Wilson(2002)은 에머지 평가법이 자연과 인간이 공존할 수 있는 대안 가치평가법이 될 수 있다고 하였다. 이상의 생물리 기반과 선호도 기반 가치평가 방식을 <표 2-1>에 정리하였다.

**<표 2-1> 자연환경 가치평가 접근방식에 따른 비교**

| 접근방식 | | 생물리 기반 | 선호도 기반 |
|---|---|---|---|
| 설명 | | 공급자 기준에서 평가 대상을 생산하는 데 투입되는 자원(물질, 에너지, 재화, 용역 등)을 바탕으로 평가 | 평가 대상을 이용하는 관점에서 선호도와 효용을 평가 |
| 바탕 이론 | | 열역학법칙, 산업생태학 등 | 후생경제학 |
| 관점 | | 공급자(생산자) | 수요자(소비자) |
| 종류 | | 에머지, 엑서지, 생태발자국, 물질흐름분석 등 | 시장가격법, 현시선호법, 진술선호법 등 |
| 대표적인 방법 | | 에머지 | 조건부가치측정법 |
| 단위 | | 에너지(J) | 화폐(원) |
| 적용범위 | 자연자본(stock), 생태계서비스(flow) | 가능 | 가능 |
| | 지속가능성 지수 | 가능 | 불가능 |
| | 환경수용력(환경용량) | 가능 | 불가능 |
| | 비용편익분석 | 가능 | 가능 |

자료: 저자 작성

해양보호구역은 다양한 생물이 서식하고 보호할 만한 가치가 있는 곳이다. 해양보호구역의 가치를 평가하는 것은 관리의 기초 자료가 되나 선

호도 기반과 생물리 기반 가치평가법이 기여할 수 있는 부분이 다르다.

선호도 기반 가치평가법은 이용가치와 비이용가치(보전가치)를 합한 총경제가치나 환경질 변화분의 가치를 평가할 수 있다. 선호도 기반 연구의 예로, 박소연 등(2018)은 CVM을 적용하여 문섬 주변 해역 보호구역 내 산호군락지의 보전을 위한 지불의사액을 평가하였다. 전국 1,000가구를 대상으로 1.5경계 양분선택으로 지불의사를 설문조사 한 후 스파이크 모형으로 분석하였다. 연간 가구당 평균 WTP는 3,016원으로 전국으로 확장하면 연간 589억 원이다. 결과 값은 관리 재원의 근거나 비용편익분석에 사용될 수 있다.

생물리 기반 방법은 생물리 과정의 가치를 도출할 수 있다는 점에서 선호도 기반 방법과 다르다. Paoli et al.(2018)는 에머지 방법론을 이용하여 해양보호구역의 자연자본(저량, stock)과 유입 및 유출 에너지(유량, flow)를 평가하였다. 자연자본은 어류와 저서에 서식하는 생물의 생물량, 각 서식지의 영양단계 네트워크 모델 결과 등을 자료로 사용하였다. Paoli et al.(2018)는 자연자본과 유량의 생물학적 요소의 가치와 자연자본과 유량의 균형을 계산하였다. 그 결과 해양보호구역 내부가 아닌 외부에서 유입하는 에너지 때문에 해양보호구역이 유지되고 있으며, 보호받지 않는 외부에 의존한다는 점에서 잠재적 위험이 있음을 알아냈다.

Franzese et al.(2017)는 생물리 기반 방법으로 이탈리아 벤토테네(Ventotene) 해양보호구역과 성 스테파노(Santo Stefano) 해양보호구역의 가치를 평가하였다. 자연자본의 구성 요소를 평가하여 생물다양성에 가장 크게 기여하는 서식지가 해초(*Posidonica oceanica*) 평원과 산호 서식지임을 확인하였다. 두 연구 결과 모두 선호도 기반 가치평가법으로 구하기 어려운 시사점을 도출하였다.

국내에서 에머지 평가법을 적용한 가치평가 연구 중 상당 부분은 갯벌이나 하구를 대상으로 하였다(Kang, 2001; 강대석, 2007, 2010, 2013, 2015; 강대석, 남정호, 이석모, 2006; 남정호, 강대석, 2016; 이창희, 강대석, 2008). 한 예로 남정호, 강대석(2016)은 갯벌의 자연환경에너지와 수산물 공급에 대한 연간 가치를 구하였고, 그 결과는 1조 1,412억 원, 단위 면적당 가치

는 459만 원/ha이었다. 무인도서의 에머지를 구한 연구에서는, 선갑도 299억 원, 1,782만 원/ha, 지귀도는 1,174만 원/ha, 우세도 3,200만 원/ha이었다(강대석, 2010).[8]

에머지 평가법은 가치평가뿐만 아니라 지속가능성과 같이 평가대상 시스템의 특성을 구할 수 있다는 장점이 있다. 강대석(2015)은 우리나라 경제의 연간 에머지 사용량에서 재생가능에머지[9]가 차지하는 비율이 2.3%로, 세계 경제 값인 9.7%에 비해 매우 작음을 보였다. 이는 장기적인 관점에서 우리나라의 지속가능성이 세계경제의 지속가능성에 비해 현저히 낮다는 것을 의미한다(강대석, 2015:106). Nam, Chang, & Kang(2010)은 무인도서인 우세도가 개발될 때의 상황을 가정하여 환경수용력을 고려한 거주가능 인구를 추정하였다. 에머지투자비율[10]과 국내 평균 개발 수준을 근거로 도출한 거주인구는 섬의 환경수용력을 초과하는 것으로 나타났다.

Serour(2004)는 이집트 홍해 다이빙 사이트를 대상으로 다이빙 활동의 환경수용력 추정방법을 제안하였다. 수용가능한 다이버 수를 경제적 이득과 생물 영향이 균형을 이루는 점으로 정의하였다. 경제적 이득은 다이빙 관광 지역 소득이고 생물 영향은 다이빙 활동에 따라 감소하는 산호 면적과 신진대사량으로 설정하고 에머지로 추정한 균형점은 지역별 연간 1만 3,000~1만 4,000명이었다.

이 연구는 문섬 해역 해양보호구역의 생물리 과정을 바탕으로 문섬 해역의 가치와 여가활동의 환경수용력을 평가하는 것을 목적으로 한다. 방법론으로 가치평가와 환경수용력을 수행할 수 있는 에머지 평가법을 적용하였다. 연구 내용은 첫째, 문섬 해역에 유입하는 자연환경에너지의 가치를 평가한다. 둘째, 사람들이 다이빙 활동으로 얻는 혜택을 정량화한다. 셋

---

8 참고로 정찬훈(2018)은 제주도의 가치를 에머지로 평가하여 $2.43\times10^{21}$ sej/yr (2015년 기준)의 값을 도출하였다. 하지만 파도 에너지를 구하는 식에서 제주도 가로직선거리가 아닌 해안선 길이를 사용하였기 때문에 결과값을 과대추정하였다.

9 재생가능에너지는 태양에너지, 지구내부 열에너지, 조석에너지를 포함한다.

10 에머지투자비율(emergy investment ratio)은 평가대상 시스템 외부에서 구입한 에머지와 내부에서 공급된 에머지(재생가능 및 재생불가능 에머지의 합)의 비율이다.

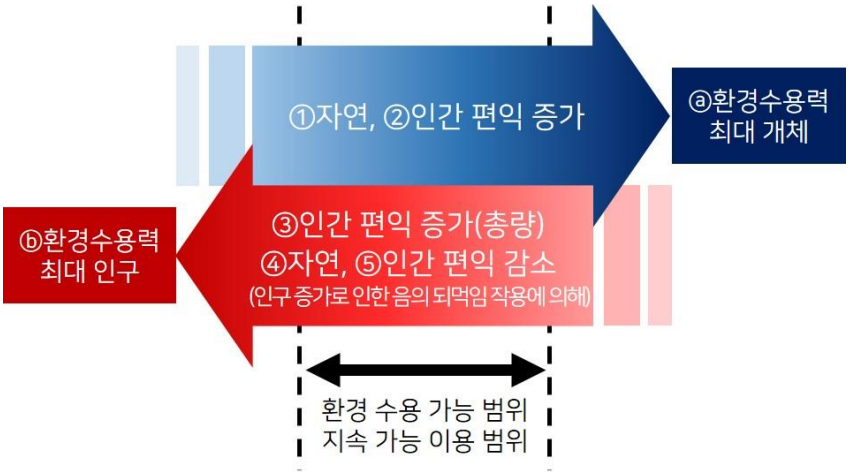
째, 에머지 지수를 이용하여 다이빙 활동의 지속가능성을 평가하고 환경수용력을 도출한다.

이 연구는 해양보호구역과 생태계기반관리 연구에 부족한 주제인 적절한 개입 식별을(Christie, 2011) 다루었다는 점에서 차별성을 지닌다. 환경수용력 평가를 통해 현재 이용의 진단은 관리주체가 적절하게 개입 할 필요성과 과학적 근거를 마련해준다. 또한 기존에 국가나 무인도서에 적용하였던 에머지 지수를 해양보호구역에 적용하여 환경수용력을 산출했다는 점에서 선행연구와 차별성을 지닌다. 이 연구에서 도출하는 에머지 평가결과와 에머지 지수는 해양보호구역 생태계기반관리의 과학적 근거로 참고할 수 있을 것이다.

## 제 2 절 선행연구

환경수용력은 개체군생태학에서 유래한 용어로 “한 서식지의 자원이 유지할 수 있는 개체군의 개체 수”로 정의한다(Ricklefs & Miller, 2002; 강대석(2010)에서 재인용). 환경수용력은 사용되는 분야에 따라 다르게 정의된다. 해양환경자원 생산성의 관점에서 환경수용력은 “주어진 해양환경 내에서 유지될 수 있는 최대 개체군 수 또는 생물량”으로 정의할 수 있다(임효혁, 강대석, 남정호, 2003). 환경수용력을 인간 사회에 적용하면 한 지역의 생태계가 지속적으로 유지할 수 있는 최대 인구 또는 최대 사회경제활동 수준을 환경수용력으로 볼 수 있다(이승준, 강대석, 한순금, 2020). 이를 바탕으로 문섬 해역 해양보호구역의 환경수용력은 서식 생물과 여가활동자의 두 관점에서 정의할 수 있다. 서식 생물 관점 환경수용력은 해양보호구역에 서식하는 개체군의 최대 개체 수를 의미한다. 여가활동자 관점 환경수용력은 해양보호구역의 생물리화학 상태에 영향을 미치지 않으면서 이용할 수 있는 최대 인구 수로 정의할 수 있다.

해양보호구역이 잘 보호되어 서식 개체군의 개체 수가 환경수용력 최대 개체에 가까워질수록 자연과 인간의 편익은 증가한다. 해양보호구역 이용자 수가 환경수용력 최대 인구에 가까워질수록 인간의 총 편익은 증가한다. 하지만 인구 증가로 인해 자연 환경이 오염되거나 훼손되고 이용자 사이에 경쟁이 발생하는 음의 되먹임 작용에 의해 자연과 인간의 편익이 감소할 수 있다. 최대 생물 개체와 최대 이용 가능 인구 사이에서 인간활동의 부정적인 영향을 고려한 범위가 환경 수용 가능 범위 또는 지속가능 이용 범위이다. 이를 <그림 2-1>에 나타내었으며 다이빙과 여가낚시(이하 ‘낚시’)로 이용하는 해양보호구역에 한정하여 각 항목의 선행연구를 <표 2-2>에 정리하였다.




**<그림 2-1> 해양보호구역 환경수용력과 편익 증감 개념도**

자료: 저자 작성

**<표 2-2> 다이빙과 낚시 이용 해양보호구역의 환경수용력 선행연구 요약**

| 번호 | 연구 |
|---|---|
| ⓐ | 직접 추정하기 보다는 낚시가 금지된 폐쇄 지역의 개체 수를 환경이 지지할 수 있는 최대 개체 수라 가정함. |
| ① | [해양보호구역 폐쇄 조치로 자연의 편익 증가]<br>낚시 제한 MPA는 허용 지역보다 바닷가재 밀도가 34배 높았으며, 평균 등딱지 폭 길이, 총 생물량, 산란이 유의하게 컸음. 큰 개체는 거의 제한 구역에서만 발견됨(Babcock, Phillips, Lourey, & Clapin, 2007). MPA는 주변 낚시 지역보다 놀래기류의 생물량이 3배 많음(Cardona et al., 2020). |
| ② | 다이빙 장소의 생물 증가로 인한 다이버 효용 증가를 지불의사액으로 추정한 연구는 다수 있음. |
| ⓑ | 다이빙 관광 수입③과 산호 대사율 감소④의 균형점으로 추정(Serour, 2004).<br>대서양 대구의 지속가능한 낚시 어획량을 알기 위해서는 자연 사망률을 알아야하는데, 알려져 있지 않음(Hu & Wroblewski, 2009). |
| ③ | 다이버 수가 증가할수록 지역 관광 수입 증대(Serour, 2004) |
| ④ | [이용 인구 증가(감소)로 인한 자연의 편익 감소(증가)]<br>다이버 접촉에 따른 산호 훼손, 선박 닻에 의한 저서 생물 훼손<br>낚시를 금지하면 상위영양단계 포식자 어류의 생물량이 24% 증가할 것임(Prato et al., 2016). |
| ⑤ | [이용 인구 증가(감소)로 인한 인간의 편익 감소(증가)]<br>동시에 다이빙하는 다이버가 많아질수록 다이버의 효용 감소<br>낚시를 금지하면 어류 생물량이 증가하여 영세어업에 도움이 되며, 영세어업은 환경수용력 범위 내임(Prato et al., 2016). |

번호: <그림 2-1>의 번호; 자료: 저자 작성

## 제 3 절 연구 방법

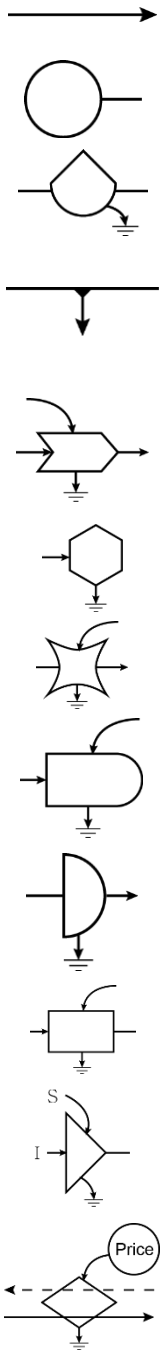
### 1. 에머지 개념[11]

에머지란 서비스나 재화를 만드는데 직간접적으로 투입된 가용한 에너지이다(“Emergy is the available energy of one kind of previously used up directly and indirectly to make a service or product.” Odum(1996:7)). 통나무를 예를 들어 에너지와 에머지를 설명하면 다음과 같다. 통나무에는 가용 에너지(일을 할 수 있는 잠재력이 있는 에너지)가 있다. 통나무를 태우면 에너지는 열로 분해되고 이것은 칼로리(cal) 또는 줄(J)로 측정할 수 있다. 이에 비해 에머지는 통나무를 만들기 위해 사용된 모든 에너지의 합을 뜻한다. 에머지는 이전에 사용된 에너지의 기록이기 때문에 “에너지 메모리(energy memory)”라고도 하며 단위는 엠줄(emjoule)을 사용한다. 에머지의 핵심은 에너지의 질이 다르다는 것이다. 질이 다른 에너지를 비교하기 위해 한가지 종류의 에너지로 환산하는데 이를 태양에머지라 하며 단위는 태양엠줄(sej)이다.

에머지(emergy) 평가법은 미국의 시스템생태학자 Howard T. Odum이 고안한 개념으로 환경 가치와 경제적 가치를 동일하게 측정할 수 있는 과학기반 평가 시스템이다. 에머지를 평가하기 위해서는 미리 약속된 기호(<그림 2-2> 참조)와 그림으로 구조와 기능을 나타낸 시스템 다이어그램을 사용한다. 에너지를 기준으로 그리기 때문에 이를 에너지 시스템 다이어그램이라 부른다.

---

[11] 이 절은 Odum (1996)을 참조하여 구성하였다.




*에너지 흐름(energy circuit)*: 저장고나 에너지원의 양에 비례하는 흐름을 나타내는 경로.

*에너지원(source)*: 외부로부터 조절되는 프로그램에 따라 힘을 전달하는 외부 에너지원; 촉성 함수(a forcing function).

*저장고(tank)*: 시스템의 유입과 유출 사이의 균형에 의해 일정량을 저장하는 에너지 저장고; 상태 변수.

*열싱크(heat sink)*: 모든 실제 에너지 변환 과정과 저장고에 동반되는 잠재 에너지가 열의 형태로 손실되는 것; 시스템에 의한 잠재 에너지의 손실.

*상호작용(interaction)*: 두 경로가 이들의 함수에 비례하는 유출을 만들어 내기 위해 상호작용하는 교차점; 하나의 흐름이 다른 흐름을 조절하는 작용; 제한 요소 작용; 일이 일어나는 곳.

*소비자(consumer)*: 에너지를 변화하고 저장하며, 유입을 증가시키기 위해 자가촉매하여 에머지를 되먹임하는 단위.

*스위치 작용(switching action)*: 하나 이상의 스위치 작용을 지시하는 기호.

*생산자(producer)*: 높은 질의 에너지 흐름을 조절하여 낮은 질의 에머지를 변환하고 모으는 단위.

*자가제한 에너지 수신자(self-limiting energy receiver)*: 순환 경로 내에서 반응하는 물질이 일정량으로 제한되어 있기 때문에 유입 추진력이 높아질 때 자가제한을 유출하는 단위.

*상자(box)*: 어떤 단위나 기능으로 명명할 수 있는 기호.

*균일 획득 증폭기(constant-gain amplifier)*: 출력이 유입 I에 비례하는 것을 나타내는 단위로, 에너지원 S가 충분히 존재하는 한 입력은 일정한 비율로 변화됨.

*거리(transaction)*: 화폐(점선)의 지불로 교환이 이루어지는 상품(실선)이나 서비스를 판매를 나타내는 단위. 가격은 외부 에너지원으로 나타남.

**<그림 2-2> 에너지 시스템 기호와 뜻**

자료: 원문은 Odum(1996), 한글은 하워드 오덤(1983/2000)을 참고하여 저자 재작성

에머지 평가법은 열역학 법칙에 바탕을 두고 있다. 열역학 제1법칙에 의하여 시스템 내부로 들어온 에너지는 생성되거나 파괴되지 않는다. 대신 에너지는 저장소에 저장되거나 밖으로 흘러갈 수 있다. 에너지는 생산 과정에 흡수되어 생산물을 만들어내고 열역학 제2법칙에 따라 새로운 생산물을 만드는 과정에서 대부분의 에너지는 일을 할 수 있는 능력을 잃게 된다. 새로운 생산물은 새로운 형태의 에너지를 가지지만 투입된 에너지보다 에너지량은 작다. 에너지 시스템 다이어그램에서 사용된 에너지는 더이상 사용할 수 없는 형태로 열싱크로 가게 된다. 생산된 자원은 에너지 변환과정을 거쳐 저장소에 저장된다. 저장된 자원은 다시 생산과정에 사용되기도 한다. 이렇게 해서 저장된 자원을 진정한 부(real wealth)라 한다. 진정한 부는 생산과정을 통해 만들어지고 여러 과정에 의해 유지되며, 시간이 지남에 따라 가용한 에너지가 줄어든다(Odum, 1996).

## 2. 에머지 평가절차[12]

에머지 평가절차는 크게 에머지 평가모델인 에너지 시스템 다이어그램 작성, 에머지 평가표 작성, 에머지 지수 계산의 세 단계로 이루어진다(<그림 2-3>).

<그림 2-3> 에머지 평가 절차

[12] 이 부분은 강대석(2010)과 강대석(2013)을 참고하여 작성하였다.

### 2.1 에머지 시스템 다이어그램

에머지 시스템 다이어그램은 에너지시스템언어(<그림 2-2>)를 이용하여 평가하고자 하는 대상을 모형으로 나타내는 것이다. 시스템 다이어그램을 만드는 과정은 크게 5단계로 나누어진다.

1단계는 평가대상 시스템의 경계를 정하는 것이다. 시스템의 경계는 연구 대상과 목적에 따라 결정되며 이 경계를 기준으로 시스템 외부와 내부를 구분한다. 이 연구에서는 해양수산부에서 지정한 문섬 해역 해양보호구역을 대상으로 하였으며 육지부는 포함하지 않았다. 2단계는 시스템 외부에서 내부에 영향을 미치는 주된 요소를 파악하는 것이다. 외부 요소는 태양, 파도, 바람, 조석, 비 등 자연 요소와 연료, 재화와 용역, 사람 등 인위적 요소 등 모든 형태의 에너지와 물질이 포함된다. 3단계에서는 평가대상 시스템 주된 내부 요소를 파악하고, 4단계에서는 각 요소 사이를 연결하는 주요 흐름을 파악한다. 마지막 5단계에서는 에너지시스템언어의 규칙을 따라 내부와 외부의 모든 요소를 시스템 경계를 따라 적절한 위치에 배치하고, 4단계에서 파악한 흐름에 맞춰 연결하면 모델이 완성된다.

### 2.2 에머지 평가표

앞서 완성한 에머지 평가모델을 기반으로 에머지 평가표를 작성한다. 에머지 평가표의 전형적인 형태는 <표 2-3>과 같으며 평가표는 평가대상 시스템으로 들어오고 나가는 에너지나 물질의 흐름과 저장된 양, 주된 구성요소 등을 포함한다.

<표 2-3> 전형적인 에머지 평가표의 형태

| No | Item | Raw Data | Unit Emergy Value (UEV) | Solar Emergy (sej/yr) | Emvalue |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | J/yr, g/yr, ₩/yr, etc. | sej/J, sej/g, sej/₩, etc. | Raw data × UEV | Solar emergy/Emergy−money ratio (em₩/yr, etc.) |

<표 2-3>의 각 항목은 다음과 같다.

- No.: 평가항목의 에머지 계산과정을 나타내기 위한 주석 번호
- Items: 평가항목의 명칭. 평가대상 시스템으로 유출입하거나 시스템 내부에서 일어나고 있는 에너지, 물질, 화폐, 정보 등 흐름 또는 저장고를 포함한다.
- Raw data: 평가항목의 에머지를 계산하는데 필요한 기초 자료이며, 일반적인 에머지 평가표에서는 연간 에너지 흐름량(J/yr), 물질 흐름량(g/yr), 화폐량(₩/yr) 등 연간 자료를 이용한다.
- Unit emergy value(이하 'UEV'): 평가항목의 태양에너지 기준 환산인자. 환산인자(단위: sej/J, sej/g, sej/₩ 등)의 계산에 사용한 자료의 단위에 따라 UEV 단위가 달라진다.
- Solar emery: 평가항목의 태양에머지량. Raw data와 UEV를 곱하여 계산하며 단위는 solar emjoules/yr(sej/yr)이다.
- Emvalue: 에머지량을 화폐단위로 환산한 값으로 태양에머지량을 에머지화폐비율(EMR: emergy-money ratio, 단위: sej/₩ 등)로 나누어 계산한다. 에머지화폐 비율은 우리나라 경제가 일년 동안 사용한 에머지량(sej/yr)을 연간 국내총생산(GDP: gross domestic product, 단위: ₩/yr)으로 나누어 구한다.

## 2.3 에머지 지수 계산

에머지 지수 계산 과정은 에머지 평가의 마지막 단계로 에머지 평가표에서 도출된 값을 이용하여 평가대상 시스템의 특성을 파악한다. 에머지

지수는 평가대상 시스템의 상태 정보와 경제성 평가, 환경영향, 대안선정, 지속가능성 평가 등 정책에 필요한 정보를 제공할 수 있다(강대석, 2010).

이 연구에서는 문섬 해역 해양보호구역의 환경수용력을 평가하기 위해 에머지 투자비율(이하 'EIR': emergy investment ratio), 에머지산출비율(이하 'EYR': emergy yield ratio), 환경부하비율(이하 'ELR': environmental loading ratio), 에머지지속성지수(이하 'ESI': emergy sustainability index)를 이용하였다.

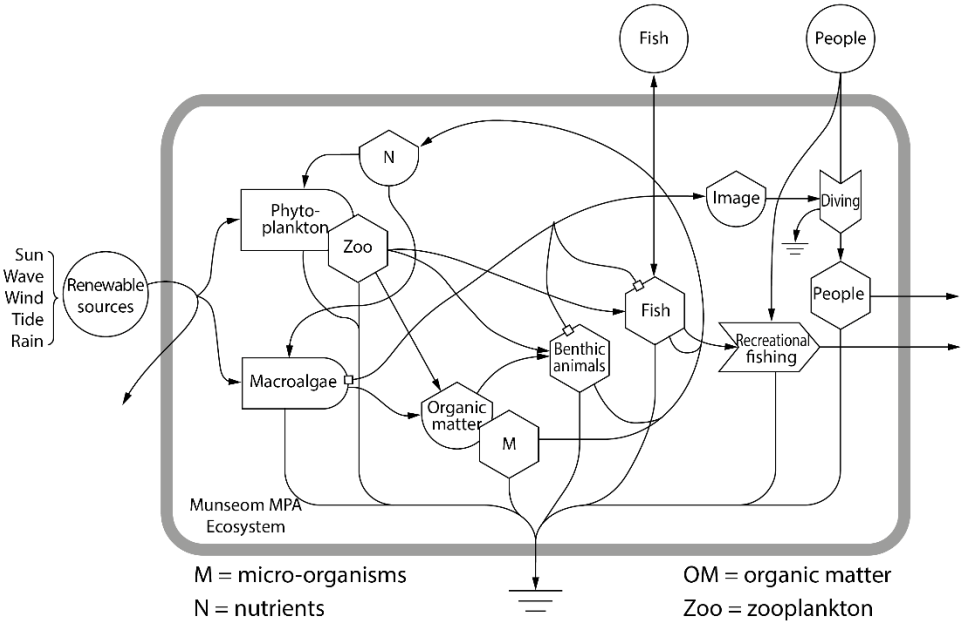
EIR은 평가대상 시스템 외부에서 구입한 에머지(F)와 내부에서 공급된 에머지의 비율로 생산과정의 경쟁력을 나타낸다. 내부 공급 에머지는 재생가능 에머지(R)와 재생불가능 에머지(N)의 합으로 구한다. EYR은 시스템에서 생산한 재화나 서비스가 가지고 있는 에머지량(R, N, F의 합이며 Y로 표시)을 외부에서 구입하여 투입한 에머지량(F)으로 나누어 구한다. EYR이 클수록 생산과정이 경제에 기여하는 바가 더욱 많다는 것을 의미한다. ELR은 평가대상 경제활동이 자연환경에 미치는 부정적 영향의 정도를 평가하는데, 외부에서 구입하여 투입한 에머지(F)와 내부의 재생불가능한 에머지(N)를 더한 뒤 이를 내부의 재생가능 에머지(R)로 나누어 구한다. 마지막으로 ESI는 평가대상 경제활동의 지속성을 나타내는데, EYR을 ELR로 나누어 구한다. Brown & Ulgiati(2001)는 평가대상 시스템의 ESI가 10이상이면 장기적으로 지속가능한 시스템으로 구분하였다(이 문단은 강대석(2010:63)의 내용을 인용하였다).

이 연구에서는 에머지의 개념을 이용하여 문섬 해역의 가치를 평가하고자 한다. 평가절차는 다음과 같다. 첫째, 문섬 해역에 유입하는 에너지와 해역 내에서 이루어지는 생물리적 과정, 에너지의 흐름, 해역 밖으로 유출하는 에너지 등을 고려하여 에너지 시스템 다이어그램을 그린다. 둘째, 자료의 가용성을 고려하여 평가할 수 있는 부분과 평가할 수 없는 부분으로 나누고 평가할 수 있는 부분을 정량적으로 추정한다. 추정하기 위해 원단위(g, kcal 등)의 양을 구하고 각 원단위에 UEV를 적용하여 태양에너지량으로 변환한다. 셋째, 태양에너지량에 에머지화폐비율을 적용하여 화폐단위로 나타낸다.

## 제 4 절 결과 및 토의

### 1. 에머지 시스템 다이어그램

문섬 해역 해양보호구역의 에너지 시스템 다이어그램을 <그림 2-4>에 나타내었다. 다이어그램은 왼쪽에서 오른쪽으로 읽으며 오른쪽으로 갈수록 에머지 변환율이 크다. 시스템에 유입하는 자연환경에너지는 태양, 바람, 비, 파도, 조석 등이며 가장 왼쪽에 배치하였다. 이 에너지는 1차생산자인 식물플랑크톤과 해조류에 에너지를 전달하고 일부는 시스템 밖으로 나간다. 1차생산자의 에너지는 영양단계를 통해 저서무척추동물과 어류에 전달되며 일부는 유기물질의 형태로 저장된다. 식물플랑크톤은 동물플랑크톤이 소비하고 유기물은 미생물이 소비한다. 해역은 열린 공간이기 때문에 어류는 시스템 안과 밖을 이동할 수 있다. 생물은 다시 영양염으로 순환된다. 모든 단계에서 더이상 사용할 수 없는 형태로 변환된 에너지는 열싱크를 통해 배출된다. 생태계의 생물요소인 해조류과 저서생물, 어류 등은 이미지를 형성하며, 다이버는 방문하여 이 이미지를 감상한다. 인간과의 상호작용에는 다이빙과 낚시가 있다.




<그림 2-4> 문섬 해역 해양보호구역의 에너지 시스템 다이어그램

자료: 저자 작성
M: 미생물(microorganisms), N: 영양염(nutrients),
OM: 유기물질(organic matter), Zoo: 동물플랑크톤(zooplankton)

## 2. 자연환경에너지 가치평가

에머지 시스템 다이어그램에 표현된 항목을 평가하기 위해 자료의 가용성을 검토하였다. 문섬 해역으로 유입하는 자연환경에너지는 태양, 조석, 파도, 강수 등이며 국가통계에서 일사량과 강수량 등 자료를 제공한다. 1차 생산자와 저서무척추동물, 어류 등이 저장한 에너지와 영양단계 간 흐르는 에너지를 구하기 위해서는 각 생물의 중량과 단위 에머지 값, 영양 단계 사이의 효율 등이 필요하다. 생물량은 조사·관찰 자료가 있으나 나머지 자료는 추정한 연구가 없기 때문에 에머지를 계산하기 어렵다. 따라서 문섬 해역에 유입하는 자연환경에너지만 평가하고자 한다.

에머지를 평가하기 위해서 다음과 같이 국가통계 등의 자료를 수집하였다. 평균 일사량(태양), 평균 풍속(바람), 강수량(비의 화학에너지), 평균

파고(파도)는 기상청 자료를 사용하였고, 평균 조차(조석)는 국립해양조사원 자료를 사용하였다. UEV는 문헌 자료를 참고하였다. 기준 연도는 최근 우리나라 경제의 에머지화폐비율(강대석, 개인교신)이 가용한 2016년으로 설정하였다.

문섬 해역 해양보호구역으로 유입한 자연환경에머지 평가표를 <표 2-4>에 정리하였다. 각 항목의 원자료는 에너지로 나타내고 UEV를 사용해 태양에머지로 통일하였다. 가장 큰 항목은 파도 에너지였으며 비의 화학적 에머지와 조석 에머지, 바람 에머지, 태양 에머지 순으로 나타났다. 중복 계상을 피하기 위해 각 항목을 더하지 않고 가장 큰 항목인 파도 에머지 $2.40\times10^{9}$ sej/yr을 자연환경에머지의 값으로 갈음했다. 화폐단위로 나타내기 위해 이를 에머지화폐비율로 나누어 구한 값은 24억 원이다. 이를 다시 문섬 해역의 면적으로 나누면 1헥타르의 가치는 184만 원이다.

**<표 2-4> 문섬 해역 해양보호구역의 자연환경에머지 평가표**

| No. | Item | Raw Data (J/yr) | Unit Emergy Value (UEV) (sej/J) | Solar Emergy (sej/yr) | Emvalue (2016KRW/yr) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sunlight | $4.46\times10^{16}$ | 1 | $4.46\times10^{16}$ | $1.31\times10^{7}$ |
| 2 | Wind | $4.14\times10^{14}$ | 2,450 | $1.02\times10^{18}$ | $2.98\times10^{8}$ |
| 3 | Rain, chemical | $1.42\times10^{14}$ | $3.05\times10^{4}$ | $4.32\times10^{18}$ | $1.27\times10^{9}$ |
| 4 | Wave | $1.60\times10^{14}$ | $5.10\times10^{4}$ | $8.17\times10^{18}$ | $2.40\times10^{9}$ |
| 5 | Tide | $4.81\times10^{13}$ | $7.39\times10^{4}$ | $3.55\times10^{18}$ | $1.04\times10^{9}$ |

자료: 저자 작성
UEV 자료: Odum et al.(2000)
Emvalue는 2016년의 에머지화폐비율(강대석, 개인교신)을 사용하여 계산

1. Sunlight/태양
   MPA area = $1.3\times10^{7}$ $m^2$ (해양수산부 고시문)
   Insolation = $4.1\times10^{9}$ $J/m^2/yr$ (기상청)
   Albedo, sea = 0.1
   Carnot efficiency = 0.93
   Energy = Area × Insolation × (1−Albedo) × Carnot efficiency = $4.46\times10^{16}$ J/yr

2. Wind/바람

MPA area = $1.3 \times 10^7$ $m^2$

Air density = 1.23 $kg/m^3$

Average wind speed = 1.7 m/s (기상청)

Drag coefficient = 0.00126 (Garratt 1992)

Geostrophic wind = Reference velocity * (Height / Reference height)^(surface roughness)

= 10.37 m/s

Reference velocity = 3.28 m/s (Archer and Jacobson 2005)

Height = 1000 m

Reference height = 10 m

Surface roughness = 0.25 (Manwell et al. 2010)

Wind absorbed = Geostrophic wind − Surface wind = 8.67 m/s

Air density = 1.23 $kg/m^3$

Energy = Air density × Drag coefficient × $(\text{Wind absorbed})^3$ × Area × ($3.1536 \times 10^7$ sec/yr) = $4.14 \times 10^{14}$ J/yr

UEV = 2,450 sej/J (Odum et al. 2000)

Emergy = $1.02 \times 10^{18}$ sej/yr

3. Rain, chemical/비의 화학에너지

Annual rainfall = 2.2045 m/yr (기상청)

Energy = Area × Rainfall × (1,000 $kg/m^3$) × (4,940 J/kg) = $1.42 \times 10^{14}$ J/yr

UEV = 30,500 sej/J (Odum et al. 2000)

Emergy = $4.32 \times 10^{18}$ sej/yr

4. Wave/파도

Length = 1,500 m (이 연구에서 추정)

Wave height = 0.4 m (기상청 파고부이(중문))

Velocity = $(9.8\ m/sec^2 \times \text{Depth})^{1/2}$

Depth = 29 m (기상청 파고부이(중문))

Energy = Length × (1/8) × (1,025 $kg/m^3$) × (9.8 $m/sec^2$) × $(\text{Wave height})^2$ × Velocity × (31,536,000 sec/yr) = $1.60 \times 10^{14}$ J/yr

UEV = 51,000 sej/J (Odum et al. 2000)

Emergy = $8.17 \times 10^{18}$ sej/yr

5. Tide/조석

MPA area = $1.3 \times 10^7$ $m^2$

Average tidal range = 1.44 m (국립해양조사원(서귀포))

Percent absorbed = 50%

Energy = (Density × Area × Tidal range × 0.5) × (9.8 $m/s^2$) × (0.5 × Tidal range) × (706 cycles/yr) × (Percent absorbed) = $4.81 \times 10^{13}$ J/yr

UEV = 73,900 sej/J (Odum et al. 2000)

Emergy = $3.55 \times 10^{18}$ sej/yr

### 3. 문섬 해역의 문화서비스 평가

문섬 해역 시스템이 인간과 상호작용하는 항목은 다이빙과 낚시이며 추정 가능한지 검토하였다. 다이빙을 통해 다이버에게 흘러가는 에너지를 추정하기 위해서는 연간 다이버 수와 체류 시간 등이 필요하다. 여가 낚시를 통해 잡히는 어류 종류에 따른 각각의 중량과 단위 에머지 값을 알면 시스템 밖으로 나가는 흐름의 양을 추정할 수 있다. 다이버와 낚시 모두 공식 통계는 없다. 다이버는 참고할만한 선행연구가 있으나 낚시인은 통계뿐만 아니라 어종에 따른 UEV 연구가 없기 때문에 추정하기 어렵다. 따라서 이 절에서는 다이빙의 활동을 평가하고자 한다.

문화서비스란 인간이 자연환경 또는 생태계로부터 받는 비물질적인 혜택(MA, 2003)이나 혜택을 얻을 수 있는 기회(CICES V5.1, 2018) 또는 상호작용(CICES V4.3, 2013)을 뜻한다. 에머지 개념을 이용하여 문화서비스의 가치를 평가할 수 있으며 자연환경에너지가 공급한 에머지량과 문화서비스의 혜택을 받는 방문자가 방문에 투입한 에머지량을 합하여 추정한다(남정호, 김종성 등 2018). 문섬 해역의 방문자인 다이버와 낚시인 방문자 중에 낚시인 자료는 불충분하여 다이버로 한정하였다. 따라서 이 연구에서 추정한 문화서비스는 다이버가 수중경관을 즐기며 받는 혜택이라 할 수 있으며 낚시인의 혜택이 추가될 수 있기 때문에 최소한의 문화서비스라 할 수 있다.

다이버가 다이빙에 투입한 에머지량의 계산에 필요한 기초자료는 연간 방문 다이버 수와 평균 체류시간이다. 공식적인 통계가 없기 때문에 다음과 같이 추정하였다. 남정호 등(2018)은 서귀포에 1년간 방문하는 다이버를 3만 명으로 추정하였다. 서귀포에 유명한 다이빙 포인트는 문섬 해역, 송악산, 성산 등이 있으며 그 중 문섬 해역으로 90%, 즉 연간 2만 7,000명이 방문하는 것으로 추정된다(최성순, 개인교신). 체류시간은 제3장에서 실시한 다이버 설문조사 결과를 이용하였다. 조사 결과, 1인당 체류시간이 약 90분이었고, 이는 보통 다이버들이 산소통 2개(1개당 약 45분)를 사용하는 것과 비슷한 결과이다.

에너지량은 연간 다이버 방문객 수에 일인당 평균 체류시간과 시간당 대사량을 곱하여 추정한다. 다이빙의 시간당 대사량은 대량 400~700kcal로 알려져 있으나 보수적으로 500kcal를 사용하였다. 추정한 에너지량에 에머지 원단위와 한국인의 UEV(강대석, 개인교신)를 곱하여 다이버의 에머지량을 도출하고 <표 2-5>에 정리하였다.

**<표 2-5> 문섬 해역 문화서비스 가치 에머지 평가표**

| No. | Item | Raw Data | Unit Emergy Value (UEV) | Solar Emergy (sej/yr) | Emvalue (2016KRW/yr) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Renewable resources | | | $8.17\times10^{18}$ | $2.40\times10^{9}$ |
| 2 | Divers | $8.48\times10^{10}$ J/yr | $3.03\times10^{7}$ sej/yr | $2.57\times10^{18}$ | $7.53\times10^{8}$ |
| Total | | | | $1.07\times10^{19}$ | $3.15\times10^{9}$ |

자료: 저자 작성

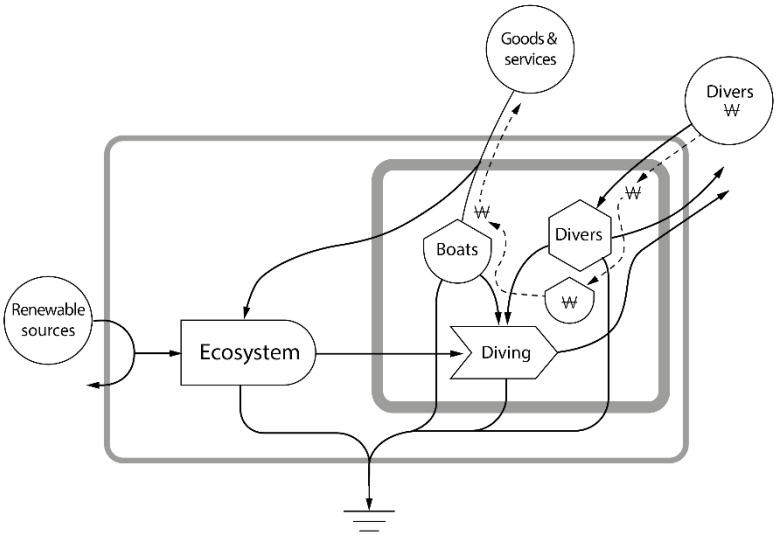
1. Renewable resources/자연환경에너지
   <표 2-4> 참조

2. Divers/다이버 투입 에너지
   Number of divers = 27,000 people/yr (이 연구에서 추정)
   Residence time = 1.5 hr/person (제3장 다이버 설문조사 결과)
   Metabolic rate= 500 kcal/hr
   J-kcal conversion factor = 4,186 J/kcal
   Annual use = Number of divers × Residence time × Metabolic rate × 4,186 J/kcal
   = $8.48\times10^{10}$ J/yr
   UEV of Korean = $3.03\times10^{7}$ sej/J (강대석, 개인교신)

다이버 투입 에머지량은 $2.57\times10^{18}$ sej/yr, 화폐가치로 7억 5,300만 원이며, 앞서 구한 자연환경에머지량과 합하면 총 문화서비스 에머지는 $1.07\times10^{19}$ sej/yr, 가치는 31억 5,000만 원이다. 문화서비스 중 자연환경에머지량이 차지하는 비율은 76%, 다이버가 투입한 에머지량의 비율은 24%로 나타났다.

## 4. 다이빙 활동의 지속가능성 평가

문섬 해역에서 이루어지고 있는 다이빙 활동의 지속가능성을 평가하기 위한 에너지 시스템 다이어그램을 <그림 2-5>에 나타내었다. 자연환경에너지는 생태계를 거쳐 다이빙 활동에 투입된다. 문섬에 접근하기 위해 이용하는 선박과 다이빙 장비는 시스템 외부에서 유입하는 재화와 용역으로 표현하였다. 다이빙 활동에 투입되는 에너지는 자연환경에너지와 선박, 장비 등 총 3가지이다. 자연환경에너지는 앞서 구하였으며 이 절에서는 선박과 다이빙 장비의 에머지를 구하고자 한다.




**<그림 2-5> 문섬 해역 다이빙 활동을 나타내는 에너지 시스템 다이어그램**

자료: 저자 작성

선박의 에머지를 계산하기 위해 고려해야 할 사항은 선박의 크기, 재질, 사용연수 등이다. 문섬이 포함된 제주지역은 다이빙 활동에 주로 유어선을 이용하고 있다(홍장원, 이종훈, 안용성, 2012). 선박의 에머지와 문섬 이동에 소요되는 연료와 윤활유, 다이버가 지불하는 뱃삯 등을 합하였다.

다이버 장비 중 공기통과 공기 압축기의 에머지를 고려하였다. 공기통과 공기 압축기의 재질과 사용연수를 고려하였으며 공기 중에서 UEV가

가용한 산소의 에머지를 포함하였다. 통계가 없는 부분은 추정하거나 추론에 의해 가정하였다. 이상의 계산과정은 에머지 평가표 <표 2-6>에 상세히 정리하였다.

**<표 2-6> 문섬 해역 해양보호구역 다이빙 활동 평가표**

| No. | Item | Raw Data | Unit Emergy Value (UEV) | Solar Emergy (sej/yr) | Emvalue (2016KRW/yr) |
|---|---|---|---|---|---|
| Fishing boats | | | | | |
| 1 | Fishing boats | $1.45\times10^{6}$ g/yr | $9.45\times10^{9}$ sej/g | $1.37\times10^{16}$ | $4.01\times10^{6}$ |
| 2 | Fuel | $5.70\times10^{11}$ J/yr | $1.89\times10^{5}$ sej/J | $1.08\times10^{17}$ | $3.16\times10^{7}$ |
| 3 | Lubricant | $2.32\times10^{10}$ J/yr | $1.30\times10^{5}$ sej/J | $3.04\times10^{15}$ | $8.90\times10^{5}$ |
| 4 | Boat fare | $1.08\times10^{9}$ KRW/yr | $3.41\times10^{9}$ sej/KRW | $3.68\times10^{18}$ | $1.08\times10^{9}$ |
| Air cylinder | | | | | |
| 5 | Oxygen | $1.78\times10^{7}$ g/yr | $8.50\times10^{6}$ sej/g | $1.52\times10^{14}$ | $4.44\times10^{4}$ |
| 6 | Aluminum | 42 kg/yr | $1.77\times10^{10}$ sej/g | $7.44\times10^{14}$ | $2.18\times10^{5}$ |
| 7 | Compressor | 62 kg/yr | $1.77\times10^{10}$ sej/g | $1.10\times10^{15}$ | $3.23\times10^{5}$ |
| Total | | | | $3.81\times10^{18}$ | $1.12\times10^{9}$ |

자료: 저자 작성

Emvalue는 2016년의 에머지화폐비율(강대석, 개인교신)을 사용하여 계산

1. Fishing boats/어선

   Number of fishing boats = 10 boats/yr (추정치)

   Average tonnage of fishing boats = 9.7 ton/boat (서귀포시 등록 어선 평균 무게)

   Useful life of fishing boats = 20 yrs (FRP 어선)

   Fraction of time allocated = 30% (추정치)

   Annual use = Boat weight / Useful life × Fraction of time allocated = $1.45\times10^{6}$ g/yr

   UEV = $9.45\times10^{9}$ sej/g (Buranakarn, 1998)

2. Fuel (diesel)/어선의 연료

   Total use for carrying divers = 16,200 L/yr (이 연구에서 추정)

   Net heating value = 8,410 kcal/L (산업통상자원부, 에너지경제연구원, 2019. 에너지통계연보)

   Energy use = Total use of carrying divers × Net heating value × 4,186 J/kcal = $5.70\times10^{11}$

   UEV = $1.08\times10^{17}$ sej/yr (Brown et al. 2011)

3. Lubricant (diesel)/어선의 윤활류

Total use for carrying divers = 648 L/yr (4% of fuel, (Hong, Lee, & Kang, 2015))

Net heating value = 8,410 kcal/L (산업통상자원부 , 에너지경제연구원, 2019. 에너지통계연보)

Energy use = Total use of carrying divers × Net heating value × 4,186 J/kcal = $2.34\times10^{10}$

UEV = $1.08\times10^{17}$ sej/yr (Brown et al. 2011)

4. Boat fare/다이버가 내는 뱃삯

Boat fare = 40,000 KRW/person (섬다이빙과 비치다이빙 차액으로 추정)

Number of divers = 27,000 people/yr

Annual boat fare = Boat fare × Number of divers = $1.08\times10^{9}$ KRW/yr

UEV = $3.41\times10^{9}$ sej/KRW (강대석, 개인교신)

5. Oxygen/다이버가 소모하는 산소

Air consumption per dive = 2,200 L/person

Fraction of oxygen in air = 21%

Oxygen density = 1.429 g/L

Number of divers = 27,000 people/yr

Annual use of oxygen = Air consumption per dive× Fraction of oxygen in air × Oxygen density × Number of divers = $1.78\times 10^{7}$ g/yr

UEV = $8.50\times10^{6}$ sej/g (Campbell et a. 2014)

6. Aluminum cylinder/알루미늄 재질 공기통

Number of cylinders = 148

Mass of cylinder = 14.2 kg/cylinder

Useful lie of aluminum cylinder = 15 yrs (소방장비 내용연수 지정, 소방방재청 고시)

Fraction of time allocated = 30% (가정)

Annual use = Number of cylinders × Mass of cylinder / Useful lie of aluminum cylinder × Fraction of time allocated = 42 kg/yr

UEV = $1.77\times10^{10}$ sej/g (Metal end products UEV, Odum & Odum 1983)

7. Compressor/공기압축기

Number of compressors = 60

Mass of compressor = 38 kg

Time to fill up a cylinder = 22 minutes

Useful life of compressors = 11 yrs (소방방재청 고시)

Fraction of time allocated = 30% (가정)

Annual use = Number of compressors × Mass of compressor / Useful life of compressors × Fraction of time allocated = 62 kg/yr

UEV = $1.77\times10^{10}$ sej/g (Metal end products UEV, Odum & Odum 1983)

다이빙 활동에 투입된 에머지는 총 $3.81\times10^{18}$ sej/yr로 나타났다. 가장 비중이 큰 부분은 뱃삯으로 96.7%로 나타났고 연료는 2.8%였으며 나머지 항목의 비중은 매우 작았다.

다이빙 활동을 평가하기 위해 에머지 지수를 구하였다. 에머지 지수 산정에 필요한 값은 시스템 내부에서 공급된 재생가능 에머지(R)와 재생불가능 에머지(N), 시스템 외부 구입 에머지(F)이다. 에머지 산출량(Y)는 R, N, F의 합이다. 재생가능 에머지(R)는 앞서 구한 자연환경에머지로 $8.17\times10^{18}$ sej/yr이다. 문섬 해역의 경우 시스템 내부에서 공급된 재생불가능 에머지(N)은 없다(0). 시스템 외부 구입 에머지(F)는 앞서 구한 선박과 장비를 통해 외부에서 문섬으로 유입한 용역과 재화이며 $3.81\times10^{18}$ sej/yr이다. 에머지 산출량(Y)은 $1.20\times10^{19}$ sej/yr이다.

이상을 토대로 에머지 지수를 구하여 <표 2-7>에 정리하였다. 에머지 투자비율(EIR)은 0.47으로 1보다 작으며 자연환경에머지의 영향이 더욱 크다는 긍정적인 의미이다. 하지만 대부분의 환경이 경제적인 목적으로 사용되는 곳에서 이 값은 1보다 크다. 예를 들어 우리나라 평균은 2.86(Nam et al., 2010), 미국 평균은 7이다(Odum, 1996). 에머지 산출비율(EYR)은 3.15, 환경부하비율(ELR)은 0.47이며, 이 둘의 비율인 에머지지속성지수(ESI)는 6.75이다. 이 값이 10보다 작으므로 현재의 이용은 장기적으로 지속가능하지 않다.

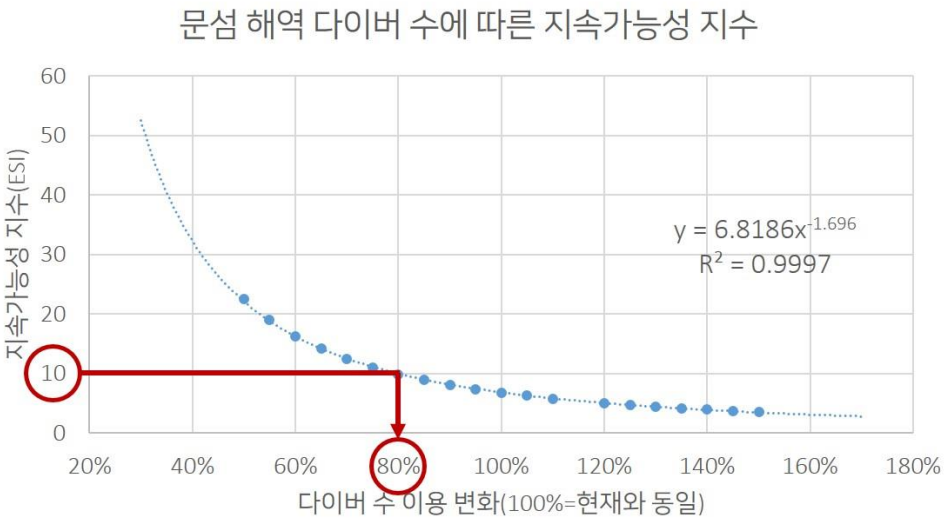
**<표 2-7> 문섬 해역 다이빙 활동의 에머지 지수 결과**

| 에머지 지수 | 값 |
|---|---|
| 에머지투자비율 EIR = F / (R+N) | 0.47 |
| 에머지산출비율 EYR = Y / F | 3.15 |
| 환경부하비율 ELR = (N+F) / R | 0.47 |
| 에머지지속성지수 ESI = EYR / ELR | 6.75 |

자료: 저자 작성

에머지지속성지수(ESI)가 10을 만족시키는 조건을 이용하여 적절한 이용 인원을 도출할 수 있다. 다이버 수에 따른 ESI 그래프를 <그림 2-6>

나타내었다. x축은 현재 다이버 수에 대한 비율을 나타내며 y축은 ESI를 나타낸다. 다이버 수를 45~150%, 5% 간격으로 변화할 때 ESI를 구하여 그래프에 점으로 나타냈으며, 다이버 수가 현재보다 증가할수록 ESI는 감소하며 현재보다 감소할수록 ESI는 증가한다. 삽입한 추세선 식은 $y = 6.8186x^{-1.696}$ 이며 적합도($R^2$)는 0.9997로 매우 높다. 이 식을 이용하여 y, 즉 ESI가 10이 되는 x를 구하면 79.8%로 약 2만 1,543명이다. 이는 다른 요소가 동일하다는 가정하에 환경이 수용할 수 있는 최대 다이버 수가 2만 1,543명이란 의미이다. 뱃삯과 같은 다른 요소에 따라 최대 다이버 수는 변동될 수 있으며 다이빙이 생태계에 주는 부정적인 영향이 포함된다면 최대 환경수용 범위는 2만 1,543명보다 더욱 작아질 것이다.




**<그림 2-6> 문섬 해역 이용 다이버 수에 따른 에머지지속가능성지수**

자료: 저자 작성

## 제 5 절 소결

이 논문은 에머지 개념과 평가절차를 이용하여 문섬 해역 해양보호구역 시스템 내로 유입하는 자연환경에머지의 양과 문화서비스 가치, 다이버 활동의 지속가능성과 그에 따른 환경수용력 등을 추정하였다. 자연환경에너지 중 파도 에너지가 가장 우세한 것으로 나타났으며 그 값은 연간 $8.17\times10^{18}$ sej, 화폐가치로는 24억 원, 면적당 가치는 헥타르당 184만 원이다. 자연환경에머지와 다이버가 투입한 에머지량의 합으로 산출한 문화서비스의 가치는 약 31억 5,000만 원이다.

다이버 활동을 위해 외부에서 투입되는 에머지의 총량은 $3.81\times10^{18}$ sej/yr으로 나타났으며 자연환경에머지와 함께 에머지 지수를 구하였다. 에머지투자비율은 0.47로 시스템 내부 즉, 문섬의 자연환경 영향이 더욱 큰 것으로 나타났으며 이는 긍정적 의미이다. 하지만 에머지지속성지수는 6.75로 10보다 작아 장기적으로 지속가능하지 않은 것으로 나타났다. 에머지지속성지수를 10을 만족시키는 적절한 이용 인원을 산출한 결과 현재의 79.8%인 2만 1,543명으로 나타났다.

앞서 서론에서 언급한 박소연 등(2018)은 CVM을 적용하여 문섬 주변 해역 보호구역 내 산호군락지의 보전을 위한 지불의사액을 평가하였고 결과는 연간 589억 원이다. 이는 문섬 해역의 생태계서비스(flow)에 대한 평가라기보다 자연자본(stock)에 대한 평가라 할 수 있다. 이 연구에서는 자연자본에 대한 평가는 하지 않았지만 자료가 충분해진다면 생물리 기반 평가와 선호도 기반 평가를 비교할 수 있을 것이다.

이 연구는 문섬 해역 해양보호구역 내 여가 이용의 지속가능성을 평가하고 정책 개입의 과학적 근거를 마련하고 에머지 평가법을 적용한 환경수용력 산출 범위를 해양보호구역까지 확대하는 점에서 의의가 있다.

향후 연구 과제는 두 가지이다. 첫째, 다이빙이 야기하는 훼손의 영향이다(Di Franco, Milazzo, Baiata, Tomasello, & Chemello, 2009; 국토해양부, 해양환경관리공단, 2012). Barker & Roberts(2004)에서 제시한 섬 · 보트 다이빙, 카메라 유무에 따른 접촉 추정식을 이용한 결과 문섬 해역의 접촉 수는 1

인당 하루 평균 18.2회, 연간 총 49만 회에 이르는 것으로 나타났다. 연산호는 골격 산호인 경산호에 비해 피해가 적은 편이지만(Milazzo, Chemello, Badalamenti, Riggio, & Riggio, 2002) 연산호도 피해를 입고(Serour, 2004) 다시 회복한다(강도형, 송준임, 최광식, 2005). 정확한 접촉 수와 접촉에 따른 훼손율, 복원율 등을 알면 다이빙 활동의 환경수용력을 좀 더 정확하게 구할 수 있다.

둘째, 낚시에 따른 영향을 고려해야 한다. 낚시의 영향은 크게 세 가지로 문화서비스와 어획과 쓰레기의 영향이다. 낚시 문화서비스는 인간이 누리는 혜택이라 긍정적이지만, 어획과 쓰레기는 환경에 부정적이다. 낚시 대상 어종은 암초 지역의 최상위 포식자인 대형 어류이기 때문에 어류가 어획으로 제거되었을 때 해양생태계에 끼치는 영향이 크다(국토해양부, 해양환경관리공단, 2012). 낚시 쓰레기 투기도 큰 문제이다. 문섬 해역 해양폐기물 조사결과(해양환경공단, 2019) 수거한 수중 침적쓰레기 총 2톤 중 낚시추가 39%를 차지하였다(투데이에너지, 2019. 8. 14.). 납으로 만들어진 낚시추는 저서생태계에 부정적인 영향을 줄 것으로 예상된다. 이상의 낚시가 해양보호구역에 미치는 영향을 알기 위해서는 낚시인 수, 어획량, 낚시 쓰레기의 현재량 및 배출량, 쓰레기가 해양생태계에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다.

# 제 3 장 연산호 서식지 출입 제한구역제도의 다이버 선호도 및 경제적 가치 추정

## 제 1 절 서론

산호 서식지는 생태, 사회, 문화, 경제적 가치를 포함하여 여러 가지 혜택을 지지하는 소중한 자연 자원이다(Pendleton, 1995). 얕고 깨끗하고 따뜻한 물에 서식하는 경산호(hard corals)는 산호초(coral reef)를 생성하여 탄산칼슘을 공급하고 해안 보호와 동시에 어업과, 다이빙, 스노클링 관광을 뒷받침한다(Pendleton, 1995). 부드럽고 유연한 구조를 띤 연산호(soft corals)는 전 세계 산호초 서식지에 나타나며, 조간대부터 심해까지 걸쳐 서식한다(Bryce et al., 2018). 연산호는 플랑크톤을 먹이로 삼고 물살이 센 곳에서 번성하지만(Fabricius & Alderslade, 2001), 생태는 잘 알려져 있지 않다(Bryce et al., 2018). 산호초 면적이 클수록 암초 어류가 많이 모이는 반면에 연산호는 구조가 약하고 방어 화학물질을 분비하기 때문에 다른 생물이 살지 않는 것으로 알려져 있었다(Epstein & Kingsford, 2019). 하지만 경산호와 연산호 서식지역을 조사한 결과, 연산호 면적이 클수록 어류 종 풍부도가 높아지는 것으로 밝혀졌으며, 연산호 지역도 어류 쉼터, 먹이 제공 역할 등을 하는 것으로 나타났다(Epstein & Kingsford, 2019).

산호 서식지는 많은 부분이 해양보호구역으로 지정되어 있으며, 그와 동시에 다이빙 활동이 활발하게 일어나는 장소이기도 하다. 다이빙을 비롯하여 생태계서비스를 누리면서 산호를 훼손하지 않으려면 효과적인 관리가 필요하다. 인도 서해안 말반(Malvan) 해양보호구역은 지정된 지 30년이 넘었지만 적절한 관리 수단의 부재로 무분별한 다이빙 활동이 이루어져 산호 훼손이 심각하다(De, Nanajkar, Mote, & Ingole, 2020). 이와 같은 훼손을 방지하기 위해 다양한 관리제도가 시행되고 있다. 하와이 하나우마베이(Hanauma Bay) 방문객은 입장 전 보전교육을 받아야하며, 태평양 국가 팔라우는 산호 서식지 보전 내용을 골자로 하는 '팔라우 조약'에 서명해야 입장이 가능하다. 그 외에도 수중 감시, 일일 입수 인원 제한 등이 있다.

그 중에서 가장 흔하게 사용되는 것은 해양보호구역 내 구역제이다.

해양보호구역 내 구역제는 해양보호구역을 여러 구역으로 나누어 각 구역에 이용 가능 행위 및 시기 등을 지정하는 제도이며, 여가활동이나 어업 등 다중 이용 행위가 지리적으로 중첩하여 나타나는 곳에서 해양보호구역을 효과적으로 관리하기 위한 기준으로 많이 사용되고 있다. 예를 들면, 호주 대보초해양공원은 일반적인 이용이 가능한 곳부터 절대보존지역까지 7단계로 구역이 나뉘며(Day, 2002), 미국의 해양보호구역은 이용 행위와 채취, 영향, 접근의 허용 여부에 따라 6단계로 구분되어 있다(NOAA, 2011). 국내에는 해양보호구역 내 여가활동을 대상으로 하는 구역제는 없으나, 최근 제정한 「갯벌 및 그 주변지역의 지속가능한 관리와 복원에 관한 법률」에 갯벌휴식구역 등 5단계의 갯벌관리구역 지정이 포함되어 보호구역 내 구역제를 시행하는 제도적 밑바탕이 마련되었다. 육상에서는 국립공원 휴식년제, 제주 오름 입장 금지 등 유사한 제도가 시행되고 있다.

해양보호구역 내 구역제를 설정할 때 다이빙은 중요한 고려 대상이다. 대보초해양공원에서 다이빙은 절대보존지역을 제외하고 모든 지역에서 가능할 정도로 허용 범위가 큰 활동이며(Day, 2002), 태국과 홍해의 해양보호구역에서 다이빙과 스노클링 활동, 방문자의 인식 등을 구역제 지정에 주된 요소로 고려하였다(Portman, 2007; Roman et al., 2007). 국내 여러 곳의 해양보호구역에서도 다이빙 활동이 활발하게 일어나고 있다(<표 1-1> 참조).

제주도 서귀포 앞바다에 있는 무인도서인 문섬 해역은 연산호 군락지를 비롯하여 다양한 해조류와 저서무척추동물, 어류가 서식하는 해양생물 자원의 보고이다. 그중에는 연산호 분홍바다맨드라미(*Scleronephthya gracillimum*), 보호해양생물이자 멸종위기 야생생물 II급인 해송류와 금빛나팔돌산호(*Tubastraea coccinea*)가 있다. 고준철 등(2008)은 문섬 암반 조하대에서 112종의 저서무척추동물을 동정(同定)하였으며, 서남해안 3개 섬과 비교했을 때 문섬의 개체 밀도와 생체량이 가장 높았다. 최윤 등(2013)은 문섬에서 91종의 어류를 확인하고, 앞으로 아열대 어류의 출현빈도가 증가할 것으로 예상하였다.

문섬 해역의 독특한 해중경관을 보기 위해 많은 다이버가 방문하며,

공식 통계는 없으나 선행연구에서 연간 방문객을 2016년 12만~18만 명(씨캠, 2016), 2019년 서귀포 3만 명(남정호, 김종성 등, 2018)으로 추정하였다. 다이빙 활동은 서식지에 영향을 주었다. 2000년대 초반에는 일부 다이버가 작살을 무분별하게 사용하는 어획 행위가 큰 문제였으나(해양수산부, 2004b), 최근에는 다이버의 높아진 보전의식으로 이 문제는 제기되지 않고 있다. 그 대신, 직접적인 접촉으로 발생하는 훼손이 우려되고 있는 상황이다(국토해양부, 해양환경관리공단, 2012; 씨캠, 2016). 이에 생태계 훼손을 줄일 수 있는 에코다이빙의 필요성이 언급되기도 하였지만(국립공원연구원, 2018), 실질적으로 정책이 시행되지는 않았다. 연산호는 경산호보다 해양산성화, 기온 상승, 영양염 증가 등 여러 가지 환경 스트레스 요인에 비교적 강인하다는 연구(Kupfner Johnson & Hallock, 2020)와 과거 태풍의 영향에도 비교적 잘 회복했다는 연구(강도형 등, 2005)에 비추어볼 때, 문섬 해역의 연산호를 보호하기 위해 대두되는 가장 시급한 문제는 사람의 접촉을 최소화하는 것이다.

이 연구는 문섬 해역 해양보호구역의 다이빙 활동으로부터 연산호 서식지 훼손을 방지하기 위해 다이빙 가능 구역과 출입 제한구역을 구분하는 구역제를 제안하고, 이의 선호도와 경제적 가치를 추정하는 것을 목적으로 한다. 관리제도의 가치는 구역제가 있을 때와 없을 때의 차이, 즉 구역제가 없었다면 발생할 훼손을 방지하는 역할이다(Pendleton, 1995).

구역제의 효과를 평가하기 위한 방법으로 비시장재화 가치평가법인 선택실험법을, 평가 주체로는 다이버를 선정하였다. 다이버를 선정한 이유는 다이버의 효용이 평가하고자 하는 해중경관, 즉 환경의 질과 밀접하게 연관되어 있기 때문이다. 또한 다이빙 자격증 취득을 위한 교육으로 해양생태에 대한 높은 이해와 국외 다이빙 활동의 선진 관리 사례를 접한 경험도 관리제도 가치 추정을 효과적으로 도울 것으로 예상한다.

이 연구로 도출되는 해양보호구역 내 구역제의 선호와 가치 결과는 아직 도입되지 않은 해양생태계보호구역 내 구역제나 출입 제한제도의 기초자료 및 구역제 도입의 가능성과 효용성 진단에 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

## 제 2 절 선행연구

비시장재화 가치추정법(non-market valuation methods)은 시장에서 거래되지 않는 가치를 추정하는 방법으로 자연환경의 가치 및 관리제도의 가치를 추정할 때 사용한다. 비시장재 가치추정법은 현시선호법(revealed preference methods)과 진술선호법(stated preference methods)으로 나눌 수 있다. 현시선호법은 환경재(비시장재)와 보완 또는 대체 관계에 있는 시장재에 대한 소비자의 현시된 수요행위를 분석하여 환경 질 변화의 후생효과를 간접적으로 추정하는 방법이며(김홍균, 이호생, 임종수, 홍종호, 2013:157), 여행비용법(travel cost methods), 특성가격법(hedonic price methods) 등이 있다. 진술선호법은 가상의 상황을 상정하여 대상 재화나 서비스의 가치를 응답자에게 직접 질문하여 답을 얻는 방식이다. 현시선호법이 간접분석법 또는 대체시장 접근법인 반면에 진술선호법은 직접분석법이라 할 수 있다. 진술선호법은 현시선호법을 적용하기 어려운 상황에도 적용할 수 있으며 이용가치(use value)에 한정되는 현시선호법과 달리 비이용가치(non-use value)도 추정할 수 있다는 장점이 있다.

진술선호법에는 조건부가치측정법(CVM: contingent valuation method)과 선택실험법(DCE: discrete choice experiment)이 있다. 조건부가치측정법은 추정하고자 하는 재화나 서비스를 하나로 묶어서 평가하는 반면에 선택실험법은 여러 속성으로 나누어 평가한다는 점에서 차이가 있다(Johnston et al., 2017). 선택실험법에서 응답자는 여러 가지 속성으로 구성된 대안 2~3개 중 하나를 선택하게 된다. 연구자는 각 속성의 수준 변화에 따른 응답자의 선호를 알 수 있으며, 그 결과는 정책이나 관리제도에 활용할 수 있다(Emang, Lundhede, & Thorsen, 2017).

선택실험법으로 다이빙을 평가한 국외 연구는 다음과 같다. Sorice et al.(2007)는 해양보호구역 관리에 따른 다이버의 선호를 알아보기 위해 선택실험법을 사용하였다. 전시회와 인터넷에서 자기 기입법으로 설문을 수행했으며, 총 646명 중 476명의 응답을 사용하였다. 총 6가지 속성을 사용하였으며 설명과 수준(괄호 안에 제시)은 다음과 같다. 다이버 수(동일, 15%

감소, 30% 감소), 해양보호구역 중 다이빙을 할 수 있는 면적(100%, 50%, 25%), 수중 감시의 정도(없음, 다이브마스터, 모두 다이브 가이드로만 가능), 해양보호구역에 접근하기 위한 추가 금액(없음, 15달러, 30달러), 다이빙 전 교육받는 시간(없음, 30분, 60분), 한 번 다이빙해서 보기를 기대하는 해양생물 수(동일, 20% 증가, 50% 증가)이다. 그 결과 다이버는 이용하는 사람 수가 줄고, 보전교육 시간이 증가하는 것은 선호하였으나, 입수료가 발생하고, 접근성이 줄어들고, 수중 감시가 과도해지는 것은 선호하지 않았다. 하지만 볼 수 있는 해양생물이 증가할 때 행동에 제한이 있는 관리 시나리오는 받아들였다.

Emang et al.(2017)은 산호 삼각 네트워크(Coral Triangle Network)의 일부인 말레이시아 시파단의 스쿠버 다이버를 대상으로 선택실험법을 적용하였다. 면접 설문조사를 진행하여 512건 중 응답 완료한 507건을 사용하였다. 일일 입수료(12*~198달러), 일일 허용 다이버(90명, 120명*, 150명), 산호 면적(50%, 70%*, 90%), 어류 다양성(30%, 50%*, 70%), 다이빙 활동지의 쓰레기(심각, 중간*, 적음) 등 5가지 속성을 사용하였다. 각 속성의 수준은 현재 상태(*)보다 감소하거나 증가하는 형태로 설정하였다. 일일 허용 다이버가 증가하는 것은 선호하지 않았으나, 줄어드는 것은 결과가 유의하지 않았다. 산호 면적이 증가하는 것은 선호하였으나, 감소하는 것은 결과가 유의하지 않았고, 어류는 반대로 감소하는 것만 선호하지 않는 것으로 유의하였고, 증가하는 것은 결과가 유의하지 않았다. 쓰레기가 감소하는 것은 선호하고, 증가하는 것은 선호하지 않았다.

Parsons & Thur(2008)는 카리브해 남쪽에 위치한 보네르(Bonaire) 국립해양공원을 방문한 미국 거주 다이버를 대상으로 선택실험법을 적용하였다. 우편으로 발송한 설문 300부수 중 회신된 211부수를 대상으로 분석하였다. 사용한 속성은 4가지로 입수료(다이버 태그, 25, 50, 100, 150, 200, 500달러), 산호 면적(5, 20, 30, 35%), 종 다양성(어류 50종 / 산호 10종, 125 / 25, 225 / 40, 300 / 45), 투명도(20, 50, 75, 100피트)이다. 자연환경이 뛰어난 보네르공원 상태에서 각 속성의 수준이 보통으로 감소할 때 1인당 연간 손해는 45달러, 크게 감소할 때는 192달러로 나타났다.

Rodrigues et al.(2016)는 지중해의 스페인 메데스섬(Medes Islands) 해양보호구역을 대상으로 기후변화와 해양산성화에 따른 영향을 알기 위해 선택실험법을 적용하였다. 설문 작성을 요청한 587명 중 432명이 응답했는데, 이중 유효한 390건을 분석에 사용하였다. 함께 입수하는 다이버 수(5, 15, 25명), 수중 경관(바위, +수직벽, +동굴), 해파리 존재(없음, 쏘지 않는 해파리, 쏘는 해파리), 기대하는 산호의 상태(좋음, 기후변화로 50% 사라짐, 기후변화와 해양산성화로 모두 사라짐), 다이빙의 가격(뱃삯 · 다이빙 비용 · 세금 · 보험 모두 포함, 30, 50, 70, 90, 110유로) 등 5가지 속성을 고려했다. 그 결과 산호가 멸종하는 것은 다이빙 1회에 60유로, 쏘는 해파리가 많아지는 것은 26유로로 나타났다.

연구자가 아는 한 국내 문헌에서는 다이버 대상 선택실험법 연구를 찾지 못하였으며, 다이빙의 가치를 평가한 연구도 드물었다. 여행비용법을 적용하여 스킨스쿠버 해양어촌관광의 경제적 가치를 추정한 강석규(2016)의 연구가 유일하다. 그 밖에 다이버를 여가 참여자의 관점으로 수행한 연구(강우섭, 오경록, 2015; 임재필, 2018)가 있으나, 해양 환경이나 생태에 관한 고려는 부족하였다.

이 연구는 다이버를 대상으로 선택실험법을 적용한 국내 첫 연구이며, 다이버를 해양 환경과 생태에 영향을 줄 수 있는 중요한 역할자로 보는 관점의 연구이다. 소득 증대와 코로나19 팬데믹으로 국내 다이빙이 증가할 것으로 예상되고, 다이빙 활동지와 해양보호구역이 많이 겹치는 것을 고려했을 때 향후 다이버가 해양보호구역에 미치는 영향은 더욱 커질 것이다. 해양보호구역을 보전함과 동시에 다이빙 활동을 지속하기 위해서는 다이버를 고려한 해양보호구역 관리제도 정립이 필요하다. 이 연구는 해양보호구역과 다이빙을 잇는 연구라는 점에서 국내 선행연구와 다른 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

## 제 3 절 연구 방법

### 1. 선택실험법 설계

제주도 문섬 해역 해양보호구역의 해양생태계 보전과 생물다양성 증진을 위해 도입할 수 있는 관리제도로 선택실험법을 구성하였다. 이를 위해 국내외 선행연구를 검토하여 후보군으로 속성을 추린 후, 여러 명의 다이버와 인터뷰를 진행해 후보 속성에 대한 의견을 청취하였다. 일반인을 대상으로 2020년 5월 14일부터 25일까지 사전조사를 수행하였으며, 158명 중 선택문항 9개에 모두 응답한 98명을 대상으로 분석하였다. 사전조사를 바탕으로 최종 속성과 수준을 다음과 같이 확정하였다.

속성은 섬 휴식제, 보전 교육, 일일 입수 인원 제한, 연산호 면적, 다이빙 입수료 등 총 5가지이다. 첫째, 섬 휴식제는 해양보호구역 내에 있는 문섬, 섶섬, 범섬 등을 돌아가며 접근(육지 및 100m 반경)을 제한하는 제도이다. 수준은 없음, 6개월 시행, 1년 시행 등 3가지이다. 둘째, 보전교육은 입수 전 문섬 해역의 해양생태계와 주의사항을 내용으로 제작한 교육영상을 시청하는 것이다. 수준은 없음, 15분, 30분 등 3단계로 설정하였다. 셋째, 일일 입수 입원 제한은 해역별로 하루 입수할 수 있는 최대 다이버 수를 제한하는 것이다. 수준은 제한 없음과 제한 있음으로 나누었다. 넷째, 연산호 면적은 다이버 접촉에 따른 연산호 면적의 변화를 나타내며, 수준은 현재와 동일, 제한된 접촉으로 연산호 면적 15% 증가, 과다한 접촉으로 연산호 면적 15% 감소 등 3단계로 나누었다. 마지막으로 다이빙 입수료는 다이빙할 때 1인당 하루에 내는 입수료이며, 이 수익금은 지역을 관리하고, 생태계와 경관을 보전하기 위해 사용된다고 설명하였다. 수준은 3,000원, 5,000원, 1만 원, 1만 5,000원, 2만 원 등 5가지이다. 이상을 <표 3-1>에 정리하였다.

**<표 3-1> 선택실험법에 사용한 보호구역 관리제도 속성과 수준**

| 속성 | 뜻 | 수준 |
|---|---|---|
| 섬 휴식제 | 문섬, 새끼섬, 섶섬(숲섬), 범섬 등을 돌아가며 접근(육지 및 100m 반경) 제한 | · 없음*<br>· 6개월 시행<br>· 12개월 시행 |
| 보전 교육 | 입수 전 문섬 해역의 해양생태계와 주의사항을 내용으로 제작한 교육영상 시청 | · 없음*<br>· 교육 15분<br>· 교육 30분 |
| 일일 입수 인원 제한 | 해역별로 하루 입수할 수 있는 최대 다이버 수 제한 | · 제한 없음*<br>· 제한 있음 |
| 연산호 면적 | 다이버 접촉에 따른 연산호 면적의 변화 | · 현재 접촉 수준으로 현재 면적과 동일*<br>· 제한된 접촉으로 연산호 면적 15% 증가<br>· 과다한 접촉으로 연산호 면적 15% 감소 |
| 다이빙 입수료 | 문섬 해역 해양보호구역에서 다이빙할 때 징수하는 1인당 하루 입수료. 이 지역을 관리하고, 생태계와 경관을 보전하기 위해 사용 | · 없음*<br>· 3,000원<br>· 5,000원<br>· 10,000원<br>· 15,000원<br>· 20,000원 |

* 현재 상태

자료: 저자 작성

위의 속성과 수준을 바탕으로 Ngene® 을 이용하여 효율설계(efficiency design)를 통해 선택문항을 생성하였다. 36개의 문항을 6그룹으로 나누어 응답자 한 명이 6개의 선택문항에 응답하도록 하였다. 각 그룹은 응답자들이 고르게 분포되도록 하였다. 설문지에서 사용한 선택 예시문항은 <그림 3-1>과 같다.

| 1번 | 대안1 | 대안2 | 대안3 |
|---|---|---|---|
| 섬 휴식제 | 6개월 | 없음 | 선택 안 함 |
| 보전 교육 | 없음 | 15분 | |
| 입수인원 제한 | 있음 | 없음 | |
| 연산호 면적 | 15% 증가 | 현재와 동일 | |
| 입수료 | 15,000원 | 3,000원 | |

**<그림 3-1> 다이빙 설문 선택문항 예시**

자료: 저자 작성

설문은 다음과 같이 구성하였다. 첫 번째 부분은 다이빙 방문 지역과 경력 등의 다이빙 관련 질문으로 구성하였다. 두 번째 부분은 문섬 해역 방문 여부, 해양보호구역 인지 여부를 먼저 묻고, 문섬 해역 해양보호구역을 설명하였다. 이어서 선택실험법 속성과 수준을 설명하고 6개의 선택문항에 답하게 했다. 마지막으로 성별, 나이, 소득 같은 인구통계적 특성을 물었다. 설문지는 <부록 2>에 수록하였다.

## 2. 분석 모형: 조건부로짓모형과 혼합로짓모형

선택실험법은 확률효용모형(random utility model)에 기반을 두며, 응답(i)자가 여러(J) 개의 선택 대안 중 효용을 극대화하는 대안을 선택한다고 가정한다(Hanley, Wright, & Adamowicz, 1998). 간접효용함수 U는 연구자가 관찰할 수 있는 결정된 선호(deterministic preference) V와 관찰되지 않는 확률적 선호(stochastic preference) ϵ로 나타낼 수 있다.

$$U_{ij} = V_{ij}(X) + \epsilon_{ij} = X_{ij}\beta + \epsilon_{ij} \text{ (단, j = 1,} \cdots \text{,J)} \quad (1)$$

V는 속성 벡터 X와 속성의 추정계수 β로 나타낼 수 있다. 응답자 i 가 대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같다.

$$P_{ij} = \Pr(V_{ij} - V_{im} \geq \epsilon_{im} - \epsilon_{ij} \ \ \forall j \neq m) \quad (2)$$

이때 모든 오차항이 제1형 극단값 분포(type I extreme value distribution

또는 Gumbel distribution)를 따른다고 가정하면(McFadden, 1974) 수식(2)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{j=1}^{J} \exp(V_{ij})} \tag{3}$$

확률적 선호가 IIA(independence from irrelevant alternatives)를 따른다고 가정하는 모형이 조건부로짓모형(conditional logit model)이다. 반면에 IIA 가정을 완화하고, 응답자를 고려하여 속성의 계수를 추정하는 모형은 혼합로짓모형(mixed logit model 또는 random parameter logit model)이다(Train, 2009). 또한 조건부로짓모형은 평균 응답자의 선호만 반영할 수 있는 반면에 혼합로짓모형은 응답자의 이질성을 고려한다(Hess, Bierlaire, & Polak, 2005; Train, 2009). 분석은 계량분석 프로그램인 STATA® 을 이용하였다.

선택실험법을 적용하는 관리제도 각각의 속성이 초래하는 변화를 한계 가치로 추정할 수 있다. 한계지불의사액(MWTP: marginal willingness to pay)은 k번째 속성의 모수 추정치($\widehat{\beta_k}$)를 화폐속성의 모수 추정치($\widehat{\beta_\mu}$)의 음(-)의 값으로 나눈 값이다.

$$\text{MWTP} = -\frac{\widehat{\beta_k}}{\widehat{\beta_\mu}} \tag{4}$$

### 3. 자료 수집[13]

다이빙을 즐기는 사람 중 만 19세 이상을 대상으로 자료를 수집했다. 다이빙 자격증을 소지하고, 1년 이상의 경력이 있는 사람을 다이버로 정의하였다. 현장조사와 온라인조사를 병행했으며, 현장조사는 2020년 7월부터 11월까지 제주와 강원도의 유명 다이빙 활동지를 방문한 사람을 대상으로 진행하였으며, 응답자가 직접 응답하는 자기기입식으로 이루어졌다. 온라인조사는 2020년 7월 인터넷을 통해 배포한 링크에 응답자가 접속하는 방식으로 이루어졌다. 온라인 설문 사이트인 서베이몽키® (surveymonkey.com)를 이용하였다. 총 설문 응답자는 현장조사 166명, 온라인 367명 등 총 533명이었다. 선택실험법 선택문항 6개에 모두 응답하고 성별, 소득, 여가전문화 관련 질문에 응답한 296명을 최종 분석자료로 사용하였다.

[13] 자료 수집은 '생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발' R&D 사업의 일환으로 이루어졌다.

## 제 4 절 결과 및 토의

### 1. 응답자 기초 통계

분석에 사용한 응답자의 인구통계 및 다이빙과 관련한 특성은 <표 3-2>와 같다. 296명 중 온라인 응답자는 209명, 현장 응답자는 87명이었다. 여성 비율은 24%, 남성 비율은 76%로 남성이 많았다. 평균연령은 42세로, 20대 9%, 30대 29%, 40대 39%, 50대 20%, 60대 이상 3%였다. 응답자의 거주지는 서울과 경기가 50%로 가장 많았고, 제주 11% 순이었다. 소득이 500만 원 이상인 응답자 비율은 41%였다.

다이빙을 위해 최근 방문한 지역은 제주 43%, 강원 33%, 경북 12% 순으로 나타났다. 누구와 주로 동행하느냐는 질문에 동호회가 43%로 가장 많았고, 친구 29%, 교육센터 14%, 가족 8% 순으로 나타났다. 다이빙 경력은 1년 이상 3년 미만 16%, 5년 미만 15%, 10년 미만 24%, 15년 미만 16%, 20년 미만 9%, 20년 이상 21%였다. 평균 연간 다이빙 일수는 국내 34일, 국외 12일로 총 46일이었다. 가장 높은 레벨의 취득 자격증을 묻는 질문에 오픈워터 6%, 어드밴스드 25%, 레스큐 9%, 마스터 17%, 강사 이상이 43%로 나타나 응답자가 활발히 활동하고 있음을 알 수 있었다. 다이빙 시 수중카메라를 소지하는 사람은 62%의 비율을 보였다.

여가전문화 질문인 '귀하의 다이빙 실력/지식을 다른 다이버와 비교한다면 어떻습니까?'의 응답은 '부족하다, 비슷하다, 뛰어나다'로 하도록 되어 있다. 두 질문에 모두 '뛰어나다'라고 응답한 사람은 모두 65명(22%)이었다. 문섬 일대에서 다이빙을 한 적이 있는 응답자는 71%였으며, 62%가 문섬 일대가 해양보호구역이라는 사실을 인지하고 있었다.

<표 3-2> 다이빙 설문 응답자의 기초 통계

| 변수 | 구분 | 응답자(명) | 변수 | 구분 | 응답자(명) |
|---|---|---|---|---|---|
| 성별 | 남성 | 226 | 월평균 가구 소득 | 100만원미만 | 8 |
| | 여성 | 70 | | 100만원이상200만원미만 | 25 |
| 연령 | 20대 | 27 | | 200만원이상300만원미만 | 47 |
| | 30대 | 87 | | 300만원이상400만원미만 | 52 |
| | 40대 | 115 | | 400만원이상500만원미만 | 44 |
| | 50대 | 66 | | 500만원이상600만원미만 | 35 |
| 거주 지역 | 서울 | 61 | | 600만원이상700만원미만 | 23 |
| | 경기/강원 | 86 | | 700만원이상800만원미만 | 8 |
| | 제주 | 30 | | 800만원이상900만원미만 | 7 |
| | 충청 | 15 | | 900만원이상1,000만원미만 | 11 |
| | 호남 | 20 | | 1,000만원이상 | 36 |
| | 경북 | 18 | 다이빙 경력 | 1년이상3년미만 | 46 |
| | 경남 | 31 | | 3년이상5년미만 | 43 |
| 동행인 | 혼자 | 16 | | 5년이상10년미만 | 71 |
| | 친구 | 84 | | 10년이상15년미만 | 47 |
| | 가족 | 22 | | 15년이상20년미만 | 26 |
| | 동호회 | 122 | | 20년이상 | 63 |
| | 교육센터 | 39 | 가장 높은 자격증 | 오픈워터(open water) | 16 |
| | 기타 | 4 | | 어드밴스드(advanced) | 75 |
| 문섬 | | | | 레스큐(rescue) | 26 |
| 다이빙 경험 | 있다 | 210 | | 마스터(master) | 51 |
| | 없다 | 84 | | 강사이상 | 128 |
| MPA 인지 | 알고있다 | 184 | 카메라 소지 | 다이빙시 카메라 소지 | 184 |
| | 모른다 | 111 | | 미소지 | 111 |

자료: 저자 작성

## 2. 조건부로짓모형 추정

기본모형(모형 1)은 입수료와 대안특화상수(이하 ‘asc’), 섬 휴식제, 보전교육, 일일 입수 인원 제한, 연산호 면적 속성으로 구성하였다. 조건부로짓모형으로 분석한 결과는 <표 3-3>에 정리하였다. 입수료와 asc, 속성 중에서는 섬 휴식제(6개월)와 연산호 면적 증가와 감소가 유의했고, 보전교육과 입수 인원 제한은 유의하지 않았다. 입수료 속성의 부(-)의 계수는 응답자에게 입수료가 증가할수록 효용이 낮아지는 것을 뜻하며, 일반적으로 가격이 높을수록 효용이 낮아지는 상황과 같이 합리적이라 할 수 있다. 대안특화상수인 asc가 정(+)으로 유의한 것은 응답자가 현재 상태보다 대안, 즉 관리 프로그램을 선호한다는 것을 의미한다. 각각의 속성을 살펴보면, 섬 휴식제 속성은 6개월 시행은 정(+)으로 유의했으며, 이는 응답자가 섬 휴식제 6개월 시행을 선호한다는 것을 의미한다. 같은 속성의 다른 수준인 섬 휴식제 12개월 시행은 정(+)으로 나타났으나 유의하지 않았다. 보전교육 속성은 15분, 30분 모두 유의하지 않았으나 부(-)로 나타났다. 부(-)의 의미는 응답자가 보전교육을 선호하지 않는 것을 의미하나 통계적으로 유의하지는 않았다. 일일 입수 인원에 제한을 두는 속성은 정(+)으로 나타났고, 이는 응답자가 선호한다는 의미이나 유의하지는 않았다. 연산호 면적이 증가하는 속성은 정(+), 면적이 감소하는 속성은 부(-)로서 유의하였다. 이는 응답자가 연산호의 면적이 증가하는 것은 선호하고, 감소하는 것은 선호하지 않는다는 것을 의미한다.

기본모형에 사회·경제적인 변수를 추가하여 추가모형(모형 2)을 구성하였다. 변수는 남성, 소득, 다이빙 전문화로 asc 간 상호작용항 형태로 추가하였다. 사용한 변수는 모두 더미변수이며, 설명과 빈도를 <표 3-4>에 정리하였다.

추가모형을 분석한 결과, 기본모형과 동일한 변수의 경우 결과가 거의 동일하였고, 새로 추가한 세 가지 상호작용은 모두 1% 수준에서 통계적으로 유의하였다(<표 3-3> 참조). 남성과 소득은 부(-)를, 여가전문화는 정(+)을 보여, 여성일수록, 소득이 낮을수록, 다이빙 전문화가 높을수록 관리 프

로그램을 선호하는 것으로 나타났다.

<표 3-3> 조건부로짓모형 분석 결과

| 변수명 | 모형 1 | | 모형 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | 계수 | 표준오차 | 계수 | 표준오차 |
| 섬 휴식제 6개월 | 0.3847*** | 0.102 | 0.3892*** | 0.102 |
| 섬 휴식제 12개월 | 0.142 | 0.115 | 0.1484 | 0.116 |
| 보전 교육 15분 | −0.0675 | 0.115 | −0.0659 | 0.116 |
| 보전 교육 30분 | −0.0938 | 0.122 | −0.0914 | 0.123 |
| 일일 인원 제한 | 0.1047 | 0.076 | 0.1095 | 0.076 |
| 산호 면적 15% 증가 | 0.1563** | 0.075 | 0.1577** | 0.076 |
| 산호 면적 15% 감소 | −0.4838*** | 0.103 | −0.4867*** | 0.103 |
| 입수료(천 원) | −0.0362*** | 0.007 | −0.0364*** | 0.007 |
| asc | 0.3993** | 0.201 | 1.0983*** | 0.235 |
| 남성×asc | | | −0.7373*** | 0.138 |
| 소득×asc | | | −0.5310*** | 0.107 |
| 전문화×asc | | | 0.4976*** | 0.134 |
| 모형적합도 | 관측수: 5,328<br>Log likelihood: −1864.0517<br>Pseudo-$R^2$: 0.0446 | | 관측수: 5,328<br>Log likelihood: −1832.6039<br>Pseudo-$R^2$: 0.06075 | |

asc: alternative specific constant(대안 특화 상수), 대안 1과 대안 2는 1, 대안 3은 0
***, ** 유의수준 각각 1%, 5%에서 통계적으로 유의함을 의미
자료: 저자 작성

<표 3-4> 추가모형에 사용한 변수의 설명과 빈도

| 변수 | 설명 | 1의 빈도(%) |
|---|---|---|
| 남성 | 남성이면 1, 여성이면 0 | 226(76) |
| 소득 | 500만 원 이상이면 1, 미만이면 0 | 120(41) |
| 다이빙 전문화 | 다이빙 실력과 지식이 다른 다이버에 비해 모두 뛰어나다고 응답하면 1, 그렇지 않으면 0 | 65(22) |

자료: 저자 작성

### 3. 혼합로짓모형 추정

앞의 분석과 동일하게 기본모형(모형 3)과 상호작용항을 추가한 추가모형(모형 4)으로 나누어 혼합로짓모형으로 분석하여 <표 3-5>에 정리하였다. 기본모형과 추가모형 모두 조건부로짓모형의 결과와 유사하였다. 섬휴식제 6개월 시행와 산호면적 15% 감소, 입수료는 1% 수준에서, asc는 5% 수준에서 유의하였으나 다른 속성은 유의하지 않았다. 앞선 조건부로짓모형과 다른 점은 연산호 면적이 증가하는 것이 정(+)을 나타냈으나 유의하지 않았다는 점이다.

<표 3-5> 혼합로짓모형 분석 결과

| 변수명 | 모형 3 | | 모형 4 | |
|---|---|---|---|---|
| | 계수<br>(표준오차) | 표준편차 계수<br>(표준오차) | 계수<br>(표준오차) | 표준편차 계수<br>(표준오차) |
| 섬 휴식제<br>6개월 | 0.7169***<br>(0.264) | 2.5592***<br>(0.318) | 0.7142***<br>(0.260) | 2.4763***<br>(0.309) |
| 섬 휴식제<br>12개월 | 0.2505<br>(0.281) | 2.6298***<br>(0.283) | 0.2608<br>(0.276) | 2.5332***<br>(0.279) |
| 보전 교육 15분 | −0.0996<br>(0.257) | 1.7327***<br>(0.233) | −0.116<br>(0.255) | 1.7141***<br>(0.238) |
| 보전 교육 30분 | −0.0108<br>(0.266) | 1.7491***<br>(0.258) | −0.014<br>(0.262) | 1.6634***<br>(0.253) |
| 일일 인원 제한 | 0.2071<br>(0.192) | 1.5465***<br>(0.245) | 0.1944<br>(0.187) | 1.4693***<br>(0.237) |
| 산호 면적<br>15% 증가 | 0.2274<br>(0.212) | 2.5108***<br>(0.273) | 0.2111<br>(0.207) | 2.4210***<br>(0.269) |
| 산호 면적<br>15% 감소 | −1.8548***<br>(0.324) | 2.6028***<br>(0.336) | −1.8320***<br>(0.325) | 2.6255***<br>(0.329) |
| 입수료(천 원) | −0.0830***<br>(0.014) | | −0.0819***<br>(0.014) | |
| asc | 0.9315**<br>(0.405) | | 1.8422***<br>(0.476) | |
| 남성×asc | | | −1.1186***<br>(0.318) | |
| 소득×asc | | | −0.7380***<br>(0.275) | |
| 전문화×asc | | | 1.1031***<br>(0.335) | |
| 모형 적합도 | 관측수: 5,328<br>Log likelihood: −1581.656<br>Pseudo−$R^2$: 0.1515 | | 관측수: 5,328<br>Log likelihood: −1568.0787<br>Pseudo−$R^2$: 0.1443 | |

asc: alternative specific constant(대안 특화 상수), 대안 1과 대안 2는 1, 대안 3은 0
***, ** 유의수준 각각 1%, 5%에서 통계적으로 유의함을 의미
자료: 저자 작성

표준편차 계수가 모든 변수에서 1% 수준으로 유의하여, 응답자 선호의 이질성을 고려하는 것이 효과가 있다는 것을 의미한다. 이와 함께 모형 적합도를 나타내는 pseudo-$R^2$의 값도 조건부로짓모형 0.0446에서 혼합로짓모형 0.1515로 높아졌다.

## 4. 한계지불의사액 추정

한계지불의사액은 입수료 계수로, 각 변수의 계수를 나누어 응답자의 선호를 화폐단위로 추정한 값이다. 각 속성의 수준 변화에 따른 한계지불의사액을 추정하여 <표 3-6>에 정리하였다. 한계지불의사액의 해석은 다음과 같이 할 수 있다. 섬 휴식제 6개월 변수의 모형 3 한계지불의사액 8,637원의 의미는 다른 속성은 변하지 않고(*ceteris paribus*) 섬 휴식제 6개월이 도입될 때 응답자가 지불할 용의가 있는 금액이다.

**<표 3-6> 한계지불의사액 추정 결과**

| 변수명 | 조건부로짓모형 | | 혼합로짓모형 | |
|---|---|---|---|---|
| | 모형 1 | 모형 2 | 모형 3 | 모형 4 |
| 섬 휴식제 6개월 | 10,639<br>(−1,656~22,934) | 10,705<br>(−1,229~22,639) | 8,637<br>(458~16,815) | 8,724<br>(497~16,951) |
| 섬 휴식제 12개월 | 3,926#<br>(−6,029~13,881) | 4,081#<br>(−,5660~13,823) | 3,017#<br>(−4,823~10,858) | 3,186#<br>(−4,642~11,014) |
| 보전 교육 15분 | − 1,867#<br>(−9,267~5,534) | − 1,813#<br>(−9,104~5,478) | − 1,200#<br>(−7,335~4,936) | − 1,417#<br>(−7,468~4,634) |
| 보전 교육 30분 | − 2,595#<br>(−10,074~4,884) | − 2,514#<br>(−9,847~4,818) | − 130#<br>(−6,164~5,905) | − 171#<br>(−6,230~5,888) |
| 일일 인원 제한 | 2,895#<br>(−4,358~10,148) | 3,013#<br>(−4,122~10,147) | 2,495#<br>(−2,768~7,757) | 2,375#<br>(−2,855~7,604) |
| 산호 면적 15% 증가 | 4,322<br>(−801~9,446) | 4,338<br>(−716~9,393) | 2,739#<br>(−2,440~7,919) | 2,578#<br>(−2,498~7,655) |
| 산호 면적 15% 감소 | − 13,379<br>(−27,063~305) | − 13,387<br>(−26,751~−23) | − 22,345<br>(−37,491~−7,199) | − 22,378<br>(−37,641~−7,114) |

단위: 1인당 하루 입수료. 괄호 안은 95% 신뢰구간으로 부트스트랩(500회 반복)으로 추정
# 추정 계수가 유의하지 않았음
자료: 저자 작성

동일 분석 모형 내 기본모형과 인구통계변수를 추가한 추가모형의 한계지불의사액은 크게 다르지 않았으나, 조건부로짓모형과 혼합로짓모형의 한계지불의사액은 2,000~9,000원의 차이를 보였다. 산호 면적 감소 속성을 제외하고 조건부로짓모형의 한계지불의사액은 혼합로짓모형보다 금액 규

모가 컸다.

모형 1 기준으로 산호 면적 15% 증가는 4,322원, 15% 감소는 -1만 3,379원으로, 산호 면적이 증가하는 것을 선호하는 것보다 감소하는 것을 선호하지 않는 정도가 약 3배 크게 나타났다. 이 같은 비대칭의 원인은 현재 상태의 산호 면적을 이미 보유한 것으로 생각하여 면적이 추가되는 것보다 손실되는 것을 회피하고자 하는 보유효과(endowment effect) 또는 손실회피(loss aversion)로 추측할 수 있다(Plott & Zeiler, 2005). 또는 산호 면적이 현재 상태보다 증가하는 것이 응답자의 효용에 크게 영향을 미치지 않는다는 것은 현재 산호 면적이 충분하다고 느끼고 있기 때문일 수도 있다. 그러나 이들 원인과 관계없이 산호 면적의 감소가 다이버의 효용에 큰 영향을 미치기 때문에 관리제도를 도입하면서 다이버를 설득할 때 산호 면적 감소를 방지할 수 있다고 강조하는 것이 효과적일 수 있다.

모형적합도가 가장 높은 모형 3을 기준으로 유의한 속성의 한계지불의사액을 살펴보면, 6개월간 섬 휴식제 시행은 8,637원, 연산호 면적 15% 감소는 -2만 2,345원으로 나타났다. 섬 휴식제 12개월 시행과 보전교육, 일일 인원 제한, 산호 면적 증가 속성은 추정계수가 통계적으로 유의하지 않았다.

## 5. 시사점

분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 이 연구는 연산호 서식지 출입 제한구역제의 일종인 섬 휴식제가 도입될 가능성이 있음을 보여주었다. 다이버는 문섬을 이용하는 주된 이해관계자이자 입수료를 직접 지불해야 하는 주체이다. 이들이 선택실험법에서 섬 휴식제 도입을 선호했다는 것은 제도를 수용할 가능성이 높다는 것을 의미한다. 실제 제도 도입을 위해서는 다양한 이해관계자의 관점을 고려해야겠지만, 다이버의 지지는 제도 도입의 출발점이 될 수 있다.

둘째, 추정된 섬 휴식제의 경제적 가치는 현재 관리 예산보다 높은 것으로 나타났다. 섬 휴식제의 총 가치는 한계지불의사액과 문섬을 방문하는 연간 다이버 수를 이용하여 계산할 수 있다. 1인당 약 8,637원의 한계지불의사액에 문섬 다이버 수 2만 7,000명[14]을 곱하면 섬 휴식제의 경제적 가치는 연간 약 2억 3,320만 원이다. 2019년 해양보호구역과 연안습지보호지역 총 28곳의 연간 관리사업 예산이 29억 5,000만 원(KMI, 2019)으로 이는 보호지역 1곳당 약 1억 원에 해당하는 금액이다. 따라서 섬 휴식제의 경제적 가치는 관리 예산에서 어느 정도 의미 있는 재원이 될 수 있다.

셋째, 섬 휴식제의 경제적 가치는 섬 휴식제 비용편익분석에 사용될 수 있다. 이 연구가 비용편익분석을 수행한 것은 아니지만, 섬 휴식제 가치는 주된 편익항목이다. 비용의 대표적인 항목은 다이버 사업자의 수입감소이다. 해양환경에 끼치는 훼손을 최소화함과 동시에 지역의 관광 수입을 유지시키는 중요한 문제이며(K. Brown, Turner, Hameed, & Bateman, 1997), 문섬에 섬 휴식제가 도입된다면 반드시 고려해야 할 사항이다. 이전에도 다이버 사업자가 섬 휴식제 도입에 우려를 표한 적이 있으며(해양수산부, 2004a), 이를 보완하기 위한 방안으로 난파선으로 인공 포인트를 조성하는 방안이 제시되기도 하였다(국토해양부, 해양환경관리공단, 2012).

[14] 서귀포 연간 다이버 방문 3만 명의 90%로 추정

## 제 5 절 소결

이 연구는 문섬 해역에 일시적인 출입 제한구역인 섬 휴식제가 도입되었을 때의 상황을 가정하여 다이버의 선호를 선택실험법으로 추정하였다. 다이빙을 하기 위해 지불하는 입수료로 추정한 결과, 섬 휴식제 6개월 시행의 가치는 1인당 약 8,637원으로 도출되었으며, 한계지불의사액이 양으로 나타난 것은 응답자가 섬 휴식제를 선호하고, 섬 휴식제를 도입할 가능성이 있다는 것을 의미한다. 연간 다이버 이용 인원을 곱하여 도출한 연간 가치는 약 2억 3,320만 원으로 나타났다. 이는 현재 해양보호구역 관리 예산과 비견할만한 수준이기 때문에 향후 제도 도입 시 관리 재원으로 활용할 수 있는 등 충분한 의미의 규모이다.

섬 휴식제와 더불어 선진 다이빙 관리제도인 보전교육, 일일 인원 제한도 함께 선택실험법 속성으로 넣었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이는 다이버들이 다른 제도는 아직 받아들일 준비가 되어 있지 않았음을 시사한다. 단, 산호 면적이 감소하는 것에 부분에서는 크게 우려하는 것으로 나타나고 있으므로, 관리제도가 산호 면적 감소에 효과가 있다는 점을 근거로 다이버를 설득할 수 있을 것이다.

이 연구를 통해 다이버가 섬 휴식제를 받아들일 만큼 인식이 높아졌다는 것을 확인하였으므로, 해양생태계에 미치는 영향을 최소화하는 성숙한 다이빙 문화가 정착하도록 다이버를 동반자로 규정하고 함께 협력적인 정책을 마련하는 것이 필요하다.

이 연구의 한계는 관리제도의 효과를 종합적으로 평가하지는 않았다는 점이다. 연구 대상인 다이버의 효용에 초점을 맞추어 선택실험법 속성이 구성되었고, 지역주민과 낚시인 등 다른 이해관계자의 가치는 반영되지 못하였다. 관리제도가 도입되었을 때의 효과를 다각적으로 살펴보기 위해서는 영향을 받는 모든 이해관계자의 가치가 추정되어야 할 것이다. 특히 반발이 예상되는 지역 다이버 사업자의 경우 섬 휴식제 도입 전 그들과 충분히 소통하면서 의견을 수렴하는 과정이 필요할 것이다.

# 제 4 장 여가낚시인의 해양보호구역 지지 영향 요인 분석

## 제 1 절 서론

생태계서비스란 생태계로부터 인간이 얻는 혜택을 뜻한다. 생태계서비스는 생태계의 구조와 기능을 바탕으로 발생하며 공급, 조절, 문화, 지지서비스로 분류된다(MA, 2003). 그 중 문화서비스란 인간이 자연환경 또는 생태계로부터 받는 비물질적인 혜택(MA, 2003)이나 혜택을 얻을 수 있는 기회(CICES V5.1, 2018) 또는 상호작용(CICES V4.3, 2013)을 뜻한다. 바다 여가낚시(이하 '낚시')는 사람들이 즐기는 대표적인 해양생태계 문화서비스이다.

사람들은 낚시를 통해 바다로부터 혜택을 받고, 해양환경은 낚시에 영향을 받는다. 낚시의 해양환경에 미치는 영향은 어획에 따른 어류의 손실과 같은 직접적인 영향과 어선이 일으키는 교란(disturbance)과 소음, 진동(trampling) 등 간접적인 영향이 있다(Martin, Momtaz, Jordan, & Moltschaniwskyj, 2016).

우리나라 낚시인구는 증가하는 추세이다. 2005년 536만 명에서 2016년 767만 명으로 증가한 것으로 추정되며[15] 767만 명 중 바다낚시인구[16]는 652만 명으로 추산된다(이광남 등, 2016). 이광남 등(2016)은 인구 대비 낚시인구가 많은 이유를 낚시활동의 용이한 접근성, 미흡한 관리제도, 낚시인의 낮은 환경보존 인식 등으로 '자유방임' 낚시가 보편화되었기 때문으로 설명하였다. 실제로 금어기, 길이 제한 등의 규제가 있으나, 대부분의 낚시인은 규제를 정확하게 알고 있지 못하며(KMI, 2011), 과거 환경부와 해양수산부는 낚시면허제를 도입하려 하였으나 낚시인과 관련 산업계의 반발로 실패한 바 있다(이광남, 2003). 해양생태계법은 해양보호생물 80여 종을 채취

[15] 바다낚시와 민물낚시를 합쳐 연간 3회 이상 출조하는 사람 기준
[16] 민물낚시만 하는 사람 제외

금지 생물로 지정하고 있지만 그 중 어류는 상어와 해마[17]로 일반적인 낚시 대상 어종은 포함되어 있지 않다.

우리나라 해양환경은 이와 같은 '자유방임' 낚시에 큰 영향을 받고 있다고 예상할 수 있다. 연간 바다낚시 조획량은 약 17만 톤이며 일부 어종의 경우 상업어업과 비슷한 어획량을 보이고 있다(이광남 등, 2016). 낚시에 사용되는 밑밥도 연간 약 10만 톤 규모로(이광남 등, 2016) 적지 않다. 낚시바늘에 멸종위기 바다거북이 죽는 등 소실된 낚시 도구가 해양생물의 생명을 위협하는 일도 종종 있다(한겨레, 2021.7.24.).

해양생태계보호구역(이하 '해양보호구역')은 해양생태계가 특히 우수하거나 해양생물다양성이 풍부한 구역 또는 취약한 생태계로서 훼손되는 경우 복원하기 어려운 구역이다(해양생태계법 제25조). 현재까지 지정된 해양보호구역 중 많은 곳에 낚시가 이루어지고 있다(<표 1-1> 참조). 낚시가 상위 포식자인 대형 어류 제거, 오염 발생 등 해양보호구역에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상되지만 해양생태계가 받는 영향을 규명한 연구나 영향을 최소화하기 위한 제도는 매우 미흡한 실정이다.

국외에서는 해양보호구역을 관리하기 위한 방안으로 여가 낚시를 금지하거나 구역과 어획량의 범위를 한정하는 등의 단계적인 제도를 실시하고 있다. 우리나라도 해양보호구역에 채취금지구역(no-take zone) 또는 낚시 허가·불가 지역 또는 어종 지정 등의 관리방안 도입을 고려할 수 있다. 낚시 금지가 이루어질 경우 낚시인의 반대가 있을 것으로 예상할 수 있으나(Salz & Loomis, 2004; Veiga et al., 2013) 해양보호구역은 전체 낚시 가능 지역의 매우 일부이고 생태계 보호의 핵심 지역이기 때문에 해양보호구역 내 낚시 금지 구역 도입을 고려할 필요가 있다. 최근 제2차 낚시진흥 기본계획(해양수산부, 2020)은 해양 오염과 지역 주민과의 마찰을 줄이기 위해 일정 해역의 어획량을 제한하는 '낚시 관리구역'을 제안하기도 하였다.

이 연구는 해양보호구역 내 채취금지 제도가 도입되었을 때 낚시인의 동의 여부를 예상하고 그에 영향을 미칠 수 있는 낚시인의 특성을 살펴보

[17] 고래상어, 홍살귀상어, 가시해마, 복해마, 점해마(해양생태계법 시행규칙 별표3. 2019년 6월 27일 기준)

고자 한다. 채취금지 실행 방법은 낚시 금지보다 제한이 작은 포획 후 놓아주는 캐치앤릴리즈(catch-and-release)만 허용하는 방법과 채취 가능 및 금지 구역을 설정하는 방법이 있을 수 있다. 캐치앤릴리즈는 우리나라에서 일반적으로 사용되는 낚시 방법이 아니기 때문에 낚시인은 캐치앤릴리즈를 낚시 금지와 동일하게 여길 수 있다. 따라서 어법보다 구역으로 나누는 것이 적절해보이나 해양보호구역도 익숙하지 않은 낚시인에게 해양보호구역 내 구역에 대해 물으면 선호가 분명하게 드러나지 않을 수 있다. 이에 이 연구는 해양보호구역 지지 영향 요인을 통해 해양보호구역 내 낚시 금지 구역에 대한 선호를 간접적으로 알아보는 것으로 연구를 설계하였다.

## 제 2 절 선행연구

해양보호구역 도입에 따른 낚시인의 수용성 또는 지지를 살펴본 연구는 여가전문화(recreation specialization)와 같은 낚시인의 특성과 해양보호구역에 대한 태도에 주목하였다. 여가전문화는 일반 행동에서 전문화된 행동의 연속체를 뜻한다(Bryan, 1977). Bryan(1977)은 장비, 기술, 여가 선호를 전문화의 기준으로 삼아 숭어 낚시인을 네 개의 집단으로 나누었다. 이후 전문화를 측정하는 방법론은 여러 논의를 거쳐 최근에는 Scott & Shafer(2001)가 제안한 행동, 인지, 심리 등 3가지 차원을 고려한 접근법이 널리 사용되고 있다(오치옥, 남정호, 한주형, 2019).

여가전문화와 해양보호구역의 관계를 살펴본 연구는 다음과 같다. Salz & Loomis(2005)는 여가전문화가 높아질수록 관리제도를 지지할 것으로 예상했지만 미국 낚시인을 분석한 결과 낚시를 금지하는 해양보호구역 제도에 대해서는 전문화에 따른 차이가 유의하지 않았다. 호주 서부 낚시인을 대상으로 한 연구(McNeill, Clifton, & Harvey, 2019)에서는 전문화와 낚시참여동기로 응답자를 분류하였으며 가장 전문화된 그룹이 전통적인 관리 방법은 지지하지만 폐쇄에는 가장 강하게 반대하였다. 다만 일시적으로 닫는 것에는 강한 반대가 없었다(McNeill et al., 2019). 뉴질랜드 낚시인 대상 연구(Thomas, Milfont, & Gavin, 2015)는 경험과 지역으로 여가전문화의 기준으로 삼았다. 경험이 많고 지역에 거주하는 낚시인일수록 지식은 높으나 규제에 대해 부정적인 태도를 보였다. 모든 연구결과가 일치하는 것은 아니지만 여가전문화가 높을수록 해양보호구역 내 낚시 규제에 부정적일 것이라 예상할 수 있다.

자원소비성향은 낚시로 포획한 물고기(자원)에 낚시인이 어떠한 가치를 부여하는 정도로 정의된다(오치옥, 남정호, 한주형, 2019). 자원소비성향은 물고기를 잡고 소유하는 차원과 큰 물고기를 추구하는 차원, 많은 수를 추구하는 차원으로 나눌 수 있다. 낚시 역사가 오래된 북미권에서는 여가전문화가 높을수록 수산자원 보존에 관심이 높아지고 캐치앤릴리즈를 실천하는 등의 연구 결과가 나타났다(오치옥 등, 2019). 하지만 낚시로 잡은

물고기를 주로 직접 섭취하는 우리나라의 경우 다를 것으로 예상된다(오치옥 등, 2019).

해양보호구역에 대한 낚시인의 태도(attitude)는 낚시인의 해양보호구역 낚시 제도 수용성에 영향을 미치는 요인 중 하나이다. 호주의 해양보호구역 도입 이후 낚시인의 지지와 태도 등을 79명을 대상으로 설문 조사한 연구 결과 해양보호구역의 유출 효과(spillover effect)[18]에 동의하지 않을수록 해양보호구역을 지지하지 않고 반대하였다(Martin et al., 2016).

여가전문화와 해양보호구역에 대한 태도를 종합적으로 살펴본 연구도 있다. 낚시인의 채취금지 해양보호구역에 대한 지지는 해양보호구역의 지정 역사가 길수록 증가하였다(Navarro, Kragt, Hailu, & Langlois, 2018). McNeill, Clifton, and Harvey(2018)은 인터뷰를 통해 해양보호구역과 관련된 태도와 사회 영향 인식을 연구하였다.

계획행동이론(theory of planned behavior)이란 개인의 의사 결정 과정을 설명하는 이론이다. 계획행동이론에 따르면 개인의 태도과 주관적 규범, 지각된 행동 통제력이 행동의도에 영향을 주고 행동의도는 실제 행동에 영향을 주게 된다(Ajzen, 1985). 송영민(2005)은 생태관광지의 보호를 위해 작성한 생태관광가이드라인이 방문자의 환경보호행동에 긍정적인 영향을 주는지 계획행동이론을 통해 검증하였다. 계획행동이론의 세 가지 변수 모두 행동의도와 실제 행동에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 박선주, 김성일(2018)은 기존에 설정된 보호지역에 추가 보호지역을 지정할 때 지역주민의 지지 행동의도에 미치는 영향을 파악하기 위해 계획행동이론을 사용하였다. 그 외에도 계획행동이론은 자연환경친화행동과 환경정책 지지 연구에 다수 사용되었다(김상미, 김상오, 2012; 김주경, 조광래, 이홍재, 2015; 이종호, 노정구, 김인숙, 2000; 홍란지, 최영민, 2016).

계획행동이론은 변수를 추가하여 확장된 형태로 사용하기도 한다(Ajzen, 1991). 장안성, 오치옥(2017)은 확장된 계획행동이론을 사용하여 낚

[18] 유출 효과란, 특정 지역에 나타나는 현상이나 혜택이 흘러 넘쳐 다른 지역에까지 퍼지거나 영향을 미치는 효과이다. 여기에서는 채취 금지 구역이 어린 어류 육아실의 역할을 하여, 주변 지역까지 어류가 풍성해지는 것을 뜻한다.

시면허제 지지 영향 요인을 분석하였다. 계획행동이론을 구성하는 세 가지 변수로 낚시자원소비태도, 사회규범, 자기 효능감(지각된 행동 통제력)을 구성하였으며, 확장변수로 낚시 동기와 여가전문화 수준을 추가하였다. 그 중 사회규범은 긍정적인 영향을, 일부 태도 문항은 부정적인 영향을 미쳤다.

앞서 언급한 선행연구는 대부분 여가 전문화와 같은 기준으로 낚시인을 두 세개의 집단으로 나누어 비교하였고 회귀분석을 사용한 연구는 적다(Navarro et al., 2018). 회귀분석을 사용하면 제도 지지나 수용성 분석에 사용되어 영향을 미치는 요인을 분석할 수 있다. 장안성, 오치옥(2017)은 이항 로짓 모형을 사용하여 낚시면허제 지지에 미치는 요인을 분석하였고, J. H. Kim, Nam, & Yoo(2020)는 순차형 프로빗 모형을 사용하여 해상풍력의 수용성이 미치는 요인을 분석하였다. Navarro et al.(2018)는 다수의 해양보호구역을 대상으로 일반 순차형 프로빗 모형을 사용하여 분석하였다. 이 연구는 낚시인이 해양보호구역 제도 지지에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 회귀분석을 사용하고자 한다.

## 제 3 절 연구 방법

### 1. 연구 설계

해양보호구역 지지도에 영향을 미치는 요인 대상을 선정하기 위해 선행연구를 검토하고 예비조사를 수행하였다. 예비조사는 2021년 2월 전문조사기관 엠브레인을 통해 온라인으로 실시하였으며 바다낚시경력이 1년 이상인 사람을 대상으로 총 152명이 참여하였다. 예비조사 결과를 참고하여 최종 연구 설계를 확정하였다.

이 연구의 핵심 변수인 종속변수는 해양보호구역 지지도이다. 질문은 '귀하는 해양보호구역 제도를 지지하십니까'이며 응답자는 5점 리커드 척도(1=매우 지지하지 않는다~5=매우 지지한다)로 답하였다.

설명변수는 해양보호구역 지지에 영향을 미칠 것으로 예상되는 요인으로 크게 해양보호구역와 여가전문화, 자원소비소비성향, 계획행동이론 변수로 구성된다(<그림 4-1> 참조). 해양보호구역 관련 변수는 해양보호구역 제도를 알고 있는지(인식, 1문항), 해양보호구역이 생태계에 미치는 영향과 채취 금지 구역의 효과에 대해 동의하는지(태도, 4문항), 해양보호구역에서 낚시를 한 경험이 있는지(1문항) 등 총 6문항으로 구성하였다. 태도 질문은 Martin et al.(2016)을 참고하여 예비조사를 거쳐 국내 상황에 맞게 수정하여 사용하였다.

여가전문화 질문은 2020년 1년간 바다 낚시와 민물 낚시를 합친 총 출조횟수와 바다 낚시 횟수(행동, 2문항), 낚시 기술과 실력 평가(2문항), 낚시가 삶에 미치는 중요도(헌신, 4문항) 등 총 8문항으로 구성하였다. 이상의 질문은 많은 선행연구에서 사용되었으며, 국문은 오치옥 등(2019)의 연구를 참고하였다. 자원소비성향 질문은 오치옥 등(2019)을 참고하여 총 7문항으로 구성하였다.

계획행동이론은 개인의 행동에 대한 태도, 주관적 규범, 지각된 행동통제, 이상 세가지 요인이 행동의도에 긍정적인 영향을 미치고, 행동의도는 실제 행동에 영향을 미친다는 이론이다(Ajzen, 1985). 하지만 이 연구에서 실제 행동을 관찰하기는 어려우므로 행동의도까지 측정하고자 한다. 현

재 해양보호구역이 낚시에 직접적으로 미치는 영향이 적기 때문에 계획행동이론의 대상 행동(의도)을 해양보호구역 내 출입금지제도로 설정하였다. 출입금지제도가 실시되면 해양보호구역에서 낚시를 할 수 없게 되기 때문에 낚시인이 받는 영향이 커진다고 예상할 수 있다. 이 응답 결과는 해양보호구역 지지도 분석에 사용될 수 있을 뿐만 아니라 출입금지 제도 도입 시 낚시인의 수용성을 예측하는 대리 변수로도 사용할 수 있을 것이다.

계획행동이론 중 주관적 규범(3문항)은 박선주, 김성일(2018)에서, 지각된 행동 통제(3문항)는 송영민(2005)에서, 태도(3문항)는 Leleu et al.(2012)의 문항을 사용하였다.

연구 가설은 다음과 같다.

(1) 해양보호구역를 알고 있고, 태도가 긍정적일수록 지지도가 높을 것이다.

(2) 낚시 여가전문화와 자원소비성향은 규제수용성에 유의미한 영향을 미칠 것이다.

(3) 계획행동이론인 규범, 행동 통제, 영향에 동의할수록 지지도가 높을 것이다.

(1)은 예비조사에서 (3)은 선행연구에서 유의한 관계를 확인할 수 있었다. (2)의 여가전문화나 자원 소비 성향과 같은 경우 유의하거나 유의하지 않은 선행연구가 모두 있었고, 유의하더라도 방향이 반대인 경우가 있었다. 따라서 두 요인은 긍정적일지 부정적일지 예측하기 어려우나 유의미한 영향을 줄 것이라고 가설을 설정하였다.

<그림 4-1> 낚시인의 해양보호구역 지지 영향 요인 연구 설계

자료: 저자 작성

## 2. 순차형 프로빗 모형[19]

순차형 프로빗 모형(ordered probit model)은 종속변수가 기수(cardinal)가 아닌 서수(ordinal)일 때 사용하는 회귀분석 모형이다.

응답자를 i라 할 때 i는 1에서 n까지의 수이며, n은 표본 수이다. 응답자 i(또는 i번째 응답자)의 설문답변을 $y_i$라 하고 이 값은 1에서 J까지 정수라고 가정한다. 응답자 i의 지지도를 나타내는 잠재(latent) 변수는 $y_i^*$이며 범위는 $-\infty < y_i^* < +\infty$ 이다. 응답자의 지지를 설명하는 특성을 나타내는 벡터를 $x_i$라 하자. 순차형 프로빗 모형은 $y_i^*$가 $x_i$에 선형으로 의존하는 가정에 기반한다.

$$y_i^* = x_i'\beta + u_i,\ I = 1,\ldots,n$$
$$u_i \sim N(0,1)$$

$\beta$는 $x_i$에 상응하는 파라미터의 벡터이고 $u_i$는 평균이 0, 표준편차가 1인 정규분포를 따르는 랜덤 에러 항이다. $y^*$는 관찰되지는 않지만 $y^*$와 관찰되는 변수인 y의 관계는 다음과 같다.

$$y = 1 \text{ if } -\infty < y^* \leq \kappa_1$$
$$y = 2 \text{ if } \kappa_1 < y^* \leq \kappa_2$$
$$y = 3 \text{ if } \kappa_2 < y^* \leq \kappa_3$$
$$:$$
$$y = J \text{ if } \kappa_{J-1} < y^* \leq \infty$$

파라미터 $\kappa_j$, j=1,…,J-1는 'cut-points'나 문턱값(threshold parameters)으로 불리며 $y_i$값이 바뀌기 위해 잠재변수가 넘어서야 하는 값이다.

응답자 i의 응답이 y일 확률을 $P_i(y)$라 하면 확률은 다음과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

---

[19] 이 부분은 Daykin and Moffatt (2002)을 참고하여 작성하였다.

$$P_i(y) = P(\kappa_{y-1} < y^* \leq \kappa_y) = \Phi(\kappa_y - x_i'\beta) - \Phi(\kappa_{y-1} - x_i'\beta)$$

위 식에서 Φ( · )은 정규분포 누적분포함수이다. 따라서 로그-우도 함수 (log-likelihood function)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{LogL} = \sum_{i=1}^{n} \ln[P_i(y_i)] = \sum_{i=1}^{n} \ln[\Phi(\kappa_y - x_i'\beta) - \Phi(\kappa_{y-1} - x_i'\beta)]$$
$$(i=1,\ldots,n)$$

로그-우도 함수는 $\beta$ 요소와 컷 포인트와 함께 최대우도추정값을 얻기 위해 반복 절차에 의해 최대화된다. 분석 프로그램은 STATA® 를 사용하였다.

### 3. 자료 수집[20]

2021년 4월 19일부터 4월 23일까지 전문 조사기관 엠브레인을 통해 온라인으로 조사를 실시하였다. 바다낚시경력이 1년 이상인 사람을 대상으로 하였으며 지역할당방법으로 표본을 수집하였다. 온라인 실사 정보는 다음과 같다. 총 5,386명이 설문에 접속하였으나 대상이 아니거나 성별과 지역 등 할당이 이미 초과하여 응답하지 못한 사람이 4,183명, 중도에 포기한 사람이 195명으로 응답을 완료한 사람은 1,008명이었다. 그 중 불성실 응답 66명을 제외하고 최종 응답자 942명의 자료를 전달받아 분석에 사용하였다.

[20] 자료 수집은 '생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발' R&D 사업의 일환으로 이루어졌다.

# 제 4 절 결과 및 토의

## 1. 기초통계

응답자의 인구통계학적 및 낚시와 관련된 특성은 <표 4-1>과 같다. 응답자 총 942명 중 남성은 725명(77%), 여성은 217명(23%)으로 남성이 여성의 두 배였다. 평균연령은 41세(표준편차 10.7)로 20대가 21%, 30대가 23%, 40대가 26%, 50대가 30%였다. 거주지는 경기/강원 34%, 경상권 28%, 서울 20%, 호남/제주 12%, 충청권 8%의 순으로 나타났다. 응답자의 월평균 가구 소득은 400만 원 이상 500만 원 미만으로 응답한 사람이 19%로 가장 많았으며 월 평균 소득은 가구당 499만 원이었다.

**<표 4-1> 낚시 설문 응답자의 기초 통계**

| 변수 | 구분 | 응답자(명) | 변수 | 구분 | 응답자(명) |
|---|---|---|---|---|---|
| 성별 | 남성 | 725 | 월평균 가구 소득 | 100만원미만 | 16 |
| | 여성 | 217 | | 100만원이상200만원미만 | 51 |
| 연령 | 20대 | 198 | | 200만원이상300만원미만 | 137 |
| | 30대 | 213 | | 300만원이상400만원미만 | 170 |
| | 40대 | 249 | | 400만원이상500만원미만 | 182 |
| | 50대 | 282 | | 500만원이상600만원미만 | 106 |
| 거주 지역 | 서울 | 192 | | 600만원이상700만원미만 | 73 |
| | 경기/강원 | 322 | | 700만원이상800만원미만 | 80 |
| | 충청 | 77 | | 800만원이상900만원미만 | 37 |
| | 호남/제주 | 111 | | 900만원이상1,000만원미만 | 28 |
| | 경북 | 90 | | 1,000만원이상 | 62 |
| | 경남 | 150 | 낚시 경력 | 1년이상3년미만 | 439 |
| 동행인 | 혼자 | 103 | | 3년이상5년미만 | 218 |
| | 친구 | 524 | | 5년이상10년미만 | 142 |
| | 가족 | 238 | | 10년이상15년미만 | 68 |
| | 동호회 | 66 | | 15년이상20년미만 | 40 |
| | 기타 | 11 | | 20년이상 | 35 |

자료: 저자 작성

낚시와 관련한 특성은 다음과 같다. 바다낚시경력은 1년 이상 3년 미만이 47%로 가장 많았고, 3년 이상 5년 미만 23%, 5년 이상 10년 미만 15%, 10년 이상 15년 미만 7%, 15년 이상 20년 미만 및 20년 이상은 각각 4%였다. 낚시할 때 주로 동행하는 사람은 주로 친구(56%)와 가족(25%)으로 나타났다.

해양보호구역 인지와 경험에 대해서는 <표 4-2>에 정리하였다. 해양보호구역에 대해 알고 있었다고 응답한 비율은 53%였다. 해양보호구역 지정 지도와 함께 방문한 경험을 물은 결과 78%가 방문한 경험이 있다고 응답했으며 가장 많이 방문한 곳은 대부도 갯벌, 순천만 갯벌 등의 순으로 나타났다. 해양보호구역에서 가장 주된 활동 1가지를 묻는 질문에 경관 감상 51%, 갯벌 체험 22%, 낚시 18%, 해수욕 5%, 스쿠버 다이빙 2%, 기타 2%의 순으로 나타났다. 해양보호구역에서 낚시를 한 사람이 134명이나 되었다는 점이 주목할만하다.

<표 4-2> 해양보호구역 방문 경험(중복응답)과 방문시 활동

| 방문 지역 | 응답자 (명) | 방문 지역 | 응답자 (명) |
|---|---|---|---|
| 인천 · 경기 | | 충남 | |
| 1) 웅진장봉도 갯벌 | 63 | 6) 가로림만 해역 | 43 |
| 2) 송도 갯벌 | 141 | 7) 신두리 사구 해역 (신두리 해수욕장) | 70 |
| 3) 시흥 갯벌 | 150 | 8) 보령 소황사구 해역 (장안 해수욕장) | 86 |
| 4) 대부도 갯벌 | 331 | 9) 서천 갯벌 | 132 |
| 5) 대이작도 주변 해역 | 48 | 경북 · 강원 | |
| 경남 · 부산 | | 21) 울릉도 주변 해역 | 101 |
| 18) 마산만 봉암 갯벌 | 60 | 22) 조도 주변 해역 | 35 |
| 19) 고성군 하이면 주변 해역, 통영 선촌마을 주변 해역 | 108 | 제주 | |
| 20) 오륙도, 나무섬, 남형제섬 주변 해역 | 135 | 23) 문섬 등 주변 해역 | 86 |
| 전북 | | 24) 토끼섬 주변 해역 | 50 |
| 10) 부안줄포만 갯벌 | 90 | 25) 방문한 적 없다 | 211 |
| 11) 고창갯벌 | 83 | (방문한 사람 합) | (731) |
| 전남 | | 해양보호구역 방문시 주된 활동 | |
| 12) 무안 갯벌 | 146 | 1) 낚시 | 134 |
| 13) 신안 갯벌 | 106 | 2) 스쿠버 다이빙 | 14 |
| 14) 진도 갯벌 | 98 | 3) 해수욕 | 37 |
| 15) 보성벌교 갯벌 | 119 | 4) 갯벌 체험 | 163 |
| 16) 순천만 갯벌(순천만 습지) | 230 | 5) 경관 감상 | 370 |
| 17) 소화도, 청산도, 가거도, 추자도 주변 해역 | 47 | 6) 기타 | 13 |

자료: 저자 작성

낚시 대상 국가 통계가 없기 때문에 바다 낚시인을 대상으로 설문을 실시한 다른 연구의 설문 표본과 비교하여 이 연구 표본의 특징을 살펴보았다. 오치옥 등(2019)은 부산 및 경남을 방문한 바다 낚시인 613명을 대상으로 조사했으며 이광남 등(2016)은 일반 국민 4,400명 중 1년간 낚시 경험이 있는 사람 1,818명과 전국 바다낚시인 대상 6,640명으로 나누어 조사하였다. 모든 연구는 설문조사업체가 실시했으며 이 연구는 온라인, 다른 연구는 현장면접조사로 이루어졌다. 각 연구의 낚시 및 인구 통계를 비교하

여 <표 4-3>에 정리하였다.

모든 연구에서 남성 낚시인이 여성보다 많았으며 여성 낚시인의 비율은 8~36%였다. 이 연구는 20대 비율이 높고 50대 이상 비율이 상대적으로 작아 다른 표본에 비해 연령이 낮은 편임을 알 수 있다. 낚시경력을 살펴보면 이 연구는 1년 이상 3년 미만이 거의 절반을 차지하고, 20년 이상이 3.7%에 불과했으나 다른 세 연구는 20년 이상이 20% 이상으로 이 연구 표본의 낚시 경력이 짧은 편임을 알 수 있다. 선행연구 평균 연간 출조횟수는 10~30회인데 비해 이 연구는 4.8회로 작았다. 이는 표본의 특성일 수도 있으나 조사기간인 2020년은 1년간 코로나19 판데믹의 영향을 받은 해이므로 표본의 특성과 코로나의 영향이 함께 나타난 것으로 예상된다. 소득과 거주지역, 바다낚시와 민물낚시의 비중은 비슷하였다. 종합하면, 이 연구와 기존 연구의 연령을 제외한 인구 통계는 비슷하나 연령과 낚시 경력, 출조횟수는 작았다. 이는 온라인 조사의 영향일 수 있으며 출조횟수는 코로나19 판데믹의 영향도 받은 것으로 사료된다.

<표 4-3> 낚시인 대상 설문조사 표본 비교

| 연구 | | 이 연구 (2021) | 오치옥 등 (2019) | 이광남 등 (2016) | |
|---|---|---|---|---|---|
| 표본수(명) | | 942 | 613 | 1,818 | 6,640 |
| 기준 | | 바다 낚시 경력 2년 이상 | 부산 경남 방문 바다 낚시인 | 일반 국민 4,400명 중 1년간 낚시 경험 있는 사람 | 바다낚시인 |
| 설문 기간 | | 2021년 4월 | 2018년 6~7월 | 2016년 3~11월 | |
| 설문 방식 | | 온라인 조사 | 면대면 현장 조사 | | |
| 평균 출조횟수(회) | | 4.8 | 17.8 | 10.7 | 30.1 |
| 성별 (%) | 남성 | 77.0 | 86.0 | 63.9 | 92.0 |
| | 여성 | 23.0 | 14.0 | 36.1 | 8.0 |
| 연령 (%) | 20대 | 21.0 | 5.9 | 13.7 | 5.0 |
| | 30대 | 22.6 | 26.8 | 18.9 | 17.5 |
| | 40대 | 26.4 | 31.0 | 22.5 | 33.2 |
| | 50대 | 29.9 | 22.8 | 21.1 | 33.2 |
| | 60대 이상 | 0.0 | 13.5 | 23.8 | 11.1 |
| 낚시 경력[1] (%) | ~1년 | 0.0 | 7.3 | 17.3 | 9.8 |
| | ~3년 | 46.6 | 16.0 | 17.0 | 9.0 |
| | ~5년 | 23.1 | 19.1 | | |
| | ~10년 | 15.1 | 16.5 | 18.7 | 18.2 |
| | ~15년 | 7.2 | 10.9 | 27.2 | 31.3 |
| | ~20년 | 4.2 | 8.2 | | |
| | 20년~ | 3.7 | 22.0 | 19.9 | 31.7 |
| 동행인 (%) | 혼자 | 10.9 | 7.2 | | |
| | 친구 | 55.6 | 63.0 | | |
| | 가족 | 25.3 | 23.7 | | |
| | 동호회 | 7.0 | 4.2 | | |
| | 기타 | 1.2 | 2.0 | | |

<table>
<tr><th colspan="2">연구</th><th>이 연구<br>(2021)</th><th>오치옥 등<br>(2019)</th><th colspan="2">이광남 등<br>(2016)</th></tr>
<tr><td rowspan="12">소득<br>수준[2]<br>(%)</td><td>~100만 원</td><td>1.7</td><td>0.5</td><td rowspan="3">22.6</td><td rowspan="3">15.7</td></tr>
<tr><td>~200만 원</td><td>5.4</td><td>7.7</td></tr>
<tr><td>~300만 원</td><td>14.5</td><td>16.6</td></tr>
<tr><td>~400만 원</td><td>18.0</td><td>28.7</td><td rowspan="2">40.4</td><td rowspan="2">54.6</td></tr>
<tr><td>~500만 원</td><td>19.3</td><td>26.8</td></tr>
<tr><td>~600만 원</td><td>11.3</td><td>14.0</td><td rowspan="6">37.0</td><td rowspan="6">29.7</td></tr>
<tr><td>~700만 원</td><td>7.7</td><td>2.3</td></tr>
<tr><td>~800만 원</td><td>8.5</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>~900만 원</td><td>3.9</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>~1,000만 원</td><td>3.0</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>1,000만 원~</td><td>6.6</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td rowspan="7">거주<br>지역<br>(%)</td><td>서울</td><td>20.4</td><td></td><td>20.7</td><td>5.8</td></tr>
<tr><td>인천/경기</td><td>32.3</td><td></td><td>29.6</td><td>14.4</td></tr>
<tr><td>대전/충청</td><td>8.2</td><td></td><td>9.6</td><td>9.8</td></tr>
<tr><td>광주/전라</td><td>10.9</td><td></td><td>10.1</td><td>17.5</td></tr>
<tr><td>대구/경북</td><td>9.6</td><td></td><td>8.8</td><td>14.2</td></tr>
<tr><td>부산/경남</td><td>15.9</td><td></td><td>17.3</td><td>28.5</td></tr>
<tr><td>강원/제주</td><td>2.8</td><td></td><td>3.9</td><td>9.8</td></tr>
<tr><td rowspan="3">낚시<br>장소<br>비중<br>(%)</td><td>바다낚시</td><td>54.9</td><td></td><td>53.2</td><td>88.2</td></tr>
<tr><td>민물낚시</td><td>12.5</td><td></td><td>46.8</td><td>11.8</td></tr>
<tr><td>동일</td><td>32.6</td><td></td><td>–</td><td>–</td></tr>
</table>

1: ~1년은 1년 미만; ~3년은 1년 이상 3년 미만; 20년~은 20년 이상

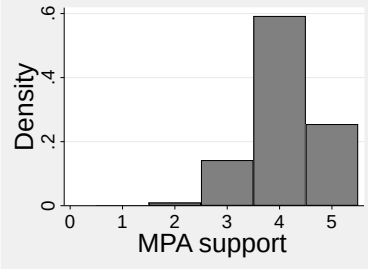
2: ~100만 원은 100만 원 미만; ~200만 원은 100만 원 이상 200만 원 미만; 1,000만 원~은 1,000만 원 이상

자료: 저자 작성

## 2. 해양보호구역 지지도(종속변수) 응답

낚시인의 해양보호구역 지지도의 질문은 ‘귀하는 해양보호구역 제도를 지지하십니까?’이며 응답자는 5점 리커트 척도(1=매우 지지하지 않는다 ~5=매우 지지한다)로 답하였다. 응답 결과는 ‘매우 지지하지 않는다’ 1명(0.1%), ‘지지하지 않는다’ 9명(1%), ‘보통이다’ 134명(14%), ‘지지한다’ 558명(59%), ‘매우 지지한다’ 240명(26%)로 나타났다. 5점 리커트 척도의 평균은 4.1, 표준편차는 0.7였으며 히스토그램을 <그림 4-2>에 나타내었다. 응답자는 대체적으로 해양보호구역 제도를 지지하는 것으로 나타났으며 지지하지 않는 응답자는 10명(1.1%)에 불과하였다. 따라서 ‘매우 지지하지 않는다’와 ‘지지하지 않는다’의 응답을 하나로 합쳐서 종속변수를 총 4단계로 설정하였다.

| 지지도 | 응답 수(%) |
|---|---|
| 1=매우 지지하지 않는다 | 1 (0.1) |
| 2=지지하지 않는다 | 9 (1.0) |
| 3=보통이다 | 134 (14.2) |
| 4=지지한다 | 558 (59.2) |
| 5=매우 지지한다 | 240 (25.5) |
| 합 | 942 (100) |




평균 4.09, 표준편차 0.66

**<그림 4-2> 해양보호구역 지지도 빈도수 및 히스토그램**

자료: 저자 작성

## 3. 설명변수의 탐색적 요인 분석

해양보호구역 지지도에 미치는 영향을 알기 위한 설명변수인 해양보호구역, 낚시, 계획행동이론은 <표 4-4>와 같은 질문으로 구성되었으며 응답자는 5점 리커트 척도로 응답하였다. <표 4-4>에 각 문항의 응답 빈도와 평균, 표준편차를 정리하였다.

해양보호구역 태도 4문항의 평균은 4.0~4.1로 대체적으로 응답자들이 해양보호구역에 긍정적인 태도를 보였다. 낚시 전문화의 척도로 행동, 기술, 헌신을 살펴보면 행동은 2020년 한 해 평균 출조 횟수는 4.8회, 바다낚시 평균 출조 횟수는 3.2회로 나타났다. 기술과 지식 정도를 묻는 문항은 평균 2.5로 나타났다. 헌신 정도를 묻는 4문항의 평균은 2.1~2.7로 대체적으로 낮았다. 앞서 언급한 것과 같이 평균 출조 횟수는 선행연구에 비해 작은 편이나 전문화를 대변하는 다른 변수인 기술과 지식, 헌신 평균은 각각 2.5, 2.4로, 선행연구(오치옥 등, 2019) 2.9, 2.5와 비슷했다.

자원소비성향 7문항의 평균은 2.9~3.7로 나타났다. 계획행동이론의 첫 번째 요소인 규범 3문항의 평균은 3.4~3.8, 두 번째 지각된 행동 통제 3문항 평균은 3.9~4.0, 세 번째 규제로부터 받는 영향 3문항 평균은 3.4~4.0으로 세 요소가 비슷하게 나타났다.

**<표 4-4> 설명변수로 쓰인 각 문항의 응답 빈도 및 평균**

| 문항 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 평균 (표준편차) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *해양보호구역(MPA) 태도 (1=전혀 아니다, 5=매우 그렇다)* | | | | | | |
| 1. 해양보호구역은 해양 생물다양성을 보전하는데 도움이 된다 | 6 | 18 | 112 | 527 | 279 | 4.12(0.73) |
| 2. 해양보호구역은 해양 생물을 지원하는 생태적 과정을 유지하는데 도움이 된다 | 1 | 18 | 100 | 544 | 279 | 4.15(0.68) |
| 3. 해양보호구역 내 채취(낚시 포함) 금지 구역은 '유출(스필오버) 효과'로 인해 전체 어족자원을 증가시킨다 | 4 | 11 | 165 | 521 | 241 | 4.04(0.72) |
| 4. 물고기를 가두는 울타리가 없어도 때문에 해양보호구역 내 채취 금지 구역은 물고기를 보호할 것이다 | 7 | 30 | 165 | 511 | 229 | 3.98(0.78) |

| 문항 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 평균 (표준편차) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *낚시 전문화(출조 횟수)* | | | | | | |
| 1. 2020년 한 해 동안 몇 회 정도 출조하셨습니까? | 최소 0 | | 최대 90 | | | 4.79(7.18) |
| 2. 2020년 한 해 동안 몇 회 정도 바다 낚시에 출조하셨습니까? | 최소 0 | | 최대 70 | | | 3.24(4.90) |
| *낚시 전문화(기술과 지식) (1=매우 부족, 5=매우 뛰어남)* | | | | | | |
| 1. 귀하의 낚시 실력을 다른 사람과 비교한다면 어떻습니까? | 121 | 315 | 388 | 103 | 15 | 2.55(0.91) |
| 2. 귀하의 낚시 지식을 다른 사람과 비교한다면 어떻습니까? | 140 | 328 | 345 | 106 | 23 | 2.52(0.96) |
| *낚시 전문화(헌신) (1=전혀 동의 안 함, 5=매우 동의)* | | | | | | |
| 1. 만약 낚시를 그만 둔다면, 나는 많은 친구와 연락이 끊어지게 될 것이다 | 280 | 384 | 214 | 60 | 4 | 2.07(0.90) |
| 2. 낚시는 내가 누구인지 많은 것을 말해준다 | 128 | 243 | 360 | 196 | 15 | 2.71(1.00) |
| 3. 내 삶은 낚시를 중심으로 돌아간다 | 255 | 327 | 269 | 78 | 13 | 2.22(0.98) |
| 4. 낚시를 하러 가지 않는다면, 뭘 해야 할지 모르겠다 | 322 | 333 | 205 | 74 | 8 | 2.06(0.97) |
| *자원 소비 성향 (1=전혀 아니다, 5=매우 그렇다)* | | | | | | |
| 방생1. 나는 잡은 물고기를 가져오지 않아도 행복하다 | 13 | 87 | 215 | 488 | 139 | 3.69(0.88) |
| 방생2. 나는 잡은 물고기를 놓아줄 때 행복하다 | 19 | 102 | 367 | 375 | 79 | 3.42(0.87) |
| 조과1. 물고기를 잡을 수 없다고 생각하면 낚시를 가지 않을 것이다 | 91 | 300 | 263 | 233 | 55 | 2.85(1.08) |
| 조과2. 낚시를 갔을 때 아무것도 잡지 못하면 만족스럽지 않다 | 53 | 169 | 253 | 367 | 100 | 3.31(1.06) |
| 조과3. 낚시를 갔을 때 물고기를 잡지 못하더라도 행복하다(역질문) | 34 | 185 | 342 | 324 | 57 | 3.20(0.94) |
| 대어1. 나는 잡기 힘든 물고기를 잡았을 때 가장 행복하다 | 24 | 62 | 241 | 447 | 168 | 3.71(0.92) |
| 대어2. 월척을 잡을 수 있는 곳에서 낚시하는 것을 좋아한다 | 20 | 70 | 334 | 403 | 115 | 3.56(0.88) |
| *계획행동이론 중 규범 (1=전혀 아니다, 5=매우 그렇다)* | | | | | | |
| 1. 내 가족이나 친구, 이웃 등은 내가 보호구역 출입금지 제도에 찬성할 거라고 생각한다 | 13 | 82 | 216 | 506 | 125 | 3.69(0.86) |
| 2. 보호구역 정책에 찬성이나 반대를 할 때 나는 가족이나 친구, 이웃의 생각을 따를 것이다 | 31 | 137 | 305 | 382 | 87 | 3.38(0.95) |
| 3. 내 가족이나 친구, 이웃 등은 보호구역 출입금지 제도에 찬성할 것이다 | 13 | 49 | 240 | 499 | 141 | 3.75(0.82) |
| *계획행동이론 중 지각된 행동 통제 (1=전혀 아니다, 5=매우 그렇다)* | | | | | | |
| 1. 보호구역 출입금지를 지키는 것은 나한테 쉬운 일이다 | 11 | 47 | 200 | 498 | 186 | 3.85(0.83) |
| 2. 보호구역 출입금지를 지키는 것은 나에게 달려있다 | 8 | 40 | 214 | 480 | 200 | 3.87(0.82) |
| 3. 내가 하려고만 한다면, 보호구역 출입금지를 지키는 것은 어렵지 않다 | 8 | 26 | 201 | 470 | 237 | 3.96(0.81) |

| 문항 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 평균 (표준편차) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *계획행동이론 중 규제에서 받는 영향(1=매우 부정적이다, 5=매우 긍정적이다)* | | | | | | |
| 1. 출입 금지(낚시 금지) 제도가 귀하의 낚시 활동에 미치는 영향 | 16 | 85 | 425 | 341 | 75 | 3.40(0.83) |
| 2. 출입 금지(낚시 금지) 제도가 일반적인 여가 낚시 활동에 미치는 영향 | 15 | 101 | 434 | 309 | 83 | 3.37(0.85) |
| 3. 출입 금지(낚시 금지) 제도가 바다 환경에 미치는 영향 | 6 | 32 | 230 | 398 | 276 | 3.96(0.85) |

자료: 저자 작성

설명변수를 회귀분석 모형에 포함하기 위해 탐색적요인분석(EFA: exploratory factor analysis)을 실시하여 해양보호구역 태도, 낚시 전문화, 자원소비성향, 계획행동이론 변수가 각각의 요인으로 묶이는 것을 확인하였다(<표 4-5> 참조). 요인분석방법은 반복 주성분(iterated principal factors) 분석을 사용하였으며 분석 프로그램은 STATA®를 사용하였다. 요인이 2개 이상인 자원 소비 성향의 경우 요인회전방식은 직교 베리맥스회전(orthogonal varimax rotation)을 사용하여 고유값(eigenvalue)이 1이상인 변수를 걸렀다. 변수와 요인의 상관계수를 나타내는 요인적재량(loadings)은 모두 0.4 이상으로 상관성이 있는 것으로 나타났다. 각 요인의 타당성과 일관성을 측정하기 위해 신뢰도 분석(Cronbach's α)을 실시한 결과 0.68~0.86으로 양호하게 나타났다. 사용한 자료가 요인분석을 실행하는데 적합한지를 검정하는 통계량으로 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 검정과 Bartlett의 구형성 검정(Barlett's test of sphericity)을 실시하였다. KMO는 0.61~0.78로 변수의 선정이 양호한 것으로 나타났고(Kaiser, 1974)[21] Bartlett의 검정값($\chi^2$)도 모두 유의수준 0.000으로 요인분석에 적합한 것으로 나타났다.

낚시 자원소비성향의 7개 항목은 두번의 요인분석을 통해 총 3개 요인으로 도출되었고 총 누적 설명력은 94.7%로 나타났다. 개별 요인의 명칭은 선행연구를 참고하여 방생(not keeping fish), 조과(釣果, catching something), 대어(catching a trophy fish)로 표기하였다.

[21] KMO 값의 의미(Kaiser 1974): 0.00~0.49 unacceptable; 0.50~0.59 miserable; 0.60~0.69 mediocre; 0.70~0.79 middling; 0.80~0.89 meritorious; 0.90~1.00 marvelous

<표 4-5> 요인분석 결과

| 변수 | 문항 | 요인적재량 | 신뢰도 | KMO | Bartlett의 구형성 검정 |
|---|---|---|---|---|---|
| *해양보호구역(MPA) 태도* | | | | | |
| MPA 태도 | MPA태도 1 | 0.83 | 0.86 | 0.78 | $\chi 2$=1795.06 df=6 p=0.000 |
| | MPA태도 2 | 0.82 | | | |
| | MPA태도 3 | 0.72 | | | |
| | MPA태도 4 | 0.68 | | | |
| *여가 낚시 전문화* | | | | | |
| 전문화(행동) | 12개월 출조 | 0.45 | 0.94 | 0.74 | $\chi 2$=4252.38 df=28 p=0.000 |
| | 12개월 바다출조 | 0.44 | | | |
| 전문화(기술) | 낚시 기술 | 0.67 | 0.87 | | |
| | 낚시 지식 | 0.70 | | | |
| 전문화(헌신) | 헌신1 | 0.60 | 0.85 | | |
| | 헌신2 | 0.64 | | | |
| | 헌신3 | 0.78 | | | |
| | 헌신4 | 0.71 | | | |
| *여가 낚시 자원소비성향* | | | | | |
| 낚시 자원소비성향 | 방생1 | 0.60 | 0.68 | 0.73 | $\chi 2$=1624.60 df=21 p=0.000 |
| | 방생2 | 0.61 | | | |
| | 조과1 | 0.58 | 0.72 | | |
| | 조과2 | 0.64 | | | |
| | 조과3 | 0.44 | | | |
| | 대어1 | 0.63 | 0.70 | | |
| | 대어2 | 0.62 | | | |
| *계획행동이론* | | | | | |
| 규범 | 규범1 | 0.80 | 0.75 | 0.61 | $\chi 2$=937.33 df=3 p=0.000 |
| | 규범2 | 0.46 | | | |
| | 규범3 | 0.82 | | | |
| 행동 | 행동1 | 0.79 | 0.86 | 0.73 | $\chi 2$=1285.45 df=3 p=0.000 |
| | 행동2 | 0.75 | | | |
| | 행동3 | 0.83 | | | |
| 영향 | 영향1 | 0.83 | 0.78 | 0.63 | $\chi 2$=1046.06 df=3 p=0.000 |
| | 영향2 | 0.83 | | | |
| | 영향3 | 0.50 | | | |

신뢰도: Cronbach's $\alpha$; df: 자유도(degree of freedom)

자료: 저자 작성

## 4. 순차형 프로빗 모형의 설명변수

순차형 프로빗 모형에 사용한 설명변수는 다음과 같다. 해양보호구역 제도 인식, 성별과 같은 더미변수는 그대로 사용하였다. 요인분석으로 묶은 변수와 연령은 평균 이상과 미만으로 나누어 더미변수를 생성하였다. 가구 소득은 1~11의 범위인 연속변수로 입력하였다. 입력한 변수의 설명과 빈도(더미변수인 경우만), 평균 및 표준편차를 <표 4-6>에 정리하였다.

**<표 4-6> 모형에 사용한 설명변수의 설명과 평균**

| 변수 | 설명 | 더미변수 빈도 | | 평균 | 표준편차 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 0 | | |
| mpaknowledge | MPA 제도 인식(알고 있었으면 1, 몰랐으면 0) | 447 | 495 | 0.47 | 0.50 |
| mpa_attitu~d | MPA 태도 4문항# | 360 | 582 | 0.38 | 0.49 |
| mpafishing | MPA에서 낚시한 경험(있으면 1, 없으면 0) | 134 | 808 | 0.14 | 0.35 |
| special_d | 낚시 전문화 문항 8문항# | 439 | 503 | 0.47 | 0.50 |
| con1_d | 낚시 자원소비성향 방생(non-keeping) 2문항# | 411 | 531 | 0.44 | 0.50 |
| con2_d | 낚시 자원소비성향 조과(釣果, catching) 3문항# | 557 | 358 | 0.59 | 0.49 |
| con3_d | 낚시 자원소비성향 대어 2문항# | 452 | 490 | 0.48 | 0.50 |
| norm_d | 규범 3문항# | 569 | 373 | 0.60 | 0.49 |
| behavior_d | 지각된 행동 통제 3문항# | 587 | 355 | 0.62 | 0.48 |
| impact_d | 영향 3문항# | 484 | 458 | 0.51 | 0.50 |
| male | 성별(남성 1, 여성 0) | 725 | 217 | 0.77 | 0.42 |
| ages_d | 연령(40대 이상이면 1, 아니면 0) | 531 | 411 | 0.56 | 0.50 |
| income | 가구 월평균 소득(1=100만 원 미만; 2=100만 원 이상 200만 원 미만; …; 10=900만 원 이상 1,000만 원 미만; 11=1,000만 원 이상) | – | – | 5.52 | 2.49 |

#: 평균 이상이면 1, 아니면 0인 더미변수 생성

자료: 저자 작성

## 5. 순차형 프로빗 모형 결과

앞서 설명한 것과 같이 종속변수는 해양보호구역 지지도이며 설명변수는 해양보호구역 인식과 태도 및 낚시 경험, 낚시 전문화와 자원소비성향, 계획행동이론 등 13개의 변수로 설정하였다. 종속변수가 순서형 변수이기 때문에 순차형 프로빗 모형을 사용하였다. <표 4-7>에 모형 추정 결과 계수와 통계적 유의성, 표준 에러를 보고하였다.

사용한 모형이 적합한지 로그 우도비 검정(log-likelihood ratio test)으로 평가하였다. 로그 우도비는 다음 식과 같다(Daykin & Moffatt, 2002).

$$\text{LR (log-likelihood ratio)} = -2\ln\left(\frac{L_0}{L_1}\right) = 2(lnL_1 - lnL_0)$$

$L_0$는 모든 설명변수의 계수가 0인 모형이고 $L_1$은 13개의 설명변수의 계수를 추정한 모형이다. 로그 우도비 검정 통계는 카이제곱 분포를 따르며 자유도는 두 모형에서 계수가 다른 변수의 개수, 즉 13이다. 분석 결과 로그 우도비 값은 492.75, 유의수준은 0.000로 모든 설명변수의 계수가 0이라는 영가설은 기각되었다. 따라서 전체 모형이 통계적으로 유의하며 적합함을 나타낸다. 모형의 적합도를 나타내는 또 다른 계수인 pseudo-$R^2$을 구하는 식은 다음과 같으며 값은 0.266으로 나타났다.

$$\text{Pseudo} - R^2 = 1 - \frac{lnL_1}{lnL_0}$$

추정된 계수를 살펴보면 인구통계변수를 제외한 모든 변수는 최소 5% 수준에서 통계적으로 유의하였다. 해양보호구역 태도와 인식의 계수는 정(+)으로 나타냈으나 해양보호구역에서 낚시를 한 경험은 부(-)로 나타났다. 이는 해양보호구역의 효과가 크다고 생각하고 해양보호구역 제도를 알고 있을수록 해양보호구역을 지지하나 해양보호구역에서 낚시를 한 경험이 있을수록 지지하지 않음을 나타낸다. 해양보호구역 태도는 모든 변수 중에서 계수의 절대값이 가장 크게 나타나 해양보호구역 지지에 미치는 영향

이 가장 큰 것으로 해석할 수 있다.

낚시 전문화는 출조횟수(행동), 기술과 지식, 헌신을 종합한 변수이며 여가전문화가 높을수록 해양보호구역 지지는 낮아졌다. 자원소비성향의 경우 요인에 따라 다른 양상을 보였다. 방생과 대어의 요인이 평균보다 큰 경우 해양보호구역 지지도가 높아지나 조과의 요인은 반대로 나타났다. 즉, 물고기를 잡지 않고 놓아주는 성향과 큰 물고기를 잡는 성향이 클수록 해양보호구역을 지지하나 물고기를 잡는 행위가 중요할수록 해양보호구역을 지지하지 않았다.

계획행동이론의 규범, 지각된 행동 통제력, 태도는 모두 정(+)으로 나타났다. 즉, 규범을 잘 지키는 사람일수록, 행동을 통제할 수 있다고 생각하는 사람일수록, 영향이 긍정적일 것이라고 생각하는 사람일수록 해양보호구역을 지지하였다. 인구통계변수인 남성, 연령, 소득은 모두 유의하지 않게 나타났다.

**<표 4-7> 순차형 프로빗 모형 결과**

| 변수 | 계수 | 표준 에러 |
|---|---|---|
| mpaknowledge(인지) | 0.3270*** | 0.084 |
| mpa_attitu~d(태도) | 1.3457*** | 0.103 |
| mpafishing(보호구역 낚시) | −0.2649** | 0.117 |
| special_d(전문화) | −0.3817*** | 0.087 |
| con1_d(방생) | 0.1848** | 0.088 |
| con2_d(조과) | −0.1798** | 0.089 |
| con3_d(대어) | 0.1805** | 0.087 |
| norm_d(주관적 규범) | 0.2120** | 0.095 |
| behavior_d(행동통제) | 0.3132*** | 0.099 |
| impact_d(태도) | 0.5028*** | 0.096 |
| male(남성) | 0.0444 | 0.097 |
| ages_d(40대 이상) | 0.0485 | 0.082 |
| income(소득) | −0.0153 | 0.016 |

| 변수 | 계수 | 표준 에러 |
|---|---|---|
| | | |
| cut1 | −2.0103*** | 0.202 |
| cut2 | −0.4340*** | 0.165 |
| cut3 | 2.0603*** | 0.183 |
| Sample size | 942 | |
| Log−likelihood | −680.76 | |
| Pseudo−$R^2$ | 0.266 | |
| Log−likelihood ratio test statistic (p−value) | | 492.75 (0.000) |

**, ***: 각각 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의
자료: 저자 작성

낚시면허제 지지요인을 분석한 선행연구에서는 여가전문화가 높을수록 낚시면허제를 지지했으나 큰 물고기를 선호할수록 지지하지 않았다(장안성, 오치옥, 2017). 여가전문화가 높을수록 해양보호구역을 지지하지 않고 큰 물고기를 선호할수록 지지한 이 연구 결과와 반대이다. 두 연구만으로 일반화하기는 어렵지만 낚시인의 해양보호구역 지지는 낚시면허제 지지와는 다른 반응 양상을 보일 것이라 예상할 수 있다.

해양보호구역에서 낚시한 경험이 있는 사람들은 해양보호구역 출입제한제도가 시행될 때 다른 낚시인보다 더욱 반발할 것으로 예상된다. 관리의 수용성은 이해관계자가 인식하는 혜택과 비용의 크기 비교에 달려있다(Salz & Loomis, 2005). 혜택은 출입 제한 경계 지역에서 유출 효과로 인해 더욱 크고 많은 어류를 잡을 수 있다는 점이고 비용은 기존 해양보호구역에 접근을 하지 못한다는 점이다. 혜택을 강조하면 낚시인을 설득할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 해양보호구역의 면적은 작은 반면에 낚시는 대체 장소가 많기 때문에 낚시인의 반발이 작을 가능성도 있다.

## 제 5 절 소결

낚시는 해양으로부터 얻을 수 있는 혜택이기 때문에 지속가능한범위 내에서 누리는 것이 마땅하나 낚시로 인해 어족자원이 감소하고 해양환경이 오염되는 등 해양생태계에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 해양환경을 보전하면서 지속적으로 낚시를 하기 위한 방안으로 낚시면허제나 구역제도 등이 제안된 적이 있으나 시행되지는 않았다. 해양보호구역은 생태계 보전 가치가 높은 곳으로 낚시가 활발히 일어나고 있다. 따라서 낚시가 해양보호구역 생태계에 미치는 부정적인 영향에 대해 예방적으로 접근(precautionary approach)할 필요가 있다. 해양보호구역 중에는 외부 영향에 취약하여(vulnerable) 생태계가 훼손된 후에는 복원이 어려울 수도 있기 때문이다. 낚시가 해양환경에 미치는 부정적 영향의 인과관계를 확보하기 전에 선제적으로 낚시의 영향을 줄일 수 있는 정책이 필요하다.

이 연구는 낚시인의 해양보호구역 지지에 영향 요인을 살펴보았다. 해양보호구역 지지도를 종속변수로, 해양보호구역 태도와 여가전문화, 자원소비성향, 계획행동이론 등을 설명변수를 구성하여 순차형 프로빗 모형으로 분석하였다. 그 결과, 해양보호구역을 알고 있을수록, 해양보호구역의 효과에 긍정적일수록 해양보호구역을 지지하였으나, 해양보호구역에서 낚시한 경험이 있을수록 지지하지 않았다. 여가전문화가 클수록, 자원소비성향 중 놓아주려는 성향과 큰 물고기를 잡으려는 성향은 해양보호구역 지지에 정(+)의 영향을 미쳤으나, 많이 잡으려는 성향은 부(-)의 영향을 미쳤다. 계획행동이론 변수는 가상적인 해양보호구역 내 출입금지라는 제도를 상정하여 출입금지제도가 있을 때 해양보호구역 지지의 영향을 살펴보았다. 태도, 주관적 규범, 지각된 행동통제는 모두 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 해양보호구역 제도의 인지도와 태도가 해양보호구역 지지에 영향을 미치므로 인식증진활동이 중요하다. 해양보호구역의 효과가 잘 알려져 있다면 향후 해양보호구역 내에서 낚시와 관련한 제도를 시행할 때 낚시인이 수용하는 데에 도움이 될 것이

다. 둘째, 이해관계자로서 낚시인을 이해할 때에 동일한 한 집단으로 다루기 보다는 여가전문화나 자원소비성향에 따라 집단을 나누어서 접근하는 것이 필요하다. 셋째, 국내 낚시면허제 도입은 낚시인의 반대로 난항을 겪고 있지만 해양보호구역 내 규제는 낚시인이 수용할 가능성이 있다. 낚시 통제 제도는 출입금지와 캐치앤릴리즈 허용, 밑밥과 납 추 사용 제한, 어획량 할당제 등이 있으며, 시행 시기와 기간 등도 고려할 수 있다(Gao & Hailu, 2012). 해양생태계에서 중요한 역할을 하는 어종을 해양보호구역 내 낚시 금지 어종으로 방안도 있다.

이 연구에서 해양보호구역 내 규제가 낚시인에게 수용이 될 가능성이 있는 것을 보였지만, 실제로 도입되었을 때 반발이 예상된다. 따라서 이 연구의 한계를 보완하기 위해 해양보호구역에서 주로 낚시하는 사람을 대상으로 추가적인 연구가 필요하다.

# 제 5 장 결론

## 제 1 절 요약 및 시사점

이 논문은 해양보호구역 내 여가활동에 초점을 맞추어 해양보호구역의 조화로운 보전과 이용을 위한 방안을 제시하였다. 논문은 세 개의 소논문으로 구성하였다. 첫 번째 소논문은 해양보호구역 내 여가 이용의 환경수용력 산정을 통해 지속가능성을 진단하고 정책 개입의 과학적 근거를 마련하였다. 생물리 기반 평가법의 하나인 에머지 평가법을 적용하여 문섬 해역 해양보호구역의 가치를 평가하고 여가이용 중 스쿠버 다이빙 활동의 지속가능성을 평가하였다(제 2 장 참조). 문섬 해역 자연환경의 연간 가치는 $2.40 \times 10^9$sej, 화폐가치로 약 24억 원, 면적당 가치는 1헥타르에 184만 원으로 나타났다. 문화서비스의 가치는 자연환경에머지와 다이버 투입 에머지를 합하여 구하였다. 다이버 투입 에머지는 약 7억 5,300만 원으로 문화서비스의 가치는 총 3억 1,530만 원으로 나타났다. 다이빙 활동의 지속가능성을 평가하기 위해 재생가능 에머지와 재생불가능 에머지, 시스템 외부 구입 에머지로 에머지지속성지수를 도출하였다. 10이상이면 지속가능한 것으로 알려진 에머지지속성지수가 6.75로 도출되어 다이빙 활동의 현재 이용 수준은 지속가능하지 않은 것으로 나타났다.

첫 번째 소논문의 결과는 지속가능한 여가이용을 위해 정책 개입이 필요함을 뜻하며 이를 근거로 두 번째 소논문에서 해양보호구역 출입관리 정책을 대안 정책으로 제시하고 정책의 경제적 가치와 이용자 선호도 분석을 통해 효과성을 평가하였다. 대안 정책은 문섬 해역 해양보호구역 내 이용이 집중되는 곳에 출입제한 구역과 시기를 지정하는 섬 휴식제로 설정하였다. 섬 휴식제는 문섬 · 범섬 · 섶섬을 다이빙 장소를 고려하여 나눈 6개 구역을 순환하며 6개월간 출입을 제한하는 제도로 설정하였다(<그림 5-1> 참조).

**<그림 5-1> 문섬 해역 섬 휴식제 구역 예시**

자료: 저자 작성

섬 휴식제 도입 효과를 경제적으로 평가하고, 다이버의 선호도를 알아보기 위해 선호도 기반 평가법인 선택실험법을 적용하였다(제 3 장 참고). 지불수단은 다이빙 입수료를 사용했으며 섬 휴식제 6개월 시행의 한계지불의사액은 다이버 1인당 8,637원으로 나타났으며, 연간 다이버 방문 수를 곱하여 도출한 연간 가치는 약 2억 3,320만 원으로 나타났다. 이는 다이버가 섬 휴식제 6개월 시행을 선호하며 향후 섬 휴식제가 도입되었을 때 다이버가 수용할 가능성이 있다는 것을 의미한다.

섬 휴식제가 도입된다면 문섬 해역의 지속가능성은 달라질 것이다. 지속가능성에 영향을 미치는 많은 요인 중 방문 다이버 수의 영향만(<그림 2-6> 참조) 고려하여 지속가능성을 예측하였다. 섬 휴식제가 시행될 때 방문자 수가 실제로 어떻게 변할지 알 수 없으나 만약 현재의 약 80% 이하로 된다면 문섬 해역의 다이빙 활동이 지속가능해진다.

섬 휴식제에 영향을 받는 다른 이해관계자는 낚시인이다. 우리나라 낚시 제도는 해양생태 교육이 없고 규제가 적은 편이다. 해양보호구역에서 직접 해중 경관을 체험하는 다이버에 비해 낚시인은 해양보호구역 이해도가 낮다. 이에 세 번째 소논문은 낚시인이 섬 휴식제를 수용할 것인지 알아보기 위한 전 단계로 해양보호구역 지지도에 미치는 요인를 살펴보았다. 연구 방법은 낚시인을 대상으로 설문조사로 자료를 수집하고 해양보호구역 지지도를 종속변수로 하는 회귀분석을 수행하였다. 해양보호구역 인식과 태도는 해양보호구역 지지에 긍정적인 영향을 끼쳤으나 여가전문화는 부정적인 영향을 끼쳤다. 그 외에 자원소비성향과 계획행동이론 변수의 영

향도 살펴보았다. 우리나라는 낚시면허제도 없고 낚시 통계나 제도도 미흡하나 국내에서 인기있는 여가활동으로 인구가 증가하고 있고 해양보호구역 내 낚시 쓰레기 문제가 더욱 심각해지기 전에 해양보호구역 내 낚시금지와 같은 제도가 필요할 수 있다. 앞서 언급한 섬 휴식제는 다이버 뿐만 아니라 낚시인에게도 적용되는 제도로, 기간이 길지 않고 공간을 바꿔가며 시행하기 때문에 낚시 전면 금지 전에 단계적인 적용으로 고려할 수 있다.

이 논문의 결과는 생태계와 이용자의 균형 잡힌 시각으로 관리제도의 도입과 효과를 분석하여 관리정책 도입의 근거를 과학적으로 제시하였다. 해양환경을 보전하면서도 현명하게 이용하는 것이 그 어느 때보다 중요한 이때 이 연구에서 제시한 방법론과 결과는 해양보호구역 연구와 관리정책에 활용될 수 있을 것이다. 이 논문의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 대다수의 연구는 해양보호구역의 가치를 인간관점에서 평가하였으나(Angulo-Valdés & Hatcher, 2010) 이 연구는 자연관점과 인간관점을 결합하여 사용하였다. 기존 해양보호구역 가치평가 연구는 인간이 자연에서 받는 혜택을 중심으로 이루어진 것이 많으며 두 관점을 결합한 연구는 매우 적다. 이 연구는 자연환경의 수용력은 생물리 기반 방법으로 평가하고 정책의 수용성과 경제적 가치는 선호도 기반 방법을 사용하였다. 평가 대상에 따라 방법론을 선택하고 두 관점의 방법론을 적용한 연구의 틀을 제시하였다는 점이 가장 큰 시사점이다.

둘째, 이 연구는 해양보호구역 출입관리 정책을 종합적으로 평가하였다. 이 연구는 국내 해양보호구역에 도입되지 않은 출입제한과 채취금지를 다룬 연구라는 점에서 시사하는 바가 크다. 또한 현재 상황 진단을 통한 정책 제시, 정책의 수용성과 경제적 가치를 통한 효과성 평가 등 일련의 과정을 종합적으로 평가하였다. 해양보호구역의 자연환경과 사회경제를 모두 고려하여 가용한 자연과학 및 사회과학 자료와 방법론을 활용한 연구의 틀은 다른 해양보호구역에도 적용 가능할 것이다.

셋째, 이 연구는 국내 해양보호구역과 여가이용 연구의 접점을 마련하였다. 그동안 해양보호구역 내 다이빙과 낚시와 같은 여가이용이 활발히 이루어졌으나 연구의 관점은 여가이용에 초점이 맞추어져 있었다. 이 연구

는 여가이용자를 해양보호구역의 주요 이해관계자로서 출입관리 정책의 수용성과 효과성을 평가하는 주체로 설정하였다. 여가이용자는 해양보호구역을 직접적으로 이용하기 때문에 동반자적 협력 관계 수립이 중요하며 이 연구를 통해 여가활동 대상 정책 설계와 접근을 참고할 수 있을 것이다.

## 제 2 절 연구 한계 및 향후 연구 방향

이 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 자료 부족으로 환경수용력 평가의 범위가 일부 다이버 활동으로 제한되고 낚시 활동은 평가에 포함되지 못했다. 다이버 활동 평가에도 다이버와 해양생물 접촉에 따른 훼손율과 복원율이 자료 부재로 포함되지 못했다. 낚시인 수와 어획량 자료 등이 가용해진다면 이 연구에서 제시한 방법을 적용할 수 있다. 자료가 가용해진다면 다이버 감시인 도입과 낚시 어획 가능 수준 제시 등 구체적인 해양보호구역 정책 설계의 과학적 근거가 될 수 있다.

둘째, 해양보호구역 모든 이해관계자를 다루지 못했다는 한계가 있다. 해양보호구역의 여가이용자인 다이버와 낚시인을 중심으로 연구를 수행했으나 해양보호구역에는 어민과 지역주민, 지역 사업자 등 다른 이해관계자와 이들 간 갈등이 존재한다. 향후 연구에서 다양한 이해관계자를 포함한다면 해양보호구역을 둘러싼 사회경제적 요소를 이해하고 해양보호구역의 관리 효과성을 높일 수 있을 것이다.

문섬 해역 해양보호구역의 출입 제한구역 도입과 이에 따른 적응 관리에 필요한 향후 연구방향을 도출하기 위해 Christie(2011)가 제시한 해양보호구역 연구 주제를 해양보호구역 출입 제한 연구 주제로 변형하여 <표 5-1>에 제시하였다. 다이버 접촉에 따른 연산호 훼손율 조사, 낚시가 생태계에 미치는 영향을 알면 현재 이용을 더욱 정확하게 환경수용력 계산에 반영할 수 있고, 섬 휴식제 시행 시 복원 효과를 알 수 있다. 또한 다이버 사업자와 지역주민을 비롯하여 여러 이해관계자의 의견을 포함하여 관리 방안을 도출하는 것이 필요하다.

<표 5-1> 문섬 해양보호구역 출입 제한 연구 주제

| 주제 | a. 사회과학 연구<br>b. 자연과학 연구 | 연구 발전 단계 |
|---|---|---|
| 1. 출입 제한 전 MPA 이용 현황 | 1a. 이용 강도 및 분포 | · 이용 분포: 섬에 집중[k]<br>· 이용 강도: 다이빙 인구[k, 비공식], 낚시 인구 및 어획량[u] |
| | 1b. 현재 이용이 해양자원과 서식지에 주는 영향 | · 다이빙: 연산호 접촉에 따른 훼손율[u], 외부 투입 요소에 의한 지속가능성**[이 연구 제 2 장]**<br>· 낚시: 암반 생태계 상위 포식자인 어류 제거에 의한 영향[u] |
| 2. 출입 제한이 이용에 주는 영향 | 2a. 다이빙, 낚시 분포에 미치는 영향 | · 다이빙: 다이버의 선호도, 수용성**[이 연구 제 3 장]**<br>· 낚시: 낚시인의 수용성**[이 연구 제 4 장]** |
| | 2b. 어획량, 생물다양성, 생물량이 받는 영향 | · [u] / 연구 제안: 1b 를 알 수 있는 생태모델이 만들어지면 예측 가능, 출입 제한 이후 모니터링 |
| 3. 출입 제한이 이용에 주는 경제적 영향 | 3a. 지역 관광 사업자의 수입 변화 | · [u] / 연구 제안: 지역 사업자의 수입 변화와 의견은 출입 제한 제도 설계에 반드시 반영 필요 |
| 4. 인적·제도적 역량 요구사항 | 4a. 역량 요구 및 기회 평가 | · 연구 제안: 해양환경공단 MPA 센터와 연계 |
| 5. MPA 의 사회경제적 영향 | 5a. 비용편익 및 그 분포 모니터링 | · [u] / 연구 제안: 1~3 의 연구결과를 바탕으로 비용편익 분석 필요 |
| 6. MPA 관리 효과 | 6a. 관리 과제, 기회, 대응 및 결과 평가<br>6b. 환경목표 달성 평가 | · 연구제안: MPA 관리기본계획과 연계 |

MPA: 해양보호구역; [u]: 알려져 있지 않음(unknown); [k]: 알려져 있음(known).

자료: Christie(2011)가 제시한 해양보호구역 연구 주제를 저자가 변형.

# 참고 문헌[22]


Abesamis, R. A., Russ, G. R., & Alcala, A. C. (2006). Gradients of abundance of fish across no-take marine reserve boundaries: Evidence from Philippine coral reefs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *16*(4), 349–371. https://doi.org/10.1002/aqc.730

Agardy, T., Bridgewater, P., Crosby, M. P., Day, J., Dayton, P. K., Kenchington, R., ... Peau, L. (2003, July 1). Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol. 13, pp. 353–367. https://doi.org/10.1002/aqc.583

Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In *Action Control* (pp. 11–39). https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3_2

Angulo-Valdés, J. A., & Hatcher, B. G. (2010). A new typology of benefits derived from marine protected areas. *Marine Policy*, *34*, 635–644. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.12.002

Babcock, R. C., Phillips, J. C., Lourey, M., & Clapin, G. (2007). Increased density, biomass and egg production in an unfished population of Western Rock Lobster (Panulirus cygnus) at Rottnest Island, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, *58*(3), 286–292. https://doi.org/10.1071/MF06204

Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., ... Turner, R. K. (2002, August 9). Ecology: Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, Vol. 297, pp. 950–953. https://doi.org/10.1126/science.1073947

Barker, N. H. L., & Roberts, C. M. (2004). Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, *120*(4), 481–489. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.021

Borges, R., Eyzaguirre, I., Barboza, R. S. L., & Glaser, M. (2020). Systematic review of spatial planning and marine protected areas: A Brazilian perspective. *Frontiers in Marine Science*, *7*, 499. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00499

Brown, K., Turner, R. K., Hameed, H., & Bateman, I. (1997). Environmental carrying capacity and tourism development in the Maldives and Nepal. *Environmental Conservation*, *24*(4), 316–325. https://doi.org/10.1017/S0376892997000428


[22] 국내문헌, 국외문헌 순으로 정리하는 것이 원칙이나 서지프로그램의 결과를 그대로 수록하였다.

Brown, M. T., & Ulgiati, S. (2001). Emergy measures of carrying capacity to evaluate economic investments. *Population and Environment*, *22*(5), 471–501. https://doi.org/10.1023/A:1010756704612

Bryan, H. (1977). Leisure Value Systems and Recreational Specialization: The Case of Trout Fishermen. *Journal of Leisure Research*, *9*(3), 174–187. https://doi.org/10.1080/00222216.1977.11970328

Bryce, M., Radford, B., & Fabricius, K. (2018). Soft coral and sea fan (Octocorallia) biodiversity and distribution from a multitaxon survey (2009–2014) of the shallow tropical Kimberley, Western Australia. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, *85*(1), 45. https://doi.org/10.18195/issn.0313-122x.85.2018.045-073

Buranakarn, V. (1998). *Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method* (University of Florida). Retrieved from internal-pdf://buranakarn1998-3748460288/Buranakarn1998.pdf

Campbell, D. E. (2014). *Economic and noneconomic methods for valuing environmental goods and services*. *2014*(November), 29–30. https://doi.org/10.1081/E-ENRL-120047465

Cardona, L., Reñones, O., Gouragine, A., Saporiti, F., Aguilar, A., & Moranta, J. (2020). Fishing alters resource partitioning between colour morphs in a temperate coastal fish. *Marine Ecology Progress Series*, *648*, 179–190. https://doi.org/10.3354/meps13440

Christie, P. (2004). Marine protected areas as biological successes and social failures in Southeast Asia. *American Fisheries Society Symposium*, *2004*(42), 155–164.

Christie, P. (2011). Creating space for interdisciplinary marine and coastal research: Five dilemmas and suggested resolutions. *Environmental Conservation*, *38*(2), 172–186. https://doi.org/10.1017/S0376892911000129

CICES V4.3. (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services*. Retrieved from https://cices.eu/

CICES V5.1. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services*. Retrieved from https://cices.eu/

Coma, R., Pola, E., Ribes, M., & Zabala, M. (2004). Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas. *Ecological Applications*, *14*(5), 1466–1478. https://doi.org/10.1890/03-5176

Day, J. C. (2002). Zoning - Lessons from the Great Barrier Reef Marine Park. *Ocean and Coastal Management*, *45*(2–3), 139–

156. https://doi.org/10.1016/S0964-5691(02)00052-2
Daykin, A. R., & Moffatt, P. G. (2002). Analyzing ordered responses: A review of the ordered probit model. *Understanding Statistics*, *1*(3), 157–166. https://doi.org/10.1207/s15328031us0103_02
De, K., Nanajkar, M., Mote, S., & Ingole, B. (2020). Coral damage by recreational diving activities in a Marine Protected Area of India: Unaccountability leading to 'tragedy of the not so commons.' *Marine Pollution Bulletin*, *155*, 111190. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111190
Di Franco, A., Milazzo, M., Baiata, P., Tomasello, A., & Chemello, R. (2009). Scuba diver behaviour and its effects on the biota of a Mediterranean marine protected area. *Environmental Conservation*, *36*(1), 32–40. https://doi.org/10.1017/S0376892909005426
Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, T. J., Kininmonth, S., Baker, S. C., Banks, S., … Thomson, R. J. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, *506*(7487), 216–220. https://doi.org/10.1038/nature13022
Emang, D., Lundhede, T. H., & Thorsen, B. J. (2017). The role of respondents' comfort for variance in stated choice surveys: evidence from a SCUBA diving case. *Journal of Environmental Planning and Management*, *60*(11), 1993–2012. https://doi.org/10.1080/09640568.2016.1268525
Epstein, H. E., & Kingsford, M. J. (2019). Are soft coral habitats unfavourable? A closer look at the association between reef fishes and their habitat. *Environmental Biology of Fishes*, *102*(3), 479–497. https://doi.org/10.1007/s10641-019-0845-4
Fabricius, K., & Alderslade, P. (2001). *Soft corals and sea fans : a comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea*. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
Farber, S. C., Costanza, R., & Wilson, M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, *41*(3), 375–392. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5
Franzese, P. P., Buonocore, E., Donnarumma, L., & Russo, G. F. (2017). Natural capital accounting in marine protected areas: The case of the Islands of Ventotene and S. Stefano (Central Italy). *Ecological Modelling*, *360*, 290–299. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.07.015

Franzese, P. P., Liu, G., & Aricò, S. (2019). Environmental accounting models and nature conservation strategies. *Ecological Modelling*, *397*, 36–38. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.01.015

Gallacher, J., Simmonds, N., Fellowes, H., Brown, N., Gill, N., Clark, W., … Rodwell, L. D. (2016). Evaluating the success of a marine protected area: A systematic review approach. *Journal of Environmental Management*, *183*(September 2016), 280–293. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.029

Gao, L., & Hailu, A. (2012). Ranking management strategies with complex outcomes: An AHP−fuzzy evaluation of recreational fishing using an integrated agent−based model of a coral reef ecosystem. *Environmental Modelling and Software*, *31*, 3–18. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.12.002

Halpern, B. S., Longo, C., Hardy, D., McLeod, K. L., Samhouri, J. F., Katona, S. K., … Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*, *488*(7413), 615–620. https://doi.org/10.1038/nature11397

Hanley, N., Wright, R. E., & Adamowicz, V. (1998). Using choice experiments to value the environment: Design issues, current experience and future prospects. *Environmental and Resource Economics*, *11*(3–4), 413–428. https://doi.org/10.1023/A:1008287310583

Heifetz, J. (2002). Coral in Alaska: Distribution, abundance, and species associations. *Hydrobiologia*, *471*(1), 19–28. https://doi.org/10.1023/A:1016528631593

Hess, S., Bierlaire, M., & Polak, J. W. (2005). Capturing correlation and taste heterogeneity with mixed GEV models. In *Applications of Simulation Methods in Environmental and Resource Economics* (pp. 55–75). https://doi.org/10.1007/1−4020−3684−1_4

Himes−Cornell, A., Pendleton, L., & Atiyah, P. (2018). Valuing ecosystem services from blue forests: A systematic review of the valuation of salt marshes, sea grass beds and mangrove forests. *Ecosystem Services*, *30*, 36–48. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.006

Hong, S., Lee, J., & Kang, D. (2015). Emergy evaluation of management measures for derelict fishing gears in Korea. *Ocean Science Journal*, *50*(3), 603–613. https://doi.org/10.1007/s12601−015−0055−8

Hu, L., & Wroblewski, J. S. (2009). Conserving a subpopulation of the northern Atlantic cod metapopulation with a marine protected area. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater*

*Ecosystems*, *19*(2), 178–193. https://doi.org/10.1002/aqc.994
Johnston, R. J., Boyle, K. J., Adamowicz, W., Bennett, J., Brouwer, R., Cameron, T. A., ... Vossler, C. A. (2017). Contemporary guidance for stated preference studies. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, *4*(2), 319–405. https://doi.org/10.1086/691697
Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, *39*(1), 31–36. https://doi.org/10.1007/BF02291575
Kang, D. (2001). Emergy evaluation of the Kangwha Tidal Flat. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, *36*(2), 51–58.
Kim, H. G., Song, S. J., Lee, H., Park, C. H., Hawkins, S. J., Khim, J. S., & Rho, H. S. (2020). A long-term ecological monitoring of subtidal macrozoobenthos around Dokdo waters, East Sea, Korea. *Marine Pollution Bulletin*, *156*, 111226. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111226
Kim, J. H., Nam, J., & Yoo, S. H. (2020). Public acceptance of a large-scale offshore wind power project in South Korea. *Marine Policy*, *120*, 104141. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104141
Kupfner Johnson, S., & Hallock, P. (2020). A review of symbiotic gorgonian research in the western Atlantic and Caribbean with recommendations for future work. *Coral Reefs*, *39*(2), 239–258. https://doi.org/10.1007/s00338-020-01891-0
Leleu, K., Alban, F., Pelletier, D., Charbonnel, E., Letourneur, Y., & Boudouresque, C. F. (2012). Fishers' perceptions as indicators of the performance of Marine Protected Areas (MPAs). *Marine Policy*, *36*(2), 414–422. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.002
Lubchenco, J., & Grorud-Colvert, K. (2015). Making waves: The science and politics of ocean protection. *Science*, *350*(6259), 382–383. https://doi.org/10.1126/science.aad5443
MA. (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Washington DC: Island Press.
Martin, C. L., Momtaz, S., Jordan, A., & Moltschaniwskyj, N. A. (2016). Exploring recreational fishers' perceptions, attitudes, and support towards a multiple-use marine protected area six years after implementation. *Marine Policy*, *73*, 138–145. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.08.002
Mascia, M. B., & Pailler, S. (2011). Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) and its conservation implications. *Conservation Letters*, *4*(1), 9–20. https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00147.x

McCook, L. J., Ayling, T., Cappo, M., Choat, J. H., Evans, R. D., De Freitas, D. M., … Williamson, D. H. (2010). Adaptive management of the Great Barrier Reef: A globally significant demonstration of the benefits of networks of marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(43), 18278–18285. https://doi.org/10.1073/pnas.0909335107

McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics*, *3*, 303–328.

McNeill, A., Clifton, J., & Harvey, E. S. (2018). Attitudes to a marine protected area are associated with perceived social impacts. *Marine Policy*, *94*, 106–118. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.020

McNeill, A., Clifton, J., & Harvey, E. S. (2019). Specialised recreational fishers reject sanctuary zones and favour fisheries management. *Marine Policy*, *107*, 103592. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103592

Milazzo, M., Chemello, R., Badalamenti, F., Riggio, R. C., & Riggio, S. (2002). The impact of human recreational activities in marine protected areas: What lessons should be learnt in the Mediterranean sea? *Marine Ecology*, *23*(SUPPL. 1), 280–290. https://doi.org/10.1111/j.1439−0485.2002.tb00026.x

Nam, J., Chang, W., & Kang, D. (2010). Carrying capacity of an uninhabited island off the southwestern coast of Korea. *Ecological Modelling*, *221*(17), 2102–2107. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.05.016

National Research Council. (2001). *Marine protected areas: Tools for sustaining ocean ecosystems*. https://doi.org/10.17226/9994

Navarro, M., Kragt, M. E., Hailu, A., & Langlois, T. J. (2018). Recreational fishers' support for no−take marine reserves is high and increases with reserve age. *Marine Policy*, *96*, 44–52. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.06.021

Odum, H. T. (1996). *Environmental accounting: Emergy and environmental decision making*. Wiley.

Paoli, C., Povero, P., Burgos, E., Dapueto, G., Fanciulli, G., Massa, F., … Vassallo, P. (2018). Natural capital and environmental flows assessment in marine protected areas: The case study of Liguria region (NW Mediterranean Sea). *Ecological Modelling*, *368*, 121–135. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.10.014

Parsons, G. R., & Thur, S. M. (2008). Valuing changes in the quality of coral reef ecosystems: A stated preference study of SCUBA diving in the Bonaire National Marine Park. *Environmental and*

*Resource Economics*, *40*(4), 593–608. https://doi.org/10.1007/s10640-007-9171-y
Pendleton, L. H. (1995). Valuing coral reef protection. *Ocean and Coastal Management*, *26*(2), 119–131. https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00007-O
Plott, C. R., & Zeiler, K. (2005). the Willingness to Pay-Willingness to Accept Gap, the "Endowment Effect," Subject Misconcedptions, and Experimental Procedures for Elicitng Valuations. *American Economic Review*, *95*(3), 530–545. https://doi.org/10.1257/0002828054201387
Portman, M. E. (2007). Zoning design for cross-border marine protected areas: The Red Sea Marine Peace Park case study. *Ocean and Coastal Management*, *50*(7), 499–522. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.02.008
Prato, G., Barrier, C., Francour, P., Cappanera, V., Markantonatou, V., Guidetti, P., ... Gascuel, D. (2016). Assessing interacting impacts of artisanal and recreational fisheries in a small Marine Protected Area (Portofino, NW Mediterranean Sea). *Ecosphere*, *7*(12), e01601. https://doi.org/10.1002/ecs2.1601
Rodrigues, L. C., van den Bergh, J. C. J. M., Loureiro, M. L., Nunes, P. A. L. D., & Rossi, S. (2016). The cost of Mediterranean Sea warming and acidification: A choice experiment among scuba divers at Medes Islands, Spain. *Environmental and Resource Economics*, *63*(2), 289–311. https://doi.org/10.1007/s10640-015-9935-8
Roman, G. S. J., Dearden, P., & Rollins, R. (2007). Application of zoning and "limits of acceptable change" to manage snorkelling tourism. *Environmental Management*, *39*(6), 819–830. https://doi.org/10.1007/s00267-006-0145-6
Salz, R. J., & Loomis, D. K. (2004). Saltwater anglers' attitudes towards marine protected areas. *Fisheries*, *29*(6), 10–17. Retrieved from https://doi.org/10.1577/1548-8446(2004)29[10:SAATMP]2.0.CO;2
Salz, R. J., & Loomis, D. K. (2005). Recreation specialization and anglers' attitudes towards restricted fishing areas. *Human Dimensions of Wildlife*, *10*(3), 187–199. https://doi.org/10.1080/10871200591003436
Scott, D., & Shafer, C. S. (2001). Recreational specialization: A critical look at the construct. *Journal of Leisure Research*, *33*(3), 319–343. https://doi.org/10.1080/00222216.2001.11949944
Serour, R. K. (2004). *An environmental economic assessment of the impacts of recreational scuba diving on coral reff systems*

*in Hurghada, the Red Sea, Egypt*. MS Thesis, University of Maryland.
Sobel, J. (1996). Marine reserves: Necessary tools for biodiversity conservation? *Global Biodiversity*, *6*(1), 8–17. Retrieved from https://www.proquest.com/docview/1017716872?accountid=6802
Song, S. J., Park, J., Ryu, J., Rho, H. S., Kim, W., & Khim, J. S. (2017). Biodiversity hotspot for marine invertebrates around the Dokdo, East Sea, Korea: Ecological checklist revisited. *Marine Pollution Bulletin*, *119*(2), 162–170. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.068
Sorice, M. G., Oh, C.-O., & Ditton, R. B. (2007). Managing scuba divers to meet ecological goals for coral reef conservation. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, *36*(4), 316–322. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[316:MSDTME]2.0.CO;2
TEEB. (2010). 자연의 경제학을 주류 의사 결정에 포함시키기.
Thomas, A. S., Milfont, T. L., & Gavin, M. C. (2015). What determines fishers' knowledge of and attitudes towards regulations? A case study from the Marlborough Sounds, New Zealand. *Marine Policy*, *51*, 547–554. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.09.024
Thomas, H. L., Macsharry, B., Morgan, L., Kingston, N., Moffitt, R., Stanwell-Smith, D., & Wood, L. (2014). Evaluating official marine protected area coverage for Aichi Target 11: Appraising the data and methods that define our progress. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *24*(S2), 8–23. https://doi.org/10.1002/aqc.2511
Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation* (2nd ed.). Cambridge University Press, NY, USA.
UNEP-WCMC, & IUCN. (2016). *Protected planet report 2016*. Cambridge UK and Gland, Switzerland: UNEP-WCMC and IUCN.
UNEP-WCMC, & IUCN. (2021). *Protected Planet: [365039; 555622270; 555571361; 555558280; The World Database on Protected Areas (WDPA)/Database on other effective area-based conservation measures] [On-line], [Apr2021 version]*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Available at: www.protectedplanet.net.
van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, *84*(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3
Veiga, P., Pita, C., Leite, L., Ribeiro, J., Ditton, R. B., Gonçalves, J.

M. S., & Erzini, K. (2013). From a traditionally open access fishery to modern restrictions: Portuguese anglers' perceptions about newly implemented recreational fishing regulations. *Marine Policy*, *40*(1), 53–63. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.037

강대석. (2007). 한강유역의 자연환경과 사회경제활동에 대한 에머지 평가 – 한강유역 및 한강하구 관리를 위한 정책제언 –. 한국해양환경에너지학회지, *10*(3), 138–147.

강대석. (2010). 무인도서 선갑도의 에머지 환경수용력 평가. 한국해양환경에너지학회지, *13*(1), 60–67.

강대석. (2013). 에머지 방법론을 이용한 영산강 하구생태계의 기여 가치 평가. 바다, *18*(1), 13–20. https://doi.org/10.7850/jkso.2013.18.1.13

강대석. (2015). 한국 경제와 자연환경의 에머지 평가: 해양생태계서비스 가치평가 시사점. 한국해양환경에너지학회지, *18*(2), 102–115. https://doi.org/10.7846/JKOSMEE.2015.18.2.102

강대석, 남정호, & 이석모. (2006). 영산강 4단계 간척사업 대상 갯벌생태계 가치의 에머지 평가 및 경제학적 평가와의 비교. 한국환경과학회지, *15*(3), 243–252.

강도형, 송준임, & 최광식. (2005). 제주도 문섬 조하대에 서식하는 연산호군락의 태풍에 의한 영향 분석. *Ocean and Polar Research*, *27*(1), 25–34.

강우섭, & 오경록. (2015). 스쿠버다이빙 참여동기와 선택속성 및 행복감의 관계. 한국스포츠코칭학회지, *1*(1), 11–19. Retrieved from http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?g=kissmeta&m=exp&enc=413EC9E7D4A729FA10C337B62B94B0D3

건설부. (1991). 공유수면매립기본계획수립. 건설부고시 제52호.

고준철, 구준호, & 양문호. (2008). 제주도 문섬 주변해역 해양환경특성 및 저서무척추동물의 군집구조. *The Korean Journal of Malacology*, *24*(3), 215–228.

국립공원연구원. (2018). 제주 서귀포도립공원 자연자원조사. 제주특별자치도.

국토해양부. (2011). *제3차 공유수면매립 기본계획*. 국토해양부고시 제2011-405호.

국토해양부, & 해양환경관리공단. (2012). *2011년 해양보호구역 조사·관찰*.

김상미, & 김상오. (2012). 계획행동이론을 적용한 수목장 선택의도에 관한 연구. 한국환경생태학회지, *26*(5), 812–826.

김성귀, 홍장원, & 박상우. (2001). 어촌관광 유형별 개발방안 연구. 한국해양수산개발원.

김주경, 조광래, & 이홍재. (2015). 지역주민의 환경정책 참여 요인

연구. 한국지방행정학보, *12*(2), 241–258.
김홍균, 이호생, 임종수, & 홍종호. (2013). 환경경제학. PEARSON.
남정호, & 강대석. (2016). 에머지 방법론을 이용한 갯벌생태계의 가치 평가 : Ⅰ. 에머지 유입 특성. 바다, *21*(4), 134–143.
남정호, 강대석, 이두곤, & 이봉길. (2018). 제7장 해양환경보전 법제도. In 한국해양환경·에너지학회 (Ed.), 해양환경공학 (개정판, pp. 615–675). 파주: 동화기술.
남정호, 김종성, 김충기, 류종성, 유승훈, 정석근, ... 송용식. (2018). *생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발 3차년도 연차 보고서*. 해양수산부, 해양수산과학기술진흥원.
박선주, & 김성일. (2018). 백두대간보호지역 주민의 보호지역지지 행동의도에 영향을 미치는 인자 규명. 국립공원연구지, *9*(3), 267–275.
박소연, 이창수, 김민섭, 조인영, & 유승훈. (2018). 문섬 등 주변해역 생태계보호구역 내 산호군락지의 보전가치. 해양환경안전학회지, *24*(1), 101–111.
산업통상자원부, & 에너지경제연구원. (2019). *2019 에너지통계 연보*. 울산: 에너지경제연구원.
송영민. (2005). 계획행동이론(TPB)을 통한 생태관광가이드라인(Eco-Tourism Guideline) 의 효과 분석 - 갯벌 체험활동 참가 청소년을 중심으로 -. 청소년학연구, *12*(4), 473–487.
수중생태기술연구소. (2015). 울릉도 주변해역 해양보호구역 관리기본계획 수립 연구. 포항지방해양수산청.
수협중앙회. (2014). 어촌계 분류평정.
씨캠. (2016). *문섬 등 주변해역 해양보호구역 제2차 관리기본계획*. 해양수산부 부산지방해양수산청 제주해양수산관리단.
오치옥, 남정호, & 한주형. (2019). 낚시참여자의 레크리에이션전문화가 자원소비성향에 미치는 영향. 수산경영론집, *50*(3), 43–57. https://doi.org/10.12939/FBA.2019.50.3.043
이광남, 박광호, 조재현, 정진호, 강주현, 김태국, ... 윤주희. (2016). *자율관리어업 제도개선 방안 연구 -제2편 : 낚시어선업 실태조사 및 제한 기준제시*. 한국수산회 수산정책연구소, 월드리서치, 해양수산부.
이승준, 강대석, & 한순금. (2020). 지속가능성 정책 지원을 위한 환경용량 평가 체계 및 활용 연구. Retrieved from 한국환경정책·평가연구원 website: https://repository.kei.re.kr/handle/2017.oak/23051
이운철. (2020). 유어선을 이용한 서귀포 보트 다이빙. 스쿠버넷. Retrieved from http://scubanet.kr/article/view.php?category=1&article=3882
이종호, 노정구, & 김인숙. (2000). 환경의식적 소비행동에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 경영학연구, *29*(2), 171–195.
이창희, & 강대석. (2008). 영산강, 섬진강, 한강 하구역의 에머지 평가.

해양환경안전학회, *14*(2), 135–143.
임재필. (2018). 스쿠버다이빙 참여에 대한 의사결정과정 연구 (경희대학교 대학원:). Retrieved from http://www.riss.kr/link?id=T14899535
임효혁, 강대석, & 남정호. (2003). 연안유역관리를 위한 해양환경수용력 평가모델의 활용 개선방안. 해양정책연구, *18*(1), 33–69.
자연환경국민신탁. (2019). 서귀포 앞바다 플라스틱 등 오염에 대하여. Retrieved from https://trust.or.kr/lately/1635
장안성, & 오치옥. (2017). 낚시면허제 지지 영향 요인 분석 – 확장된 계획 행동이론을 중심으로 –. 수산경영론집, *48*(2), 67–82.
정찬훈. (2018). *Emergy analysis of environmental carrying capacity for sustainable development strategies of resort islands*. 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 서울.
제종길, 구본주, 이형곤, 김병일, 신상호, 이시완, & 이재학. (2002). 제주 해양생물다양성 보전을 위한 해안서식지와 저서동물 다양성 조사 보고. 수중과학기술, *3*(1).
제주연산호조사TFT. (2017). 강정 앞바다, 연산호 훼손 실태 보고서. 아름다운재단.
좌종헌, & 이준백. (2000). 제주도 문섬 산호서식지 주변의 생물생태학적 특성 I. 환경특성과 식물플랑크톤의 군집구조. 바다, *5*(1), 59–69.
최윤, 김비, & 이흥헌. (2013). 제주도 문섬(새끼섬) 주변의 어류상. 환경생물: 환경생물학회지, *31*(1), 45–52.
하워드 오덤. (2000). *시스템 생태학 I.* (박석순, 강대석, 역)서울: 도서출판 아르케. (1983).
해랑기술정책연구소, 연안관리기술연구소, & 해양생태기술연구소. (2019). *가거도 주변해역 해양보호구역 관리기본계획('20~'24)*. 목포지방해양수산청.
해양기술ENG. (2014). 청산도 해양생태계보호구역 관리기본계획(안). 목포지방해양항만청.
해양수산부. (2001). *제2차 공유수면 매립기본계획*. 해양수산부 고시 제2001-49호.
해양수산부. (2004a). 제주도 문섬 등 주변해역 생태계보전지역 관리기본계획.
해양수산부. (2004b). 제주도 문섬 등 주변해역 생태계보전지역 관리기본계획.
해양수산부 보도자료. (2018). *국내 최초 해중경관지구로 강원도 고성군, 제주도 서귀포시 지정(2018.11.5.)*.
해양수산부, & 해양환경공단. (2019). *국가 해양생태계 종합조사 2019 조사연보 III. 암반생태계*.
홍란지, & 최영민. (2016). 북한산국립공원 탐방객의 환경친화적 행동의도에 관한 연구. 문화산업연구, *16*(4), 53–63.

홍장원, 이종훈, & 안용성. (2012). 해중레저 활성화를 위한 정책방안 연구. 서울.

# 부록 1. 서론 자료

**<부록 표 1> 해양보호구역 연구 scopus 검색 논문 수**

| 검색어1 | 검색어2 | 논문 수 |
|---|---|---|
| (해양보호구역) "marine protected area*" "marine reserve*" "marine refugia*" "marine refuge*" "marine park*" "partial closure*" "no-take zone*" "no trawling" "marine conservation zone*" | 없음 | 9,175 |
| | (가치평가) "valuation" "emergy" "choice modelling" "choice experiment*" "contingent ranking" "contingent valuation" "participatory valuation" "benefit transfer" "avoided cost" "conservation cost" "damage cost" "mitigation cost" "opportunity cost" "replacement cost" "restoration cost" "bio-economic modelling" "factor income" "production function" "consumer surplus" "hedonic pricing" "market price" "net price method" "public investments" "substitute goods" | 205 |

검색어 내에서는 “또는”, 검색어1과 검색어2 사이는 “그리고”로 연결

검색조건: 2020년까지(2021년 제외), 영어, 학회지로 한정

해양보호구역는 Gallacher et al.(2016), 가치평가 검색어는 Himes-Cornell, Pendleton, & Atiyah(2018)를 참고

자료: 저자 작성

**<부록 표 2> 해양보호구역 지정 현황**

| 명칭 | 위치 | 면적 (㎢) | 특징 | 관리청 | 지정일시 |
|---|---|---|---|---|---|
| 해양생태계보호구역(14개소) | | | | | |
| 문섬 등 주변해역 | 제주특별자치도 서귀포시 강정동-보목동 일원해역 | 13.684 | 해양보호생물 11종이 서식하며 주로 해송이 발견 | 부산청 | 2002년 11월 |
| 대이작도 주변해역 | 인천광역시 옹진군 이작리, 승봉리 일원해역 | 55.7 | 수질정화 및 산란장과 서식지 역할을 하는 거머리말과 애기거머리말 군락 | 인천청 | 2003년 12월 |
| 오륙도 및 주변해역 | 부산광역시 남구 용호동 | 0.35 | 여러해살이풀로 학술적 · 경제적 가치가 높은 게바다말서식 | 부산청 | 2003년 12월 |
| 신두리사구 해역 | 충청남도 태안군 원북면 신두리 | 0.64 | 국내 최대 사구로 내륙과 해안 생태계 연결하는 완충 지역이며 통합적 생태계 형성 | 대산청 | 2002년 10월 |
| 가거도 주변해역 | 전라남도 신안군 흑산면 가거도리 일원해역 | 70.17 | 해면의 일종인 빨강해면맨드라미 서식 | 목포청 | 2012년 11월 |

| 명칭 | 위치 | 면적 (㎢) | 특징 | 관리청 | 지정일시 |
|---|---|---|---|---|---|
| 소화도 주변해역 | 전라남도 완도군 금당면 육사리 일원해역 | 0.81 | 남해 고유종인 참해면맨드라미 서식 | 목포청 | 2012년 11월 |
| 나무섬 주변해역 | 부산광역시 사하구 다대동 나무섬 주변해역 | 0.275 | 대형 육식성 포식자로 연안 생태계 최상위자인 나팔고둥 서식 | 부산청 | 2013년 11월 |
| 청산도 주변해역 | 전라남도 완도군 청산면 청산도 주변해역 | 71.38 | 현존하는 해양화석종인 세로줄조개사돈 서식 | 목포청 | 2013년 11월 |
| 남형제섬 주변해역 | 부산광역시 사하구 다대동 남형제섬 주변해역 | 0.1 | 다양한 해양보호생물 중 주로 밤수지맨드라미 서식 | 부산청 | 2013년 11월 |
| 울릉도 주변해역 | 경상북도 울릉군 울릉읍 북면, 서면 주변해역 | 39.44 | 수중 암반 생태계가 잘 형성되었고 해양의 자연상태가 원시성을 유지, 유착나무돌산호 서식 | 포항청 | 2014년 12월 |
| 추자도 주변해역 | 제주특별자치도 제주시 추자면 주변해역 | 1.18 | 우리나라와 일본에만 출현하는 포기거머리말 서식 | 부산청 | 2015년 12월 |
| 토끼섬 주변해역 | 제주특별자치도 제주시 구좌읍 하도리 토끼섬 주변해역 | 0.593 | 수질정화 및 산란장과 서식지 역할을 하는 거머리말과 애기거머리말 군락 | 부산청 | 2016년 12월 |
| 양양 조도 주변해역 | 강원도 양양군 현북면 기사문리 일원해역 | 5.01 | 해양보호생물인 왕거머리말(잘피)가 0.13㎢ 범위로 서식 | 동해청 | 2017년 12월 |
| 용남면 선촌마을 주변해역 | 경남 통영시 용남면 화삼리 선촌마을 인근 연안해역 | 1.94 | 거머리말 등 해양보호생물의 서식지 | 마산청 | 2020년 2월 |
| 해양생물보호구역(2개소) | | | | | |
| 가로림만 해역 | 충청남도 태안군 및 서산시 가로림만 해역 | 92.04 (최초 지정 91.237) | 천연잘피의 서식지와 어류의 성육장, 황해 대표적 해양생물인 점박이물범 서식 | 대산청 | 2016년 7월 변경 2019년 12월 |
| 고성군 상괭이 해양생물보호 구역 | 경남 고성군 하이면 덕호리·덕명리 인근 연안해역 | 2.1 | 국제적 멸종위기종이며 해양보호생물인 상괭이의 서식지 | 마산청 | 2019년 12월 |
| 해양경관보호구역(1개소) | | | | | |
| 보령소황사구 해역 | 충청남도 보령시 웅천읍 소황리 및 독산리 일원 | 5.23 | 노랑부리백로, 알락꼬리마도요 등 법적보호종의 서식지이자 특이한 지형으로 보전가치가 높은 해안사구 | 대산청 | 2018년 12월 |
| 합계 | | 360.642 | | | |

자료: 제2차 해양생태계보전관리기본계획(해양수산부, 2019), 해양수산부 고시문(2021년 3월 기준)을 토대로 저자 작성

## <부록 표 3> 연안습지보호지역 지정 현황

| 명칭 | 위치 | 면적(㎢) | 지정일자 |
|---|---|---|---|
| 무안갯벌 | 전남 무안군 해제면, 현경면 일대 | 42 | 2001년 12월 |
| 진도갯벌 | 전남 진도군 군내면 고군면 일원(신동지역) | 1.44 | 2002년 12월 |
| 순천만갯벌 | 전남 순천시 별양면, 해룡면, 도사동 일대 | 28 | 2003년 12월 |
| 옹진 장봉도 갯벌 | 인천 옹진군 장봉리 일대 | 68.4 | 2003년 12월 |
| 부안줄포만 갯벌 | 전북 부안군 줄포면, 보안면일원 | 4.9 | 2006년 12월 |
| 송도갯벌 | 인천 연수구 송도동 일원 | 6.11 | 2009년 12월 |
| 마산만 봉암갯벌 | 창원시 마산 회원구 봉암동 | 0.1 | 2011년 12월 |
| 시흥갯벌 | 경기도 시흥시 장곡동 | 0.71 | 2012년 2월 |
| 대부도갯벌 | 경기 안산시 단원구 연안갯벌 | 4.53 | 2017년 3월 |
| 서천갯벌 | 충남 서천군 비인면, 종천면 일원 | 68.09 | 2018년 9월 |
| 고창갯벌 | 전북 고창군 부안면, 심원면 일원 | 64.66 | 2018년 9월 |
| 신안갯벌 | 전남 신안군 일원 | 1,100.86 | 2018년 9월 |
| 보성 벌교 갯벌 | 전남 보성군 벌교읍 일원 | 31.85 | 2018년 9월 |
| 합계 | | 1,421.65 | |

자료: 제2차 해양생태계보전관리기본계획(해양수산부, 2019) 기준

## <부록 표 4> 해양보호구역 지정 및 관리에 관한 법조항

**해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(약칭: 해양생태계법)**

**제25조**(해양보호구역의 지정·관리) ①해양수산부장관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하여 해양생태계 및 해양경관 등을 특별히 보전할 필요가 있는 구역을 해양보호구역으로 지정·관리할 수 있다.

1. 해양의 자연생태가 원시성을 유지하고 있거나 해양생물다양성이 풍부하여 보전 및 학술적 연구가치가 있는 해역
2. 해양의 지형·지질·생태가 특이하여 학술적 연구 또는 보전이 필요한 지역
3. 해양의 기초생산력이 높거나 해양보호생물의 서식지·산란지 등으로서 보전가치가 있다고 인정되는 해역
4. 다양한 해양생태계를 대표할 수 있거나 표본에 해당하는 해역
5. 산호초·해초 등의 해저경관 및 해양경관이 수려하여 특별히 보전할 필요가 있는 해역
6. 해양생태계의 탄소흡수원 기능을 유지하거나 증진하기 위하여 보전이 필요한 지역
7. 그 밖에 해양생태계의 효과적인 보전 및 관리를 위하여 특별히 필요한 해역으로서 대통령령으로 정하는 해역

②제1항에 따른 해양보호구역은 해양생태계의 특성에 따라 다음과 같이 세부구역으로 구분하여 지정·관리할 수 있다

1. 해양생물보호구역 : 해양보호생물의 보호를 위하여 필요한 구역
2. 해양생태계보호구역 : 해양생태계가 특히 우수하거나 해양생물다양성이 풍부한 구역 또는 취약한 생태계로서 훼손되는 경우 복원하기 어려운 구역
3. 해양경관보호구역 : 바닷가 또는 바다 속의 지형·지질 및 생물상(生物相) 등이 해양생태계와 잘 어우러져 해양경관적 가치가 탁월한 구역

③해양수산부장관은 해양보호구역이 군사목적을 위하여 필요하거나 천재·지변 그 밖의 사유로 인하여 제1항에 따른 해양보호구역으로서의 가치를 상실 또는 보전할 필요가 없게 된 경우에는 그 지정을 변경·해제할 수 있다.

④제1항부터 제3항까지의 규정에 따른 해양보호구역의 지정 및 관리를 위하여 필요한 사항은 해양수산부령으로 정한다.

**제26조**(해양보호구역의 지정절차 등) ①해양수산부장관은 해양보호구역을 지정 또는 변경하고자 하는 때에는 다음의 내용을 포함한 지정계획서에 대통령령으로 정하는 지형도(해도를 포함한다)를 작성하여 미리 해당 지역주민, 이해관계인 및 지방자치단체의 장의 의견을 들은 후 관계 중앙행정기관의 장과의 협의 및 「해양수산발전 기본법」 제7조에 따른 해양수산발전위원회의 심의를 거쳐야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항의 변경은 해양수산발전위원회의 심의를 생략할 수 있다

| |
|---|
| 1. 지정 또는 변경의 사유 및 목적<br>2. 주요 해양생태계의 현황 및 특징<br>3. 지정대상구역 토지 및 인접한 토지의 용도지역 및 이용현황<br>4. 해양보호구역의 구분 및 관리방안<br>5. 어업권 · 양식업권 · 광업권 현황 및 도면<br>6. 법령상 규제지역 현황<br>②제1항에 따라 의견청취 또는 협의의 요청을 받은 지방자치단체의 장 또는 관계중앙행정기관의 장은 특별한 사유가 없으면 그 요청을 받은 날부터 30일 이내에 해양수산부장관에게 의견을 제시하여야 한다.<br>③해양수산부장관은 해양보호구역을 지정 · 변경 또는 해제한 때에는 지체 없이 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 지정 · 변경 또는 해제내용을 관보에 고시하여야 한다. |

## <부록 표 5> 문섬에서 발표된 신종 논문 목록

| 분류 | 연도 | 논문 제목 | 학회지 |
|---|---|---|---|
| 태형 | 2006 | A New Species and Two New Records of Cheilostomata (Bryozoa) from Korea | Animal Systematics, Evolution and Diversity (한국동물분류학회지) |
| 자포 | 2010 | A New Species of Genus Coeloplana (Ctenophora: Tentaculata: Platyctenida) from Korea | |
| 해면 | 2015 | Five New Species of Genus Hyattella (Dictyoceratida: Spongiidae) from Korea | |
| 절지 | 2019 | A new species of the genus Cristimenes Ďuriš & horká, 2017 (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) | ZooKeys |
| | 2020 | On the genus Mesopontonia Bruce, 1967 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in Korea, with the description of a new species | PeerJ |
| | 2021 | Two new species and a further country record of the caridean shrimp genus periclimenaeus borradaile, 1915 from Korea (Decapoda: Palaemonidae) | Zoological Studies |

자료: 저자 작성

**<부록 표 6> 한국동물분류학회지에 실린 문섬 해역 미기록종 논문 목록**

| 동물문 | 논문 연도 | 논문* 제목 |
|---|---|---|
| 극피 | 2006 | A New Record of Sea Cucumber (Holothuroidea: Aspirochirotida) from Jejudo Island, Korea |
| | 2009 | A New Record of Sea Star (Asteroidea: Valvatida) from Korea |
| | 2012 | New Record of a Sea Urchin Echinometra mathaei (Echinoidea: Camarodonta: Echinometridae) from Jeju Island, Korea and Its Molecular Analysis |
| 연체 | 2012 | A New Record of Cymatium encausticum (Ranellidae: Tonnoidea: Gastropoda) from Korea |
| | 2014 | The First Record of a Marriage Cone, Conus sponsalis (Conidae: Gastropoda) from Korea |
| 자포 | 2005 | Three New Records of Anitipatharia (Anthozoa: Ceriantipatharia) from Korea |
| | 2011 | New Records of Creeping Ctenophores, Genus Coeloplana (Tentaculata: Platyctenida: Coeloplanidae), from Korea |
| | 2006 | New Redords of Some Hydromedusae (Cnidaria: Hydrozoa) in Korea |
| | 2007 | Five New Records of Hydromedusae (Cnidaria: Hydrozoa) in Korea |
| | 2008 | New Records of Three Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) in Korea |
| | 2008 | Taxonomy of the Black Coral Family Antipathidae (Anthozoa: Antipatharia) from Korea |
| | 2009 | Three New Records of Hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) in Korean Waters |
| 절지 | 2012 | First Record of Paranebalia longipes (Crustacea: Phyllocarida: Leptostraca) from South Korea |
| | 2003 | First Report of the Alpheid Shrimp Salmoneus gracilipes (Decapoda: Caridea: Alpheidae) from Korea |
| | 2005 | Occurrence of Alpheid Shrimp, Alpheus albatrossae (Decapoda: Caridea: Alpheidae) in Korea |
| | 2008 | New Record of Majoid Crab Xenocarcinus conicus (Crustacea: Decapoda: Epialtidae) from Korea |
| | 2009 | First Record of Snapping Shrimp, Prionalpheus sulu (Decapoda: Caridea: Alpheidae) in Korea |
| | 2010 | New Report of Two Xanthid Crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from Korea |
| | 2011 | First Records of Two Pilumnid Crabs (Crustacea: Decapoda) Collected from Jejudo Island, Southern Korea |
| | 2012 | New Report of Three Xanthid Crabs (Crustacea: Decapoda: Xanthidae) from Korea |
| | 2014 | New Report of Majoid Crab, Pugettia intermedia (Crustacea: Decapoda: Majoidea) from Korea |
| 척삭 | 2014 | A First Record of the Genus Eusynstyela (Ascidiacea: Stolidobranchia: Styelidae) from Korea |
| | 2015 | First Records of Two Species of Genus Clavelina (Ascidiacea: Aplousobranchia: Clavelinidae) from Korea |
| | 2016 | First Record of Synoicum clavatum (Ascidiacea: Aplousobranchia: Polyclinidae) from Korea |
| 태형 | 2005 | Two New Records of Smittinids (Bryozoa: Gymnolaemata: Cheilostomata) from Korea |
| | 2009 | First Record of Bantariella bocki (Bryozoa: Ctenostomata) from Korean Waters |
| 해면 | 2013 | Two Marine Sponges of the Family Ancorinidae (Demospongiae: Astrophorida) from Korea |

모든 논문이 실린 학회지는 Animal Systematics, Evolution and Diversity (한국동물분류학회지)임.
자료: 저자 작성

<부록 표 7> 문섬 해역 조사 · 관찰 보고서에 따른 어류와 저서무척추동물 종 수

| 조사년도 | 1993 | | 1998~2000 | 2000 | | 2003 | 2005~2009 | 2012 | 2011~2012 | 2014 | | 2017~2018 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 출처 | 1 | | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 조사장소 | a 문헌 | a | b | c | b | b | d | b 문헌 | e | f | g | h | i | i | i | i |
| *척추동물* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 어류 | | 55 | | | | 100 | | 701 | 51 | 20 | 90 | 97 | 46 | 52 | 42 | 40 |
| *무척추동물* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 연체동물 | 339 | 116 | 138 | 115 | 452 | 956 | | | 214 | 67 | 128 | 137 | 93 | 96 | 89 | 92 |
| 자포동물 | 96 | 46 | | 85 | 189 | 34 | 82 | | 32 | | 33 | | 72 | 76 | 77 | 76 |
| 절지동물 | 304 | 85 | 83 | 144 | 337 | 28 | | | 185 | 21 | 112 | 112 | 38 | 34 | 34 | 31 |
| 환형동물 | 82 | 50 | 38 | 31 | 60 | | | | 165 | 99 | 39 | | 21 | 28 | 30 | 28 |
| 극피동물 | 79 | 20 | 20 | 8 | 31 | 20 | | | 37 | 5 | 37 | | 18 | 17 | 18 | 21 |
| 해면동물 | 149 | 20 | 9 | 62 | 119 | 7 | | | | | | | 24 | 25 | 27 | 25 |
| 태형동물 | 105 | 45 | | 39 | 96 | | | | | | | | | | | |
| 척삭 | | | | | | | | | | | | | 12 | 10 | 12 | 15 |
| 기타 | | | | | | | | | 27 | 2 | 69 | | 26 | 27 | 33 | 32 |
| 무척추동물 소계 | 1,154 | 382 | 392 | 527 | 879 | 1,145 | 82 | | 628 | 194 | 418 | 249 | 304 | 313 | 320 | 320 |
| 합계 | 1,154 | 437 | 1,267 | 527 | 879 | 1,145 | 82 | 701 | 679 | 194 | 508 | 346 | 350 | 365 | 362 | 360 |

출처: 1. 환경처(1994); 2. KORDI(2001); 3. 문화재청(2001); 4. 제주대(2005); 5. 서귀포시(2009); 6. 국립생물자원관(2012); 7. KOEM(2012); 8. KOEM(2014); 9. 국립공원공단(2018); 10~13. 국가해양생태계 종합조사(암반생태계)

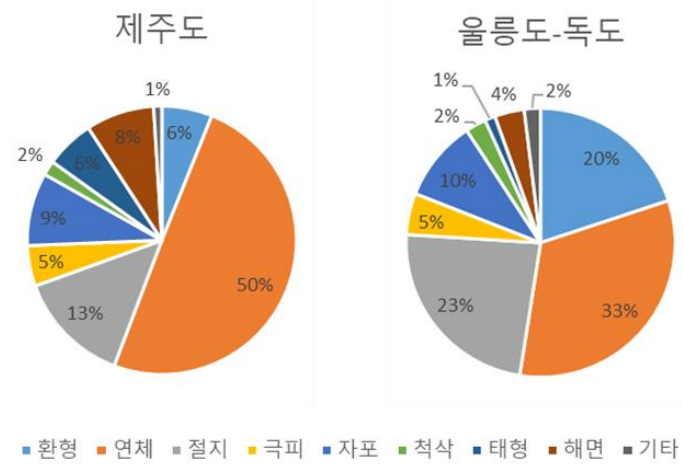
장소: a. 문섬 범섬 숲섬 b. 제주도 c. 문섬 범섬 성산일출봉 차귀도 마라도 d. a+강정 차귀도 형제섬 송악산 등 e. a+차귀도 f. 문섬 주변 해역 14개 정점 공통항목 g. 문섬 주변 해역 중점항목 h. 서귀포 도립공원 i. 문섬

자료: 저자 작성

<부록 표 8> 우리나라 각 연안에 서식하는 대형저서무척추동물 종 수

| 연안/ 동물문 | 서해 | 남해 (제주도 제외) | 동해 (울릉도-독도 제외) | 울릉도-독도 | 제주도 | 문섬 [a] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 종 수 | 829 | 649 | 69 | 562 | 511 | 111 |
| 환형 | 287 | 261 | 46 | 112 | 31 | 4 |
| 연체 | 249 | 179 | 7 | 183 | 254 | 40 |
| 절지 | 219 | 152 | 11 | 132 | 70 | 8 |
| 극피 | 21 | 31 | 3 | 28 | 25 | 7 |
| 자포 | 25 | 7 | 0 | 55 | 45 | 32 |
| ㄴ산호충강 | ㄴ20 | ㄴ6 | ㄴ0 | ㄴ31 | ㄴ32 | ㄴ24 |
| 척삭 | 4 | 5 | 0 | 14 | 9 | 1 |
| 태형 | 0 | 2 | 0 | 7 | 30 | 5 |
| 해면 | 1 | 2 | 0 | 20 | 42 | 13 |
| 기타 | 23 | 10 | 2 | 11 | 5 | 1 |

자료: a는 고준철, 구준호, 양문호(2008), 그 외는 Khim et al.(2021)이 제공한 자료로 저자 재구성




<부록 그림 1> 제주도와 울릉도-독도 대형저서무척추동물 구성비

자료: Khim et al.(2021)이 제공한 자료로 저자 재구성

# 부록 2. 다이버 섬휴식제 선택실험법 설문지

Q1. 귀하께서 현재/가장 최근 다이빙을 하기 위해 방문하신 지역은 어디입니까?
(　　)시/도 (　　)시/군 다이빙 포인트(장소):_____

Q2. 귀하는 위 장소에서 하루에 몇 번 다이빙하셨습니까? (　　)번
다이빙 한 번 당 수중에서 체류한 평균 시간은 몇 분입니까? (　)분

Q3. 위 다이빙에서 수중카메라로 촬영하였습니까?
1) 네　　2) 아니오

Q4. 귀하의 해양 다이빙 경력은 몇 년 정도 되셨습니까? (　　)년

Q5. 귀하는 이번을 포함하여 지난 12 개월간 며칠 정도 다이빙하셨습니까?
국내 (　　) 일, 국외 (　　) 일

Q6. 귀하는 다이빙할 때 주로 누구와 동행합니까?
1) 혼자　　2) 친구　　3) 가족　　4) 동호회
5) 교육센터　　6) 기타

Q7. 귀하의 다이빙 실력을 다른 다이버들과 비교한다면 어떻습니까?
1) 부족하다　　2) 비슷하다　　3) 뛰어나다

Q8. 귀하의 다이빙 지식을 다른 다이버들과 비교한다면 어떻습니까?
1) 부족하다　　2) 비슷하다　　3) 뛰어나다

Q9. 귀하가 가지고 계신 가장 높은 레벨의 자격증은 무엇입니까?
1) 오픈 워터(open water)　　2) 어드밴스드(advanced)
3) 레스큐(rescue)　　4) 마스터(master)
5) 강사 이상　　6) 자격증 없음

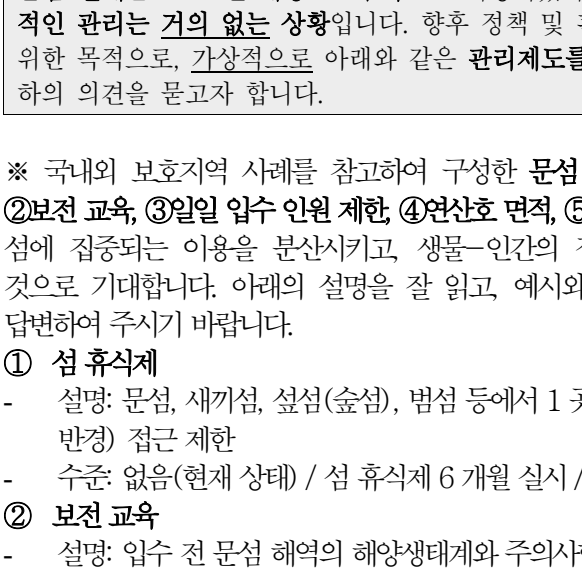
※ 다음은 제주도 서귀포시 문섬 해역 관리의 선호를 알기 위한 질문입니다.

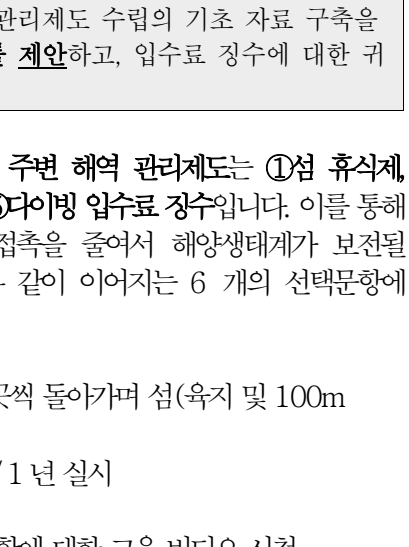
Q10. 귀하는 제주도 서귀포시 문섬 일대(새끼섬, 범섬, 섶섬 포함)에서 다이빙하신 적이 있습니까?
1) 있다 (가장 최근 _____년 _____월 방문)
2) 없다

Q11. 귀하는 제주도 서귀포시 문섬 일대가 해양보호구역이라는 사실을 알고 계셨습니까?
1) 알고 있었다　　2) 몰랐다

**서귀포 문섬 등 주변 해역**은 2002년 **해양보호구역**으로 지정되었으며(면적 1,369헥타르), 우리나라 **최대 연산호 군락지**입니다. 비교적 시야가 맑고, 수온이 따뜻하며, 암반에 부착한 산호, 해조류(감태) 숲과 아열대성 해양생물을 다양하게 볼 수 있습니다.

<서귀포 문섬 등 주변 해역 위치(왼쪽)와 수중 경관>



**문섬 일대**는 2002년 **해양보호구역**으로 지정되었지만, 해양생태계 보전을 위한 **실질적인 관리는 거의 없는 상황**입니다. 향후 정책 및 관리제도 수립의 기초 자료 구축을 위한 목적으로, 가상적으로 아래와 같은 **관리제도를 제안**하고, 입수료 징수에 대한 귀하의 의견을 묻고자 합니다.

※ 국내외 보호지역 사례를 참고하여 구성한 **문섬 주변 해역 관리제도**는 **①섬 휴식제, ②보전 교육, ③일일 입수 인원 제한, ④연산호 면적, ⑤다이빙 입수료 징수**입니다. 이를 통해 섬에 집중되는 이용을 분산시키고, 생물-인간의 접촉을 줄여서 해양생태계가 보전될 것으로 기대합니다. 아래의 설명을 잘 읽고, 예시와 같이 이어지는 6 개의 선택문항에 답변하여 주시기 바랍니다.

**① 섬 휴식제**
- 설명: 문섬, 새끼섬, 섶섬(숲섬), 범섬 등에서 1 곳씩 돌아가며 섬(육지 및 100m 반경) 접근 제한
- 수준: 없음(현재 상태) / 섬 휴식제 6 개월 실시 / 1 년 실시

**② 보전 교육**
- 설명: 입수 전 문섬 해역의 해양생태계와 주의사항에 대한 교육 비디오 시청
- 수준: 없음(현재 상태) / 교육 15 분 / 교육 30 분

**③ 일일 입수 인원 제한**
- 설명: 해역별로 하루 최대 입수할 수 있는 다이버 수 제한
- 수준: 제한 없음(현재 상태) / 제한 있음

**④ 연산호 면적**
- 설명: 다이버와의 접촉으로 인한 연산호 면적 변화
- 수준: 현재 접촉 수준으로 현재 면적과 동일(현재 상태) / 제한된 접촉으로 연산호 면적 15% 증가 / 과다한 접촉으로 연산호 면적 15% 감소

**⑤ 다이빙 입수료**
- 설명: 문섬 해역 해양보호구역에서 다이빙할 때 1 인당 1 일 입수료 이 지역을 관리하고, 생태계와 경관을 보전하기 위해 사용
- 수준: 없음(현재 상태) / 3,000 원 / 5,000 원 / 10,000 원 / 15,000 원 / 20,000 원

# 부록 3. 여가낚시인의 해양보호구역 지지도 설문지

**[조사 자격 문항]**

SQ1. 귀하께서는 바다낚시를 해 본 경험이 있으십니까? [1 번 조사 진행]
1) 예 2) 아니오

SQ2. 귀하의 바다낚시 경력은 어느 정도 되셨습니까? (낚시를 주로 취미활동으로 하신 시점부터) [2,3,4,5,6,7 번 조사 진행]
1) 1 년 미만 2) 1 년~3 년 미만 3) 3 년~5 년 미만

4) 5 년~10 년 미만 5) 10 년~15 년 미만 6) 15 년~20 년 미만
7) 20 년 이상

**[낚시 문항]**

A1. 귀하께서는 2020 년 한 해 동안 몇 회 정도 출조하셨습니까?
바다 낚시 ( )회, 민물 낚시 ( )회, 총 횟수 ( )회

A2. 귀하께서는 낚시를 하실 때 주로 누구와 동행하십니까?
1) 혼자 2) 친구 3) 가족
4) 동호회 5) 기타( )

A3. 다음은 낚시 전문성에 관한 문항입니다. 문항을 읽고 해당란에 표시를 해주십시오.

| 문항 | 매우 부족 | 조금 부족 | 보통 | 조금 뛰어남 | 매우 뛰어남 |
|---|---|---|---|---|---|
| 귀하의 낚시 실력을 다른 사람과 비교한다면 어떻습니까? | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 귀하의 낚시 지식을 다른 사람과 비교한다면 어떻습니까? | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

| 문항 | 전혀 동의안함 | 동의 안함 | 중립 | 동의 | 매우 동의 |
|---|---|---|---|---|---|
| 만약 낚시를 그만 둔다면, 나는 많은 친구와 연락이 끊어지게 될 것이다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 낚시는 내가 누구인지 많은 것을 말해준다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 내 삶은 낚시를 중심으로 돌아간다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 낚시를 하러 가지 않는다면, 뭘 해야 할지 모르겠다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

A4. 다음 문장을 읽고 귀하가 얼마나 동의하는지를 해당란에 표시를 해주십시오.

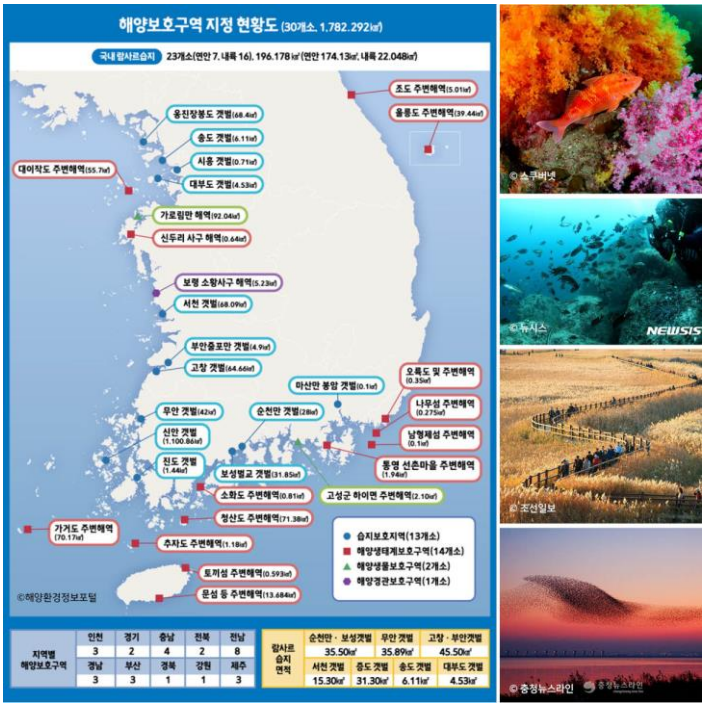
| 문항 | 전혀 아니다 | 아니다 | 보통 이다 | 그렇다 | 매우 그렇다 |
|---|---|---|---|---|---|
| 나는 잡은 물고기를 가져오지 않아도 행복하다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 나는 잡은 물고기를 놓아줄 때 행복하다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 물고기를 잡을 수 없다고 생각하면 낚시를 가지 않을 것이다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 낚시를 갔을 때 아무것도 잡지 못하면 만족스럽지 않다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 낚시를 갔을 때 물고기를 잡지 못하더라도 행복하다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 나는 잡기 힘든 물고기를 잡았을 때 가장 행복하다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 월척을 잡을 수 있는 곳에서 낚시하는 것을 좋아한다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

**[해양보호구역 문항]**

다음은 해양보호구역에 대한 질문입니다.

해양보호구역이란 해양생태계 또는 해양경관 등을 특별히 보전할 가치가 있어 국가나 지자체가 특정 지역을 관리하는 구역을 뜻합니다. 우리나라에는 현재 약 30개소가 지정되어 있으며, 면적은 약 1,800㎢입니다.

다음 그림은 해양보호구역의 분포도와 보호구역의 생물 및 경관 사진입니다.




D1. 귀하는 해양보호구역에 대해 알고 계셨습니까?

1) 알고 있었다 2) 몰랐다

D2. 귀하는 해양보호구역을 방문하신 적이 있습니까?

인천 · 경기 1) 옹진장봉도 갯벌 2) 송도 갯벌 3) 시흥 갯벌
4) 대부도 갯벌 5) 대이작도 주변해역

충남 6) 가로림만 해역 7) 신두리 사구 해역(신두리 해수욕장)
8) 보령 소황사구 해역(장안 해수욕장) 9) 서천 갯벌

전북 10) 부안줄포만 갯벌 11) 고창갯벌

전남 12) 무안 갯벌 13) 신안 갯벌
14) 진도 갯벌 15) 보성벌교 갯벌
16) 순천만 갯벌(순천만 습지)
17) 소화도, 청산도, 가거도, 추자도 주변해역

경남 · 부산 18) 마산만 봉암 갯벌
19) 고성군 하이면 주변해역, 통영 선촌마을 주변해역
20) 오륙도, 나무섬, 남형제섬 주변해역

경북 · 강원 21) 울릉도 주변해역 22) 조도 주변해역

제주 23) 문섬 등 주변해역 24) 토끼섬 주변해역
25) 방문한 적 없다 211

(앞 문항에서 25번(방문한 적 없다) 제외한 응답자에게 질문)

D3. 귀하는 해양보호구역에 방문하여 어떤 활동을 하셨습니까? 주된 활동 1가지만 선택해 주십시오.

1) 낚시 2) 스쿠버 다이빙 3) 해수욕
4) 갯벌 체험 5) 경관 감상 6) 기타

D4. 귀하는 해양보호구역 제도를 지지하십니까?

| 매우 지지하지 않는다 | 지지하지 않는다 | 보통이다 | 지지한다 | 매우 지지한다 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

D5. 해양 환경 관리에 대한 다음 문장을 읽고 귀하가 얼마나 동의하는지를 해당란에 V 표시를 해주십시오.

| 문항 | 전혀 아니다 | 아니다 | 보통이다 | 그렇다 | 매우 그렇다 |
|---|---|---|---|---|---|
| 해양보호구역은 해양 생물다양성을 보전하는데 도움이 된다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 해양보호구역은 해양 생물을 지원하는 생태적 과정을 유지하는데 도움이 된다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 해양보호구역 내 채취(낚시 포함) 금지 구역은 '유출(스필오버) 효과'로 인해 전체 어족자원을 증가시킨다 ※ 유출(스필오버) 효과란, 특정 지역에 나타나는 현상이나 혜택이 흘러 넘쳐 다른 지역에까지 퍼지거나 영향을 미치는 효과이다. 여기에서는 채취 금지 구역이 어린 어류 육아실의 역할을 하여, 주변 지역까지 어류가 풍성해지는 것을 뜻한다. | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 물고기를 가두는 울타리가 없어도 해양보호구역 내 채취 금지 구역은 물고기를 보호할 것이다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

※ (D6~D8) 다음은 연구를 위한 가상상황입니다.

| |
|---|
| 귀하께서 가장 선호하는 낚시 장소는 해양보호구역입니다. 지금까지 해양보호구역에서 여가 낚시하는 것이 허용되었으나, 해양생물 보호를 위해 영구적으로 모든 사람의 출입을 금지하는 새로운 제도가 시행될 예정입니다. 이 제도가 시행되면 해양보호구역에서 더이상 낚시를 할 수 없게 됩니다. |

D6. 다음 문장을 읽고 귀하가 얼마나 동의하는지 해당란에 표시를 해주십시오.

| 문항 | 매우 부정적이다 | 부정적 | 보통이다 | 긍정적이다 | 매우 긍정적이다 |
|---|---|---|---|---|---|
| 내 가족이나 친구, 이웃 등은 내가 보호구역 출입금지 제도에 찬성할 거라고 생각한다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 보호구역 정책에 찬성이나 반대를 할 때 나는 가족이나 친구, 이웃의 생각을 따를 것이다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 내 가족이나 친구, 이웃 등은 보호구역 출입금지 제도에 찬성할 것이다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

D7. 다음 문장을 읽고 귀하가 얼마나 동의하는지 해당란에 표시를 해주십시오.

| 문항 | 매우 부정적이다 | 부정적 | 보통이다 | 긍정적이다 | 매우 긍정적이다 |
|---|---|---|---|---|---|
| 보호구역 출입금지를 지키는 것은 나한테 쉬운 일이다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 보호구역 출입금지를 지키는 것은 나에게 달려있다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 내가 하려고만 한다면, 보호구역 출입금지를 지키는 것은 어렵지 않다 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

D8. 다음 영향이 부정적일지 긍정적일지 귀하의 생각을 해당란에 표시를 해주십시오.

| 문항 | 매우 부정적이다 | 부정적 | 보통이다 | 긍정적이다 | 매우 긍정적이다 |
|---|---|---|---|---|---|
| 출입 금지(낚시 금지) 제도가 귀하의 낚시 활동에 미치는 영향 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 출입 금지(낚시 금지) 제도가 일반적인 여가 낚시 활동에 미치는 영향 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| 출입 금지(낚시 금지) 제도가 바다 환경에 미치는 영향 | 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |

**[인구통계 문항]**

1. 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?

   1) 남성　　2) 여성

2. 귀하의 만 연령은 어떻게 되십니까?

   1) 만 19세 미만　　2) 만 19~29세　　3) 만 30~39세
   4) 만 40~49세　　5) 만 50~59세　　6) 만 60세 이상

3. 귀하의 거주지역은 어떻게 되십니까? [시군구 응답]

4. 귀하의 월평균 총 가구소득은 어떻게 되십니까?

   1) 100만 원 미만　　2) 100~200만 원 미만　　3) 200~300만 원 미만
   4) 300~400만 원 미만　　5) 400~500만 원 미만　　6) 500~600만 원 미만
   7) 600~700만 원 미만　　8) 700~800만 원 미만　　9) 800~900만 원 미만
   10) 900~1,000만 원 미만　　11) 1,000만 원 이상

**Abstract**

# Assessment of environmental carrying capacity and the effectiveness of access restriction policy on a marine protected area

Miju Kim

Department of Environmental Planning,

Graduate School of Environmental Studies,

Seoul National University

Marine protected areas are a widely used management tool to conserve marine species and habitats and provide a variety of benefits to humans and nature. The number and area of marine protected areas in Korea have increased since 2001 when they were first designated. However, practical measures such as no-take zones or restricted access zones, which are key to marine protection zones' success, have not been implemented. Effective management is necessary to ensure that marine protected areas do not become 'paper parks'. At the same time, there is a need for sustainable use that maximizes the benefits to humans within the limits of what the natural environment can accept. This study aims to suggest a plan for harmonious conservation and use, focusing on recreational activities in marine protected areas. To this end, the sustainability of the current recreational use of the marine protected area of interest was evaluated based on its environmental carrying capacity. This study presented an alternative policy and evaluated its effectiveness in

terms of economic value and acceptance. The contributions of this study are that it provides scientific data for implementing policies and that it combines biophysical and preference-based methodologies.

The first study evaluated the sustainability of recreational activities through environmental carrying capacity and the value of the Munseom Marine Protected Area (MPA) by applying the emergy evaluation method, a type of biophysical-based evaluation method. The annual value of the natural environment of the Munseom MPA was 2.40×109 sej (solar joule), about KRW 2.4 billion in monetary units, and the value per area was about KRW 1.84 million per hectare. The carrying capacity of scuba diving was evaluated by the Emergy Sustainability Index (ESI). The ESI was 6.75, which was less than 10, indicating that it was not sustainable. If the current annual number of divers is reduced by about 20%, ESI becomes sustainable. Exceeding the environmental capacity of current use means that intervention through policy is necessary. This study is significant in that it presented a framework for evaluating the environmental carrying capacity of recreational activities.

The second study proposed the island rest system, a policy that restricts spatial and temporal access within the Munseom MPA, and estimated divers' preferences and economic value. As for methodology, a choice experiment, a preference-based valuation method, was applied. A total of 533 questionnaires were collected from divers through online and field surveys, among which 296 were finally analyzed after excluding insincere responses. As a result, the marginal willingness to pay for a six-month closure was found to be KRW 8,637 per diver per dive. The positive marginal willingness to pay means that the respondent prefers the island rest system and is likely to accept the island rest system. The total value multiplied by

the number of divers per year is about KRW 233 million, which can be used as a benefit item in the cost–benefit analysis of introducing an island rest system. The significance of this study is that it considered divers as a partner to marine conservation and applied the choice experiment for the first time in Korea. The limitation is that it did not reflect the perspectives of other stakeholders, such as recreational fishers (anglers), residents, and divers operators.

The third study analyzed the factors influencing recreational fishers' support for marine protected areas. Recreational fishers are a major stakeholder group concerning recreational activities in marine protected areas along with divers. The need for a policy to restrict fishing in marine protected areas stems from the expectation that the continuous increase of the fishing population and the absence of management such as through a fishing license system will highly impact the marine environment in Korea. To find out the acceptance of anglers to alternative policies, factors affecting the support of marine protected areas were analyzed. A total of 942 responses from recreational fishers were obtained through an online survey. The dependent variable was support for marine protected areas. The explanatory variables were related to the attitude toward the marine protected area, recreation specialization, and the theory of planned behavior. As a result of the ordered probit model, the more people recognized marine protected areas and their positive effects, the more they supported them. However, the more experience they had in fishing in the marine protected area, the less they supported it. The recreational specialization had a positive effect on the support toward marine protected areas. As for the consumptive orientation, the tendency ‘not to keep fish’ and the tendency ‘to catch trophy fish’ had a positive effect on the support of marine protected areas, but

the tendency ‘to catch something’ had a negative effect. It was found that the variables of the theory of planned behavior had a positive effect. This shows that there is a possibility that recreational fishers may accept fishing restriction policies in marine protected areas. The limitation is that additional investigation is needed for those who mainly fish in marine protected areas.

The study presented the scientific basis for the introduction of management policies by analyzing the effects from a balanced perspective between the ecosystem and users. Since it becomes more important to conserve and wisely use the marine environment, the methods and results of this study can be used in research and management policies on marine protected areas.

Keywords: marine protected areas, carrying capacity, access restriction, valuation, emergy, choice experiments
Student Number: 2013-30702