

양식어장 환경개선 방안에 관한 연구

A Study on Environmental Improvements of Aquaculture Farms

2018. 12.

마창모 | 이상철 | 김세인 | 윤미경



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진	I	마창모	한국해양수산개발원	수산연구본부	부연구위원
		이상철	한국해양수산개발원	수산연구본부	전문연구원
		김세인	한국해양수산개발원	수산연구본부	연구원
		윤미경	한국해양수산개발원	수산연구본부	연구원

보고서 집필 내역	I	
연구책임자	I	마창모 연구총괄, 제1장, 제5장, 제6장

연구진	I	이상철	제4장 제3절, 제4절
		김세인	제3장, 제4장 제1절, 제2절
		윤미경	제2장

산·학·연·정 연구자문위원	I	오션아웃컴즈	박지현	캠페이너
		국립수산물과학원	전제천	과장
		국립수산물과학원	정래홍	연구관
		해양수산부	류성봉	사무관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

세계 양식산업의 성장 속에 지속가능성은 중요한 화두가 되고 있습니다. 우리가 일상적으로 사용하는 친환경 생산의 개념은 양식 수산물 생산에 있어 생태적, 환경적, 윤리적 생산의 개념까지 확장되고 있습니다. 미래 양식산업의 경쟁력은 생태계에 최소한의 영향을 미치면서 환경적이고 윤리적인 생산이 가능할 때 확보될 수 있습니다.

최근 친환경 양식에 대한 소비자 요구가 강화되고, 해양공간의 다양한 이용을 요구하는 국민적 수요도 증대되고 있습니다. 앞으로 양식산업에 있어 환경정책은 더욱 강화될 전망입니다. 국내 양식산업 부문 환경정책에서 우선적으로 해결해야 될 사업 중 하나는 내만에 밀집한 양식장과 그 주변의 환경개선 문제가 될 것입니다.

지금까지 우리나라 양식산업은 연안을 중심으로 밀도 있는 압축성장을 해왔습니다. 수산물 생산의 주요 기지로서 연안은 국민에게 안전한 수산물을 공급하는 공간으로서의 기능뿐만 아니라 그 이상의 잠재적 가치를 지니고 있습니다. 양식산업 성장 과정에서 발생하고 있는 연안 환경오염 문제는 양식산업의 지속가능성과 연안의 다원적 가치의 지속적 향유를 위해서 반드시 해결해야 할 과제입니다.

본 연구는 양식어장 환경개선을 위한 이행방안을 마련하기 위한 연구입니다. 이번 연구가 어장환경 개선을 통한 양식산업의 지속가능한

발전에 기여할 수 있기를 기대합니다.

이번 연구를 수행한 수산연구본부 마창모 부연구위원, 이상철 전문연구원, 김세인 연구원, 윤미경 연구원의 노고에 깊은 감사를 드립니다. 외부 자문위원으로 참여하여 많은 조언을 주셨던 해양수산부 류성봉 사무관님, 국립수산물과학원 전제천 과장님, 정래홍 연구관님, 오션아웃컴즈 박지현 캠페이너님에게도 깊은 감사를 드립니다.

2018년 12월
한국해양수산개발원
원장 양 창 호

목차

❖ 요약 · i

제 1 장 서 론 · 1

제1절 연구 필요성과 목적·····	1
1. 연구 필요성·····	1
2. 연구 목적·····	3
제2절 연구 범위와 내용·····	6
1. 연구 범위·····	6
2. 연구 내용·····	7
제3절 연구 방법·····	8
제4절 선행연구 검토·····	9
1. 정책 및 법·제도 연구·····	9
2. 환경영향 평가 및 평가기법 연구·····	12
3. 기술개발 연구·····	14
4. 시사점·····	16

제 2 장 국내 양식업 현황 및 양식어장 환경관리의 문제점 · 19

제1절 국내 양식업 현황·····	19
1. 생산 동향·····	19
2. 양식어업권 동향·····	22
제2절 연안환경조사 현황·····	25
1. 연안환경조사 개요·····	25
2. 해역별 연안환경조사 결과·····	27
3. 연안특성별 연안환경조사 결과·····	31

제3절 어장환경평가 현황.....	37
1. 어장환경평가 개요.....	37
2. 어종별 어장환경 분석결과.....	38
제4절 양식어장 환경관리의 문제점.....	42
1. 법적 문제점.....	42
2. 경제적 문제점	46
3. 기술적 문제점	47
제5절 시사점.....	49

제 3 장	국내외 양식어장 환경개선 사례분석 · 53
제1절 국내 양식어장 환경관리 사업.....	53
1. 양식어장 환경관리 관련 보조 사업.....	53
2. 양식어장 환경관리 관련 연구 사업.....	56
제2절 국외 사례분석.....	64
1. 노르웨이.....	64
2. 일본.....	71
제3절 시사점.....	77

제 4 장	양식어장 환경개선사업의 국민 인식도 조사 · 79
제1절 국민 인식도 조사 개요.....	79
제2절 국민 인식도 조사 결과.....	82
1. 환경에 대한 태도.....	82
2. 어장가치의 중요도.....	89
3. 연안어장 훼손과 보존대책.....	94
제3절 양식장 어장환경개선에 대한 지불의사 추정.....	98
1. 추정방법	98
2. 설문 설계.....	100
3. 편익 추정 결과.....	101
제4절 시사점.....	106

제 5 장 양식어장 환경개선을 위한 이행방안 · 109

제1절 기본 방향·····	109
제2절 양식어장 환경개선 이행방안·····	113
1. 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입·····	113
2. 양식장 어장환경개선을 위한 인증기준 마련·····	117
3. 생태통합양식 활성화·····	127
4. 오염원 관리책임 규정 마련 및 강화·····	131
5. 양식 어장환경관리 전담기관 설립·····	136
6. 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램 마련 및 운영·····	140
제3절 국내 가두리 양식장 어장환경개선 로드맵·····	143

제 6 장 결론 및 정책제언 · 147

제1절 연구 요약·····	147
제2절 결론·····	147
제3절 정책 제언·····	149
1. 양식어장 환경개선을 위한 다양한 직불제 도입·····	151
2. 제3섹터 파트너십을 통한 양식어장 환경개선 ·····	152
3. 현행 어장환경평가 실시 주체의 변경 ·····	154

❖ 참고문헌 · 157

❖ 부록 · 163

부록 1. 어장환경 보전·개선의 경제적 가치측정에 관한 설문조사·····	164
부록 2. KMI-Ocean Outcomes 공동워크숍·····	177

표 목차



〈표 2-1〉 품종별 양식 수산물 생산량 동향(2008~2017)	20
〈표 2-2〉 품종별 양식 수산물 생산금액 동향(2008~2017)	21
〈표 2-3〉 지역별 양식어업 면허건수 동향(2008~2017)	23
〈표 2-4〉 지역별 양식어업 면허면적 동향(2008~2017)	24
〈표 2-5〉 한국 연안생태계 평가 지표 및 기준	27
〈표 2-6〉 최근 10년간 연안환경조사 결과 (전국 평균)	28
〈표 2-7〉 최근 10년간 해역별 표층 연안환경조사 결과	29
〈표 2-8〉 최근 10년간 해역별 저층 연안환경조사 결과	30
〈표 2-9〉 최근 10년간 관리해역 및 일반연안의 표층 연안환경조사 결과	32
〈표 2-10〉 최근 10년간 관리해역 및 일반연안의 저층 연안환경조사 결과	34
〈표 2-11〉 최근 10년간 양식밀집 및 비밀집 해역의 표층 연안환경조사 결과	35
〈표 2-12〉 최근 10년간 양식밀집 및 비밀집 해역의 저층 연안환경조사 결과	36
〈표 2-13〉 어장환경평가 항목 및 점수 산정 기준	43
〈표 2-14〉 어장환경평가 등급 산정 기준	43
〈표 2-15〉 어장환경평가 등급별 조치사항	44
〈표 3-1〉 국내 양식어장 환경관리 사업(2018.6 기준)	56
〈표 3-2〉 노르웨이정부 수립 양식분야의 지속가능한 개발을 위한 5가지 중요 요소	64
〈표 3-3〉 국내 양식어장 환경관리 사업(2018.6 기준)	73
〈표 4-1〉 표본의 인구통계학적 특성	80
〈표 4-2〉 제시금액별 WTP 응답 분포	102
〈표 4-3〉 지불거부 의사 가구의 사유별 분포	103
〈표 4-4〉 WTP 추정 결과	103
〈표 4-5〉 가구당 평균 WTP 추정 결과	104

〈표 4-6〉 시도별 총가구 및 구성비, 2015~2045년	104
〈표 4-7〉 추정결과에 근거한 어장환경 정화 사업의 연간 총편익	105
〈표 4-8〉 편익의 현재가치	106
〈표 5-1〉 어장환경의 정의와 어장환경 개선사항	110
〈표 5-2〉 양식장 어장환경개선 저해 원인과 해결방법	112
〈표 5-3〉 양식어장 환경관리 로드맵	145

그림 목차



〈그림 1-1〉 환경오염의 외부비경제	5
〈그림 1-2〉 연구 추진체계	9
〈그림 2-1〉 국내 양식어업권 현황	22
〈그림 2-2〉 해양환경측정망 조사정점도	25
〈그림 2-3〉 해양환경측정망 및 해역특성 분포도 - 남해 중심	31
〈그림 2-4〉 지역별 연도별 어류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급	38
〈그림 2-5〉 어법별 패류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급	39
〈그림 2-6〉 지역별 피낭류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급	40
〈그림 2-7〉 품종별 해조류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급	41
〈그림 2-8〉 어장환경평가 업무처리 절차	42
〈그림 2-9〉 전라남도 어장 배치정보	48
〈그림 3-1〉 어장환경평가 체계 및 절차	57
〈그림 3-2〉 양식품종별 어장청소 방법(좌) 및 기준산정(우)	58
〈그림 3-3〉 어장 수용력 개념	59
〈그림 3-4〉 가두리 시설 배열 변경(안)	61
〈그림 3-5〉 친환경부표 인증 절차(안)	62
〈그림 3-6〉 수하실 실시간 빈산소수과 관측시스템 구성	63
〈그림 3-7〉 노르웨이 양식면허의 지역적 분포	66
〈그림 3-8〉 양식어장 평가 범위	68
〈그림 3-9〉 노르웨이 Haganes MOM (B) NS 9410 조사 사례	69
〈그림 4-1〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 1	82
〈그림 4-2〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 2	83
〈그림 4-3〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 3	83

〈그림 4-4〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 4	84
〈그림 4-5〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 5	85
〈그림 4-6〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 6	85
〈그림 4-7〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 7	86
〈그림 4-8〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 8	87
〈그림 4-9〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 9	87
〈그림 4-10〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 10	88
〈그림 4-11〉 어장가치의 중요도에 대한 설문문항 - 1	89
〈그림 4-12〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 2	90
〈그림 4-13〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 3	91
〈그림 4-14〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 4	91
〈그림 4-15〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 5	92
〈그림 4-16〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 6	93
〈그림 4-17〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 7	93
〈그림 4-18〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 1	94
〈그림 4-19〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 2	95
〈그림 4-20〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 3	96
〈그림 4-21〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 4	97
〈그림 4-22〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 5	97
〈그림 5-1〉 생태통합양식시스템 개념도	129
〈그림 5-2〉 어장환경평가기관 설립(안)	139
〈그림 5-3〉 소비자 참여형 인증제를 활용한 지속가능양식 전환 모형	142

양식어장 환경개선 방안에 관한 연구

1. 연구의 목적

- ▶ 본 연구는 국내 양식장 오염실태 및 양식어장 환경관리의 문제점, 양식어장 환경개선사업에 대한 국민 인식도 등을 토대로 정부와 어업인의 역할을 고려한 실질적인 양식어장 환경개선 이행방안을 마련하기 위한 연구임

2. 연구의 방법 및 특징

- ▶ 본 연구의 공간적 범위는 해면을 대상으로 하고, 환경문제 해결방안 마련을 위해서는 물리적, 생태적으로 동일하다고 판단되는 해양공간까지 공간적 범위를 확대시켜 연구하였음
 - 어장환경 개선과 관련된 선행연구 분석에서는 국내외 논문, 정

책보고서 등의 문헌을 조사하였으며, 전문가 면담 등을 통해 기존 정책의 한계점과 개선방향을 도출하였음

- 양식장 현황은 수산정보포털의 데이터를 활용하였으며, 위치별 건수 등에 대해서는 국립수산물과학원 어장정보, 해양수산부 및 지자체 내부자료 등을 활용하였음
- 어장환경 개선의 인식도 조사는 일반국민 1,000명에게 설문조사를 실시하였으며, 비시장재의 가치평가를 위해 가상가치평가법을 활용하였음
- 양식어장 환경개선을 위한 정부의 이행 방안 및 각 방안별 로드맵을 제시함으로써 기존 환경개선 사업의 수정·보완에 활용할 수 있을 것임

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 국내 양식업의 성장 속에 양식어장의 환경은 점차 악화되고 있으나 그 해결방안은 어장환경평가와 평가결과에 따른 조치, 어장청소 의무 등에 국한되어 있음
 - 특히 밀집한 연안어장은 오염에 대한 원인 규명과 추적이 어려운 상황으로 공유지의 비극이 발생하고 있음
 - 양식어장 환경개선을 위한 실질적인 조치는 제대로 이행되지 못하고 있는 상황임
- ▶ 국내 양식어장 환경개선은 「어장관리법」하에 다양한 보조사업과 연구사업이 수행되고 있음

- 양식어장 환경관리 관련 보조사업으로는 친환경 부표 보급 지원, 양식어장 재배치 지원, 양식어장관리(양식어장정화), 환경친화형 배합사료지원, 해조류 부산물 재활용 등이 있음
- 양식어장 환경관리 관련 연구사업으로는 어장환경평가, 양식품종별 어장청소 방법 및 주기조사, 지속가능 어장생산력 연구, 어장생산력 저하원인 조사, 양식시설 개선효과 검증 연구, 어업용 부표 품질 인증시스템 고도화, 어장환경 회복능력 조사, 실시간 빈산소 관측시스템 운영 등의 사업이 추진되고 있음
- ▶ 국외 양식어장 환경개선 사업 사례로는 양식 선진국 중 하나인 노르웨이와 일본을 볼 수 있음
 - 노르웨이는 양식 전 과정을 추적할 수 있는 MOM(Monitoring - Ongrowing fish farms - Modelling) 시스템을 도입하였고, 일본은 일본해양에코라벨협회를 통해 자체적인 인증체계를 구축하여 양식업의 사회적 책임, 양식동물의 건강과 복지, 식품안전 보장, 환경보전 등을 위한 인증기준을 마련하고 있음
- ▶ 양식어장 환경과 환경개선에 대한 소비자 인식을 조사한 결과 양식어장은 환경재화로서 보호와 보존의 가치가 있으며, 연안환경이 가지는 환경적 가치와 함께 이를 통해 창출되는 경제적 가치도 인식하고 있는 것으로 나타남
 - 또한 양식어장이 가지고 있는 다원적 가치는 가구당 5년간 매해 12,315원을 지불할 수 있는 것으로 추정되었으며, 전국 단위로 환산한 결과 5년간 약 1조 8백억 원이 창출될 수 있는 것으로 나타남
 - 연안어장 보호를 위한 정부의 투자가치는 추정된 최대지불의사금액이 될 수 있음

- ▶ 이상의 연구 결과를 통해 양식어장 환경개선을 위하여 정부가 수행해야 할 이행방안으로 다음 여섯 가지를 제시함
 - 첫째, 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입, 둘째, 양식장 어장 환경 개선을 위한 인증기준 마련, 셋째, 생태통합양식 활성화, 넷째, 오염원 관리책임 규정 마련 및 강화, 다섯째, 양식 어장환경관리 전담기관 설립, 여섯째, 소비자 참여형 양식어장 환경개선 프로그램 마련 및 운영
- ▶ 양식어장 환경개선을 위한 실질적인 효과를 거두기 위해서는 오염 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 현실적인 대안을 지속적으로 탐색할 필요가 있으며, 정책 제언으로 다음 세 가지를 제시함
 - 첫째, 양식어장 환경개선을 위한 다양한 직불제 도입, 둘째, 제3섹터 파트너십을 통한 양식어장 환경개선, 셋째, 현행 어장환경평가 실시 주체의 변경

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- ▶ 국민들에게 안전한 수산물을 공급하는 공간적 기능 및 다양한 다원적 기능을 담당하는 연안의 지속가능성 확보에 기여
- ▶ 양식어가의 자발적인 노력과 참여를 유도하기 위한 정책으로 전환할 수 있는 논거 마련
- ▶ 본 연구를 통해 기존 사업의 한계 및 문제점을 도출함으로써 환경개선의 실효성을 거둘 수 있는 대안 마련에 활용

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 수산물의 안전성 및 양식업의 사회적 책임, 환경보전 등을 담보할 수 있는 양식업의 이행을 요구하는 소비자들의 욕구 충족 기대
- ▶ 연안, 수산업, 수산물 등이 가지는 다원적 기능을 유지·강화함으로써 다양한 국민의 수요에 부응하는 정책으로의 전환 기대
- ▶ 향후 정부의 양식어장 환경개선 관련 정책 개발 및 사업 발굴에 기초자료로 활용 기대

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on Environmental Improvements of Aquaculture Farms

1. Purpose

- ▶ The primary purpose of this study is to analyze the causes that have prevented the environment of aquaculture farms from improving. The study aims to find the roles of the government and fishermen to improve the environment of fishing grounds, while seeking measures for actual implementation.

2. Methodologies and Features

- ▶ The spatial scope of this study is the surface of the sea. However, the study expanded the spatial scope to the marine space deemed physically and ecologically same when presenting solutions to environmental problems.

- The analysis of preceding studies includes studying domestic and foreign papers and policy reports relevant to improving the environment of fishing grounds. In addition, limitations and improvement measures of existing policies are presented through consultation with experts.
- The current status of aquaculture farms is based on the data from the Fisheries Information Portal. The study also utilized fisheries data from the National Institute of Fisheries Science for the number of cases per location, while using internal data of the MOF and local governments.
- The survey on the awareness of environmental improvements of fishing grounds was based on 1,000 respondents of the general public. Also, the study utilized the Contingent Valuation Method (CVM) to evaluate the value of non-marketable goods.
- Having suggested the government's measures for improving the environment of aquaculture farms as well as road map per each measure, the present study can be utilized to modify and supplement existing environmental improvement projects.

3. Results

1) Summary

- ▶ Despite the growth of Korea's aquaculture industry, the environment of aquaculture farms is worsening. However, solutions are limited to the environmental assessment of fishing grounds, measures following the result of the assessment and the obligation of cleaning fishing grounds

- In particular, closely concentrated coastal fishing grounds are difficult to verify the cause of pollution, which results in “The Tragedy of the Public Land”.
- At present, practical measures are not properly implemented to improve the environment of aquaculture farms.
- ▶ Under the Fishing Ground Management Act, various assistance projects and research projects are underway to improve the environment of aquaculture farms in Korea.
- Assistance projects relevant to the environmental management of aquaculture farms include as follows; supporting the distribution of eco-friendly buoy, supporting the rearrangement of aquaculture farms, management of aquaculture farms (purifying aquaculture farms), supporting environmental friendly formula feed and recycling byproducts of seaweed.
- Research projects relevant to the environmental management of aquaculture farms are carried out as follows; environmental assessment of aquaculture farms, investigating methods and cycle of cleaning aquaculture farms, studying the sustainable production capacity of aquaculture farms, verifying the effects of improving aquaculture facilities, advancing the quality certification system for fishing buoy, studying the recovery capacity of environment for fishing grounds and the operation of real-time monitoring system of hypoxia.
- ▶ The study looked into Norway and Japan, which are advanced countries in the aquaculture industry for studying foreign cases of improving the environment of aquaculture farms.

- Norway introduced the MOM system which enables the tracking of the whole aquaculture process. Having established Marine Eco-label (MEL) Council, Japan has made its own certification system for social responsibility of the aquaculture industry, health and welfare of aquaculture animals, food safety and environmental preservation and others.
- ▶ A consumer awareness survey on the environment and environmental improvement of aquaculture farms showed that aquaculture farms hold value for protection and preservation as an environmental commodity. In addition, consumers are aware of the environmental value of coasts along with the economic value generated from them
- When estimating the plural value of aquaculture farms, an aquaculture household is able to spend 12,315 won each year for 5 years. When this figure is converted into the unit of a nation, it could generate a total of approximately 1 trillion 80 billion won for 5 years.
- In other words, the government's investment for protecting coastal fishing grounds can be the estimated amount of maximum WTP (Willingness to Pay).
- ▶ Based on the results mentioned above, the present suggests the following six implementation measures that the government should carry out:
 - (1) adopting the direct payment system for improving the environment of aquaculture farms, (2) setting up certification standards for improving the aquaculture environment, (3)

vitalizing the Integrated Multi-Trophic Aquaculture, (4) establishing and strengthening regulations for the management and accountability of pollution sources, (5) establishing a dedicated organization for managing the environment of aquaculture farms and (6) creating and operating an environmental improvement program that consumers are able to participate.

- ▶ In order to bring substantial results in improving the environment of aquaculture farms, it is necessary to continue seeking for realistic measures to fundamentally address pollution. For this purpose, the study makes the following three policy suggestions;
 - (1) introducing various direct payment systems to improve the environment of aquaculture farms, (2) improving the environment through third sector partnerships and (3) changing the current principal agent of environmental assessment of fishing grounds.

2) Policy suggestions and relevant activities

- ▶ The study contributes to the sustainability of coasts which provide spatial and various plural functions for supplying safe fishery products to the public.
- ▶ This study provides solid grounds for switching the government's policies to the ones that can induce voluntary efforts and participation from aquaculture households.
- ▶ By presenting limitations and problems of existing projects, this

study can be utilized to come up with effective measures for environmental improvement.

3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ This study is expected to fulfill the needs of consumers who call for the aquaculture industry to ensure fishery products safety, social responsibility and environmental preservation.
- ▶ National policies can be switched to serve various needs of the public by maintaining and strengthening plural functions of coasts, fishery industry and fishery products
- ▶ This study is expected to serve as a basic data for developing the government's policy relevant to environmental improvement of aquaculture farms and discovering projects.

제 1 장

서 론

제1절 연구 필요성과 목적

1. 연구 필요성

지속가능한 발전을 목표로 하는 책임 있는 수산업은 대부분의 국가들이 공통적으로 인식하는 수산업 정책의 근간이다. 책임 있는 수산업은 어선어업 분야에 국한되어 있지 않고, 양식산업 분야에 있어서도 생태계 및 환경 보호를 통해 지속가능성을 확보하는 것이 주요한 정책 어젠다가 되고 있다. 개도국 양식업의 환경 오염 및 생태계 파괴 문제는 동남아시아에서 새우 양식장 개발이 맹그로브 파괴로 이어지면서 불거지기 시작했다. 반면, 주요 선진국들의 경우에는 그 이전부터 지속가능성의 관점에서 양식산업의 성장을 유도하고 있다.

세계적으로 양식산업을 선도하는 노르웨이는 양식업이 자연 생태계에 미치는 영향을 최소화하기 위한 정책을 추진하고 있다. 피오르

의 청정한 해역도 특정 해역의 장기 연작으로 바닷물이(Sea lice)가 발생함에 따라 양식 수산물이 폐사하는 현상이 발생하고 있다. 노르웨이는 양식면허당 최대 허용 자원량을 설정하고, 더 이상 생산을 못하도록 제도화했다.¹⁾ 대서양 연어의 양식장 탈출 문제도 환경단체의 가장 큰 우려사항 중 하나로 지속가능한 양식에 부정적인 영향을 미치고 있다. 육상 양식업이 발전한 덴마크는 양식장 주변의 수질검사를 통해 인, 질소의 검출량이 기준을 넘어가면 양식장을 폐쇄하는 강력한 환경보호법을 양식업에 적용하고 있다. 상대적으로 양식업이 발전하지 않은 미국의 경우에도 수산물 소비량의 대부분을 수입 수산물에 의존하고 있지만 양식업의 산업화 유도를 위한 규제 완화보다는 규제 성격의 환경정책이 강력하게 시행되고 있다.²⁾ 그 외 캐나다, 호주 등의 국가에서도 양식산업은 환경규제 등 환경정책을 더 중요한 정책수단으로 사용하고 있다.³⁾⁴⁾ 세계적으로 양식산업은 환경친화적 생산을 중요시하고 있으며, 경제적 생산까지 고려한 지속가능한 양식업을 이행하기 위해 노력하고 있다.

양식산업의 환경친화적 생산을 위한 노력은 환경단체 등을 통해 구체화되는 경향을 보이고 있다. WWF(World Wide Fund For Nature, 세계야생기금)와 ASC(Aquaculture Stewardship Council, 양식관리협의회) 등이 환경인증기준을 만들고 글로벌 유통회사와 연계하면서 ASC 인증은 양식업의 필수적인 인증조건이 되고 있다. 양식 수산물도 친환경 제품을 소비하고자 하는 에코 소비자의 입장에서 예외가 될 수 없다는 점을 보여준다.

1) Directorate of Fisheries(<http://www.fiskeridir.no/>), 2016. (검색일: 2018.09.01.)

2) NOAA, NOAA's Aquaculture Policy, 1998.

3) South Australian Legislation(<https://www.legislation.sa.gov.au/>), 2016. (검색일: 2018.09.01.)

4) Fisheries and Oceans Canada(<http://www.dfo-mpo.gc.ca/>), 2016. (검색일: 2018.09.01.)

우리나라 양식산업도 친환경 양식에 대한 소비자 요구가 강화되고, 해양공간의 다양한 이용을 요구하는 국민적 수요가 증대되면서 양식산업에서 환경정책이 강화될 전망이다. 국내 양식산업의 환경정책에서 우선적으로 해결해야 될 사업 중 하나는 내만에 밀집한 양식장 및 그 주변의 어장 환경개선 문제이다. 국내 연안의 양식장은 육상기인 오염물질의 퇴적과 장기 양식에 따른 잔여 사료 및 폐사체가 저질에 쌓이면서 오염이 심화되고 있다. 양식어장의 오염문제는 어장의 생산성을 떨어뜨리고, 각종 질병을 발생시켜 양식 수산물의 폐사를 발생시키고 있다. 이는 최종적으로 소비되는 식품의 안전성도 위협한다. 국내 양식산업의 지속가능한 발전을 위해서는 생태계와 환경을 고려한 친환경적 생산이 필요하다. 이와 같은 친환경적 생산은 양식장과 그 주변 해역의 어장 환경개선이 선행될 때 가능하다.

2. 연구 목적

국내 해면 양식어장의 환경오염과 관련된 중앙정부, 지방정부, 지역 어업인, 양식어가, 환경단체, 해양공간의 다양한 이용을 희망하는 국민 등 이해관계자들은 내만에 밀집한 양식장의 환경개선 필요성에 대체적으로 공감하고 있다.⁵⁾ 양식어장 환경문제 해결을 위한 어장관리법은 가두리 어류양식장에 대해 환경기준 설정 및 평가를 법으로 정하고 어장 청소 등 관리의무도 부과하고 있다.⁶⁾ 그럼에도 양식어장 환경이 실질적으로 개선되지 않고 있다. 모든 이해관계자들이 어

5) 해양수산부, “어장관리체계 및 제도개선 방안 연구”, 2014. PP.93~172.

6) 어장의 환경기준 설정 및 어장 관리의무는 어장관리법 11조(어장환경 기준의 설정 등)과 12조(어장의 관리의무)에서 규정하고 있음

장관리를 통해 환경오염 문제를 해결해야 한다는 공감대가 형성되어 있고, 어장환경 개선을 위한 법률이 존재함에도 어장환경 개선이 잘 이뤄지지 않고 있다는 점은 어장 환경개선을 저해하는 근본적인 문제가 있음을 미루어 짐작할 수 있다.

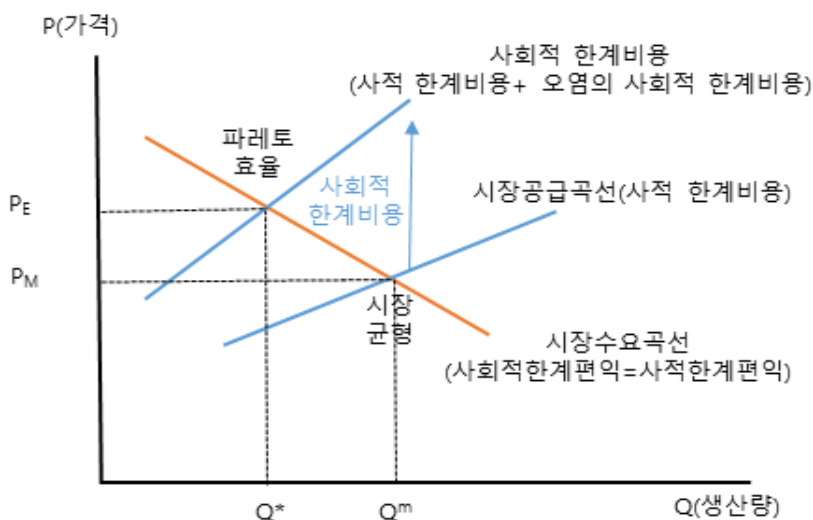
환경오염 문제를 시장실패에 따른 외부효과의 발생으로 본다면 공공경제학의 관점에서도 다양한 해법을 제시하고 정책적 방향을 재설정할 수 있다. 시장실패에 따른 외부효과는 사적 해결과 공적 해결을 통해 내부화가 가능하다. 환경문제 해결을 위해 사용 가능한 정책수단은 환경관련 부담금 등 조세부과, 부(-)의 조세인 보조금, 오염물질을 줄이는 장치에 대한 보조금, 재산권 부여를 통한 오염권 시장 창출, 배출권 거래제, 직접 규제를 통한 외부비경제의 직접 통제 등이 가능하다.⁷⁾ 그러나 법률에 의한 양식어가의 청소의무 부과 등 구체성이 결여된 선언적 규정만으로 실질적 환경개선 의무를 기대하기는 어렵다.

국내 가두리 양식장의 환경오염 문제는 육상기인 오염물질 외에 양식어가들이 수산물을 양식하는 과정에서 발생하는 잔여 사료 및 폐사체의 축적, 수산약품의 사용 등 양식장 자가오염원에 의해 주로 발생한다. 양식 수산물 생산의 행위가 저질 오염을 유발하고 이를 제거하기 위해서는 사회적 비용이 수반된다. 대부분의 양식어가들은 양식 수산물을 생산할 때 사회적 비용을 고려하지 않고 수산물 생산을 위한 비용만 고려한다. 이때 결정되는 가격은 양식 수산물을 생산하는 데 사회적 비용을 반영하지 못하여 [그림 1-1]에서와 같이 양식 수산물의 가격은 효율적인 수준에 비해 싸게 정해지고 생산량은 많아진다.

7) 임봉욱, 「공공경제학」, 지샘, 2004, pp. 140~154.

다른 환경문제와 마찬가지로 국내 가두리 양식장의 환경오염 문제도 시장실패에 따른 외부효과로 설명될 수 있다. 이러한 환경문제의 외부효과를 해결하는 방안은 피구세(Pigouvian Tax)를 통한 규제적 접근방법과 코우즈 정리(Coase theorem)로 설명되는 시장적 접근방법이 있을 수 있다.

〈그림 1-1〉 환경오염의 외부비경제



자료: 저자 작성.

환경문제와 관련된 다양한 접근이 있음에도 불구하고 「어장관리법」을 통한 어장환경의 직접 규제 및 구체화되지 않은 어업인의 청소의무만으로 하면 양식어장의 환경개선을 유도하기는 어려울 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 양식어장의 환경개선이 잘 이행되지 못하는 원인을 분석하고, 어장환경 개선을 위한 정부와 어업인의 역할 및 실질적 이행을 위한 방안 탐색을 주요한 연구 목적으로 한다.

제2절 연구 범위와 내용

1. 연구 범위

국내 양식산업은 공간적으로 해면, 육상(해수), 내수면(민물)으로 구분할 수 있다. 본 연구는 내만에 밀집한 양식장으로 인한 환경오염 문제의 해결방안 마련이 주요 목적이므로 공간적 측면에서는 해면을 대상으로 한다.

어장환경 개선방안의 연구 범위는 ‘어장’과 ‘어장환경’의 법적 개념에 따른다. 「어장관리법」 제2조(정의)의 1에 의해 ‘어장’이란 ‘수산업법 제8조에 따른 면허나 같은 법 제41조 제3항 제1호 및 제3호에 따른 허가를 받아 어업을 하는 일정한 수면(水面)’을 말한다.⁸⁾ 「어장관리법」 제2조(정의)의 7에 의거하여 ‘어장환경’은 ‘어장에 서식하는 생물체와 이를 둘러싸고 있는 바닷물, 해저지형 등 비생물적 환경 및 어장에서의 인간 행동 양식을 포함하는 것으로서 어장의 자연 및 생태’를 말한다.⁹⁾ 따라서 본 연구의 범위는 어업면허나 어업허가를 받아 어업을 하는 일정한 수면인 ‘어장’에 대해 어장의 자연 및 생태인 ‘어장환경’을 개선하기 위한 모든 활동의 개선방안 마련이 연구 범위에 해당한다.

「어장관리법」에서 환경기준의 설정 등이 해상 어류가두리 양식에 국한되어 있고, 어장은 개별 면허나 허가어장으로 한정되어 있다. 그러나 현실적으로 양식업은 물리적, 생태적으로 동일한 공간의 내만에서 다양한 양식업이 동시에 행해지고, 환경오염 문제를 어류 가두

8) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) (검색일: 2018.09.01.)

9) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) (검색일: 2018.09.01.)

리로 특정하기도 어렵다. 어장환경 개선 시에도 어류 가두리 양식만을 대상으로 할 경우 실천 가능한 해결방안 마련이 어렵다. 따라서 주요 연구 범위를 해면 양식장으로 하되 해결방안 도출에 있어서는 연구 범위를 물리적, 생태적으로 동일하다고 판단할 수 있는 해양공간까지 어장의 공간적 범위를 확대하여 포함시킨다.

2. 연구 내용

본 연구의 서론에서는 양식어장 어장환경 개선의 배경과 목적, 연구범위와 내용, 연구방법, 선행연구를 검토한다. 세계적으로 양식산업의 환경규제는 강화되고, 친환경 소비자의 니즈가 증대되는 상황에서 내만에 밀집한 양식장의 어장환경 개선은 선택의 문제가 아니라라는 점이 이번 연구의 주요 배경이 되었다. 다양한 정책적 노력과 법률 제·개정을 통한 환경기준 설정 및 청소 의무화에도 불구하고 실질적인 어장환경 개선사업이 잘 이행되지 못하는 원인을 분석하고 이행방안을 구축하는 것이 연구의 주요 목적이다. 양식어장 환경개선에 대한 선행연구는 정책 및 법제도 연구, 환경영향 평가 및 평가기법 연구, 기술개발 연구 등을 구분하여 검토하였고, 그 시사점을 도출하였다.

2장에서는 국내 양식업 현황 및 어장환경관리의 문제점을 살펴보았다. 국내 해면 양식장 환경실태는 전국 해역의 관측지점별 오염실태를 시계열 자료로 분석하였으며, 현재 어장환경관리의 문제점을 선행연구 검토 후 법적, 경제적, 기술적 문제점으로 구분하여 제시하였다.

3장에서는 국내외 양식어장 환경개선 사례를 분석하였으며, 국내 사례는 양식어장 환경관리 관련 보조사업과 연구사업을 구분하여 살

펴보았다. 해외 사례는 양식 선진국 중 하나인 노르웨이 사례와 우리나라와 유사한 환경에 있는 일본 사례를 각각 분석하였다.

4장에서는 어장환경 개선에 대한 일반 국민들의 인식도를 분석하고, 사회적 편익을 추정하였다. 국민들의 어장환경 개선에 대한 지불의사를 추정하여 양식어장 환경개선 사업 추진의 정책적 타당성과 국민적 지지의 확보 필요성에 따라 대국민 설문조사를 실시하였다.

5장에서는 양식어장 환경개선 이행방안을 제시하였으며, 양식어장 환경개선 이행을 위한 로드맵을 제시하였다.

6장에서는 결론과 정책제언을 통해 양식어장 환경개선을 위한 향후 정책방향과 연구과제를 제시하였다.

제3절 연구 방법

본 연구는 양식어장의 실질적인 환경개선을 위한 이행방안 마련을 위한 연구이다. 어장환경 개선과 관련된 선행연구 분석에서는 국내외 논문, 정책보고서 등의 문헌을 조사하였으며, 인터넷 조사를 통해 해외 선행연구를 파악하였다. 어장환경 개선 관련 연구는 다양한 분야에 선행연구가 있어 인문사회학적 부문과 자연과학적 부문으로 구분하여 관련 연구동향을 파악하였다. 양식장 현황은 수산정보포털의 데이터를 활용하였으며, 위치별 건수 등에 대해서는 국립수산물품질관리원 어장정보, 해양수산부 및 지자체 내부자료 등을 활용하였다. 국내외 양식어장 개선 사례는 국립수산물품질관리원이 수행하고 있는 어장환경 개선사업의 전체 내용을 국내사례로 포함시켰으며, 해외 어장환경관리 사례는 양식 선진국 중 하나인 노르웨이와 일본 사례를 중점적으로

분석하였다. 어장환경 개선의 인식도 조사는 일반국민 1,000명에게 설문조사를 실시하였으며, 비시장재의 가치평가를 위해 가상가치평가법을 활용하였다.

〈그림 1-2〉 연구 추진체계



자료: 저자 작성

제4절 선행연구 검토

1. 정책 및 법·제도 연구

국내외 양식어장 환경개선 관련 연구로 어장환경 개선을 위한 정책 추진방안 마련 및 법제도 정비 등을 위한 연구가 다수 진행되었다.

신영태(2004)¹⁰⁾는 어장생산성 하락 원인을 어장 수용능력을 고려하지 않은 무분별한 어업허가 및 면허 부여와 어업인의 법준수 의무

10) 신영태, 「어장정화사업의 효율적 추진을 위한 정책방향」, 한국해양수산개발원, 2004.

불이행에 따른 것으로 분석하였다. 동 연구에서는 어장별로 다양한 품종을 양식하고, 어장별 면허기간이 달라 일관성 있는 어장환경 개선사업 추진의 어려움과 어장정화사업의 필요성 등을 제시하였다. 어장정화사업 추진을 위해서는 대상 해역의 수질, 서식생물뿐만 아니라 폐기물 위치와 물량 등 정확한 사전조사가 필요하며, 정화업체의 장비, 설비 성능 및 용량에 대한 기준 설정과 등록업체에 대한 점검 및 제도화의 필요성을 언급했다. 어장정화 시행 전후의 오염지표 조사를 의무화하고 어장환경의 구체적인 개선 지표의 공표 필요성을 제시하였다.

뉴질랜드 양식업협회(2007¹¹⁾)는 통합산업과 관련된 환경법규를 종합 검토하고 통합산업이 환경에 미칠 수 있는 잠재적 영향에 따른 환경관리계획을 수립하였다. 통합 양식장 운영과 관련한 어장의 생태적 평가 및 어장위치 표시(부표 설치 등) 등의 필요성을 제시하였다.

뉴질랜드 1차산업부(2013a)¹²⁾는 어장환경 개선을 위한 해상 양식장 설립 및 운영에 관한 지침을 제시하였다. 신규 해상 양식장 조성 시 자원허가 프로세스(Resource consent process), 역효과 평가(UAE test), 양식업자 등록, 시험양식, 양식단체(Aquaculture unit)의 역할 등을 적용하도록 하였다.

조정희(2014)¹³⁾는 기존 양식어장 이용 및 관리체계를 진단해 어장관리 체계 개선 및 어장관리 거버넌스 구축 방안, 「어장관리법」 개정안 등을 제시하였다. 어업인, 공무원, 전문가 등 대상을 세분화해 「어

11) Greenshell™ Mussel Industry Environmental Code of Practice, Aquaculture New Zealand, 2007.

12) Ministry of Primary Industries, *Guide to establishing and operating a marine farm in new zealand*, 2013a.

13) 조정희, 「어장관리체계 및 제도개선 방안 연구」, 해양수산부, 2014.

장관리법」 관련 인식도 조사를 실시하였다. 설문에 참여한 어업인의 절반 이상은 어장환경 개선 필요성을 인식하고 있었으며, 어장환경 악화 원인으로 자가오염을 1순위로 보는 의견이 가장 많았다. 오염된 어장환경이 어장에 미치는 영향에 대해서는 아주 심각하게 또는 많은 영향을 주고 있다는 의견이 지배적이었다. 어장청소를 하지 않는 이유는 비용 부담, 오염의 정도가 심하지 않아서, 청소 범위를 넘는 오염원이라는 순으로 조사되었다. 설문에 참여한 공무원, 전문가 그룹의 경우에도 어장환경 개선 필요성에 대한 인식, 어장환경 악화 원인에 관한 질문에서 어업인 그룹과 동일한 결과가 나타났다. 향후 우리나라 어장관리를 위한 과제로는 과학적 어장관리 개선 및 평가체계 기반 조성, 참여형 어장관리 인프라 구축, 중앙부처와 지자체 간 협력적 거버넌스 체계 구축 등을 제안하였다.

이용곤(2014)¹⁴⁾은 2014년 개정된 「어장관리법」의 개정 이유와 주요 개정사항을 분석하였으며, 경상남도에서 관리하는 대상 어장의 효율적인 관리를 위해 면허연장 불허등급 판정조치 유예기간 설정을 제안하였다.

국립수산과학원(2015)¹⁵⁾은 어장환경평가 전문기관 인증제도 도입의 타당성을 분석하였으며, 조사·분석기관의 구성 요건 및 지정 방법을 조사하였다. 어장환경평가 비용 개선안과 어장환경평가 물량 분배 방안 및 조사·분석기관의 예산과 인력 확보방안을 제시하였다. 아울러 「어장관리법」과 동법 시행령 및 시행규칙을 검토해 제도적 기반 구축을 위한 법률(안)도 제안하였다.

류상욱(2016)¹⁶⁾은 동죽, 가무락 어장복원을 위한 적지탐색 및 어장

14) 이용곤, 「어장관리법 개정과 시행에 따른 경남의 과제」, 경남정책 Brief 2014-08, 경남발전연구원, 2014.

15) 국립수산과학원, 「어장환경평가 전문기관 인증체계 구축」, 2015.

관리방안 등을 제시하였다. 건강한 어장환경 유지를 위해 정기적인 조사를 통한 각 어장의 환경진단, 대응조치를 위한 시스템 구축, 각 어장을 담당하고 있는 마을 어촌계를 중심으로 한 수행체계 마련 등의 필요성을 제시하였다.

2. 환경영향평가 및 평가기법 연구

환경영향평가 관련 연구는 수질평가, 주성분분석, 식물성 플랑크톤이 미치는 영향 등에 관한 연구가 다수 수행되었다.

Yokoyama(2003)¹⁷⁾는 「지속가능한 양식 생산 보증법(Law to ensure sustainable aquaculture production)」 법률과 관련하여 용존 산소량(DO), 산화발성황화물(AVS-S), 대형동물상(macrofauna), 내만 도(ED) 측정 및 평가 등을 통해 환경수준을 평가하는 새로운 기준을 도출하였다.

최석원(2007)¹⁸⁾은 우리나라 양식어장 정화사업의 실태를 확인하고 대상 어장 종류별 설계내역서를 분석하였다. 설계물량산정, 공정·투입장비, 잠수작업을 통한 폐기물 인양, 어장바닥고르기, 황토살포 등 주요 공정별로 세분화하여 문제점 및 개선방안을 도출하였으며, 표준설계기준 및 전문시방서 작성을 위한 기준과 소요재원을 제시하였다. 또한 어장정화 이후 모니터링 및 경제적 효과분석 등의 평가가 필요하며, 서비스 산업에서 측정하는 수익모델 개발과 적용결과를

16) 류상욱, 「유류피해지역 동족, 가무락 어장복원을 위한 최적 서식조건 탐색 및 시범어장 조성 연구」, 해양수산부, 2016.

17) Yokoyama, Hisashi, "Environmental quality criteria for fish farms in Japan", *Aquaculture* 226.1-4, 2003, pp. 45-56.

18) 최석원, 「어장정화사업 설계기준 기초연구」, 해양수산부, 2007.

검증하는 연구 수행의 필요성도 제시하였다.

지보영 외(2013)¹⁹⁾는 대부분의 넙치 양식장이 시설 및 설비의 노후화와 종사자의 위생에 대한 인식 부족, 약품 및 사육도구 관리 부재 등으로 교차오염에 노출되어 있다고 지적하며, 어종별로 HACCP를 적용할 수 있는 표준지침서 등의 개발 필요성을 언급하였다. 또한 2~3인의 소수 인원으로 효과적인 위생관리를 위해 양식장 위생 및 환경관리, 시설 및 설비관리, 양식어류 위생관리, 약품·사료·용수관리, 입식 및 출하 관리 등 5개 이행절차 기준을 제시하였다.

뉴질랜드 1차산업부(2013b)²⁰⁾는 양식업의 생물학적 영향을 분석하였다. 뉴질랜드 양식업과 생태계의 전반적인 현황을 확인하고, 패류(shellfish) 양식업과 어류(finfish) 양식업을 구분해 각각 해양포유류와의 상호 작용, 바닷새에 미치는 영향, 생물보안성(biosecurity) 등을 검토하였다. 양식업과 관련되어 발생하는 누적영향(cumulative effects)으로는 환경 자체 정화능력을 넘어 발생하는 영양성분으로 인한 문제와 예측의 어려움을 꼽았으며, 신중한 부지 선정 및 체계적인 지역 공간계획 수립, 환경 모니터링 강화 등의 필요성을 제시하였다.

서종석(2015)²¹⁾은 국내 수산 양식장에 폭넓게 적용 가능한 경영시스템 및 프로세스를 개선할 수 있는 평가기준 마련을 위해 현재 시행되고 있는 평가제도를 분석하였다. 글로벌 평가제도(SQF 인증, Global GAP 인증, BAP 인증, ASC 인증)와 국내 평가제도(유기수산물 인증, 양식장 HACCP 인증)를 살펴보고, SQF 인증 모델을 선정하여

19) 지보영 외, 「넙치 양식장 HACCP 적용을 위한 위생관리에 대한 연구」, 『수산해양교육연구』, 제25권 제5호, 2013.

20) Ministry of Primary Industries, *Overview of ecological effects of aquaculture*, 2013b.

21) 서종석, 「수산양식장 평가기준 및 평가방식 개선에 관한 연구」, 부경대학교, 2015.

평가기준 비교 및 호환성 여부를 분석하였다. 또한 인증제도 기준 및 점수부여 방식에 대한 전문가 AHP 분석을 실시하였다.

Abdou 외(2017)²²⁾는 튀니지의 18개 양식장에 대한 환경평가를 위해 전과정평가(Life cycle assessment, 이하 LCA) 방법을 사용하였다. LCA 기법은 투입, 산출물로 발생 가능한 잠재적 환경영향을 정성적, 정량적으로 평가하는 기법이다. 동 연구에서 낮은 사료효율(FCR)은 영양염류인 질소(N)와 인(P)을 많이 발생시켜 녹조 발생 등 양식환경에 유해한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 깊이가 얇은 수조는 유기폐기물의 축적과 수질을 저하시키는 원인이 될 수 있어 수조의 높이(깊이)와 양식장 규모는 사료요구량과 깊은 관련성이 있는 것으로 확인되었다.

Challouf 외(2017)²³⁾는 수계 영양상태평가와 식물 플랑크톤의 다양성 지수 평가를 통해 가두리양식이 수질에 미치는 영향을 평가하였다. 튀니지 모나스튀르 해안의 11개 지역 해안수를 채취해 질소량, 인량 등 물리화학적 반응 검사와 식물성 플랑크톤의 종류 및 다양성 평가를 실시한 바 있다.

3. 기술개발 연구

어장환경 관련 기술개발 연구는 수질 개선에 관한 연구가 일부 진행되었다. 김도희 외(2004)²⁴⁾는 신안군 암태면, 증도면의 새우 양식

22) Abdou, Khaled et al., "Rearing performances and environmental assessment of sea cage farming in Tunisia using life cycle assessment (LCA) combined with PCA and HCPC," *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2017, pp. 1~14.

23) Challouf, Rafika et al., "Environmental assessment of the impact of cage fish farming on water quality and phytoplankton status in Monastir Bay (eastern coast of Tunisia)," *Aquaculture International*, 25.6, 2017, pp. 2275~2292.

장을 대상으로 수질조사(pH, 용존산소, 염분, 암모니아질소)와 저질 조사(황화수소, 산화환원치)를 실시하였다. 용존산소, 암모니아질소, 황화수소 등은 새우의 성장, 질병발병 및 폐사에 큰 영향을 미치는 요소들로서 이를 분석해 문제를 파악하고 개선방안을 모색하였다. 용존산소 농도는 새벽녘에 가장 낮고, 정오에서 오후 동안 가장 높은 수치를 보여 인위적 조절을 통한 적정농도 유지가 필요한 것으로 확인되었다. 암모니아 질소와 황화수소는 새우 성장에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 시간이 지날수록 발생 가능성이 높아지기 때문에 억제할 필요가 있는 것으로 나타났다. 또한 양식장 저층의 중앙 부분으로 경사 구매를 주어 중앙으로 침전물이 모여지게 한 후 간헐적으로 침전물을 배출하게 하는 구조 개선을 통해 황화수소, 암모니아, 산화 환원 등의 작용을 낮출 수 있는 것으로 확인되었다.

오승혜 외(2011)²⁵⁾는 용존공기부상법(Dissolved Air Flotation, 이하 DAF)을 통한 수산 양식장 수질개선 효과를 연구하였다. 용존공기 부상법은 물보다 가벼운 현탁성 부유물을 제거하는 방법으로 물에 다량의 공기거품을 발생시켜 만들어진 기포에 부유물을 부착·분리하는 수처리 방법이다. 태안 양식장에서 채취한 양식수에 알루미늄 표준 용액을 응집제로 활용하여 처리하였으며, 알루미늄 이온 농도를 조절해 부유물질 제거 정도를 비교하였다. DAF 기법은 기존 양식장 수질개선기술과 달리 다양한 오염인자를 한 번에 처리할 수 있는 장점이 있는 것으로 나타났다.

조대철 외(2012)²⁶⁾는 거제 인근 연안에 위치한 양식장의 퇴적물을

24) 김도희 외, 「서남해역 새우 양식장의 수질환경과 수질개선방안」, 『한국해양환경공학회지』, 7(4), 2004.

25) 오승혜 외, 「용존공기 부상법을 통한 수산 양식장 수질개선 효과 연구」, 대한상하수도학회·한국물환경학회, 2011.

26) 조대철 외, 「어류양식장 저질개선을 위한 과산화칼슘 투입에 의한 생태 환경병화 관찰」, 2012.

채취하여 과산화칼슘 투입에 따른 변화를 분석하였다. 오염된 양식장 저질복원을 위해 유용 미생물과 과산화칼슘계통에 대한 산소발생제(CaO_2)의 적용 가능성을 살펴보고, 양식장 저질개선 효과를 연구하였다. 산소발생제(CaO_2)에 의한 유기물(COD)과 영양염류(TN, TP)의 제거 효율이 높은 것으로 나타났으며, 유기물을 분해하는 호기성 미생물의 성장을 돕고 분해시간을 단축시키는 것으로 나타났다.

4. 시사점

국내외 양식장 어장환경 개선과 관련된 선행연구는 크게 정책연구, 법제연구, 환경영향평가 연구, 기술개발 연구 등으로 구분할 수 있다. 어장환경 개선 연구는 환경영향평가 및 평가기법 연구, 저질개선 및 양식장 수질개선을 위한 기술개발 등 자연과학적 연구가 주를 이루고 있으며, 정책연구 및 법제연구는 자연과학 연구에 비해 그 수가 많지 않다. 국내 정책연구에서는 어장환경을 저해하는 원인 분석 및 문제 해결을 위한 방법을 제시하는 연구가 대부분이며, 관련 선행연구들은 「어장관리법」 개정 및 어장정화사업 등 어장환경 개선을 위한 정책 수립에 사용되었다. 해외 선행연구들은 양식장과 환경을 고려한 환경관리계획의 도출, 어장환경 개선을 위한 양식장 운영 지침 등의 연구가 다수 진행되었다.

지난 10년간 국내 어장환경 개선을 위한 정책 및 법제 연구를 통해 국내 양식장 어장환경 개선사업의 문제점을 분석하고 이를 기초로 어장환경 개선을 위한 정책방향을 제시하였다. 그리고 이들 연구를 통해 「어장관리법」도 개정되어 환경기준 설정 및 기준 설정에 따른 관리규정도 마련한 바 있다. 그러나 일반적인 환경오염 관련 개선에 따른 경

제적 효과 및 비용편익분석 등이 수없이 진행되었음에도 불구하고, 양식어장 관련 환경개선사업의 비용편익 분석은 그 사례가 거의 없다. 자연과학적 연구에 있어서도 「어장관리법」에 저질환경에 대한 과학적 기준설정 및 등급 부여가 법적으로 이행되고 있음에도 어장평가 기준의 근거가 되는 자연과학분야 선행연구가 부족한 것으로 나타났다. 또한 법적 측면에서 수용 가능한 리스크 수준 등을 법체계 안에서 해결하는 방법에 대한 선행연구는 찾기 어려웠다. 다수의 어장환경 개선과 관련된 선행연구에도 불구하고 법적, 경제적, 과학기술적으로 근본적 문제 해결을 위한 깊이 있는 선행연구가 부족한 것으로 나타났다.

제 2 장

국내 양식업 현황 및 양식어장 환경관리의 문제점

제1절 국내 양식업 현황

1. 생산 동향

국내 양식생산량은 2017년 기준 천해양식어업이 231만 6천 톤, 내수면 양식어업이 2만 8천 톤으로 총 234만 톤을 기록해 최근 10년간 연평균 5.9% 증가한 것으로 나타났다. 양식생산량의 98.8%가 천해양식어업 생산량으로 대부분 해면에서 생산되고 있다.

천해양식어업 품종별 생산량은 해조류가 176만 톤(76%)으로 전체 천해양식어업 생산량에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 패류 43만 톤(18.5%), 어류 8만 6천 톤(3.7%), 기타수산동물 3만 5천 톤(1.5%), 갑각류 5천 톤(0.2%) 순으로 생산량이 많다. 최근 10년간 갑각류와 기타수산동물, 해조류는 연평균 11.6%, 9.4%, 7.5%의 성장률을 보인 반면, 어류는 같은 기간 연평균 1.5% 감소했다.

내수면 양식어업 품종별 생산량은 어류가 2만 3천 톤(82.5%)으로 가장 많은 비중을 차지했다. 그 외 패류 5천 톤(16.8%), 기타수산물 154톤(0.5%), 갑각류 25톤(0.1%) 순으로 생산량이 많다.

〈표 2-1〉 품종별 양식 수산물 생산량 동향(2008~2017년)

(단위 : 천 톤, %)

구분	2008년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	연평균 증감률
천해양식어업	1,381	1,515	1,547	1,668	1,872	2,316	5.9
어류	99	73	83	85	80	86	△1.5
갑각류	2	4	5	6	6	5	11.6
패류	344	291	356	342	361	428	2.5
기타수산물	15	16	16	30	39	35	9.4
해조류	921	1,131	1,087	1,205	1,387	1,762	7.5
내수면어업	18	18	21	24	26	28	5.1
어류	16	15	17	20	21	23	4.3
갑각류	0	0	0	0	0	0	8.5
패류	2	3	3	4	5	5	10.6
기타수산물	0	0	0	0	0	0	3.0

주: 2017년 통계값은 잠정치임

자료: 국가통계포털, 어업생산동향조사(검색일: 2018. 6. 5)

국내 양식 생산금액은 2017년 기준 천해양식어업 3조 원, 내수면 어업 4천억 원을 생산하여 총 3조 4천억 원을 기록해 연평균 7.7%의 증가율을 나타냈다. 전체 생산금액 중 천해양식어업의 비중은 88.2%로 생산량 비중 대비 낮게 나타났다.

천해양식어업 품종별 생산금액은 어류가 1조 원(34.1%)으로 가장 많았으며, 패류 8,997억 원(30.4%), 해조류 8,644억 원(29.2%), 갑각류 1천억 원(3.4%), 기타수산물 870억 원(2.9%) 순으로 많았다. 이

중 기타수산동물과 갑각류 생산금액의 최근 10년간 연평균 증가율은 각 16.2%, 15.3%로 높게 나타났다.

내수면 양식어업 품종별 생산금액은 어류가 3,759억 원(95.0%)으로 가장 많았고 패류 117억 원(2.9%), 기타수산동물 76억 원(1.9%), 갑각류 6억 6천만 원(0.2%) 순으로 나타났다.

단위중량당 가격(원/kg)은 내수면 기타수산동물이 49,207원으로 가장 높았고, 내수면 갑각류 26,506원, 해수 갑각류 19,366원, 내수면 어류 13,998원 순으로 높은 것으로 분석되었다. 반면 해조류(491 원/kg)의 단위중량당 가격이 가장 낮아 생산량 대비 생산금액 비중이 낮은 것으로 나타났다.

〈표 2-2〉 품종별 양식 수산물 생산금액 동향(2008~2017년)

(단위 : 백만 원, %)

구분	2008년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	연평균 증감률
천해양식어업	1,520,122	1,725,808	1,932,025	2,123,938	2,345,544	2,960,015	7.7
어류	764,565	749,139	777,728	896,753	904,453	1,008,975	3.1
갑각류	27,719	60,640	71,395	83,844	93,539	99,967	15.3
패류	368,785	441,904	562,556	578,688	628,873	899,705	10.4
기타수산동물	22,433	29,701	29,102	67,336	70,799	86,959	16.2
해조류	336,620	444,423	491,245	497,318	647,880	864,409	11.0
내수면어업	205,840	294,926	306,052	341,193	358,263	395,770	7.5
어류	193,790	276,118	286,274	320,764	335,349	375,864	7.6
갑각류	610	887	1,366	1,316	1,293	663	0.9
패류	6,927	7,427	8,740	10,466	12,247	11,666	6.0
기타수산동물	4,513	10,494	9,672	8,647	9,374	7,578	5.9

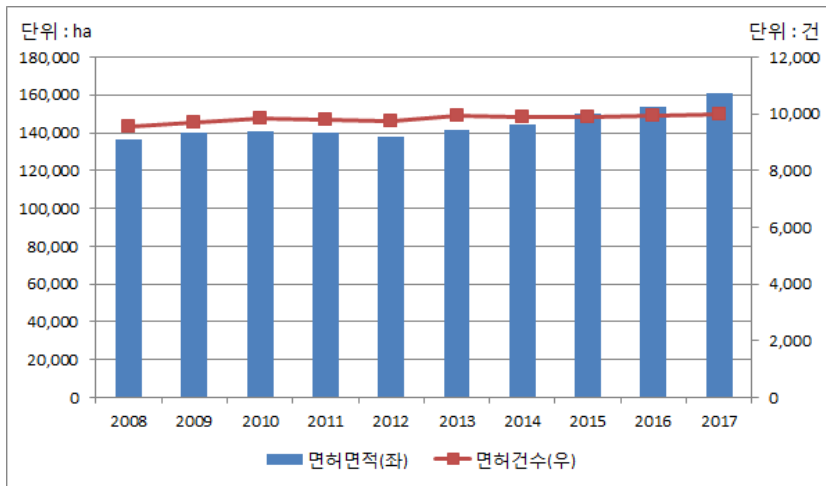
주: 2017년 통계값은 잠정치임

자료: 국가통계포털, 어업생산동향조사(검색일: 2018. 6. 5)

2. 양식어업권 동향

국내 양식어업 면허건수는 2008년 9,555건에서 매년 소폭 증가하여 2017년 9,992건으로 조사되어 연평균 0.5% 증가한 것으로 나타났다. 양식어업 면허면적은 2008년 13만 6천ha였으나 매년 증가해 2017년에는 24,546ha 늘어난 16만ha를 나타냈다. 양식어업 면허면적이 최근 10년간 1.9%씩 증가함에 따라 양식면허건당 면적이 2008년 14.2ha에서 2017년 16.1ha로 늘어나 양식장 규모가 점차 확대되고 있음을 알 수 있다.

〈그림 2-1〉 국내 양식어업권 현황



주: 마을어업, 정치망어업, 협동양식에 대한 면허건수 및 면허면적은 제외함

자료: 국가통계포털, 천해양식어업권통계(검색일: 2018. 6. 5)

11개 시도지역 중 양식어업 면허건수의 비중이 높은 지역은 전남과 경남으로 각각 전체의 54.7%, 23.0%를 차지했다. 전남의 양식어업 면허건수는 2008년 5,108건에서 연평균 0.8% 증가해 2017년

5,464건으로 조사되었으며 같은 기간 경남의 양식어업 면허건수는 2,174건에서 2,300건으로 연평균 0.6% 증가했다.

최근 10년간 강원, 충남, 전남, 경남을 제외한 지역에서는 면허건수가 감소하였다. 강원도의 양식어업 면허건수 연평균 증가율은 4.6%로 가장 높은 증가율을 보였다. 이는 패류양식 및 명게, 해삼 등 기타수산동물의 양식어업 면허건수가 증가한 데에서 기인한다. 전남과 경남은 어류양식 면허건수가 감소하였으나 패류 및 해조류 양식 면허건수가 증가함에 따라 전체 양식어업 면허건수가 증가추세를 보였다. 충남은 패류양식 및 어류양식 면허건수가 증가해 전체 양식어업 면허건수가 증가하였다.

〈표 2-3〉 지역별 양식어업 면허건수 동향(2008~2017) (단위 : 건, %)

구분	2008년	2014년	2015년	2016년	2017년	2017 비율
전국	9,555	9,907	9,876	9,955	9,992	100.0
부산광역시	130	115	115	112	115	1.2
인천광역시	258	203	201	201	200	2.0
울산광역시	64	58	56	56	56	0.6
경기도	88	12	15	15	21	0.2
강원도	144	178	193	213	215	2.2
충청남도	598	754	761	746	727	7.3
전라북도	471	401	382	372	386	3.9
전라남도	5,108	5,441	5,369	5,453	5,464	54.7
경상북도	473	472	467	465	462	4.6
경상남도	2,174	2,235	2,276	2,279	2,300	23.0
제주도	47	38	41	43	45	0.5

주: 1) 마을어업, 정치망어업, 협동양식에 대한 면허건수 및 면허면적은 제외함

2) 어류 양식어업권 통계에는 갑각류(새우), 기타수산동물(명게, 해삼 등)이 포함됨

자료: 국가통계포털, 천혜양식어업권통계(검색일: 2018. 6. 5)

11개 시도지역 중 양식어업 면허 면적의 비중이 가장 높은 지역은 전남으로 전체의 74.8%를 차지한다. 이 중 해조류양식 면허면적이 70% 이상을 차지하고 있으며 그 비중이 매년 증가해 2017년 전남 양식어업 면허면적 대비 전남 해조류양식 면허면적 비율은 75.4%에 달했다.

최근 10년간 양식어업 면허면적은 강원, 전남을 제외한 지역에서 모두 감소했다. 강원도의 양식어업 면허면적은 연평균 11.1% 증가해 2017년 6천ha를 기록했으며, 패류양식 및 갑각류, 기타수산동물물을 포함한 어류양식 면허면적의 증가에 기인한 것으로 분석되었다. 전남의 양식어업 면허면적은 2008년부터 10년간 연평균 2.8%의 증가율을 보였다. 전남의 어류 양식어업 면허면적이 연평균 3.2% 감소하였지만 해조류 양식어업 면허면적이 연평균 3.4% 증가하였고 패류 양식어업 면허면적 역시 1.1%의 증가율을 보여 전반적인 증가세를 나타냈다.

〈표 2-4〉 지역별 양식어업 면허면적 동향(2008~2017) (단위 : ha, %)

구분	2008년	2014년	2015년	2016년	2017년	2017 비율
전국	136,084	144,547	149,793	153,452	160,630	100.0
부산광역시	1,672	1,226	1,228	1,214	1,226	0.8
인천광역시	2,452	1,750	1,822	1,803	1,739	1.1
울산광역시	459	422	416	414	415	0.3
경기도	1,899	104	157	159	923	0.6
강원도	2,384	3,969	4,793	6,078	6,128	3.8
충청남도	9,723	9,419	9,528	9,262	8,822	5.5
전라북도	7,446	5,342	5,123	5,172	5,509	3.4
전라남도	93,980	106,836	111,127	113,728	120,172	74.8
경상북도	3,261	3,161	3,153	3,187	3,193	2.0
경상남도	11,810	11,671	11,777	11,708	11,756	7.3
제주도	1,001	647	671	727	736	0.5

주: 1) 마을어업, 정치망어업, 협동양식에 대한 면허건수 및 면허면적은 제외함

2) 어류 양식어업권 통계에는 갑각류(새우), 기타수산동물(멍게, 해삼 등)이 포함됨

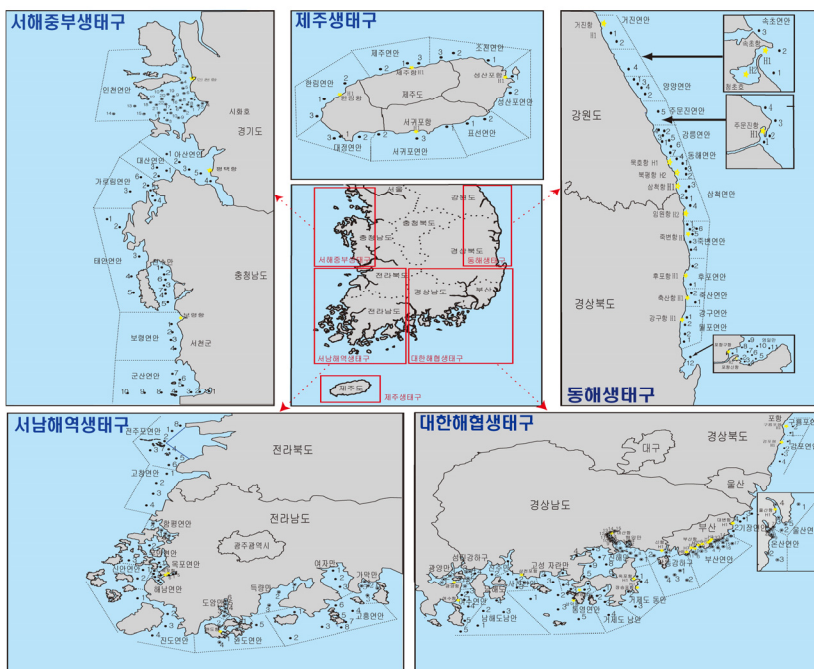
자료: 국가통계포털, 천해양식어업권통계(검색일: 2018. 6. 5)

제2절 연안환경조사 현황

1. 연안환경조사 개요

해양환경공단은 「해양환경관리법」 제9조 및 시행규칙 제5조에 따라 해양환경측정망을 구성·운영하고 있다. 해양환경측정망은 1997년부터 환경부의 해양오염측정망과 수산청의 연안어장오염조사를 통합하여 운영되어 왔다. 2017년 기준 항만환경측정망 50개 정점, 하천영향 및 반폐쇄성해역환경측정망 230개 정점, 연안해역환경측정망 145개 정점 등 총 425개 정점을 운영하고 있다.

〈그림 2-2〉 해양환경측정망 조사정점도



자료 : 해양환경공단(2018), 2017년 한국해양환경 조사연보, p.253

본 연구에서는 연안해역, 특별관리해역 및 환경보전해역 등 65개 연안에 대한 연안별 연평균값을 통해 양식어장의 환경 실태를 분석하였다. 대상 연안은 다시 서해, 동해, 남해 3개 해역으로 나누어 연안별, 해역별 해양환경조사 변수 연평균값을 비교했다. 또한 양식장이 밀집한 연안 정점과 그렇지 않은 연안 정점 간의 비교를 통해 양식어장과 어장환경의 연관성을 간접적으로 확인했다.

해양환경조사 변수는 수온(℃), 염분(‰), 수소이온농도(pH), 용존산소량DO(mg/ℓ), 화학적산소요구량COD(mg/ℓ), 용존무기질소DIN(μg/ℓ), 총질소TN(μg/ℓ), 용존무기인DIP(μg/ℓ), 총인TP(μg/ℓ), 규산규소 Si(OH)₄(μg/ℓ), 부유물질SPM(mg/ℓ), 클로로필Chl-a(μg/ℓ)로 총 12개이다. 본 연구에서는 주요 연안환경조사 변수인 수온, 용존산소량, 화학적산소요구량, 용존무기질소, 용존무기인, 클로로필 등 6개 항목에 대해 비교분석 하였다.

용존산소(DO: dissolved oxygen)는 물속에 녹아 있는 산소를 의미하며, 유기물에 의하여 뚜렷이 오염된 수역일수록 낮은 농도를 보인다.²⁷⁾ 화학적산소요구량(COD: chemical oxygen demand)은 수중의 유기물 오염을 나타내는 수질 지표의 하나이며, 유기물을 산화시킬 때 소모되는 산소량을 화학적 방법으로 측정한 것이다.²⁸⁾ 용존무기질소(DIN: dissolved inorganic nitrogen)는 해수 중에 용해된 무기질소로 암모니아질소, 아질산질소 및 질산질소의 합이다.²⁹⁾ 용존무기인(DIP: dissolved inorganic phosphorous)은 해수 중에 용해된 무기인이며, 용존무기질소와 함께 육상기인 오염에 대한 지표로서 활용된다.³⁰⁾ 클로로필(Chl-a, chlorophyll a)은 엽록소로 수계 환경 내의

27) 한국해양학회, 「해양과학용어사전」, 2007, p. 151.

28) 전계서, p. 92.

29) 해양환경공단, 「2017년 한국해양환경 조사연보」, 2018, p. 13.

식물 플랑크톤 세포에서 가장 보편적이고 많이 분포한다. 수계 환경 내의 식물 플랑크톤의 분포를 알 수 있기 때문에 총인 등의 화학적 성분들과 더불어 수계환경의 부영양화에 대한 지표가 될 수 있다.³¹⁾ 용존무기질소, 용존무기인, 클로로필의 기준값은 각 0.07ppm, 0.01ppm, 1.37ppm으로 기준값 미만의 경우 어장환경이 좋은 것으로 평가한다.

〈표 2-5〉 한국 연안생태계 평가 지표 및 기준

등급	지표	DIN(ppm)	DIP(ppm)	Chl.a(μg/ℓ)
좋음		<0.07	<0.01	<1.37
보통		0.07-0.21	0.01-0.02	1.37-4.1
나쁨		>0.21	>0.02	>4.1

자료: 국립수산물학원(2018), 연안어장 생태계 통합평가 및 관리 연구 : 남해 강진만을 중심으로, p. 32

2. 해역별 연안환경조사 결과

65개 연안에 대한 주요 해양환경변수 조사결과 육상기인의 오염은 줄어드는 반면 수온은 증가하는 추세를 나타냈다. 용존산소량은 소폭 감소하고 화학적 산소요구량은 증가해 연안환경 개선이 필요했다. 용존무기질소와 클로로필 등 육상기인 오염 지표의 증감폭은 표층 대비 저층에서 낮게 나타났고, 수온, 용존산소량, 화학적산소요구량의 증감폭은 저층에서 높게 나타나 표층 대비 저층 환경이 비교적 나쁜 것으로 분석되었다.

30) 해양환경공단, 「2017년 한국해양환경 조사연보」, 2018, p. 13.

31) <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1172955&cid=40942&categoryId=32311>
(검색일: 2018.10.14.)

〈표 2-6〉 최근 10년간 연안환경조사 결과(전국 평균)

수층	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
표층	수온(℃)	15.91	16.24	16.74	0.56	15.95	16.56
	DO(mg/ℓ)	8.57	8.70	8.49	-0.12	8.73	8.60
	COD(mg/ℓ)	1.20	1.15	1.34	1.22	1.13	1.27
	DIN(μg/ℓ)	106.15	91.21	77.82	-3.39	96.62	90.41
	DIP(μg/ℓ)	13.24	9.86	12.86	-0.33	10.93	11.28
	Chl-a(μg/ℓ)	3.80	3.48	1.87	-7.58	3.65	2.32
저층	수온(℃)	13.99	14.57	14.97	0.76	13.98	14.65
	DO(mg/ℓ)	8.24	8.34	8.02	-0.29	8.29	8.16
	COD(mg/ℓ)	1.19	1.72	1.53	2.76	1.06	1.23
	DIN(μg/ℓ)	121.45	89.94	90.21	-3.25	110.86	101.24
	DIP(μg/ℓ)	16.18	11.99	14.71	-1.05	14.01	13.85
	Chl-a(μg/ℓ)	3.29	3.28	1.66	-7.34	3.11	2.03

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

동서남해 해역별 표층의 연안환경조사 결과 서해, 남해, 동해 순으로 연안환경이 좋지 않은 것으로 나타났다. 서해의 수온은 10년간(2008~2017) 1.05℃ 올라 전국 평균 증가량 대비 0.2℃ 더 높았다. 용존산소량은 동해의 경우 최근 3년 평균이 과거 3년 평균 대비 높아졌으나 서해와 남해에서 각 0.3ppm, 0.09ppm 낮아졌다. 화학적산소요구량은 동해의 10년간 연평균 증가율이 1.58%로 다른 해역 대비 높았으나 2017년 기준 수치는 서해가 1.57ppm, 남해가 1.47ppm으로 동해 대비 0.22~0.42ppm 높았다. 용존무기질소는 동해의 감소율이 가장 높았고 서해의 감소율이 가장 낮았다. 용존무기인은 동해에서만 증가하고 다른 해역에서는 감소한 것으로 나타났으나 과거와 최근 3년 평균값으로 비교하면 동해의 감소율이 가장 높고 수치 역시 낮은 것으로 나타났다. 최근 3년간 평균값을 살펴보면 서해의 용존무기질소가 0.15ppm으로 과거 3년 대비 약 0.025ppm 증가했고

용존무기인이 0.014ppm에서 0.016ppm으로 증가해 타 지역 대비 육 지기인 오염 수준이 높은 것으로 분석되었다. 클로로필 감소율은 남해 가 가장 높고 동해가 가장 낮았으나 수치는 동해가 0.001ppm으로 가장 낮았다.

〈표 2-7〉 최근 10년간 해역별 표층 연안환경조사 결과

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
동해	수온(℃)	15.78	16.33	16.21	0.30	15.69	15.67
	DO(mg/ℓ)	8.66	8.35	8.62	-0.04	8.75	8.79
	COD(mg/ℓ)	1.00	0.86	1.15	1.58	0.84	1.05
	DIN(μg/ℓ)	75.71	55.34	49.82	-4.54	75.42	54.39
	DIP(μg/ℓ)	9.23	6.56	9.44	0.25	8.75	7.63
	Chl-a(μg/ℓ)	2.21	1.68	1.47	-4.42	2.09	1.17
서해	수온(℃)	14.53	14.91	15.58	0.78	14.73	15.77
	DO(mg/ℓ)	8.84	9.18	8.77	-0.09	9.12	8.82
	COD(mg/ℓ)	1.39	1.62	1.57	1.35	1.45	1.55
	DIN(μg/ℓ)	146.53	169.07	128.98	-1.41	124.05	150.88
	DIP(μg/ℓ)	16.92	14.81	16.27	-0.43	13.61	15.95
	Chl-a(μg/ℓ)	5.59	5.33	2.72	-7.69	5.04	3.63
남해	수온(℃)	17.00	17.09	17.94	0.60	17.05	17.82
	DO(mg/ℓ)	8.33	8.70	8.30	-0.05	8.52	8.43
	COD(mg/ℓ)	1.25	1.11	1.37	1.03	1.21	1.30
	DIN(μg/ℓ)	93.45	58.40	66.19	-3.76	88.86	73.03
	DIP(μg/ℓ)	13.32	8.03	12.61	-0.61	10.39	10.28
	Chl-a(μg/ℓ)	3.92	3.67	1.78	-8.38	4.15	2.48

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

동서남해 해역별 저층의 연안환경조사 결과 서해, 동해, 남해 순으로 연안환경이 좋지 않게 나타났다. 저층 수온은 동해가 가장 낮았고 증가율 역시 낮았다. 서해의 수온은 1.14℃ 높아져 전국 평균의 수온 증가량인 0.98℃ 대비 0.16℃도 높았다. 용존산소량은 남해에서 감소율이 가장 높은 것으로 나타났으나 과거와 현재의 3년 평균값으로

비교한 결과 동해를 제외한 해역에서 감소했고, 그 감소폭이 남해, 서해가 각 0.24ppm, 0.2ppm이었다. 화학적산소요구량은 남해에서 가장 큰 폭으로 증가했으며, 그 수치 역시 가장 높았다. 최근 10년간 용존무기질소는 동해의 감소폭이 가장 낮았고 용존무기인의 경우 동해를 제외한 해역에서 감소한 것으로 나타났다. 하지만 과거와 현재의 3년 평균의 경우 동해와 남해를 제외한 서해에서만 증가한 것으로 나타나 육지기인 오염이 가장 심각한 것으로 분석되었다. 클로로필은 동해의 연평균 감소율이 가장 낮은 것으로 나타났으나 수치는 동해가 가장 낮고 서해가 가장 높았다.

〈표 2-8〉 최근 10년간 해역별 저층 연안환경조사 결과

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
동해	수온(℃)	11.73	12.41	12.40	0.63	11.47	11.57
	DO(mg/ℓ)	8.21	8.21	7.99	-0.30	8.30	8.47
	COD(mg/ℓ)	1.01	3.27	1.32	3.07	0.78	0.97
	DIN(μg/ℓ)	115.38	65.82	101.31	-1.43	113.42	92.86
	DIP(μg/ℓ)	14.81	10.44	16.83	1.43	15.15	13.87
	Chl-a(μg/ℓ)	1.83	1.73	1.10	-5.51	2.05	0.96
서해	수온(℃)	13.92	14.56	15.06	0.88	14.10	15.23
	DO(mg/ℓ)	8.49	8.85	8.47	-0.03	8.69	8.49
	COD(mg/ℓ)	1.40	1.53	1.83	3.06	1.41	1.57
	DIN(μg/ℓ)	145.25	144.77	115.45	-2.52	123.65	138.00
	DIP(μg/ℓ)	18.30	15.26	15.42	-1.89	15.12	16.35
	Chl-a(μg/ℓ)	4.97	5.08	2.55	-7.15	4.11	3.37
남해	수온(℃)	15.54	15.97	16.57	0.71	15.59	16.34
	DO(mg/ℓ)	7.98	8.14	7.74	-0.34	7.98	7.74
	COD(mg/ℓ)	1.21	1.02	1.50	2.46	1.09	1.21
	DIN(μg/ℓ)	105.82	66.30	69.13	-4.62	97.81	81.62
	DIP(μg/ℓ)	16.09	10.32	12.91	-2.41	12.65	12.20
	Chl-a(μg/ℓ)	3.20	3.38	1.59	-7.47	3.45	2.08

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

3. 연안 특성별 연안환경조사 결과

1) 분석 개요

특별관리해역 및 환경보전해역과 일반연안, 양식장 밀집지역과 비밀집지역 간의 연안환경조사 결과 비교 분석을 위해 해양환경공단의 국가해양환경정보통합시스템(MEIS)을 기반으로 정점 분석을 실시하였다. 분석 변수는 해양환경공단의 해양환경측정망과 특별관리해역 및 환경보전해역 위치, 양식장 위치도 등이다.

특별관리해역 및 환경보전해역은 낙동강하구, 행암만, 마산만, 부산신항연안, 광양만, 부산연안, 진해만, 울산연안, 온산연안, 가막만, 완도연안, 도암만, 득량만, 함평연안, 인천연안, 시화호 등 16개 연안이다. 양식장 밀집 해역은 진해만, 거제도남안, 통영연안, 고성자란만, 고흥연안, 진도연안, 기장연안, 신안연안, 무안연안, 군산연안, 낙동강하구, 진해만, 가막만, 완도연안, 도암만, 득량만 등 16개 연안이다.³²⁾

〈그림 2-3〉 해양환경측정망 및 해역 특성 분포도 - 남해 중심



자료: 해양환경공단 국가해양환경정보통합시스템(<http://gis.meis.go.kr/ffarm/map>) 자료를 바탕으로 저자 재작성

32) 국가해양환경정보통합시스템 기준 연안별 정점의 반 이상에서 인접한 양식장 면적이 50ha 이상인 경우 양식 밀집지역으로 설정함.

2) 특별관리해역 및 환경보전해역 연안환경조사 결과

관리해역과 비관리해역의 표층 연안환경조사 결과 관리해역의 수질이 더 좋지 않은 것으로 나타났다. 관리해역의 표층 수온은 일반연안의 약 2배의 연평균 증가율을 보였으며, 2017년 기준 일반해역과 0.21℃의 차이를 나타냈다. 용존산소량은 일반연안에서 큰 변화가 나타나지 않은 반면 관리해역에서 연평균 0.25% 감소했다. 화학적산소요구량은 최근 3년간 평균값 기준 관리해역에서 일반 연안 대비 0.43ppm 높았으며 최근 10년간 증가율 역시 1.7배 수준이었다. 용존무기질소는 2017년 기준 특별해역이 0.143ppm, 일반연안이 0.057ppm으로 특별해역에서 약 2.5배 높은 수준이었다. 용존무기인과 클로로필은 관리해역에서의 감소율이 높았으나 그 수치는 일반연안이 더 낮았다.

과거와 현재의 3년 평균값을 비교하면 관리해역에서의 용존무기질소와 용존무기인이 증가하여 육지기인의 오염이 심화되고 있음을 알 수 있다. 또한 관리해역의 용존무기질소와 용존무기인은 한국 연안 생태계 평가기준으로 보았을 때 보통 수준이며 과거 나쁨 수준에 있었던 수치의 일부가 개선되었음을 알 수 있다.

〈표 2-9〉 최근 10년간 관리해역 및 일반연안의 표층 연안환경조사 결과

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
관리 해역	수온(℃)	15.63	16.34	16.90	0.87	15.54	16.62
	DO(mg/ℓ)	8.56	9.01	8.37	-0.25	8.90	8.61
	COD(mg/ℓ)	1.38	1.53	1.61	1.76	1.51	1.60
	DIN(μg/ℓ)	133.38	125.62	142.63	0.75	124.55	145.19
	DIP(μg/ℓ)	16.09	12.21	15.20	-0.63	13.59	14.50
	Chl-a(μg/ℓ)	6.54	5.39	2.57	-9.85	6.85	3.75

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
일반 연안	수온(℃)	16.01	16.21	16.69	0.46	16.09	16.54
	DO(mg/ℓ)	8.58	8.60	8.52	-0.07	8.68	8.60
	COD(mg/ℓ)	1.14	1.02	1.25	1.01	1.01	1.17
	DIN(μg/ℓ)	97.26	79.97	56.67	-5.83	87.50	72.52
	DIP(μg/ℓ)	12.31	9.10	12.09	-0.20	10.07	10.23
	Chl-a(μg/ℓ)	2.90	2.86	1.64	-6.15	2.61	1.85

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

관리해역과 비관리해역의 저층 연안환경조사 결과 표층과 마찬가지로 관리해역에서 수질이 더 좋지 않은 것으로 나타났으나 저층에서의 관리해역과 일반연안 간의 차이는 표층보다 적었다.

일반연안에서 최근 10년간 수온이 0.63℃ 증가하는 동안 관리해역에서는 1.46℃ 증가했다. 용존산소량은 일반 연안에서 2008년 대비 2017년에 0.23ppm 감소한 것으로 나타났으나 과거와 최근 3년간의 평균값을 기준으로 비교하면 0.07ppm만 감소하였고, 관리해역에서는 0.29ppm 감소해 약 4배의 감소량을 보였다. 화학적산소요구량은 역시 일반 연안 대비 관리해역에서 2배 이상의 감소율을 나타냈다. 용존무기질소는 관리해역에서, 용존무기인과 클로로필은 일반 연안에서 더 큰 폭으로 감소했다. 하지만 과거와 최근 3년 평균으로 비교하면 관리해역에서 용존무기질소가 시간이 흐름에 따라 증가한 것으로 나타났다. 또한 용존무기질소, 용존무기인, 클로로필의 수치가 관리해역에서 더 높게 나타나 일반해역 대비 육지기인 오염이 많은 것으로 분석되었다. 그러나 관리해역의 용존무기인과 클로로필은 나쁨과 가깝거나 나쁨 수준이던 것이 보통 수준으로 개선되어 관리해역 지정이 수질개선에 도움이 되었음을 알 수 있다.

〈표 2-10〉 최근 10년간 관리해역 및 일반 연안의 저층 연안환경조사 결과

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
관리 해역	수온(℃)	14.49	15.39	15.95	1.07	14.44	15.63
	DO(mg/ℓ)	7.97	8.31	7.82	-0.21	8.21	7.92
	COD(mg/ℓ)	1.19	1.35	1.80	4.72	1.33	1.48
	DIN(μg/ℓ)	139.38	122.76	126.34	-1.09	125.30	134.90
	DIP(μg/ℓ)	18.33	14.96	14.67	-2.44	15.86	15.61
	Chl-a(μg/ℓ)	5.17	4.54	2.34	-8.44	5.04	3.06
일반 연안	수온(℃)	13.82	14.30	14.65	0.65	13.83	14.33
	DO(mg/ℓ)	8.32	8.34	8.09	-0.32	8.31	8.24
	COD(mg/ℓ)	1.20	1.84	1.44	2.06	0.97	1.14
	DIN(μg/ℓ)	115.60	79.23	78.41	-4.22	106.14	90.25
	DIP(μg/ℓ)	15.48	11.02	14.73	-0.55	13.40	13.28
	Chl-a(μg/ℓ)	2.67	2.87	1.43	-6.69	2.48	1.70

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

3) 양식밀집지역 연안환경조사 결과

양식밀집해역과 비밀집해역 간 연안환경조사 결과 표층과 저층 모두에서 육지기인의 오염이 감소하였으며 양식밀집해역의 표층 용존무기인을 제외한 육지기인 오염 지표에서 양식밀집해역의 감소율이 높게 나타났다. 반면 용존산소량의 감소율과 화학적산소요구량의 증가율은 양식밀집해역에서 더 높았다.

표층 수온은 양식밀집 해역이 0.94℃, 비밀집해역이 0.79℃ 상승해 양식밀집해역의 증가율이 더 높았다. 용존산소량은 최근 10년간 양식밀집해역에서 0.55% 감소한 반면 양식비밀집해역에서는 비슷한

수준을 유지했다. 화학적산소요구량은 양식비밀집해역 대비 양식밀집해역에서 약 2.5배의 증가율을 나타냈다. 용존무기질소는 양식비밀집해역에서 더 높게 나타났으며, 양식밀집해역의 감소율이 더 높았다. 용존무기인은 양식밀집해역에서 연평균 0.77% 증가하였으며 과거와 최근 3년 평균값을 비교하면 그 증가폭이 양식밀집해역이 양식비밀집해역보다 더 높았다. 클로로필은 양식밀집해역과 비밀집해역 모두 큰 폭으로 감소하였다. 특히 2008년 기준 나쁨 수준의 클로로필 수치가 2017년 보통 수준까지 개선되었다.

〈표 2-11〉 최근 10년간 양식밀집 및 비밀집해역의 표층 연안환경조사 결과

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
양식 밀집	수온(℃)	15.85	16.38	16.79	0.64	15.95	16.83
	DO(mg/ℓ)	8.57	8.80	8.16	-0.55	8.71	8.39
	COD(mg/ℓ)	1.19	1.11	1.45	2.19	1.12	1.33
	DIN(μg/ℓ)	105.41	87.56	71.86	-4.17	95.20	82.73
	DIP(μg/ℓ)	13.16	11.03	14.10	0.77	10.75	11.65
	Chl-a(μg/ℓ)	4.34	3.27	1.88	-8.85	4.05	2.36
양식 비밀 집	수온(℃)	15.94	16.20	16.73	0.54	15.96	16.47
	DO(mg/ℓ)	8.57	8.67	8.59	0.02	8.74	8.67
	COD(mg/ℓ)	1.20	1.16	1.30	0.89	1.14	1.26
	DIN(μg/ℓ)	106.39	92.40	79.77	-3.15	97.09	92.92
	DIP(μg/ℓ)	13.27	9.48	12.45	-0.70	10.99	11.16
	Chl-a(μg/ℓ)	3.62	3.55	1.86	-7.12	3.52	2.30

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

저층 수온은 양식밀집해역과 비밀집해역에서 비슷한 수준으로 증가하였다. 2017년 기준 저층 수온은 양식밀집해역이 15.89℃, 양식비밀집해역이 14.67℃로 1.22℃의 차이를 나타내 표층 대비 수온차가 컸다. 용존산소량은 양식밀집해역에서 최근 10년간 연평균 0.89%의 감소율을 나타내며 감소하였으나 이는 양식비밀집해역의 감소율 대비 약 9배 수준이다. 화학적산소요구량은 양식밀집해역에서 연평균 3.88%의 증가율을 보였으며, 2017년 기준 1.6ppm 수준으로 10년간 약 0.46ppm 증가했다. 용존무기질소와 용존무기인, 클로로필의 감소율은 양식밀집해역에서 더 높게 나타났으며 그 수치는 양식비밀집해역보다 낮은 수준이다. 이를 통해 양식밀집해역의 저층은 육지 기인 오염물질이 양식 비밀집해역 대비 적은 것을 알 수 있다.

〈표 2-12〉 최근 10년간 양식밀집 및 비밀집해역의 저층 연안환경조사 결과

해역	항목	2008	2012	2017	연평균 증감률(%)	2008~2010 3년 평균	2015~2017 3년 평균
양식 밀집	수온(℃)	14.80	15.52	15.89	0.80	14.91	15.80
	DO(mg/ℓ)	8.40	8.31	7.75	-0.89	8.29	7.88
	COD(mg/ℓ)	1.14	1.05	1.60	3.88	1.06	1.29
	DIN(μg/ℓ)	110.68	86.99	73.40	-4.46	99.18	88.57
	DIP(μg/ℓ)	15.44	12.82	13.81	-1.23	12.71	13.01
	Chl-a(μg/ℓ)	4.04	3.25	1.76	-8.80	3.54	2.18
양식 비밀 집	수온(℃)	13.72	14.25	14.67	0.74	13.68	14.27
	DO(mg/ℓ)	8.18	8.34	8.11	-0.10	8.29	8.25
	COD(mg/ℓ)	1.21	1.93	1.50	2.40	1.06	1.21
	DIN(μg/ℓ)	124.97	90.91	95.70	-2.92	114.67	105.38
	DIP(μg/ℓ)	16.42	11.72	15.01	-1.00	14.43	14.13
	Chl-a(μg/ℓ)	3.04	3.30	1.62	-6.76	2.97	1.99

주: DO는 용존산소량, COD는 화학적산소요구량, DIN은 용존무기질소, DIP는 용존무기인, Chl-a는 클로로필을 의미함

자료: 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

제3절 어장환경평가 현황

1. 어장환경평가 개요

국립수산과학원은 2013년 개정된 「어장환경법」에 따라 2014년부터 어업면허 유효기간 만료가 1년 남은 양식어장을 대상으로 어장환경평가를 실시하고 있다. 어장환경평가 항목은 총유기탄소량(TOC: Total Organic Carbon)과 저서동물지수 두 가지이며 항목별 점수에 따라 어장환경을 1~4등급으로 나눈다.

총유기탄소량(TOC)은 수중에 존재하는 유기물의 주된 구성물질인 탄소량을 일컫는 것으로 수질의 오락 정도를 나타내는 지표가 된다.³³⁾ 화학적산소요구량(BOD), 생화학적산소요구량(COD)에 내포되어 있는 불명확한 인자들을 포함하지 않는 수중 유기물의 추정방법³⁴⁾으로 기존 유기물 측정법에 비해 정확도 및 정밀도가 높고 시료의 장기간 보관이 가능하다.³⁵⁾

저서동물지수(BHI: Benthic Health Index)는 국내에서 개발된 생물학적 환경평가방법으로 세계적으로 활용되고 있는 AMBI와 ITI 모델을 개량한 방법이다. 이는 가두리 양식장에서 발생하는 유기물의 영향범위를 산정하는 데 효과적인 것으로 나타났다.³⁶⁾

이 두 가지 방법 중 양식생물과 연관관계가 있는 총유기탄소량을 기준으로 어장환경 분석결과를 어종별, 지역별로 살펴보았다.

33) 환경용어연구회, 환경공학용어사전, '총유기탄소', <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=627160&cid=42361&categoryId=42361>(검색일: 2018. 12. 18).

34) 한국광물자원공사, 광물자원용어사전, '총유기탄소', <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1595783&cid=50330&categoryId=50330>(검색일: 2018. 12. 18)

35) 해양수산부, 『어장환경평가 조사 및 지침 수립』, 2013. p.18.

36) 해양수산부, 『어장환경평가 조사 및 지침 수립』, 2013. p.21.

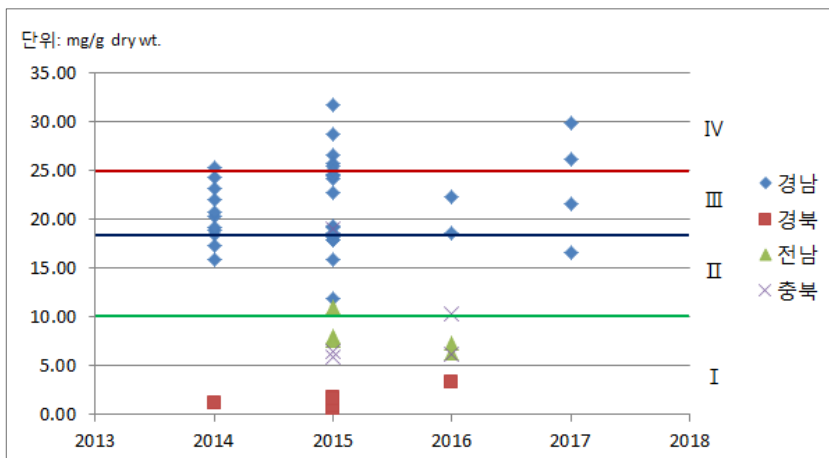
2. 어종별 어장환경 분석결과

1) 어류

어업면허 만료기한이 도래한 어류양식어장의 어장환경평가 결과 지역별로 TOC 기준 등급이 달랐다. 대상어장은 총 55개 어장으로 경남 35개소, 경북 8개소, 전남 7개소, 충북 5개소였다.

경남은 TOC의 범위가 5~31.75mg/g dry로 전체 대상지역 중 수치가 가장 높고 그 범위 역시 넓게 나타났다. 이는 2~4등급에 준하는 수준으로 3, 4등급의 어장에 대해서는 개선이 시급했다. 경북은 1~3.33mg/g dry로 1등급에 해당하는 수준으로 나타났다. 전남은 6~11.04mg/m dry 범위로 TOC가 조사되었으며, 1개소를 제외하고는 1등급 수준이었다. 충북은 TOC가 6~19.07mg/g dry 범위로 조사되었으며 2014년 1개소에서 19.07mg/g dry가 검출된 것을 제외하고는 1등급 수준에 가까웠다.

〈그림 2-4〉 지역별 연도별 어류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급



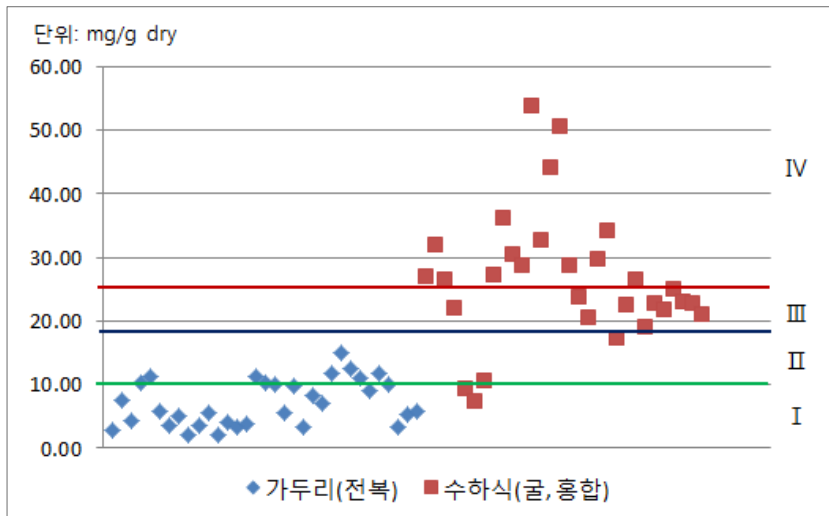
자료: 국립수산물과학원 내부자료. 어장환경평가 추진현황

2) 패류

어장환경평가 대상 확대에 따른 대응으로 해양수산부는 패류, 해조류, 피낭류의 어장환경평가 지침서 작성을 실시하였다. 이 중 패류 양식장 어장환경평가 지침서 작성을 위해 패류 가두리양식장과 수하식양식장을 대상으로 사전조사를 실시하였다. 조사대상은 완도 가두리양식장 33개 정점과 전남 여수, 경남, 강원 고성의 수하식양식장 30개 정점이었다.

패류 가두리양식장의 TOC는 1.95~15.05mg/g dry로 2등급 수준인 9개 정점을 제외하고는 모두 1등급 수준으로 나타났다. 패류 수하식양식장은 TOC가 7.35~53.9mg/g dry로 편차가 크게 나타났으며 2개 정점만이 1등급 수준이었다. 또한 15개 정점이 4등급 수준의 TOC를 보여 표본의 절반에서 오염이 진행된 것으로 분석되었다.

〈그림 2-5〉 어법별 패류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급



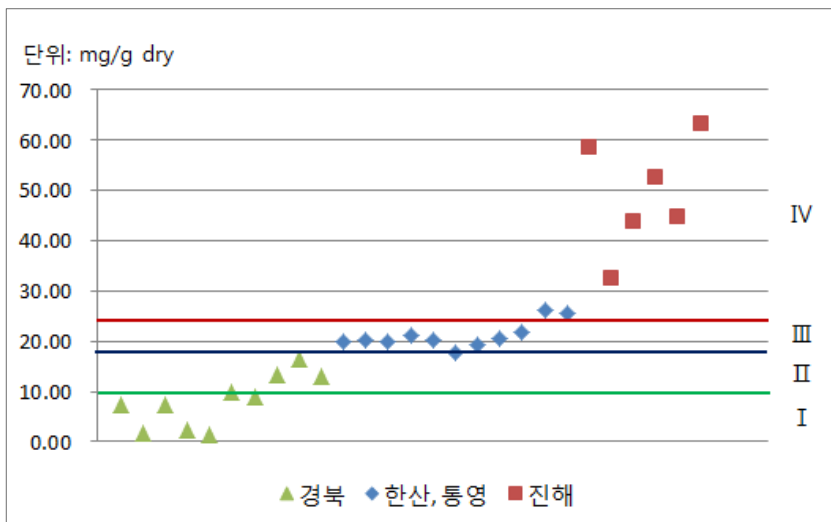
자료: 해양수산부(2016), 『패류 및 해조류양식장 어장환경평가 지침서 작성 연구』, pp. 21~27

3) 피낭류

피낭류 어장환경평가 지침서 작성 연구에서는 피낭류양식장 27개 정점의 저질토를 채취하여 TOC를 분석하였다. 이 중 경남은 17개 정점, 경북은 10개 정점으로 명계, 미더덕, 오만둥이 등을 양식한다.

포항, 울진 등 경북 피낭류양식장의 TOC는 1.3~16.55mg/g dry로 2등급 수준의 3개 정점을 제외한 7개 정점은 1등급 수준으로 나타났다. 한산도와 통영 인근 피낭류양식장은 TOC가 17.6~26.1mg/g dry로 가장 낮은 곳이 3등급 수준인 것으로 분석되었다. 진해만 피낭류양식장은 TOC가 32.6~63.1mg/g dry인 것으로 분석되어 모든 정점이 4등급 수준의 오염이 진행된 것으로 나타났다. 또한 4등급의 기준 수치인 20mg/g dry의 2배 수준인 40mg/g dry 이상인 정점이 5개 정점으로 조사되어 진해만 피낭류양식장의 오염을 확인할 수 있었다.

〈그림 2-6〉 지역별 피낭류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급



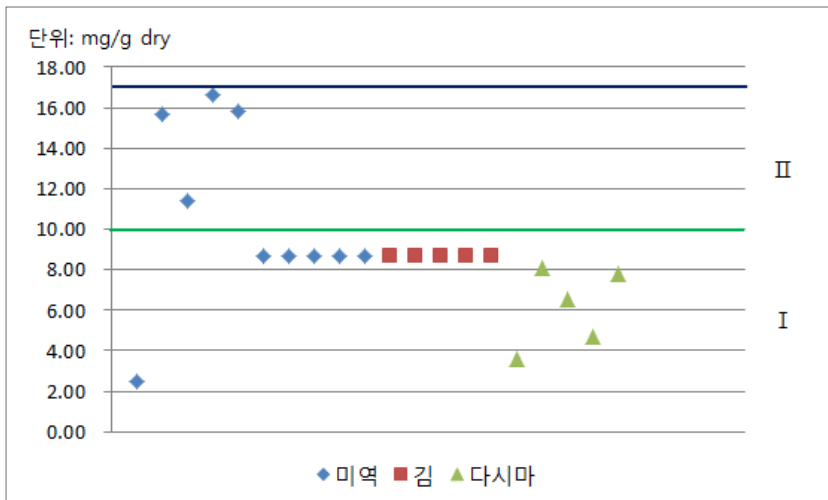
자료: 해양수산부(2017), 『피낭류양식장 어장환경평가 지침서 작성 연구』, pp. 17~19, 26~27

4) 해조류

해조류 어장환경평가 지침서 작성 연구를 위해 기장 미역양식장 5개 정점, 득량만 미역 및 김 양식장 10개 정점, 해남 다시마 양식장 5개 정점 등 총 20개 정점에 대한 TOC를 조사하였다.

해조류양식장 정점 조사결과 모든 정점의 TOC가 17mg/g dry 미만으로 분석되어 2등급 이내의 수준을 보였다. 미역양식장의 TOC는 2.45~16.65mg/g dry로 1등급 수준인 정점이 6개소인 것으로 나타났다. 김양식장은 TOC가 8.7mg/g dry로 나타났다. 하나의 양식장에서 품종별 저서동물지수 조사를 위해 복수의 샘플을 채취한 결과로 정점 간 거리가 가까워 TOC 수준이 거의 같았다. 다시마 양식장의 TOC는 3.6~8.05mg/g dry로 조사되어 편차가 적고 모두 1등급 수준의 수질을 보였다.

〈그림 2-7〉 품종별 해조류양식장 총유기탄소량 및 어장환경평가등급



자료: 해양수산부(2016), 『패류 및 해조류양식장 어장환경평가 지침서 작성 연구』, pp. 39~40, 45~46

제4절 양식어장 환경관리의 문제점

1. 법적 문제점

양식 어장환경관리는 「어장환경법」에 따른다. 법 제3조에 의거하여 해양수산부 장관은 어장관리 기본계획을 5년마다 수립해야 하며, 제4조에 따라 지자체장은 제3조에 의해 수립된 기본계획과 그 세부 시행지침 수행을 위한 시행계획을 수립해야 한다. 또한 지자체장은 법 제11조의2에 따라 어업면허 또는 어업허가의 유효기간이 끝나는 날의 1년 전까지 어장환경평가를 실시해야 하며 시행령 제14조에 의거해 어장환경평가 및 과태료 부가·징수 업무를 국립수산물과학원장에 위탁한다.³⁷⁾

〈그림 2-8〉 어장환경평가 업무처리 절차



자료: 국립수산물과학원 홈페이지(https://www.nifs.go.kr/page?id=method_step), (검색일: 2018.10.1.)

37) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) (검색일: 2018.09.01.)

어장환경평가는 총기유탄소량(mg/g dry)과 저서동물지수의 두 가지 평가항목에 의해 이루어진다. 평가항목별 기준에 따라 점수를 산정하고 점수의 합으로 어장환경평가지수를 도출한다. 어장환경평가지수에 따라 어장환경평가 대상 어장의 등급을 1등급에서 4등급까지 분류한다.

〈표 2-13〉 어장환경평가 항목 및 점수 산정 기준

구분		1점	2점	3점	4점
평가항목	총기유탄소량 (mg/g dry)	10.00 이하	10.01~17.00	17.01~25.00	25.01 이상
	저서동물지수	71 이상	51~70	26~50	25 이하

자료: 국립수산물과학원, 해양수산자료실, 어장평가관리시스템
(https://www.nifs.go.kr/page?id=method_step)

〈표 2-14〉 어장환경평가 등급 산정 기준

구분	1등급	2등급	3등급	4등급
어장환경 평가지수	2~3점	4~5점	6~7점	8점

자료: 국립수산물과학원, 해양수산자료실, 어장평가관리시스템
(https://www.nifs.go.kr/page?id=method_step)

어장환경평가 등급에 따라 어업면허 유효기간 연장 기간 및 어장환경개선을 위한 조치사항이 결정된다. 지자체장은 어장환경평가 등급에 따라 어장면적 조정 및 위치조정 등의 조치를 취해야 한다.

1등급 어장에 대해서는 10년의 범위에서 어업면허 유효기간 연장을 허가할 수 있고, 2등급 어장에는 10년 이내의 어업면허 유효기간 연장 허가과 함께 어장환경 개선을 위한 권고 조치를 취할 수 있다. 이때의 권고조치는 사료 찌꺼기가 포함된 퇴적물의 수거·처리와 사료 퇴적의 최소화 단계이다. 3등급 어장에는 5년 범위에서 어업면허

유효기간을 연장할 수 있고, 어장환경 개선 권고조치 및 면허어장 내에서 기존 시설물의 위치를 이동할 것을 지시할 수 있다. 4등급 어장에는 어장환경 개선을 위한 노력정도를 감안하여 4년의 범위 내에서 어업면허 유효기간의 연장을 허가하고 어장환경 개선 및 어장위치 조정을 지시할 수 있다. 어장위치 조정 시 기존 면허 어장 이외의 다른 대체어장을 발굴하고 그곳으로 이동해야 한다. 다만, 2회 이상 4등급 판정을 받은 어장에 대해서는 어장 바닥의 퇴적물을 준설하거나 어장위치 조정 방안을 권고할 수 있다.³⁸⁾

〈표 2-15〉 어장환경평가 등급별 조치사항

평가등급	조치사항
1등급	10년의 범위에서 어업면허 유효기간 연장 허가
2등급	10년의 범위에서 어업면허 유효기간 연장 허가 - ①어장환경 개선 권고
3등급	5년의 범위에서 어업면허 유효기간 연장 허가 - 어장환경 개선 및 ②어장 내 시설물의 위치 이동을 지시
4등급	어장환경개선 노력정도를 감안하여 4년의 범위에서 어업면허 유효기간 연장 허가 - 어장환경 개선 및 어장 내 시설물의 위치 이동을 지시 다만, 2회 이상 4등급 판정을 받을 경우 어장 바닥의 퇴적물을 준설하거나 ③어장위치를 조정 하는 방안을 강구(권고)

자료: 국립수산물과학원, 해양수산물자료실, 어장평가관리시스템
(https://www.nifs.go.kr/page?id=method_step)

「어장관리법」의 2014년 개정을 통해 신설된 제11조의2에 따라 어장평가를 실시하고 법 제10조에 따라 어업면허 유효기간 연장 시 어장환경 개선을 위한 조치를 취해야 한다. 하지만 어장환경평가 등급별 조치사항은 대부분 지시 혹은 권고, 면허기간 단축 정도의 소극적

38) 국립수산물과학원, 해양수산물자료실, 어장평가관리시스템
(https://www.nifs.go.kr/page?id=act_rslt)

조치이기 때문에 양식 어민의 어장환경관리 소홀에 대한 직접적인 불이익을 주기 어렵다. 법의 강제성이 적고 규제 대상이 되는 어민의 저항이 강하기 때문에 규제의 실효성이 부족해 어장환경개선이 지체되고 있다.

법 제5조에 따라 해양수산부 장관은 어장관리해역을 지정할 수 있다. 2013년 개정 이전에는 지자체장의 소관이었으나 지자체 내에 어장관리해역 지정 시 발생할 수 있는 부정적 이미지 부각을 우려해 어장관리해역 지정에 소극적이고 어장관리에 미온적이라는 문제가 발생했다. 이에 따라 어장관리해역 지정을 해양수산부 장관이 하도록 개정함으로써 체계적이고 효율적인 어장관리가 될 수 있도록 해당 조항을 개정하였다.³⁹⁾

「어장관리법」 및 하위법령 개정에 따라 2014년 법 시행을 앞두고 해양수산부는 어장관리해역 지정어장의 후보지로 진해만, 진동만, 구룡포를 선정하였으나⁴⁰⁾ 이후 어장관리해역 지정 사항이 고시되지 않았다. 현재까지 해양수산부는 어장관리해역 지정에 대한 고시를 발표하고 있지 않아 어장환경 개선이 미비한 실정이다.

반면 「해양환경관리법」 제15조에 의거한 특별관리해역의 지정 및 관리의 경우 법적으로 그 권한을 해양수산부 장관에게 부여하고 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」에 따라 관리하고 있다. 해양수산부는 2년마다 특별관리해역 지정 현황을 공표하고 있으며, 국가해양환경정보통합시스템(MEIS)에서도 같은 사항을 공개하고 있다.⁴¹⁾ 특별관리해역에 대한 정보와 관리기본계획, 추진 경과 등의 자

39) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) 「어장관리법」 제정·개정 이유. (검색일: 2018.09.01.),

40) 해양수산부 보도자료, 「어장환경평가제도 도입 등으로 어장환경개선 기여」, 2014. 8. pp. 6~7

41) 국가해양환경정보통합시스템, 환경관리해역(http://www.meis.go.kr/rest/mansea_info),

료를 공개하고 해역 환경개선을 위한 노력을 기울이고 있다. 어장관리해역 지정을 통한 효과적인 어장환경 개선을 위해서는 적절한 어장환경조사 및 관리해역 지정, 개선 과정에 대한 정보 공개가 필요하다.

2. 경제적 문제점

오랜 기간 내만 양식이 진행되어옴에 따라 양식장 저질에 퇴적된 유기물과 오염물질 제거 및 어장환경 개선이 필요한 시점이다. 가두리 양식장에서 발생하는 폐사체, 사료 찌꺼기 등이 퇴적되고 좁은 공간에 밀집된 가두리 양식장으로 인해 조류 소통이 원활하지 않아 부영양화와 같은 환경문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 「어장관리법」 제12조 제1항과 동법 시행령 제12조에 따라 어업면허권자는 3~5년을 주기로 어장청소를 실시해야 하며, 이를 위반할 경우 법 제33조에 의거하여 500만 원 이하의 과태료를 부과 받을 수 있다.⁴²⁾

대부분의 가두리 양식어업인은 어장환경 개선의 필요성에 대해서는 인지하고 있지만, 육상수조식 양식어업인 대비 영세하고 양식 규모가 작아 어장청소 비용에 대한 부담을 크게 느끼고 있다. 이로 인한 어장관리 책임 회피가 지속되면서 어장 저질 오염이 심화되어 손을 대기 어려운 상황으로 이어졌다.

또한 어장환경 개선사업이 진행됨에 따라 저질의 퇴적물이 부유물을 발생시켜 어장 내 탁도 증가 및 오염물질 이동으로 이어지고 이로 인한 폐사 및 질병 등에 대한 우려도 있다. 이를 방지하기 위해서는

검색일: 2018. 6. 11).

42) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) (검색일: 2018.09.01.),

어장환경 개선사업 진행 동안에는 휴식년제 등을 도입해 어장에서의 양식생산을 중단해야 한다. 양식장 어장환경의 정도에 따라 이 기간이 단기간 혹은 장기간으로 이어질 수 있다. 이로 인해 어업인은 어장환경 개선사업 비용과 더불어 생산 중단에 대한 기회비용이 발생하고 양식 중단기간 동안의 생계 수단을 추가적으로 마련해야 하는 어려움이 있다.

하지만 어장환경 오염이 심화됨에 따라 양식의 다양한 해양 이용객의 편익이 줄어들고 어장개선사업 비용이 증가해 사회적 비용이 과다하게 발생할 수 있다. 장기적인 사회적 비용을 줄이고 편익을 증대하기 위해서는 경제적인 범위 내에서의 어장환경 개선이 필요하다.

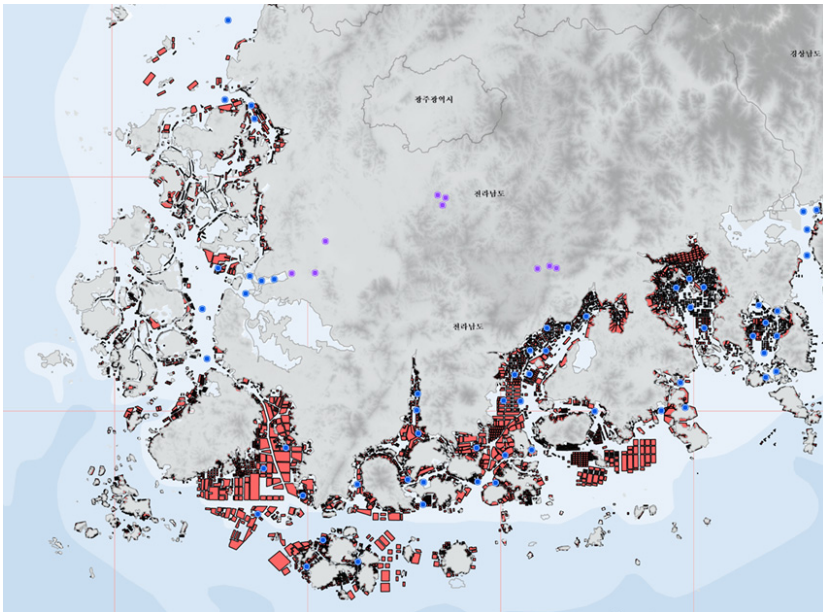
3. 기술적 문제점

우리나라 연안은 대부분 가두리 양식장을 비롯한 양식면허, 마을어업, 정치망어업 등 다양한 어업유형이 공존하며 어장으로 활용되고 있다. 양식면허 내에서도 대상 품목에 따라 어류, 갑각류, 패류, 해조류, 기타수산동물 등 다양한 품목을 생산하는 양식장이 서로 인접하여 위치하고 있다. 전남의 경우 2016년 지자체별 면허정보를 기준으로 양식어업 어장 5,336개소, 마을어업 어장 1,189개소, 정치망어장 40개소가 위치하고 있다. 이 중 가두리 어장은 868개로 대부분 어류와 전복을 생산하고 있다.⁴³⁾ 전남 내에서도 완도의 경우 전복 가두리 양식장과 다시마, 김 등 해조류 양식장이 인접해 있으며, 함평만의 30km² 범위 내에 어류 가두리 양식, 건홍식 굴 양식, 바지락 살포

43) 국립해양조사원, 해아름, 어장정보(<http://www.khoa.go.kr/oceanmap/main.do#>, 검색일: 2018. 6. 11).

식 양식, 지주식 김 양식, 전복 가두리 및 다시마 연승식 양식 등 다양한 양식장이 어장을 공유하고 있다. 이러한 우리나라 양식어장의 특성으로 인해 어장환경 개선에 어려움이 발생한다.

〈그림 2-9〉 전라남도 어장 배치정보



주: 양식어업, 마을어업, 정치망어업이 포함된 어장임
 자료: 국립수산물과학원 홈페이지 (검색일: 2018. 6. 11)

과실 책임의 원칙에 따라 어장 내 오염이 발생했을 경우 그 오염의 원인제공자가 오염에 대한 책임을 가지게 된다. 이에 따라 어장환경 관리 및 개선의 주체는 어장 오염 원인제공자가 된다. 우리나라의 어장은 다양한 품종을 생산하는 소규모 양식어업인이 어장을 공유하고 있어 어장 내 오염이 발생할 경우 이에 대한 책임 소재가 불분명하다는 문제가 있다. 저질 퇴적물 및 오염 물질에 대한 원인을 추적할 수 있는 기술이 있다면 이에 대한 책임 소재를 구분할 수 있으나 현재

수준에서는 어려운 상황이다. 따라서 어장환경 개선 및 관리에 대한 주체는 한 명의 어업인이 되기 어려우며 어장을 공유하고 있는 어업인 모두가 책임을 가지게 되고, 이는 누구도 책임을 지지 않는 공유지의 비극으로 이어지게 된다. 기술적으로 양식어장 오염에 대한 원인 규명과 그 원인 제공자에 대한 추적이 가능할 때 어업인이 책임감을 가지고 어장 관리에 동참할 수 있을 것이다.

제5절 시사점

국내 양식어업 생산량과 면허면적은 해조류를 중심으로 증가하고 있다. 특히 국내 양식어업 면허건수의 절반 이상을 차지하는 전라남도는 최근 10년간 면허면적이 30% 이상 증가하여 전국 양식 면허면적 대비 약 75% 수준의 면적을 가지고 있다.

양식어업 생산량과 양식어업 면허건수 및 면적을 비교한 결과 단위당 생산량이 꾸준히 증가한 것을 확인할 수 있었다. 1ha당 생산량은 2008년 10톤/ha에서 2017년 14톤/ha로 10년간 1.4배 증가하였다. 양식면허 1건당 생산량은 2008년 145톤/건에서 232톤/건으로 81톤/건이 증가했다. 좁은 어장에 집중된 양식장으로 인해 오염이 심화되고, 전남의 대부분의 내만이 환경보전해역 및 특별관리해역으로 지정되었다. 경남과 전남은 양식장이 밀집된 해역을 다수 가지고 있어 양식어장 환경관리의 필요성이 높다.

연안환경조사 결과 전체 연안에서 전반적으로 육지기인 오염이 줄어드는 추세를 보이고 있다. 한국 연안생태계 평가 기준에 따라 분석

하였을 때 대부분의 연안이 보통이고 일부 연안에서 나쁨 수준으로 나타났지만 시간이 지남에 따라 보통 수준 이상으로 개선되었다. 양식장이 밀집한 서해와 남해의 표층 및 저층 환경은 동해 대비 좋지 않은 수준이나 육상기인의 오염은 큰 폭으로 줄어들고 있다. 또한 특별관리해역 및 환경보전해역으로 지정된 관리해역의 경우 일반연안 대비 육상기인 오염이 심하지만 그 감소폭이 커 관리해역 지정을 통한 연안환경관리의 효과가 있음을 알 수 있다.

양식장이 밀집한 해역의 경우 양식장 비밀집해역에 비해 육상기인 오염이 적은 반면 용존산소량이 적고 화학적산소요구량이 많아 유기물에 의한 오염이 심화되고 있음을 알 수 있다. 특히 양식밀집해역의 저층에서 유기물에 대한 오염 수준이 비밀집해역 대비 높은 수준으로 나타나 양식생산으로 인해 저층에 퇴적된 유기물의 정화가 필요함을 시사했다.

국립수산과학원의 어장환경평가 결과 저질의 총유기탄소량은 어종별, 지역별로 다르게 나타났다. 특히 경남 어류 양식장 및 수하식 굴·홍합양식장, 경남 피낭류양식장, 기장 미역양식장의 어장 저질의 총유기탄소가 높게 측정되어 오염이 진행되고 있으며 어류양식장뿐만 아니라 다양한 품종에 대한 어장환경 개선이 필요함을 알 수 있었다.

하지만 강제성이 부족한 소극적 수준의 어장환경평가 조치와 어장관리해역 지정의 미흡으로 양식어장 환경개선을 위한 제도적 한계가 존재한다. 또한 장기간 이어진 양식장 내 오염물질의 퇴적으로 어장환경 개선사업의 시간 및 비용이 늘어났고, 이는 어장환경 개선 기간 동안 발생하는 어업인의 기회비용과 사회적 비용의 증가를 야기했다. 다양한 양식 어종과 방법이 혼재된 양식어장은 오염물질의 원인

제공자를 규명하는 데 어려움을 주었고, 이로 인해 어장 내 모든 어업인이 어장환경에 대한 책임을 가지게 되어 공유지의 비극으로 이어졌다. 따라서 양식어장 내에서 발생한 오염원에 대한 원인제공자를 규명할 수 있는 과학적 기술을 바탕으로 어장관리에 대한 책임을 어업인에게 부여해야 한다. 어장관리의 책임에도 불구하고 어장관리 소홀에 대한 직접적 불이익을 제공함으로써 어업인 스스로 어장 관리에 노력할 수 있는 제도적 기반을 마련해야 한다. 또한 저층에 퇴적된 유기물로 인한 오염을 줄이기 위해 경제적인 범위 내에서 어장환경 개선사업과 이에 대한 정부의 인센티브 및 지원이 필요하다.

제 3 장

국내외 양식어장 환경개선 사례분석

제1절 국내 양식어장 환경관리 사업

2007년 제정된 「어장관리법」은 현재까지 총 일곱 차례 개정되었으며, 2013년 8월 개정을 통해 어장환경평가제도가 도입되었다. 「어장관리법」은 제1장 총칙, 제2장 어장의 적정한 이용, 제3장 어장의 정화와 정비, 제4장 보칙, 제5장 벌칙의 총 5개 장, 33개 조문으로 구성되어 있다. 지속가능한 어업생산 기반을 조성하여 어장의 생산성을 높이고 어업인의 소득을 증대한다는 「어장관리법」의 목적하에 양식어장 환경관리를 위한 다양한 보조사업과 연구가 수행되고 있다.

1. 양식어장 환경관리 관련 보조 사업

해양수산부는 친환경 부표 보급 지원, 양식어장 재배치 지원, 양식어장관리(양식어장정화), 환경친화형 배합사료 지원, 해조류 부산물

재활용 등의 보조사업을 시행하고 있다. 친환경 부표 보급 지원사업은 양식장에서 사용되는 스티로폼 부표를 친환경 재질로 대체하는 것으로, 연안어장의 스티로폼인 발포 폴리스티렌(EPS) 부표 사용으로 인한 환경오염 방지 및 안전한 수산물 공급 기반 구축 도모를 목적으로 한다. 우리나라의 총 사용 부표량은 약 5,500만 개이며, 이 중 스티로폼 부표는 약 4,600만 개로 전체의 83% 정도를 차지한다. 친환경 부표 보급 지원사업을 통해 2015년부터 2017년까지 244만 3천 건(10.6%)의 부표가 교체되었으며, 2024년까지 전체 스티로폼 부표의 50%를 교체할 계획이다. 사업 시행은 시·도(시·군·구)에서 담당하며, 지원조건은 국고 35%, 지방비 35%, 자담 30%로 자담의 일부를 지방비나 수협 예산으로 대체 집행할 수 있다. 해양수산부는 동 사업을 추진하기 위해서 친환경 부표의 품질검사·인증 업무도 수행하고 있다. 부표 생산업체는 친환경 부표 인증기준에 따라 공인시험기관에서 품질검사를 받은 후 검사성적서, 인증신청서 등을 제출하게 된다. 2018년 친환경 부표 계약현황은 44개 업체, 455개 제품이다.

양식어장 재배치 지원사업은 어장환경 개선을 통한 지속가능한 수산물 생산기반 조성을 목적으로 한다. 동 사업을 통해 재배치된 양식어장 면적은 2014년 30ha, 2015년 58ha로 2018년에는 152ha를 목표로 하고 있다. 또한 사업 효율성 제고를 위해 대상 지역 및 어장을 확대하고 면적당 지원한도액을 조정할 계획이다. 연도별 예산액은 2014년 3억 원, 2015년 10억 원, 2016년 6.3억 원, 2017년 10억 원, 2018년 18.1억 원으로 증가하였다. 지원자금은 조사설계비(사전조사, 측량 등), 해조류 양식시설(이설, 맞교환 등), 가두리 시설 이설비용(돛, 돛줄, 외곽시설 자재구입, 시설비 및 이설시 필요한 청소비용), 가두리 실명 표지 비용 등의 용도에 사용된다. 지원조건은 국고 보조 35%(농특), 지방비 35%, 자담 30%이다.

양식어장관리사업은 연안어장의 환경을 보전·개선하여 지속가능한 수산물 생산·공급 기반을 조성하는 목적으로 양식어장정화를 말한다. 동 사업을 통해 정화된 어장 면적은 2014년 10,000ha, 2015년 12,953ha, 2016년 12,000ha로 2018년에는 10,000ha를 목표로 하고 있다. 지원자금은 퇴적물 수거·처리, 바닥갈이, 객토(투석 포함), 저질준설, 해적생물구제 등 어장정화 및 이를 위한 조사·설계·감리를 위한 용도로 사용된다. 지원조건은 국고 보조 80%(지특), 지방비 10%, 자담 10%이다.

환경친화형 배합사료지원(시범지역) 사업은 배합사료 사용률이 저조한 양식품종에 한하여 100% 배합사료를 사용하는 양식성공 모델 발굴을 통해 배합사료 사용으로의 전환 도모를 목적으로 한다. 시·군·구 등 일정지역의 육상수조식 및 가두리 양식장에서 넙치, 우럭 등 어류를 사육하는 양식장 10개 이상이 치어부터 출하까지 100% 배합사료를 사용하는 지역(시범지역)에 있는 양식장이 사업 자격을 갖게 된다. 시범지역에서의 배합사료 사용어가 비율을 살펴보면 2015년 11.4%, 2016년 14.5%로 2018년에는 16% 달성을 목표한다. 대상사료는 「사료관리법」 제12조 및 동법 시행규칙 제12조의 규정에 의하여 표시된 배합사료(EP: Extruded Pellet 및 SEP: Soft Extruded Pellet)로 분말사료 및 종묘용 배합사료는 대상에서 제외된다. 지원조건은 국고 20%, 지방비 20%, 자담 60%이다.

해조류 부산물 재활용 사업은 전라남도 지역의 해조류 양식 과정에서 발생하는 부산물을 양식사료 등으로 활용하여 해양오염 예방에 기여하는 것을 목적으로 하고 있다. 지원대상은 전남지역 해조류(미역, 다시마 등) 생산 어가에서 부산물 판매, 위탁가공업체, 운반업체 및 창고 보관시설이며, 지원자금은 위탁가공시설의 가공비 및 창고 보관료 및 운반비의 용도로 사용된다. 지원조건은 국고 80%, 지방비

10%, 자부담 10%이다. 해조류 부산물 처리량은 2014년 1,075톤, 2015년 3,008톤, 2016년 2,704톤, 2017년 2,692톤으로 2018년에는 2,800톤 처리를 목표로 하고 있다.

2. 양식어장 환경관리 관련 연구사업

현재 해양수산부 산하기관 및 관련 연구기관에서 수행하고 있는 양식어장 환경관리 사업은 총 10개로 정책 연구 및 과학적 진단·평가, 기술개발 연구가 수행되고 있다.

〈표 3-1〉 국내 양식어장 환경관리 사업(2018. 6 기준)

수행기관	과업내용
국립수산물과학원	지속가능 어장생산력 산정 - 자란만 양식생물 서식환경 및 생태 조사 / 부산대학교 - 자란만 양식생물 서식환경 조사 / 부경대학교 - 자란만(굴, 가리비) 양식 시설 현황, 생산량, 생물성장 조사 / 수산자원생태연구소
	어장환경평가 및 평가기법 확립
	어장환경 회복 능력 조사
	이상 어장환경 관측 - 실시간 빈산소수과 관측시스템 설치 및 유지보수 / 지마텍(주)
	양식시설 개선효과 검증(완도군 전복양식장)
한국해양수산개발원	어장환경평가 확대 시행에 따른 대응방안 마련
광주과학기술원	여자만 새꼬막 어장생산력 저하 원인 조사
부경대학교	어장개선물질 및 장비 인증 체계(안) 수립 - 어장개선물질 및 장비 현장 적용 타당성 조사 / (주)생태기술
한국해양과학기술원	품종별 어장청소 주기 조사 - 품종별 어장청소 현황, 방법 조사 및 제도 개선 / 한국어촌어항협회
한국건설환경시험연구원	어업용 부표 품질 인증시스템 고도화

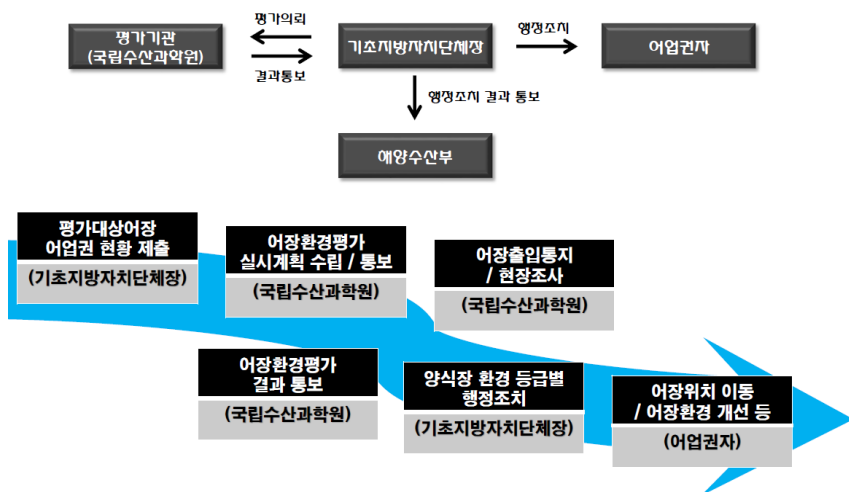
자료 : 국립수산물과학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료를 참조하여 저자 재작성

1) 어장환경평가

국립수산과학원은 「어장관리법」 제14조에 따라 어장관리 권한을 갖고 있으며, 「어장관리법」 제11조의2에 따라 어장환경평가를 추진해 환경등급을 부여한다. 어장은 총 4개 등급으로 구분되며 1, 2등급은 면허 10년 연장, 3, 4등급은 4~5년 연장이 가능하다. 어장환경평가는 어장 면허 축소보다는 적절한 관리를 통해 환경을 개선하기 위한 목적으로 3, 4등급이 부여된 어장도 개선조치를 통해 면허 연장기간을 재조정 받을 수 있도록 하고 있다.

기초지방자치단체장은 국립수산과학원에 각 지역별 평가대상 어장 어업권 현황을 제출하는데, 이를 토대로 국립수산과학원에서 평가 실시계획을 수립·통보하고 현장조사를 실시한다. 양식장별 환경등급 결과를 통보받은 기초지방자치단체장은 양식장 환경 등급별 행정조치를 취하고, 어업인은 개선활동을 수행한다.

〈그림 3-1〉 어장환경평가 체계 및 절차



자료 : 국립수산과학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료

2) 어장환경평가 확대 시행에 따른 대응방안

본 연구는 「양식산업발전법」 제정을 대비해 어장환경평가 관련 법제도 및 정책의 미비점을 미리 파악하고 원활한 법 집행 및 정책추진을 위한 방안을 마련하는 것이다. 「양식산업발전법」에 따른 면허심사평가제도의 정상적인 시행을 위해서는 양식어장에 대한 어장환경평가를 지속적으로 수행할 필요가 있다. 이를 위해 어장환경평가 법제도를 검토하고, 관련 국내외 사례를 분석하며, 어장환경평가 수행을 위한 전담조직 구성 및 전문기관 인증체계를 구축하는 것을 목표로 한다.

3) 양식품종별 어장청소 방법 및 주기 조사

한국해양과학기술원과 한국어촌어향협회는 양식품종별 어장청소 방법 및 주기에 관한 연구를 공동수행하고 있다. 한국해양과학기술원은 양식 퇴적물의 오염 주기를, 한국어촌어향협회는 양식품종별 어장청소 방법 조사를 분담 수행하고 있다. 2018년 과업으로는 수하식 패류, 피낭류 양식장의 상태를 파악하고, 국내외 사례분석을 통해 어장청소 방법의 장단점을 분석해 국내 여건을 고려한 청소방법을 제시하고자 한다. 대상 지역은 가막만(전라남도 여수시) 굴, 홍합 양식과 진동만(경상남도 창원시) 미더덕 양식이다.

〈그림 3-2〉 양식품종별 어장청소 방법(좌) 및 기준산정(우)



자료 : 국립수산물과학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료를 참조하여 저자 재작성

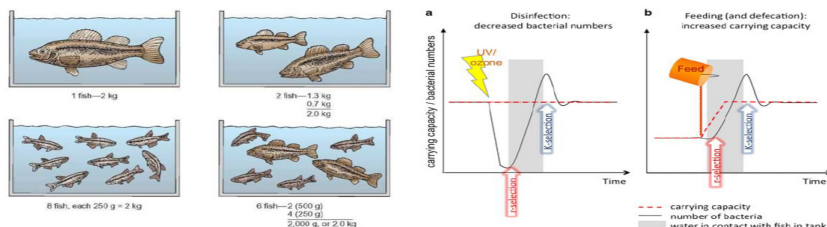
4) 어장개선물질 인증 체계 타당성 현장 실증 조사

어장환경 개선을 위해서는 준설이 가장 효과적인 방법으로 평가되는데, 비교적 큰 비용이 소요된다는 단점이 있다. 이 때문에 우리나라와 일본에서는 주로 어장개선 물질을 개발하는 연구를 수행하고 있다. 본 연구는 어장개선 물질, 어장개선 장비에 대한 인증체계를 마련하는 연구이다. 현장 실증실험을 위해 경상남도 고성군 인근 해역을 대상으로 하며, 구역별로 다른 개선물질을 투여하고 대조구와 비교한다.

5) 지속가능 어장생산력 연구(자란만 어장수용력 시범사업 실시)

어장 이용률이 높은 선진국에서는 패류 양식업의 생산성 저하 문제를 해결하고 양식어장의 지속적 개발·이용을 위해서 어장수용력을 기준으로 한다. 어장수용력은 최대 생산성 확보 측면에서 생태계 기반의 관리 접근 방법으로 발전하고 있다. 어장수용력 산정모델을 개발하기 위해서 고성만 굴(2002년), 진해만 담치(2008년), 완도 김(2011년), 진동만 미더덕(2012년), 거제만·가막만 굴(2015년), 자란만 굴(2017년), 어류양식장(2018년 현재)을 대상으로 적용 사례 연구를 수행하고 있다. 현재 어장의 생태계 수치를 측정해 모델화하고 있으며, 어장 시설 수가 생산량에 미치는 영향에 관한 연구가 수행되고 있다.

〈그림 3-3〉 어장 수용력 개념



자료 : 국립수산물과학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료를 참조하여 저자 재작성

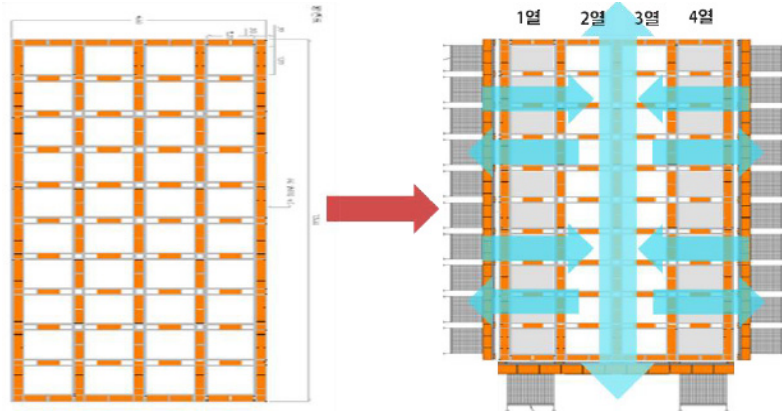
6) 어장생산력 저하 원인 조사(여자만 새꼬막)

광주과학기술원은 2017년 1차년도 새꼬막, 참꼬막 생리·생태 조사, 2018년 2차년도 폐사 원인 규명을 위한 연구를 수행하고 있다. 겨울철 고수온으로 인해 산란시기 변화 현상이 발생하였고, 과거에 비해 산란시기가 2~3개월 정도 빨라졌다. 꼬막의 경우 겨울철 온도는 단백질 생성 등 성장에 매우 중요한 영향을 미치는데, 산란시기가 빨라지며 산란된 생물의 먹이(플랑크톤)가 부족해 성장을 하지 못하고 폐사한다. 2017년 6월부터 광주과학기술원은 전라남도 여수시 2개 어장을 대상으로 새꼬막 산란시기 변화와 폐사율 증가 간 영향조사를 실시하고 있다.

7) 양식시설 개선효과 검증 연구

적조, 고수온 등으로 인한 가두리 양식전복 피해를 줄이기 위해서 그물망 청소, 먹이공급 중단, 고수온기 이전 조기출하 등 대응책을 권고하고 있다. 하지만 다 성장하지 못한 전복의 조기 출하로 상품성이 떨어지면서 어업인 소득은 감소하였다. 본 연구의 목적은 위험요인이 발생한 상황에서 폐사율을 줄이는 방법을 찾는 것으로, 기존 4열식에서 2열식으로 가두리 시설 배열을 변경한다. 또한 고밀도 전복 셀터를 적용해 기존 사육량을 보전한다. 2018년 3월부터 전라남도 완도군 전복 가두리 16칸을 시험연구어장으로 사용하고 있다.

〈그림 3-4〉 가두리 시설 배열 변경(안)

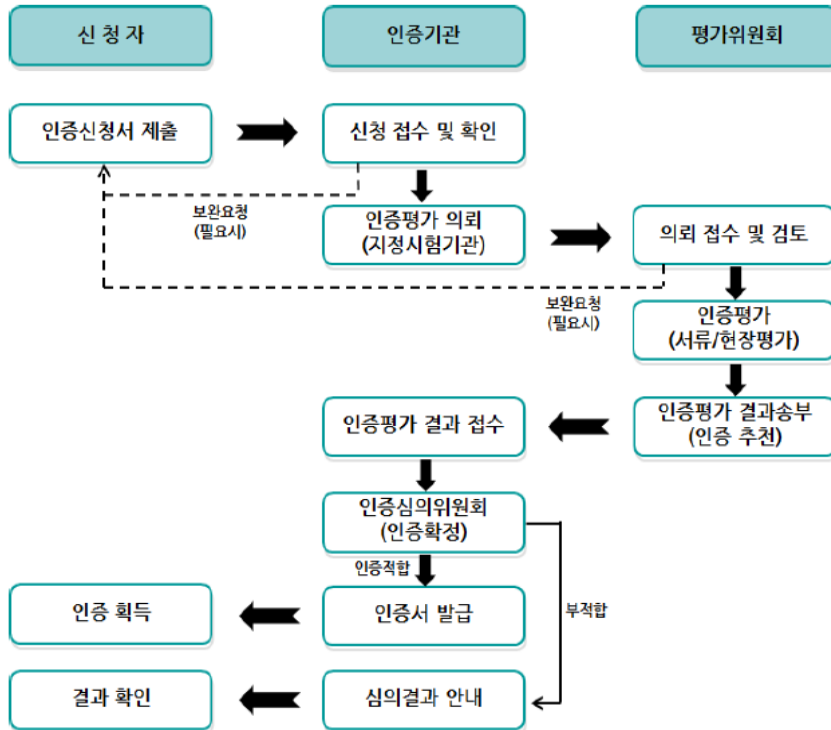


자료 : 국립수산물학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료

8) 어업용 부표 품질 인증시스템 고도화

본 연구는 국내외 수산기자재 품질인증제도 사례 및 수산기자재 품질인증 시스템을 분석을 토대로, 친환경 부표 제조 공정 심사기준(안), 친환경 부표 사용재료별 미세플라스틱 판별시험 및 기준(안), 양식종류별 친환경 부표 시험평가 기준(안)을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

〈그림 3-5〉 친환경부표 인증 절차(안)



자료 : 국립수산물학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료

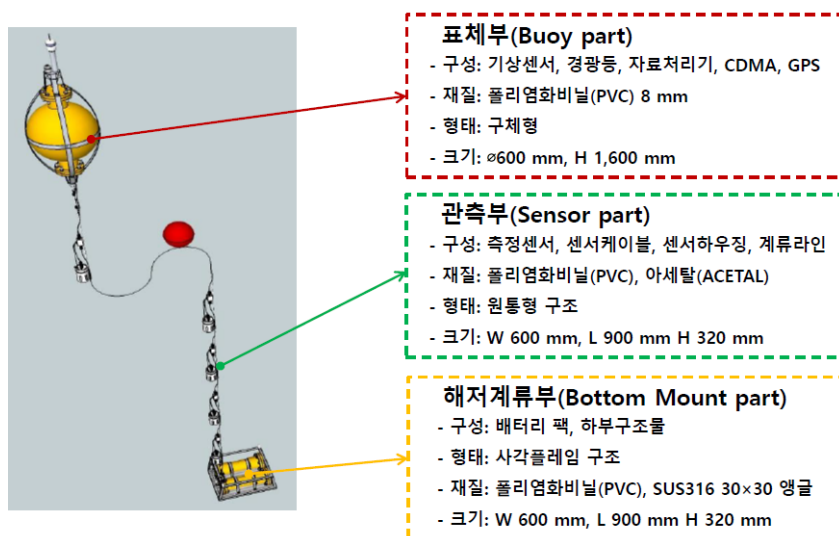
9) 어장환경 회복능력 조사

본 연구는 자연정화능력에 의한 실효적 어장개선을 유도하는 것이 목적이다. 양식품종별 퇴적물 오염 실태를 조사하고 어장환경 회복 기간을 설정하며, 이를 통해 어장환경 회복력 평가 지표를 개발하고 합리적 어장휴식 기간을 설정한다. 현재 품종별 조사대상 어장으로 경남 하동군의 어류양식장 1개소를 2017년 10월부터, 경남 통영시 패류양식장 1개소를 2016년 7월부터 모니터링해오고 있다. 또한 향후 해조류양식장을 조사대상으로 포함할 계획이다.

10) 실시간 빈산소 관측시스템 운영

현재 실시간 빈산소 관측 시스템은 2015년 4개소(자란만 1, 고성만 1, 진동만 2), 2016년 4개소(자란만 2, 가막만 2), 2017년 2개소(완도군 1, 진도군 1)가 설치·운영되고 있다. 선박을 통한 빈산소수괴 조사는 발생 주기, 피해 정도를 정확히 확인하기 어렵다. 수하식, 가두리식으로 설치·운영되는 실시간 빈산소수괴 관측시스템은 용존산소 등 어장환경 자료를 1시간 간격으로 측정하는데, 빈산소 발생 가능성이 확인되면 선박조사팀에 이를 통보해 직접 현장조사 하도록 한다. 또한 웹페이지, 애플리케이션을 통해 실시간으로 어업인에게 관련 정보를 공유하고 있다. 빈산소 발생원인 및 발생경로 추적 등 향후 연구범위를 확대해 수행할 예정이다.

〈그림 3-6〉 수하식 실시간 빈산소수괴 관측시스템 구성



자료 : 국립수산물과학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료

제2절 국외 사례 분석⁴⁴⁾

1. 노르웨이

노르웨이 양식업은 지속가능하면서도 친환경적으로 관리되고 있다. 지속가능한 양식업은 환경을 고려하여 양식되고 있으며, 주변 해양환경과 생물 다양성에 적합해야 한다. 또한 노르웨이는 양식 수산물 운송 시 야기되는 배출 문제나 현지 오염으로 인한 영향을 최소화하고자 깨끗한 해양환경 보존을 위한 양식 적지 확보를 중요시한다. 노르웨이 통상산업수산부와 산업체는 생태계로부터의 주어진 환경적 혜택에 기반을 둔 지속가능한 양식 개발을 보장하기 위해 상호 협력을 강조하고 있다. 이는 해양환경 및 생물 다양성에 대한 위협을 최소화하는 환경적으로 지속가능한 양식업이야말로 장기적인 성장과 개발을 위한 전제 조건이기 때문이다. 이에 노르웨이 정부의 전략은 양식업이 잠재적으로 환경에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 이타어종의 유전적 상호 작용, 오염 및 배출, 질병 및 기생충, 연안지역 이용, 사료 및 사료 원료에 대해 상당한 관심을 가지고 있다(Saleh Alaliyat, 2014).

〈표 3-2〉 노르웨이 정부 수립 양식 분야의 지속가능한 개발을 위한 다섯 가지 중요 요소

구분	요소	목표
1	유전적 영향 및 이타	양식은 야생개체군의 돌이킬 수 없는 유전적 변화를 일으키지 않음
2	오염과 배출	이용 중인 모든 양식지는 수용 가능한 환경적 조건 내에서 유지되며, 수용자는 처리할 수 있는 것 이상의 높은 영양물 또는 유기물의 배출은 하지 않음

44) 국외 사례 분석 부분은 부경대학교 남종오 교수의 '어장관리 국제동향' 자문 내용을 토대로 작성하였다.

구분	요소	목표
3	질병과 기생충	양식 질병은 야생 어류의 개체에 영향을 미치지 않으며, 가능한 한 많은 어류가 약품 등 치료제의 사용 없이 수확 가능한 크기로 생산함
4	지역 이용	양식산업은 환경적 영향과 노출의 위험을 최소화하는 장소나 지역에 위치함
5	사료 자원	사료 원료 및 자원의 소요는 야생 해양 어족 자원의 과도한 이용이 없어야 함

자료 : Saleh Alaliyat(2014).

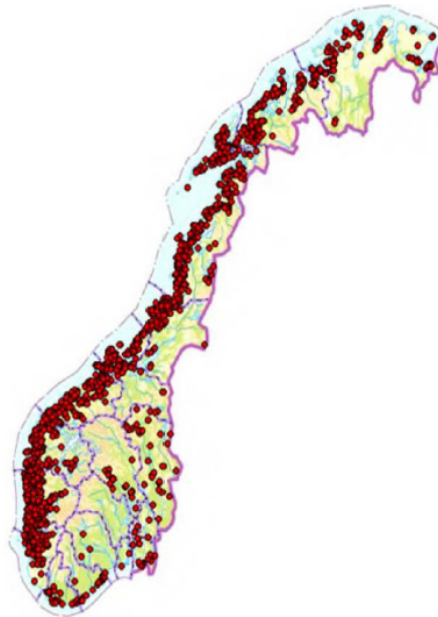
양식산업의 성장은 양식지의 확장, 양식시설 및 양식개체의 밀집 및 밀식, 양식지 밖에서 생산된 사료 원료의 이용 등과 밀접한 관련이 있다. 따라서 노르웨이 정부는 이러한 부분에 대한 규제가 없거나 관리가 소홀해지면 양식어장의 환경에 상당한 부정적 영향을 초래할 수 있으므로 이를 막기 위해 양식업체에 대한 환경적 관리 의무를 부과하고 있다(Saleh Alaliyat, 2014).

노르웨이 양식업은 그림에서 보듯 1,300여 곳 이상이 해안선에 집중되어 있다(Saleh Alaliyat, 2014). 일반적으로 개별 어장은 위치 확인과 식별이 쉽지만 노르웨이 연안지역과 같이 개방된 생태계나 양식장 가두리 안에서는 그것의 잠재적 영향의 범위 또는 경계를 결정하기가 쉽지 않다(Halwart 외, 2007). 양식장 규모와 어류 가두리 크기는 어류 이탈 및 질병 유발 등 어장 환경 변화와 밀접한 관련이 있다. 다시 말해 이탈 어종과 야생 어종 간의 유전적 상호 작용을 방지하고, 어장 이탈을 통제하는 것은 양식장과 양식 가두리의 크기에 의존한다. 특히 노르웨이는 어장을 이탈한 어류가 최근 들어 감소하고 있으나 여전히 생태계를 위협하는 중요 요인으로 작용하고 있다(Jensen 외, 2010). 이에 노르웨이 정부는 어장을 이탈한 어류를 예방하기 위해 아주 진보된 기술을 도입하고 있는데, 일례로 양식 전 과

정을 추적할 수 있는 MOM(Monitoring - Ongrowing fish farms - Modelling) 시스템과 같은 우수한 모니터링 프로그램을 들 수 있다. 또한 어장을 이탈하는 어류의 수를 최소화하기 위해 어장 이탈에 관한 법도 엄격하게 시행하고 있다(Saleh Alaliyat, 2014).

통상산업수산부 장관은 환경적으로 지속가능한 양식산업을 위한 전략 계획을 수립하였고, 이를 성공적으로 수행하기 위해 수산청(Directorate of Fisheries), 식품안전처(Norwegian Food Safety Authority), 해양연구소(Institute of Marine Research), 국립수의학연구소(National Veterinary Institute) 등과 긴밀한 협력 관계를 유지하고 있다(Saleh Alaliyat, 2014).

〈그림 3-7〉 노르웨이 양식면허의 지역적 분포

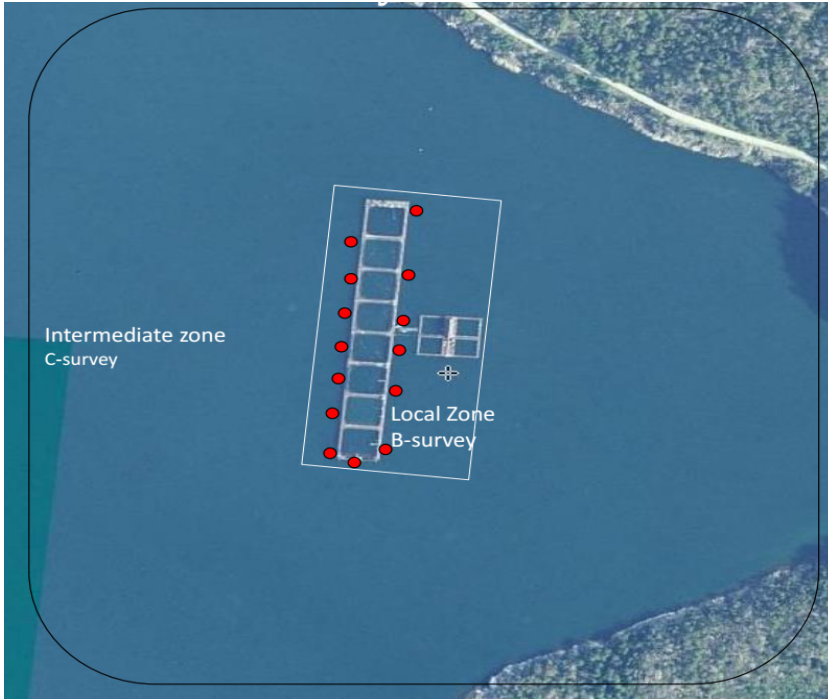


자료 : Saleh Alaliyat(2014).

노르웨이의 양식시설은 주로 수심이 깊은 피오르드 해안 입구에 설치되어 있는데, 이 지역은 조류 소통이 원활해 자기 정화 능력이 높은 장점을 갖고 있다. 이 때문에 노르웨이의 경우 양식장에서 배출되는 영양 염류나 유기물질 등으로 인한 환경적 피해는 비교적 적은 편이다. 그럼에도 불구하고 노르웨이 정부는 양식 활동에 의한 오염 물질 배출을 엄격하게 규제하는 모니터링 시스템을 갖추고 있다. 양식어장에서 배출되는 직접적인 오염물질뿐만 아니라 양식어장 주변에 서식하는 저서생물에 대한 모니터링도 앞서 언급한 MOM 시스템을 통해 엄격하게 시행되고 있다(Ervik et al., 1997). 일례로, 연어 양식의 약 15%가 매년 수산청으로부터 승인을 받은 모니터 요원으로부터 MOM 검사를 받고 있다(Wilson, Magill, and Black, 2009).

MOM 시스템은 집약적 연안 양식의 지역환경 영향에 대한 관측, 예측, 규제를 위해 고안되었다. MOM 시스템의 수학적 모델은 어장과 환경 간 상호작용의 주요 요소들을 통합하여 다룬다. MOM 모니터링의 목적은 새로운 양식어장의 최적 배치, 양식어장의 권장 규모, 운영방식(경영) 등을 조사하는 데 있다. 또한, 양식 시설이 위치할 제한된 지역 내 생산량이 최대가 될 수 있도록 어장구역을 설정한다. 어장구역 설정 기준은 지역 적합도에 근거하는데, 지역 적합도는 어장이 위치할 지역의 오염도, 감염 확산 속도 등을 기준으로 한다. 전염병을 방지하기 위해 환경영향평가 등을 통해 어장을 이전 및 폐쇄 시키기도 한다.

〈그림 3-8〉 양식어장 평가 범위

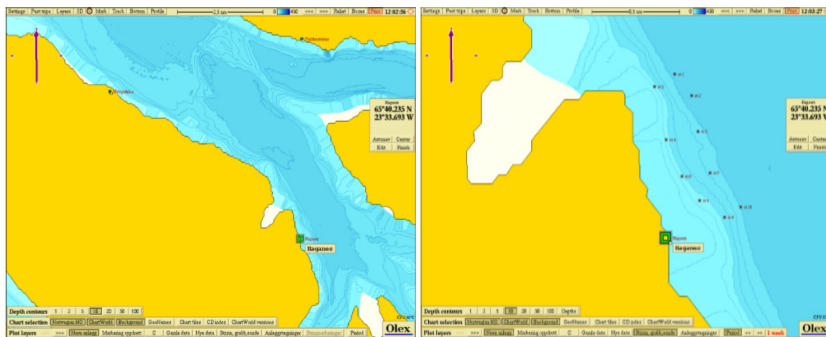


자료 : 노르웨이 수산부, Nordic conference 2017- Aquaculture 발표자료, p.19

노르웨이는 양식시설 바닥과 그 근방에 서식하는 바닥 및 저서 수생생물에 미치는 영향을 모니터링하는 방법을 개발해 왔다. 앞서 언급한 MOM 방법은 NS 9410 표준을 따르며 규제 수단으로서 명시화되어 있다. MOM 방법은 양식시설의 바로 아래 혹은 그 근방 또는 주위 해저에 미치는 영향을 모니터링하는 방법으로 양식어장 모니터링을 통한 환경평가에 적용할 수 있는 값을 산정할 수 있다. 우선, NS 9410에 정의된 B-조사법은 양식시설 바로 아래 혹은 그 근방에 대해 모니터링하는 조사법이다. 이 조사법에 따르면 조사 빈도는 양식어장에서 배출되는 오염물질의 빈도에 비례적으로 반응한다. 또한

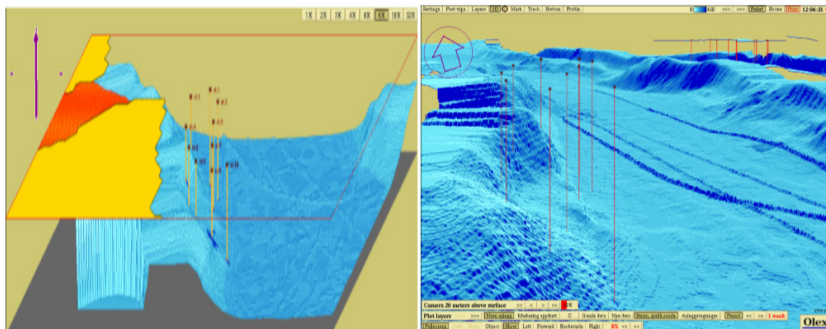
이 조사법은 새로운 위치에 양식어장을 신설하고자 할 때 주로 사용된다. 다음으로 NS 9410 또는 NS 9423에 정의된 C-조사법은 B-조사법에 비해 보다 넓은 지역을 측정한다. NS 9410에 정의된 C-조사법은 화학 물질과 구리 성분이 다량 함유된 방부제 배출에 대한 조사를 포함하며, NS 9423에 정의된 C-조사법에는 수질 모니터링을 위한 산소농도 조사를 포함한다(Wilson, Magill, and Black, 2009). 그 외에도 노르웨이의 MOM 시스템은 시료 샘플링 시 NS 9410 또는 NS 9423 외에도 ISO 12878, NS-EN ISO5667, NS-EN ISO 16665 등의 기준도 고려한다(Helgeland Havbruksstasjon As, 2013).

〈그림 3-9〉 노르웨이 Haganes MOM (B) NS 9410 조사 사례



(a) Haganes 양식지 주위의 수심도

(b) Haganes 샘플링 정점



(c) 남쪽 기준 Haganes 양식지의 3D 해저 지형

(d) 남동쪽 기준 Haganes 양식지의 3D 해저지형

자료 : Helgeland Havbruksstasjon As(2013)

노르웨이의 환경과 관련된 영향 평가와 관련해서는 노르웨이 환경 정책을 책임지고 있는 기후환경부(Ministry of Climate and Environment)가 담당하고 있다. 그러나 연어 양식어장에 관련된 환경영향평가(EIA)와 관련해서는 노르웨이 통상산업수산부 산하의 수산청(DOF: Directorate of Fisheries), 기후환경부 산하의 해양관리 및 오염조정과(Department for Marine Management and Pollution Control), 노르웨이 환경청(Norwegian Environment Agency) 등에서 관여하고 있다.

노르웨이 정부는 1999년에 EIA 시스템 관리를 수정·보완하였고, 그 책임을 지방정부로 이양하였다. 현재 EIA 조항은 어장환경평가에 관한 EC Directive 97/11/EC와 UN ECE Convention의 요구사항을 따른다.⁴⁵⁾

노르웨이 EIA는 노르웨이 규정 제4항에 기재된 기준에 따라 36,000m³ 또는 그 이상의 용적을 가진 영구 해상 양식 또는 48,000m³ 또는 그 이상의 용적을 가진 이동 가능한 부류식 연어 양식에 적용된다. 만일 주무기관이 EIA가 필요하다고 결정하면, 어업권에 대한 면허는 EIA의 요구사항이 완전히 충족되기 전에는 허용되지 않는다. 수산청은 양식장을 가동하기 전에, 그리고 가동 중에, 더 나아가 양식장이 폐쇄된 이후에라도 법에 정해진 모니터링 외에 추가적 모니터링을 명령할 수 있다.⁴⁶⁾

EIA에 관한 규제 틀이 수립된 1973년 이후 양어법은 1981년, 1985년, 2006년 세 차례에 걸쳐 거듭 개정되었다. 일례로 연어양식과 관련된 규제들은 운영과 질병에 관한 규제(The Operation and

45) www.unece.org/env/eia (검색일: 2018.09.01.)

46) 조정희, 「어장관리체계 및 제도개선 방안 연구」, 해양수산부, 2014. P. 73

Diseases Regulations)의 일반 항목으로 적용할 수 있었다.⁴⁷⁾ 따라서 동 규제는 기후환경부의 해양관리 및 오염조정과의 모니터링 프로그램과 통상산업수산부 산하 수산청에 의해 발급된 면허체계를 통하여 시행되었다.

노르웨이 면허 시스템은 발행된 면허수와 양식 면적을 제한하고, 양식 운영의 세부적인 사항을 종합적으로 보고하도록 면허 소지자들에게 요구되었다. 연어 양식의 경우, 1997년에 노르웨이 보건국에 의해 시행되었고, 법에 의해 비준된 연어양식의 바다물이(sea lice)에 대한 국가 실천 계획을 수립하였다. 그리고 이 계획은 지방정부가 매월 보고를 받을 수 있도록 권한을 부여하였는데, 만일 바다물이 수준이 계획의 목표치를 초과하게 되면 바다물이를 없애기를 요구할 수 있었다.

추가적으로 노르웨이는 2003년과 2006년에 규제 개정을 통하여 양식계류 시스템과 가두리 시설에 대한 산업 표준을 정하는 인증제를 시행하였다. 상기 인증제는 양식시설에 대한 기술적 요구사항(NYTEK: Technical Requirements for Fish Farming Installations))이라 불리는데, NYTEK에 의해 신규 양식장은 개별 양식장에 대한 양식계류 시스템과 가두리 시설에 대한 표준 인증을 받아야만 한다.

2. 일본

1) 양식어장 환경개선 관련 법제도

일본의 연안 양식어장 정비는 1970년대 생산력 증대를 목적으로 시작되었다. 일본은 연안어장정비개발사업 중 하나로 양식장 조성

47) 조정희, 「어장관리체계 및 제도개선 방안 연구」, 해양수산부, 2014. P. 74

사업을 실시하였으며, “1차 사업(1976~1982년) 710개소(775억 엔, 99km²), 2차 사업(1982~1987년) 1,073개소(1,124억 엔, 157km²), 3차 사업(1988~1983년) 520개소(1,591억 엔, 233km²) 등 순차적으로 양식장 조성사업을 실시하였다. 제4차 사업에서는 이용 불가능한 수역에서 양식장 생산성 향상을 위한 소파제 설치 및 준설 등의 사업을 하여 전국 대다수 양식어장이 정비되었다”.⁴⁸⁾ 양식어장 환경개선 사업에는 “퇴적물의 제거, 경운, 복토, 준설, 해중부유물 제거 등의 사업이 포함된 어장보전사업(공공사업) 및 어장환경유지보전사업(비공공사업)”⁴⁹⁾이 있으며, 이외에도 “1990년대 양식가이드라인 작성검토조사, 급이양식긴급대책조사, 양식어장적정배치모델실증사업, 양식퇴적물절정처리기술개발”⁵⁰⁾ 등의 사업이 추진되었다. 일본에서 양식어장 환경오염 감소와 관련된 법은 「지속가능한 양식생산확보법」으로 지속가능한 양식생산 보장을 위한 표준지침서를 만들어서 양식어장을 관리하고 있다.⁵¹⁾ 동 법은 양식어장 환경 및 질병관리를 위한 법으로 어장개선계획의 수립, 어장개선계획(대상수역 및 양식수산동식물의 양식어장 개선 목표, 개선 조치 및 실시 시기, 필요시설 및 체계 정비 등), 양식물 질병(관리를 위한 어종제한, 손실보상, 증명서 교부 등)에 대한 세부사항을 포함하고 있다.⁵²⁾ 동 법 이외에도 「어항어장정비법」에 따라 어장개발 및 어장퇴적물을 관리하기 위한 어항어장기본방침 및 장기기본계획 등을 수립하고 있다.

48) 송정현, 「일본의 양식업 정책에 관한 고찰」, 2003, p. 61.

49) 전계서, p. 62.

50) 전계서, p. 62.

51) 「제3차 기르는어업 발전 기본계획 수립 연구보고서」, 2013, p. 88.

52) 농림수산식품부, 「수산양식산업육성법 제정 및 친환경양식 연구」, 2012, p. 256.

〈표 3-3〉 국내 양식어장 환경관리 사업(2018. 6 기준)

법률명	기본방향	세부내용
수산기본법	양식어업 발전 기본 방향	양식개발의 기본방향, 수산동식물의 증식 및 양식의 추진, 수산동식물의 생육 환경 보전 및 개선시책 수립, 양식어장의 기반정비 시책 마련 등
어업법	양식어업권 관련 제반사항	정의, 조합원의 권리, 면허사항, 해구어업조정위원회 자문, 면허 적격성, 우선 순위, 기간, 성질 등
지속적 양식생산 확보법	양식어장 환경 및 질병관리	어장개선계획의 수립 어장개선계획 : 대상수역 및 양식수산동식물의 양식어장 개선 목표, 개선 조치 및 실시 시기, 필요 시설 및 체제 정비, 기타 사항 양식물 질병 : 관리를 위한 이동제한, 손실보상, 증명서 교부 등
어항어장정비법	어장개발 및 어장퇴적물 관리 등	어항어장정비기본방침, 장기기본계획 등

자료: 농림수산식품부, 「수산양식산업육성법 제정 및 친환경양식 연구」, 2012, p. 256

일본에서는 어장개선계획을 작성하여 인정을 받아 적절하게 운영하면, “어업 공제의 양식 공제 또는 특정 양식 공제의 공제금이 10% 할인되고, 양식 공제 또는 특정 양식 공제 요율의 일정률의 할인 혜택이 있다. 또한 연안어업개선자금지원법 시행규칙의 경영개선 자금 중 환경대응형 양식추진자금의 대출 한도액이 상향 조정되며, 강한 수산업을 만드는 교부금 중 경영 개선 목표의 시설 정비에 대해서는 우선권을 부여한다”.⁵³⁾

53) 日本水産資源保護協会、漁場改善計画作成と運用のためのハンドブック（漁業者用）、2006年、P.5.

2) 양식 수산물 인증체계 마련

일본해양에코라벨협회(MEL: The Marine Eco-Label Japan)는 지속 가능하고 책임 있는 양식업 생산을 증진하기 위해 자연자원의 보호, 환경보전, 소비자 신뢰 증진 등에 대해 인증을 하는 양식관리표준(AMS: Aquaculture Management Standard)을 발전시켜 왔으며, 일본의 양식장들은 MLE 인증을 획득하기 위해 동 협회가 만든 표준을 만족해야 한다. MLE는 표준 마련을 위해 FAO 책임 있는 수산업 이행을 위한 규범(1995)과 FAO 양식인증 기술 가이드라인(2011)을 참고하였으며, 일본에서의 양식 생산 다양성을 고려하였다. MLE 표준은 ASC와 같은 글로벌 양식인증 표준과의 호환성 등을 고려하였다. MLE 표준 제정을 위해 다음의 자료를 검토하여 참고하였다.

- FAO 책임 있는 수산업 이행을 위한 규범(FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries)
- FAO 양식인증 기술 가이드라인(FAO Technical Guidelines on Aquaculture Certification)
- 글로벌 벤치마크 툴(GSSI Global Benchmark Tool, Version 1)
- WTO 무역협정 기술장벽 부속서3(WTO TBT Annex 3)
- ISO/IEC 표준화 실무 규범(ISO/IEC Guide 59, 1994)
- ISO/IEC 17065 적합성 평가 - 제품, 프로세스 및 서비스 인증기관(ISO/IEC 17065, 2012)
- ISO/IEC 17067 적합성 평가 - 제품 인증 기본 및 제품 인증제도 지침(ISO/IEC 17067, 2013)

양식관리표준의 기본적인 요구사항을 적용하기 위해 네 가지 기본 원칙을 마련하였고, FAO 기술가이드라인의 17항의 'a'항에서 'm'항

까지 기본원칙을 리스트로 만들어서 투명성과 신뢰성을 확보하기 위한 인증기준을 마련하였다.⁵⁴⁾

기본원칙 1. 양식업의 사회적 책임

기본원칙 2. 양식동물의 건강과 복지를 위한 고려사항

기본원칙 3. 식품안전의 보장

기본원칙 4. 환경보전을 위한 고려사항

MLE가 제시하는 각각의 표준 이행은 과학적 근거에 기초해야 한다. 그러나 양식장 운영으로 사람들의 건강과 환경에 영향을 미치는 과학적 근거가 불확실하거나 적절한 이행을 위한 사회적 제도가 마련되지 않았다면, 어민들에 의한 지속적 양식장 운영의 부작용을 막기 위해서는 예방적 접근을 해야 한다. 표준 양식이 모든 종과 생산 시스템에 맞지 않는 경우, 양식 품종과 생산 시스템에 맞는 특수한 요구사항을 설정한다. 동 인증은 ISO 표준(ISO/IEC 17065: 2012)에 부합하고, 국제인증포럼(IAF: International Accreditation Forum) 회원기구의 인증을 받을 능력을 가진 독립적 제3자(인증기관)가 인증하도록 한다. 동 인증은 매 5년마다 한 번 이상 재검토하고, 표준의 타당성을 유지할 필요가 있을 때 개정한다. 일본 정부의 모든 관련법과 규정과 마찬가지로 국제 가이드라인 또는 FAO 기술 가이드라인이 개정될 때 필요에 따라 검토하고 개정한다.

3) 양식업 개선 프로젝트(AIP)⁵⁵⁾

일본은 미야기현 굴의 ASC 인증 전에 양식어가, 환경단체, 유통회

54) Marine Eco-Label Japan Council, Aquaculture Management Standard(Version 1.0), 2018, pp. 1~11.

55) 일본의 양식업 개선 프로젝트에 대한 내용은 오션아웃컴즈 박지현 캠페이너의 일본 현지 출장 결과에 대한 자문을 통해 양식업 개선 프로젝트를 일본 사례로 소개하였다.

사 등이 중심이 되어 양식업 개선 프로젝트를 진행하였다. 일본 양식업 개선 프로젝트를 진행하면서 초창기에 어려웠던 문제는 양식 어가들과 밀식 문제를 해결하기 위해 양식어장의 수를 줄이는 것에 대한 이견이었다. 그러나 환경단체와 어업인들의 일련의 조정 과정을 통해 양식어장 수 등 밀식을 줄이기 위한 노력이 이어졌고, 결과적으로 굴의 품질 상승을 가져왔다. 또한 처음부터 인증을 받을 때까지 일본의 대형 유통업체들이 인증 노력을 하는 어가들이 생산한 굴을 구매하기로 약속하면서 판로를 확보할 수 있게 되었다. 결국 ASC 인증을 통해 양식 수산물의 품질 상승, 새로운 시장 판로 기회를 찾고 이를 확대할 수 있었으며, 안정적인 공급망 확보가 가능하게 되었다. 또한 어업인들 스스로 선순환에 따른 자부심을 갖게 되었으며, 일본 내 지역 이미지 브랜드를 제고할 수 있었다. 일본 양식업 개선 프로젝트를 수행했던 사람들과의 인터뷰를 통해 확인할 수 있었던 시사점은 다음과 같다. 첫째, 일본도 굴 이외에 여러 가두리 양식에 대한 신기술 접목 등 다양한 시도가 있었으나 결국 가장 중요한 것은 바다 환경과 양식업을 개선하기 위한 노력이 가장 우선시 되어야 한다는 점, 둘째, 양식 인증 자체가 목적이 아니라 인증을 수단으로 여러 양식업의 문제점을 점진적으로 개선하면 더 큰 효과가 날 수 있다는 점, 셋째, 일본에서 미야기 굴 어업 개선이나 인증에 대해 중앙정부의 관심이나 지원은 거의 없었음에도 소비처인 유통업체의 구매력과 환경단체, 어업인의 노력으로 현장의 문제를 개선하였다는 점, 넷째, 기존 어업인들은 환경단체에 대한 부정적인 인식이 강해서 어업인을 잘 알고 어업인들과 소통 가능한 인력이 있으며 양식개선 프로그램이 잘 추진될 수 있다는 점이다.

제3절 시사점

우리나라는 지속가능한 어업생산 기반을 조성하기 위하여 양식어장 환경관리를 위한 다양한 보조사업과 연구를 수행하고 있다. 해양수산부는 친환경 부표 보급 지원, 양식어장 재배치 지원, 양식어장관리, 환경친화형 배합사료지원, 해조류 부산물 재활용 등 사업을 시행하며, 해양수산부 산하 및 연구기관에서는 관련 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고 양식어장 내 자가오염의 정도는 계속 악화되고 있으며, 밀식된 양식장에서 심각한 폐사가 발생하는 등 어장환경 문제는 되풀이되고 있다.

반면, 노르웨이 양식업자들은 양식장 환경 관리를 위해 MOM 시스템하에서 NS 9410 또는 NS 9423의 적용 외에도 ISO 12878, NS-EN ISO5667, NS-EN ISO 16665 등의 다양한 기준도 반영하고 있었다. 이러한 조치들은 노르웨이 양식업이 지속가능한 산업으로서 성장·발전하는 데 긍정적 역할을 수행하고 있는 것으로 조사되었다. 그 외에도 노르웨이는 어류 가두리의 환경적 관리를 위해 환경영향평가 요소들을 통합화한 MOM 시스템을 갖추고 있었다. 그리고 MOM 시스템을 통해 소지역에 대한 조사와 중·대규모 지역에 대한 조사로 구분하여 양식어장에 대한 환경의 질적 표준화 달성 유무 및 그 영향까지도 모니터링하고 있었다. 최근에는 MOM 시스템으로부터 이탈 양식종의 영향이나 이탈 양식종이 자연종에 미치는 질병 또는 기생충의 전이, 그리고 방오제 화합물 등에 대한 문제 등도 최소화하고자 노력을 기울이고 있다. 아울러 NYTEK 규정에 의거 가두리 시설에 대한 기본 요구사항을 설정하여 양어장에서 이탈하는 어종의 수 또한 줄이는 긍정적 효과를 가져오고 있다.

일본의 경우 수산기본계획에 어장환경 관리에 관한 어장개선계획이 포함되어 있다. 어장개선계획은 어장이용 실태 및 환경 문제 등을 감안해 지역별로 작성하고, 양식 품종과 환경 특성에 따라 개선 방법과 수단을 달리한다. 또한 양식어장 환경이 악화되면 지속가능 양식 생산보증법에 근거하여 양식업자가 어장환경개선사업을 실시하게 된다. 우리나라는 양식어장 환경관리를 위한 법적 근거가 마련되어 있지만, 정확한 기준과 지침이 부재해 혼란이 가중되고 있어 이에 대한 개선이 필요한 것으로 나타났다.

제 4 장

양식어장 환경개선사업의
국민 인식도 조사제1절 국민 인식도 조사 개요⁵⁶⁾

국민 인식도 조사의 조사단위는 무작위 추출된 총 1,000명을 대상으로 하며, 지역은 서울, 인천, 부산, 대구, 대전, 광주 6개 광역도시로 하였다. 도시별 인구를 대상으로 임의 표본을 도출하기 위해 각 지역 내 인구 성비를 고려하여 연령별 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 응답자의 직업분포는 자영업, 농·임·어업, 사무직 등 6개 직군으로 구분된다. 본 연구에서 설문조사한 응답자들의 특성을 간략히 정리하면 다음과 같다.

응답자 수 중 여성 표본 수는 49%이며, 남성 표본 수는 51%이다. 응답자의 연령별 분포비율은 20대 19.2%, 30대 20.7%, 40대 24.8%, 50대 24.3%, 60대 이상 11.0%이다. 설문 응답자의 대상지역 분포는 서울, 인천, 경기를 포함한 수도권은 50.8%, 충청권(대전, 충북, 충남,

56) 본 설문조사는 국민들의 어장환경 인식 변화를 비교·분석하기 위하여 2004년 실시된 어장정화사업의 효과분석 및 추진방안 연구(해양수산부)에서 사용된 문항을 동일하게 사용하였다.

세종) 10.5%, 호남권 10.6%, 대경권(대구, 경북) 9.7%, 동남권(부산, 울산, 경남) 15.5%, 강원권(강원) 2.9%이다. 설문 응답자의 거주 가족 수는 1명이 거주하는 가구는 12.8%, 2명 18.6%, 3명 27.5%, 4명 32.8%, 5명 이상 8.3%이다. 설문 응답자의 시민 또는 환경단체 가입 여부는 가입 가구는 3%에 불과한 것으로 나타났다. 응답자의 직업분 포는 자영업/판매/영업/서비스직은 11.3%, 농·임·어업/작업직/기능직 4.5%, 사무/기술직 48.5%, 경영·관리직/전문·자유직 12.9%, 가정주부 11.4%, 학생/무직 11.4%이다. 설문 응답자의 학력(교육수준)은 고등학교(중퇴 포함) 이하 17.2%, 대학교 71.7%, 대학원 재학 이상 11.1%이다. 응답자의 월평균 소득은 150만 원 미만 15.4%, 150만~250만 원 미만 24.6%, 250만~350만 원 미만 19.8%, 350~500만원 미만 22.9%, 500만 원 이상 17.3%이다. 가구 월평균 소득은 250만 원 미만 15.7%, 250만~400만 원 미만 25.2%, 400만~600만 원 미만 32.5%, 600만~800만 원 미만 14.3%, 800만 원 이상 12.3%로 나타났다.

〈표 4-1〉 표본의 인구통계학적 특성

구분		사례 수(명)	비중(%)
전체		(1000)	100.0
연령	20대	(192)	19.2
	30대	(207)	20.7
	40대	(248)	24.8
	50대	(243)	24.3
	60대 이상	(110)	11.0
거주지역	수도권(서울, 인천, 경기)	(508)	50.8
	충청권(대전, 충북, 충남, 세종)	(105)	10.5
	호남권(광주, 전북, 전남, 제주)	(106)	10.6
	대경권(대구, 경북)	(97)	9.7
	동남권(부산, 울산, 경남)	(155)	15.5
	강원권(강원)	(29)	2.9
거주년수	5년 이하	(205)	20.5
	6~10년 이하	(158)	15.8

구분		사례 수(명)	비중(%)
거주년수	11~20년 이하	(261)	26.1
	21~30년 이하	(201)	20.1
	31년 이상	(175)	17.5
거주 가족 수	1명	(128)	12.8
	2명	(186)	18.6
	3명	(275)	27.5
	4명	(328)	32.8
	5명 이상	(83)	8.3
소득이 있는 가족 수	1명	(402)	40.2
	2명	(409)	40.9
	3명	(147)	14.7
	4명 이상	(42)	4.2
시민/환경단체 가입여부	가입	(30)	3.0
	비가입	(970)	97.0
직업	자영업/판매/영업/서비스직	(113)	11.3
	농·임·어업/작업직/기능직	(45)	4.5
	사무/기술직	(485)	48.5
	경영·관리직/전문·자유직	(129)	12.9
	가정주부	(114)	11.4
	학생/무직	(114)	11.4
학력	고등학교(중퇴 포함) 이하	(172)	17.2
	대학교(전문대졸 및 대학 재학 포함)	(717)	71.7
	대학원 재학 이상	(111)	11.1
월평균 소득	150만 원 미만	(154)	15.4
	150만~250만 원 미만	(246)	24.6
	250만~350만 원 미만	(198)	19.8
	350만~500만 원 미만	(229)	22.9
	500만 원 이상	(173)	17.3
가구 월평균 소득	250만 원 미만	(157)	15.7
	250만~400만 원 미만	(252)	25.2
	400만~600만 원 미만	(325)	32.5
	600만~800만 원 미만	(143)	14.3
	800만 원 이상	(123)	12.3

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

제2절 국민 인식도 조사 결과

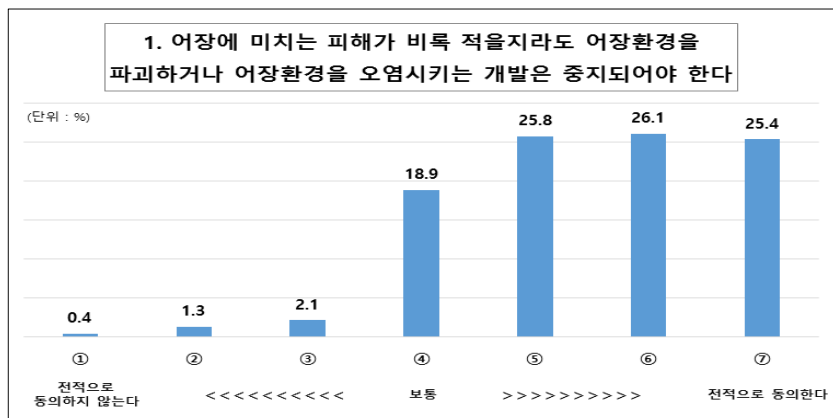
1. 환경에 대한 태도

설문 응답자의 환경에 대한 태도 분석을 위하여 총 10개 문항으로
구성하여 설문을 진행하였다.

문항 1(어장에 미치는 피해가 비록 적을지라도 어장환경을 파괴하거나 어장환경을 오염시키는 개발은 중지되어야 한다)에 대해 전적으로 동의한다는 응답은 25.4%, 보통이다 18.9%, 전적으로 동의하지 않는다 0.4%로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 7점 평균 기준 5.48점이며, 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 77.3%이다.

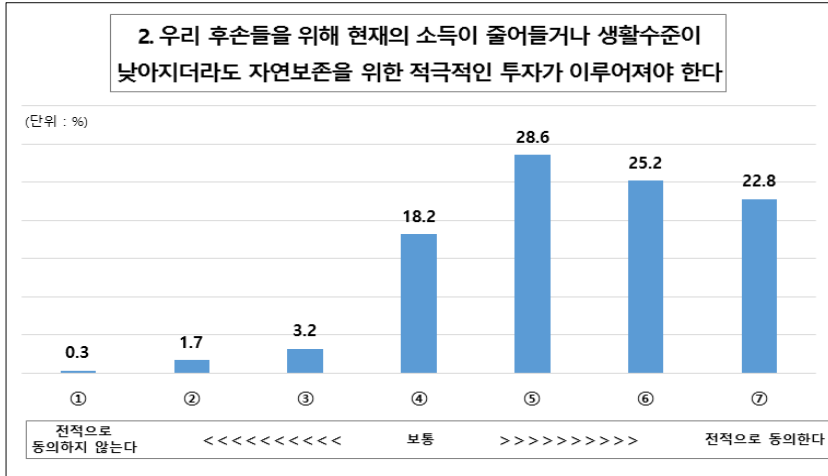
문항 2(우리 후손들을 위해 현재의 소득이 줄어들거나 생활수준이 낮아지더라도 자연보존을 위한 적극적인 투자가 이루어져야 한다)에 대해서 응답자의 76.6%가 적극적인 투자가 필요하다는 것에 동의하는 것으로 나타나 상당히 긍정적이었다.

〈그림 4-1〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 1



자료: 저자 작성

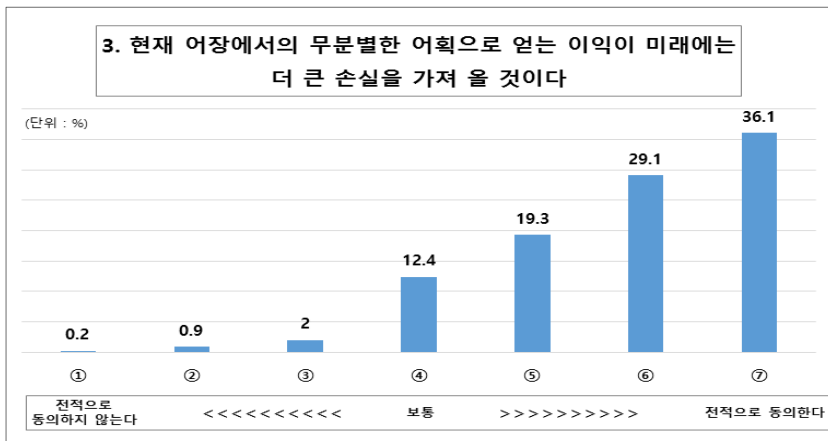
〈그림 4-2〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 2



자료: 저자 작성

문항 3(현재 어장에서의 무분별한 어획으로 얻는 이익이 미래에는 더 큰 손실을 가져올 것이다)에 대해 응답자의 84.5%가 동의하고 있는 것으로 나타났다.

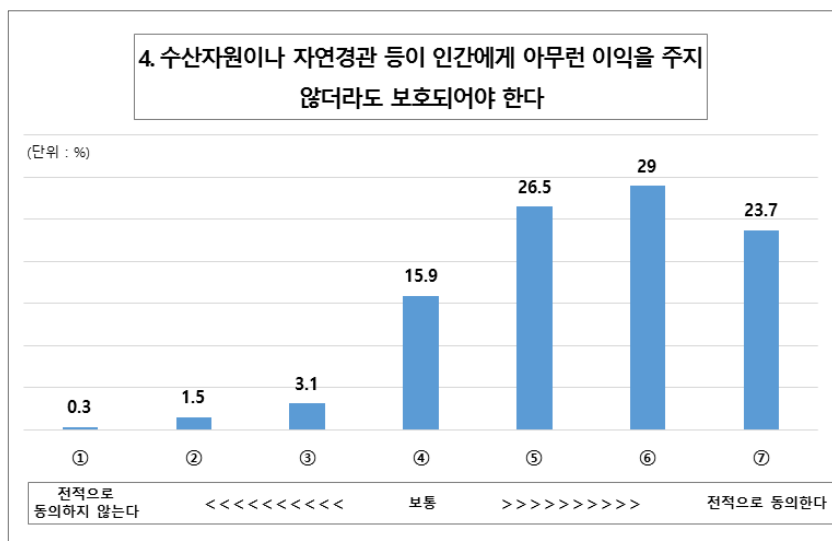
〈그림 4-3〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 3



자료: 저자 작성

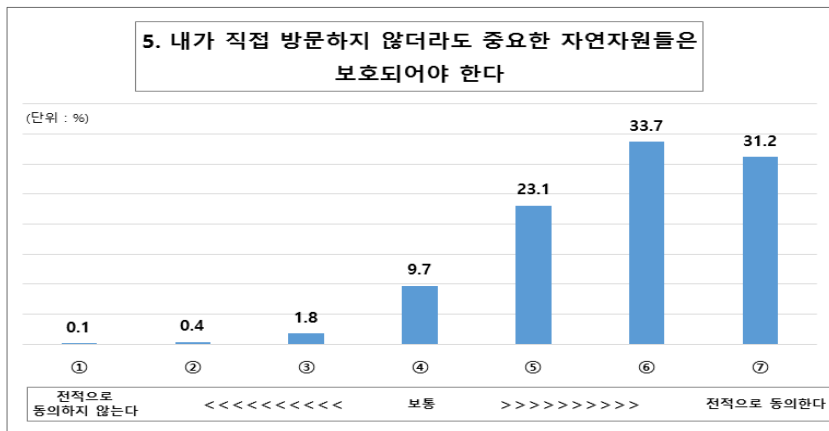
문항 5(내가 직접 방문하지 않더라도 중요한 자연자원들은 보호되어야 한다)에 대해 전적으로 동의한다는 응답은 31.2%, 보통이다는 9.7%, 전적으로 동의하지 않는다는 0.1%로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 7점 평균 기준 5.81점이며, 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 88%이다. 이는 자연자산의 존재가치는 내가 직접 방문하지 않더라도 중요한 자연자산은 보호되어야 한다는 선호에 부여된 가치라고 할 수 있다.

4. 수산자원이나 자연경관 등이 인간에게 아무런 이익을 주지 않더라도 보호되어야 한다



84

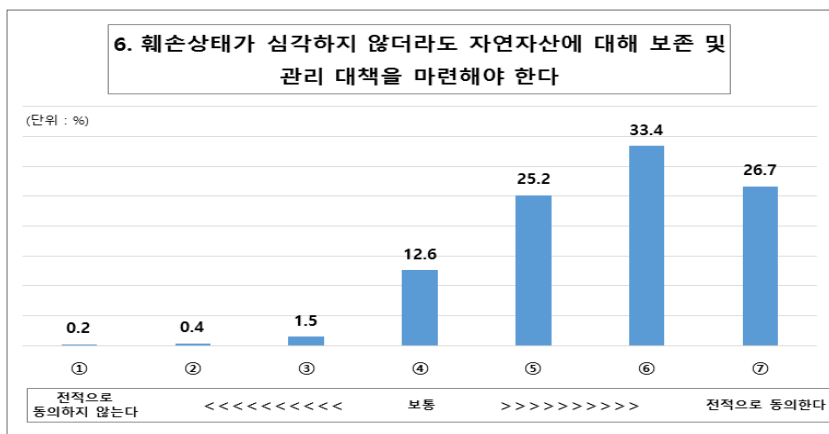
〈그림 4-5〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 5



자료: 저자 작성

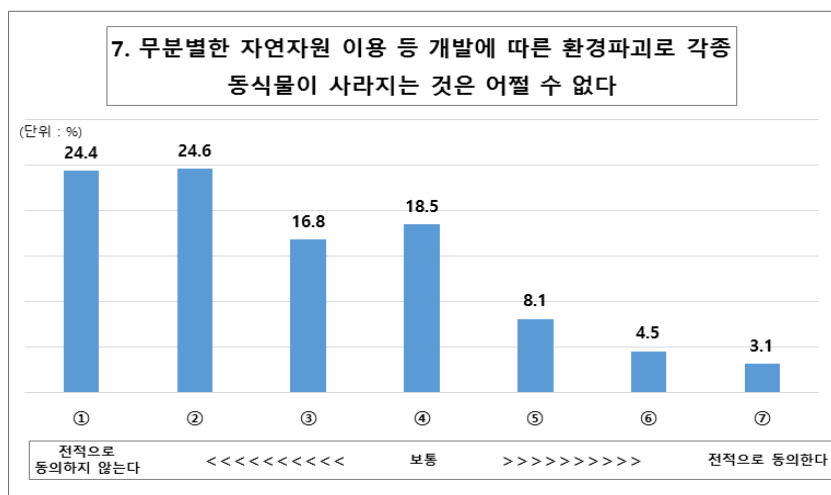
문항 6(훼손상태가 심각하지 않더라도 자연자산에 대해 보존 및 관리 대책을 마련해야 한다)에 대한 응답 평균값은 7점 평균 기준 5.69점이며, 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 85.3%로 나타났다.

〈그림 4-6〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 6



자료: 저자 작성

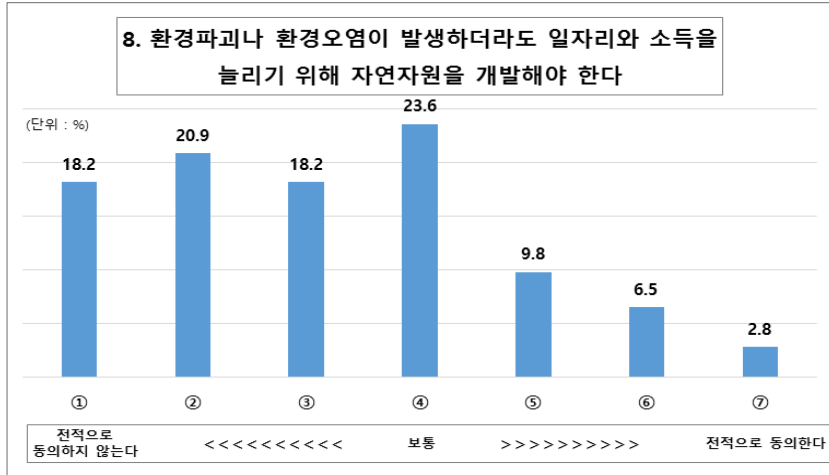
〈그림 4-7〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 7



문항 9(환경문제는 기술진보에 의해 자연히 해결될 것이다)에 대한
응답 평균값은 7점 평균 기준 3.07점이며, 부정적인 응답①, ②, ③

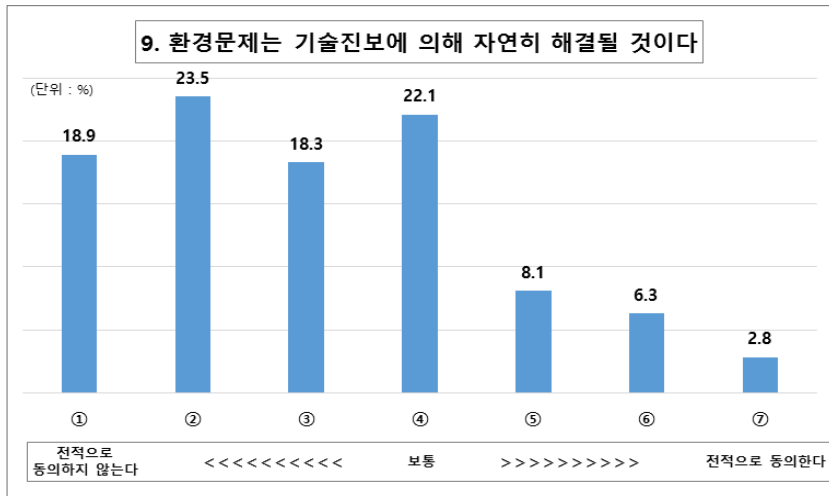
번)을 선택한 응답률은 총 60.7%이다. 이는 환경문제는 소극적인 방식으로 해결될 수 없음을 인지하고 있는 것으로 볼 수 있다.

〈그림 4-8〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 8



자료: 저자 작성

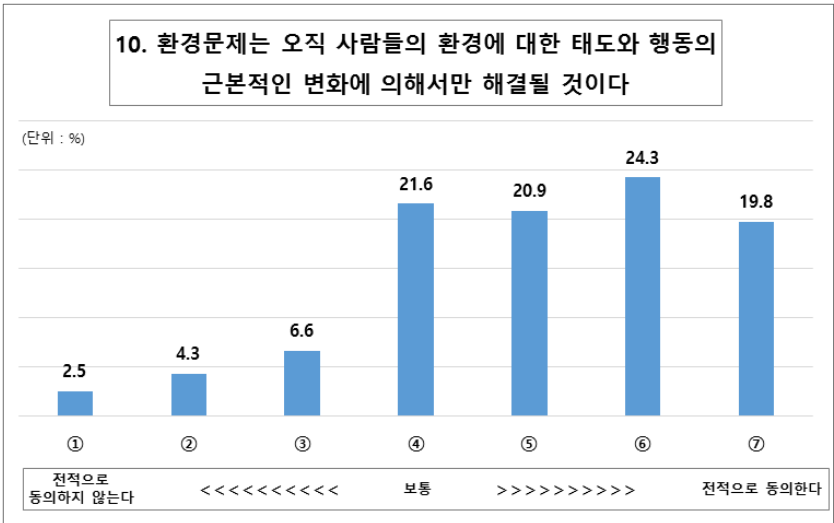
〈그림 4-9〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 9



자료: 저자 작성

문항 10(환경문제는 오직 사람들의 환경에 대한 태도와 행동의 근본적인 변화에 의해서만 해결될 것이다)에 대해 전적으로 동의한다는 응답은 19.8%, 보통이라는 21.6%, 전적으로 동의하지 않는다는 2.5%로 나타났다. 환경문제 해결을 위해서는 사람들의 태도와 행동의 근본적인 변화가 있어야 한다고 응답한 비율은 65%이다.

〈그림 4-10〉 환경에 대한 태도 설문 문항 - 10

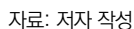


자료: 저자 작성

환경에 대한 태도 분석결과를 요약하면, 응답자 대부분은 환경파괴를 유발하는 개발, 환경에 미치는 영향을 경시한 경제성장 정책에 대해서 매우 부정적인 견해를 갖고 있는 것으로 나타났다. 환경보호를 위해 소득의 감소나 생활수준의 하락을 감수하려는 등 환경보호와 이를 위한 투자에 매우 적극적인 자세를 보인다. 인간에게 주는 이익이 전혀 없고, 본인이 앞으로 이용할 계획이 없더라도 동식물과 자연경관 등은 보호되어야 한다고 생각하고 있는 것으로 나타났다.

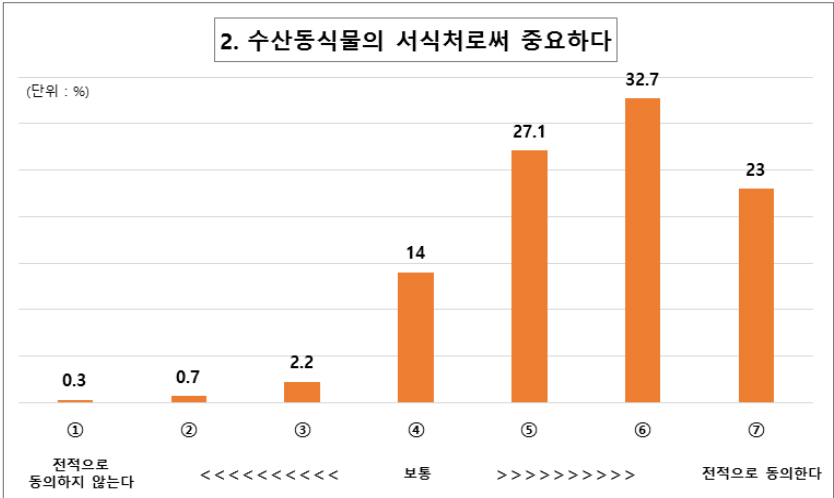
2. 어장가치의 중요도

〈그림 4-11〉 어장가치의 중요도에 대한 설문문항 - 1



문항 2(수산동식물의 서식처로서 중요하다)라는 문항에 매우 중요하다라는 응답은 23%, 보통이다는 14%, 전혀 중요하지 않다는 0.3%로 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 82.8%로 나타났다.

〈그림 4-12〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 2

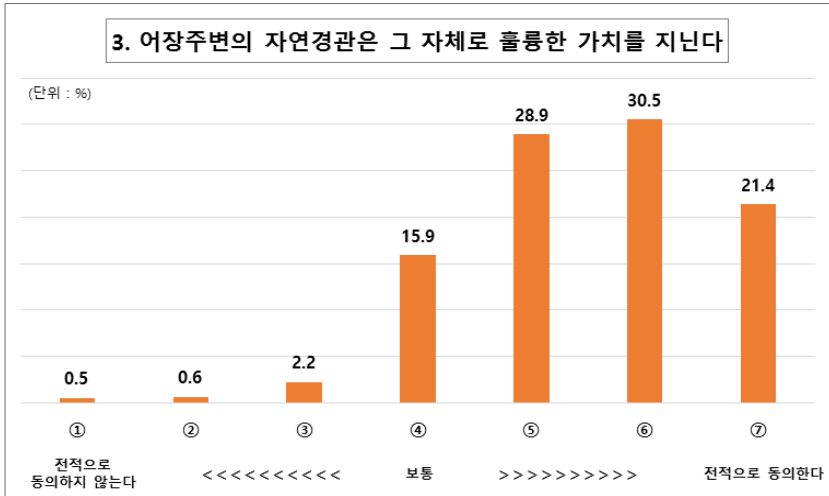


자료: 저자 작성

문항 3(어장주변의 자연경관은 그 자체로 훌륭한 가치를 지닌다)에 매우 중요하다라는 응답은 21.4%, 보통이다는 15.9%, 전혀 중요하지 않다는 0.5%로 나타났다.

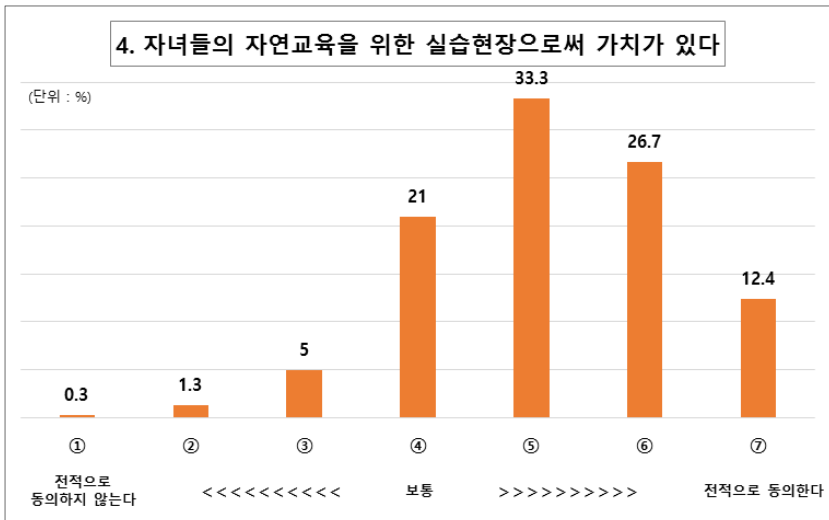
문항 4(자녀들의 자연교육을 위한 실습현장으로서 가치가 있다)에 대해 매우 중요하다라는 응답은 12.4%, 보통이다는 21%, 전혀 중요하지 않다는 0.3%로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 7점 평균 기준 5.15점이며, 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 72.4%이다.

〈그림 4-13〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 3



자료: 저자 작성

〈그림 4-14〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 4



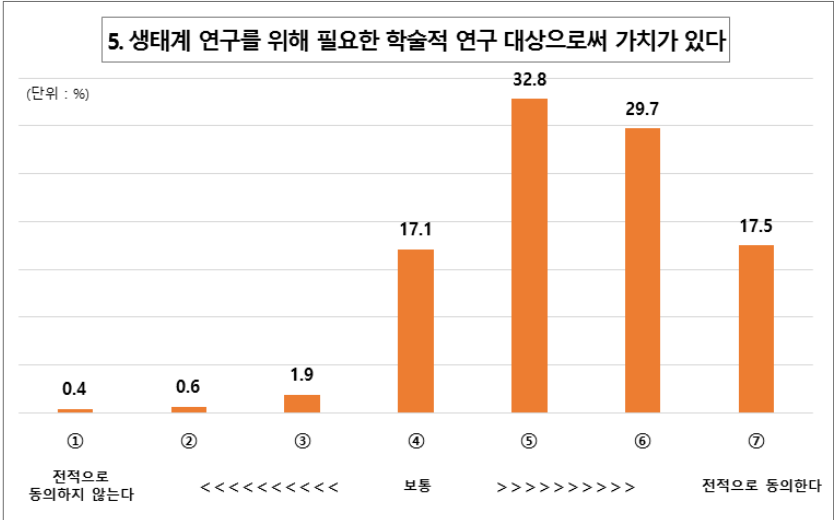
자료: 저자 작성

문항 5(생태계 연구를 위해 필요한 학술적 연구 대상으로서 가치가 있다)에 매우 중요하다는 응답은 17.5%, 보통이라는 17.1%, 전혀 중요하지 않다는 0.4%로 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 80%이다.

문항 6(지역주민들에게 어업, 낚시 등 삶의 터전을 제공한다)에 매우 중요하다는 응답은 18%, 보통이라는 17.4%, 전혀 중요하지 않다는 0.2%로 나타났다.

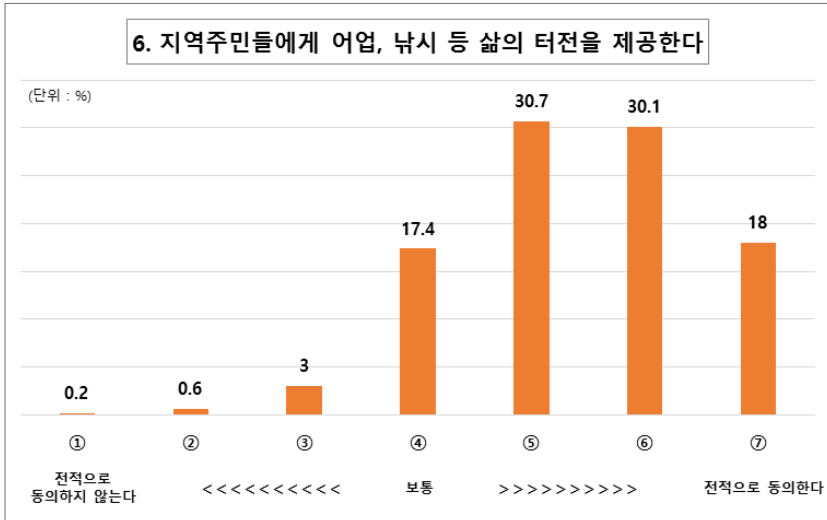
문항 7(사람들에게 식량 등 많은 자원을 제공한다)에 매우 중요하다는 응답은 20.8%, 보통이라는 15.7%, 전혀 중요하지 않다는 0.7%로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 7점 평균 기준 5.53점이며, 긍정적인 응답(⑤, ⑥, ⑦번)을 선택한 응답률은 총 81.6%이다.

〈그림 4-15〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 5



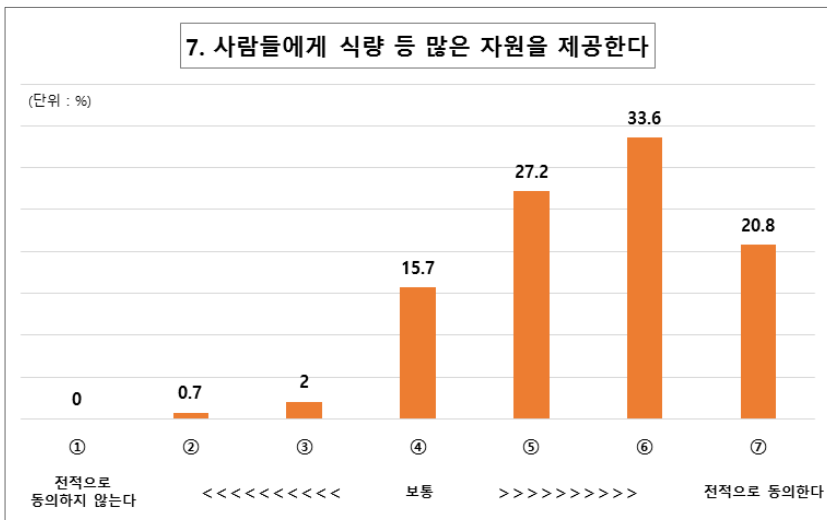
자료: 저자 작성

〈그림 4-16〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 6



자료: 저자 작성

〈그림 4-17〉 어장가치의 중요도에 대한 설문 문항 - 7



자료: 저자 작성

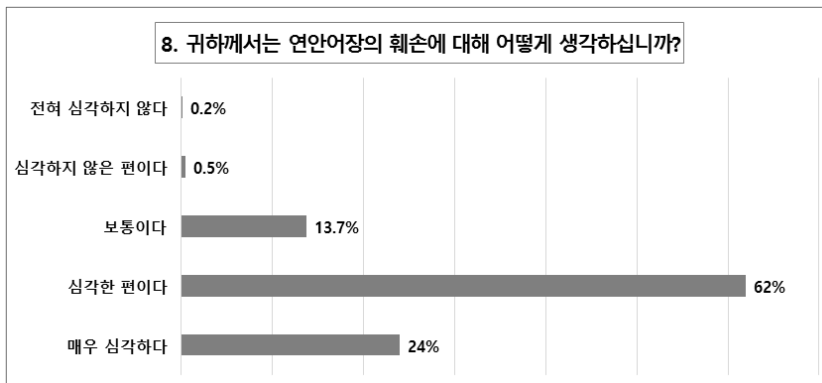
위의 총 7개 문항에 대한 어장가치 중요도에 대한 분석결과, 설문 응답자의 대다수는 이용보다는 보존을 중시하는 것으로 나타났다. 어장의 사용가치 측면보다는 비사용가치 측면에 대해 그 중요성을 높이 평가하고 있는 것으로 판단할 수 있다.

3. 연안어장 훼손과 보존대책

연안어장의 훼손과 보존대책 관련해서는 총 5개 문항으로 구성되어 설문을 진행하였다.

문항 8(귀하께서는 연안어장의 훼손에 대해 어떻게 생각하십니까)에 대해 심각한 편이다는 62%로 가장 많은 응답을 차지하였으며, 매우 심각하다 24%, 보통이다 13.7%, 심각하지 않은 편이다 0.5%, 전혀 심각하지 않다 0.2%의 순으로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 5점 평균 기준 1.91점으로 부정적인 것으로 나타났다.

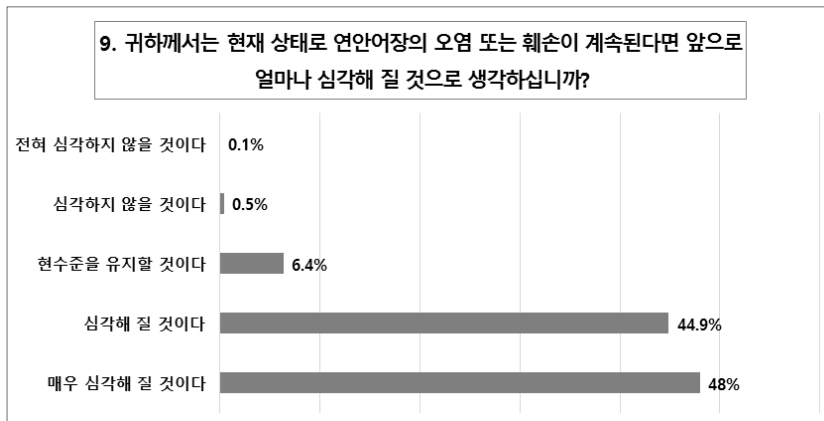
〈그림 4-18〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 1



자료: 저자 작성

문항 9(귀하께서는 현재 상태로 연안어장의 오염 또는 훼손이 계속된다면 앞으로 얼마나 심각해질 것으로 생각하십니까)에 대해서는 매우 심각해질 것이라는 48%로 가장 많은 응답을 차지하였으며, 심각해질 것이다 44.9%, 현 수준을 유지할 것이다 6.4%, 심각하지 않을 것이다 0.5%, 전혀 심각하지 않을 것이다 0.1%의 순으로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 5점 평균 기준 1.6점으로 많은 사람들은 미래 어장 상태를 부정적으로 생각하고 있으며, 상태가 더 악화되는 것을 우려하고 있는 것으로 나타났다.

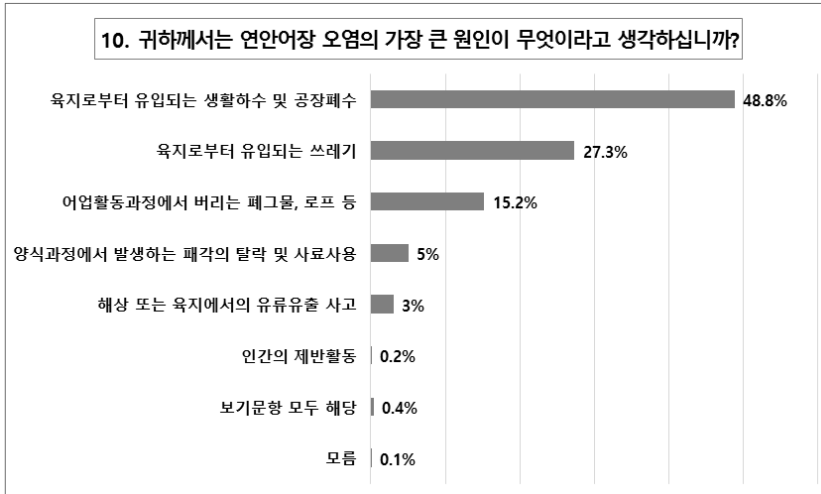
〈그림 4-19〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 2



자료: 저자 작성

문항 10(귀하께서는 연안어장 오염의 가장 큰 원인이 무엇이라고 생각하십니까)에 대해서는 육지로부터 유입되는 생활하수 및 공장 폐수가 48.8%로 가장 많은 응답을 차지하였으며, 육지로부터 유입되는 쓰레기 27.3%, 어업활동과정에서 버리는 폐그물이나 로프 등 15.2%, 양식과정에서 발생하는 폐각의 탈락 및 사료사용 5%, 해상 또는 육지에서의 유류유출 사고 3%, 인간의 제반활동 0.2%의 순으로 나타났다.

〈그림 4-20〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 3

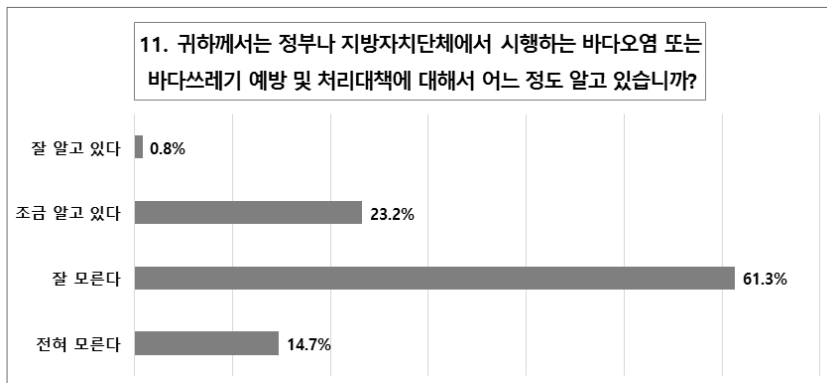


자료: 저자 작성

문항 11(귀하께서는 정부나 지방자치단체에서 시행하는 바다오염 또는 바다쓰레기 예방 및 처리대책에 대해서 어느 정도 알고 있습니까)에 대해서는 잘 모른다는 61.3로 가장 많은 응답을 차지하였으며, 조금 알고 있다 23.2%, 전혀 모른다는 14.7%, 잘 알고 있다 0.8%의 순으로 나타났다. 전체 응답의 평균값은 5점 평균 기준 2.1점으로 부정적인 것으로 나타났다.

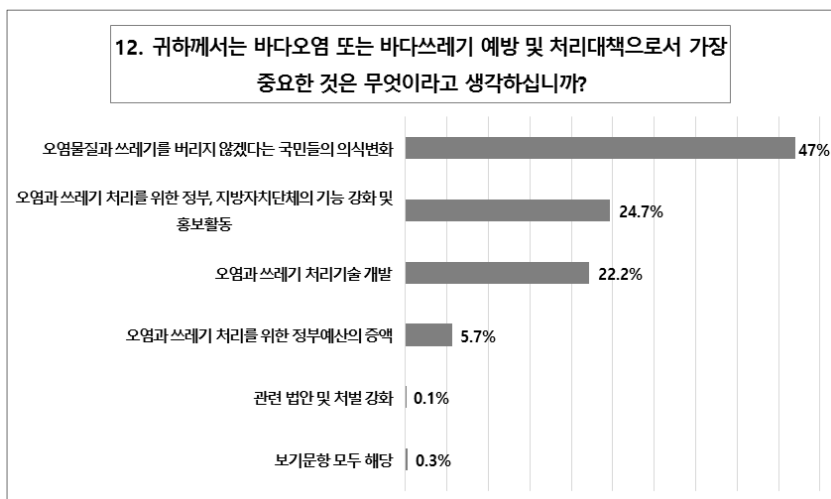
문항 12(귀하께서는 바다오염 또는 바다쓰레기 예방 및 처리대책으로서 무엇이 가장 중요하다고 생각하십니까)에 대해서는 오염물질과 쓰레기를 버리지 않겠다는 국민들의 의식변화가 47%로 가장 많은 응답을 차지하였으며, 오염과 쓰레기 처리를 위한 정부와 지방자치단체의 기능 강화 및 홍보활동 24.7%, 오염과 쓰레기 처리기술 개발 22.2%, 오염과 쓰레기 처리를 위한 정부예산의 증액 5.7%, 관련 법안 및 처벌 강화 0.1%의 순으로 나타났다.

〈그림 4-21〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 4



자료: 저자 작성

〈그림 4-22〉 연안어장 훼손과 보존대책에 대한 설문 문항 - 5



자료: 저자 작성

제3절 양식장 어장환경 개선에 대한 지불의사 추정

1. 추정방법

양식장 어장환경 개선사업에 대한 지불의사는 이중양분선택형 질문에 의한 조건부가치추정법을 이용하여 추정하였다. 조건부가치추정법(CVM: Contingent Valuation Method)은 공공투자와 같은 비시장활동에 대한 가치를 추정하는 방법으로 설문조사에 의한 기초 자료를 이용하여 수행된다. 조건부가치추정법은 특정 재화 및 서비스에 대한 사용가치와 함께 존재가치와 같은 비사용가치도 동시에 추정할 수 있어 각종 정부사업에 대한 예비타당성조사에서 주요 가치추정방법으로 활용되고 있다.⁵⁷⁾

이중양분선택형 조건부가치추정법(Double-Bounded Dichotomous-Choice Contingent Valuation)의 확률모형은 네 가지 응답 유형으로 구성된다.⁵⁸⁾ 첫 번째 응답 유형인 ‘예/아니오’의 경우, $y_i^1 = 1$ and $y_i^2 = 0$ 으로 나타낼 수 있으며 이에 대한 확률모형은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}\Pr(s, n) &= \Pr(t^1 \leq WTP < t^2) \\ &= \Pr(t^1 \leq z'_i\beta + \mu_i < t^2) \\ &= \Pr\left(\frac{t^1 - z'_i\beta}{\sigma} \leq \frac{\mu_i}{\sigma} < \frac{t^2 - z'_i\beta}{\sigma}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{t^2 - z'_i\beta}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{t^1 - z'_i\beta}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

57) KDI 공공투자관리센터, 「예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구」, 한국개발연구원, 2012. p. 73.

58) Lopez-Feldman이 제시한 우도함수 도출 방법을 수식(1)~(5)를 통해서 나타냈다.
자료: Lopez-Feldman A., "Introduction to contingent valuation using STATA", 2012<http://ideas.repec.org/p/pramprapa/41018.html>(검색일: 2018.9.25.)

$$\Pr(s, n) = \Phi\left(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right) - \Phi\left(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) \quad (1)$$

응답 유형 2번인 ‘예/예’의 경우, $y_i^1 = 1$ and $y_i^2 = 1$ 로 나타낼 수 있으며 이에 대한 확률모형은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \Pr(s, s) &= \Pr(WTP > t^1, WTP \geq t^2) \\ &= \Pr(z'_i \beta + \mu_i > t^1, z'_i \beta + \mu_i \geq t^2) \end{aligned}$$

위의 식을 베이지 정리에 의거하여 기술하면 아래와 같다.

$$\Pr(s, s) = \Pr(z'_i \beta + \mu_i > t^1 | z'_i \beta + \mu_i \geq t^2) * \Pr(z'_i \beta + \mu_i \geq t^2)$$

$$\begin{aligned} \Pr(s, s) &= \Pr(\mu_i \geq t^2 - z'_i \beta) \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{t^2 - z'_i \beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

$$\Pr(s, s) = \Phi\left(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) \quad (2)$$

응답 유형 3번인 ‘아니오/예’의 경우, $y_i^1 = 0$ and $y_i^2 = 1$ 로 나타낼 수 있으며 이에 대한 확률모형은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \Pr(n, s) &= \Pr(t^2 \leq WTP < t^1) \\ &= \Pr(t^2 \leq z'_i \beta + \mu_i < t^1) \\ &= \Pr\left(\frac{t^2 - z'_i \beta}{\sigma} \leq \frac{\mu_i}{\sigma} < \frac{t^1 - z'_i \beta}{\sigma}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{t^1 - z'_i \beta}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{t^2 - z'_i \beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

$$\Pr(n, s) = \Phi\left(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) - \Phi\left(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right) \quad (3)$$

응답 유형 4번인 ‘아니오/아니오’의 경우, $y_i^1 = 0$ and $y_i^2 = 0$ 으로 나타낼 수 있으며 이에 대한 확률모형은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}\Pr(n, n) &= \Pr(WTP < t^1, WTP < t^2) \\ &= \Pr(z'_i \beta + \mu_i < t^1, z'_i \beta + \mu_i < t^2) \\ &= \Pr(z'_i \beta + \mu_i < t^2) \\ &= \Phi\left(\frac{t^2 - z'_i \beta}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

$$\Pr(n, n) = 1 - \Phi\left(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) \quad (4)$$

식 (1)~(4)를 이용하여 WTP 추정을 위한 우도함수를 유도하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^N [d_i^{sn} \ln(\Phi(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}) - \Phi(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma})) + d_i^{ss} \ln(\Phi(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma})) \\ + d_i^{ms} \ln(\Phi(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}) - \Phi(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma})) + d_i^{mn} \ln(1 - \Phi(z'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}))]\end{aligned} \quad (5)$$

2. 설문 설계

양식장 어장환경 개선에 대한 지불의사 추정을 위한 설문은 2016년에 한국해양수산개발원이 실시한 「어장환경 보전·개선의 경제적 가치추정에 관한 설문조사」 문항을 바탕으로 개발되었다. 2016년에 실시된 설문조사에서는 어장환경 개선을 위한 연안어장 정화사업에 대한 문항을 포함하고 있으며 본 연구에서는 두 시점 간의 어장환경 개선을 위한 지불의사액 변화를 살펴보고자 한다.

CVM에서 중요한 참조 변수 중 하나인 지불의사 금액 예시의 경우 1차 설문(2016년 설문) 때 구한 지불의사금액 분포의 15~85% 내에

서 총 8개 구간의 지불의사 금액 예시를 도출하였다.⁵⁹⁾ 그러나 본 연구 조사에서는 1차 조사 때와는 달리 어장환경 개선사업 부담금액을 영속적으로 지불하는 것이 아닌 5년 동안 한시적으로 부과하는 것으로 가정하여 KDI가 제시한 예비타당성조사의 CVM 분석 가이드라인을 따랐다.

설문조사는 전국 만 20세에서 69세 사이 일반인 1,000명을 대상으로 진행되었으며, 조사기간은 2018년 8월이다. 설문조사 방법은 구조화된 설문지를 이용한 온라인 조사로, 수집된 자료는 통계 프로그램인 STATA를 이용하여 분석하였다.

3. 편익 추정 결과

1) WTP 응답의 분포

WTP 응답 분포는 WTP 구조를 직관적으로 이해하는 데 도움을 준다. <표 4-2>에 따르면 WTP 지불 의사를 보인 가구는 총 732가구이며 지불거부의사를 보인 응답가구는 268가구이다. 초기 제시금액과 후기 제시금액 모두 지불의사를 보인 가구는 368가구이며 초기 제시금액에 지불의사를 보였다가 지불거부 의사를 보인 가구는 272가구이다.

초기에는 지불거부 의사를 보였다가 후기 제시금액에 지불의사를 보인 가구는 92가구이며 초기와 후기 모두 지불거부 의사를 보인 가

59) CVM 방법론을 이용한 편익추정 지침에 따르면 지불의사 금액 예시는 사전 조사를 통해서 범위를 정하게 되며, 본 연구에서는 1차 조사 때 얻은 평균값과 표준 편차를 이용하여 15% 수준과 85% 수준을 구하였다. 자료: KDI 공공투자관리센터, 「예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구」, 한국개발연구원, 2012, p. 7

구는 268가구이다. 제시금액별 응답 분포는 응답 형태별로 차이를 보이고 있으나 제시금액에 대한 응답 비율은 전반적으로 고른 분포를 보이고 있어, 특정 제시금액에 대한 편이는 발생하지 않고 있다.

〈표 4-2〉 제시금액별 WTP 응답 분포

첫 번째 제시금액	예-예		예-아니오		아니오-예		아니오-아니오	
	가구수	비율 (%)	가구수	비율 (%)	가구수	비율 (%)	가구수	비율 (%)
2,500	72	7.2%	22	2.2%	9	0.9%	22	2.2%
5,000	59	5.9%	31	3.1%	7	0.7%	28	2.8%
7,500	44	4.4%	35	3.5%	11	1.1%	35	3.5%
10,000	48	4.8%	44	4.4%	9	0.9%	24	2.4%
12,500	37	3.7%	38	3.8%	14	1.4%	36	3.6%
15,000	41	4.1%	33	3.3%	7	0.7%	44	4.4%
17,500	38	3.8%	31	3.1%	15	1.5%	41	4.1%
20,000	29	2.9%	38	3.8%	20	2.0%	38	3.8%
계	368	36.8%	272	27.2%	92	9.2%	268	26.8%

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

지불거부 의사를 보인 가구는 완전 거부 의사를 보인 가구와 주관적 지불 의사를 제시한 가구로 나눌 수 있으며, 완전 거부 의사를 표시한 가구를 대상으로 해당 사유를 조사하였다.⁶⁰⁾ 사유별 순위는 〈표 4-3〉과 같으며, 주요 사유는 ‘이미 세금을 충분히 내고 있다’, ‘어장 오염 원인자 제공자가 내야 한다’, ‘정부추진 어장정화사업을 신뢰할 수 없다’, ‘어장정화 사업이 내게는 가치가 없다’ 등 주로 비금전적인 요인이 대부분을 차지했다.

60) 이중양분선택형 조건부가치측정법에서는 완전거부 의사 가구와 1, 2차 응답 시 거부 의사를 보였지만 주관적 지불 의사를 나타낸 가구를 모두 지불거부 의사를 보인 가구로 취급하고 있음.

〈표 4-3〉 지불거부 의사 가구의 사유별 분포

지불거부 사유	가구수	비율(%)
이미 충분한 세금을 내고 있으므로 그 돈으로 어장정화사업을 추진해야 한다	87	49.4%
어장을 오염시킨 원인자가 내야 한다	34	19.3%
정부의 어장정화사업 추진을 신뢰할 수 없다	15	8.5%
어장정화가 내게는 별 가치가 없다	13	7.4%
제시된 금액이 너무 높아 낼 여유가 없다	9	5.1%
가상적인 질문을 싫어한다	9	5.1%
어장이 너무 멀어서 앞으로 방문할 가능성이 없다	8	4.5%
인식변화 캠페인 진행상황을 확인 후 지불할 의사가 있다	1	0.6%
합계	176	100%

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

2) 지불의사금액 및 편익 추정 결과

지불의사금액은 최우추정법(Maximum Likelihood Estimation)에 의해 추정되었다. 추정모형은 기타 통제변수를 포함하지 않는 순수모형을 이용하였으며 추정 결과 표본의 연간 지불의사 금액은 가구당 16,824원이다.

〈표 4-4〉 WTP 추정 결과

지불거부 사유	추정계수	표준오차	z	P> z
상수	16,824	721.6741	23.31	0.001
표본수	1,000	-	-	-
Log Likelihood	-1341.1162	-	-	-
표본의 연간 지불의사 금액	16,824원			

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

여장환경 개선사업에 대한 지불의사를 표명한 가구의 비율과 표본 가구의 연간지불의사금액을 이용하여 가구당 평균 WTP를 추정하였다. 지불의사를 가진 가구의 비율은 73.2%이며 앞서 표에서 제시한 연간 지불의사금액은 16,824원이다. 이를 이용하면 가구당 평균 지불의사금액은 12,315원이다.

〈표 4-5〉 가구당 평균 WTP 추정 결과

구분	지불의사 가구 비율	연간 지불의사 금액	가구당 평균 지불의사금액 추정 결과
계	73.2%	16,824원	12,315원

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

본 연구에서 도출한 가구당 평균 지불의사금액을 이용하여 총 편익을 구하기 위해서는 국내 전체 가구의 현황을 파악할 필요가 있다. 〈표 4-6〉은 통계청에서 제시하고 있는 장래가구 추계 자료이며 2017년 기준 전국에 약 1,952만 4천 가구가 있다. 장래가구 추계에 의하면 2015년부터 2045년까지 약 330만 가구가 증가하며 증감률은 17.4%가 될 것으로 전망된다.

〈표 4-6〉 시도별 총가구 및 구성비(2015~2045년)

단위: 천 가구, %

지역	가구						
	2015(a)	2017	2025	2035	2045(b)	2015년 대비 2045년	
						증감	증감률
전국	19,013	19,524	21,014	22,067	22,318	3,305	17.4
서울	3,775	3,787	3,788	3,736	3,652	-123	-3.3
부산	1,330	1,351	1,399	1,423	1,397	67	5.0
대구	925	940	975	986	965	41	4.4
인천	1,038	1,070	1,191	1,298	1,346	307	29.6
광주	564	573	613	623	613	49	8.7

지역	가구						
	2015(a)	2017	2025	2035	2045(b)	2015년 대비 2045년	
						증감	증감률
대전	579	595	635	668	687	107	18.5
울산	420	429	458	473	465	45	10.7
세종	73	103	166	208	244	171	235.4
경기	4,355	4,541	5,163	5,566	5,620	1,265	29.0
강원	603	621	672	726	766	163	27.1
충북	599	622	695	765	801	203	33.8
충남	791	824	922	1,023	1,096	305	38.5
전북	714	731	756	781	791	77	10.7
전남	718	733	768	808	835	117	16.3
경북	1,058	1,088	1,140	1,190	1,211	153	14.5
경남	1,252	1,283	1,384	1,459	1,469	218	17.4
제주	218	233	288	334	359	141	64.7

자료: 통계청, 장래가구추계, [http://www.kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/2/6/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=362332&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=\(검색일: 2018. 9. 26\)](http://www.kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/2/6/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=362332&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=(검색일: 2018. 9. 26))

전국 가구수와 가구당 평균 지불의사금액을 이용하여 연간 총 편익을 구하였다. 총 편익은 아래 식과 같이 구할 수 있다.

$$\text{총편익} = N(\text{전국 가구수}) \times \text{가구당 평균 지불가능의사금액} \quad (6)$$

추정결과 어장환경 개선사업을 통해 창출되는 총편익은 연간 약 2,400억 원으로 산출되었다.

〈표 4-7〉 추정결과에 근거한 어장환경 정화사업의 연간 총편익

구분	가구수	가구당 평균 WTP 추정 결과(원)	연간 총편익 (백만 원)
계	19,524,000	12,315	240,438

주: 연간 총편익 산정을 위한 가구수 기준은 2017년을 기준으로 함

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

어장환경 개선사업 지출의사는 일반적인 사업기간인 5년으로 산정했으며, 각 연도별 발생 편익의 현재가치를 산출한 결과는 <표 4-8>과 같다. 결과에 따르면 사업기간 내에 발생하는 총 편익의 현재가치는 약 1조 8백억 원으로 추정되었다.

<표 4-8> 편익의 현재가치

(단위: 백만 원)

연도	편익의 현재가치
1차년도	240,438
2차년도	227,903
3차년도	216,022
4차년도	204,760
5차년도	194,086
총 편익	1,083,210

주: 현재가치를 위한 할인율은 사회적 할인율 5.5%를 준용함

자료: 설문조사 자료 분석 결과를 바탕으로 저자 작성

제4절 시사점

양식어장 환경과 환경개선에 대한 소비자 인식도 조사에 따르면 국민들은 연안환경 보호를 위한 정부의 적극적인 노력이 필요하다는 데 인식을 공유하고 있다. 또한 연안어장에서 다원적 가치를 지속적으로 누릴 수 있는 현명한 이용도 희망하고 있는 것으로 나타났다. 소비자 인식도 결과에 따르면 양식어장(연안환경)은 환경재화로서 보호와 보존의 가치가 있는 것으로 나타났으며, 무분별한 어장 이용으로 얻는 이익이 국가 전체적으로 큰 손실을 가져올 것으로 인식하고 있다. 이와 같이 국민들은 연안환경이 가지는 환경적 가치와 함께 이를 통해 창출되는 경제적 가치도 인식하고 있으며 이러한 모순적인 상황에 대해 현명한 이용을 요구하고 있다.

양식어장이 가지고 있는 다원적 가치는 구체적으로 낚시와 같은 레저 이용가치, 수산동식물의 서식지로서 생태가치, 자연경관과 같은 관광가치, 생태 교육적 가치, 학술연구의 대상으로서 학문적 가치 등이 있다. 그리고 경제적 부를 창출하기 위한 산업적 가치도 함께 인식하고 있으며, 이러한 가치는 연안 양식환경 개선을 위한 최대지불의사를 추정함으로써 종합적 추정이 가능하다. 최대지불의사 추정에 따르면 지불의사를 보인 가구의 비율은 73.2%로 과반수의 국민이 연안어장환경이 가지고 있는 다원적 가치에 대한 지불의사를 보였으며, 가구당 5년간 매해 1만 2,315원을 지불할 수 있는 것으로도 추정되었다. 이를 화폐의 시간가치를 고려하여 전국 단위로 환산한 결과 5년간 약 1조 8백억 원이 창출될 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과가 주는 메시지는 간단하지만 정책 설계자에게는 중요한 의미가 있다. 연안어장의 보호를 위해서 정부가 적극적으로 개입하는 경우 관련 재원이 필요하다. 이를 위한 투자가치는 추정된 최대지불의사 금액이 될 수 있다.

연안어장의 보호는 필연적으로 연안어장 이용에 대한 산업적 이용자의 바람과 단기적으로 상충하게 된다. 가장 적극적인 연안어장 보호방안으로 어장 휴식년제가 있으나, 이는 산업적 이용 종사자의 경제활동 중단을 의미한다. 이러한 모순적 상황을 해결하는 현명한 조치가 필요하다. 현재 농어업 분야에서는 환경이 가지는 다원적 가치를 보호하기 위해 생산적 측면과 연계되어 있지 않은(디커플링) 친환경농업직불제 및 친환경양식지원사업을 펼치고 있다. 이러한 방법은 양식어장 환경개선 사업에도 적용될 수 있으며, 연안환경 개선에 대한 최대지불의사는 어장휴식년제 직불금 사업의 규모를 가능할 수 있는 지표가 될 것이다.

제 5 장

양식어장 환경개선을 위한 이행방안

제1절 기본 방향

우리나라 천해양식은 내만에 밀집되어 발전하였다. 내만은 개방된 바다에 비해 파도에 의한 시설물 피해를 줄일 수 있고, 육지에서 나오는 영양분이 풍부하며, 육지에 인접해 관리의 편리성이 있어 해면 양식의 적지로서 역할을 해왔다. 그러나 오랜 기간 양식업이 성장하면서 내만 양식장의 환경오염이 심화되고, 조류 소통이 어려워지면서 점차 입지의 장점들이 사라지고 있다. 내만 양식장의 환경은 육상 기인 오염물질이 유입되고, 양식장에서 발생하는 오염원이 저층에 쌓이면서 저질의 환경문제가 심각한 수준에 이르게 되었다. 연안도시의 오수처리시설 등이 완비되면서 연안 양식장의 오염원은 양식 생산과정에서 주로 발생하는 것으로 추정된다. 양식장 저질의 주요 오염원은 사료를 공급하는 어류 양식장의 초과 사료의 저질 고형물이며, 패류와 해조류의 경우에도 폐패각과 대량 폐사체에 의한 이물

질이 축적되어 발생하고 있다. 내만에 밀집한 양식장에 조류 소통이 되지 않으면서 어장환경이 더욱 악화되고 있어 근본적인 해결이 요구된다.

법적 개념으로 어장환경은 ‘어장에서 서식하는 생물체와 이를 둘러싸고 있는 바닷물, 해저지형 등 비생물학적 환경 및 어장에서의 인간의 행동양식을 포함하는 것으로서 어장의 자연 및 생태’⁶¹⁾이다. 어장환경 개선의 문제는 양식장 저층의 오염뿐만 아니라 이에 따른 바닷물의 오염, 해저지형의 변화 등 비생물학적 환경과 인간의 양식방법, 양식장에서의 수산물 폐사, 바이러스 및 감염병 발생, 부표사용에 따른 미세 플라스틱의 발생 등도 어장환경 개선의 대상이 된다. 그러나 어장환경의 정의에 포함되는 서식 생물체, 비생물학적 환경, 양식 활동 등에 대한 법적 개선사항과 광범위하게 포함된 어장환경 개선을 위한 노력이 법적으로 의무화되어 있지 않아 근본적인 해결을 법적으로 기대하기는 어려운 상황이다.

〈표 5-1〉 어장환경의 정의와 어장환경 개선사항

어장환경	개선사항
서식 생물체	생태계 복원 / 유해생물 및 병원균 차단 / 기후변화 대응
비생물학적 환경 (바닷물, 지형)	저층 청소(어장정화 등) / 수질 개선
양식 활동	오염원 발생 저감 양식 방법 / 어장 청소 양식시설 개선 / 어장재배치 오염저감 기술개발

자료 : 저자 작성

61) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) (검색일: 2018.09.01.)

국내 양식장에서 실질적인 어장환경 개선이 어려운 이유에 대해 기존 선행연구에서는 i) 환경 수용력이 낮은 어장에 면허·허가가 발급되면서 근본적으로 어가들이 자체 노력만으로는 저밀도 양식을 통해서 생산성을 맞추기 어렵다는 점, ii) 청소 범위를 넘는 오염원이 이미 발생되어 있으며, 저질 청소는 과도한 비용이 수반되므로 소규모 어가의 입장에서는 수용하기 어렵다는 점, iii) 어장환경 오염은 환경 문제이며, 식품 문제이기도 하므로 엄격한 법집행이 요구되지만 법 강제성이 미흡하다는 점, iv) 양식 품종별로 오염원 발생이 상이하므로 품종별로 청소방법과 주기가 세분화되지 못해서 일률적인 청소의무로는 현실성이 없다는 점 등이 지속적으로 제기되었다.

국내 양식장 출장을 통한 현장조사 결과, i) 물리적, 생태적으로 동일한 공간을 이용하는 양식어가들이 자기어장 청소만으로 내만 환경오염을 저감시키는 것은 불가능하기 때문에 어장청소 의지가 상실된다는 점, ii) 양식장 오염의 가장 주요 원인으로 지목되는 가두리 어류양식장의 경우 배합사료의 사용으로는 생사료 급이시의 성장속도를 따라가지 못하므로 생사료 사용을 멈추기 어렵다는 점, iii) 양식어장을 청소한 어장과 방치된 어장에서 생산되는 양식 수산물이 시장에서 차별성을 인정받지 못해 환경개선의 유인이 없다는 점, iv) 친환경 양식방법으로 변경하고 싶어도 기존의 법제도로 인해 자율적 변경이 어렵다는 점, v) 양식장 저질 청소 시에 오염물질이 인근 어장에 피해를 주게 되는데 기술적인 보완을 통해 청소방법 개선을 위한 기술개발이 잘되지 않고 있다는 점, vi) 친환경부표를 사용하지만 여전히 미세 플라스틱이 나와 소비까지 영향을 주고 있어 어업인이 수용 가능한 가격대에 미세 플라스틱 문제를 완전히 해결할 수 있는 기술개발이 필요하다는 의견이 있었다.

〈표 5-2〉 양식장 어장환경개선 저해 원인과 해결방법

구분	원 인	해결 방법	해결 주체
기존 연구	환경수용력이 낮은 어장에 면허·허가 발급	법률	정부
	청소 범위를 넘는 오염원 / 과도한 비용 부담	공동부담	정부, 양식어가
	법의 강제성 미흡	법률	정부
	양식품종에 맞는 청소방법 및 주기 세분화 미흡	법률, 양식어가	정부, 양식어가
현장 조사	자기어장 청소만으로 내만 환경오염 저감 불가능 (물리적, 생태적 동일 공간 이용)	권역단위 어장정화	정부
	양식어류 생산성 문제로 배합사료 사용 불가능	법률 보조금	정부, 어가
	생산물의 판매에 있어 차별성이 없어 환경개선의 유인이 없음	소비자 참여형 인증제	어가, 유통기업
	친환경 양식방법으로 자율적 변화 어려움	정부	정부
	어장청소 기술의 미흡 / 친환경부표의 품질저하	R&D/인증체계 구축	정부, 기업

자료 : 저자 작성

세계적으로 환경문제는 공공재로 정부 개입이 요구되며, 통제와 명령을 기반으로 하는 규제와 시장실패에 따른 외부효과의 내부화를 통한 해결을 원칙으로 추진되어 왔다. 또한 환경 경제학은 생태계 문제 접근 방법을 통해 산출물을 줄이거나 배출되는 폐기물의 양을 줄이는 방법, 재활용을 증가시키는 방법을 사용한다. 양식장 어장환경 개선을 위해서도 법률적·행정적 규제를 기반으로 하되 시장기구를 통한 사적 해결을 모색하고, 사적 해결이 어려울 경우 공적 해결방법을 고려한다. 이때 기본적인 원칙은 환경수용력을 고려하여 양식수산물 총량을 규제하고, 배합사료, 미세 플라스틱 등 폐기물의 양을 줄이는 방법을 사용한다.

최근의 환경관련 규제는 수용성을 고려하여 인센티브와 자율적 협약을 동시에 고려할 경우 그 효과가 큰 것으로 나타나고 있어 일방적 규제보다는 양식어가의 수용성을 고려한 해결방향을 제시한다. 또한 양식산업과 관련된 다양한 이해관계자들이 협력하여 어장환경을 개선할 수 있도록 전략을 마련한다, 이를 위해 양식어장관리가 미흡한 원인별 문제점을 세분화하여 실질적 해결방안을 모색한다. 어장환경 개선은 사업별 성격에 따라서 이행주체가 달라질 수 있고, 시간적으로 단기, 중장기적으로 해결해야 할 과제들이 상이하므로 어장환경 개선방안과 사업 성격별, 주체별, 시간별, 자원별로 구분하여 이행방안을 만들고 로드맵을 마련한다.

제2절 양식어장 환경개선 이행방안

1. 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입

1) 필요성

우리나라 연안어장은 수산동식물의 서식처로서 지역주민들의 주요 소득원인 수산업을 위한 삶의 터전을 제공할 뿐만 아니라 국민들에게는 수산동식물의 먹거리, 여가활동 기회, 자연교육의 실습장, 자연경관 그 자체의 가치 등을 제공하는 공익적 기능을 가지고 있다. 일반 국민을 대상으로 한 인식도 조사 결과에서도 우리나라 연안어장의 공익적 기능을 대체로 높게 평가하고 있어 연안어장의 보존 가치는 높다고 볼 수 있다. 특히 환경에 대한 국민 인식도 조사에서는 경제적 불이익이 있더라도 경제적 이익과 무관하게 환경 자체의 보

존을 지지하는 의견이 높아 환경에 대한 국민 의식수준이 매우 높은 것으로 나타났다.

그러나 국내 양식어장이 밀집된 연안어장의 훼손은 육상기인 오염 물질과 양식과정에서 양식장 자가오염이 지속적으로 발생하고 있어 양식어장의 환경개선을 위한 적극적인 노력이 필요한 실정이다. 이러한 문제 해결을 위해 「어장관리법」 제정으로 양식어장 휴식년제를 위한 법적 기반을 마련하였고, 양식어장 휴식년제 등의 정책을 추진할 계획을 마련하였지만 현재까지 정책적으로 실시되지 못하고 있다. 그러나 최근 정부는 환경문제 해결과 어업인 경영안정 등을 위한 직불제 등을 적극 검토하고 있어 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입을 재검토할 필요가 있다.

2) 개념

양식어장 휴식의 개념은 “해양생태학적 측면, 양식어장 관리적 측면, 법적 측면 등으로 구분할 수 있다. 해양생태학적 측면에서 양식어장 휴식은 내외부적 요인으로 인하여 어장환경이 악화된 양식어장의 생태환경을 개선하기 위하여 어장이용을 일정 기간 금지하는 것으로 정의될 수 있다. 양식어장의 관리의 측면에서는 양식어장의 환경이 악화되어 어장관리를 하였음에도 불구하고 어장의 생산성이 떨어진 어장을 일정 기간 휴식을 통해 어장 생산성을 회복하는 것으로 볼 수 있다. 법적 측면에서는 어장관리에 의하여 환경이 심하게 오염되어 병해가 자주 생기고 생산성이 떨어진 어장에 대하여 어업을 일정 기간 쉬게 하는 것으로 정의내리고 있다. 이상을 고려할 때 양식어장의 휴식은 양식어장의 생태환경이 악화된 어장에 대해 환경 개선을 통해 생산성을 향상시킬 목적으로 일정 기간 어장을 휴식하게 하는 것으로 볼 수 있다.”⁶²⁾

3) 법적 근거

양식어장 휴식의 개념은 「어장관리법」 제2조(정의)에 따라 “환경이 심하게 오염되어 병해가 자주 생기고 생산성이 떨어진 어장에 대하여 그 어업을 일정 기간 쉬게 하는 것을 말한다”.⁶³⁾ 동 법 제4조 2항에 따라 어장관리 시행계획 수립 시 어장휴식에 관한 사항을 포함하도록 하고 있으며, 동 법 제9조에서는 “시장·군수·구청장은 어업면허를 받은 어장이 있는 어장관리해역에 대하여 어장휴식에 관한 계획을 수립하고, 어업면허권자와의 협의, 휴식기간 중 어장정화·정비 우선 실시, 어업면허 유효기간 중 어장휴식을 실시하지 아니한 어장에 대해서는 유효기간이 지난 날부터 2년 동안 어장휴식을 실시한 후 새로운 어업면허를 하여야 한다.”⁶⁴⁾

4) 정책적 타당성

양식어장의 휴식년제는 수산업의 환경보전, 공익적 기능의 유지, 어가경영의 안정 등을 목표로 추진되는 사업이다. 어업인의 노력 등 준수사항이 포함된 직불금으로 생산중립적 직불제로서 WTO 금지보조금에 포함되지 않는다. 양식어장 환경개선을 위한 지불의사 추정 결과 연간 가구당 평균 지불의사금액은 1만 2,315원으로 분석되었으며, 총편익은 연간 약 2,400억 원으로 일반적인 사업기간을 5년으로 산정했을 때 총 편익은 1조 8백억 원 수준이다. 이와 같이 환경 등 공익적 기능에 대한 국민적 지지와 양식어장 환경개선 사업에 대한 충분한 지불의사가 확인되었다. 향후 글로벌 양식규범의 확대로 저충

62) 농림수산식품부, 「양식어장 휴식년제 실시방안에 관한 연구」, 2010, p. 24.

63) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>), 어장관리법 제2조(정의)(검색일: 2018. 10. 10).

64) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>), 어장관리법 제9조(어장휴식)(검색일: 2018. 10. 10).

의 오염문제뿐만 아니라 자연 서식지 훼손 등은 양식 생산물의 식품으로서의 유통에 걸림돌로 작용할 전망이다. 따라서 양식어장 휴식년제는 공익적 기능 유지와 지속가능한 양식업을 위해서도 추진되어야 할 주요한 정책과제이다.

5) 도입 방향

양식어장 환경개선을 위한 직불제는 “환경이 심하게 오염되어 병해가 자주 생기고 생산성이 떨어진 어장에 대하여 그 어업을 일정 기간 쉬게 하는”⁶⁵⁾ 것으로 어장휴식을 실시하는 양식장에게 어장휴식으로 발생할 수 있는 소득감소분의 일정 금액을 양식어가 생계유지를 위해 보조한다.

양식어장 환경개선을 위한 직불제 대상 어장은 「어장관리법」 제10조(어장면적의 조정 등)의 1항에 따른 「어장관리법」 시행규칙 제3조3(어장환경평가에따른 조치 등)의 1항 4호의 2회 이상 4급을 받은 어장과 「어장관리법」 제10조의 2항에 해당된다고 인정되는 어장을 대상으로 한다. 어장환경평가 결과 2회 이상 4등급을 받은 어장은 퇴적물의 준설이나 위치조정이 필요한 어장이고, 「어장관리법」 제10조 2항은 “자정능력의 한계를 넘었다고 인정되는 어장에 대해서는 새로운 어업면허 또는 어업허가를 하여서는 아니 된다”⁶⁶⁾고 규정하고 있어 양식어장 환경개선의 효과를 높이기 위해서는 어가 수용력을 고려하여 어장휴식 등 제도적 기반을 마련하여 어가의 제도수용력을 높일 필요가 있다.

65) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>), 어장관리법 제2조(정의)(검색일: 2018. 10. 10).

66) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>), 어장관리법 제10조(어장면적의 조정 등)(검색일: 2018. 10. 13).

단, 양식어장 환경개선의 실효성을 높이기 위해서는 지금의 가두리 양식장별 어장환경평가를 전체 양식장으로 확대하고, 가두리 아래의 바닥 저질뿐만 아니라 생태환경적 영향 범위를 재설정하여 인근 지역의 평가를 병행한 뒤 종합적 평가방법이 개발되어야 한다. 이를 통해 개별 어가단위보다는 보다 넓은 만 단위의 양식어장 환경개선을 위한 휴식이 필요하다.

양식어장 환경개선을 위한 직불제를 시행할 경우 어업인 어업소득의 일정 수준을 보전하되 기존의 연구⁶⁷⁾에서와 같이 “양식어장 환경악화 책임 분담 및 수익자 부담 원칙에 따라 정부, 지자체, 어업인이 각각 50%, 30%, 20%의 기본 틀을 유지하고, 손실의 범위는 어업이익과 인건비의 80%와 어장휴식기간 중 고정비를 어장휴식 지원금”으로 산정한다. 직불금 지원방법은 “어장휴식에 따른 소득보전을 위해 일시불보다는 분기 또는 월별로 분할 지급하고, 어촌계 면허이거나 지분으로 나눠진 개인면허의 경우 지원금을 면허의 보유지분만큼 개인별로 배분한다.”⁶⁸⁾

2. 양식장 어장환경 개선을 위한 인증기준 마련

1) 필요성

현재 글로벌 민간 양식인증제는 FAO 양식규범을 기반으로 만들어졌으나 민간기관별로 기준이 상이하여 중복 인증의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 글로벌 지속가능 수산물 계획(GSSI: Global

67) 농림수산식품부, 「양식어장 휴식년제 실시방안에 관한 연구」, 2010, pp. 92~94.

68) 전계서, p. 94.

Sustainable Seafood Initiative)은 난립하고 있는 민간의 다양한 양식인증제가 FAO의 규범을 잘 반영하고 있는지를 검토하는 역할을 하고 있다.⁶⁹⁾ 국내 양식장 어장환경 개선을 위한 한국형 인증기준을 만들 때는 FAO 양식규범을 반영해야 하며, 국내법 및 국내 양식 품종별 양식방법의 특성도 반영되어야 한다. 현재 일본해양에코라벨협회가 일본의 특성을 고려하여 양식생산 인증제를 마련한 것은 민간 양식인증이 일본의 특성을 제대로 반영하지 못하고 있다는 판단에서 시작되었으며, 영세 일본 양식어가들이 민간 인증을 받기 위한 과도한 지출을 막으려는 측면도 있다. 따라서 한국형 인증기준은 국제규범을 잘 반영하고, 이를 검증받기 위해 GSSI 글로벌 벤치마크에 재인증을 받는 과정이 필요하다. 또한 한국의 특성을 반영한 인증기준이 글로벌 기준의 인증과 동등성을 인증받을 수 있도록 한국형 표준을 만들 필요가 있다. 일본은 우리나라와 유사한 환경을 가진 국가로 일본해양에코라벨협회에서 2018년에 제시한 양식관리표준을 참고하여 현재 우리나라 양식어가의 취약성을 고려한 인증기준(안)을 마련할 필요가 있다.

2) 일본해양에코라벨협회 양식생산표준 검토⁷⁰⁾

기본원칙 1. 양식장 운영의 사회적 책임

1.1 양식장 운영은 모든 관련법과 규정, 국가의 규정과 양식장이 위치한 곳의 지자체 조례를 따른다.

69) 한국해양수산개발원, 「해조류 국제양식규범 확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 : ASC 인증을 중심으로」, 2018, p. 23.

70) Marine Eco-Label Japan Council, Aquaculture Management Standard Version 1.0, 2018, pp. 1~11.

표준준수지표

- 1.1.1 양식어가는 모든 관련 국가, 지자체의 법과 규정을 준수하고, 다음의 규정을 포함하지만 다음에 제시한 법에만 한정되지는 않는다.
- 1.1.2 양식어가는 면허와 허가를 받아야 하고, 양식장과 대상 품종은 면허와 허가에 따라야 한다.
- 1.1.3 양식장에 종사하는 노동자는 공정하게 대우받아야 하고, 노동조건은 법에 따라 적절한 임금, 복지, 근로조건이 제공되어야 한다. 적절한 건강 관리와 노동환경이 보장되어야 한다.
- 1.1.4 아동 노동의 사용과 다른 불법 노동은 엄격히 제한된다.

기본원칙 2. 양식 수산물의 건강과 복지에 대한 고려

2.1 양식 수산물은 스트레스를 최소화하는 적절한 환경에서 관리되어야 하고, 질병발생에 대한 예방적인 조치를 취하기 위해 미리 계획하고, 이행되어야 한다.

표준준수지표

- 2.1.1 양식어가는 양식 품종과 품종별 생활사에 기반을 둔 적절한 물을 사용해야 하며, 이는 어장관리법, 해양환경관리법, 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙 등을 준수해야 한다.
- 2.1.2 양식어가는 충분한 가두리 또는 수조의 공간을 제공하고, 양식장에서의 위생적 환경조건을 유지하기 위해 적절한 양육 밀도를 준수해야 한다.
- 2.1.3 양식어가는 적절한 지표를 사용하여 양식장의 환경조건을 모니터링해야 한다. 양식장 환경악화에 대응하기 위한 적절한 절차를 마련해야 한다.
- 2.1.4 양식어가는 양식 수산물의 영양학적 조건을 달성하기 위해 적절한 먹이를 공급해야 하며, 건강상태를 유지하기 위해 적절한 양의 사료를 사용해야 한다.

2.2 양식 수산물은 질병발생과 확산을 막기 위해 적절한 관리하에 양식되어야 한다.

표준준수지표

- 2.2.1 양식어가는 적절한 지표를 활용하여 양식 수산물의 건강상태를 모니터링 해야 한다.

- 2.2.2 양식어가는 양식 수산물의 사체나 죽어가는 양식 수산물을 수집하여 처리하는 절차를 가져야 하고, 결정된 절차에 따라서 적절하게 처리해야 한다.
- 2.2.3 양식어가는 양식 수산물의 탈출을 막기 위한 시설물을 관리해야 하고, 의도적으로 질병이 있는 양식 수산물을 방류해서는 안 된다.
- 2.2.4 종자는 양식장에 입식하기 전에 특정 또는 물질 병원체가 없다는 점을 인증받아야 한다.
- 2.2.5 양식어가는 모든 양성단계에 거쳐 효과적인 예방조치와 백신투입을 통해 적절하게 양식 수산물을 관리해야 한다.

2.3 질병 발생 시에는 양식 수산물이 관련 법규를 준수하여 관리되어야 한다.

표준준수지표

- 2.3.1 양식어가는 질병발생에 대응하기 위한 절차를 마련하고 이행해야 한다.
- 2.3.2 양식어가는 감독기관의 감독하에 치료에 대한 진단 및 결정에 따라 질병을 치료해야 한다.
- 2.3.3 양식을 위한 수산의약품의 사용은 관련법규에 따라야 하며, 양식어가는 환경영향을 최소화시키기 위해 수산의약품을 사용하는 절차를 마련해야 한다.
- 2.3.4 항균제는 법에 따라 신중히 사용되어야 한다.
- 2.3.5 양식장 노동자는 양식 수산물 및 장비를 위생적이고 안전하며 적절한 방식으로 취급할 수 있도록 훈련, 교육을 받은 유능한 사람이야 한다.

기본원칙 3. 식품위생(식량안보)의 보장

3.1 양식활동, 환경, 물질, 장비 등은 인체건강에 대한 위험을 최소화하기 위해 적절하게 관리되어야 한다.

표준준수지표

- 3.1.1 양식장과 주변환경에 대한 적절한 위해성 평가를 통해 양식장 입지를 선정해야 한다.
- 3.1.2 양식어가는 인체건강에 위험을 방지하기 위해 양식장에서 위해물질 모니터링을 실시해야 한다.

3.2 양식장에 사용되는 의약품은 약품 잔류를 막기 위한 절차에 따라서 적절하게 관리되어야 한다.

표준준수지표

- 3.2.1 양식장에 사용되는 의약품은 어류 전염병 예방 전문가의 전문성과 정확한 진단을 토대로 처방하여 효율을 최적화시키고, 의약품 사용기록은 유지·보관되어야 한다.

3.3 양어용 사료는 모든 오염 위험을 최소화시키기 위해 적절하게 관리되어야 한다.

표준준수지표

- 3.3.1 양어용 사료, 사료첨가, 사료성분은 화학적 오염을 방지하기 위해 책임 있게 사용되어야 하며, 각 양식장(수조, 가두리)마다 이력추적이 가능하도록 기록을 유지해야 한다.

3.4 이매패는 위생적인 상태로 양육되어야 하며, 양성단계별로 이력추적이 가능해야 한다.

표준준수지표

- 3.4.1 이매패의 양성지역은 미생물학적 오염과 위해화학품, 패류독소 등을 방지하기 위해 모니터링하고 관리되어야 한다.
- 3.4.2 이매패는 필요한 경우 정확해야 하며, 정확을 위한 장비는 적절히 유지되어야 한다.
- 3.4.3 출하시에는 양성지역, 도착지역, 종, 수량, 운송방법, 양식어가의 이름 등과 같은 제품에 대한 상세한 정보가 확인되고 기록되어야 한다. 제품 식별이 가능하도록 식별 표시는 운송 목적지에 설명되어야 한다.
- 3.4.4 출하를 위해서는 장비, 기계, 포장재료 등이 위생적인 상태로 유지되어야 한다.
- 3.4.5 출하절차는 제품의 품질 저하를 방지하기 위해 위생적인 조건에서 결정되고 수행되어야 한다.

3.5 양식 수산물은 위생적인 상태에서 출하하고, 모든 제품의 양성 단계별로 이력 추적이 가능하도록 한다.

표준준수지표

- 3.5.1 양식 수산물은 가두리 또는 수조 단위로 관리하고, 매일의 양식활동이 기록되어야 한다.
- 3.5.2 출하일, 출하물량, 무게, 도착지 등 양식 수산물에 대한 구체적인 정보가 기록되어야 한다. 식별이 가능한 표시는 출하 목적지에 설명되어야 한다.
- 3.5.3 운송을 위한 장비, 기계, 포장지 등은 위생적인 상태로 유지되어야 한다.
- 3.5.4 운송을 위한 절차는 미리 계획한 대로 이행되어야 한다.

기본원칙 4. 환경보전을 위한 고려사항

4.1 양식활동, 환경, 물질, 장비 등은 인체건강에 대한 위험을 최소화하기 위해 적절하게 관리되어야 한다.

표준준수지표

- 4.1.1 양식장 장비, 케이지, 어선은 양식 시설 및 주변 지역의 오염을 방지하기 위해 중 금속 및 유해 화학물질이 포함되지 않은 재료로 정기적으로 관리되고, 코팅되어야 한다.
- 4.1.2 양식에 사용되는 물은 관련 법령을 준수하여 활용되어야 하고, 담수화 및 폐수 처리는 양식장 및 주변 환경의 수질을 유지할 수 있도록 염화 처리되어야 한다.
- 4.1.3 양식 수산물의 밀도는 적절히 관리되어야 하며, 유기 물질의 침전과 탈산화 물의 발생을 방지하기 위해 유기물을 모니터링해야 한다.
- 4.1.4 폐쇄된 양식장의 물을 사용하는 양식장에서 물 배출이 저서환경에 미치는 부정적인 영향을 방지하기 위해 적절히 관리되어야 한다.

4.2 양어용 사료는 양식 수산물의 건강을 최적화하고, 자연자원의 영향을 최소화하기 위해 적절하게 사용되어야 한다.

표준준수지표

- 4.2.1 양어용 사료, 사료 첨가제, 사료 원료는 안전성 보장 및 품질개선법 및 기타 관련 법률을 준수하여 사용해야 하며, 각 양식장에 사용된 사료는 기록되어야 하고, 이력

추적이 가능해야 한다.

- 4.2.2 어분과 어유를 생산하기 위해 사용된 수산물의 종과 기원은 추적 가능해야 하고, 어분과 어유는 불법어업으로 생산되거나 멸종위기종이어서는 안 된다.
- 4.2.3 수산물은 온마리의 형태로 사료로 직접 사용되어서는 안 되고, 온마리의 경우에는 양식 수산물의 건강을 유지하기 위한 원료사료로 사용되어야 한다. 사료의 단백질 공급원은 양식되는 종과 동일한 종과 속이어서는 안 된다.
- 4.2.4 양식 수산물이 양성되는 동안 어분과 어유의 양은 적절히 줄여야 한다.

4.3 종은 자연자원에 미치는 영향을 최소화시키기 위해 적절히 사용되어야 한다.

표준준수지표

- 4.3.1 부화장에서 사육한 종자는 종자가 있는 양식장에서 우선적으로 사용되어야 한다.
- 4.3.2 야생 종은 합법적으로 수집되었고, 자연자원과 환경에 부정적인 영향을 미치지 않을 경우 야생종 사용이 정당화될 수 있다.
- 4.3.3 유전자 변형 수산물의 사용은 환경영향평가의 적절한 이행 없이는 금지되어야 한다.

4.4 양식장은 양식장과 그 주변환경에 대한 영향을 최소화시키기 위해 적절하게 운영되어야 한다.

표준준수지표

- 4.4.1 양식은 서식지와 생물다양성에 관한 법률, 환경영향평가의 결과를 준수하여 운영되어야 하고, 민감한 서식지의 경우에는 자원회복이 이행되어야 한다.
- 4.4.2 멸종위기종에 속하는 유해 생물의 경우에는 그 종을 치명적이지 않은 방법으로 제거해야 하며, 근로자의 안전에 대한 우려가 있을 때와 죽기 직전의 사체를 안락사시키는 것이 우선시될 때는 예외로 한다.

3) 양식어장 환경개선을 위한 인증기준 마련

(1) 기본방향

세계양식규범은 친환경·유기 수산물 생산의 개념에서 환경적 생산과 윤리적 생산까지 확대되고 있다. 일본 인증기준과 표준준수지표의 개발 사례에서와 같이 독자적인 인증기준을 마련하여 동물복지와 노동여건 등이 포함된 광범위한 기준과 지표를 포함하고 있다. 국내 「어장관리법」에서 정하고 있는 어장환경은 서식 생물체, 비생물학적 환경, 양식활동 등으로 규정되어 있다. 따라서 양식장의 환경을 단지 내만 오염물질에 대한 처리 등으로 어장환경을 개선하는데 국한하면 국제양식규범을 따라가기 어려울 것으로 보인다. 또한 친환경 소비자의 국제양식규범에 대한 인식 수준이 높아질 것으로 예상되면서 엄격한 국내 기준 마련을 통해 전반적인 양식어장 환경개선 노력이 필요하다. 양식어장의 청소뿐만 아니라 서식생물의 보존을 위한 생태계 복원, 유해생물 및 병원균 차단, 기후변화 대응 등을 위해 노력하고, 양식방법의 개선을 통한 원천적인 오염원 차단 노력을 병행해 나가야 한다.

(2) 관련법

양식어장 환경개선을 위한 인증기준 마련을 위해 적용 가능한 국내 법은 「수산업법」(법률 제14349호), 「수산업·어촌기본법」(법률 제15517호), 「어장관리법」(법률 제14739호), 「식품위생법」(법률 제15277호), 「농수산물 품질관리법」(법률 제15384호), 「소비자기본법」(법률 제15696호), 「수산생물질병관리법」(법률 제15131호), 「해양환경관리법」(법률 제 15012호), 「지하수의 수질보전 등에 관한 규칙」(환경부령 제 770호), 그 밖에 양식장이 위치한 지자체 법과 조례 등이 있다.

(3) 주요 인증기준

가. 양식어장 환경보전을 위한 인증기준

- 양식 수산물 생산지역 및 주변환경의 수질 관리
- 양식장 사용시설의 중금속 및 유해 화학물질이 포함되지 않은 재료 사용
- 양식밀도 관리, 유기물질 침전과 탈산화물의 발생 방지를 위한 모니터링
- 양어용 사료의 자연자원 영향 최소화 및 해양 오염 방지
- 양어용 사료, 사료 첨가제, 사료 원료의 안전성 보장 및 이력추적
- 어분과 어유를 생산하기 위해 사용된 수산물의 종과 기원의 이력추적
- 배합사료의 사용, 단백질 공급원은 양식되는 종과 동일한 종과 속 배제
- 사료에 사용되는 어분과 어유 양의 점진적 축소

나. 생태계 보호를 위한 인증기준

- 부화장에서 사육한 종자는 종자가 있는 양식장에서 우선 사용
- 야생종의 합법적 수집, 자연자원과 환경에 부정적 영향 최소화
- 유전자 변형 수산물의 사용은 환경영향평가의 적절한 이행 없이는 금지
- 양식은 서식지와 생물다양성에 관한 법률, 환경영향평가의 결과 준수
- 민감한 서식지의 경우, 자원회복 이행
- 양식 수산물 탈출방지를 위한 시설물 관리, 질병 양식수산물의 방류 금지

다. 식품위생을 위한 인증기준

- 양식장과 주변환경에 대한 적절한 위해성 평가를 통해 양식장 입지 선정
- 인체건강에 위험을 방지하기 위해 양식장 위해물질 모니터링 실시
- 양식장에 사용되는 의약품은 약품 잔류를 막기 위한 절차
- 의약품은 어류 전염병 예방 전문가의 전문성과 정확한 진단을 토대로 처방
- 의약품 사용기록의 유지·보관
- 사료, 사료첨가, 사료성분의 화학적 오염 방지, 수조, 가두리별 이력 추적
- 양성단계별로 이력추적 및 위생적 양육
- 미생물학적 오염과 위해화학품, 패류독소 등 방지를 위한 모니터링·관리
- 출하시 상세정보 확인·기록(양성지, 도착지, 종, 수량, 운송방법, 어가명 등)
- 출하를 위한 장비, 기계, 포장재료 등의 위생적인 상태 유지
- 위생적인 상태에서 출하하고, 모든 제품의 양성 단계별로 이력 추적
- 양식 수산물은 가두리 또는 수조 단위로 관리, 매일의 양식활동 기록
- 출하일, 출하물량, 무게, 도착지 등 양식 수산물에 대한 구체적인 정보 기록

라. 양식 수산물의 건강과 동물복지 관련 인증기준

- 양식 수산물은 스트레스를 최소화하는 적절한 환경에서 관리
- 양식 수산물 질병발생에 대한 예방적 조치를 위한 계획 및 이행

- 양식 품종과 품종별 생활사에 기반을 둔 적절한 물 사용
- 충분한 가두리·수조의 공간 제공, 위생적 환경조건 유지
- 양식장의 위생적 환경조건 유지를 위해 적절한 밀도 준수
- 적절한 환경지표 개발 및 양식장의 환경조건 모니터링
- 양식 수산물의 영양학적 조건을 달성하기 위해 적절한 먹이 공급
- 양식 수산물은 질병발생과 확산을 막기 위해 적절한 관리 하에 양식
- 적절한 지표를 활용하여 양식 수산물의 건강상태 모니터링
- 사체의 수집·처리 절차 마련 및 절차에 따른 적절한 처리
- 종자는 입식 전 특정 또는 물질 병원체가 없다는 점 인증
- 양성단계별 효과적인 예방조치와 백신투입
- 관련 법규에 따른 수산의약품 사용
- 환경영향 최소화를 위한 수산의약품 사용절차 마련
- 항균제는 법에 따라 신중히 사용
- 양식어가의 질병발생에 대응하기 위한 절차 마련 및 이행

3. 생태통합양식 활성화

1) 필요성

신영태(2004)⁷¹⁾의 연구는 환경수용력을 고려하지 않은 무분별한 면허발급이 우리나라 양식장 어장환경오염의 근본적인 문제점으로 지적하고 있다. 주요 양식선진국들의 경우 환경수용력을 산정하고 이에 맞는 양식업이 이행되도록 정책을 추진하고 있다. 환경수용력

71) 신영태, 「어장정화사업의 효율적 추진을 위한 정책방향」, 한국해양수산개발원, 2004.

및 오염배출을 고려한 정책을 시행하는 대표적인 나라는 노르웨이로 일부 행정구역을 제외한 모든 지역에 “양식면허당 최대허용 자원량을 780톤으로 제한하고, 최대 규모 양식시설의 경우 최대 허용 자원량을 7천 톤으로 제한하는 규정을 시행하고 있다. 오염관리국(The Pollution Control Authority)에는 오염물질 배출 허가권도 부여”⁷²⁾하고 있다. 양식산업이 발전하면서 어장환경관리는 더욱 강화될 전망이다이므로 환경오염이 심각한 내만의 밀집된 어장을 중심으로 환경수용력을 산정하여 권역 단위로 산출량 이상 생산되지 않도록 유도해 나갈 필요가 있다. 우리나라는 노르웨이 등의 국가와 달리 다양한 품종을 양식하고 있다. 따라서 최근 연구가 진행 중인 생태통합양식(IMTA)을 활용할 필요가 있다.

2) 국내 생태통합양식의 적용

국내 내만 연안 어장에서 고밀도로 양식 수산물을 생산할 경우 해양생태계 파괴 가능성이 높다. 따라서 “먹이사슬을 활용하여 어류의 배설물 및 잔존사료에 의한 해양오염을 방지 또는 저감하는 기술”⁷³⁾인 생태통합양식 기술 적용을 위한 연구가 국내에서 활발하게 진행되고 있다. 생태통합양식 기술은 “어류가 사료를 먹고 배출한 배설물과 잔존하는 사료 찌꺼기 중 용존유기물은 패류, 무기영양염은 해조류, 패류의 배설물 및 해조류 조각 등 기타 찌꺼기는 해삼의 먹이로 이용하는 기술이다.”⁷⁴⁾ 노르웨이의 경우에는 “사료에 의해 오염된 연어 양식장 내 수질을 개선하는 방향으로 진행되고 있으며, 이를

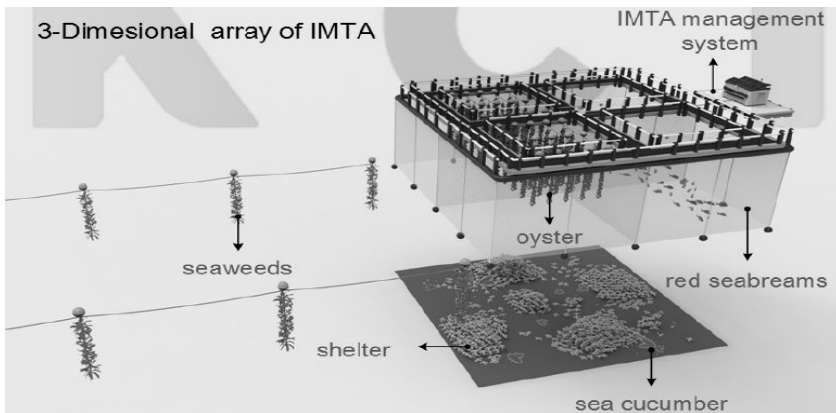
72) 해양수산부, 「국내 외해양식산업 투자활성화 방안 연구」, 2017, pp. 30~31.

73) 박미선 외, 「생태통합양식 기술 개발 및 미래 발전 방향」, 2016, p. 1445.

74) 전계서, p. 1445.

통해 양식생물의 성장률 및 폐사율, 생산량을 증가시키는 효과를 가져오고 있다.”⁷⁵⁾ 해외의 경우에는 노르웨이뿐만 아니라 미국, 스페인, 이탈리아, 중국, 칠레, 캐나다 등에서도 생태통합양식 연구가 활발히 진행되고 있으며, 해양환경오염 저감효과를 경험하였다. 생태통합양식은 국내에서는 실험단계이지만 환경개선 효과뿐만 아니라 사료비 감소 등에 따른 경제성도 확인된바 있다. 따라서 국내 내만 양식장을 가두리 양식장을 중심으로 생태통합양식의 상업적 시설로 구조개선이 가능할 것으로 보인다. 그러나 여전히 양식 대상품종별 영양 공급원 규명을 통한 양식 품종 선정에 어려움을 겪고 있다. 국내 생태통합양식 연구결과에 따르면, “조피볼락, 다시마, 해삼, 전복 등의 품종에 한정되어 있으며, 초기 투자비용이 가두리 양식장보다 높아 양식어가의 초기 투자비용을 줄이기 위한 연구도 필요한 것으로 나타났다.”⁷⁶⁾

〈그림 5-1〉 생태통합양식 시스템 개념도



자료: 박미선 외(2016), 「생태통합양식 기술 개발 및 미래 발전 방향」, p. 1448

75) 전계서, p. 1448.

76) 전계서, p. 1451.

3) 생태통합양식 활성화를 위한 인센티브와 자율적 협약 병행

현재 국내에서는 생태통합양식의 적용을 양식어업권자의 개별 시스템으로 접근하고 있는데 만 중심, 가두리 양식업자를 중심으로 여러 양식어업권자의 연대를 통해 공동시설과 공동생산을 유도한다면 규모의 경제를 활용한 초기 투자비용 감소를 유도하고, 내만 환경오염 문제를 전반적으로 개선하는 데 도움을 줄 것으로 보인다. 따라서 생태통합양식을 위해 동일 권역 내에 어류, 패류, 해조류 양식의 시설방법, 생산의 적정 수준을 산정한 뒤, 초과 생산이 되지 않도록 규제한다. 이미 면허·허가를 받은 양식어가는 최대 생산을 위해 환경수용력을 초과하여 과도하게 시설하고 있는 상황에서 총량 규제를 시행하더라도 수용하기 어려울 것이다. 따라서 환경수용력을 고려한 생산량 규제의 틀 속에 인센티브와 자율적 협약을 병행할 필요가 있다. 자율적 협약을 통해 밀식을 줄이고 양식방법을 개선하는 지자체, 동일 해역 양식공동체에 대해서는 그에 상응하는 인센티브를 제공하여 양식어가의 수용성을 높이는 방향으로 해결방향을 모색할 필요가 있다.

현재 생태통합양식의 단점은 초기 시설비용이 일단 가두리에 비해 크다는 점과 국내 적용 가능한 품종을 다양하게 발굴하지 못했다는 점이다. 국내 내만의 현장 적용 문제 해결을 위해서는 어류를 양식하는 가두리를 중심으로 해조류, 패류 등을 생산하는 어가들의 연대를 통해 공동시설 투자를 유도하고, 이를 활성화시키기 위해 어장환경 개선사업의 일환으로 정부지원이 필요하다. 이와 동시에 다양한 신 품종에 대한 영양공급원 규명을 위한 노력이 R&D 사업으로 추진될 필요가 있다. 초기에는 연대사업으로 시작해서 점차 생태통합양식을 위한 영어조합법인 등의 설립을 통해 개별 어가들의 조직화가 필요

하다. 정부사업으로 추진됨에 따라 내만의 환경수용력을 산정하고 초기에 생태적 양식을 위한 전체 생산가능량을 추정하여 권고하고 이를 이행할 수 있도록 협약을 체결하는 노력도 요구된다.

4. 오염원 관리책임 규정 마련 및 강화

1) 필요성

국내 양식장에서 오염원은 주로 양식장 관리자의 밀식, 사료 투입, 수산약품 사용 등으로 발생한다. 양식장 오염원의 발생을 막기 위한 정책대상은 주로 가두리 양식장 면허를 받은 양식어업인이다. 이들이 친환경 양식으로 양식 방법을 전환한다면 오염원을 줄이는 데 기여할 수 있다. 다만, 복합적인 영향을 받는 개방된 해역에서 이들의 행위가 얼마나 영향을 미치는지 특정하기 어려운 한계가 있다. 또한 이들의 양식방법을 친환경 양식을 하도록 일방적인 강요를 할 수는 없다. 따라서 자발적인 조치와 이에 상응하는 지원제도를 통해 합리적인 수준의 친환경 양식을 수행할 수 있도록 유도하는 정책이 요구된다.

2) 어장환경 악화 해역에 대한 입식·사료·수산의약품 등 사용에 대한 책임 강화

일반적으로 오염원인자에 대한 부담은 환경세 등을 이용한 경제적 수단이 이용되며, 농업 부문에서는 “농약·살충제 부과금, 화학비료 부과금과 같은 제품부과금의 형태와 가축분뇨 잉여양분유출 과징금과 같은 배출부과금의 형태가 많이 활용된다.”⁷⁷⁾ 환경세는 배출단위

에 부과하여 “경제적 효율성과 환경적 효과성을 담보할 수 있는 수단이며, 환경오염감소와 환경관리 재원조달 역할을 동시에 할 수 있다.”⁷⁸⁾ 현재 양식 부문에 환경세를 부과한 사례는 없으며, 친환경 양식을 유도하기 위해 배합사료를 지원하는 정책은 시행하고 있다. 따라서 생산요소에 환경세를 부담하기 위해서는 환경오염에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 알려진 생사료와 수산의약품 등에 대해서만 할 수 있다. 또한 가두리 양식장의 영세성을 고려할 때 원인자 부담금을 전면적으로 도입하기 어려운 것이 현실이다.

따라서 사료·수산의약품 등 어장환경에 영향을 미치는 생산요소의 사용을 어장환경 악화지역에 대해 시행할 필요가 있다. 정부는 「어장관리법」에 따라 면허가 종료되기 1년 전에 저서동물 및 총유기탄소 분석을 통해 어장을 평가하고 있어 그 결과에 따라 생사료 사용을 금지하고 입식량을 적정 수준으로 제한하는 한편, 수산의약품의 적정 사용을 규정하여 양식업을 제한시키는 방법을 고려할 수 있다.

3) 권역별 어장환경평가 및 오염원 발생 비례책임제 도입

노르웨이의 경우 양식시설 바닥과 그 근방에 서식하는 바닥 및 저서 수생 생물에 미치는 영향을 광범위하게 모니터링해서 신규 어장 신설 시 면허의 기준으로 삼는다.⁷⁹⁾ 국내 「어장관리법」은 어류 가두리 양식장에 대해서만 저질 및 생물 조건 기준을 적용하고 있다. 내만의 물리적, 생태적 동일 공간에서 다양한 양식이 이뤄지고 있어 해

77) 김호정 외, 「비점오염원 관리 실효성 제고를 위한 토지 소유·이용자의 합리적 책임부여 방안 연구」, 2014, p. 71.

78) 전계서, p. 71.

79) Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, *Strategy for an Environmentally Sustainable Norwegian Aquaculture Industry*, 2009.

당 어장만의 기준 설정과 등급별 환경개선 조치는 어장 현실을 충분히 반영하지 못할 가능성이 높다. 양식어류 가두리에 비해 오염도가 낮을 수 있지만 해조류, 패류 양식장도 동일 내만에서 양식되므로 전 품종이 양식 가능한, 공통적으로 적용될 수 있는 기준 마련이 필요하다. 이에 따라 어장청소도 협력해서 할 수 있도록 개선될 필요가 있다. 권역별 어장환경 평가를 실시해서 공동으로 책임을 지게 할 경우 오염원 배출이 적은 어가의 반발이 예상된다. 그러나 최근 과학기술 발전으로 환경오염의 발생 원인별 분석이 가능해지면서 잠재적 오염 원인자를 특정하는 경향을 보이고 있어 오염원 배출 정도를 원인별로 분석할 수 있다. 따라서 품종별 오염원 발생 정도를 산정하고, 어장청소 부담을 오염원 발생에 비례해서 책임지게 하는 오염원 발생 비례책임제의 도입이 필요하다.

4) 양식장 어장환경관리 자율해역 지정

양식장 어장환경개선의 책임은 1차적으로 어업인에게 있다. 「어장관리법」 제12조는 어장의 관리의무를 어업인에게 두고 있으며, “어장의 퇴적물이나 어장에 버려진 폐기물을 수거·처리”⁸⁰⁾하도록 하고 있다. 「어장관리법」 시행령 12조는 “어업면허 또는 어업허가를 받은 날부터 3개월 이내에 해당 어장의 퇴적물이나 어장에 버려진 폐기물을 수거·처리하여야 하고, 어장청소를 끝낸 날부터 3년마다 1회 이상 어장청소를 하여야 한다”고 규정하고 있다. 따라서 양식장 어장환경개선의 첫 단계는 양식어가들이 환경문제를 인식하고 자발적으로 개선하려는 의지를 가지는 것이다. 일부 젊은 양식어가를 중심으로 환

80) 법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>) (검색일: 2018.09.01.)

경변화의 필요성을 인지하고 기존의 생산방법을 변화시켜 친환경 양식을 위해 노력하고 있다. 그러나 양식어가들의 자발적 변화 움직임을 가로막는 장애요인 중 하나는 새로운 양식방법을 적용하기 위한 시도들이 법적, 행정적으로 가로 막혀 있다는 점이다. 노르웨이의 경우 바닷물이의 피해로 해상 양식장의 신규 면허발급이 중단된 상황이다.

그럼에도 환경문제를 해결하기 위한 새로운 양식방법의 경우에는 기존 양식업자, 투자기업, R&D 기업들이 공동으로 추진하면 R&D 면허를 발급해 주고 있다. 현장에서 새로운 양식방법을 시험하고, 향후 이를 적용시키는 것을 장려하기 위한 조치이다. 현재 양식기술 R&D에 일반 어가들이 참여하는 경우가 별로 없어 R&D의 결과들이 현장과의 괴리가 있는 것이 사실이다. 더욱이 양식방법의 변경은 법적으로 금지되어 있어 사실상 어업인 스스로 새로운 양식방법을 찾아내는 데 어려움이 따른다. 양식어가들이 양식장 어장환경 개선을 위해 양식방법 변경을 위한 실험을 하는 경우에는 R&D 면허제를 도입하여 이미 면허받은 자신의 양식장 내 일부 시설 변경을 통해 실험을 할 수 있는 제도적 장치 마련이 필요하다.

5) 양식 품종별 청소방법 및 주기 세분화

일본은 「지속가능양식생산보증법」을 마련하여 사료를 공급하는 어류 양식의 경우 저질에 고형물 축적에 따른 산소과다 소모로 인한 문제와 적조 발생 증가를 저감시키기 위해 일반 양식 입식량보다 5% 적은 양을 입식하도록 하고, 배합사료 사용을 권장하고 있다. 우리 「어장관리법」은 어류 가두리 양식장의 저질 및 생물 기준만 마련한

데 비해 패류, 해조류에 의한 폐패각과 대량 폐사체에 따른 저질 축적을 우려하여 해저 경운 및 저질에 산소를 공급하는 등 양식품종별 오염원인 물질에 따라 해결방법을 세분화 시키고 있다.

국내에서는 한국어촌어항협회가 김, 미역 및 다시마, 우렁챙이, 미더덕 등 양식품종별로 해상 경운, 잠수 수거, 저질개선기(수중폭기), 퇴적물 강제 흡입(준설) 등의 방법을 병행하면서 어장 청소 방안을 시범사업으로 추진하고 있다. 현행 「어장관리법」은 어장청소 주기가 최초 면허 3개월 이내 1회, 이후 일률적으로 3년 또는 5년마다 1회 하도록 되어 있으나 시범사업 결과를 기초로 양식품종 및 어장 환경 특성을 고려한 청소방법 및 주기를 세분화하고, 해역별 특성을 고려한 환경평가의 결과에 따라 청소주기의 축소 또는 연장을 검토할 필요가 있다.

6) 친환경 양식에 대한 직불제 도입 및 교차준수 요건 마련

국내 양식장을 운영하는 어가의 경우 어장환경의 질을 높이기 위한 양식업 운영 시 경제적 지원 프로그램을 운영할 필요가 있으며, 어장환경이 악화된 어장에서 자발적 휴식을 하는 경우 휴식에 대한 지원금을 지원하는 직불제 도입을 고려할 수 있다.⁸¹⁾ 현재 친환경 양식에 대한 정의가 미비한 상황에서 제도 시행은 어려우므로 친환경 양식 지원을 위한 기준 설정이 선결되어야 한다.

「친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률」에 따르면 친환경농어업은 “합성농약, 화학비료 및 항생제·항균제 등 화

81) 미국 농무부의 경우 환경질을 높이는 데 기여하는 농업활동에 대한 경제적 지원 프로그램인 EQIP(Environmental Quality Incentives Program)을 운영하고 있음(김호정 외, 2014).

학자재를 사용하지 아니하거나 그 사용을 최소화하고 농어업 부산물의 재활용 등을 통하여 생태계와 환경을 유지·보전하면서 안전한 농수산물을 생산하는 산업”으로 정의하고 있다. 친환경농어업을 통해 얻어지는 것은 “유기농수산물, 무농약농산물, 무항생제축산물, 무농약농수산물 등”이다. 이와 같이 농업에 대한 법적 규정을 중심으로 하면서 수산물에 대한 친환경은 개념이 모호한 측면이 있다. 따라서 친환경 관련 직불제 도입을 위해서는 양식 부문 친환경의 정의를 재설정하고 이에 따른 직불제 도입, 어장환경 개선을 목적으로 하는 직불제에 대해 친환경 양식방법을 규정하고 친환경 양식업 준수의 조건으로 직불금을 지불하는 교차준수 체계를 구성해야 한다.

5. 양식 어장환경관리 전담기관 설립

1) 필요성

「어장관리법」은 어업면허 유효기간 10년이 끝나는 1년 전까지 가두리 어류 양식장을 대상으로 어장환경평가를 실시하도록 되어 있다. 동법 개정 당시 오염원 발생이 가장 심한 가두리 어류 양식장을 대상으로 하여 저서동물과 총유기탄소량을 평가하도록 하였다. 어장환경평가 결과 3등급 또는 4등급 어장은 어장환경 개선 및 어장 내 시설물의 위치를 이동시키도록 하고 있다.

현재 국회에 계류 중인 「양식산업발전법」(안)은 면허를 심사·평가하도록 하고 있으며, 평가 항목은 「어장관리법」 제11조의2의 어장환경평가 중 양식장 저질의 퇴적물 오염 정도, 유히 양식장 및 불법임대 여부 등 양식장 관리실태, 양식업권자의 수산법령 위반여부 및 위

반횡수, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항으로 규정하고 있다. 「양식산업발전법」(안)이 통과되면 가두리 어류 양식장뿐만 아니라 다른 품종의 양식장까지 평가 범위가 확대되고, 어장환경뿐만 아니라 양식업권자의 경영능력 등 다양한 부분에 대한 평가까지 진행될 예정이다.

현재 「어장관리법」으로만 대상 가두리 양식시설이 322개소에 달하고, 평가 대상이 전체로 늘어나게 되면 1만 1,965건으로 33배 정도 늘어나게 된다. 현재 국립수산물과학원에서 평가 업무를 담당하고 있지만 그 업무량이 단순히 비교해도 33배 이상 늘어나고, 평가항목이 환경뿐만 아니라 양식업권자의 경영능력 등까지 확대되게 되면 전담 기관 설립은 불가피하다. 따라서 「양식산업발전법」(안)의 제정을 계기로 전담기관이 설립되면 이전의 평가 시스템을 전면적으로 수정하여 개별 양식장 단위보다는 권역단위 평가체제로 전환하고, 전문적인 공인조사기관을 지정하여 평가업무를 수행할 수 있도록 제도적 보완이 병행되어야 한다.

2) 전담기관 설립을 위한 법제도 검토

현행 「어장관리법」상 어장환경평가권자는 시장·군수·구청장(제11조의2 제1항)으로 되어 있으나, 법 제26조 제3항의 권한의 위임 및 위탁 규정⁸²⁾을 근거로 대통령령 제14조 제2항에 따라 국립수산물과학원장에게 위탁되어 있다.⁸³⁾

82) 시장·군수·구청장의 업무는 그 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 수산에 관한 전문적인 조사·연구 기능을 갖춘 기관 또는 단체에 위탁할 수 있다.

83) 시장·군수·구청장은 법 제26조 제3항에 따라 법 제11조의2 제1항에 따른 어장환경평가 및 법 제33조 제2항 제4호에 따른 과태료의 부과·징수(어장환경평가를 거부·방해하거나 기피하는 경우만 해당한다) 업무를 국립수산물과학원장에게 위탁한다.

어장환경평가의 시행 주체는 법률에 따라 국립수산물과학원이 담당하고 있다. 현재는 어장환경평가를 위한 전담기관 없이 국립수산물과학원 기반연구부 어장환경과에서 담당하고 있다. 어장환경과의 주요 업무 내용은 어장환경의 조사, 평가 및 관리에 관한 업무의 총괄·조정, 어장환경 관측기술개발 및 운영, 해수, 해저퇴적물, 수산생물의 오염 및 유해물질에 관한 연구·평가, 어장환경 보전 및 개선에 관한 연구, 어장환경기준 설정과 자료의 정밀도 및 정확도 관리에 관한 연구를 수행하고 있다. 어장환경평가는 어장환경과에 근무하는 2명의 전문가가 담당하고 있다. 현재의 가두리 양식어장뿐만 아니라 전체 양식어장으로 확대하기 위해서는 평가전담기관의 설립이 필요하다.

전담기관 설립 및 지정을 위해서는 별도의 전담기관을 설립하는 방법과 요건을 갖춘 법인을 전담기관으로 지정하는 방법이 있다. 열거된 대상기관 중 장관이 지정하는 기관으로 하는 방식으로는 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따른 정부출연연구기관, 「공공기관의 운영에 관한 법률」제4조부터 제6조까지의 규정에 따라 지정·고시된 공공기관, 「고등교육법」제2조 제1호부터 제6호까지의 규정에 해당하는 학교, 민간연구기관 등이다. 민간연구기관을 지정하는 방법으로는 「벤처기업육성에 관한 특별조치법」시행령 제4조에 따라 특정기관을 평가기관으로 대통령령에서 정하는 방식이 있다.

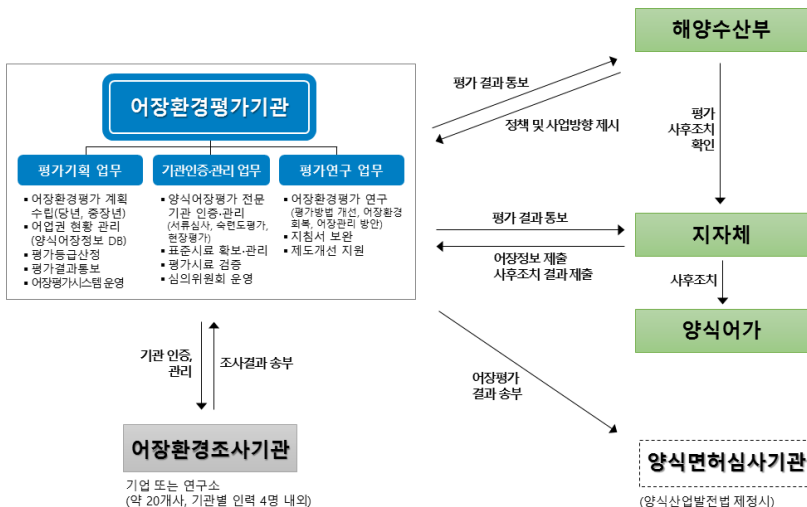
그러나 현재의 법체계상의 문제는 어장환경평가를 지자체장이 국립수산물과학원에 위임하고 있다는 점이다. 어장환경평가는 지자체장이 하지만 전문성 문제로 인해 중앙정부의 기관인 국립수산물과학원이 담당하고 있다. 따라서 어장환경평가가 중앙정부의 역할인지, 지자체의 역할인지 재검토할 필요가 있다. 우선적으로 어장환경평가 업

무의 수행주체를 중앙정부의 역할로 규정한다면, 장관의 권한으로 수행주체를 변경하고 이를 통해 전문기관이 수행할 수 있도록 근거규정을 신설하고, 전문기관의 인증에 관한 규정을 마련할 필요가 있다.

3) 어장환경평가기관과 양식면허심사기관의 이원화

국내 어장환경평가는 평가결과에 따라 어장 이동 등 실질적인 조치가 취해진다는 점에서 형평성과 공공성을 가진 기관에서 어장환경평가를 실시할 필요가 있다. 어장환경평가기관은 평가기획 업무, 기관인증 및 관리 업무, 평가연구 업무 등의 수행이 필요하며, 어장환경조사기관을 인증하여 인증기관에서 동서남해 어장환경평가를 대행할 수 있도록 하고, 양식면허심사기관을 별도로 두고 어장환경평가 결과를 활용하게 송부하도록 하여 어장환경평가기관과 양식면허심사기관의 이원화가 필요하다.

〈그림 5-2〉 어장환경평가기관 설립(안)



자료 : 저자 작성

6. 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램 마련 및 운영

1) 필요성

2018년 기준 수산양식책임관리회(ASC: Aquaculture Stewardship Council) 인증 양식장은 621개이며, 연어, 새우, 조개류, 송어, 틸라피아, 메기, 방어, 전복 등 8개 품종, 140만 9,336톤이 생산되어 거래되고 있다.⁸⁴⁾ ASC 인증 확대는 인증획득 여부가 수출과 판매에 직접적인 영향을 미치기 때문에 양식장 환경인증 국가, 기업, 양식수산물 품종수와 생산량은 점차 증가할 전망이다. 세계적으로 양식장 환경이 개선되지 않은 양식장은 ASC 인증 양식장에 비해 상대적 불이익을 받고 있다. 이런 이유로 국내 일부 양식어가들도 수출 경쟁력 확보를 위해 ASC 인증 신청을 하지만 ASC의 엄격한 환경기준에 못 미쳐 인증을 받지 못하는 사례가 발생하고 있다.

ASC의 기본개념은 환경단체가 소비자 관점에서 국제양식규범을 이행할 수 있도록 생산자, 유통업체를 연계하여 시장의 합리적 선택을 유도하는 것이다. 오랜 기간 국제사회에서 논의되었던 국제양식규범이 각 국가별 입장차이로 지지부진한 반면, 환경단체가 중심이 된 소비자 운동의 일환인 ASC 인증은 실질적인 양식장 환경개선 이행을 앞당기고 있다. 국내 양식장 어장환경개선의 가장 걸림돌인 양식장 저질환경 문제는 ASC 인증에 있어서도 난관에 부딪치고 있다. 따라서 국내 영세 양식장의 어장환경문제를 해결하기 위해서는 환경단체를 중심으로 한 이해관계자들이 협력하여 양식장을 개선하고, 대형 유통회사가 이를 인증하여 판매하도록 유도하는 프로그램의 도입이 필요하다. 국내 양식업의 현실을 고려할 때 소비자 참여형 어장

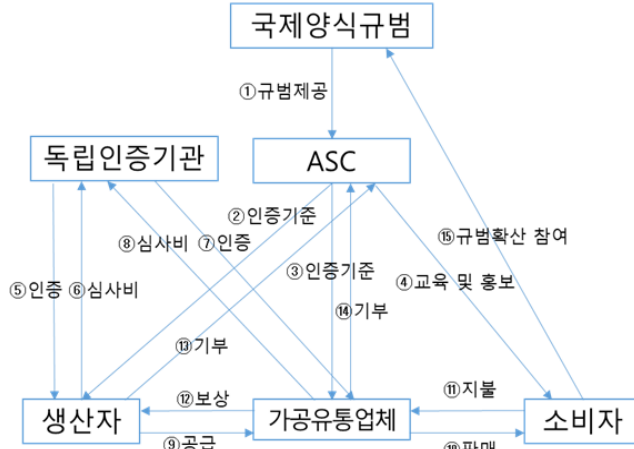
84) 한국해양수산개발원, 국내양식규범 확산에 따른 국내 양식업계 대응 시급, 2018. 6, p. 6.

환경개선 프로그램 도입을 통해 우수사례를 발굴하고, 우수사례 전파를 통한 점진적인 확대가 요구된다.

2) 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램의 개념

최근 소비자 중심의 환경단체를 통해 양식장 인증을 위한 기준이 설정되고 있으며, ASC 등의 인증 기준을 통과한 양식수산물이 세계 시장에서 경쟁력을 확보하고 있어 양식관련 인증제가 세계 양식산업의 구조를 변화시키는 데 기여하고 있다. 최근 환경단체 주도로 만들어지고 있는 인증제는 소비자의 직접 참여뿐만 아니라 유통업체, 가공업체 등을 참여시키고 있다. 영세한 양식 수산물 생산자가 겪고 있는 친환경 수산물 판로의 어려움을 거대 유통업체가 전량 계약하여 조달하고 있어 생산자의 판로 어려움을 해소하는 데 직접적으로 기여하고 있다. 이와 같이 국내외 양식산업 환경변화가 정부와 생산자 중심에서 민간단체, 소비자, 유통업자 및 가공업자 중심으로 변화되고 있다. 따라서 기존 양식장의 어장환경개선 방법을 생산자 중심에서 소비자의 역할 변화를 통해 유도해나갈 수 있다. 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램은 친환경 양식 수산물 구매력을 가진 소비자 인증과 어장환경 개선 노력을 연계하여 생산자들의 어장환경 개선 노력을 가공유통업체로부터 보상받고, 가공유통업체는 소비자 지불금액의 상승을 통해 보상받는 구조의 성공사례를 마련하기 위한 프로그램이다.

〈그림 5-3〉 소비자 참여형 인증제를 활용한 지속가능 양식 전환 모형



자료: 한국해양수산개발원, 「해조류 국제양식규범 확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 : ASC 인증을 중심으로」, 2018, p. 21

3) 국내 양식어가 수용력 및 실질적인 유통이 가능한 프로그램 마련

ASC 인증을 받기 위해서는 지속가능한 자연산 개체군, 환경적 영향, 효과적인 관리, 사회적 책임성, 지역사회 관계 및 상호작용 등에 대한 원칙 준수와 원칙을 이행하기 위한 세부 항목들을 준수해야 한다.⁸⁵⁾ 소비자 참여형 어장환경 개선 프로그램에 있어 ASC 인증 기준 전체를 이행하기 위한 프로그램을 실시하면 국내 어가의 현실을 고려할 때 수용이 어려울 것으로 예상된다.

따라서 국내 양식어가의 ASC 인증에 있어서 가장 큰 걸림돌 중 하나는 양식장 저질오염 문제이므로 양식장의 저질오염 문제를 해결하기 위한 프로그램 참여에 대해서 양식어가들이 보상받을 수 있도록 할 필요가 있다. 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램은

85) 한국해양수산개발원, 「해조류 국제양식규범 확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 : ASC 인증을 중심으로」, 2018, p. 33.

양식어가들에 보상을 줄 수 있는 주체가 실제 생산어가들의 어장환경 개선을 유도할 수 있도록 해야 하므로, 수산물 취급이 많은 대형 유통 회사, 또는 어류 수협을 중심으로 사업을 추진하고, 단일 어가보다는 만단위의 가두리 양식어가들이 공동으로 참여할 수 있도록 한다.

해외로 수출되는 어류, 패류의 경우에는 외국에 본사를 둔 환경단체(오션아웃컴즈, 세계야생기금, 그린피스 등)와 해외 현지 유통회사들이 참여할 수 있도록 하여 실제적인 수출계약까지 성사될 수 있도록 한다. 실질적인 프로그램 운영은 객관적인 신뢰성이 확보되어야 하므로 환경단체가 주축이 되어 실행한다. 저질환경 개선에 대한 효과성이 확인되어야 하므로 중앙정부의 국립수산물과학원, 지자체 소속의 수산연구소가 참여할 수 있도록 한다. 실제 이와 같은 사업은 FAO의 지원을 받는 아시아-태평양 수산양식 네트워크(NACA)에서 개도국을 중심으로 우수사례를 발굴하고 전파한 경험이 많다. 실질적인 양식장 어장환경개선을 위한 사업들의 추진에 있어 양식부문 전문성이 요구되므로 국내에도 양식 전문가 들이 주축이 된 수산양식 네트워크를 만들어 환경단체와 공동으로 사업을 추진하면 어장환경 개선을 통한 실질적인 양식방법 개선에 도움이 될 수 있다.

제3절 국내 가두리 양식장 어장환경 개선 로드맵

□ 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입

- 법개정 : 어장환경평가 조사범위 개정(2019년)
- 시범사업 : 「어장관리법」 제10조 2항에 따라 자정능력의 한계가

- 넘은 어장에 대한 시범사업 추진(2020~2022년)
- 본사업 추진(2023년~)

□ 양식장 어장환경 개선을 위한 인증기준 마련

- 한국형 인증기준 마련을 위한 연구(2019년)
- GSSI 글로벌 벤치마크 재인증(2020년)
- 국제민간인증기준과의 상호인증 추진(2021년)

□ 생태통합양식 활성화

- 생태통합양식 인센티브안 마련(2019년)
- 생태통합양식 활성화를 위한 R&D 추진(영양공급원 규명, 2020년~)
- 생태통합양식을 위한 조직화 및 자율적 협약(2020년~)

□ 오염원 관리책임 규정 마련 및 강화

- 오염원발생 비례책임제 도입(2019년)
- 양식장 어장환경관리 자율해역 지정(2020년)
- 양식 품종별 청소방법 및 주기 세분화(2021년)
- 친환경 양식 직불제 도입 및 교차준수 요건 마련(2022년)

□ 양식 어장환경관리 전담기관 설립

- 전담기관 설립을 위한 법제도 마련(2019년)
- 어장환경평가를 위한 인증체계 구축(2020년)
- 어장환경평가 전담기관 설립·운영(2021년~)

□ 소비자 참여형 양식어장 환경개선 프로그램 마련 및 운영

- 환경개선 프로그램 마련(2019년)

- 환경단체-가공유통업체-생산자 조직화(2020년)
- 우수사례 마련 및 홍보(2021년)

〈표 5-3〉 양식어장 환경관리 로드맵

사업내용	2019	2020	2021	2022	2023 ~
1. 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입					
- 법개정(어장환경평가 조사범위 개정)					
- 시범사업					
- 본사업					
2. 양식장 어장환경개선을 위한 인증기준 마련					
- 한국형 인증기준 마련을 위한 연구					
- GSSI 글로벌 벤치마크 재인증					
- 국제민간인증기준과의 상호인증 추진					
3. 생태통합양식 활성화					
- 인센티브안 마련					
- R&D 추진(영양공급원 규명)					
- 조직화 및 자율적 협약					
4. 오염원 관리책임 규정 마련 및 강화					
- 오염원발생 비례책임제 도입					
- 양식장 어장환경관리 자율해역 지정					
- 양식 품종별 청소방법 및 주기 세분화					
- 친환경 양식 직불제 도입 및 교차준수 요건 마련					
5. 양식 어장환경관리 전담기관 설립					
- 전담기관 설립을 위한 법제도 마련					
- 어장환경평가를 위한 인증체계 구축					
- 어장환경평가 전담기관 설립·운영					
6. 소비자 참여형 양식어장 환경개선 프로그램 마련 및 운영					
- 환경개선 프로그램 마련					
- 환경단체-가공유통업체-생산자 조직화					
- 우수사례 마련 및 홍보					

자료: 저자 작성

제 6 장

결론 및 정책제언

제1절 연구 요약

본 연구는 우리나라 양식어장의 환경개선을 위해 정부와 어업인의 역할 및 실질적 이행을 위한 방안 탐색을 주요한 연구 목적으로 하고 있다. 연구 범위의 공간적 범위는 해면을 대상으로 하고, 환경문제 해결방안 마련을 위해서는 물리적, 생태적으로 동일하다고 판단되는 해양공간까지 공간적 범위를 확대시켜 연구하였다. 정책연구, 법제 연구, 환경영향평가 연구, 기술개발 연구 등의 선행연구가 있었으나 자연과학적 측면의 연구에 비해 정책연구는 「어장관리법」 제정 이후 몇 건의 연구를 제외하고는 부족한 것으로 나타났다.

국내 양식업의 성장 속에 양식어장의 환경은 점차 악화되고 있으나 그 해결방안이 어장환경평가와 평가결과에 따른 조치, 어장청소 의무 등에 국한되어 있다. 특히 밀집한 연안어장은 오염에 대한 원인 규명과 그 원인 제공자에 대한 추적이 어려운 상황으로 공유지의 비

극이 발생하고 있다. 이에 따라 양식어장 환경개선을 위한 실질적인 조치는 제대로 이행되지 못하고 있는 것으로 나타났다.

국내 양식어장 환경개선은 「어장관리법」하에 다양한 보조사업과 일부 연구사업이 수행되었다. 양식어장 환경관리 관련 보조사업으로는 친환경 부표 보급 지원, 양식어장 재배치 지원, 양식어장관리(양식어장정화), 환경친화형 배합사료지원, 해조류 부산물 재활용 등이 있다. 이 외에도 관련 연구사업으로는 어장환경평가, 양식품종별 어장청소 방법 및 주기조사, 지속가능 어장생산력 연구, 어장생산력 저하원인 조사, 양식시설 개선효과 검증 연구, 어업용 부표 품질 인증 시스템 고도화, 어장환경 회복능력 조사, 실시간 빈산소 관측시스템 운영 등의 사업이 추진되고 있다.

해외 양식어장 환경개선사업 사례는 노르웨이와 일본의 사례를 참고하였다. 노르웨이는 양식 전 과정을 추적할 수 있는 MOM 시스템을 도입하여 양식어장 환경 모니터링을 실시하고 있으며, 일본의 경우 일본해양에코라벨협회를 통해 자체적인 인증체계를 구축하여 양식장의 사회적 책임, 양식동물의 건강과 복지, 식품안전 보장, 환경보전 등을 위한 인증기준을 마련하여 양식어장 환경개선을 위한 노력을 하고 있는 것으로 나타났다.

양식어장 환경과 환경개선에 대한 소비자 인식 조사 결과 양식어장은 환경재화로서 보호와 보존의 가치가 있으며, 연안환경이 가지는 환경적 가치와 함께 이를 통해 창출되는 경제적 가치도 인식하고 있는 것으로 나타났다. 특히 양식어장이 가지고 있는 다원적 가치는 가구당 5년간 매해 12,315원을 지불할 수 있는 것으로 추정되었으며, 전국 단위로 환산한 결과 5년간 약 1조 8백억 원이 창출될 수 있는 것으로 나타났다. 연안어장 보호를 위한 정부의 투자가치는 추정

된 최대지불의사금액이 될 수 있다.

양식어장 환경개선을 위한 이행방안으로 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입, 양식장 어장환경 개선을 위한 인증기준 마련, 생태통합양식 활성화, 오염원 관리책임 규정 마련 및 강화, 양식 어장환경관리 전담기관 설립, 소비자 참여형 양식어장 환경개선 프로그램 마련 및 운영 등을 제시하였고, 각 방안별 로드맵을 제시하였다.

제2절 결론

우리나라 연안을 중심으로 발전한 양식어장은 수산업으로 생계를 이어가는 양식어가를 포함한 지역사회의 지속가능성을 담보하기 위해 깨끗하게 유지·존속될 필요가 있다. 주요 양식장이 위치한 연안은 국민들에게 안전한 수산물을 공급하는 공간으로서의 기능뿐만 아니라 다양한 다원적 기능도 가지고 있어 그 가치는 식량생산 이상의 잠재적 가치를 가지고 있다. 세계적으로 국제양식규범이 확산되면서 소비자들은 양식어장에서 생산되는 수산물의 안전성뿐만 아니라 양식업의 생태적, 환경적, 윤리적 책임을 담보할 수 있는 양식업의 이행을 요구하고 있다. 양식어장 환경개선의 시기를 놓치면 종국적으로 우리나라 양식업은 소비자들에 의해 외면받고 성장의 한계에 부딪칠 수 있다. 조류 소통이 원활하지 않은 전국 내만에서 압축적으로 양식 수산물을 생산하면서 발생하는 환경오염 문제의 해결은 우리나라 양식산업의 지속적 성장을 위해 우선적으로 해결해야 할 중요한 과제이다.

지금까지 우리나라도 양식어장 환경개선을 위한 법제정 및 정책 발굴, 연구사업 등 다양한 정책적 노력을 추진해 왔다. 그럼에도 양식어장의 실질적인 환경개선 효과를 거두지 못하고 있다. 이러한 현실을 놓고 볼 때, 양식어장 오염문제를 해결하기 위한 정부 정책이 방법론적 측면에서 한계가 있었음을 미루어 짐작할 수 있다. 또한 어장환경 오염문제를 해결하기 위한 정책사업의 추진 과정에서 국민들에게 양식어장의 가치를 충분히 이해시키고, 국민적 동의를 구하는 절차를 통해 보다 근본적인 해결방안 이행의 동력을 확보하지 못하고 있는 것도 환경오염 문제 해결의 한계로 작용하고 있다. 이미 많은 국가들은 양식산업의 육성을 위한 산업화 정책보다는 환경정책에 중점을 두고 있다. 양식산업의 지속가능성을 담보하기 위한 환경정책은 양식산업 경쟁력의 원천이 되고 있기 때문이다. 양식장 면허를 받기 위해서는 해역의 생태적, 물리적 안전성을 검증해야 하며, 여기서 문제가 발생하면 양식면허를 받지 못하거나, 양식장이 폐쇄된다. 또한 주요 선진국에서는 양식장 환경개선을 위해 소비자 중심의 정책을 사용하여 생산자의 근본적인 인식 개선과 시장에서의 생존을 위해 자발적인 노력을 다 하도록 유도하고 있다. 우리나라도 양식산업의 지속적 발전을 위해서는 보다 강력한 환경정책과 소비자 중심의 정책 등을 통한 양식어장의 환경개선의 노력이 필요한 시점이다.

이번 연구를 통해 우리 국민들의 환경에 대한 의식 수준이 매우 높고, 양식어장 환경개선에 대한 지불의사도 확인되었다. 양식어장 환경개선에 대한 국민적 공감대를 기반으로 양식어장 환경개선을 위한 직불제 도입, 국제양식규범에 상응하는 인증기준 마련, 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램을 만들고 우수사례를 발굴하여 어가들이 자발적으로 노력할 수 있는 상황을 유도하는 등 적극적인

노력이 요구된다. 이와 더불어 양식어가의 책임성 강화를 위해 오염원 관리책임 규정을 마련하고, 생태통합양식 등 환경에 적합한 양식 방법으로 전환하는 노력도 요구된다. 이 외에도 양식어장 환경관리 전담기관을 설립하여 보다 과학적으로 양식어장 환경을 평가하고 관리하는 전문기관의 설립도 필요하다.

제3절 정책 제언

1. 양식어장 환경개선을 위한 다양한 직불제 도입

2017년 기준 우리나라 농업분야 직불금은 3조 5,606억 원에 달하지만 수산분야 직불제는 조건불리직불제가 유일하다. 이 중 양식어장 환경개선과 유사한 농업부문의 직불제인 친환경농업직불제와 경관보전직불제는 각각 연간 411억 원, 연간 116억 원에 달한다. 우리나라 양식어장이 밀집한 연안어장의 보호 및 개선을 위한 최대지불의사금액은 5년간 약 1조 8백억 원에 달하여, 농업부문 이상의 다원적 가치를 국민들이 인정하고 있는 것으로 판단된다. 그러나 양식어장 환경개선과 관련하여 이에 걸맞은 정책사업을 추진하지 못하고 있다.

양식어장 환경개선 사업은 그 목적이 친환경수산물 생산, 연안지역 환경보전 등이 목적이므로 농업분야의 친환경농업직불제, 경관보전직불제 등의 사업으로 추진 가능하다. 어장환경 개선을 위해 휴식을 하는 어가에 대한 직불금 지급, 양식어장 저질과 주변의 환경을 개선하는 노력에 대한 직불금 지급 등이 가능하다. 따라서 양식어장 휴식년제의 실시, 친환경 양식에 대한 직불제를 도입하고 양식어가

들의 준수를 조건으로 직불금을 지급하는 교차준수 체계 등을 구성한 제도 도입이 요구된다.

어장관리법 제9조는 어장휴식을 명시하고 있어 별도의 법률 개정 없이도 사업 추진이 가능하지만 어업인 합의에 기반을 둔 구체적 이행방안 부재, 예산상의 한계로 추진이 어려운 상황이다. 그러나 휴식년제와 직불제를 결합하여 양식어가 교차준수의 조건으로 어장휴식에 따른 소득감소분의 일정 금액을 양식어가 생계유지를 위해 보조하는 방법으로 사업의 시행이 가능하다. 단, 소득감소분은 양식어장 환경악화 책임 분담 및 수익자 부담 원칙에 따라 정부, 지자체, 어업인이 각각 50%, 30%, 20%의 기본률을 유지하고, 손실의 범위는 어업이익과 인건비의 80%와 어장휴식기간 중 고정비를 어장휴식 지원금으로 산정할 필요가 있다. 또한 직불금 지원방식은 분기 또는 월별로 지급하고, 어촌계 면허이거나 지분으로 나뉜진 개인면허의 경우 면허의 보유지분만큼 개인별로 배분할 필요가 있다.⁸⁶⁾

친환경 양식에 대한 직불제 논의는 2007년 한미 FTA 체결 과정에서 수산보전제로 검토되었으며, 2009년 농어업·농어촌특별위원회 폐지와 더불어 사라진바 있다. 문제인 정부에서 2019년 농어업·농어촌특별위원회 설립됨에 따라 수산부문 환경보전과 양식어가의 소득보전을 연결시키는 직불제의 도입을 재추진할 필요가 있다.

2. 제3섹터 파트너십을 통한 양식어장 환경개선

최근 양식산업을 변화시키는 원동력 중 하나는 시민(또는 소비자) 참여가 활발해지면서 시민들의 요구가 생산현장에 반영된다는 점이

86) 농림수산식품부, 「양식어장 휴식년제 실시방안에 관한 연구」, 2010, pp. 92~94.

다. 시민들은 유통·가공업체를 움직이고, 유통·가공업체는 다시 양식장의 생산현장을 변화시킨다. 이러한 양식생산의 변화는 세계야생기금(WWF), 세계양식책임관리협의회(ASC) 등이 확산시키고 있는 민간 인증제의 사례로 전 세계에 알려지고 있다. 이 외에도 아시아태평양 양식네트워크(NACA) 등은 개도국 양식장의 환경개선을 위해 노력하고 있다. 우리 정부의 환경개선 노력이 양식어가의 자발적 이행을 위한 마중물 역할을 해야 함에도 정부의 다양한 환경개선을 위한 정책은 양식어가들의 자발적 이행노력을 이끌어내지 못하고 있다. 이러한 현상은 정부 주도의 정책에 따른 한계점 중 하나이다.

최근 국제환경단체 중 하나인 오션아웃컴즈는 통영 지역을 대상으로 어장환경 개선을 위한 자체적인 사업을 실시하고 있다. 통영 지역에서 인식을 공감하는 일부 양식어가를 조직화하고, 어장환경 개선 이행 노력의 성과를 홍보하여 비참여 어업인의 참여를 유도하는 노력을 하고 있다. 참여어업인이 실질적인 혜택을 받을 수 있도록 수출 국가의 유통업체 등도 연계하는 움직임을 보이고 있다. 실제 오션아웃컴즈의 노력은 과거 정부의 역할이었지만 시민사회의 요구를 환경단체가 수렴하고, 직접 행동으로 옮기면서 양식어장 환경개선의 이행 거버넌스가 변화되고 있다. 따라서 정부가 직접 수행하는 사업들의 일부를 제3섹터에 있는 환경단체와 파트너십을 맺고 양식어장 환경개선을 위한 사업을 공동으로 추진할 필요가 있다.

제3섹터 파트너십을 통한 양식어장 환경개선을 위해서는 소비자 참여형 양식장 어장환경 개선 프로그램을 만들 필요가 있다. FAO 양식규범, ASC 인증 기준 등을 토대로 우리나라 품종별 양식 협동조합을 통해 전문가를 통한 검증을 사전적으로 실시하고, 양식인증을 받는데 있어 부족한 부분을 개선하기 위한 안을 우선적으로 마련한다. 세계

적으로 ASC 등 양식인증을 WWF 등 환경단체가 주도하고 있으므로 국내 양식어장 환경개선을 위해서는 공신력 있는 민간 환경단체가 참여하여 국내 양식어장의 문제점을 단계별로 해결할 수 있도록 한다. 이 과정에서 대형유통업체를 참여시켜 적절한 가격에 친환경 수산물이 유통될 수 있도록 하고, 소비자 행동을 통해 생산자들의 인식개선을 유도하여 생산자들의 적극적인 참여가 가능하도록 선순환 구조를 만들어 사업의 점진적 확산을 유도하는 전략 마련이 필요하다.

3. 현행 어장환경평가 실시 주체의 변경

어장환경평가는 「어장관리법」 제11조의2 제1항에 따라 지방자치단체장의 업무로 규정되어 있다. 「어장관리법」 제26조 제3항의 권한의 위임 및 위탁 규정을 근거로 대통령령 제14조 제2항에 따라 어장환경평가는 국립수산물과학원장에게 위탁되어 있다. 어장환경평가는 지방자치단체의 업무로 규정되어 있으나 이를 다시 중앙정부의 기관인 국립수산물과학원이 어장환경평가를 수행하고 있다. 이는 「어장관리법」 제10조 제2항은 어장환경평가의 결과에 따라 자정능력의 한계를 넘었다고 인정될 때 신규로 어업면허 또는 어업허가를 받지 못하도록 하고 있어 평가기관의 공신력과 전문성 등에 대한 권위가 있을 때 어업인과의 갈등 발생 가능성을 줄일 수 있기 때문이다. 현재로서는 국립수산물과학원 이외에 전문성을 갖고 있는 기관이 없다. 어장환경평가의 주체는 지방자치단체장이지만 그 평가는 중앙정부가 다시 위임받아서 하고 있다. 따라서 어장환경평가 업무가 중앙정부에서 처리하는 것이 적절한 업무인 것으로 판단되면 시행 주체를 해양수산부로 변경하여 평가체계를 일원화하는 것이 합리적이다. 반면, 어

장환경평가의 업무가 지방자치단체에서 하는 것이 타당하다면 국립수산물과학원이 평가를 위탁받기보다는 전문기관 인증체계를 구축하여 국립수산물과학원 이외의 전문기관이 평가하도록 하고, 지자체 또는 어업인에 의해 재평가 등의 요구가 있는 경우 국립수산물과학원이 검증하는 등의 평가체계로 변경할 필요가 있다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 국립수산물과학원, 「어장환경평가 전문기관 인증체계 구축」, 2015.
- 국립수산물과학원, 연안어장 생태계 통합평가 및 관리 연구 : 남해 강진만을 중심으로, 2018, p. 32
- 국립수산물과학원, 2018년 양식어장 환경관리 정책방향 공유 워크숍(2018. 6. 7~8) 발표자료
- 김도희 외, 「서남해역 새우 양식장의 수질환경과 수질개선방안」, 『한국해양환경공학회지』, 7(4), 2004.
- 김호정 외, 「비점오염원 관리 실효성 제고를 위한 토지 소유·이용자의 합리적 책임 부여 방안 연구」, 2014.
- 농림수산물식품부, 「수산양식산업육성법 제정 및 친환경양식 연구」, 2012.
- 농림수산물식품부, 「양식어장 휴식년제 실시방안에 관한 연구」, 2010.
- 류상옥, 「유류피해지역 동족, 가무락 어장복원을 위한 최적 서식조건 탐색 및 시범 어장 조성 연구」, 해양수산부, 2016.
- 박미선 외, 「생태통합양식 기술 개발 및 미래 발전 방향」, 『수산해양교육연구』, 제28권 제5호, 통권 83호, 2016.
- 부경대학교, 남종오 교수 자문(2018.10) - 어장관리 국제동향
- 신영태, 「어장정화사업의 효율적 추진을 위한 정책방향」, 『월간 해양수산』, 통권 제 242호, 한국해양수산개발원, 2004.
- 서종석, 「수산양식장 평가기준 및 평가방식 개선에 관한 연구」, 부경대학교, 2015.
- 송정현, 「일본의 양식업 정책에 관한 고찰」, 2003.
- 오션아웃컴즈, 박지현 캠페이너 자문(2018.11) - 일본 양식업 개선 프로젝트
- 오승혜 외, 「용존공기 부상법을 통한 수산 양식장 수질개선 효과 연구」, 대한상하수 도학회·한국물환경학회, 2011.
- 이용곤, 「어장관리법 개정과 시행에 따른 경남의 과제」, 『경남정책 Brief』, 2014-08,

- 경남발전연구원, 2014.
- 임봉욱, 「공공경제학」, 지샘, 2004.
- 조대철 외, 「어류양식장 저질개선을 위한 과산화칼슘 투입에 의한 생태 환경병화 관찰」, 2012.
- 조정희, 「어장관리체계 및 제도개선 방안 연구」, 해양수산부, 2014. PP.93~172.
- 지보영 외, 「넙치 양식장 HACCP 적용을 위한 위생관리에 대한 연구」, 『수산해양교육연구』, 제25권 제5호, 2013.
- 최석원, 「어장정화사업 설계기준 기초연구」, 해양수산부, 2007.
- 한국개발연구원(KDI) 공공투자관리센터, 「예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구」, 한국개발연구원, 2012.
- 한국해양수산개발원, 「해조류 국제양식규범 확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 : ASC 인증을 중심으로」, 2018.
- 한국해양학회, 「해양과학용어사전」, 2007.
- 해양수산부, 「제3차 기르는어업 발전 기본계획 수립 연구보고서」, 2013.
- 해양수산부, 「국내 외해양식산업 투자활성화 방안 연구」, 2017.
- 해양수산부, 『패류 및 해조류양식장 어장환경평가 지침서 작성 연구』, 2016.
- 해양수산부, 『피낭류양식장 어장환경평가 지침서 작성 연구』, 2017.
- 해양환경공단, 「2017년 한국해양환경 조사연보」, 2018.
- 해양수산부 보도자료, 「어장환경평가제도 도입 등으로 어장환경개선 기여」, 2014. 8. pp. 6~7
- 해양환경공단, 한국해양환경 조사연보, 각 년도

〈해외 문헌〉

- Abdou, Khaled et al., “Rearing performances and environmental assessment of sea cage farming in Tunisia using life cycle assessment (LCA) combined with PCA and HCPC,” *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2017
- Challouf, Rafika et al., “Environmental assessment of the impact of cage fish farming on water quality and phytoplankton status in Monastir Bay (eastern coast of Tunisia),” *Aquaculture International*, 25.6, 2017.
- Ervik, A., P.A. Hansen, J. Aure, A. Stigebrandt, P. Johannessen, and T. Jahnsen, “Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming I. The concept of the MOM system (Modelling – Ongrowing fish farms –Monitoring)”, *Aquaculture*, 158, 1997.
- Greenshell™ Mussel Industry Environmental Code of Practice, *Aquaculture New Zealand*, 2007.
- Ministry of Primary Industries, *Guide to establishing and operating a marine farm in new zealand*, 2013a.
- Ministry of Primary Industries, *Overview of ecological effects of aquaculture*, 2013b.
- Halwart, M., D. Soto, and J. R. Arthur, “Cage aquaculture”, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.
- Helgeland Havbruksstasjon As, 2013. *Environmental monitoring (MOM B) of marine finfish farm site Haganæs*, pp. 1~28.
- Jensen Ø, T. Dempster, EB. Thorstad, I. Uglem, and A. Fredheim, 2010, “Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention”, *Aquac Environ Interact*, 1, pp. 71~83.
- Saleh Alaliyat, “Ecosystem-based approach to norwegian aquaculture management”, *European Scientific Journal*, vol 2, 2014, pp. 250~260
- Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, *Strategy for an Environment*

- ally Sustainable Norwegian Aquaculture Industry, 2009.
- NOAA, "NOAA's Aquaculture Policy", 1998.
- Yokoyama, Hisashi, "Environmental quality criteria for fish farms in Japan", Aquaculture, 226.1-4, 2003, pp. 45~56.
- Wilson, A., S. Magill, and K.D. Black, "Review of environmental impact assessment and monitoring in salmon aquaculture. In FAO. Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture", FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 527. Rome, FAO, 2009, pp. 455~535.
- 日本水産資源保護協会, 漁場改善計画作成と運用のためのハンドブック(漁業者用), 2006年(일본수산자원보호협회, 어장개선계획작성·운용을 위한 핸드북(어업자용), 2006년).

〈인터넷 자료〉

- 국가해양환경정보통합시스템, 환경관리해역, http://www.meis.go.kr/rest/mans_ea_info
- 국립수산과학원, 해양수산자료실, 어장평가관리시스템(https://www.nifs.go.kr/page?id=method_step)
- 국립해양조사원, 해아름, 어장정보, <http://www.khoa.go.kr/oceanmap/main.do#>
- 노르웨이 수산부, 「Nordic conference 2017- Aquaculture」 발표자료 p.19 (<http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/engelsk/harmonisation-and-implementation-of-the-wfd-in-the-northern-countries/8th-nordic-conference/workshops/wg-5---aquaculture-in-norway.pdf>)(검색일: 2018.9.1.)
- 법제처 국가법령정보센터, <http://www.law.go.kr/>
- 통계청, 국가통계포털(KOSIS), <http://kosis.kr/index/index.do>
- 한국개발연구원 경제정보센터, <https://eiec.kdi.re.kr/index.js>

한국광물자원공사, 광물자원용어사전, '총유기탄소', <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1595783&cid=50330&categoryId=50330>(검색일: 2018. 12. 18)

환경용어연구회, 환경공학용어사전, '총유기탄소', <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=627160&cid=42361&categoryId=42361>(검색일: 2018. 12. 18).

해양환경공단 국가해양환경정보통합시스템(<http://gis.meis.go.kr/ffarm/map>)

Directorate of Fishereis, <http://www.fiskeridir.no/>

Fisheries and Oceans Canada, <http://www.dfo-mpo.gc.ca/>

South Australian Legislation, <https://www.legislation.sa.gov.au/>

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1172955&cid=40942&categoryId=32311>(검색일: 2018.10.14.)

<http://ideas.repec.org/p/pramprapa/41018.html>(검색일: 2018.9.25.)

부록

부록 1.

어장환경 보전·개선의 경제적 가치측정에 관한 설문조사

안녕하십니까?

본 설문은 어장환경의 보전·개선의 경제적 가치 측정과 관련하여 귀하의 개인적인 의견을 수렴하고자 하는 목적으로 한국해양수산개발원에 의해 시행되는 것입니다. 설문과정에 있어서 옳은 답이나 틀린 답이 있는 것은 아니므로 충분히 생각하신 후 귀하의 의견을 말씀해 주시면 됩니다.

귀하의 고견은 우리나라 어장환경의 보전 및 개선을 위한 정책 수립과 후손에게 아름다운 바다를 물려주는 데 큰 도움이 될 것입니다. 본 설문에 대한 비밀은 통계법 제8조와 제9조에 의거하여 철저히 보장되오니, 번거로우시더라도 성실한 답변을 해 주시어 귀하의 고견이 꼭 반영될 수 있도록 해주시면 감사하겠습니다.

본 설문과 관련한 문의사항은 한국해양수산개발원 수산연구본부 양식어촌연구실로 문의하여 주시기 바랍니다. 참여해주셔서 진심으로 감사드립니다.

한국해양수산개발원 양식어촌연구실

마창모 실장 : 051-797-4581

이상철 전문연구원 : 051-797-4575

김세인 연구원 : 051-797-4575

SQ1	귀하의 성별은 무엇입니까?	① 여성 ② 남성
SQ2	귀하의 나이는 올해 만으로 어떻게 되십니까?	[만 20세 이상 ~ 69세 이하] 만 () 세
SQ3	귀하의 거주 지역은 어디입니까?	① 서울 ② 부산 ③ 대구 ④ 인천 ⑤ 광주 ⑥ 대전 ⑦ 울산 ⑧ 경기 ⑨ 강원 ⑩ 충북 ⑪ 충남/세종 ⑫ 전북 ⑬ 전남 ⑭ 경북 ⑮ 경남 ⑯ 제주

PART A. 환경에 대한 의견 조사

Q. 다음 문항과 같은 주장에 대해 귀하의 생각은 어떻습니까? 귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요.

내 용	전적으로 동의하지 않는다. <<< 보통 >>> 전적으로 동의한다
A1. 어장에 미치는 피해가 비록 적을지라도 어장 환경을 파괴하거나 어장환경을 오염시키는 개발은 중지되어야 한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A2. 우리 후손들을 위해 현재의 소득이 줄어들거나 생활수준이 낮아지더라도 자연보존을 위한 적극적인 투자가 이루어져야 한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A3. 현재 어장에서의 무분별한 어획으로 얻는 이익이 미래에는 더 큰 손실을 가져올 것이다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A4. 수산자원이나 자연경관 등이 인간에게 아무런 이익을 주지 않더라도 보호되어야 한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A5. 내가 직접 방문하지 않더라도 중요한 자연자원들은 보호되어야 한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A6. 훼손상태가 심각하지 않더라도 자연자산에 대해 보존 및 관리 대책을 마련해야 한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A7. 무분별한 자연자원 이용 등 개발에 따른 환경파괴로 각종 동식물이 사라지는 것은 어쩔 수 없다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A8. 환경파괴나 환경오염이 발생하더라도 일자리와 소득을 늘리기 위해 자연자원을 개발해야 한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A9. 환경문제는 기술진보에 의해 자연히 해결될 것이다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
A10. 환경문제는 오직 사람들의 환경에 대한 태도와 행동의 근본적인 변화에 의해서만 해결될 것이다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦

Q. 다음 문항은 귀하의 생태 환경 인식에 대한 질문입니다. 귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요.

구분	전적으로 동의하지 않는다	《〈 보통 〉》	전적으로 동의한다.
A11. 전세계 인구는 지구가 수용할 수 있는 한계 수준에 도달하고 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A12. 사람은 필요에 따라 자연 환경을 바꿀 권리가 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A13. 사람이 자연에 간섭하면 종종 재앙적인 결과를 초래한다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A14. 인간의 지성은 지구 생태계가 파괴되는 것을 막을 수 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A15. 인간은 환경을 심각하게 남용하고 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A16. 자연자원을 효율적으로 이용한다면 자연자원은 풍부하게 이용할 수 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A17. 동식물도 사람처럼 생존할 권리가 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A18. 자연은 사람이 자연에 미치는 영향력을 극복할 만큼 강하다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A19. 사람은 특별한 능력을 가지고 있지만 자연법칙의 지배를 받는다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A20. 인류가 직면하는 생태 위기는 지나치게 과장되었다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A21. 인류가 사용할 수 있는 지구상의 공간과 자원은 제한되어 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A22. 사람은 자연을 다스려야 한다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A23. 자연균형은 매우 섬세하여 쉽게 깨어진다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A24. 인류는 결국에는 자연을 마음대로 통제하는 법을 배울 것이다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
A25. 지금과 같은 상황이 계속된다면 인류는 심각한 환경적(생태적) 재앙을 맞이하게 될 것이다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		

PART B. 어장의 경제적 가치측정을 위한 설문

어장 가치의 중요도 조사

Q. 어장은 여러 가지 가치를 가지고 있습니다. 귀하께서는 각각의 가치들이 얼마나 중요하다고 생각하십니까? 귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요.

내 용	전혀 중요하지 않다 <<< 보통 >>> 매우 중요하다
B1. 일반국민들에게 낚시 등과 같은 여가 활동의 기회를 제공한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
B2. 수산동식물의 서식처로써 중요하다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
B3. 어장주변의 자연경관은 그 자체로 훌륭한 가치를 지닌다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
B4. 자녀들의 자연교육을 위한 실습현장으로써 가치가 있다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
B5. 생태계 연구를 위해 필요한 학술적 연구 대상으로써 가치가 있다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
B6. 지역주민들에게 어업, 낚시 등 삶의 터전을 제공한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
B7. 사람들에게 식량 등 많은 자원을 제공한다	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦

연안어장의 훼손과 보존대책

수산업은 바다라는 특수한 공간에서 이루어지는 산업으로서 바다를 깨끗하게 유지 이용하는 것이 무엇보다 중요합니다. 그러나 현재 우리나라 바다의 상태를 보면 육지에서 각종 쓰레기나 오염물질이 계속 유입되고 있고, 또한 어업활동 과정에서도 폐어구투기, 양식폐각의 탈락 및 사료사용 등으로 인하여 오염이 심화되고 있는 실정입니다.

이러한 오염행위에 대해서 정부에서도 여러 가지 대책을 수립하여 시행하고 있으나 미흡한 점이 많아 아직까지 뚜렷한 성과를 보이지 못하고 있습니다. 어장환경은 지속적으로 악화되고 있는 실정이며, 국민의 여가활동에도 여러 가지 제약을 미칠 수 있습니다.

- (4) 오염물질과 쓰레기를 버리지 않겠다는 국민들의 의식변화
(5) 기타 ()

Q. 다음 문항에 관한 귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요.

연안어장을 정확하여 바다생태계를 보존하고 관리하기 위해서는 상당한 사회적 비용이 소요됩니다. 이러한 비용을 충당하기 위해 귀하의 지지가 필요하며 귀하의 지지의사는 **바다환경 관련 세금 납부나 환경 기금에 기부함**으로써 표현될 수 있습니다. 바다환경의 보전을 통해 귀하는 안전한 수산물을 구입할 수 있고 또한 깨끗한 바다에서 여가와 관광을 즐기실 수 있습니다. 이를 통해 수산·관광업이 중심인 지역 사회의 **경제, 사회, 환경적 지속가능성 유지**에 도움을 줄 수 있습니다.

B.13 연안어장 정화사업은	나쁘다	좋다
	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦	
B.14 연안어장 정화사업은	어리석다	현명하다
	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦	
B.15 연안어장 정화사업은	필요없다	필요하다
	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦	
B.16 연안어장 정화사업은	바람직하지 않다	바람직하다
	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦	

Q. 귀하에게 있어 중요한 사람들(가까운 가족, 친지, 친구 등)은 귀하가 연안어장 정화사업을 지지하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까? (주위 사람들의 인식)

구분	매우 그렇지 않다.	《《 보통 》》	매우 그렇다
B.17 나에게 중요한 사람들은 내가 연안어장 정화사업을 지지하기를 원한다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
B.18 나에게 중요한 사람들은 내가 연안어장 정화사업을 지지해야 한다고 생각한다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
B.19 나에게 중요한 사람들은 내가 연안어장 정화사업을 지지하기를 기대한다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		

Q. 다음은 귀하의 행동 통제력에 관한 내용입니다. 다음 문항에 관한 귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요. (행동 통제력)

구분	매우 그렇지 않다.	《《 보통 》》	매우 그렇다
B.20 내가 연안어장 정화사업을 지지하는 것은 전적으로 나의 결정에 달려 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
B.21 나는 연안어장 정화사업을 지지할 수 있는 시간, 돈, 여유 등이 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
B.22 나는 내가 원할 경우 언제든지 연안어장 정화사업을 지지할 수 있다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		

Q. 다음은 귀하의 연안어장 정화사업 지지 의도에 관한 내용입니다. (참여 의도)

구분	매우 그렇지 않다.	《《 보통 》》	매우 그렇다
B.23 나는 연안어장 정화사업을 지지할 것이다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
B.24 나는 주위 사람들에게 연안어장 정화사업을 지지할 것을 권유할 것이다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
B.25 나는 연안어장 정화사업을 지지할 수 있도록 노력할 것이다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		

가상의 지불 의사금액에 관한 질문

바다 및 연안어장을 깨끗하게 보전하고 유지하기 위하여 실시되는 어장정화(바닥 퇴적물 청소, 쓰레기 제거, 폐그물 제거 등)에는 상당한 정화비용이 필요하고, 이러한 비용을 원활하게 확보하기 위해서는 환경부담금 등의 형태로 국민을 대상으로 징수할 수 있습니다.

만약 재원부족 등의 이유로 바다 및 어장정화사업을 제대로 추진하지 못할 경우 바다 환경의 악화로 인한 수산물 생산이 감소하고, 그 결과 우리의 식탁은 대부분 외국수산물로 가득 차게 될 수도 있습니다. 뿐만 아니라 삼면을 둘러싼 우리나라 바다경관 및 환경은 더 이상 쾌적함을 유지하기 어렵고 연안지역에서의 여가와 관광을 즐기기에 어려움이 따를 수 있습니다.

따라서 바다와 어장을 정화하여 바다 및 어장환경, 경관 및 생태계를 깨끗하고 쾌적하게 보존하고 관리하기 위해서는 재원확보가 필수적입니다. 만약 귀하가 이러한 어장정화를 위한 재원확보에 국민의 한사람으로 참여하신다면 어느 정도의 금액을 지불하실 수 있는지를 알고자 합니다.

귀하 가구의 소득을 고려하여 어장정화에 소요되는 비용을 부담하신다면 가상의 지불의사금액에 대하여 대답하여 주시기 바랍니다.

◆ 제시금액 ◆

2,500	5,000	7,500	10,000	12,500	15,000	17,500	20,000
-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

B26. 귀하의 가구는 어장정화를 위해 향후 5년 동안 한시적으로 매년 [제시금액] 원을 지불하실 의사가 있습니까?(만약 귀하의 가구가 이 금액을 지불하지 않는다면 어장정화사업은 제대로 추진되기 어렵습니다)

(1) 있다 → [B27로 가시오]

(2) 없다 → [B28로 가시오]

B27. 그렇다면 귀하의 가구는 어장정화를 위해 향후 5년 동안 한시적으로 매년 [제시금액의 2배 가격] 원을 지불하실 의사가 있습니까?(역시 귀하의 가구가 이 금액을 지불하지 않는다면 어장정화사업은 제대로 추진되기 어렵습니다)

(1) 있다 → [B30로 가시오]

(2) 없다 → [B30로 가시오]

B28. 그렇다면 귀하의 가구는 어장정화를 위해 향후 5년 동안 한시적으로 매년 [제시금액의 1/2배 가격] 원을 지불하실 의사가 있습니까? (역시 귀하의 가구가 이 금액을 지불하지 않는다면 어장정화사업은 제대로 추진되기 어렵습니다.)

- (1) 있다 → [B30로 가시오]
(2) 없다 → [B29로 가시오]

B29. 그렇다면 귀하의 가구는 단 1원도 지불하실 의사가 없습니까?

- (1) 지불할 의사가 있다 → [B30로 가시오]
(2) 지불할 의사가 없다 → [B32로 가시오]

[B29=2 응답자 제외]

B30. 그렇다면 귀하의 가구가 어장정화를 위해 향후 5년 동안 한시적으로 매년 지불하시고자 하는 최대 금액은 얼마입니까?
()원

[B29=2 응답자 제외]

B31. 귀하께서 만약 일정 금액을 지불하겠다는 의사를 밝혔을 때 가장 중요하게 생각한 것은 무엇입니까?(하나만 선택)

- (1) 각종 수산동식물의 생산지 및 서식지
- (2) 낚시, 해수욕 등 레저활동
- (3) 자녀들의 자연교육을 위한 현장
- (4) 국제적으로 중요한 물새들의 서식지
- (5) 생태계 연구를 위한 대상
- (6) 귀하의 미래이용을 위해
- (7) 우리의 후손들을 위해
- (8) 막연하지만 환경보호 차원에서
- (9) 기타 ()

→ 응답 후 C1로 가시오

[B29=2 응답자]

B32. 귀하가 단 1원도 지불하실 의사가 없는 가장 중요한 이유는 무엇입니까?

(하나만 선택)

- (1) 제시된 금액이 너무 높아 낼 여유가 없다
- (2) 어장정화가 내게는 별 가치가 없다
- (3) 어장이 너무 멀어서 앞으로 방문할 가능성이 없다
- (4) 어장을 오염시킨 원인자가 내야 한다
- (5) 이미 충분한 세금을 내고 있으므로 그 돈으로 어장정화사업을 추진해야 한다
- (7) 정부의 어장정화사업 추진을 신뢰할 수 없다
- (8) 가상적인 질문을 싫어한다
- (9) 기타 ()

PART C. 바닷가 방문에 대한 조사

C1. 귀하는 1년에 몇 회 정도 바닷가에서 여가를 즐기십니까?

- ① 1회 ② 2회 ③ 3회 ④ 4회 ⑤ 5회 이상(회)
- ⑥ 방문한 적 없음

→ 1~5번 응답자 C2 / 6번 응답자 C4로

[DQ=1~5 응답자]

C2. 지난 1년간 여가를 위해 바닷가를 방문하게 된 요인에 대해서 귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요.

구분	매우 그렇지 않다.	<< 보통 >>	매우 그렇다
(1) 가족과 함께 시간을 보내고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
(2) 자녀들의 교육에 도움을 주고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
(3) 자녀들을 위한 다양한 활동을 제공하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		
(4) 친구들과 시간을 보내고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦		

구분	매우 그렇지 않다. <<< 보통 >>> 매우 그렇다
(5) 일상생활에서 탈출하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(6) 새로운 체험을 하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(7) 새로운 여행 목적지를 방문하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(8) 휴식을 취하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(9) 삶을 재충전 하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(10) 스트레스에서 벗어나고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(11) 모험을 즐기고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(12) 바다낚시를 경험하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(13) 해수욕을 하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(14) 생태체험활동에 참여하고 싶다.(갯벌 체험, 바지락 채취 등)	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(15) 해양레포츠활동에 참여하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(16) 해변을 걷고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(17) 아름다운 해안 자연 경관을 즐기고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(18) 지역 특산 수산물을 구입하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(19) 지역 특산 수산물을 맛보고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(20) 지역 맛집을 방문하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(21) 지역 이벤트 및 축제에 참가하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(22) 어촌 지역 문화를 체험하고 싶다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦

[DQ=1~5 응답자]

C3. 귀하가 지난 1년간 바닷가를 방문한 이후 삶의 변화에 대한 항목입니다.

귀하의 생각과 일치하는 곳에 체크해 주세요.

구분	매우 그렇지 않다. <<< 보통 >>> 매우 그렇다
(1) 지난 1년간 바닷가를 여가 목적으로 방문한 이후 나의 삶의 질이 향상되었다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(2) 지난 1년간 바닷가를 여가 목적으로 방문한 이후 삶의 만족도가 향상되었다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦
(3) 지난 1년간 바닷가를 여가 목적으로 방문한 이후 행복감이 향상되었다.	① - ② - ③ - ④ - ⑤ - ⑥ - ⑦

C4. 귀하는 한 달에 몇 회 수산물(어류, 해조류, 갑각류 등)을 드십니까?

- ① 1회 ② 2회 ③ 3회 ④ 4회 ⑤ 5회 이상(회)
⑥ 수산물을 먹지 않음

PART D. 배경 질문

※ 다음은 통계처리를 위한 귀하의 정보입니다. 귀하의 정보는 통계법에 의해 자료 처리 외의 목적으로 절대로 사용되지 않으니 안심하고 응답 부탁드립니다.

DQ1. 현재 살고 있는 지역에서 몇 년 동안 거주하셨습니다?
(년)

DQ2. 귀하를 포함하여 함께 거주하시는 가족은 몇 분이십니까?

- ① 1명 ② 2명 ③ 3명 ④ 4명 ⑤ 5명
⑥ 6명 이상(명)

DQ3. 귀하를 포함하여 함께 거주하시는 가족 중 수입이 있는 가족은 몇 분이십니까?

- ① 1명 ② 2명 ③ 3명 ④ 4명 ⑤ 5명
⑥ 6명 이상(명)

DQ4. 귀하는 시민단체 또는 환경단체에 가입되어 있으십니까?

- ① 가입 ② 비가입

DQ5. 귀하의 직업은 무엇입니까?

- ① 자영업 (종업원 9명 이하의 소규모 장사 및 가족종사자, 개인택시운전자)
② 판매/서비스직 (상점점원, 세일즈맨 등)
③ 기능직 (운전자, 선반, 목공 등 숙련공)

- ④ 일반작업직 (토목관계의 현장작업, 청소, 수위 등)
 ⑤ 사무/기술직 (일반회사 사무직, 기술직, 초·중·고교 교사, 향해사 등)
 ⑥ 경영/관리직 (5급 이상의 공무원, 기업체 부장 이상의 지위, 교감, 교장 등)
 ⑦ 전문/자유직 (대학교수, 의사, 변호사, 예술가, 연구직 등)
 ⑧ 농업/임업/어업 ⑨ 학생 ⑩ 전업주부
 ⑪ 무직(미취업포함)
 ⑫ 기타 (기록 : _____)

DQ6. 실례지만 귀하께서는 학교를 어디까지 마치셨습니까?

- ① 무학 ② 초등학교(중퇴포함) ③ 고등학교(중퇴포함)
 ④ 대학교(전문대졸 및 대학재학 포함) ⑤ 대학원 재학 이상

DQ7. 귀하의 월 평균소득(세금공제 전 소득)은 대략 어느 정도입니까.

- ① 50만원 미만 ② 50만원 이상 100만원 미만
 ③ 100만원 이상 150만원 미만 ④ 150만원 이상 200만원 미만
 ⑤ 200만원 이상 250만원 미만 ⑥ 250만원 이상 300만원 미만
 ⑦ 300만원 이상 350만원 미만 ⑧ 350만원 이상 400만원 미만
 ⑨ 400만원 이상 450만원 미만 ⑩ 450만원 이상 500만원 미만
 ⑪ 500만원 이상 550만원 미만 ⑫ 550만원 이상

DQ8. 귀하의 소득을 포함하여 귀하가구의 월 평균소득(세금공제 전 소득)은 대략 어느 정도입니까.

- ① 100만원 미만 ② 100만원 이상 150만원 미만
 ③ 150만원 이상 200만원 미만 ④ 200만원 이상 250만원 미만
 ⑤ 250만원 이상 300만원 미만 ⑥ 300만원 이상 400만원 미만
 ⑦ 400만원 이상 500만원 미만 ⑧ 500만원 이상 600만원 미만
 ⑨ 600만원 이상 700만원 미만 ⑩ 700만원 이상 800만원 미만
 ⑪ 800만원 이상 900만원 미만 ⑫ 900만원 이상

★ 설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다 ★

부록 2. KMI-Ocean Outcomes 공동워크숍 (2018.07.11.)

KMI-Ocean Outcomes

공동워크숍 결과보고서

1 개요

- (일시) 2018년 7월 11일(수요일)
- (장소) 통영 굴수하식수협 본원 중회의실
- (주제) 통영 굴 어업의 지속가능성
- (주최) 한국해양수산개발원, 오션 아웃컴스(Ocean Outcomes)*
* 지속가능한 수산업 실현을 위한 프로젝트를 개발·수행하는 국제 비영리 단체
- (참석자)
 - 해수부, 경남도청, 수협중앙회, 통영 굴어업인, 통영거제환경연합 등
 - WWF(세계자연기금) 한국본부, MSC(해양관리협의회) 한국지회

2 주요 내용

- 통영 굴 어업의 양식 현황 및 환경 이슈 논의
- 정부, 지자체, 환경단체 및 어업인간 정보 공유와 네트워크 구축
- ASC 인증*을 획득(2018. 7. 11)한 전라남도 전북 양식업 관계자
를 통해 인증 추진 과정 및 경험 공유

* ASC(Aquaculture Stewardship Council, 수산양식책임관리회)⁸⁷⁾에서 발급하는 지속가능한 양식 인증제

87) 2010년 세계자연기금(WWF: World Wide Fund for Nature)과 네덜란드의 지속가능무역 이니셔티브(IDH: Dutch Sustainable Trade Initiative)가 설립한 비영리 국제기구

3 프로그램

주제 및 발표자
1. 통영 굴 어업 현황 및 특징 (송정물산 장용호)
2. 굴 어장 환경 연구와 제안 (국립수산물연구원 김형철)
3. 굴 어업의 플라스틱 부자 문제 및 개선 방안 (숙의민주주의 환경연구소 장용창)
4. 국제양식규범 확산과 굴 양식업계의 대응 방향 (한국해양수산개발원 이상철)
5. ASC인증 활동과 지속가능한 어업 (청산바다연구소 김경원)
6. 통영 굴 어업 개선 프로젝트 (오션아웃컴즈 박지현)
종합토론(어업인 간담회)

4 발표 및 토론

1. 통영 굴 어업 현황 및 특징

- 가두리현대화시설사업으로 양식 시설은 예전에 비해 많이 좋아진 상태이다. 양식업의 지속가능성은 수익성, 지속성, 환경성의 세 개 항목이 고려되어야 한다. 통영 굴은 사회성(인력위주의 노동 창출)과 환경성(통영 자연환경) 부분에서는 지속 가능한 것으로 보이는데, 수익성 부분은 어렵다고 생각한다. 어업인간 과잉 경쟁 문제로 수익성이 해결되지 않고 있다.
- 미국 굴은 지속가능성이 확보된다고 평가받고 있는데, 굴 생산량 7,000만~2억 1,500만에서 지속가능성이 확보된다는 정확한 가이드라인도 있다. 미국 Chesapeake Bay의 굴 생산량은 1974년 버지니아강 오염, 1979년 쓰리마일 원전사고 영향 등의 원인으로 70~80년대 급격히 하락하였다. 당시 우리나라 굴 수출량이 상대적으로 증가하였다. 1980년대 중반부터 미국은 굴 생산량 급감에 대한 심각성을 인식하고 굴회복운동(빌리언 오이

스터 프로젝트, 인공 채묘)을 시작하였다. 그 결과 현재 미국은 전 세계 굴 생산량의 4% 비중을 차지하고 있다.

- 우리나라 진해만은 굴의 먹이가 되는 플랑크톤이 풍부해 굴 양식의 충분한 조건을 갖고 있으며, 굴의 정화능력을 통해 일부 오염된 진해만의 환경을 정화하는 효과도 얻고 있다. 진해만 굴의 지속가능성을 위해서는 스티로폼 부표의 연안오염 문제를 해결해야한다. 어장에서 이탈된 부표가 연안을 떠도는 문제, 부표의 부식으로 미세 스티로폼을 만드는 문제 등이 있다.
- 어장수용력에 따라서 굴 생산량을 한정한다면 적정 생산량을 확보할 수 있으며 고품질 굴 생산도 가능할 것이라고 본다. 굴 개체수가 제한된다면, 생산자는 품질을 높여 수익을 창출하는 방향으로 운영 방식을 변경할 것이다. 반드시 생산량이 많아야 수익을 창출하는 것은 아니다.

2. 굴 어장 환경 연구와 제안

- 기후변화로 우리나라 남해안에서도 다양한 환경변화 문제가 발생하고 있다. 빈산소수괴는 과거 보다 발생시기가 빨라지고, 발생주기는 길어지고 있으며, 최근 고성 장항만에서는 미더덕 대량 폐사가 발생했다.
- 우리나라 해양 영양염 농도는 지속적으로 감소하고 있는데, 이는 먹이생물인 플랑크톤의 줄어들고 있다는 것을 의미한다. 자연정화능력을 초과하는 퇴적물이 쌓이면 저층부위에서 빈산소수괴 현상이 발생할 수밖에 없는 환경이 되기 때문에 어장수용력에 맞춰 시설량 조정이 필요하다.
- 가두리 시설물 증가는 굴 생산량(폐사율)에 영향을 미친다. 가두리 주변 유속을 살펴보면, 표층은 유속이 감소하고, 가두리 내측

은 정체가 심각하며, 저층은 유속이 증가해 저층 퇴적물이 재부유하거나 가두리 내측으로 유입되는 현상이 발생하고 있다.

3. 굴 어업의 플라스틱 부자 문제 및 개선 방안

- 우리나라에서 사용되는 전체 플라스틱 중 스티로폼은 약 7% 정도이다. 스티로폼은 건물 보온제로 가장 많이 사용되며, 양식업 부자로 사용되는 스티로폼은 전체 스티로폼의 1%에 해당된다. 양식업자들이 스티로폼 문제를 해결하기 위해서 조금만 더 적극적으로 노력한다면, 비교적 빠르게 문제를 해결할 수 있을 것으로 볼 수 있다.
- 환경문제는 오염자 부담 원칙, 수혜자 부담 원칙, 협력 원칙이 적용된다. 따라서 해양오염 문제도 오염자인 양식업자가 비용을 부담하는 것이 원칙이다. 하지만 지난 30년간 계속된 원칙론적인 주장은 문제 해결을 가로막아 왔다고도 볼 수 있다. 해양오염 문제는 수혜자 부담, 협력 원칙의 적용도 필요하다. 다만 양식업자, 어민이 먼저 행동을 보여주는 노력이 필요하며, 그 다음 정부의 지원이 필요하다. 사회복지기금 6억 원을 지원받은 ‘화삼리 어촌계의 해양쓰레기 정화 사업’을 예로 들 수 있다.

4. 국제양식규범 확산과 굴 양식업계의 대응 방향

- 굴 양식업이 직면한 현실 문제는 어장노후화, 폐사, 패류독소 인한 소비 감소, 육상 오염물 유입 등이다. 장기간 굴 양식업을 수행한 어장은 양식 시설물 및 양식 생물 잔해가 저질에 쌓여 환경이 악화되었고 이로 인한 생산성 저하 문제가 우려되고 있다. 굴은 양식장 해역의 자연환경에 의존한 양식을 하기 때문에 환경 조건이 매우 중요하며, 저서환경 개선을 위한 기술적 조치

가 필요하다.

- 양식의 지속가능성에 대한 소비자 인식은 변화되고 있는데, 이런 측면에서 통영 굴은 안전 양식수산물에 대한 소비자의 눈높이를 만족할 수 있을 것인지, 친환경 양식에 대한 소비자의 바램을 만족할 수 있을 것인지를 생각해봐야 한다. 국제규범의 항생제, 배출수, 폐기물, 환경관리 등 환경문제에 대한 관리 규범은 강화되고 있어, 향후 양식업계의 생존을 위해서는 이런 부분을 반드시 고려해야 한다. 또한 민간 인증제 확산에 따라 소비자 구매를 통한 국제규범 참여가 확대되어 소비자의 눈높이를 맞추려는 노력이 필수적이다.
- 양식업 지속 가능성의 문제는 개인 양식업자가 혼자서 감당하기에는 힘든 문제이며, 효과성 측면에서도 정부가 모든 것을 해결하기에는 불가능하다. 양식업의 지속가능성 유지하고 소비자들의 바램을 충족시키기 위해서는 양식업계, 민간환경단체, 조합, 소비자 단체, 지자체, 정부, 과학인 등이 현실 문제를 개선해가는 공동의 노력이 필요하다.

5. ASC인증 활동과 지속가능한 어업

- 청산바다연구소는 유통, 판매를 담당하고 있는데, 완도 전복을 일본으로 수출하기 위해서 완도 전복이 얼마나 우수하고 좋은 전복인가를 객관적으로 증명할 필요가 있었다. 이를 위해서 ASC 인증에 도전하였고, 2018년 7월 인증을 획득하였다. 사실 어업인들은 ASC인증 필요성을 완전하게 공감하고 있지 않는데, ASC인증 심사를 받고 있는 업체들이 안정적인 굴 수출 판로를 확보한 것이 ASC인증에 대한 관심을 키운 계기가 되었다. 유통업체는 안정적인 수산물을 지속적으로 공급받는 것이 중요하다.

- 현재 전남에서 ASC인증을 심사를 신청하겠다는 어가는 약 50여개로, 완도군에서는 완도의 전체 전복을 ASC인증화 하려는 계획도 갖고 있다. ASC인증에서 검토하는 것들은 이미 어민들이 다 알고 있고 실제로 실행하고 있는 부분이지만, 체계화된 문서, 자료가 없기 때문에 준비가 필요하다.
- ASC인증은 양식 규모를 늘리고 수익을 늘리는 측면이 아니라 어업활동을 지속가능하게 활동할 수 있도록 하는 역할을 한다고 생각한다.

6. 통영 굴 어업 개선 프로젝트

- 현실에서 어업인들이 부딪치는 문제는 매우 다양하고 복잡하다. 외국 사례를 무조건 도입하자고 얘기하는 것은 옳지 않으며, 현장 어업의 전통, 문화, 사회관습을 존중해야 한다.
- 어업/양식 개선에는 맞춤형이 필요하다. 어업인 중심 설계, 점진적인 방식으로 지속가능한 양식으로의 변화를 유도해야 한다.
- 양식업의 보편적 문제는 먹이문제, 항생제, 이탈, 생태계 부담, 사회적 부담 등이다. 통영 굴 양식은 먹이(자연 생태의 섭식) 문제가 거의 없으며, 항생제 등 약품 사용도 매우 적다. ASC 인증을 받기 위해서는 해양생태계에 대한 영향평가 필요한데, 밀식, 어구 개선, 어장환경의 3가지 부분에서 문제 해결이 필요하다.

종합토론(어민 간담회)

[우리나라 굴 양식업 발전을 위해서 누가, 무엇을 해야 하는가?]

- 양식업 환경문제 해결이 가장 중요하며, 굴껍데기, 스티로폼 부자, 코팅선의 3가지 문제 해결이 필요하다.
- 어업인이 겪는 가장 큰 문제는 바다에 부표를 달 장소가 마땅치

않다는 점이다. 어촌계 자리를 빌리려고 하면 비용이 많이 소요 되는데, 현실 문제를 해결할 수 있는 정책적 대책이 마련되어야 한다. 환경문제는 그 다음으로 논의되어야 한다고 생각한다. 일본의 경우 면허가 발급되면 생산부터 굴 탈각까지 전반적인 관리가 되는데 우리나라는 이런 관리·지원이 전무하다. 통영 굴은 생산 후 바로 당일 작업을 하기 때문에 신선도가 높는데, 다른 지역은 굴을 쌓아두고 다음날까지 작업하기 때문에 문제가 발생할 가능성이 많다. 다른 지역에서 생산된 굴 섭취 후 식중독 문제가 발생하면 통영 굴까지 영향을 받게 되어 상대적으로 통영 굴 어업이 피해를 입을 수 있다.

- 과거 정부에서 어장 면허를 과하게 부여한 문제가 있으며, 어업인 입장에서도 어장 관리가 부족하다는 것을 인정하고 있다. 굴 어장 정화사업을 하게되면 약 2년 정도는 실질적으로 양식업을 할 수 없는 상태가 되는데(바닥 정화시 가스 발생 문제) 생계 유지를 위해 휴식년제 도입 등 대책을 마련해야 한다.
- 어장면허가 무분별하게 발급되어 밀식 양식을 야기하였다. 어선 감척처럼 어장면허도 구조조정이 필요하다고 생각한다. 복합양식이 도입되면서 어종별 통계자료가 없어졌고, 어종별 통계를 확인할 방법이 없다. 복합양식으로 인한 문제가 심각하다는 것을 어업인들은 모두 알고 있다. 홍합은 해적생물로 분류되는데, 홍합을 단독으로 생산하는 것은 문제가 없지만, 복합양식으로 굴과 같이 생산하면 굴 생산성이 저하되어 피해를 입게 된다. 어장 특성별로 굴, 홍합, 가리비 생산을 나누어 체계를 마련해야 한다.
- 굴 양식업의 문제점은 밀식(허가 남발), 복합 양식, 폐각임. 폐각 문제는 환경문제로 행정적인 도움이 필요하다. 동해에서는 연간 25만 톤의 굴이 생산되고 있는데 약 7~8만 톤의 폐각이

처리가 안 되고 매년 쌓이고 있다. 어장청소 업체 선정에 문제가 있는데, 많은 예산을 투입하고 있지만 실질적인 청소 해결에는 도움이 안 된다고 보인다.

- 밀식문제 해결을 위해서 정부에서 어업인에게 20% 적게 입식을 하라고 하면, 어업인은 양식보험으로 부족한 부분을 보완하려고 할 것이 분명하다. 따라서 개체수 구조조정이 먼저 필요하다. 빈산소수괴의 가장 큰 오염원이 어장환경(바닥 오염 문제)이라고 생각하지 않는데, 육상기인 오염원을 사전 차단하는 것이 우선이라고 생각한다.
- 환경문제의 책임을 굴 어업인에게만 부과하는 것은 옳지 않다. 어장이 없는 지역의 저질에도 자연적으로 발생한 퇴적물이 있는데, 굴 어업인들이 환경 문제의 원인으로 지칭되는 것은 문제가 있다고 생각한다. 따라서 자연 발생 퇴적물에 대한 연구가 필요하다. ASC인증 등 민간인증에 대한 신뢰성 부분은 좀 더 확인할 필요가 있다고 생각한다.
- 종자배양업에 10년 정도 종사하고 있는데, 자연이 수용할 수 있는 범위, 용량이 점점 줄어들고 있다고 생각한다. 댐, 방파제 건설 등 자연의 흐름을 거스르는 활동은 가능하면 하지 말고 정책적으로 다른 방식을 검토하면 좋겠다.
- 인공먹이 배양으로 굴, 가비리가 더 많이 양육될 수 있는 방안을 연구하는 것이 필요하다. 어민들이 굴, 가리비를 양육할 수 있는 기술을 교육하고, 먹이농축 기계를 보급해주었으면 좋겠다.
- 통영 굴양식업은 앞으로 50, 100년 이후까지 지속되어야 한다고 생각한다. 굴은 참굴, 벚굴, 양굴 등 종류가 많은데 다양한 굴 종별로 양식이 가능하도록 다양한 연구가 필요하다.

기본연구보고서 발간목록

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 - 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로 -	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산업 전망모형 「KMI-FOSIM」 구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 어장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로 -	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환동해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인
04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최지연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석

06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구 -수산물 수출을 중심으로-	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 행태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낙시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지내 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진희
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭

05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 - 갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2018년

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 -ASC인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 - 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구- 대기업 물류자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행을 위한 한-베트남 수산식품·가공분야 개발협력 방안 연구	정명화

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이연경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업·자갈치시장 사례 중심-	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	이현동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본구상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 여항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 분담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순
21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진희
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철

30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진희
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이연경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경영을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안 - 소규모 항·포구 개선사업 -	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 ARCTIC LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진동향 분석 연구	강무홍

05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희

양식어장 환경개선 방안에 관한 연구

인 쇄 | 2018년 12월 29일 인쇄

발 행 | 2018년 12월 31일 발행

발 행 인 | 양 창 호

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 효민디앤피

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 15,000원