

글로벌 양식어업 기후변화 완화 방안 동향 조사

Review of Global Trends in Climate Change Mitigation Strategies
for Aquaculture

김철현 · 심성현

저자

김철현, 심성현

내부연구진

연구책임자 김철현 한국해양수산개발원 수산연구본부 부연구위원
공동연구원 심성현 한국해양수산개발원 수산연구본부 전문연구원

연구기간

2024. 1. 1. ~ 2025. 2. 28.

보고서 집필내역

연구책임자

김철현 연구총괄, 제1장, 제2장, 제3장, 제4장

내부연구진

심성현 제2장, 제3장

목차

01

서론_1

제1절 연구 필요성 및 목적	1
1. 연구 필요성	1
2. 연구 목적	3
제2절 연구 내용 및 추진 방법	4
1. 연구 내용	4
2. 추진 방법	5

02

국가별 기후변화 정책 현황_7

제1절 주요 수산국 양식어업 기후변화 정책 동향	7
1. EU	7
2. 미국	10
3. 캐나다	15
4. 일본	19
5. 호주	21
제2절 주요 수산국 정책 시사점	24
1. EU	24
2. 미국	26
3. 캐나다	28
4. 일본	31
5. 호주	33

03

기후변화 정책 방향성 분석_37

제1절 국가별 정책방향성 분석	37
1. EU	37

2. 미국	39
3. 캐나다	42
4. 일본	44
5. 호주	47
제2절 국가별 기후변화 정책 비교분석	49

04 시사점_51

1. 정책 슬림화	51
2. 육상 스마트양식 및 순환여과식 양식 활성화	52
3. 신규 양식품목 발굴	53
4. 양식품목 생산 적지 재조사	55
5. 친환경 양식 전환 유도	56

참고문헌_59

표 목차

〈표 2-1〉 EU의 새로운 양식 가이드라인에서 포함하고 있는 이슈	9
〈표 2-2〉 미국 NADP의 목표와 전략	12
〈표 2-3〉 미국 NOAA 양식전략계획(2023-2028)의 목표와 목적	13
〈표 2-4〉 캐나다 FSDS에 기여하는 DSDS의 8개 목표	18

그림 목차

〈그림 2-1〉 미국 NOAA의 AOA 개요 15

약어 목록

- EMFAF(유럽 해양수산양식기금): European Maritime, Fisheries and Aquaculture Fund
- NADP(국가양식개발계획): National Aquaculture Development Plan
- NOAA(해양대기청): National Oceanic and Atmospheric Administration
- NSTC(국가과학기술위원회): National Science and Technology Council
- OCAP(해양기후행동계획): Ocean Climate Action Plan

01 서론

제1절 연구 필요성 및 목적

1. 연구 필요성

지구의 기후는 지속적으로 변화해 왔으나 최근 인간의 산업활동을 통한 탄소배출 등으로 그 속도가 가속화되고 있다. 또한 폭염, 혹한, 대형 태풍 및 허리케인, 집중호우 등 극단적인 이상기후가 나타나는 빈도도 증가하는 추세이다. 우리나라도 기후변화의 위기에서 비켜갈 수 없으며 평균 기온의 상승, 강수량 증가, 집중호우, 폭염 등 극단적인 이상기후현상이 증가하고 있다. 우리나라의 최근 30년(1991~2020년)동안 연평균 기온은 과거(1912~1940년) 대비 1.6℃ 상승했으며, 10년마다 0.2℃씩 꾸준히 오르고 있다. 같은 기간 연 강수량은 135.4mm 증가한 반면, 강수일수는 21.2일 줄어 단기간에 많은 비가 내리는 집중호우 현상이 심화되고 있는 것으로 나타났다. 특히 수온은 현재 매우 가파르게 상승하고 있는 것으로 나타났는데, 1968~2020년 동안 우리나라 연근해 표층수온은 평균 1.27℃ 상승하여, 같은 기간 세계 평균 표층수온 상승폭(0.53℃)의 약 두 배에 이르는

것으로 나타났다.

이에 따라 우리나라에서도 기후변화를 완화 할 수 있는 각종 정책들을 수립하고 있으며 해양수산부에서도 '제4차 기후변화 대응 해양수산부문 종합계획'을 수립하였다. 온실가스 배출저감, 온실가스 흡수 및 전환, 기후위기 선제적 대응, 기후위기대응 이행력 확보 등 4대 추진전략을 중심으로 기후변화에 대응하기 위한 정책들을 제시하였다. 정책의 목표로는 해양수산분야의 온실가스 배출량을 2030년까지 70% 저감(2018년 대비), 연안·해양 기후재해로 인한 인명·재산 손실의 최소화, 해양 기후위기 대응 정책의 국민체감도 제고의 3대 정책목표를 설정하였다. 또한 제5차 양식산업발전 기본계획에도 지속가능한 양식산업의 토대마련 전략 중 세부과제로 양식산업 기후변화 대응 전략을 수립하였다. 양식산업 기후변화 대응 전략에서는 단기 대응, 중장기 적응, 탄소중립 기반 마련 등 3개의 세부과제를 설정하였다.

이러한 노력에도 불구하고 양식산업은 기후변화의 영향으로 인해 다양한 피해가 발생하고 있으며, 특히 우리나라는 양식장들이 내만에 집중되어 있기 때문에 피해규모가 더 큰 문제가 있다. 또한 한 곳에서 장기간 연작과 밀식으로 인해 어장 환경이 악화되고 있는 점도 기후변화에 취약한 부분이다. 어장의 장기연작과 밀식으로 인해 오염물이 축적되고, 조류 소통이 저해되어 어장환경도 악화되고 재해에 대한 대응력이 크게 떨어지고 있다. 정부는 면허구역 외 불법시설 단속과 3년 주기의 어장청소 의무화를 추진하고 있으나, ha당 60만 원의 높은 청소 비용과 가두리 이동 시 양식생물의 폐사 가능성 등으로 인해 어업인은 어장청소를 꺼리는 실정이다. 어류 양식에서는 고수온에 취약한 품종의 비중이 높다. 우럭은 2022년 기준 전체 양식어류 생산량의 18%를 차지하는 대표적인 양식어류이지만 고수온에 약해 매년 여름 폐사피해가 발생한다. 이를 예방하기 위해 여름철 수온 상승 시 사료 급이를 중단하는 절식과 차양막 설치 등의 노력을 기울이고 있

으나 피해는 지속해서 발생하고 있다.

해조류 양식에서도 기후변화로 인해 양식 시기가 지연되는 문제가 발생하고 있다. 김, 미역, 다시마 등 주요 해조류의 채묘와 가이식에 적합한 수온에 도달하는 시점이 점차 늦어지고 있다. 김의 채묘 적정 수온인 22℃ 이하로의 도달 시점이 9월 초에서 9월 말 이후로 지연되고 있으며, 미역과 다시마의 가이식 적정 수온 도달 시점도 각각 9월 중순에서 10월 초순 이후로, 10월 초순에서 11월 초순 이후로 늦어지고 있어 생산성에 악영향을 끼치고 있다.

기후변화는 우리나라의 양식산업 전반에 걸쳐 경영불확실성을 높이고 양식수산물의 생산성을 저하시켜 어업인의 경영악화와 시장에서의 가격변동성을 확대시키고 있다. 이러한 상황을 타개할 수 있는 효과적인 대응방안을 마련하기 위해서는 다양한 국가의 기후변화 관련 정책들을 살펴보고 분석하여 벤치마킹 할 필요가 있다. 따라서 국제사회와 각 국가들의 기후변화 완화 및 대응 정책을 살펴보고 우리나라의 양식산업의 지속가능성을 강화할 수 있는 시사점을 도출해보고자 한다.

2. 연구 목적

국제사회는 기후변화와 이상기후현상 등을 억제하기 위해 파리협정, 유엔기후변화협약 등을 통해 기후변화를 완화하고 탄소중립을 달성하기 위한 정책들을 수립하여 시행중에 있다. 우리나라도 기후변화로 인한 어장환경 변화, 생산성 감소, 양식어가 경영악화 등의 현상이 양식산업에서 나타나고 있다. 여름철 고수온·적조 대응이나 해양수산부의 양식분야 기후변화 대응 정책을 마련하고는 있지만 실질적으로 양식산업의 피해를 저감하기에는 어려운 상황이다. 국내 양식산업의 기후변화 완화 정책 효율화를 위해 본 보

고서에서는 세계 각국이 기후변화를 완화하고 대응하기 위해서 어떠한 정책들을 활용하고 있는지 확인하고 국가별 특징을 파악하고자 한다. 또한 조사 및 분석한 결과를 바탕으로 우리나라 양식산업의 기후변화 완화 및 대응을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

제2절 연구 내용 및 추진 방법

1. 연구 내용

본 연구는 기후변화에 대해 대응하고 이를 완화할 수 있는 해외의 다양한 국가들의 정책동향을 파악하고, 시사점을 도출하여 우리나라의 양식산업분야 기후변화 완화 및 대응 정책의 방향성을 제시하고자 한다. 기후변화 완화 및 대응정책 동향은 각 국가의 해양수산부문 정부부처를 중심으로 NOAA 등 관련기관의 기후변화 대응 정책들을 수집하고 이를 정성적으로 분석하였다. 분석한 결과를 통해 각 국가별 시사점을 도출하고 국내 기후변화 완화 정책의 방향성을 제시하였다.

본 연구는 제1장부터 제4장까지 총 4개의 장으로 구성하였다. 제1장은 서론으로 연구 필요성 및 연구 목적, 연구 내용 및 추진방법 등을 작성하였다. 제2장은 글로벌 기후변화 관련 정책 동향으로 각 국가별 기후변화 완화 및 대응 정책관련 자료를 수집하고 정리하여 서술하였다. 제3장은 국가별 기후변화 관련 정책들에 대한 특징과 시사점을 도출하여 우리나라의 정책 방향성을 도출하였다. 제4장은 시사점으로 우리나라 양식산업의 기후변화 대응과 지속가능성을 강화할 수 있는 시사점을 제시하였다.

2. 추진 방법

본 연구는 글로벌 기후변화 완화 방안 조사를 위해 국내외 문헌조사, 관련 통계 등을 조사하고 관련 분야 전문가 자문 및 회의 등의 방법을 이용하였다.

문헌조사는 각 국가 및 기관의 기후변화 정책 관련 안내 홈페이지와 정책보도자료, 학술지, 동향분석 등을 위주로 자료를 수집하였다. 관련 통계 자료는 기상청, 국립수산과학원, 각 국가별 통계사이트, OECD 통계시스템 등을 활용하여 통계정보를 수집 및 활용하였다. 수집된 정책 자료들은 정성적인 분석을 중심으로 각 국가별 시사점과 특성을 도출하고 우리나라의 정책방향을 도출하였다. 전문가 자문은 정부, 연구소, 학계 등 기후변화와 관련된 업무나 연구를 직접 수행하고 있는 기관의 전문가를 대상으로 수행하였다.

02

국가별 기후변화 정책 현황

제1절 주요 수산국 양식어업 기후변화 정책 동향

1. EU

EU의 양식어업 생산량은 EU에서 소비되는 수산물의 약 10%를 차지하고 있으며, 세계에서 소비되는 수산물의 약 2% 미만을 공급하고 있다.¹⁾ EU의 양식어업 생산량의 약 70%는 스페인, 프랑스, 이탈리아, 그리스 4개의 회원국에서 생산 중이며, 양식품종의 약 50% 이상은 패류 및 갑각류(shellfish)가 차지하고 있다.²⁾ 구체적으로 EU의 주요 양식품종은 홍합(mussels), 송어(trout), 돔(seabream), 굴(oysters), 농어(seabass), 잉어(carp)와 조개(clams)로 해당 품종의 생산량이 대부분을 차지하고 있다.³⁾

현재 EU의 양식어업 정책은 2021년 수립한 양식어업을 위한 전략적 가

1) European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, p. 2.

2) European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, p. 2.

3) European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, p. 2.

이드라인(EU Strategic guidelines for a more sustainable and competitive EU aquaculture for the period 2021 to 2030)을 기준으로 추진되고 있다. 해당 가이드라인은 2013년 수립한 양식어업 가이드라인의 후속 계획으로 EU의 새로운 성장 의제인 유럽 그린딜(European Green Deal)과 코로나바이러스감염증-19(COVID-19, Corona Virus Disease 19)의 영향 등 대내외 여건 변화에 따라 2021년부터 2030년까지의 지속 가능한 EU의 양식어업을 위해 수립되었다.⁴⁾

EU의 양식어업 가이드라인은 EU의 양식어업을 지속 가능하고 경쟁력을 확보하기 위한 양식어장, 기후변화, 동물복지, 정보 공유, 연구 및 개발, 생산 다각화 등의 내용을 포함하고 있다.⁵⁾ 특히 기후변화와 관련된 다양한 내용을 포함하고 있는데, 기후변화와 관련하여 환경과 기후에 대한 양식어업의 영향을 축소, 환경과 기후에 가장 유익한 양식 방법에 대한 홍보, 양식어업의 기후변화 적응, 기후변화 영향 완화에 기여할 수 있도록 양식어업에 대한 가이드라인을 제시하고 있다.⁶⁾

4) European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, pp. 3-5.

5) European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, p. 6.

6) European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, p. 6.

〈표 2-1〉 EU의 새로운 양식 가이드라인에서 포함하고 있는 이슈

주요 이슈
<ul style="list-style-type: none"> • EU 양식어업의 지속 성장을 위한 해역 등 공간에 대한 접근성 향상 • 새로운 양식장 허가 및 승인에 대한 불필요한 관리 부담 경감 • 환경과 기후에 대한 양식어업 영향 축소 및 환경과 기후에 가장 유익한 양식 방법을 홍보 • 동물 건강 및 복지에 관한 개선 조치 • 양식어업이 기후 변화에 적응하고 기후 변화 영향 완화에 기여하도록 보장 • EU 양식어업에 대해 소비자 및 시민에게 더 나은 정보 제공 • 연구 및 혁신 촉진, 관련 기술 개발 • 조류 또는 해양 무척추동물(연체동물, 성게, 해삼과 같은 기타 무척추동물 포함)과 같은 EU의 새로운 유망 양식품종의 제품 공급을 늘리기 위해 생산 다각화 촉진

자료: European Commission(2021) A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION, p. 6.

가이드라인에 포함된 기후변화와 관련된 내용을 자세히 살펴보면, 양식 유형에 있어서는 탄소 포집 및 격리를 통해 기후변화를 완화할 수 있는 해조류 등의 양식과 함께 연못, 하천, 습지 등의 생태계를 보존할 수 있는 기후변화에 적응할 수 있는 양식을 장려하고 있다.⁷⁾ 또한 EU의 양식어업은 2050년 탄소와 기후중립 목표 달성을 위한 정책인 유럽 그린딜에서 설정한 친환경 산업을 위한 녹색 전환(Green Transition)에 참여해야 할 의무가 존재한다.⁸⁾ 이는 양식어업에 있어 청정에너지, 재생에너지, 저탄소 에너지를 활용하는 기자재와 에너지 효율을 높이는 기자재로의 전환을 의미하며, 유럽 해양수산양식기금(EMFAF, European Maritime, Fisheries and Aquaculture Fund)을 통해 양식어업의 현대화와 혁신을 위해 지원받을 수 있다.⁹⁾

7) European Commission(2021) Strategic guidelines for a more sustainable and competitive EU aquaculture for the period 2021 to 2030 , p. 7.

8) European Commission(2021) Strategic guidelines for a more sustainable and competitive EU aquaculture for the period 2021 to 2030 , p. 9.

9) European Commission(2023) On the Energy Transition of the EU Fisheries and Aquaculture sector, p. 9.

2. 미국

미국의 양식어업 생산금액은 미국 수산물 생산의 약 20% 이상의 비율을 차지하고 있다.¹⁰⁾ 미국의 양식어업은 주로 굴(oysters), 조개(clams), 홍합(mussels), 새우(shrimp), 연어(salmon), 기타 어류(other marine fish)를 생산하고 있다.¹¹⁾ 미국의 주요 양식 지역은 양식어장의 위치와 해역에 따라 메인(Maine)에서 노스캐롤라이나(North Carolina)까지의 북동부(Northeast) 및 중부 대서양(Mid-Atlantic), 워싱턴(Washington)을 포함한 북서부(Northwest), 하와이(Hawaii)를 포함한 태평양 제도(Pacific Islands), 루이지애나(Louisiana)를 포함한 Southeast(남동부) 및 멕시코만(Gulf of Mexico), 캘리포니아(California)와 샌디에이고(San Diego)를 포함한 남서부(Southwest), 알래스카(Alaska) 등으로 구분된다.¹²⁾ 미국 북동부 및 중부 대서양에서는 주로 연어, 굴, 조개, 홍합 등을 양식하고. 북서부에서는 굴과 조개, 태평양 제도에서는 어류, 남동부 및 멕시코만에서는 굴, 관상어, 연어를 양식하며, 남서부에서는 전복, 홍합, 철갑상어, 알래스카에서는 조개, 해조류(seaweed), 연어를 주로 양식하고 있다.¹³⁾

현재 미국의 양식어업 관련 정책은 2024년 수립된 국가양식개발계획(NADP, National Aquaculture Development Plan)과 미국 해양대기청(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)이 수립한 양식전략계획(NOAA Aquaculture Strategic Plan)에 의해 추진되고 있다. 우선 NADP는 2024년 미국의 국가과학기술위원회(NSTC, National Science and Technology Council)가 1983년 이후 약 40년 만에 양식어업의 발전을 위해 발표한 국가계획으로 양식어업과 관련된 다양한

10) 미국 NOAA FISHERIES(2021) Marine Aquaculture in the U.S., p. 1.

11) 미국 NOAA FISHERIES(2021) Marine Aquaculture in the U.S., p. 1.

12) 미국 NOAA FISHERIES(2021) Marine Aquaculture in the U.S., p. 2.

13) 미국 NOAA FISHERIES(2021) Marine Aquaculture in the U.S., p. 2.

국가 전략이 포함되어 있다.¹⁴⁾

NADP의 목표는 (1) 양식어업 투자 장려, (2) 양식 인프라 개발 및 인력 양성 지원, (3) 양식 생산으로의 시장 기회 확대, (4) 양식 커뮤니케이션 및 리터러시 지원으로 설정되었으며, 여기서 기후변화와 관련된 정책은 모든 목표와 직간접적으로 연관되어 있다.¹⁵⁾ 특히 NADP의 기후변화와 관련된 정책은 2023년 3월 21일 백악관이 발표한 해양기후행동계획(OCAP, Ocean Climate Action Plan)의 영향을 일부 받아 수립되었다.

OCAP에는 기후변화의 영향에 대한 미국과 세계 수산물의 복원력을 높이기 위해 지속 가능한 미국 양식 생산을 확대하고 양식어업의 탈탄소화를 위한 과학적 근거에 기반한 기후에 적합한 양식 지원 및 적지 확인, 신규 양식어장과 기존 양식어장에 대한 지원 및 투자 확대, 기후변화 관련 연구 확대 등의 정책이 포함되어 있다.¹⁶⁾ OCAP의 정책은 NADP에 반영되어 신규 양식어업 허가에 대한 간소화, 양식어업 관련 데이터 개선, 새로운 기술 도입 및 품종 개발, 양식에 대한 투자 및 접근 기회 확대 등의 정책으로 발전되었다.¹⁷⁾

14) 미국 NSTC(2024) National Aquaculture Development Plan Draft(2024), p. 3.

15) 미국 NSTC(2024) National Aquaculture Development Plan Draft(2024), p. 13.

16) 미국 NSTC(2024) National Aquaculture Development Plan Draft(2024), p. 5.

17) WEAREAQUACULTURE, A closer look at the US's draft national strategy on aquaculture, <https://weareaquaculture.com/news/aquaculture/a-closer-look-at-the-uss-draft-national-strategy-on-aquaculture>(검색일: 2024.10.23.).

〈표 2-2〉 미국 NADP의 목표와 전략

목표	전략
(1) 양식어업 투자 장려	<ul style="list-style-type: none"> • 복잡하고 불확실한 허가 과정 극복 • 자본에 대한 접근성 향상(자연자본 인정) • 위험 관리 및 양식어업 데이터 개선
(2) 양식 인프라 개발 및 인력 양성 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 숙련되고 다양한 양식어업 인력 • 새로운 기술 도입 • 물리적 인프라 투자 • 테스트 베드, R&D 컨소시엄, 시범사업 추진
(3) 양식 생산으로의 시장 기회 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 양식 품종 개발 • 새로운 양식 가공상품 개발 지원 • 미국 양식어업 시장 기회 확대 • 미국산 수산물의 글로벌 경쟁력 증진 • 연방 영양지원 프로그램을 위한 수산물 구매 확대
(4) 양식 커뮤니케이션 및 리터러시 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 커뮤니케이션 개선 및 양식 리터러시 향상 • 양식어업 커뮤니티 참여 증가

자료: 미국 NSTC(2024) National Aquaculture Development Plan Draft(2024); WEAREAQUACULTURE, A closer look at the US's draft national strategy on aquaculture, <https://weareaquaculture.com/news/aquaculture/a-closer-look-at-the-uss-draft-national-strategy-on-aquaculture>(검색일: 2024.10.23.).

미국의 양식어업과 관련된 정책 계획으로는 NOAA의 양식전략계획(2023-2028)이 있다. 2022년 수립된 NOAA 양식전략계획은 2023년부터 2028년까지 5개년 동안 미국 양식어업의 경쟁력을 확보하고 탄력적이며 포용적인 양식어업 생태계를 구축하기 위한 NOAA의 양식 관련 프로그램을 소개하고 이러한 프로그램의 목표를 효과적으로 달성하기 위해 수립되었다.¹⁸⁾ 계획의 비전은 일자리 지원, 미국 수산물에 대한 접근성 확대, 변화하는 환경에서의 건강한 해안·해양·오대호의 생태계 강화, 탄력적이고 포용적인 미국의 양식어업이며, 이를 위한 미션은 지속 가능한 미국 양식어업의 기회와 성장을 위한 여건을 조성하는 과학과 서비스, 정책 제공으로 설

18) 미국 NOAA(2022), NOAA Aquaculture Strategic Plan (2023-2028), p. 3.

정되었다.¹⁹⁾

NOAA 양식전략계획(2023-2028)은 (1) 지속 가능하고 효율적인 관리, (2) 지속 가능성을 위한 선도적인 과학, (3) 교육 및 정보 교환, (4) 경제적 생존 가능성 및 성장 지원의 4가지 목표를 설정하고 목표 달성을 위한 세부 목적을 제시하고 있다.²⁰⁾ 여기서 양식어업의 기후변화와 관련된 NOAA의 정책은 양식 기회 지역(AOA, Aquaculture Opportunity Areas) 탐색과 기후변화에 대한 위협 식별, 회복·완화 및 적응 기회 활용이 대표적이라 볼 수 있다.²¹⁾

〈표 2-3〉 미국 NOAA 양식전략계획(2023-2028)의 목표와 목적

목표	목적
(1) 지속 가능하고 효율적인 관리 파트너와의 협업을 통해 지속 가능한 연안 및 해양 양식을 위한 규제 프로세스 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 지속 가능한 양식에 대한 연방 규제와 관련된 문제 해결 및 연구 개발 프로그램을 확장 조언 • 연구, 시험사업 등 소규모 또는 시간 제한적 양식 활동 승인을 위한 기회 탐색 • 지속 가능한 양식을 촉진하기 위한 기존 행정 명령, 정책, 계획 및 법령에 따른 지침 수행 • 과학적 분석과 대중의 참여를 통해 상업적 양식 개발 계획 지원을 위한 양식 기회 지역 식별 • 양식 허가 검토 및 환경 컨설팅을 위해 최고의 과학, 정보 및 도구 제공·활용

19) 미국 NOAA(2022), NOAA Aquaculture Strategic Plan (2023-2028), p. 4.

20) 미국 NOAA(2022), NOAA Aquaculture Strategic Plan (2023-2028), pp. 7-15.

21) 미국 NOAA(2022), NOAA Aquaculture Strategic Plan (2023-2028), pp. 7-15.

목표	목적
(2) 지속 가능성을 위한 선도적인 과학 세계 최고 수준의 과학 전문 지식 활용 수산물 생산 부문에 대한 경영진 및 업계의 요구 충족 및 정보 공유	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 및 경영진의 의사 결정을 뒷받침하는 과학 기반 연구 결과 제공 • 양식어업 혁신과 발전 지원을 위한 조직적이고 응용된 과학 연구 수행 • 양식어업 관리와 개발 지원을 위한 데이터 수집 강화 및 다각화 • 기후변화에 선제적으로 대응하여 위협을 식별하고 과학 기반 회복력, 완화 및 적응 기회 활용
(3) 교육 및 정보 교환 다양한 이해관계자 및 파트너와 양방향 커뮤니케이션을 통해 연안, 해양 및 오프쇼어 양식에 대한 인식과 지원 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 양식 주제에 대한 정보와 피드백을 수집하고 이해관계자의 요구 파악 및 경청을 통한 의사 결정 통합 • 일반 대중, 외부 이해관계자와의 소통 강화를 통해 양식어업에 대한 인식 및 이해를 개선 • 양식 리더러시에 대한 혁신적인 접근 방식을 발전하고 관련 교육 자료 제공 • 새로운 아웃리치 전략 도입 및 실습 교육 경험 제공을 통한 다양한 잠재 고객과의 소통 및 양식어업 소개
(4) 경제적 생존 가능성 및 성장 지원 탄력적인 수산물 생산 부문의 핵심으로 성장하는 강력한 양식어업 촉진	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 사회의 요구, 관심사 및 역량 기반 인력 개발 지원 ex) 교육 프로그램 확대, 이해관계자 기반 인턴십 등 • 대출 및 보험, 연구 개발 보조금에 대한 접근성 향상 • 양식어업 채용, 고용 유지를 위한 양식 업계 노력 촉진 • 신규 양식 기업의 성장, 양식 생산을 위한 신기술, 신제품 및 고객 개발을 위한 혁신적인 접근 방식 탐색 ex) 혁신 인큐베이터, 액셀러레이터 프로그램 등

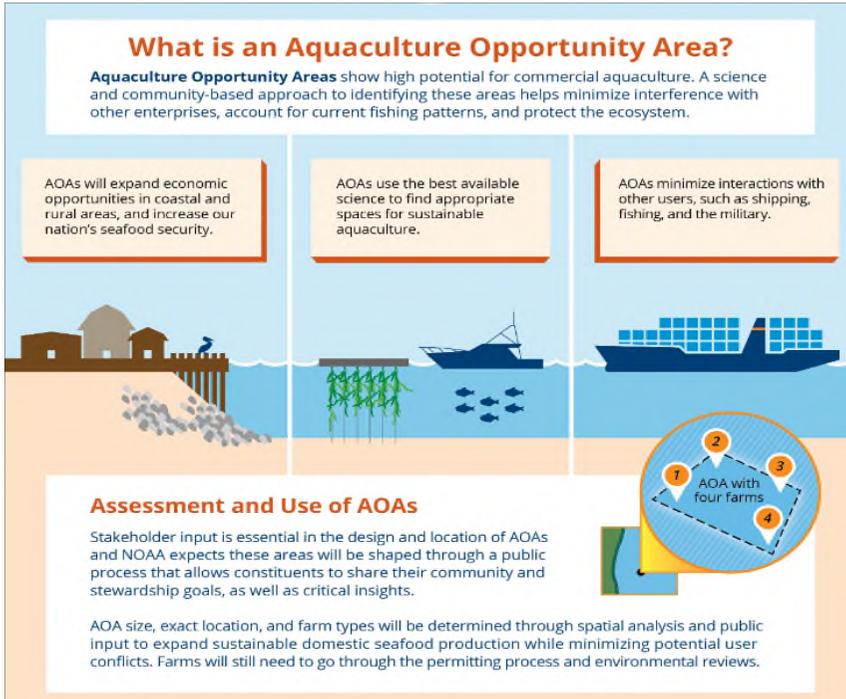
자료: 미국 NOAA(2022), NOAA Aquaculture Strategic Plan (2023-2028), pp. 7-15.

AOA에 대해 자세히 살펴보면, AOA는 상업적 양식을 위한 높은 잠재력을 지닌 지역을 의미하며, 기후 탄력적인 양식 수산물 생산과 지역 커뮤니티의 갈등을 최소화하는 미국 양식어업의 확장에 있어 필수적인 과정 중의 하나이다.²²⁾ 특히 AOA는 NOAA에 의해 잠재 지역에 대한 공간 분석, 최상의 데이터를 활용한 과학적 검토, 환경·경제·사회 등 이해관계자 의견 수렴 과정을 거쳐 식별되며, 자연 자원에 대한 영향을 최소화하고 사용자 간

22) 미국 NOAA FISHERIES, Aquaculture Opportunity Areas, <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/aquaculture/aquaculture-opportunity-areas>(검색일: 2024.10.23.)

의 갈등을 줄이는 동시에 국민의 의견을 극대화하는 방식으로 양식어장을 배치한다.²³⁾

〈그림 2-1〉 미국 NOAA의 AOA 개요



자료: 미국 NOAA FISHERIES, Aquaculture Opportunity Areas, <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/aquaculture/aquaculture-opportunity-areas>(검색일: 2024.10.23.)

3. 캐나다

2022년 기준 캐나다의 양식어업 생산량은 약 166,265톤으로 캐나다 수산물 생산의 약 19%의 비율을 차지하고 있다.²⁴⁾ 캐나다의 양식어업은 주

23) 미국 NOAA FISHERIES, Aquaculture Opportunity Areas, <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/aquaculture/aquaculture-opportunity-areas>(검색일: 2024.10.23.)

24) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada(2023) Canada's Fisheries Fast Fact 2023, p. 2.

로 어류(finfish)와 패류(shellfish)를 양식하며 어류는 연어(salmon), 송어(trout), 기타 어류(other)를 패류는 조개(clams), 굴(oysters), 홍합(mussels), 가리비(scallops), 기타 패류(other)를 생산하고 있다.²⁵⁾ 캐나다의 양식어업에서는 연어의 생산량이 약 65%로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 홍합 생산량이 약 14%, 굴의 생산량이 약 9%, 송어의 생산량이 약 4% 순으로 양식 생산량이 높게 나타났다.²⁶⁾

캐나다의 주요 양식 지역은 뉴펀들랜드 래드라도(NL, Newfoundland and Labrador), 프린스 에드워드 아일랜드(PEI, Prince Edward Island), 노바스코샤(NS, Nova Scotia), 뉴브런즈윅(NB, New Brunswick), 퀘벡(QC, Quebec), 온타리오(ON, Ontario), 매니토바(MB, Manitoba), 서스캐처원(SK, Saskatchewan), 앨버타(AB, Alberta), 브리티시 컬럼비아(BC, British Columbia)이다.²⁷⁾ NL은 홍합을 주로 양식하며, PEI는 홍합과 굴을, NS는 연어를, NB는 연어와 굴을, QC, ON, MB, SK, AB는 송어를, BC는 연어와 굴, 조개를 주로 양식한다.²⁸⁾

현재 캐나다의 양식어업 관련 정책은 캐나다 수산해양부(DFO, Fisheries and Oceans Canada)에서 담당하고 있으며, DFO는 2023년부터 2027년까지의 DFO 지속가능 발전 전략(DSDS, Departmental Sustainable Development Strategy)을 수립하여 해당 기간 동안 DFO의 목표와 계획을 설정하고 있다.²⁹⁾ DSDS는 국제연합(UN, United Nations)의 지속가

25) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Aquaculture production quantities and value, 2022, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/aqua/aqua22-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

26) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Aquaculture production quantities and value, 2022, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/aqua/aqua22-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

27) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Aquaculture production quantities and value, 2022, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/aqua/aqua22-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

28) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Aquaculture production quantities and value, 2022, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/aqua/aqua22-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

29) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, 2023 to 2027 Departmental Sustainable Development Strategy, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sds-sdd/2023-2027/index-eng.html>(검색일: 2

능한 발전 목표(SDGs, Sustainable Development Goals)와 캐나다 연방의 2022년부터 2026년까지의 지속가능 발전 전략(FSDS, Federal Sustainable Development Strategy)의 17개 목표를 달성하기 위한 전략을 포함하고 있으며, DSDS에서는 목표 4, 8, 10, 12, 13 등의 8개 목표와 직접적인 관계가 있다.³⁰⁾

DSDS의 목표 대부분은 양식어업의 기후변화와 관련되어 있으며, DSDS에서는 양식어업 관련 정책, 의사결정 지원 등 양식어업의 지속 가능성을 위한 과학 프로그램을 도입하고 관련 정보를 제공할 계획이다.³¹⁾ 또한 기후변화에 대해 지속적인 관찰을 통해 취약성 평가 등 그 영향과 위험에 대해 평가하고 위험을 줄이기 위한 계획을 개발하며, 온실가스 배출 저감을 위해 친환경 기술과 저탄소 에너지원으로의 전환을 장려한다.³²⁾

024.10.23.)

30) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, 2023 to 2027 Departmental Sustainable Development Strategy, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sds-sdd/2023-2027/index-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

31) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, 2023 to 2027 Departmental Sustainable Development Strategy, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sds-sdd/2023-2027/index-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

32) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, 2023 to 2027 Departmental Sustainable Development Strategy, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sds-sdd/2023-2027/index-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

〈표 2-4〉 캐나다 FSDS에 기여하는 DSDS의 8개 목표

목표
• 목표 4: 지속 가능한 개발을 위한 지식과 기술 증진
• 목표 8: 캐나다의 포용적이고 지속 가능한 경제 성장 장려
• 목표 10: 원주민과의 화해 촉진 및 불평등 완화
• 목표 12: 폐기물 감소 및 무공해 차량으로의 전환
• 목표 13: 기후변화와 그 영향에 대한 대응
• 목표 14: 캐나다의 해양 보존 및 보호
• 목표 15: 캐나다 서식종 보호 및 회복, 캐나다 생물 다양성 보존
• 목표 16: 공정하고 접근하기 쉬운 사법 시스템 홍보 및 환경법 집행, 영향 관리

자료: 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, 2023 to 2027 Departmental Sustainable Development Strategy, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sds-sdd/2023-2027/index-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

그리고 캐나다는 2017년부터 어선어업과 양식어업의 청정 기술 채택 프로그램(FACTAP, Fisheries and Aquaculture Clean Technology Adoption Program)을 추진하여 양식어업의 생산에 있어 청정 기술을 도입하고 적용할 수 있도록 지원하고 있다.³³⁾ FACTAP를 통해 2017년부터 2024년까지 200개 이상의 프로젝트에 약 3,500만 달러 이상을 지원하였으며,³⁴⁾ 양식어업에 있어서는 대표적으로 에너지 효율을 위한 태양광 패널 설치 지원, 물 사용량 저감을 위한 굴 맞춤형 세척기 및 고압 진동 노즐 지원, 에너지 절감을 위한 고성능 히트펌프와 온도 교환 시스템 설치 지원 등의 프로젝트가 수행되었다.³⁵⁾

33) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Fisheries and Aquaculture Clean Technology Adoption Program (FACTAP), <https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/business-entreprises/factap-patppa-eng.htm>(검색일: 2024.10.23.)

34) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Fisheries and Aquaculture Clean Technology Adoption Program (FACTAP), <https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/business-entreprises/factap-patppa-eng.htm>(검색일: 2024.10.23.)

35) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Fisheries and Aquaculture Clean Technology Adoption Program Projects, <https://www.canada.ca/en/fisheries-oceans/news/2024/02/fisheries-and-aquaculture-clean-technology-adoption-program-projects.html>(검색일: 2024.10.23.)

또한 캐나다는 국가의 2030년 배출량 감축 계획(Canada's 2030 Emissions Reduction Plan)을 수립하여 해당 계획에서 농업, 양식어업과 어선 어업 부분에서의 배출량 감축 계획을 제시하고 있다.³⁶⁾ 특히 양식어업의 경우 캐나다의 원주민 커뮤니티와 양식어업 분야가 협력하여 해조류 재배의 탄소 저장 잠재력을 연구하는 행동 계획이 양식어업과 관련된 기후변화 대응 정책으로 포함되어 있다.³⁷⁾

4. 일본

일본 정부는 탄소중립 달성을 위해 녹색전환 분야를 총괄하는 정책으로 GX 추진전략을 발표하였다. 여기서 농림수산업은 21년 5월 발표한 녹색식량시스템 전략을 기반으로 기후변화에 대응하고 있다. 녹색식량시스템 전략은 농림수산업의 생산성 향상과 지속가능성 확보라는 두 목표를 혁신을 통해 실현하는 전략이다. 녹색식량시스템 전략을 간단하게 소개하면, 현재 농림수산업, 식품산업은 대규모 자연재해와 지구 온난화 등 기후변화, 노동력 감소로 인한 생산 기반의 약화, 지역 사회 소멸문제 등 다양한 대내외 환경변화로 인한 정책 과제를 직면하게 되었다. 이러한 상황에서 건강한 식습관, 지속가능한 생산과 소비, ESG 경영의 확대 외에도 세계 각국에서 환경과 건강에 관련된 전략 수립을 위한 움직임들이 나타나고 있다. 이러한 SDGs와 환경을 강조하는 부분은 앞으로 가속화될 것으로 예상됨에 따라, 식품, 농업, 임업, 수산업이 이러한 문제에 적절히 대응하고 지속 가능한 식량공급 시스템을 구축하는 것이 시급한 상황이다. 이로 인해, 농림수산성은 혁신을 통해 식품 및 농림수산업의 생산성 향상과 지속 가능성

36) 캐나다 Environment and Climate Change Canada(2022) 2030 EMISSIONS REDUCTION PLAN, p. 107.

37) 캐나다 Environment and Climate Change Canada(2022) 2030 EMISSIONS REDUCTION PLAN, p. 107.

을 모두 달성하기 위해 "녹색 식량 시스템 전략"을 수립하였다³⁸⁾.

녹색 식량 시스템 전략은 서플라이체인, 탈탄소·생물다양성 보전, 공급망 등의 주요 추진전략을 수립하였고 각 주요추진전략별로 세부추진전략을 수립하였다. 서플라이체인에서는 조달, 생산, 가공·유통, 소비 등 전 과정에 대한 전략을 수립하였으며 조달부문은 자재·에너지 조달 시 탈수입·탈탄소화·환경부하 저감을 추진하고, 세부사업으로는 지속가능한 자재와 에너지의 조달, 지역과 미이용 자원 이용방안 확대, 자원의 재사용·재활용을 위한 체계 구축 및 기술 개발이 있다. 생산부문에서는 혁신을 통한 지속가능한 생산 체제 구축을 위해 생산성 향상과 지속가능성 확보를 모두 달성할 수 있는 생산체제로의 전환, 기계장비의 전기·수소화 등 자재의 그린화, 친환경 슈퍼푸드 개발 및 보급, 농지·산림·해양의 탄소 대량·장기 저장, 노동안전성 및 생산성 향상과 생산자 저변 확대, 수산자원의 적절한 관리 등이 있다. 가공·유통부문에서는 무리·낭비 없는 지속가능한 가공·유통 시스템 확립을 목표로 지속가능한 수입 식량·수입원재료로의 전환이나 환경활동의 촉진, 데이터·AI의 활용 등에 의한 가공·유통의 합리화 및 적정화, 장기 보존·장기 운송에 대응한 포장 자재의 개발, 수급예측 시스템 매칭을 통한 식품 손실 저감 등이 있다. 소비부문에서는 환경친화적이고 지속가능한 소비 확대 및 먹거리 교육 추진을 목표로 식품 손실의 저감 등 지속가능한 소비 확대, 소비자와 생산자의 교류를 통한 상호 이해 증진, 영양균형을 고려한 일본형 식생활의 종합적 추진, 국산 식품의 품질향상을 통한 수출확대 등이 있다³⁹⁾.

탈탄소·생물다양성 보전은 농산어촌, 임업·목재로 구분하여 추진하며 농산어촌에는 식량시스템을 뒷받침할 수 있는 지속가능한 농산어촌창조를 목적으로 농업 기반 정비 추진, 농산어촌 혁신 추진, 도시농업 추진, 다양한

38) 일본 농림수산성 홈페이지(<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/>)

39) 농림수산성, 녹색 식량 시스템 전략(본체)

농지 이용 추진, 갯벌·수산업·어촌 등의 다면적 기능 발휘 등을 추진한다. 임업·목재부문에서는 탄소중립을 향한 산림·목재 활용으로 탄소 흡수와 고정을 최대화하기 위해 산림 탄소 흡수 향상, 목재 이용확대를 통한 탄소 저장 및 탄소 배출감소 효과 극대화를 추진한다. 공급망 부문에서는 전체를 아우르는 기반 기술의 확립과 연계를 목적으로 산학관의 연계, 기술 개발 기반 정비, 인재 육성, 미래기술 투자 확대, 연구체제 구축, 지적재산 전략적 활용, 품종 개발력 강화, 스마트 푸드체인 구축 등 R&D 중심의 사업을 추진한다.

수산분야에 해당하는 중요 평가지표와 목표로는 농림수산업의 탄소배출제로 전략 외에 첫째, 어선의 전기 및 수소화 등 기술확립 전략에서 2030년까지 소형 연안 어선으로 시험 조업 실시가 있다. 둘째, 2050년까지 농산어촌에 재생에너지 도입을 한다. 셋째, 2030년까지 어획량을 2010년과 비슷한 수준인 444만 톤 수준으로 회복시킨다. 넷째, 2050년까지 장어와 참다랑어 양식에서 인공종자 비율을 100% 실현한다. 다섯째, 2050년까지 잉어 사료 전량 배합 사료 급여 전환이 있다.

주요 세부추진사업에는 탄소 저장 및 온실가스 저감을 위한 해조류(블루카본) 개발, 지속가능한 수산물 소비확대를 위한 에코 라벨 보급 추진, 어항을 최대로 활용하여 효율적인 양식어업 촉진 등을 추진한다.

5. 호주

2022년 기준 호주의 양식어업 생산량은 약 128,835톤으로 호주 수산물 생산의 약 42%의 비율을 차지하고 있다.⁴⁰⁾ 호주의 양식어업은 주로 어류(finfish)와 패류(shellfish)를 양식하며 어류는 연어(salmon), 참치(tuna),

40) 캐나다 Fisheries and Oceans Canada(2023) Canada's Fisheries Fast Fact 2023, p. 2.

큰입선농어(barramundi), 기타 어류(other)를 갑각류는 새우(prawns) 패류는 굴(oysters), 홍합(blue mussels), 전복(abalone) 기타 패류(other)를 생산하고 있다.⁴¹⁾ 호주의 양식어업에서는 연어의 생산량이 약 63%로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 굴의 생산량이 약 9%, 새우의 생산량이 약 7% 순으로 양식 생산량이 높게 나타났다.⁴²⁾

호주정부에서는 어업과 양식업을 위한 기후 회복력 프로젝트를 수행하고 있으며 수산연구개발공사(FRDC)에서 주관하고 있다. 기후 회복력 프로젝트는 어업 및 양식업에 대한 기후 영향을 완화하고, 회복력을 높이기 위해 적응력을 개선하는 것을 목표로 한다⁴³⁾. 호주의 해양은 산소 생산, 영양소 재활용 및 기후 조절을 포함한 다양한 서비스를 제공하며 어업, 양식업, 관광, 에너지 및 운송을 통해 경제적 가치를 창출한다. 그러나 호주의 어업 및 양식업에서 기후변화로 인해 변화가 점차 발생하고 있어 이를 확인하고, 관련된 위험과 기회를 인식하며, 적응 및 완화를 통해 회복력을 개선하기 위한 효과적인 전략을 실행하여 대응하는 것이 중요해졌다. 기후 회복력 프로젝트의 일환으로 주요 이니셔티브에는 2050년까지 탄소 중립을 달성하겠다는 호주의 약속을 충족하기 위해 연료, 전기, 양식업 사료에서 발생하는 배출량을 줄이는 정책이 포함된다.

호주의 양식분야 기후변화 관련 정책으로는 에너지효율성 제고 및 재생 에너지 보급사업이 있다. 연료 및 에너지 비용이 상승하는 상황에서 어업의 저탄소화는 산업과 지역사회에 압력으로 작용하고 있어 이를 해결하기 위한 방안으로 대체 연료와 에너지 효율적 기술개발 등이 필요한 실정이다.

41) 호주 AustFishAquacStats_2022_Table, 2022, <https://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/fisheries/fisheries-data#australian-fisheries-and-aquaculture-statistics-2022>(검색일: 2025.2.4.)

42) 호주 AustFishAquacStats_2022_Table, 2022, <https://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/fisheries/fisheries-data#australian-fisheries-and-aquaculture-statistics-2022>(검색일: 2025.2.4.)

43) 호주 수산연구개발공사 홈페이지(<https://oceandecade.org/>)(검색일: 2025.2.4.)

이를 위해 풍력, 태양열, 파력, 조력 등의 친환경 발전에 대한 연구개발이 활발히 이루어지고 있고 이동수단의 연료로는 배터리, 메탄올, 암모니아, 수소, 바이오 디젤 등의 분야가 발전하고 있다. 이들 재생에너지 및 에너지 효율성에 대한 연구개발 투자를 통해 탄소중립달성을 도모한다.

양식업을 위한 대체 에너지 솔루션으로 호주 수산물산업과 블루이코노미 협동연구센터(CRC) 협업사업이 있다⁴⁴). 이 사업은 수산 양식산업의 기후 회복력을 구축하는 과정에서 온실가스 배출 감축을 위한 종합적인 의사결정 플랫폼을 제공하는 것을 목표로 한다. 실현 가능한 옵션과 함께 예측되는 새로운 해결방안도 제시하는 윈스톱 접근방식을 제공한다. 주요 활동으로는 양식산업 배출 운영 프레임워크 개발, 기술 준비성 평가 수행(도전과제와 장점, 실행가능성 및 확장성, 개별 프로젝트 파트너와 협업), 조기 추진을 위한 파일럿 과제 수행, 탈탄소화 전자 의사결정 지도 개발, 거버넌스·정책 입안자 및 잠재적 투자자에게 정보제공 수단 마련과 예산 지원 보고서 작성, 지원하는 아웃리치 및 커뮤니케이션 자료 개발 및 제공 등 6개의 활동을 수행한다.

호주의 어업 및 양식업을 위해 기후변화를 완화하고 적응하기 위한 경로의 공동 개발도 진행 중에 있다⁴⁵). 어업과 양식산업의 이해관계자들과 기후 과학 및 과학자들 간의 상호작용을 지속적이고 전략적으로 증진할 필요에 의해 추진된 사업으로 기후 변화가 수산업에 미칠 영향을 이해하고 위험 노출을 줄일 수 있는 방안들을 함께 탐색할 수 있는 기초를 마련하기 위함이다. 사업의 목표는 총 5가지로 첫째, 수산업계 지도자들과 협력하여 양방향 기후 대화를 구축하고, 이를 통해 호주 어업 및 수산양식 부문의 기후 변화 대응 역량과 회복력을 강화한다. 이 접근 방식은 선택된 수산업

44) 호주 수산연구개발공사 홈페이지(<https://www.frdc.com.au/project/2023-080>) (검색일: 2025.2.4.)

45) 호주 수산연구개발공사 홈페이지(<https://www.frdc.com.au/project/2023-011>) (검색일: 2025.2.4.)

및 양식 경영체와 함께 기후 변화 적응을 위한 민첩성 향상과 대응방안 구축 경로를 공동 설계하는 데 기여하며, 다른 RDC에도 적용할 수 있는 모델을 구축하는 데 도움을 준다. 둘째, 기후 대화 플랫폼을 구축하여 지식 교환을 촉진하고 다음의 내용을 수집, 확산 및 공유한다. a. 어업 및 수산양식 부문이 최근 환경 변화에 어떻게 적응하고 대응하고 있는지, b. 이러한 변화를 가능하게 한 요인과 추가 적응을 가로막는 장벽은 무엇인지, c. 어업 및 수산양식 부문의 기후 회복력을 위한 노력과 성과를 스토리 맵 및 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 전달한다. 셋째, 어업 및 양식 부문의 기후 변화 적응 민첩성에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하고, 다양한 운영 유형별 적응 역량 강화를 위해 가장 중요한 요소를 규명한다. 이 과정 다양한 프로젝트 및 연구 그룹과 협력하여 진행한다. 넷째, 수산업 및 양식 경영체와 함께 적응 경로를 공동 개발하여, 기후 변화 대응의 민첩성을 높이고 산업의 회복력 및 경쟁력을 강화한다. 다섯째, 유사한 기회와 적응 경로를 가진 어업 및 양식 경영체를 연결하여 실천 공동체를 조성하고, 이를 통해 기후 변화 적응을 위한 민첩성 향상 및 역량 강화를 지속적으로 지원한다(목표 3에서 도출된 내용을 기반으로).

제2절 주요 수산국 정책 시사점

1. EU

EU의 양식어업은 기후변화 대응과 지속가능성 강화를 위해 탄소중립 목표에 부합하는 방향으로 전환되고 있다. 이는 단순히 환경 보호 차원을 넘어, 장기적으로 양식산업의 경쟁력을 유지하고 기후변화로 인한 리스크를

최소화하기 위한 전략적 접근으로 볼 수 있다. 특히, 탄소 포집 및 격리 기능을 갖춘 해조류 양식이 중요한 역할을 하며, 연못, 하천, 습지 등과 같은 자연 생태계를 보존하면서 기후변화에 적응할 수 있는 양식 방식이 적극적으로 장려되고 있다. 이는 기후변화 완화(Mitigation)와 적응(Adaptation)이라는 두 가지 목표를 동시에 고려하는 접근 방식으로, 지속 가능한 수산업의 미래를 위한 필수적인 방향성을 제시한다.

이와 더불어, EU는 2050년 탄소중립 목표를 설정한 유럽 그린딜(European Green Deal) 정책의 일환으로, 양식어업 부문에서도 친환경 산업으로의 전환을 요구하고 있다. 이를 위해 "녹색 전환(Green Transition)" 개념이 도입되었으며, 이는 양식어업이 보다 친환경적인 방식으로 운영될 수 있도록 하는 핵심적인 방향성을 제시한다. 특히, 생산 과정에서 탄소 배출을 줄이기 위해 청정에너지, 재생에너지, 저탄소 에너지를 활용한 기자재 도입이 필수적으로 요구되며, 에너지 효율성을 높이는 기술 및 설비의 전환이 강조되고 있다. 이는 단순한 에너지 공급원의 변화뿐만 아니라, 양식업 전체의 운영 방식과 생산 구조를 보다 지속가능한 형태로 개선하는 것을 의미한다.

이러한 변화를 효과적으로 추진하기 위해 EU는 정책적 지원과 재정적 유인을 병행하고 있다. 특히, 유럽 해양수산양식기금(EMFAF, European Maritime, Fisheries and Aquaculture Fund)을 통해 양식어업의 현대화와 혁신을 위한 재정적 지원이 제공되고 있으며, 이를 통해 양식업자들이 친환경 기자재와 기술을 보다 쉽게 도입할 수 있도록 하고 있다. 또한, 지속가능성과 경제적 경쟁력을 동시에 확보할 수 있도록 다양한 정책적 수단이 마련되고 있으며, 이를 통해 양식업의 친환경적 전환이 보다 원활하게 이루어질 수 있도록 지원하고 있다.

결과적으로, EU의 양식어업은 기후변화 대응을 핵심 과제로 삼고 있으

며, 탄소중립 목표에 부합하는 방식으로 전환하는 것이 필수적인 과제로 부각되고 있다. 친환경적이고 지속가능한 방식으로의 전환이 요구되며, 이를 위해 정책적, 재정적 지원이 함께 이루어지고 있다. 이러한 변화는 단순히 환경 보호를 넘어, 장기적으로 유럽 양식업의 경쟁력을 유지하고 기후 변화로 인한 리스크를 줄이는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

2. 미국

미국의 양식산업 기후변화 대응 정책은 지속 가능한 양식어업의 발전과 기후변화 대응을 동시에 고려하는 방향으로 추진되고 있으며, 이를 통해 여러 가지 중요한 시사점을 제공한다.

우선, 미국은 양식어업의 기후변화 대응을 위한 정책을 국가 차원에서 체계적으로 수립하고 있다. 2024년 발표된 국가양식개발계획(NADP)은 약 40년 만에 수립된 국가 차원의 양식어업 전략으로, 양식어업의 투자 확대, 인프라 개발 및 인력 양성, 시장 기회 확대, 커뮤니케이션 및 리더러십 지원을 주요 목표로 설정하고 있다. 이러한 목표는 기후변화 대응과 직간접적으로 연계되며, 특히 NADP는 2023년 백악관이 발표한 해양기후행동계획(OCAP)의 영향을 반영하여, 지속 가능한 양식 생산 확대, 양식어업의 탈탄소화 지원, 양식업 관련 연구 및 투자 확대 등의 정책을 포함하고 있다. 이는 미국 정부가 기후변화 대응을 양식업의 핵심 정책으로 고려하고 있으며, 이를 통해 양식업의 지속 가능성을 높이려는 노력을 기울이고 있음을 시사한다.

또한, 미국은 양식업의 지속 가능성을 위해 과학적 접근을 기반으로 정책을 설계하고 있다. NOAA가 수립한 양식전략계획(2023-2028)은 지속 가능하고 효율적인 관리, 과학적 연구 선도, 교육 및 정보 교환, 경제적 성

장 지원을 주요 목표로 설정하고 있으며, 이를 통해 변화하는 환경 속에서 양식어업의 적응력을 강화하고자 한다. 특히, 기후변화 대응과 관련하여 NOAA는 양식 기회 지역(AOA)을 설정하여 최적의 양식어업 입지를 과학적 분석과 공간 평가를 기반으로 선정하고 있다. 이는 자연 자원에 미치는 영향을 최소화하면서도 경제적 성장과 환경 보호를 동시에 달성하려는 정책적 접근 방식을 보여준다.

미국의 기후변화 대응 정책에서 주목할 만한 또 다른 특징은 양식업 허가 절차 간소화 및 데이터 개선을 통한 정책 효율성 제고이다. NADP는 신규 양식어업 허가 절차를 간소화하고 양식업 관련 데이터를 개선하는 정책을 포함하고 있으며, 이를 통해 기후변화 대응에 필요한 신속한 의사결정을 지원하고 있다. 특히, 새로운 기술 도입과 품종 개발을 촉진함으로써 양식업의 기후변화 적응력을 높이는 한편, 민간 부문의 참여를 유도하여 산업의 성장 가능성을 확대하고 있다. 이는 정부 주도의 정책 추진뿐만 아니라, 민간 부문의 역할을 강조함으로써 지속 가능한 양식업 발전을 위한 협력적 접근이 중요함을 시사한다.

이와 함께, 미국은 양식업의 경제적 지속 가능성을 확보하기 위해 기후변화 대응을 단순한 환경 보호 차원이 아니라 경제 성장의 기회로 활용하고 있다. NOAA 양식전략계획에서는 양식업을 통한 일자리 창출과 경제적 성장 기회를 강조하며, 지속 가능한 양식업이 미국 수산업의 경쟁력을 강화하는 핵심 요소로 작용할 수 있도록 정책을 수립하고 있다. 특히, NOAA의 AOA 정책은 지역 커뮤니티와의 갈등을 최소화하면서도 기후 탄력적인 양식업 운영을 지원하는 방식으로 설계되어 있으며, 이는 기후변화 대응과 지역 경제 활성화를 동시에 고려하는 정책 방향을 보여준다.

결론적으로, 미국의 양식산업 기후변화 대응 정책은 국가 차원의 체계적 전략 수립, 과학적 접근을 통한 양식업 운영 최적화, 허가 절차 간소화 및

데이터 개선, 기후변화를 경제적 기회로 활용하는 접근 방식을 포함하고 있다. 이러한 정책적 노력은 양식업이 지속 가능한 방식으로 성장할 수 있도록 지원하는 동시에, 기후변화에 대한 적응력을 강화하는 데 기여할 것으로 예상된다. 미국의 정책적 접근은 다른 국가들에게도 중요한 시사점을 제공하며, 기후변화 대응과 경제 성장의 조화를 이루기 위한 정책적 방향성을 설정하는 데 유용한 참고자료가 될 수 있을 것이다.

3. 캐나다

캐나다의 양식산업은 기후변화 대응과 지속 가능한 성장을 동시에 추구하고 있으며, 이를 위해 다양한 정책과 프로그램을 추진하고 있다. 캐나다 수산해양부가 주도하는 지속가능 발전 전략과 청정 기술 채택 프로그램, 2030년 배출량 감축 계획 등은 기후변화 대응을 위한 구체적인 정책 방향을 제시하고 있다. 이러한 정책적 접근은 여러 중요한 시사점을 제공한다.

먼저, 캐나다는 양식어업의 지속 가능성을 확보하기 위해 과학적 연구와 데이터 기반 정책을 적극적으로 활용하고 있다. 지속가능 발전 전략에서는 국제연합의 지속가능 개발 목표 및 캐나다 연방의 지속가능 발전 전략과 연계하여 기후변화 대응을 위한 과학 프로그램을 도입하고, 정책 의사결정 과정에서 이를 적극적으로 활용하고 있다. 특히, 기후변화의 영향과 위험을 사전에 평가하는 취약성 평가를 통해 양식업이 직면할 수 있는 환경 변화를 예측하고, 이에 대한 대응 방안을 마련하고 있다. 이러한 접근 방식은 기후변화로 인한 해양 환경 변화에 선제적으로 대응하는 데 기여할 것으로 예상된다.

또한, 캐나다는 온실가스 감축과 양식업의 환경 영향을 최소화하기 위해 청정 기술을 적극적으로 도입하고 있다. 2017년부터 추진된 청정 기술 채

택 프로그램을 통해 양식업의 에너지 효율을 높이고 환경 영향을 줄이는 다양한 기술이 지원되고 있으며, 2024년까지 200개 이상의 프로젝트에 3,500만 달러 이상이 투자되었다. 대표적인 사례로는 태양광 패널 설치, 고성능 히트펌프와 온도 교환 시스템 도입, 물 사용량 저감을 위한 기술 개발 등이 있으며, 이러한 기술적 접근은 단기적으로는 운영 비용 절감 효과를 제공하고, 장기적으로는 탄소중립 목표 달성에 기여할 것으로 보인다.

기후변화 대응을 위한 원주민 커뮤니티와의 협력 또한 중요한 정책적 방향으로 자리 잡고 있다. 2030년 배출량 감축 계획에서는 원주민 커뮤니티와 협력하여 해조류 양식의 탄소 저장 잠재력을 연구하는 프로젝트가 포함되어 있다. 해조류 양식은 대기 중 이산화탄소를 흡수하여 탄소 격리에 기여할 수 있는 자연 기반 해결책으로 평가받고 있으며, 원주민 커뮤니티는 전통적인 해양 자원 활용 방식과 생태계 보전 노하우를 보유하고 있어 이들과의 협력은 양식어업의 지속 가능성을 더욱 강화하는 데 중요한 역할을 할 것으로 보인다.

한편, 캐나다 정부는 지속가능한 양식업 발전을 위해 허가 및 규제 체계를 보다 친환경적으로 개선하고 있다. 지속가능 발전 전략에서는 환경법 집행 및 영향 관리 강화를 통해 양식업이 해양 생태계에 미치는 부정적 영향을 최소화하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 규제 강화는 단기적으로 양식업자들에게 추가적인 부담을 줄 수 있으나, 장기적으로는 지속 가능한 양식업 발전을 위한 필수적인 조치로 평가된다. 또한, 친환경 기술을 도입하는 기업들에게 금융 지원 및 인센티브를 제공함으로써 환경 보호와 경제 성장의 균형을 맞추려는 정책적 노력이 이어지고 있다.

이와 함께, 양식업의 경제적 지속 가능성을 확보하고 포용적 성장을 촉진하기 위한 정책적 노력이 강화되고 있다. 지속가능 발전 전략에서는 포용적이고 지속 가능한 경제 성장의 중요성을 강조하며, 불평등 완화 및 원

주민과의 화해를 위한 노력을 병행하고 있다. 캐나다 정부는 소규모 양식업자 및 원주민 공동체가 지속 가능한 방식으로 양식업에 참여할 수 있도록 지원하는 정책을 확대하고 있으며, 친환경 인증제 도입과 금융 지원을 통해 친환경 양식업이 경제적 기회를 창출할 수 있도록 유도하고 있다.

마지막으로, 캐나다의 기후변화 대응 정책은 국제사회에서 논의되는 기후변화 대응 전략과 긴밀하게 연계되어 있다. 캐나다는 파리협정 및 국제연합의 지속가능 개발 목표를 기반으로 양식업의 기후변화 대응 정책을 설계하고 있으며, 2030년 배출량 감축 계획에서는 농업, 양식업, 어업 부문의 온실가스 감축 전략을 구체적으로 제시하고 있다. 이러한 정책 방향은 유럽연합과 미국 등 주요 선진국의 기후변화 대응 정책과 유사한 흐름을 보이며, 이는 캐나다 양식산업이 국제 시장에서 지속가능한 해양 제품에 대한 수요 증가에 효과적으로 대응할 수 있도록 하는 데 기여할 것으로 예상된다.

결론적으로, 캐나다의 양식산업 기후변화 대응 정책은 지속 가능성과 경제 성장의 균형을 유지하면서도, 과학적 연구 기반 정책, 친환경 기술 도입, 원주민 커뮤니티와의 협력, 규제 개선 및 국제 기후변화 대응과의 정합성 유지 등 다양한 측면에서 종합적으로 접근하고 있다. 특히, 청정 기술을 적극적으로 도입하고 온실가스 감축을 위한 친환경 에너지 전환을 추진하는 등 구체적인 실천 방안을 마련하고 있으며, 원주민 커뮤니티와의 협력을 통해 탄소저감형 해조류 양식 등을 연구하는 점은 독창적인 정책적 접근이라 할 수 있다. 이러한 정책적 노력은 캐나다 양식업의 지속 가능성을 높이고, 기후변화에 따른 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있는 역량을 강화하는 데 기여할 것이다. 또한, 글로벌 기후변화 대응 흐름과 발맞추어 친환경 양식업을 하나의 경제 성장 동력으로 발전시키는 방향으로 나아갈 것으로 전망된다.

4. 일본

일본 정부는 농림수산업 분야의 탄소중립 달성을 위해 2021년 녹색식량 시스템 전략을 발표하며 농림수산업의 지속가능성과 생산성 향상을 동시에 달성하기 위한 정책을 추진하고 있다. 특히, 수산업 분야에서는 탄소배출 저감, 지속가능한 생산과 소비, 생물다양성 보전, 기술 혁신을 중심으로 기후변화 대응 전략을 구체화하고 있다.

일본 양식산업의 기후변화 정책 특성으로는 첫째, 양식업의 탈탄소화를 위한 기술 혁신이 필수적이다. 일본은 양식업의 지속 가능성을 확보하기 위해 어선의 전기 및 수소화, 탄소저감형 양식시설 개발, 블루카본(해조류를 통한 탄소 저장) 연구 등을 적극 추진하고 있다. 이는 기후변화 대응을 위해 양식업의 생산 과정에서 발생하는 탄소배출을 줄이고, 친환경 기술을 도입하는 것이 필수적임을 시사한다. 특히, 일본의 전기-수소 추진 어선 개발과 시험 조업 추진은 탄소중립 목표를 달성하기 위한 핵심 전략 중 하나로, 향후 국제적으로도 친환경 선박 기술 도입이 중요한 정책 과제가 될 것으로 예상된다.

둘째, 지속가능한 수산물 소비 확대와 ESG 경영이 강조된다. 일본 정부는 에코 라벨 보급을 통해 친환경 수산물 소비를 장려하고 있으며, 식품 손실 저감 및 지속가능한 소비문화 정착을 목표로 하고 있다. 이는 ESG(Environment, Social, Governance) 경영 확대가 글로벌 식품산업과 양식업에서 필수적인 요소가 되고 있음을 시사하며, 지속 가능한 생산과 소비 시스템 구축이 경쟁력 확보의 중요한 요소로 작용하고 있음을 보여준다.

셋째, 양식업의 생산성 향상과 환경개선을 위한 정책을 함께 진행 중에 있다. 일본은 2050년까지 참다랑어와 장어 양식에서 인공종자의 비율

100% 달성을 목표로 하고 있으며, 해조류(블루카본) 연구, 어항의 잉여 자원들을 활용한 효율적 양식어업 촉진 등을 추진하고 있다. 이는 자연 생태계에 대한 의존도를 낮추면서도 양식업의 생산성을 유지할 수 있는 전략을 시행하는 것으로 볼 수 있다. 따라서, 향후 지속가능한 양식업을 위해 인공 종자 기술 개발, 친환경 사료 보급, 해양 생태계를 보호하는 양식 기법 도입이 더욱 중요해질 것이다.

넷째, 재생에너지 활용과 스마트 기술 도입이 가속화될 것이다. 일본은 2050년까지 농산어촌에 재생에너지 도입을 목표로 설정하고 있으며, 양식업에서도 스마트 기술을 활용한 에너지 절감 및 효율성 제고가 강조되고 있다. 이는 태양광, 풍력, 바이오매스 등을 활용한 탄소중립형 양식업 모델이 더욱 확대될 가능성을 시사하며, 데이터·AI 기반의 스마트 양식 시스템 도입이 향후 국제적인 표준이 될 수 있음을 보여준다.

다섯째, 정부와 민간의 협력이 필수적이다. 일본의 녹색식량시스템 전략은 산·학·관 연계를 통한 기술 개발 및 연구 인프라 구축을 주요 추진 전략으로 포함하고 있다. 이는 기후변화 대응을 위한 기술 혁신과 정책 실현을 위해 정부, 연구기관, 민간 기업 간의 협력이 필수적임을 시사한다. 특히, 연구개발(R&D) 투자 확대 및 정책적 지원이 지속적으로 이루어질 경우, 혁신적인 친환경 양식 기술이 시장에 빠르게 확산될 수 있을 것이다.

일본의 양식산업 기후변화 대응 정책은 탈탄소화, 생태계 보전, 지속 가능한 소비문화 정착, 스마트 기술 도입, 정부-민간 협력 강화 등의 방향성을 가지고 있다. 이는 양식업이 기후변화 대응과 경제적 지속 가능성을 동시에 고려해야 한다는 점을 시사하며, 향후 글로벌 수산업 정책에서도 친환경 기술 개발 및 ESG 경영 도입이 더욱 중요해질 것으로 전망된다.

5. 호주

호주의 양식산업 기후변화 대응 정책은 지속가능성을 최우선으로 하여 탄소중립 실현, 에너지 효율성 증대, 이해관계자 협력 강화, 그리고 기술 혁신을 중심으로 전개되고 있다. 이러한 정책 방향은 전 세계적으로 기후변화 대응이 중요한 과제로 부상하는 가운데, 다른 국가의 수산 및 양식업 정책 수립에도 유용한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

첫째, 탄소중립을 목표로 한 저탄소 양식으로의 구조 전환을 시도하고 있다. 호주는 2050년까지 탄소중립을 실현하기 위해 연료, 전기, 사료 등 다양한 분야에서 발생하는 온실가스 배출량을 줄이기 위한 정책을 적극 추진하고 있다. 재생에너지 활용, 친환경 사료 개발, 대체 연료 도입 등의 노력이 진행되고 있으며, 이러한 정책적 접근은 향후 기후변화를 완화할 수 있고 적응력을 높이는 데 기여할 것으로 보인다. 이는 기후변화로 인한 양식환경이 변화하고 있는 상황에서 다른 국가에서도 양식산업의 저탄소화 및 에너지 효율화에 초점을 맞춘 정책을 강화해야 함을 시사한다.

둘째, 재생에너지 및 에너지 효율성 증대를 통한 지속가능한 양식업 체제로의 전환이 중요하다. 호주는 풍력, 태양광, 파력, 조력 등의 재생에너지 연구개발을 확대하고 있으며, 암모니아, 메탄올, 수소, 바이오디젤 등의 대체 연료를 활용하는 기술도 발전시키고 있다. 이는 에너지 비용 절감뿐만 아니라 양식산업의 지속가능성을 높이는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 호주의 사례를 참고하여 양식산업의 탄소배출 저감과 에너지 효율성을 높일 수 있는 다양한 재생에너지 활용 전략을 수립하는 것이 필요하다.

셋째, 양식업의 기후 회복력을 구축하기 위한 협업과 거버넌스 체계 구축이 필수적이다. 호주는 수산연구개발공사(FRDC)와 블루이코노미

협동연구센터(CRC)를 중심으로 정부, 학계, 산업계가 협력하여 기후변화 대응 정책을 추진하고 있다. 이를 통해 온실가스 배출 감축을 위한 종합적인 의사결정 플랫폼을 구축하고, 실질적인 해결책을 모색하고 있다. 특히, 이해관계자 간의 협력은 기후변화로 인한 위험을 최소화하고, 기회를 적극적으로 활용할 수 있는 기반이 된다. 따라서, 다양한 국가에서도 양식업 기후변화 대응을 위해 정부와 민간이 공동으로 참여하는 협력 체계를 구축하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

넷째, 기후변화 적응 민첩성을 강화하기 위한 정책적 지원이 필요하다. 호주는 기후변화가 어업 및 양식업에 미치는 영향을 분석하고, 이에 대한 적응 전략을 마련하기 위해 기후변화 적응 경로 공동 개발 프로젝트를 추진하고 있다. 해당 프로젝트를 통해 어업 및 양식업 관계자들이 기후변화로 인한 위험을 인식하고, 이를 극복하기 위한 전략을 수립할 수 있도록 지원하고 있다. 특히, 기후변화 대응의 민첩성을 높이고 지속가능한 경영 전략을 수립하는 것이 주요 목표로 설정되어 있다. 이는 각국의 양식업 정책에서도 기후변화 리스크를 예측하고, 이에 대한 신속한 대응 체계를 마련하는 것이 필수적임을 보여준다.

다섯째, 지속가능한 어업 및 양식업을 위한 데이터 기반 정책 수립이 필요하다. 호주는 기후변화가 양식업에 미치는 영향을 과학적으로 분석하고, 데이터 기반의 정책을 추진하고 있다. 특히, 기후 변화에 따른 환경 변화와 양식업 생산성 변화를 실시간으로 모니터링하는 시스템을 구축하고 있으며, 이를 정책 결정 과정에 적극 반영하고 있다. 다른 국가에서도 양식업의 기후변화 적응력을 높이기 위해 실시간 데이터 수집과 분석을 기반으로 한 정책 수립이 중요하다는 시사점을 제공한다.

호주의 양식산업 기후변화 대응 정책은 탄소중립 목표 설정, 에너지 효율성 강화, 이해관계자 협력 체계 구축, 적응 민첩성 강화, 데이터 기반 정

책 수립 등 다각적인 접근을 통해 진행되고 있다. 이는 다른 국가들도 기후 변화 대응 전략을 보다 체계적이고 실효성 있게 수립해야 함을 시사하며, 특히 지속가능한 양식업을 위한 저탄소화, 에너지 전환, 거버넌스 체계 강화가 필수적임을 강조한다. 이러한 정책적 접근은 기후변화로 인한 리스크를 줄이고, 양식산업의 장기적인 경쟁력을 확보하는 데 중요한 역할을 할 것이다.

03

기후변화 정책 방향성 분석

제1절 국가별 정책방향성 분석

1. EU

EU의 양식산업 기후변화 정책은 지속 가능한 발전과 기후중립 실현을 위해 향후 더욱 혁신적이고 포괄적인 방향으로 나아갈 것으로 전망된다. 현재 EU 양식어업은 EU 내 소비되는 수산물의 약 10%를 생산하고 있으며, 주로 스페인, 프랑스, 이탈리아, 그리스 등 4개 회원국에서 집중적으로 생산되고 있다. 미래 정책방향성은 이러한 생산 기반을 더욱 현대화하고 경쟁력을 강화하는 동시에, 기후변화에 대응하는 친환경적 전환을 가속화 하는데 중점을 둘 것이다.

EU는 2021년 수립한 양식어업 전략 가이드라인을 토대로 2030년까지 지속 가능한 양식어업 발전을 도모하고 있다. 이 가이드라인은 유럽 그린 딜 및 코로나19 팬데믹 등 대내외 환경 변화에 발맞추어, 양식어업의 기후 영향 축소와 기후 변화 적응, 그리고 기후변화 완화에 기여할 수 있는 혁신적인 생산 방식 도입을 주요 목표로 삼고 있다. 특히, 해조류와 같은 탄소

포집 및 격리 기능을 갖춘 양식방법과 연못, 하천, 습지 등의 자연 생태계를 보존하면서 기후변화에 적응할 수 있는 양식방법을 우선적으로 장려할 것으로 보인다.

또한, EU는 양식업 분야의 에너지 전환에도 적극적인 정책을 시행할 계획이다. 향후 EU지역의 양식어업에서는 청정에너지, 재생에너지 및 저탄소 에너지를 활용하는 기자재의 도입과 에너지 효율을 높이는 기술의 보급이 가속화될 것으로 보인다. 이러한 전환은 EU의 해양수산양식기금(EMFAF)을 통한 재정 지원과 함께 진행될 예정으로, 양식어업의 현대화와 혁신을 유도할 수 있는 중요한 수단이 될 것이다.

지속가능한 양식어업의 성장을 위해서는 해역 등 공간에 대한 접근성을 높이고, 신규 양식장 허가 및 승인 과정에서 발생하는 불필요한 행정 부담을 줄이는 등의 제도적 개선도 동시에 추진될 것이다. 이러한 정책적 변화는 환경과 기후에 가장 유익한 양식 방법을 홍보하며, 동물 복지 및 양식 수산물의 품질개선, 소비자와 시민에게 보다 나은 정보 제공, 그리고 연구 및 혁신 촉진을 통한 기술 개발로 이어질 것이다.

글로벌 수산물 시장에서의 경쟁력 강화를 위해 EU는 조류나 해양 무척추동물 등 새로운 유망 양식 품종의 제품 공급 확대를 도모하는 등 생산의 다각화를 계획하고 있다. 이러한 다각화 전략은 기후변화로 인한 위험 요소를 분산시키는 동시에 새로운 시장을 개척하여 어업인과 기업에게 기회를 창출하는 효과를 기대할 수 있다.

종합적으로, EU의 양식어업 기후변화 정책의 미래 방향성은 친환경 기술 도입과 에너지 전환, 제도적 개선, 생산 다각화, 그리고 지속 가능한 해양 생태계 보전을 중심으로 전개될 것이다. 이러한 종합적 접근은 기후변화에 따른 환경적, 경제적 도전에 효과적으로 대응하며, EU 양식어업이 장기적으로 지속 가능한 발전과 기후중립 목표 달성에 기여할 수 있는 토대

를 마련하는 데 결정적인 역할을 할 것으로 기대된다.

2. 미국

미국의 양식어업 기후변화 정책은 지속 가능한 성장과 기후변화 대응을 조화롭게 추진하는 방향으로 발전할 것으로 예상된다. 최근 발표된 국가양식개발계획(NADP, National Aquaculture Development Plan)과 미국 해양대기청(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)의 양식전략계획(2023-2028)은 미국 양식어업이 환경적·경제적 지속 가능성을 동시에 추구해야 함을 강조하고 있다. 이를 바탕으로 미래의 양식어업 기후변화 정책 목표는 크게 네 가지 축으로 정리될 수 있다. 네 가지 축으로는 기후변화 완화(Mitigation), 기후변화 적응(Adaptation), 지속 가능한 성장(Sustainable Growth), 데이터 기반 정책 강화(Data-Driven Policy)이다.

첫째, 기후변화 완화를 위한 친환경 양식 시스템 구축이다. 미국은 2050년 탄소중립(Net-Zero Emissions) 목표를 달성하기 위해 산업 전반에서 탄소 감축 전략을 추진하고 있으며, 양식어업 부문에서도 탈탄소화를 위한 노력이 가속화될 전망이다. 이에 따라, 미래 정책에서는 친환경 에너지 사용을 확대하고, 저탄소 기술을 도입하는 것이 핵심 과제가 될 것이다. 특히, NOAA와 기타 연구기관은 태양광, 풍력, 수력 등 재생에너지를 양식업에 적극 도입할 수 있도록 지원하고 있으며, 이러한 흐름은 앞으로 더욱 강화될 것으로 보인다. 또한, 스마트 양식 기술(Smart Aquaculture Technology)을 활용하여 에너지 효율을 높이고, 탄소 배출을 최소화하는 방식으로 양식업의 운영 방식을 혁신하는 정책이 지속적으로 추진될 것이다. 이와 함께, 해조류 양식과 같은 자연 기반 해양 탄소 포집 기술(Nature-based Carbon Sequestration)을 확대하는 정책도 중요한 역할

을 할 것으로 예상된다. 해조류는 이산화탄소(CO₂)를 흡수하여 해양 탄소 격리에 기여하는 동시에 지속 가능한 식량 공급원으로 활용될 수 있기 때문에, 향후 미국 정부는 이를 더욱 적극적으로 지원할 것으로 보인다.

둘째, 기후변화 적응을 위한 탄력적인 양식 시스템 구축이다. 기후변화로 인한 해양 환경 변화는 양식어업의 생산성과 지속 가능성에 직접적인 영향을 미치고 있다. 수온 상승, 해양 산성화, 빈산소화(hypoxia) 현상 등이 해양 생태계를 변화시키면서 기존 양식산업의 체계로는 대응하기 어려운 과제들이 나타나고 있다. 이에 대응하기 위해 미국은 양식 기회 지역(AOA, Aquaculture Opportunity Areas)을 더욱 확대하고, 기후 변화의 영향을 사전에 분석하고 대응할 수 있는 정책을 마련하기 위한 노력을 하고 있다. AOA는 기후 변화에 탄력적인 양식 시스템을 구축하는 데 중요한 역할을 한다. NOAA는 공간 분석과 최첨단 기술을 활용하여 최적의 양식 지역을 선정하고 있으며, 이를 통해 자연 환경에 미치는 영향을 최소화하고 지역 사회의 갈등을 줄일 수 있는 방안을 모색하고 있다. 앞으로는 보다 정교한 환경 분석 기법과 첨단 기술을 활용해 기후변화에 대한 적응력을 높이는 방향으로 정책을 수행할 예정이다.

기후 변화로 인한 어류 질병 발생 증가 및 신종질병에 대응하기 위해, 백신 개발과 면역 강화 사료 보급 등의 연구도 확대할 가능성이 높다. 이러한 정책적 지원은 양식업자들이 기후 변화에 대한 대응 역량을 강화하는데 기여할 수 있고 안정적인 수산물 공급에 도움을 줄 것으로 보인다.

셋째, 지속 가능한 성장을 위한 투자 및 제도적 지원 확대이다. 미국은 양식어업의 경제적 지속 가능성을 확보하기 위해 투자 확대와 제도적 지원을 강화할 것으로 예상된다. NADP는 양식업 관련 인프라 구축, 인력 양성, 시장 확대 등을 주요 목표로 설정하고 있으며, 이러한 방향은 앞으로도 지속될 것이다.

특히, 친환경 기술을 도입하는 양식업자들에게 재정적 지원을 확대하고, 지속 가능한 사료 공급망 구축을 위한 연구 및 투자도 적극적으로 이루어질 것으로 보인다. 현재 미국 양식어업은 해양 환경을 보호하면서도 경제적 이익을 창출하는 방향으로 성장하고 있으며, 이를 더욱 촉진하기 위해 친환경 인증 제도를 강화하고, 양식업 허가 절차를 간소화하는 정책이 추진될 가능성이 크다. 또한, 소규모 양식업자들의 시장 접근성을 높이기 위한 금융 지원 정책도 확대될 것으로 예상된다. 정부 차원의 금융 프로그램을 통해 친환경 양식업체들이 초기 비용 부담을 줄이고, 지속 가능한 방식으로 성장할 수 있도록 유도할 것으로 보인다.

넷째, 데이터 기반 정책 강화를 통한 양식업의 효율성 증대이다. 미국은 NOAA를 중심으로 실시간 데이터 수집 및 분석을 통해 양식업 운영을 최적화하는 정책을 지속적으로 발전시키고 있다. 특히, 위성 데이터, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등의 첨단 기술을 활용하여 환경 변화와 양식업 생산성을 모니터링하고, 이를 바탕으로 양식업자들에게 맞춤형 정보를 제공하는 방향으로 정책이 전개될 것이다.

향후 수행될 정책에서는 기후변화 영향 예측 모델을 더욱 정교하게 개발하고, 이를 통해 최적의 양식 운영 전략을 마련할 것으로 보인다. 또한, NOAA와 기타 연구기관들은 데이터 공유 플랫폼을 활성화하여 양식업자, 연구자, 정책 결정자들이 협력할 수 있는 기반을 마련할 것이다. 이를 통해 기후변화 대응 전략의 효과성을 높이고, 과학적 근거에 기반한 정책 수립을 더욱 강화할 것으로 전망된다.

미국의 양식어업 기후변화 정책은 지속 가능한 성장을 도모하면서 기후변화 완화와 적응을 동시에 추진하는 방향으로 발전할 것이다. 친환경 기술 도입 및 재생에너지 활용을 촉진하고, AOA와 같은 기후변화 대응 시스템을 강화하며, 지속 가능한 양식업 확대를 위한 제도적 지원을 더욱 강화

할 것으로 보인다. 또한, 데이터 기반 정책을 통해 양식업의 효율성과 환경 보호를 동시에 달성하려는 노력이 가속화될 전망이다.

결과적으로, 이러한 정책적 방향은 미국 양식어업의 글로벌 경쟁력을 높이는 동시에, 환경 보호와 경제적 지속 가능성을 조화롭게 실현하는 데 기여할 것이다. 이를 통해 미국은 기후변화 대응과 식량 안보를 동시에 달성하는 선도적인 국가로 자리 잡을 것으로 예상된다.

3. 캐나다

캐나다 양식산업의 기후변화 관련 정책 방향성을 검토해보면 첫째, 지속 가능한 양식업 발전과 과학적인 접근을 강화한다. 캐나다 수산해양부(DFO)는 지속가능 발전 전략(DSDS, 2023-2027)을 통해 국제연합(UN)의 지속가능한 발전 목표(SDGs)와 연방 정부의 지속가능 발전 전략(FSDS, 2022-2026)을 반영한 정책을 추진하고 있다. 향후 정책 방향은 양식어업의 지속 가능성을 과학적으로 평가하고 이를 정책 결정에 반영하는 방식으로 진행될 것으로 보인다. 지속적인 환경 모니터링을 통해 기후변화가 양식업에 미치는 영향을 분석하고, 이를 바탕으로 취약성 평가 및 리스크 관리 전략을 강화하는 것이 주요 목표가 될 것이다.

둘째, 청정 기술 및 저탄소 에너지원 도입이 확대될 것으로 보인다. 캐나다는 2017년부터 시행한 청정 기술 채택 프로그램(FACTAP)을 통해 양식업에서의 탄소 배출 저감을 위한 기술 도입을 지원해 왔다. 향후에는 이러한 정책이 더욱 확대될 것으로 예상되며, 태양광 패널, 고효율 에너지 시스템, 물 사용량 저감 기술 등의 지속적인 도입이 추진될 것이다. 또한, 온실가스 배출을 최소화하는 스마트 양식 시스템 및 친환경 양식 인프라 구축이 정책적으로 지원될 가능성이 크다.

셋째, 탄소 감축과 기후변화 완화 전략이 더욱 강화될 것으로 보인다. 캐나다의 2030년 배출량 감축 계획(Canada's 2030 Emissions Reduction Plan)에 따라 양식업 분야에서도 구체적인 탄소 감축 목표가 설정될 것으로 보인다. 특히, 해조류 양식을 활용한 탄소 흡수 연구 및 이를 통한 배출권 거래 시스템 도입이 정책적으로 검토될 가능성이 있다. 이와 함께, 지속 가능한 사료 개발 및 폐기물 감소 전략을 통해 양식업의 환경적 영향을 최소화하는 노력이 병행될 것이다.

넷째, 원주민 커뮤니티와의 협력을 중요하게 생각하고 있다. 캐나다 정부는 원주민과의 화해 및 경제적 협력을 중요한 정책 기조로 삼고 있다. 양식업에서도 원주민 커뮤니티가 참여하는 지속 가능한 수산업 모델이 확대될 것으로 보이며, 특히 원주민 주도의 해조류 양식이 기후변화 대응 전략의 핵심 요소로 자리 잡을 가능성이 크다. 이를 통해 원주민 공동체의 경제적 자립을 지원하는 동시에, 기후변화 대응을 위한 자연 기반 해결책(Nature-based Solutions)이 더욱 강화될 전망이다.

다섯째, 양식어업 허가 및 관리 체계를 효율적인 방향으로 개선할 것으로 보인다. 캐나다 정부는 양식업 허가 절차를 효율적으로 개선하고, 데이터 기반의 정책 결정을 강화하는 방향으로 나아갈 것이다. 수산해양부는 최신 데이터와 공간 분석을 활용하여 최적의 양식업 운영 지역을 선정하고, 생태계 영향을 최소화하는 방식으로 양식업을 관리할 계획이다. 이를 통해 지속 가능한 양식업 발전과 환경 보호를 동시에 달성하는 것을 목표로 삼는다.

종합적으로 캐나다의 양식산업 기후변화 대응 정책은 지속 가능한 발전과 기후변화 완화를 동시에 고려하는 방향으로 진화하고 있다. 향후 정책 방향은 과학적 접근을 통한 지속 가능성 강화, 탄소배출 저감 기술 및 저탄소 에너지원 도입 확대, 탄소 감축 전략 강화, 원주민 커뮤니티와의 협력

확대, 효율적인 허가 및 관리 체계 구축 등으로 방향성을 확인할 수 있다.

4. 일본

일본의 양식산업 기후변화 대응 정책은 탄소중립 실현과 지속가능한 수산업 발전을 목표로 점진적으로 강화되고 있다. 기후변화로 인한 해양 환경 변화, 수산자원의 감소, 어업 생산성 저하 등의 문제를 해결하기 위해 일본 정부는 친환경 기술 개발, 탄소중립형 생산 시스템 구축, 해양 생태계 보호, 지속가능한 소비 확대, 디지털·스마트 기술 도입, 그리고 정부와 민간의 협력 강화 등 여러 가지 전략을 종합적으로 추진하고 있다. 앞으로 일본의 양식산업은 이러한 정책 방향을 중심으로 보다 체계적이고 지속가능한 발전을 이루어 나갈 것으로 예상된다.

첫째, 친환경 양식 기술의 지속적인 혁신이 이루어질 것이다. 일본은 탄소중립 실현을 위한 핵심 전략으로 친환경 양식 기술 개발을 적극 추진하고 있다. 현재 전기 및 수소 추진 어선의 개발과 상용화, 탄소 저감형 양식장 설비 도입, 해조류를 활용한 블루카본(Blue Carbon) 기술 연구 등이 진행 중이며, 향후에는 더욱 정교하고 효과적인 저탄소·무탄소 양식 기술이 도입될 것으로 보인다. 예를 들어, 태양광 및 재생에너지를 활용한 친환경 양식시설 운영, 폐기물을 최소화하는 순환형 양식 시스템 개발, 해양 온난화에 강한 양식 품종 육성 등의 연구가 활성화될 것으로 전망된다.

둘째, 탄소중립형 생산 시스템 구축이 본격화될 것이다. 일본은 양식업 부문의 탄소 배출을 획기적으로 줄이기 위해 생산 방식 전반에 걸친 구조적 전환을 추진하고 있다. 2050년까지 장어와 참다랑어 양식에서 인공종자 비율을 100%로 확대하는 것을 목표로 하고 있으며, 이는 자연 생태계 의존도를 줄이고 지속가능한 생산 체계를 확립하기 위한 중요한 조치이다.

또한, 양식 어류의 사료를 기존의 생선 기반에서 식물성·대체 단백질(곤충, 해조류 등) 기반으로 전환하여 환경 영향을 줄이는 방안이 강화될 것이다. 이를 통해, 기존 양식업이 초래하는 해양 생태계 파괴 문제를 줄이고, 더욱 친환경적인 양식업 운영이 가능해질 것으로 예상된다.

셋째, 해양 생태계 보호와 지속가능한 어장 관리가 강화될 것이다. 일본 정부는 해양 환경을 보전하면서도 양식업을 지속적으로 발전시킬 수 있는 방안을 모색하고 있다. 이를 위해 어장 환경 모니터링 시스템을 구축하고, 수질 정화 기능을 갖춘 친환경 양식시설을 도입하며, 해양 보호구역을 확대하는 등의 정책을 추진할 가능성이 크다. 또한, 양식업과 자연 생태계를 조화롭게 연계하기 위해 다층 양식(multi-trophic aquaculture) 및 생태 통합양식(IMTA, Integrated Multi-Trophic Aquaculture) 등 생태계 친화적인 양식 기법을 적극 도입할 것으로 보인다. 이러한 시스템은 특정 어종뿐만 아니라 해조류, 조개류 등의 다양한 수산생물을 함께 양식하여 생태계를 균형 있게 유지할 수 있도록 돕는다.

넷째, 지속가능한 소비 확대 및 ESG(Environment, Social, Governance) 경영이 필수적인 요소가 될 것이다. 일본은 환경 친화적인 수산물 소비를 촉진하기 위해 에코 라벨 보급 확대, 식품 손실 저감, 친환경 수산물 인증제도 강화 등의 정책을 추진하고 있다. 향후에는 소비자들이 지속가능한 방식으로 생산된 양식 수산물을 쉽게 선택할 수 있도록 투명한 정보 제공 시스템이 구축될 것으로 보이며, 기업들은 ESG 경영을 강화하여 환경적·사회적 책임을 다하는 방향으로 사업을 전개할 가능성이 높다. 또한, 친환경 수산물 소비 촉진을 위한 정부 차원의 캠페인과 소비자 교육 프로그램이 더욱 확대될 것으로 예상된다.

다섯째, 디지털 및 스마트 기술을 활용한 지속가능한 양식업이 본격적으로 발전할 것이다. 일본은 양식업의 생산성과 지속가능성을 동시에 확보하

기 위해 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터를 활용한 스마트 양식 시스템 구축에 박차를 가하고 있다. AI 기반의 어류 건강 모니터링 시스템, 최적 사료 공급 알고리즘, 원격 조종이 가능한 스마트 양식장 등이 개발되고 있으며, 이러한 기술들은 향후 더욱 고도화될 것으로 예상된다. 특히, 수온 변화, 산소 농도, 수질 상태 등을 실시간으로 모니터링하고, 이를 자동으로 조절할 수 있는 양식장 운영 시스템이 일반화될 가능성이 크다. 이를 통해 생산성 향상뿐만 아니라 환경 영향을 최소화하는 방향으로 양식업이 발전할 것으로 보인다.

여섯째, 정부와 민간의 협력을 통한 연구개발(R&D) 투자가 더욱 확대될 것이다. 일본 정부는 양식업의 기후변화 대응을 위해 산·학·관 협력 체계를 강화하고, 연구개발(R&D) 투자를 확대하고 있다. 앞으로는 국내외 연구기관과의 협력을 통해 친환경 어업 기술 개발이 가속화될 것이며, 국제적인 연구 네트워크 구축을 통해 일본의 기술을 글로벌 수준으로 발전시킬 가능성이 높다. 또한, 기업과의 공동 연구 활성화를 통해 상업화 가능성이 높은 친환경 양식 기술을 조기에 도입하고, 기술이전과 보급을 촉진하는 정책이 추진될 것으로 예상된다.

종합적으로 볼 때, 일본의 양식산업 기후변화 대응 정책은 친환경 기술 개발, 탄소중립 실현, 해양 생태계 보전, 지속가능한 소비 문화 정착, 디지털·스마트 기술 도입, 정부-민간 협력 강화라는 핵심 방향성을 중심으로 점진적으로 발전할 것이다. 이러한 정책 방향은 일본의 양식업뿐만 아니라 글로벌 수산업 전반에도 중요한 영향을 미칠 것이며, 지속가능한 수산업을 실현하기 위한 국제적인 협력과 기술 공유가 더욱 활발해질 것으로 전망된다. 따라서, 일본의 양식업이 기후변화에 효과적으로 대응하고 지속가능한 미래를 구축하기 위해서는 정부의 적극적인 정책 지원, 민간 부문의 혁신적인 기술 개발, 그리고 소비자들의 지속가능한 소비문화 정착이 함께 이루어질 수 있는 정책방향을 설정한 것으로 보인다.

5. 호주

호주 양식산업의 기후변화 대응 정책은 지속가능한 생산 시스템 구축과 탄소중립 달성을 목표로 하여 향후 더욱 강화되고 다각화될 것으로 보이고 있다. 호주 정부는 기후변화로 인한 수산업과 양식업의 위험을 최소화하고, 이를 극복하기 위한 전략을 적극적으로 추진 중이다. 이러한 정책은 다양한 환경적, 경제적 도전에 대응하기 위해 점진적으로 발전할 것이며, 미래 방향성은 몇 가지 주요 측면에서 크게 변화할 가능성이 높다.

첫째, 기후변화 적응력과 회복력 강화가 핵심적인 방향성이 될 것이다. 호주 양식산업은 이미 기후변화에 대한 취약성을 인식하고, 이를 극복하기 위해 다양한 적응 전략을 마련하고 있다. 예를 들어, 기후변화로 인한 수온 상승과 해양 산성화가 양식산업에 미치는 영향을 줄이기 위해, 더욱 정교한 예측 모델과 실시간 모니터링 시스템을 도입하여 양식업체들이 기후변화에 맞춰 민첩하게 대응할 수 있도록 지원할 것이다. 이는 향후 더욱 세분화된 데이터 분석과 기술적 지원을 통해 양식업체들의 회복력을 높이고, 안정적인 생산을 보장하는 데 중요한 역할을 할 것이다.

둘째, 에너지 효율성 증대와 재생에너지 활용이 양식산업의 주요 정책 방향이 될 것이다. 호주는 탄소중립 목표를 달성하기 위해 연료와 에너지에서 발생하는 온실가스를 줄이는 다양한 기술을 연구하고 있다. 풍력, 태양광, 파력 등 재생에너지의 활용 확대는 양식업의 비용 절감뿐만 아니라 환경적 지속가능성을 높이는 데 중요한 역할을 한다. 특히, 배터리, 수소, 암모니아와 같은 대체 연료를 도입한 양식업의 탈탄소화 기술 개발은 향후 양식산업의 주요한 전환점을 형성할 것이다. 이러한 기술들은 호주 내 재생에너지 자원의 활용을 극대화하고, 양식업이 지속 가능한 경영을 할 수 있도록 하는 중요한 기반이 될 것이다.

셋째, 양식업의 기술 혁신과 연구개발(R&D) 투자의 확대가 필수적이다. 호주는 이미 다양한 기술 개발 프로젝트를 통해 양식업의 환경적 영향을 최소화하고 있으며, 이러한 R&D 투자는 향후 양식산업의 경쟁력을 높이는 데 큰 역할을 할 것이다. 예를 들어, 온실가스 배출 감축을 위한 종합적인 의사결정 플랫폼을 제공하는 프로젝트나, 해양 환경에 최적화된 신기술의 개발은 양식업의 기후변화 대응 전략의 핵심 요소가 될 것이다. 또한, 이러한 기술 혁신은 양식업체들이 환경적인 부담을 줄이면서 생산성을 향상시킬 수 있는 기회를 제공하며, 전 세계적으로 환경 친화적인 양식 기술의 선도적인 사례로 자리 잡을 것이다.

넷째, 산업의 탄소배출을 감축하는 기술적 접근을 강화하는 방향으로 발전할 것이다. 특히, 호주 양식업은 온실가스 배출을 줄이기 위한 구체적인 목표와 계획을 설정하고 있으며, 이는 2050년까지 탄소중립을 달성하는데 중대한 기여를 할 것이다. 양식업체들이 온실가스 배출을 감축하기 위해 사용할 수 있는 다양한 기술적 해결책들이 개발될 것이며, 이러한 기술은 실제 양식 현장에서의 운영 효율성을 높이는 데 중요한 요소로 작용할 것이다. 예를 들어, 전기나 수소 연료를 사용하는 친환경 어선 도입, 배양된 미세조류를 활용한 사료 개발 등이 이에 해당한다.

마지막으로, 협력과 거버넌스 체계를 강화할 것이다. 호주 정부는 양식 종사자, 학계, 산업계와의 긴밀한 협력과 정보 공유를 통해 기후변화에 대한 대응 전략을 함께 개발하고 있다. 이는 양식산업의 기후변화 대응 역량을 향상시키는 데 중요한 역할을 하며, 향후 다른 국가들과의 협력사업으로 확산될 가능성이 높다. 향후에는 국제적인 협력과 기술 교류가 확대되어, 글로벌 차원의 양식업 기후변화 대응 전략이 수립될 가능성도 배제할 수 없다. 정부는 양식종사자들에게 필요한 재정적 지원과 기술적 지원을 제공하는 등 정책적 보조까지 함께 역할을 강화할 것으로 보인다.

결론적으로, 호주의 양식산업 기후변화 대응 정책은 향후 지속 가능한 발전과 탄소배출 감축을 목표로, 기술 혁신과 협력 강화를 통해 점차 발전할 것으로 보인다. 기후변화라는 새로운 도전과 기회에 대해서, 호주의 양식업은 환경적 지속 가능성을 높이는 동시에 경제적 경쟁력을 확보할 수 있는 방향으로 나아가고 있다.

제2절 국가별 기후변화 정책 비교분석

각 국가들의 기후변화 정책을 비교분석해보면 공통점과 차이점을 확인할 수 있다. 각 국가들의 기후변화 정책의 공통점을 살펴보자면 탄소흡수 및 포집을 위해서 블루카본에 관한 정책을 적극적으로 수행하고 연구에 지원하는 점을 들 수 있다. 최근까지도 다양한 연구에서 블루카본은 탄소를 흡수하기 위해 우수한 수단임이 확인되고 있으며 이에 따라 다수의 국가에서 블루카본에 대한 정책을 확대하고 있다. 또한 EU, 미국, 캐나다 등 서구권 국가들은 양식산업이 환경에 미치는 영향을 최소화시키기 위한 노력을 기후변화 대응의 중점정책으로 시행하고 있다. 특히, 연어가 주요 양식품목인 국가에서는 이러한 부분이 더 두드러짐을 알 수 있는데 이는 연어양식이 대규모·기업화 되어있기 때문으로 판단된다. 양식산업의 지속가능성을 확보하기 위해서는 연어양식이 환경에 부정적인 영향을 끼치는 부분을 줄일 필요성이 있는 것으로 보인다.

대체연료와 재생에너지(풍력, 태양열 등)에 대해서 적극적으로 연구를 하고 보급하려는 노력과 에너지 효율성 제고 정책 또한 대부분의 국가에서 시행하고 있는 정책이다. 탄소배출을 저감하기 위해서는 기존의 화석연료 사용을 줄이는 것이 가장 효과가 좋은 정책이므로 이를 위해 풍력, 태양열, 파력 등 재생에너지에 관한 연구를 적극 수행하여 보급하기 위한 노력을

하는 것으로 보인다. 또한 같은 양의 연료를 사용하더라도 이를 더욱 효율적으로 활용할 수 있다면 탄소배출 저감에 도움을 줄 수 있기 때문에 기존의 양식생산시스템을 에너지 효율적인 방법으로 전환하기 위한 정책을 수행하고 있다.

일본과 같이 다양한 수산물을 먹고 육상양식과 해상양식 등 다양한 양식 방법을 활용하는 국가에서는 기후변화로 인해 양식품목의 종자수급불안정성을 극복하기 위해 뱀장어와 참다랑어같은 고부가가치 어종을 대상으로 인공종자 100% 공급과 같은 정책을 수립하였다. 뱀장어와 참다랑어는 현재 종자수급을 자연채포에 많은 의존을 하고 있으나 기후변화로 인해 생태계 변화가 생길 경우 종자수급에 불균형이 발생할 가능성이 매우 높다. 따라서 연구개발을 통해 뱀장어와 참다랑어를 대상으로 인공종자 100% 공급과 같은 정책을 수립하였다. 내수면어업에서는 잉어를 대상으로 배합사료 100% 활용 등 환경오염을 줄이고 생사료로 인한 문제를 해결하기 위한 노력도 수행중에 있다. 우리나라의 경우에도 미국, EU 등의 국가보다는 일본과 유사한 산업구조를 가지고 있기 때문에 정책부분에서 일본의 영향을 많이 받을 가능성이 높은 것으로 판단된다.

04

시사점

1. 정책 슬림화

주요국의 기후변화 정책 동향을 살펴보면 대부분의 국가에서 큰 틀의 기후변화 정책을 수립 후 양식산업과 관련된 세부 정책을 수행하는 방식으로 정책을 시행 중 이다. 그러나 우리나라는 각 부문별 탄소중립과 기후변화 대응 정책을 범부처 차원에서 수립하여 정책을 확립하였음에도 해양수산부에서는 해양수산분야 탄소중립계획을 따로 수립하여 시행하고, 수산업을 위한 기후변화 대응 정책을 추가적으로 수립하고 있다. 이는 분야별로 정교한 정책수립과 시행이 가능한 장점은 있으나 상위계획과 중복되는 부분도 많이 있으며 정책을 시행하는 공무원의 행정적인 부담으로 작용하는 부분도 존재한다. 따라서 우리나라의 기후변화 정책도 효율적인 집행과 사후 관리를 위해서는 주요 기후변화 정책을 중심으로 수행을 하고 정책을 슬림화하는 방안이 효과적일 것으로 판단된다. 기존에 수립된 정책들을 비교분석하여 중복성이 높은 사업들은 일원화하여 정책의 효율성을 증대시키고 일원화를 통해 예산상의 여유가 생긴다면 기존 사업들을 증액시켜 효과를 극대화할 수도 있을 것이다.

2. 육상 스마트양식 및 순환여과식 양식 활성화

우리나라 해역의 수온이 지속적으로 상승하고 고수온기간이 길어지는 등 해양환경의 변화로 기존 해면양식의 주력 양식품목이었던 김, 조피볼락, 굴 등은 생산성 감소라는 피해를 받고 있다. 김은 생산가능시기가 점차 줄어들고 있으며, 조피볼락은 고수온에 취약해 매년 폐사피해가 발생하고, 굴 또한 비만도가 낮고 생산가능시기가 다소 줄어드는 등의 피해가 발생하고 있다. 차양막을 치거나 액화산소를 주입하는 등의 방안은 일시적으로 수온을 낮춰주지만 바다의 특성상 그 효과가 오래 지속되지는 않는다. 해양환경은 아직까지는 인류가 통제할 수 없기 때문에 기후변화에 그대로 노출된 양식산업은 위기를 맞을 수밖에 없는 실정이다. 이에 대한 대응방안으로 언급되는 것은 육상양식의 활성화이다.

육상양식의 가장 큰 장점은 수온, 산소포화도, 영양염류 등 양식에 필요한 대부분의 환경요소를 어업인이 통제할 수 있다는 점이다. 정밀한 양식장 환경제어를 통해 양식어류의 폐사율을 저감하고 생산성을 향상시킬 수 있으며, 김은 황백화 같은 현상을 사전에 예방할 수 있다. 또한 고수온·저수온과 같은 급격한 수온변화로 인한 양식수산물 피해를 예방할 수 있고, 태풍 등으로 인한 시설물 파괴위험 저감, 적조나 빈산소물덩어리 등에 대한 위험도 매우 낮출 수 있다.

육상양식이 활성화되면 스마트양식으로의 전환도 가속화 될 가능성이 높다. 양식장 환경을 어업인이 제어하기 위해 스마트양식 시스템을 도입하거나 활용할 수 있는 환경여건이 조성되므로 어가인구감소 어촌소멸 등으로 인해 노동력이 부족한 상황에서 노동력을 전자장비와 AI기술로 대체할 수 있는 스마트양식으로 전환하는 비율이 높아질 것으로 판단된다.

육상 스마트양식은 해양환경과 생태계에도 긍정적인 영향을 미치게 된

다. 육상양식장의 가장 큰 문제점인 입배출수 문제는 단기적으로는 필터와 정화시설을 활용하여 해결이 가능하며 장기적으로는 순환여과식 시스템을 통해 배출수 문제를 해결할 수 있다. 순환여과양식은 우수식 육상양식장의 한계를 극복할 수 있는 폐쇄형 육상수조식 양식시스템이다. 양식수산물을 양성할 때 활용한 물을 배출하지 않고 오물과 유기물, 배설물 등을 여과 및 처리의 정수과정을 거쳐 재순환하여 다시 활용하는 방식으로 양식장의 환경제어를 통해 자연환경의 영향을 받지 않는 양식시스템이다⁴⁶⁾. 따라서 육상양식장을 확대하고 순환여과식 양식시스템을 적용한다면 기후변화의 영향에서 벗어나 현재 주력으로 생산하고 있는 양식수산물을 안정적으로 생산할 수 있는 기반을 마련할 수 있다. 따라서 육상 스마트양식장과 순환여과식 양식시스템을 활성화 할 수 있다면 현재 우리나라에서 주로 소비하는 양식수산물의 공급을 안정적으로 할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 신규 양식품목 발굴

기후변화로 인해 우리나라의 평균수온이 상승하고 남해안 지방의 고수온 현상이 반복적으로 발생하게 될 가능성이 높아짐에 따라 기존의 주요 양식 어류인 조피볼락과 돔류는 폐사피해가 지속적으로 발생할 수밖에 없다. 이러한 피해를 줄이기 위해서는 고수온에 강하고 평균수온이 높은 해역에서 서식하는 어종에 대한 양식기술 개발과 교잡품종 개발 등을 통해 변화한 환경에 맞춘 양식품목으로의 전환이 필요한 실정이다.

높은 수온에서도 양식이 가능한 대표적인 품목으로는 바리류가 있다. 바리류는 대부분의 나라에서 고급식재료로 이용하고 있기 때문에 시장에서의 수요도 충분하고 경제적 가치도 높은 어종이다. 국립수산과학원에서도 고수온에 내성을 가진 양식어종을 개발하기 위해 바리류를 대상으로 연구를

46) 국립수산과학원, 2022 수산분야 기후변화 영향 및 연구보고서

진행 중에 있다. 바리류 중에서도 높은 수온에도 잘 성장할 수 있는 교잡바리류를 개발하기 위해 수컷 대왕바리와 암컷 붉바리 혹은 자바리를 교배한 결과 대왕붉바리, 대왕자바리를 생산하였다. 이후 양성을 위해 최적 성장수온, 사육밀도, 사료 등의 조건별 성장특성 연구를 수행하였다. 신규 양식품종을 교잡품종으로 개발하는 이유는 부모가 가진 유용한 형질을 잡종강세의 특성을 이용하여 자손에서 발현시키는 육종방법의 일종으로 메기류, 잉어류, 배스류 등의 어종에 상업적으로 활용되고 있다.⁴⁷⁾

또 다른 양식어종으로는 방어와 전갱이를 들 수 있다. 우리나라 해역의 수온이 상승하면서 점차 방어 생산량이 늘어나고 있는 추세이다. 몇 년 전부터 우리나라에서도 겨울철 대방어를 중심으로 수요가 증가하고 있으나 일본으로부터의 수입에 의존하고 있는 실정이다. 과거에는 방어양식이 가능한 환경이 아니었으나 수온이 상승하면서 방어 축양이 가능한 해역이 생기고 있으며 통영 등 일부지역에서는 방어 축양을 시작하고 있는 단계이다. 또한 정치망 등을 중심으로 방어의 치어 어획량이 늘어나고 있어 축양을 비롯한 양식기술 개발을 한다면 안정적인 치어의 공급이 가능할 것으로 보인다. 따라서 방어에 대한 축양체계 마련, 완전양식 양식기술 확립, 적지조사, 사료개발 등의 연구개발 사업이 필요하다.

전갱이는 난류성 어종으로 우리나라에서는 어선어업을 중심으로 어획하고 있어 양식기술 개발에 대한 연구는 전무한 실정이다. 그러나 일본에서는 전갱이의 축양이 활발히 이루어지고 있는데 선망어업과 정치망에서 어획된 전갱이 치어나 종자를 활용하여 가두리에서 축양 후 출하하고 있다. 전갱이는 우리나라에서는 대중적으로 소비하는 어종으로 보기 힘들지만 일본에서는 소비상위의 어종 중 하나로 여름철이 제철인 어종이다. 우리나라도 수온이 상승하게 되면 전갱이의 어획량이 증가할 가능성이 높아 전갱이

47) 국립수산물과학원, 2022 수산분야 기후변화 영향 및 연구보고서

양식기술을 개발한다면 새로운 시장을 개척 할 수 있는 가능성이 높다.

기후변화로 인해 신규양식품목에 대한 연구개발이 활발히 이루어진다면 특정 국가에 집중되어있는 수입의존도를 낮출 수 있고 국내 수산물 시장에도 새로운 활력을 줄 수 있어 양식산업의 경쟁력 강화에 도움이 될 것으로 판단된다.

4. 양식품목 생산 적지 재조사

기후변화로 수온이 지속적으로 상승함에 따라 기존의 양식품목들은 점차 양식이 어려운 상황으로 변화하고 있다. 우리나라는 한류와 난류의 영향을 모두 받아 양식에 매우 적합한 환경이었으나 지속적으로 수온이 상승하여 폐사율 증가, 질병으로 인한 생산성 감소 등 기존 우리나라 양식품종들은 생산성을 유지하기 어려운 환경이 되어가고 있다. 자연재해나 이상기후로 인한 피해와 달리 기후변화는 천천히 지속적으로 진행되고 있어 이를 인지하기 어려우나 현재는 해조류, 패류, 어류 등 모든 품목들이 영향을 받고 있는 실정이다. 해조류와 패류는 가을철 입식시기가 늦어지고 있으며, 어류는 고수온 피해가 늘어나는 등 피해가 나타나고 있는 실정이다. 이는 모두 생산성을 감소하는 방향으로 진행하고 있어 어가경제의 불확실성을 증대시키고 있다.

이를 해결하기 위해서는 기존의 주력 양식품목을 대상으로 양식적지에 대한 조사를 다시 시행하여야 한다. 기후변화로 인해 자연환경이 변하면서 회유성어류의 회유경로가 변화하고, 한대성 어종의 산란장이 북쪽으로 이동하며, 남해안 지방을 중심으로 상어, 방어류, 다랑어류가 증가하는 등 수산자원에 큰 변화가 발생하고 있다. 해면양식 또한 기후변화에 대응하여 외해의 양식장 개척이나, 새로운 품목별 양식적지조사를 통해 생산성 감소

를 예방할 수 있는 방향으로 나아가야한다.

5. 친환경 양식 전환 유도

환경에 부하를 저감하면서 지속가능한 양식산업으로 발전하기 위해서는 환경친화적인 양식기술을 개발할 필요가 있다. 현재 전통적인 관행양식 체계에서는 사료를 배급하고 밀식과 장기연작을 하는 등 해양환경과 생태계에 부정적인 영향을 끼치고 있다. 오랜기간동안 양식으로 인해 퇴적물과 양식어구들이 바다에 쌓여 조류의 소통이 원활하지 못하는 등 양식어장의 생산성은 지속적으로 낮아지고 있는 실정이다. 이를 개선하기 위해 단기적으로는 친환경 양식으로의 전환을 적극적으로 유도하는 방안이 필요하다.

친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률에는 친환경 어업을 “생물의 다양성을 증진하고, 토양에서의 생물적 순환과 활동을 촉진하며, 농어업생태계를 건강하게 보전하기 위하여 합성농약, 화학비료, 항생제 및 항균제 등 화학자재를 사용하지 아니하거나 사용을 최소화한 건강한 환경에서 농산물·수산물·축산물·임산물(이하 “농수산물”이라 한다)을 생산하는 산업을 말한다.”로 정의하고 있다. 따라서 전통적 관행양식어를 친환경 양식으로 전환시켜 해양환경 및 생태계 부하를 저감하고 양식산업의 지속가능성을 확보할 필요성이 있다.

친환경 양식 전환 유도를 위해서는 어업인에게 인센티브를 제공하는 방안이 가장 효과적이다. 친환경 어업은 일반적으로 전통양식에 비해 비용이 높고 생산성이 다소 떨어지는 단점이 있어 친환경어업에 대해서는 현재 직불금을 지급하고 있다. 그럼에도 불구하고 어업인들이 친환경 어업으로의 전환을 꺼리고 있어 이를 보조할 수 있는 지원제도에 대한 고민이 필요하다. 농업분야에서는 친환경농업을 확산시키기 위해 농업환경보전프로그램

을 시행하고 있어 이를 벤치마킹할 필요가 있다. 수산업에서도 어장환경 개선이 필요한 해역이나 어촌에서 어업인과 주민들이 어장환경 보전 활동에 참여하는 경우 정부와 지자체가 지원금을 제공하는 등의 프로그램을 추진한다면 해양생태계 및 어장환경의 개선에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

참고문헌

국내 문헌

국립수산과학원, 2022 수산분야 기후변화 영향 및 연구보고서

국외 문헌

농림수산성(2021), 녹색 식량 시스템 전략(본체)

Environment and Climate Change Canada(2022), 2030 EMISSIONS REDUCTION PLAN

European Commission(2021), A NEW STRATEGIC VISION FOR SUSTAINABLE AQUACULTURE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE EUROPEAN UNION

European Commission(2021) Strategic guidelines for a more sustainable and competitive EU aquaculture for the period 2021 to 2030

European Commission(2023) On the Energy Transition of the EU Fisheries and Aquaculture sector

Fisheries and Oceans Canada(2023) Canada's Fisheries Fast Fact 2023

NOAA FISHERIES(2021) Marine Aquaculture in the U.S.

NOAA(2022), NOAA Aquaculture Strategic Plan (2023-2028)

인터넷 자료

일본 농림수산성, <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kanky/seisaku/midori>(검색일: 2025.2.4.)

캐나다 Fisheries and Oceans Canada, Fisheries and Aquaculture Clean Technology Adoption Program Projects, <https://www.canada.ca/en/fisheries-oceans/news/2024/02/fisheries-and-aquaculture-clean-technology-adoption-program-projects.html>(검색일: 2024.10.23.)

호주 수산연구개발공사, <https://www.frdc.com.au/project/2023-011> (검색일: 2025.2.4.)

AustFishAquacStats_2022_Table, 2022, <https://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/fisheries/fisheries-data#australian-fisheries-and-aquaculture-statistics-2022>(검색일: 2025.2.4.)

Fisheries and Oceans Canada, 2023 to 2027 Departmental Sustainable Development Strategy, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sds-sdd/2023-2027/index-eng.html>(검색일: 2024.10.23.)

Fisheries and Oceans Canada, Fisheries and Aquaculture Clean Technology Adoption Program (FACTAP), <https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/business-entreprises/factap-patppa-eng.htm>(검색일: 2024.10.23.)

NOAA FISHERIES, Aquaculture Opportunity Areas, <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/aquaculture/aquaculture-opportunity-areas>(검색일: 2024.10.23.)

WEAREAQUACULTURE, A closer look at the US's draft national strategy on aquaculture, <https://weareaquaculture.com/news/aquaculture/a-closer-look-at-the-uss-draft-national-strategy-on-aquaculture>(검색일: 2024.10.23.)

일반사업 2024-07-01

글로벌 양식어업 기후변화 완화 방안 동향 조사

인쇄 2025년 2월 26일

발행 2025년 2월 28일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

비매품