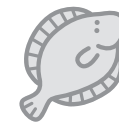


주요 양식품종 가치사슬 분석

강도다리

주요 양식품종
가치사슬 분석

강도다리



제 1 장

서론

제1절 연구 필요성 및 목적	8
1. 연구 필요성	8
2. 연구 목적	8
제2절 연구 방법 및 내용	9
1. 연구 방법	9
2. 연구 내용	11

제 2 장

종자 생산 및 경영 현황

제1절 생산 현황	14
1. 종자 생산 및 입식 현황	14
제2절 경영 현황	18
1. 종자 매출 및 생산비용 현황	18
2. 종자 매출이익 및 수익성(매출이익률)	20

제 3 장

생산 및 경영 현황

제1절 생산 현황	24
1. 강도다리 양식 생산량	24
2. 강도다리 양식 생산금액	26
제2절 경영 현황	28
1. 양식장 일반 현황	29
2. 초기 시설투자 비용	32
3. 운영비용	33

제 4 장

경제성 분석 및 비용 절감 방안

제1절 분석 방법 및 자료	38
제2절 경제성 분석 결과	40
1. 지역별 경제성 분석 결과	41
2. 비용 절감 방안	47

제 5 장

기술 개발 현황 및 향후 과제

제1절 현장 실태 조사	52
1. 문제점	52
2. 요구사항	54
제2절 기술 개발 동향	60
1. 양식 생산 기술 연구	60
2. 배합사료 연구	62
3. 백신 연구	63

제 6 장

유통 실태

제 7 장

가치 증대 방안

제1절 육종품종 및 부상사료 개발	70
1. 육종품종 개발 및 산업화	71
2. 부상사료 개발	76
제2절 다양한 가공식품 개발 및 시장 확대	77
제3절 지속가능양식수산물 인증 획득	79

참고문헌	82
------	----

표 목차

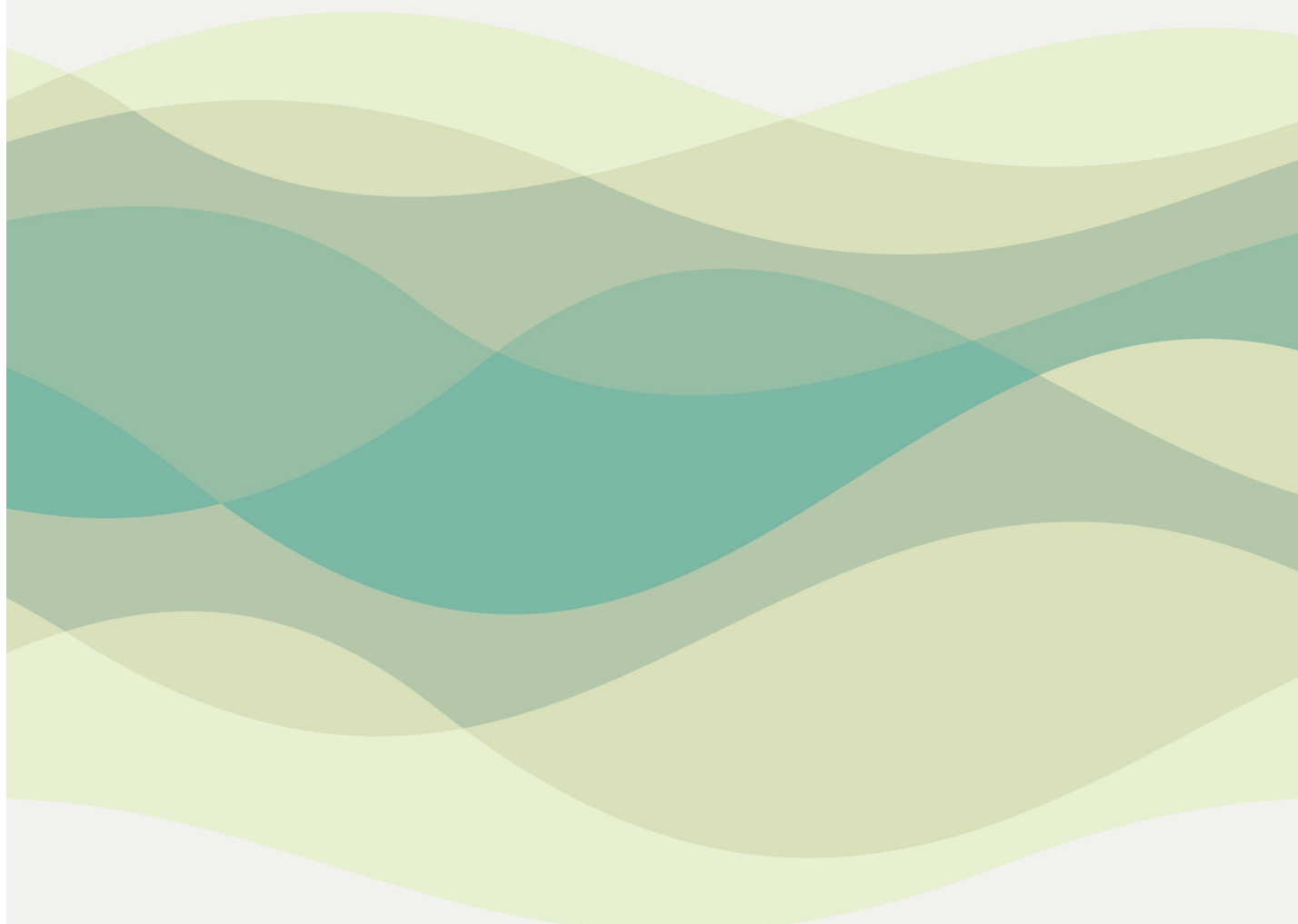
표 P2-1-1 주요 연구 내용	10
표 P2-3-1 지역별 강도다리 생산량 현황(2022년)	25
표 P2-3-2 지역별 강도다리 생산금액 현황(2022년)	27
표 P2-3-3 강도다리 양식장 지역별 분류	28
표 P2-3-4 강도다리 양식어가별 일반 현황(경북)	30
표 P2-3-5 강도다리 양식어가별 일반 현황(제주)	31
표 P2-3-6 강도다리 양식어가별 초기 시설투자비용 비중(경북)	32
표 P2-3-7 강도다리 양식어가별 초기 시설투자비용 비중(제주)	33
표 P2-3-8 강도다리 양식어가별 운영비용 비중(경북)	35
표 P2-3-9 강도다리 양식어가별 운영비용 비중(제주)	36
표 P2-4-1 강도다리 양식어가 경제성 분석 개요	39
표 P2-4-2 강도다리 양식어가별 경제성 분석 결과(경북)	40
표 P2-4-3 강도다리 양식어가별 경제성 분석 결과(제주)	41
표 P2-4-4 강도다리 지역별 경제성 분석 결과	42
표 P2-4-5 강도다리 표준 양식어가 경제성 분석 결과(경북)	43
표 P2-4-6 시장가격 민감도 분석 결과(경북)	44
표 P2-4-7 생존율 민감도 분석 결과(경북)	44
표 P2-4-8 강도다리 표준 양식어가 경제성 분석 결과(제주)	45
표 P2-4-9 시장가격 민감도 분석 결과(제주)	46
표 P2-4-10 생존율 민감도 분석 결과(제주)	47
표 P2-4-11 생산비용(%) 민감도 분석 결과(제주)	48
표 P2-4-12 생존율(%) 민감도 분석 결과(제주)	49
표 P2-4-13 시장가격(%) 민감도 분석 결과(제주)	49
표 P2-5-1 넙치 치어 사료비 절감 시나리오	63
표 P2-5-2 강도다리 주요 질병 증상과 치료·예방법	64
표 P2-5-3 강도다리 국내 기술 개발 동향	65
표 P2-6-1 강도다리 유통 경로	68
표 P2-7-1 연쇄상구균(<i>Streptococcus parauberis</i>) 백신	71
표 P2-7-2 강도다리 월별 입식량 및 폐사량(2023년)	71
표 P2-7-3 넙치 성어 생존율 증가 시나리오	74
표 P2-7-4 킹넙치 보급 비용 절감 시나리오	75

그림 목차

그림 P2-2-1	2021년 강도다리 종자 생산량	15
그림 P2-2-2	2021년 강도다리 종자 입식량	15
그림 P2-2-3	2022년 강도다리 종자 생산량	16
그림 P2-2-4	2022년 강도다리 종자 입식량(수정란)	16
그림 P2-2-5	2022년 강도다리 종자 입식량(치어)	17
그림 P2-2-6	2021년 강도다리 종자 매출액	18
그림 P2-2-7	2021년 강도다리 종자 생산비용	19
그림 P2-2-8	2022년 강도다리 종자 매출액	19
그림 P2-2-9	2022년 강도다리 종자 생산비용	20
그림 P2-2-10	2021년 강도다리 종자 매출이익	21
그림 P2-2-11	2021년 강도다리 종자 수익성(매출이익률)	21
그림 P2-2-12	2022년 강도다리 종자 매출이익	22
그림 P2-2-13	2022년 강도다리 종자 수익성(매출이익률)	22
그림 P2-3-1	강도다리 생산량 현황(2007~2022년)	25
그림 P2-3-2	강도다리 생산량과 납치 폐사량	26
그림 P2-3-3	강도다리 생산금액 현황(2007~2022년)	27
그림 P2-5-1	강도다리 양식업계 심층 인터뷰 조사 결과(문제점)	54
그림 P2-5-2	경북, 제주 강도다리 양식어가수 변화(2006~2022년)	57
그림 P2-5-3	강도다리 양식업계 향후 과제 분석	59
그림 P2-5-4	친환경 스마트양식 4.0의 미래	61
그림 P2-7-1	<i>Aeromonas salmonicida</i> 에 감염된 강도다리	72
그림 P2-7-2	염분농도에 따른 자어의 로티퍼 1회 섭취량	73
그림 P2-7-3	광어 순살 펫푸드	78
그림 P2-7-4	선어 광어회와 연어회	78
그림 P2-7-5	제주광어어묵	78
그림 P2-7-6	유아시장 대상 가정간편식(HMR) 사례	78
그림 P2-7-7	MSC 인증 Flounder Fillets	80

제1장

서론



제1절

연구 필요성 및 목적

1 | 연구의 필요성

현재 산업적 한계에 직면하고 있는 양식업의 지속가능한 발전을 위해서는 양식업 생산의 비용 절감 및 양식수산물의 가치 증대를 위한 방안 마련이 필요하다. 특히 양식업의 생산경쟁력 강화를 위한 R&D 기술 개발이 필요하므로, 양식품종 경제성 분석을 통한 R&D 기술 개발 과제 도출과 경쟁력 확보를 위한 타당성 검토가 이루어져야 한다. 그리고 양식수산물의 시장경쟁력 강화를 위해 생산과 유통 및 소비 단계에 대한 조사·분석을 통해 양식수산물의 가치를 증대시킬 수 있는 방안 마련도 필요한 실정이다.

2 | 연구 목적

본 연구에서는 육상수조식 강도다리 양식업을 대상으로 생산 비용 절감 방안을 마련하고 이에 대한 경제성 분석을 실시하여 R&D 기술 개발 과제를 도출하고자 한다. 또한 유통 및 소비과정에 대한 분석을 통해 생산물의 가치를 증대시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

제2절

연구 방법 및 내용

1 | 연구 방법

앞서 제시한 연구의 필요성과 목적을 바탕으로 연구의 범위는 다음과 같이 설정하였다. 구체적으로 연구의 대상 품목은 주요 양식수산물 중 강도다리를 대상으로 선정하였다. 구체적으로 강도다리의 가치사슬을 분석하기 위해 크게 6개 분야에 대해 조사와 분석을 실시하였다.

첫 번째는 강도다리 종자의 생산 및 경영실태를 파악하기 위해 한국수산자원공단의 실태 조사를 활용하여 표본 업체별 입식량, 생산량 및 매출 현황 등을 분석하였다.

두 번째로 강도다리 양식어가의 생산 및 경영실태를 파악하기 위해 현장 실태에 대한 설문 및 통계자료를 근거로 한 분석을 실시하였다. 구체적으로 입식량, 생존율, 성장률 등 생산현황에 대한 조사와 비용 및 수익, 생산단가 등 경영실태를 조사하여 최종적으로 생산 및 경영 현황을 파악하였다.

세 번째로는 양식생산 비용 절감 방안을 모색하기 위해 강도다리의 경제성 분석을 실시하였다. 구체적으로는 강도다리 양식 어가에 대한 경영조사 결과를 바탕으로 경제성을 분석하고, 지역의 차이에 따른 경제성 결과를 비교 분석하였다. 또한

이러한 분석 결과를 바탕으로 민감도 분석을 통해 생산비용 절감 방안 등에 따른 경제성 분석을 추가적으로 실시하였다.

네 번째는 양식기술 개발 현황 및 향후 연구개발 과제를 도출하기 위해 어업인 요구기술 등에 대한 현장 실태 조사를 실시하고, 문헌자료 조사를 통한 기술 개발 현황 및 향후 기술과제를 분석하였다. 특히 국립수산물과학원 등 국내 R&D 현황을 조사하였고, 연구과제 분석대상을 보다 구체화하였다.

다섯 번째로 강도다리의 유통 실태를 조사하기 위해 현장 실태 조사 및 문헌자료 조사를 실시하였다. 마지막으로 현장 실태 조사 및 문헌/통계자료 조사를 기반으로 향후 양식수산물의 가치를 증대시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 이러한 본 연구의 주요 내용을 정리하면 <표 P2-1-1>과 같다.

표 P2-1-1 | 주요 연구 내용

구분	내용
종자 생산 및 경영 현황	통계자료 조사를 통해 강도다리 종자 생산 및 경영 현황 분석
양식어가 생산 및 경영 현황	현장 실태에 대한 설문 및 통계자료 조사를 통해 강도다리 생산 및 경영 현황 분석
양식생산 비용 절감 방안	강도다리 지역별 경제성 분석, 생산비용 절감 방안에 따른 민감도 분석
양식기술 개발 현황 및 향후 연구개발 과제	현장 실태 조사와 문헌자료 조사를 통한 기술 개발 현황 및 향후 기술과제 분석
유통 실태	현장 실태 조사 및 문헌자료 조사를 통한 강도다리 원가 및 가격 변화 등 분석
가치 증대 방안	현장 실태 조사 및 문헌/통계자료 조사를 통한 강도다리 부가가치 증대 방안 분석

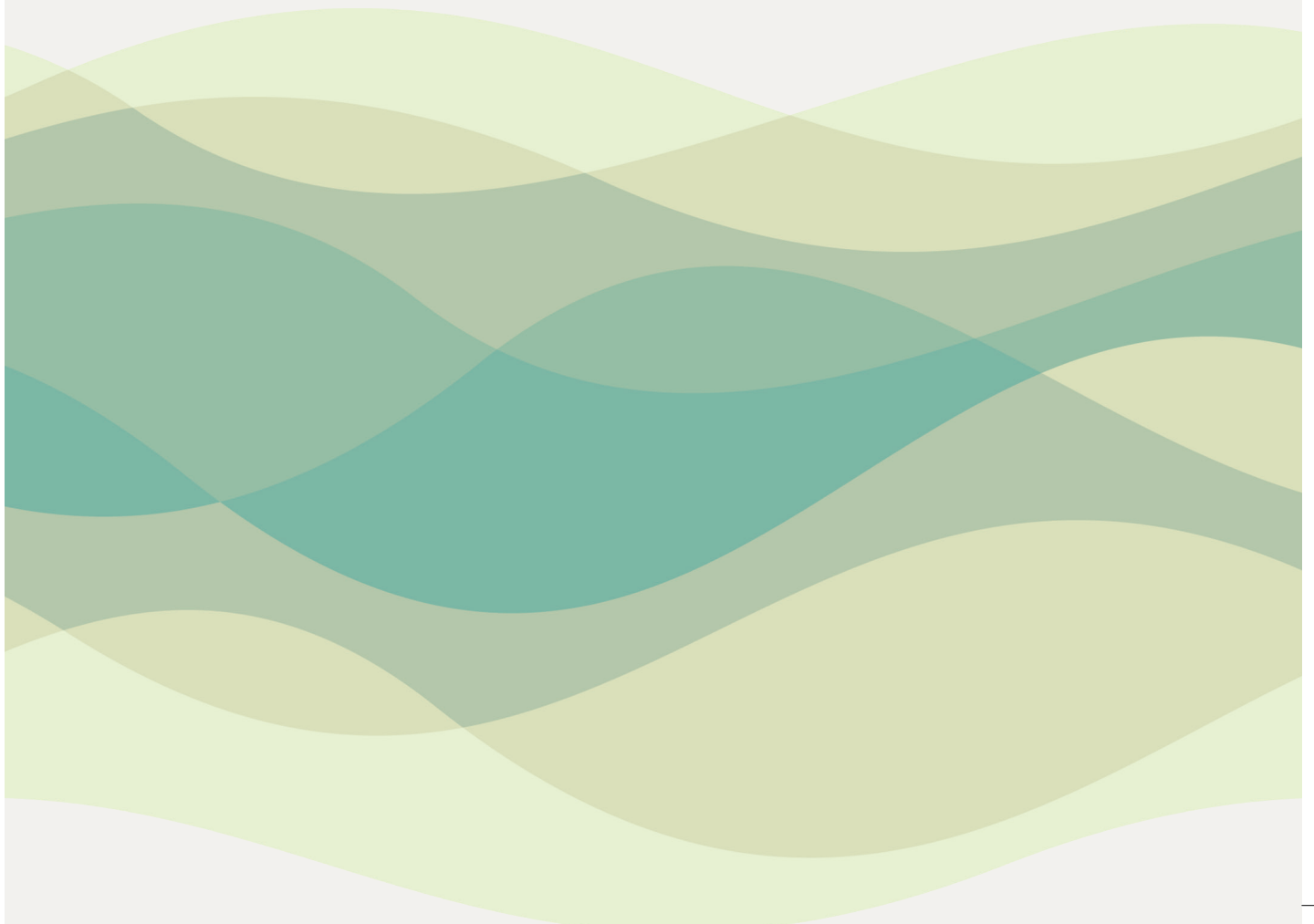
2 | 연구 내용

연구의 주요 내용은 크게 ① 종자 생산 및 경영실태 조사, ② 양식어가 생산 및 경영실태 조사, ③ 양식생산 비용 절감 방안 모색, ④ 양식기술 개발 현황 및 향후 연구개발 과제 도출, ⑤ 강도다리 유통 실태 조사, ⑥ 강도다리 가치 증대 방안 분석으로 구성한다.

본 연구에서는 이러한 내용을 크게 7장으로 구분하여 서술하였다. 우선 제1장에서는 본 연구의 필요성 및 목적 그리고 연구의 내용과 방법을 제시하였으며 제2장에서는 강도다리 종자의 표본 업체별 생산 및 경영 실태를 파악하였다. 제3장은 강도다리에 대한 국내 생산 현황과 더불어 양식어가의 경영 현황을 살펴보았다. 제4장에서는 강도다리 양식어가의 경제성 분석 결과를 제시하였으며, 강도다리의 민감도 분석 결과를 검토하여 비용 절감 방안을 제시하였다. 제5장은 강도다리 양식업의 기술 개발 현황을 살펴보고 향후 필요한 연구개발 과제를 도출하였으며 제6장에서는 강도다리의 유통 실태를 조사하기 위해 강도다리의 유통 경로를 살펴보았다. 이러한 내용을 기반으로 마지막 제7장에서는 강도다리의 가치 증대 방안을 제시하였다.

제2장

종자 생산 및 경영 현황



제1절

생산 현황

1 | 종자 생산 및 입식 현황

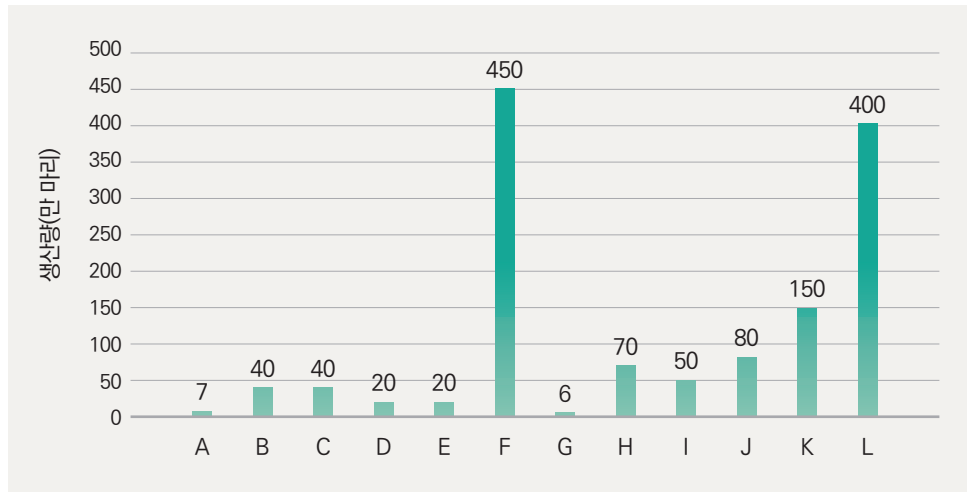
한국수산자원공단은 2021년부터 매년 수산종자 생산업 실태 조사를 실시하고 있다. 실태 조사는 전국 지자체 수산종자생산업 허가를 받은 강도다리 업체를 대상으로 전수조사하는 방식으로, 해당 자료는 실태 조사의 유효 응답 건수에 한해 작성하였다.

2021년 표본 12개 업체(A~L)를 대상으로 한 강도다리 종자 생산량은 평균 111만 마리이며, 입식량은 평균 5,250cc로 조사되었다. 구체적으로 생산량은 최소 6만 마리에서 최대 450만 마리로 나타났으며 ([그림 P2-2-1] 참고), 입식량은 최소 500cc에서 최대 30,000cc로 나타났다([그림 P2-2-2] 참고).

2022년 표본 13개 업체(A~M)를 대상으로 한 강도다리 종자 생산량은 평균 164만 마리이며 입식량은 평균 4,600cc로 조사되었다. 구체적으로 생산량은 최소 20만 마리에서 최대 600만 마리로 나타났으며([그림 P2-2-3] 참고), 입식량은 최소 1,000cc에서 최대 14,000cc로 나타났다([그림 P2-2-4] 참고). 한편 조사된 업체 중 강도다리 수정란 이외에도 강도다리 치어를 입식하는 업체는 4개로 조사

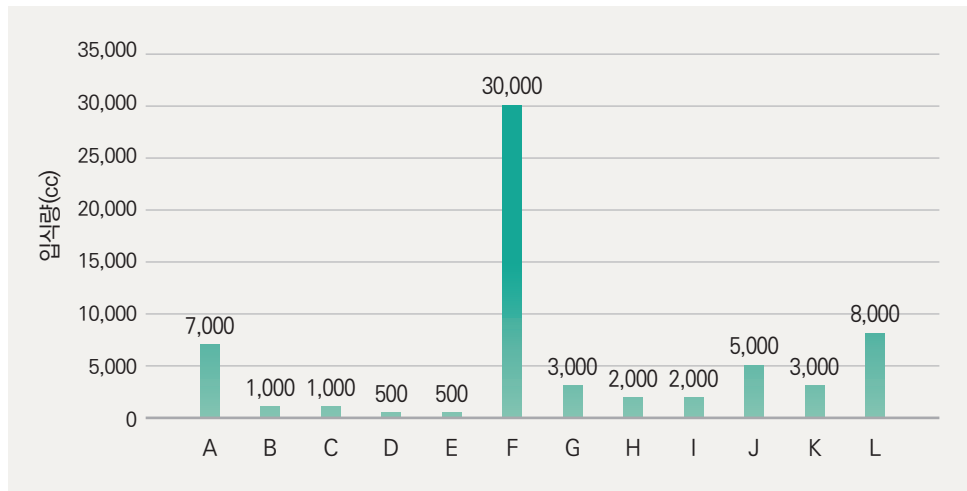
되었다. 이들 업체의 평균 치어 입식량은 155만 마리이며, 최소 50만 마리에서 최대 300만 마리를 입식하는 것으로 나타났다(그림 P2-2-5] 참고).

그림 P2-2-1 | 2021년 강도다리 종자 생산량



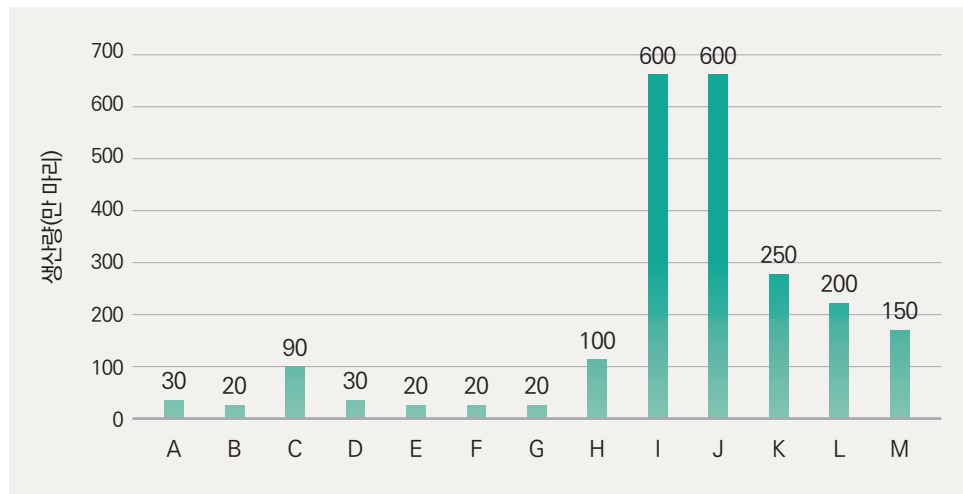
자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-2 | 2021년 강도다리 종자 입식량



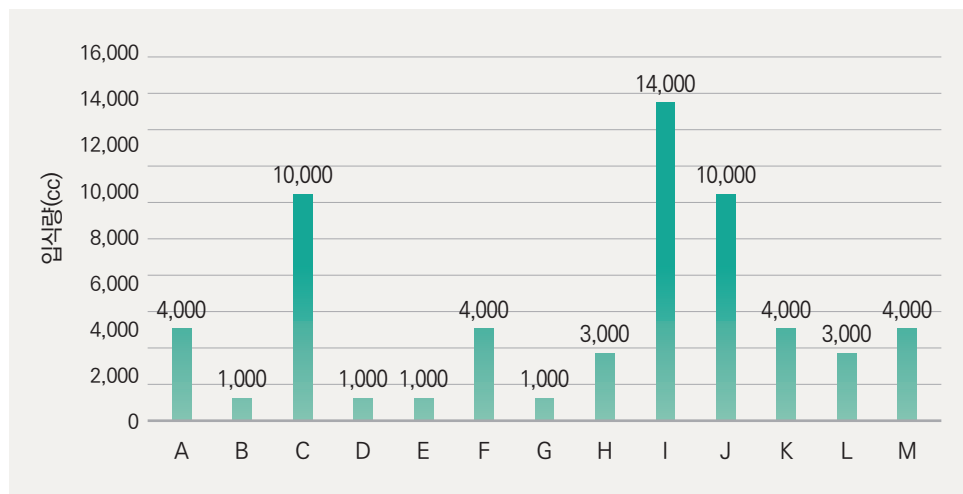
자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-3 | 2022년 강도다리 종자 생산량



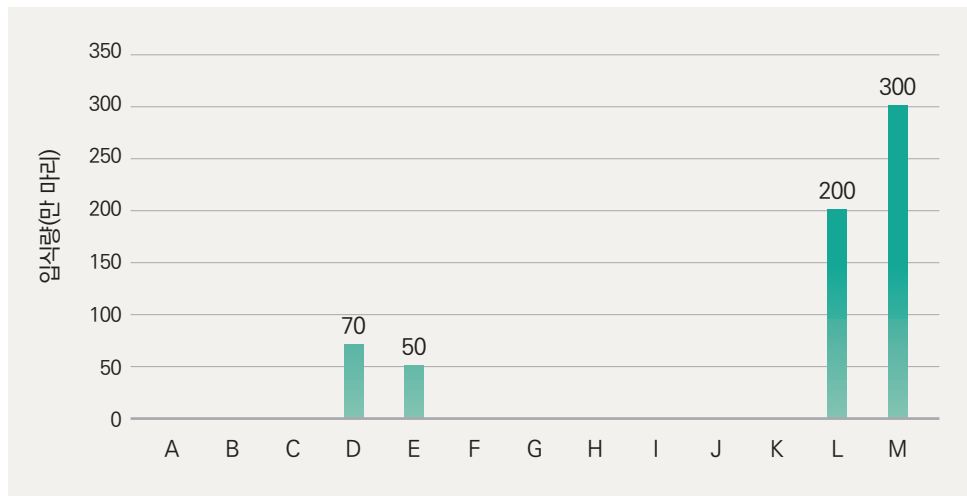
자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-4 | 2022년 강도다리 종자 입식량(수정란)



자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-5 | 2022년 강도다리 종자 입식량(치어)



자료 : 한국수산자원공단(2023)

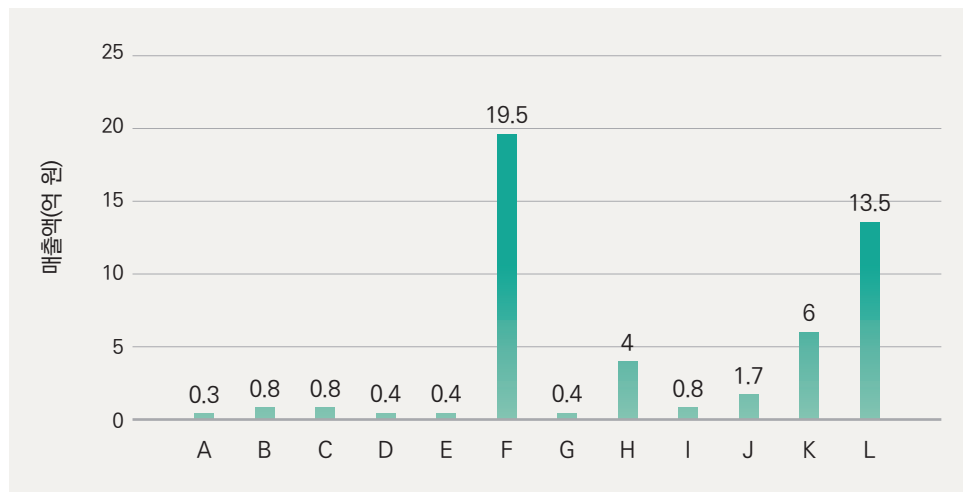
제2절

경영 현황

1 | 종자 매출 및 생산비용 현황

2021년 표본 12개 업체(A~L)를 대상으로 한 강도다리 종자 매출액은 평균 4억원, 생산비용은 평균 3억 원으로 조사되었다. 구체적으로 매출액은 최소 3천만 원에서 최대 19억 5천만 원으로 나타났으며(그림 P2-2-6) 참고), 생산비용은 최소 3천만 원에서 최대 8억 5천만 원으로 나타났다(그림 P2-2-7) 참고).

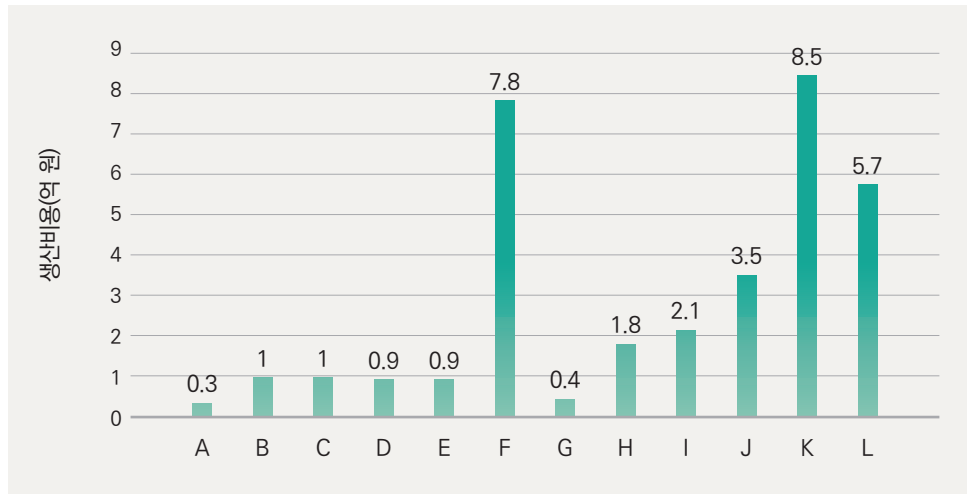
그림 P2-2-6 | 2021년 강도다리 종자 매출액



자료 : 한국수산자원공단(2023)

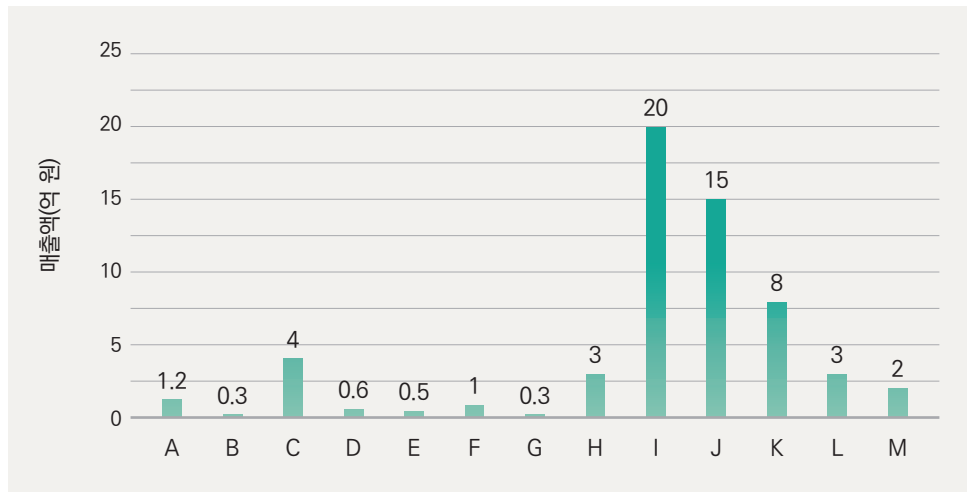
2022년 표본 13개 어가(A~M)를 대상으로 한 강도다리 종자 매출액은 평균 5억 원, 생산비용은 평균 4억 원으로 조사되었다. 구체적으로 매출액은 최소 3천만 원에서 최대 20억 원으로 나타났으며(그림 P2-2-8) 참고), 생산비용은 최소 2천만 원에서 최대 17억 3천만 원으로 나타났다(그림 P2-2-9) 참고).

그림 P2-2-7 | 2021년 강도다리 종자 생산비용



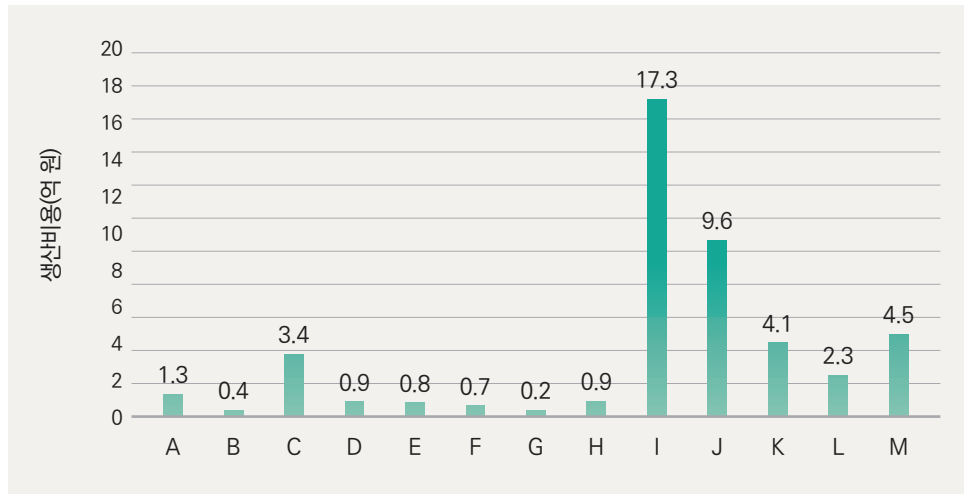
자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-8 | 2022년 강도다리 종자 매출액



자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-9 | 2022년 강도다리 종자 생산비용



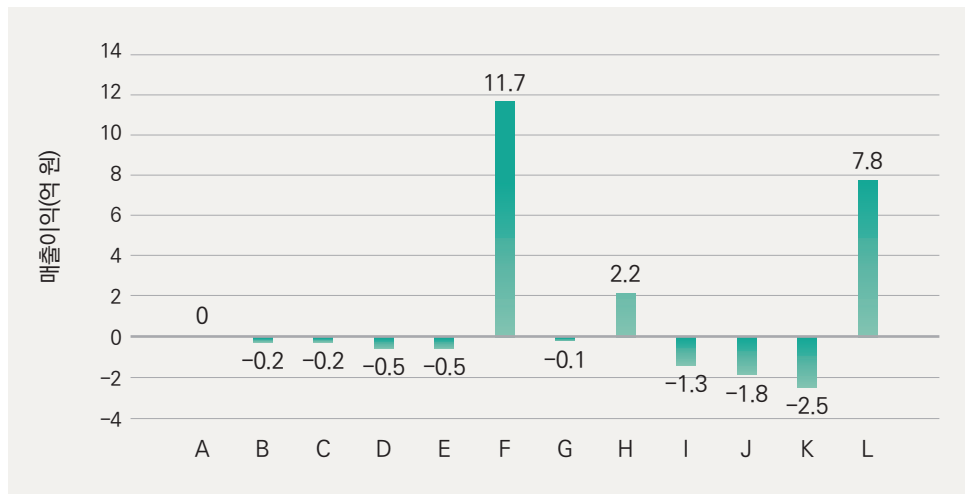
자료 : 한국수산자원공단(2023)

2 | 종자 매출이익 및 수익성(매출이익률)

2021년 표본 12개 어가(A~L)를 대상으로 한 강도다리 종자 매출이익은 평균 1억 2천만 원, 수익성(매출이익률)은 평균 -38%로 조사되었다. 구체적으로 매출이익은 최소 -2억 5천만 원에서 최대 11억 7천만 원으로 나타났으며(그림 P2-2-10) 참고), 수익성(매출이익률)은 최소 -165%에서 최대 60%로 나타났다(그림 P2-2-11) 참고).

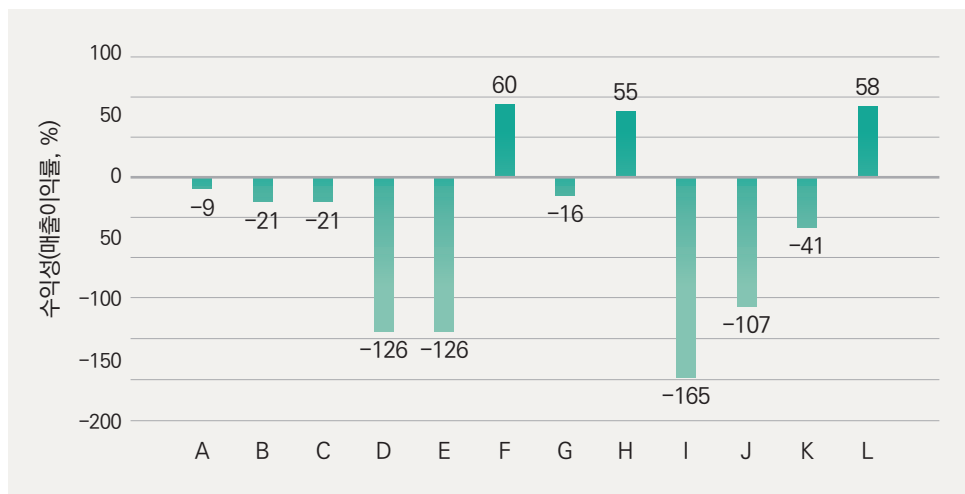
다음으로 2022년 표본 13개 어가(A~M)를 대상으로 한 강도다리 종자 매출이익은 평균 9천만 원, 수익성(매출이익률)은 평균 -4%로 조사되었다. 구체적으로 매출이익은 최소 -2억 5천만 원에서 최대 5억 4천만 원으로 나타났으며(그림 P2-2-12) 참고), 수익성(매출이익률)은 최소 -126%에서 최대 70%로 나타났다(그림 P2-2-13) 참고). 이렇듯 2021년과 2022년 매출액과 매출이익률의 차이는 표본으로 선정된 종자 생산업체의 규모 차이에서 기인한다.

그림 P2-2-10 | 2021년 강도다리 종자 매출이익



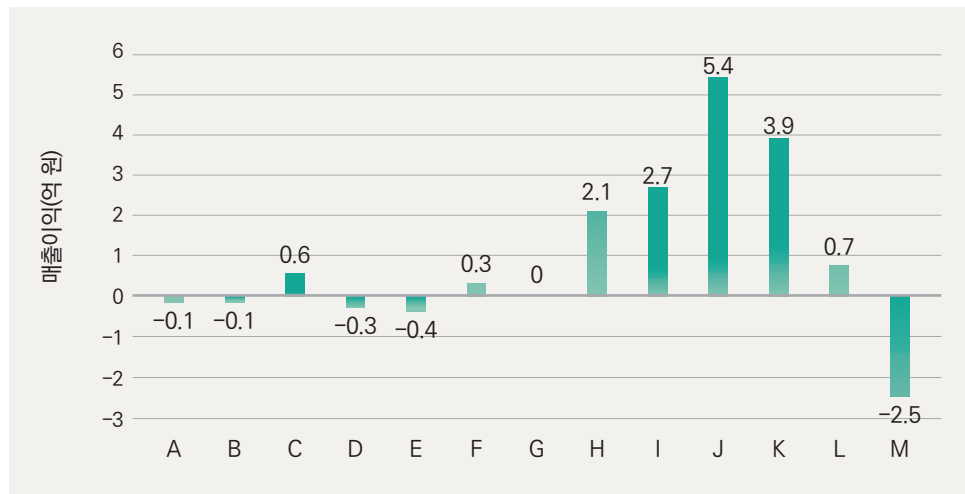
자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-11 | 2021년 강도다리 종자 수익성(매출이익률)



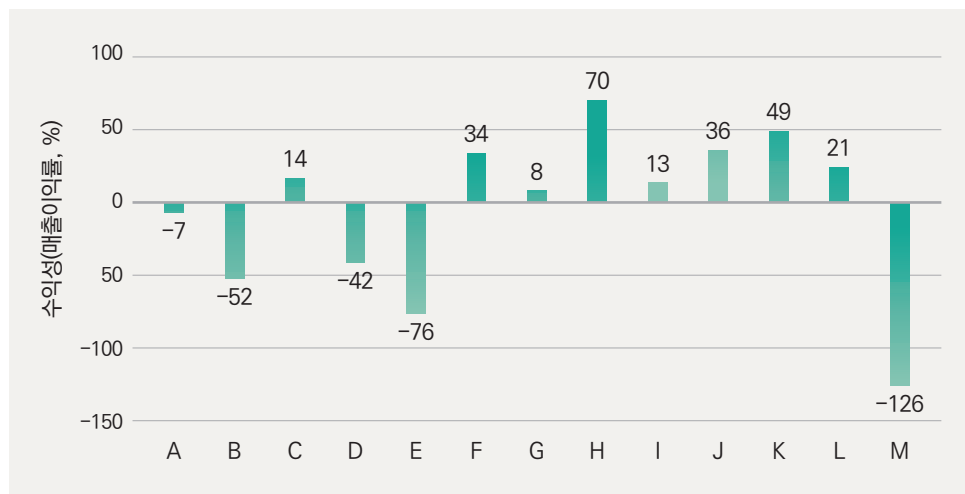
자료 : 한국수산자원공단(2023)

그림 P2-2-12 | 2022년 강도다리 종자 매출이익



자료 : 한국수산자원공단(2023)

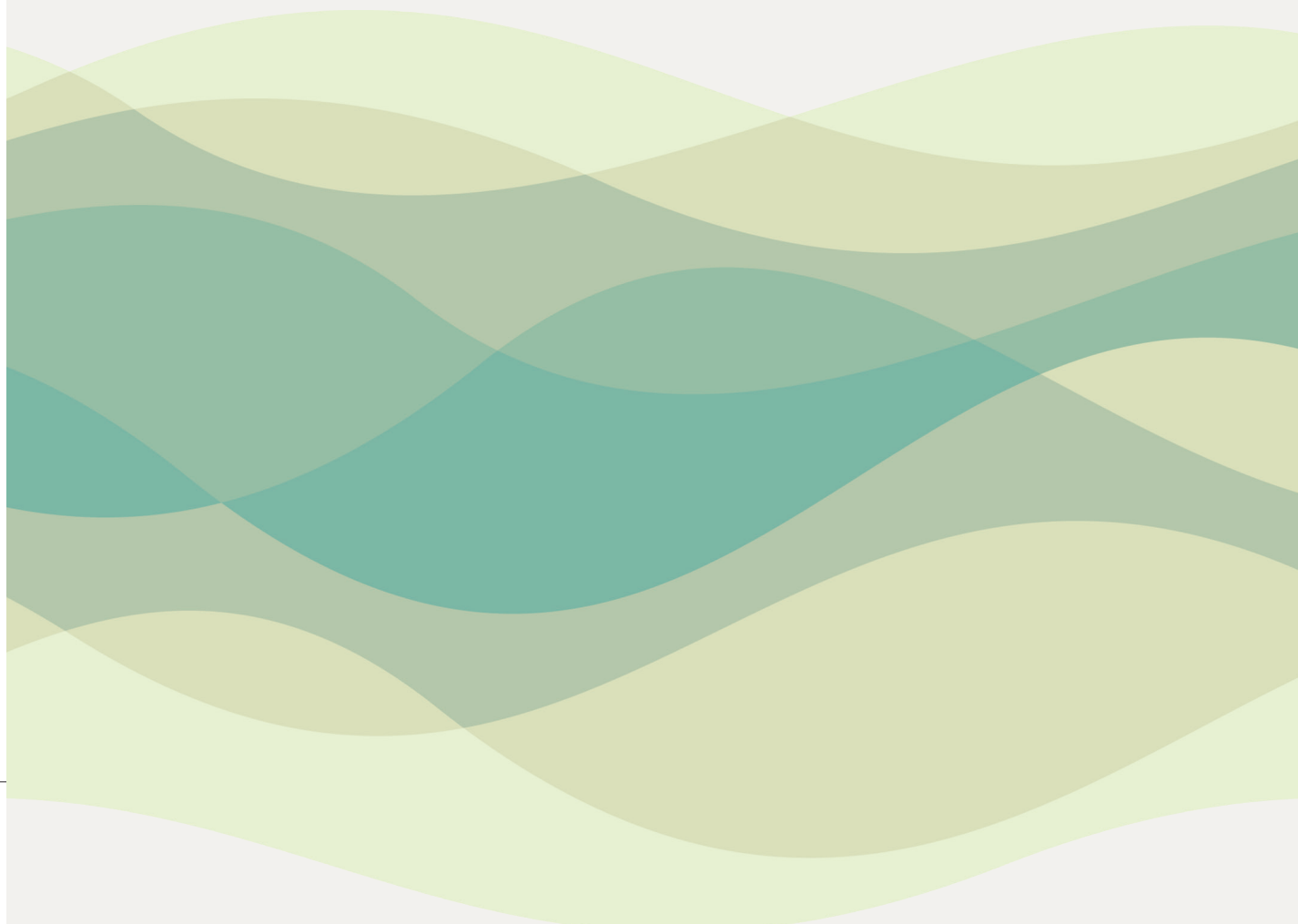
그림 P2-2-13 | 2022년 강도다리 종자 수익성(매출이익률)



자료 : 한국수산자원공단(2023)

제3장

생산 및
경영 현황



제1절

생산 현황

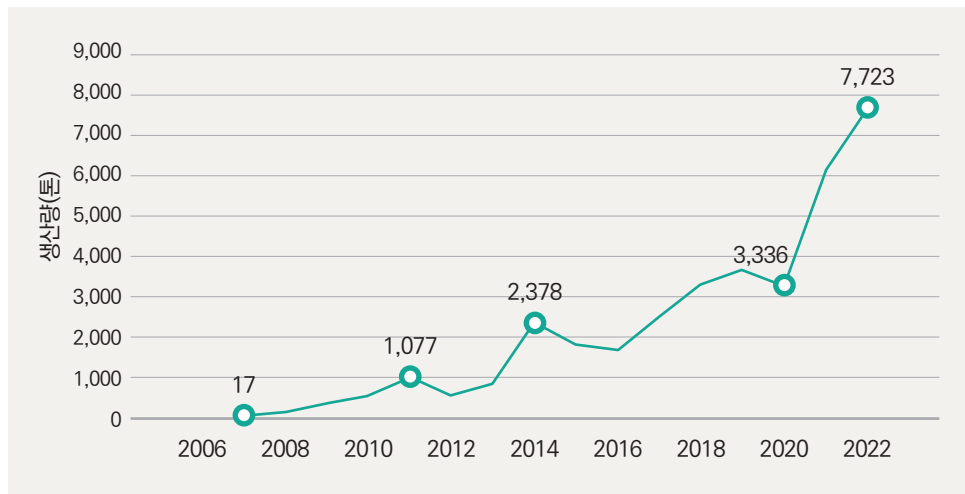
1 | 강도다리 양식 생산량

강도다리는 1990년대 말까지 동해안 일부 지역에서 저수온 시기에 어획만으로 생산되었다. 2004년 국립수산물과학원이 인공종자 대량생산 기술 개발에 성공한 이후 2005년부터 수정란과 양식기술을 보급한 것이 동해안에서 어류를 양식하는 계기가 되어 국내 강도다리 양식이 시작되었다(국립수산물과학원, 2019).

강도다리 양식업 생산량은 [그림 P2-3-1]에서 보는 바와 같이, 강도다리 양식 기술이 전국적으로 보급이 시작된 2007년 17톤을 시작으로 점진적으로 증가하여 2011년 1,077톤을 기록한 후 잠시 정체기가 있었으나 2014년 2,378톤으로 증가하였다. 이후 증감을 반복하다가 최근 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히 2020년 3,336톤에서 2022년 현재 7,723톤으로 3년간 생산량이 2배 이상 급증하였다.

2022년 기준 지역별 생산량을 살펴보면, <표 P2-3-1>에 정리된 바와 같이, 제주 지역이 47%, 경북 40%, 전남 5%, 그리고 울산 4% 순으로 조사되었다(통계청, 2023).

그림 P2-3-1 | 강도다리 생산량 현황(2007~2022년)



자료 : 통계청(2023)

표 P2-3-1 | 지역별 강도다리 생산량 현황(2022년)

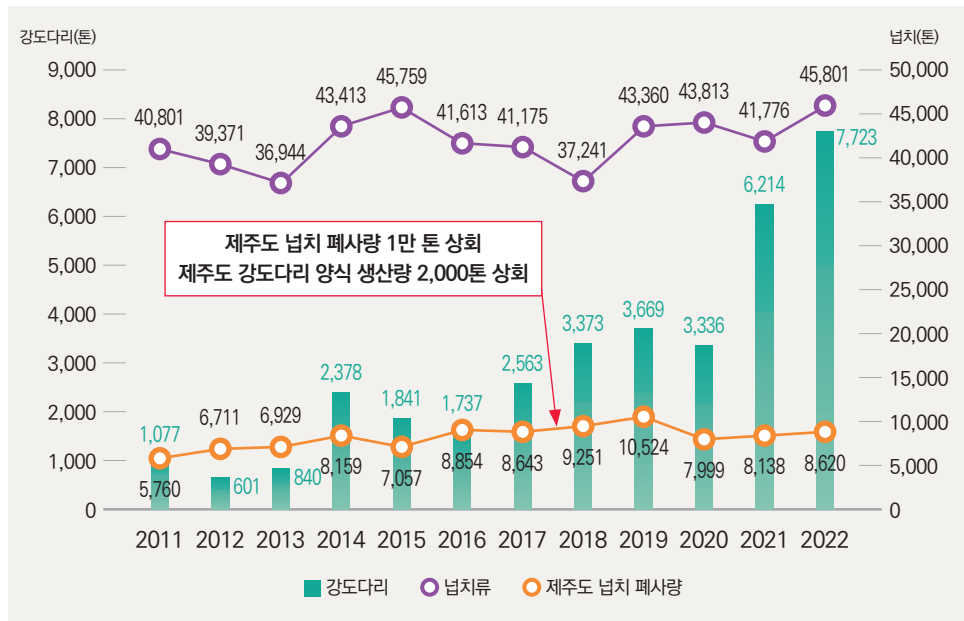
(단위 : 톤)

구분	생산량	비율
제주도	3,613	47%
경상북도	3,122	40%
전라남도	393	5%
울산광역시	284	4%
기타	313	4%
합계	7,723	100%

자료 : 통계청(2023)

강도다리 생산량과 제주도 넙치 폐사량의 연관성은 [그림 P2-3-2]에서 확인할 수 있다. 주요 강도다리 양식 지역인 제주지역의 경우, 2019년 제주도 넙치 폐사량이 1만 톤을 넘어선 시점의 강도다리 양식 생산량은 3,000톤을 상회하였다. 이후 2021년에는 강도다리 양식 생산량이 2배 이상 증가한 6,000톤 이상으로 나타나고 있다.

그림 P2-3-2 | 강도다리 생산량과 넙치 폐사량



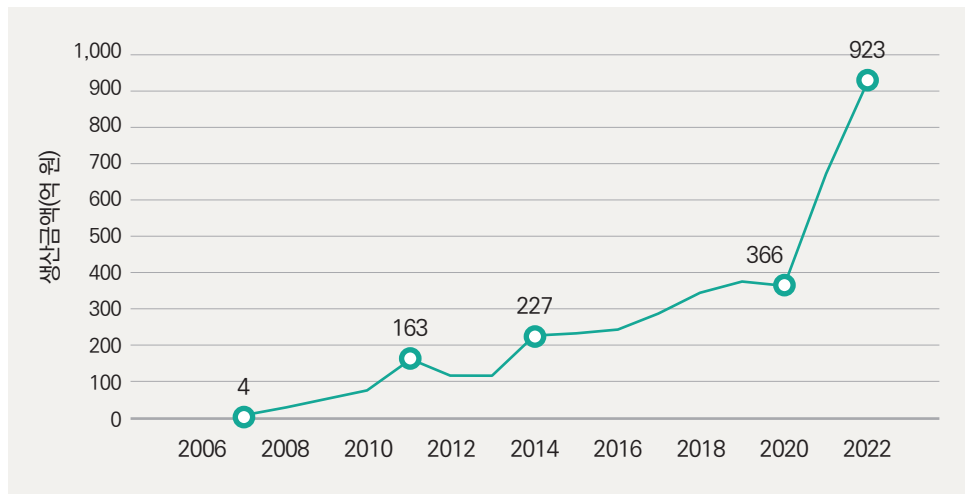
자료 : 통계청(2023), 제주어류양식수협(2022)

2 | 강도다리 양식 생산금액

강도다리의 양식 생산금액 변화는 [그림 P2-3-3]에 제시된 바와 같다. 2007년 4억 원을 시작으로 2011년에는 163억 원, 2014년에는 227억 원을 기록하였다. 이후 현재까지 증가하는 추세를 보이며, 특히 2020년부터 2022년 현재까지 생산 금액이 366억 원에서 923억 원으로 약 2.5배 수준으로 급증하고 있다.

2022년 기준 지역별 생산금액을 살펴보면, <표 P2-3-2>에서 정리된 바와 같이, 제주 53%, 경북 36%, 전남 4%, 그리고 울산 3% 순을 차지하고 있다(통계청, 2023).

그림 P2-3-3 | 강도다리 생산금액 현황(2007~2022년)



자료 : 통계청(2023)

표 P2-3-2 | 지역별 강도다리 생산금액 현황(2022년)

(단위 : 억 원)

구분	생산금액	비율
제주도	490	53%
경상북도	332	36%
전라남도	41	4%
울산광역시	30	3%
기타	31	3%
합계	923	100%

자료 : 통계청(2023)

제2절

경영 현황

본 연구에서는 강도다리 양식업의 경영실태를 파악하기 위해 강도다리 양식어를 대상으로 경영조사를 실시하였다. <표 P2-3-3>에서 정리된 바와 같이, 총 18개소의 양식장을 대상으로 2023년 5월부터 7월까지 조사를 실시하였다. 구체적으로 지역별로 살펴보면 경상북도에 위치한 어가 9개소, 제주도에 위치한 어가 9개소이며, 모두 육상수조식 방법을 활용하고 있었다.

표 P2-3-3 | 강도다리 양식장 지역별 분류

구분	육상수조식	합계
경북	K-1), K-2), K-3), K-4), K-5), K-6), K-7), K-8), K-9)	9개소
제주	J-1), J-2), J-3), J-4), J-5), J-6), J-7), J-8), J-9)	9개소
합계	18개소	-

그리고 해당 양식어가들을 대상으로 일반적인 양식업 현황부터 경영현황에 대하여 조사를 실시하였으며 특히 경영현황은 초기시설투자비용과 운영비용을 조사하였다.

1 | 양식장 일반 현황

강도다리 양식어가별 일반 현황은 아래 <표 P2-3-4>~<표 P2-3-5>에서 정리된 바와 같다. 이때 조사 항목은 종자 입식량, 양식장 수면적, 양식 생산량, 사육기간, 단위면적당 양식 생산량, 출하 시 중량, 생존율, 출하가격 등이다.

종자 입식량은 양식장 수면적에 따라 상이하지만, 최소 13만 마리에서 최대 100만 마리로 평균 약 40만 마리의 종자를 외부에서 구매하여 입식하는 것으로 나타났다. 양식장 수면적은 최소 990㎡에서 최대 14,190㎡ 범위로 평균 약 4,301㎡인 것으로 나타났다.

그리고 양식 생산량의 경우 최소 30톤에서 최대 300톤으로 나타났으며 평균 약 120톤으로 나타났다. 생존율은 최소 60%에서 최대 95%의 범위로 나타났으며 평균 약 80%로 조사되었다. 출하가격은 최소 9,000원/kg에서 최대 13,750원/kg 범위로 나타났으며 평균 11,000원/kg으로 조사되었다.

표 P2-3-4 | 강도다리 양식어가별 일반 현황(경북)

(단위 : %)

항목	단위	육상수조식(경북)								
		K-1)	K-2)	K-3)	K-4)	K-5)	K-6)	K-7)	K-8)	K-9)
종자 입식량	(만 마리)	40	15	13	30	40	72	40	40	30
양식장 수면적	(㎡)	3,300	990	2,418	3,265	4,298	3,967	2,940	2,950	1,389
양식 생산량	(톤/년)	120	40	30	100	110	100	80	80	40
사육기간	(일/년)	365	365	365	365	365	365	365	365	365
단위면적당 양식 생산량	(kg/㎡)	36.4	40.4	12.4	30.6	25.6	25.2	27.2	27.1	28.8
출하시 중량(평균)	(g/마리)	300	300	300	375	300	320	300	400	350
생존율	%	80	90	70	67.5	85	60	75	87.5	80
출하가격	(원/kg)	10,000	11,500	9,000	12,500	11,000	10,000	10,000	10,000	9,500

표 P2-3-5 | 강도다리 양식어가별 일반 현황(제주)

(단위 : %)

항목	단위	육상수조식(제주)							
		J-1	J-2	J-4	J-5	J-6	J-7	J-8	J-9
종자 입식량	(만 마리)	100	25	40	50	50	20	45	29
양식장 수면적	(㎡)	14,190	3,135	6,600	5,082	4,950	1,716	5,996	5,940
양식 생산량	(톤/년)	300	70	150	135	200	140	175	150
사육기간	(일/년)	365	365	365	365	365	365	365	365
단위면적당 양식 생산량	(kg/㎡)	21.1	22.3	22.7	26.6	40.4	81.6	29.2	25.3
출하시 중량(평균)	(g/마리)	550	363	475	415	450	700	550	415
생존율	%	70	90	87.5	95	80	95	70	65
출하가격	(원/kg)	13,500	13,750	10,000	12,125	11,250	12,600	10,000	10,500

참고: J-3) 양식장 실태 조사 자료 누락으로 인해 제외함

2 | 초기 시설투자 비용

강도다리 양식어가별 초기 시설투자 비용은 아래 <표 P2-3-6>~<표 P2-3-7>에 정리된 바와 같다. 이때 비용은 부지매입비, 수조시설비, 그 외 시설비로 분류하였다. 부지매입비는 양식장 부지에 대한 비용이며, 수조시설비는 각종 수조에 대한 비용이다. 수조 외 시설비는 수조시설비를 제외한 설비에 대한 비용으로 항목은 양식장마다 상이하지만 수증 펌프, 급수용 펌프, 사료혼합기, 발전기, 전기 컨트롤 패널 등은 공통적으로 구비되어 있다.

조사 결과, 초기 시설투자 비용 중 가장 많은 비중을 차지하는 항목은 대체로 수조시설비인 것으로 나타났다. 예를 들어 'K-1'의 경우 초기시설투자비용은 수조시설비, 그 외 시설비, 부지매입비 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

표 P2-3-6 | 강도다리 양식어가별 초기 시설투자비용 비중(경북)

(단위 : %)

항목	육상수조식(경북)				
	K-1)	K-2)	K-3)	K-4)	K-5)
부지매입비	30	21	30	35	33
수조시설비	36	43	32	41	45
그 외 시설비	34	36	38	24	22
합계	100	100	100	100	100

항목	육상수조식(경북)			
	K-6)	K-7)	K-8)	K-9)
부지매입비	68	22	38	11
수조시설비	16	24	40	14
그 외 시설비	16	54	22	75
합계	100	100	100	100

표 P2-3-7 | 강도다리 양식어가별 초기 시설투자비용 비중(제주)

(단위 : %)

항목	육상수조식(제주)			
	J-1)	J-2)	J-4)	J-5)
부지매입비	15	19	20	38
수조시설비	67	70	73	49
그 외 시설비	18	11	7	13
합계	100	100	100	100

항목	육상수조식(제주)			
	J-6)	J-7)	J-8)	J-9)
부지매입비	13	23	15	9
수조시설비	77	49	77	77
그 외 시설비	10	28	8	14
합계	100	100	100	100

3 | 운영비용

강도다리 양식어가별 1회 양식기간 동안 발생한 운영 비용은 다음 <표 P2-3-8>~<표 P2-9>에 정리된 바와 같다. 이때 조사 항목은 종자구입비, 사료비,약품비, 기타재료비, 인건비, 시설유지비, 수도광열비, 관리비, 판매비, 임차료, 이자비용, 감가상각비 등이다. 기타재료비는 라이너, 미생물, 영양제, 액화산소 등을 비롯한 재료비를 의미하며, 시설유지비는 소모품의 유지 및 수리 비용을 의미한다. 또한 수도광열비는 유류 및 전기비용을 의미하며, 기타관리비는 수도광열비 외 주부식비, 사무비, 제세공과금 등을 의미한다.

조사 결과, 양식장의 운영 비용에서 가장 많은 비중을 차지한 항목은 경북지역은 사료비와 종자구입비, 제주지역은 사료비와 수도광열비로 나타났다. 예를 들

어 'K-1'의 경우 사료비(38.3%)와 종자구입비(19.1%)가 가장 많은 비중을 차지하였으며, 다음으로 인건비, 수도광열비, 관리비 순으로 나타났다. 'J-6'의 경우 사료비(48%)와 수도광열비(13.2%)가 가장 많은 비중을 차지한 항목으로 나타났으며, 다음으로 종자구입비, 감가상각비, 인건비 순으로 나타났다.

표 P2-3-8 | 강도다리 양식어가별 운영비용 비중(경북)

(단위 : %)

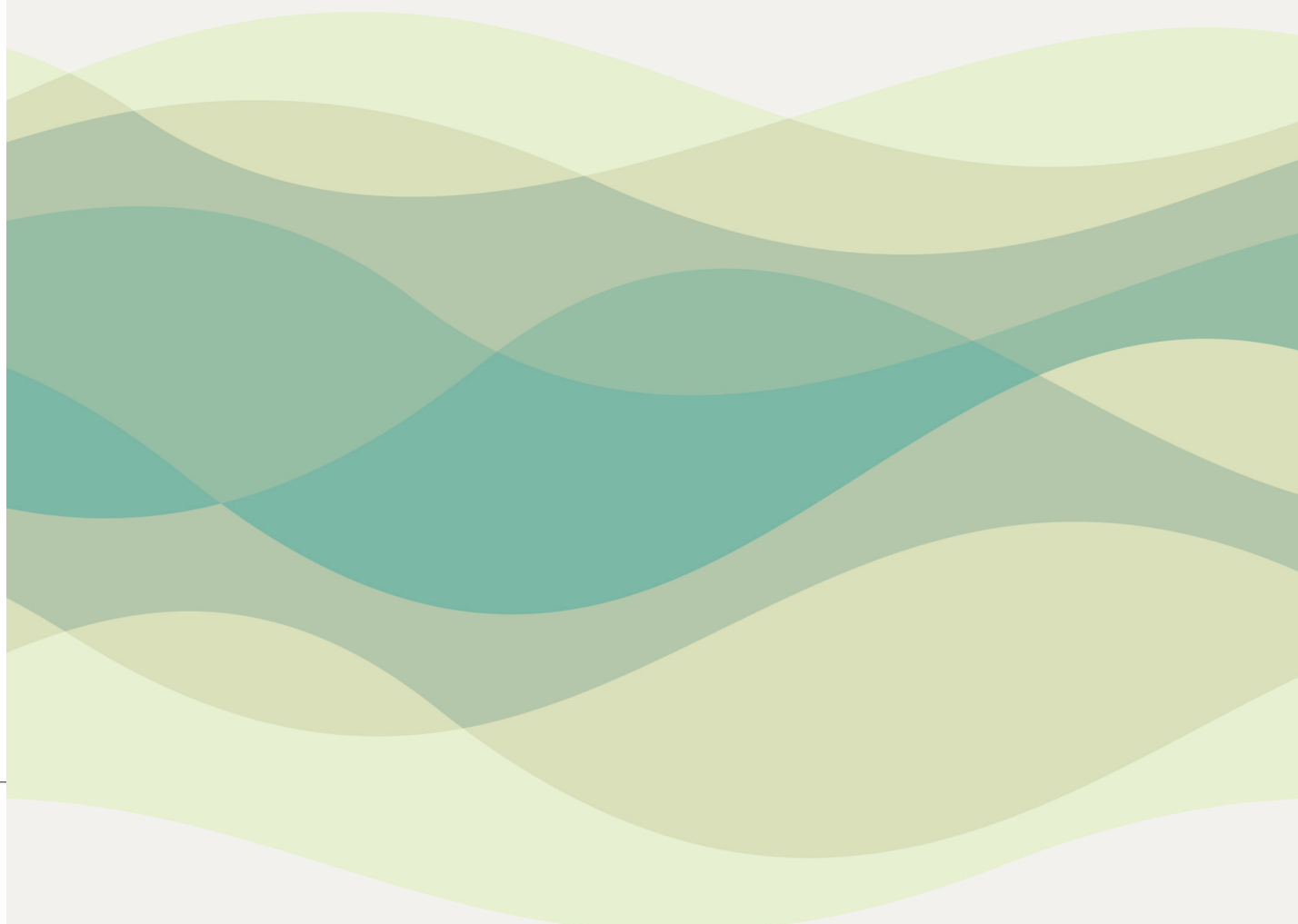
항목	육성수조식(경북)								
	K-1)	K-2)	K-3)	K-4)	K-5)	K-6)	K-7)	K-8)	K-9)
종자구입비	19.1	21.0	7.6	13.5	11.5	23.2	20.1	15.7	18.0
사료비	38.3	31.1	5.2	38.0	36.3	35.8	41.3	39.4	25.7
약품비	1.9	6.2	2.6	5.0	2.9	3.0	2.1	0.4	1.7
기타재료비	2.3	0.4	2.6	3.5	3.8	1.1	-	4.7	1.7
인건비	11.1	18.7	11.7	13.0	9.8	8.6	15.9	17.3	22.3
시설유지비	-	3.1	6.5	3.0	4.8	0.7	-	3.9	5.1
수도광열비	13.0	7.8	13.0	10.1	11.5	15.4	9.5	13.4	15.4
관리비	4.8	2.0	-	3.0	4.8	7.0	2.5	3.2	2.6
판매비	0.9	2.5	-	2.5	2.3	-	-	-	0.9
임차료	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-
이자비용	0.5	1.9	-	6.0	4.8	2.1	-	0.1	-
감가상각비	3.9	5.4	50.6	2.3	7.5	3.1	8.5	1.9	6.6
합계	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(단위 : %)

항목	육상수조식(계주)								
	J-1)	J-2)	J-4)	J-5)	J-6)	J-7)	J-8)	J-9)	
종자구입비	9.6	11.3	13.8	12.8	13.0	9.1	10.5	11.3	
사료비	31.5	28.8	9.5	46.4	48.0	50.0	48.5	38.7	
약품비	1.9	7.8	8.3	1.8	2.1	4.1	2.2	3.0	
기타재료비	2.8	-	-	-	-	2.7	3.9	3.3	
인건비	9.7	14.6	20.6	12.7	9.1	9.5	9.6	11.3	
시설유지비	1.1	1.1	-	0.4	-	-	0.8	2.7	
수도광열비	16.2	12.1	24.5	8.6	13.2	13.6	9.6	11.4	
관리비	6.7	2.1	0.2	3.3	1.8	-	0.2	6.1	
판매비	0.9	-	-	-	-	-	-	-	
임차료	-	-	-	-	-	-	-	-	
이자비용	2.8	2.8	-	2.2	-	2.7	2.2	5.9	
감가상각비	16.9	19.4	23.2	11.9	12.9	8.2	12.6	6.4	
합계	100	100	100	100	100	100	100	100	

제4장

경제성 분석 및
비용 절감 방안



제1절

분석 방법 및 자료

경제성 분석 방법으로는 편익/비용비율법(Benefit-Cost Ratio method; BCR), 순현재가치법(Net Present Value method; NPV), 내부수익률법(Internal Rate of Return method; IRR)을 활용하였다. 분석 기간은 향후 10개년으로 설정하였으며 경제성 분석 방법을 통해 향후 10년간의 현금 흐름을 대상으로 분석을 실시하였다. 이때 미래 현금 유입과 유출에 따른 시간적 가치평가를 위한 할인율은 4.5%로 설정하였다. BCR은 아래 식 (1)과 같이 미래 현금유입액의 현가를 현금유출액의 현가로 나눈 것을 의미한다. 구체적으로는 사업의 편익과 비용을 계산하고 그 비율이 어떠한가를 조사하여 해당 비율이 가장 큰 사업을 선택하는 방법이다. BCR에서 투자 결정 기준은 비율이 '1' 이상일 경우에 채택하고 '1'보다 작을 경우에는 기각한다. 식 (1)에서 t 는 특정기간을 의미하며 r 은 할인율 그리고 TR , TC 는 각 총 수입과 총비용을 의미한다. I_0 는 초기 투자비용을 의미한다.

$$BCR = \sum_{t=1}^n \frac{TR_t}{(1+r)^t} / \left(\sum_{t=1}^n \frac{TC_t}{(1+r)^t} + I_0 \right) \quad \dots (1)$$

NPV는 특정 사업에 대한 투자의 의사결정뿐만 아니라 상호 독립적인 투자안들의 우선순위를 결정하거나 상호배타적인 투자안들을 결정할 때 적합한 자본예산 기법이라고 할 수 있다. 구체적인 분석 방법은 당해 사업으로 인해 기대되는 미래

현금흐름을 적절한 할인율을 통해 현재가치화하는 것이라 할 수 있으며 이를 식으로 나타내면 아래 식 (2)와 같다. NPV에서 사업에 대한 투자 결정 기준은 '0'보다 클 경우 투자안을 채택하며 '0'보다 작은 경우에는 투자안을 기각한다.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{TR_t - TC_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad \dots (2)$$

IRR은 식 (3)과 같이 특정 투자안에서 미래에 발생한 현금흐름의 NPV가 '0'이 되게 하는 할인율을 도출하는 것을 의미한다. IRR의 투자 결정 기준은 요구수익률을 기준으로 이보다 클 경우에는 투자안을 채택하며 요구수익률보다 IRR이 낮을 경우에는 투자안을 기각한다.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{TR_t - TC_t}{(1+IRR)^t} - I_0 \quad \dots (3)$$

본 연구에서는 이러한 분석 방법을 기반으로 강도다리 양식업에 대한 경제성을 분석하였다(〈표 P2-4-1〉 참고). 이때 분석 자료는 제2장의 경영실태 조사 결과를 활용하였다. 구체적으로 어가별 경제성 분석을 실시한 후 지역별 경제성 분석 결과를 비교하였으며, 이때 활용 가능한 15개소 양식장 자료만을 이용하여 분석을 진행하였다. 그리고 시장가격, 생존율을 기준으로 민감도 분석을 실시하였으며 비용 절감 방안을 모색하기 위한 노력 중 하나로 비용에 대한 민감도 분석도 추가적으로 실시하였다.

표 P2-4-1 | 강도다리 양식어가 경제성 분석 개요

구분	어가 수	비고
강도다리	15개	어가별 경제성 분석, 지역별 분석 결과 비교, 시장가격·생존율·비용 민감도 분석

참고: 3개소(분석 불가능 양식장) 제외함

제2절

경제성 분석 결과

강도다리 양식어가별 경제성 분석 결과는 아래 <표 P2-4-2>와 <표 P2-4-3>에서 제시된 바와 같다. 경제성 분석 결과, 총 15개 어가 중 10개 어가에서 경제성이 있는 것으로 나타났다. 예를 들어 'K-2'의 경우 BCR이 1.39, NPV는 약 10억 원, IRR은 70%로 경제성이 있는 것으로 나타났다.

반면 'J-8'의 경우 BCR이 0.76으로 '1'보다 낮으며 NPV와 IRR이 마이너스(-)로 나타나 경제성이 없는 것으로 나타났다.

표 P2-4-2 | 강도다리 양식어가별 경제성 분석 결과(경북)

구분	BCR	NPV	IRR
	≥ 1	≥ 0원	≥ 4.5%
K-1)	0.88	-1,020,557,829원	-
K-2)	1.39	1,026,206,506원	70%
K-4)	1.15	1,204,007,204원	45%
K-5)	1.00	43,407,848원	5%
K-6)	0.90	-1,193,074,911원	-
K-7)	0.90	-778,742,686원	-
K-8)	1.07	685,605,314원	31%
K-9)	1.27	1,354,072,557원	40%

참고: K-3) 양식장은 분석 불가능하여 제외함

표 P2-4-3 | 강도다리 양식어가별 경제성 분석 결과(제주)

구분	BCR	NPV	IRR
	≥ 1	≥ 0원	≥ 4.5%
J-1)	0.98	-925,790,591원	3%
J-2)	1.04	321,355,744원	7%
J-4)	1.33	3,917,311,799원	17%
J-5)	1.35	4,925,195,223원	24%
J-6)	1.03	523,638,938원	7%
J-7)	1.32	3,214,103,560원	30%
J-8)	0.76	-4,335,353,140원	-

참고: J-3) 양식장은 자료 누락, J-9) 양식장은 분석 불가능하여 제외함

1 | 지역별 경제성 분석 결과

강도다리 양식어가의 경제성 분석 결과를 지역별로 비교 분석한 결과는 <표 P2-4-4>에 정리된 바와 같다. 분석 결과, 2개 지역 모두 평균적으로 경제성이 있는 것으로 나타났으며 제주지역이 경북지역에 비해 상대적으로 경제성이 높은 것으로 분석되었다. 구체적으로 제주지역이 경북지역 대비 NPV는 약 9억 원 높지만, IRR은 약 23% 더 낮은 것으로 나타났다.

표 P2-4-4 | 강도다리 지역별 경제성 분석 결과

분석 기법	판단	경북	제주
BCR	≥ 1	1.07	1.12
NPV	≥ 0	165,115,500원	1,091,494.505원
IRR	$\geq 4.5\%$	38%	15%

참고: K-3), J-3), J-9)는 자료 누락 및 분석 불가능하여 제외함

강도다리 양식어가의 경제성 분석 결과를 세부적으로 살펴보기 위해 양식 지역에 따른 표준 양식어가의 양식수익, 비용, 이익을 조사하고 시장가격과 생존율을 기준으로 민감도 분석을 실시하였다. 이때 표준 양식어가는 지역별 양식장의 현장조사 자료의 평균값을 이용하여 도출하였다. 단, 'K-3)', 'J-3)', 'J-9)' 등 분석이 불가능한 양식장은 제외하였다.

우선 경북지역의 표준 강도다리 양식어가의 경우 표준 양식어가의 양식수익, 비용, 이익은 현장조사 자료 평균값인 생존율 78%, 시장가격 10,563원/kg을 기준으로 조사하였다(표 P2-4-5) 참고). 양식수익을 100.0%로 보았을 때 해당 양식어가의 양식 비용은 수익 대비 88.30% 수준인 것으로 나타났다. 양식비용 중에서는 사료비가 가장 많은 비중을 차지하였으며 다음으로는 종자구입비, 인건비 순으로 나타났다. 이에 따른 양식수익 대비 양식이익인 매출이익률은 11.70%로 나타났다.

표 P2-4-5 | 강도다리 표준 양식어가 경제성 분석 결과(경북)

항목		비중
양식수익(비용+이익)		100
양식비용	합계	88.30
	종자구입비	15.87
	사료비	31.32
	약품비(백신, 첨가제 등)	2.43
	기타재료비(액화산소 등)	1.95
	인건비	13.30
	시설유지비	2.34
	수도광열비	10.82
	기타관리비(주부식비, 사무비, 이자비용, 제세공과금 등)	4.72
	판매비 및 임차료	1.34
	감가상각비	4.21
양식이익		11.70

그리고 현재 경북지역에서 양식하는 강도다리 양식어가의 BCR은 1.08로 시장가격 및 생산량의 변화에 따른 경제성 분석 결과의 변화를 살펴보기 위해 민감도 분석을 실시하였다. 우선 현재 생존율(78%)에서 시장가격에 대한 민감도 분석 결과, <표 P2-4-6>에서와 같이, 강도다리의 시장가격이 9,000원/kg인 경우에는 BCR이 '1' 이하로 나타나 경제성이 없는 것으로 나타났다. 반면 시장가격이 높아 질수록 BCR도 높아지는 것으로 나타났으며, 예를 들어 시장가격이 13,000원/kg인 경우 BCR은 1.32로 분석되었다.

표 P2-4-6 | 시장가격 민감도 분석 결과(경북)

시장가격(원/kg)	BCR
7,000	0.71
8,000	0.81
9,000	0.92
10,000	1.02
10,563(현재 수준)	1.08
11,000	1.12
12,000	1.22
13,000	1.32

경북지역에서 양식하는 강도다리 양식어가의 생존율에 대한 민감도 분석 결과, <표 P2-4-7>에서와 같이, 생존율이 65% 이하일 경우 경제성이 없는 것으로 나타났다. 반면 생존율이 높아질수록 BCR도 높아지는 것으로 나타났으며 예를 들어 생존율이 95%일 경우 BCR은 1.31로 분석되었다.

표 P2-4-7 | 생존율 민감도 분석 결과(경북)

생존율(%)	BCR
55%	0.76
65%	0.89
75%	1.03
78%(현재 수준)	1.08
85%	1.17
95%	1.31

다음 제주지역에서 양식하는 강도다리 양식어가의 경우 생존율 84%, 시장가격 11,889원/kg으로 나타났으며 이를 기준으로 양식수익, 비용, 이익을 살펴보았다. <표 P2-4-8>에서와 같이, 양식수익을 100%로 보았을 때 해당 양식어가의 경우 양식 비용은 수익 대비 77.26% 수준인 것으로 나타났다. 양식비용 중에서는 사료비가 가장 많은 비중을 차지하였으며 다음으로 수도광열비, 인건비 순으로 나타났다. 이에 따른 양식 수익 대비 양식이익인 매출이익률은 22.74%로 분석되었다.

표 P2-4-8 | 강도다리 표준 양식어가 경제성 분석 결과(제주)

항목		비중
양식수익(비용+이익)		100
양식비용	합계	77.26
	종자구입비	8.44
	사료비	31.89
	약품비(백신, 첨가제 등)	2.88
	기타재료비(액화산소 등)	1.29
	인건비	8.69
	시설유지비	0.32
	수도광열비	10.27
	기타관리비(주부식비, 사무비, 이자비용, 제세공과금 등)	2.99
	판매비 및 임차료	0.09
	감가상각비	10.41
양식이익		22.74

현재 제주지역에서 양식하는 강도다리 양식어가의 BCR은 1.07로, 시장가격 및 생산량의 변화에 따른 경제성 분석 결과의 변화를 살펴보기 위해 민감도 분석을 실시하였다. 우선 현재 생존율(84%)에서의 시장가격에 대한 민감도 분석 결과, <표 P2-4-9>에서와 같이, 강도다리의 시장가격이 11,000원/kg인 경우 BCR이 '1' 이하로 나타나 경제성이 없는 것으로 나타났다. 반면 시장가격이 높아질수록 BCR 또한 높아지는 것으로 나타났으며 예를 들어 시장가격이 13,000원/kg인 경우 BCR은 1.17로 조사되었다.

표 P2-4-9 | 시장가격 민감도 분석 결과(제주)

시장가격(원/kg)	BCR
7,000	0.63
8,000	0.72
9,000	0.81
10,000	0.90
11,000	0.99
11,889 (현재 수준)	1.07
12,000	1.08
13,000	1.17

제주지역에서 양식하는 강도다리 양식어가의 생존율에 대한 민감도 분석 결과, <표 P2-4-10>에서와 같이, 생존율이 70% 이하일 경우 경제성이 없는 것으로 나타났다. 반면 생존율이 높아질수록 BCR도 높아지는 것으로 나타났으며 예를 들어 생존율이 95%일 경우 BCR은 1.21로 조사되었다.

표 P2-4-10 | 생존율 민감도 분석 결과(제주)

생존율(%)	BCR
60%	0.76
70%	0.89
80%	1.02
84% (현재 수준)	1.07
90%	1.15
95%	1.21

2 | 비용 절감 방안

앞서 현장 실태 조사 및 강도다리 양식업 기술 개발 연구 현황 등을 고려하였을 때, 강도다리 양식장의 생산비용 항목 중 사료비가 가장 많은 비중을 차지하므로 비용 절감 방안으로 우선 사료비 절감을 들 수 있다. 구체적으로는 강도다리 양식업에 투입되는 사료를 대체할 수 있는 저비용·저어분 사료 개발 연구가 필요할 것으로 판단된다. 다음으로 높은 비용은 경북지역이 종자구입비, 제주지역이 수도광열비로, 종자구입비 절감을 위해서는 정부 차원의 친어관리 비용 절감 방안 마련이 필요하며, 수도광열비 부담을 덜어주는 지원책이 필요하다.

본 연구에서는 향후 저비용 저어분 사료 개발 및 양식 기자재 개발 등 강도다리 양식업의 비용 절감이 이루어질 경우의 효과를 살펴보기 위해, 강도다리 양식업의 생산비용을 기준으로 민감도 분석을 추가적으로 실시하였다. 또한 생존율과 출하가격의 증감에 따른 민감도 분석도 실시하였다.

현재 제주지역에서 양식하는 강도다리 양식어가의 현재 기준 BCR은 1.07, kg당 생산원가는 9,185원이다. 이때 비용 절감이 이루어지게 될 경우 BCR의 증대와 kg당 생산원가 감소를 기대할 수 있다. 예를 들어 제주지역에서 현재 대비 비용이 30% 감소할 경우 <표 P2-4-11>에서와 같이, BCR은 1.42로 증가하고, kg당 생산원가는 6,430원으로 감소할 것으로 예상된다.

반면 저비용 저어분 사료 기술 개발 등이 이루어지지 않은 상황에서 사료비 상승 등에 따라 비용 추가가 발생할 경우에는 강도다리 양식업의 경제성이 매우 낮아질 우려가 있다. 제주지역에서 현재 대비 비용이 30% 증가하게 되는 경우를 가정해보면 BCR은 0.86으로 나타나 경제성이 없어질 우려가 있다.

표 P2-4-11 | 생산비용(%) 민감도 분석 결과(제주)

생산비용 증감(%)	BCR	kg당 생산원가(원)
- 30%	1.42	6,430
- 20%	1.28	7,348
- 10%	1.16	8,267
-(현재 수준)	1.07	9,185
+ 10%	0.99	10,104
+ 20%	0.92	11,022
+ 30%	0.86	11,941

다음으로 생산비용 절감 이외에도 강도다리 질병 치료제와 백신이 개발되어 공급되거나 고수온 대응 대책 마련이 이루어져 강도다리의 생존율의 증가를 기대할 수 있다. 예를 들어 현재 대비 생존율이 30% 증가할 경우 <표 P2-4-12>에서 보는 바와 같이, BCR은 1.39로 증가하고, kg당 생산원가는 7,066원으로 감소할 것으로

로 예상된다. 반면 백신 개발 및 고수온 대응 대책 마련 등 생존율 상승을 위한 기술 개발이 이루어지지 않은 상황에서 생존율이 감소할 경우에는 강도다리 양식업의 경제성이 매우 낮아질 우려가 있다. 예를 들어 현재 대비 생존율이 30% 감소할 경우 BCR은 0.75로 나타나 경제성이 없어질 우려가 있다.

표 P2-4-12 | 생존율(%) 민감도 분석 결과(제주)

생존율 증감(%)	BCR	kg당 생산원가(원)
- 30%	0.75	13,122
- 20%	0.85	11,482
- 10%	0.96	10,206
-(현재 수준)	1.07	9,185
+ 10%	1.17	8,350
+ 20%	1.28	7,654
+ 30%	1.39	7,066

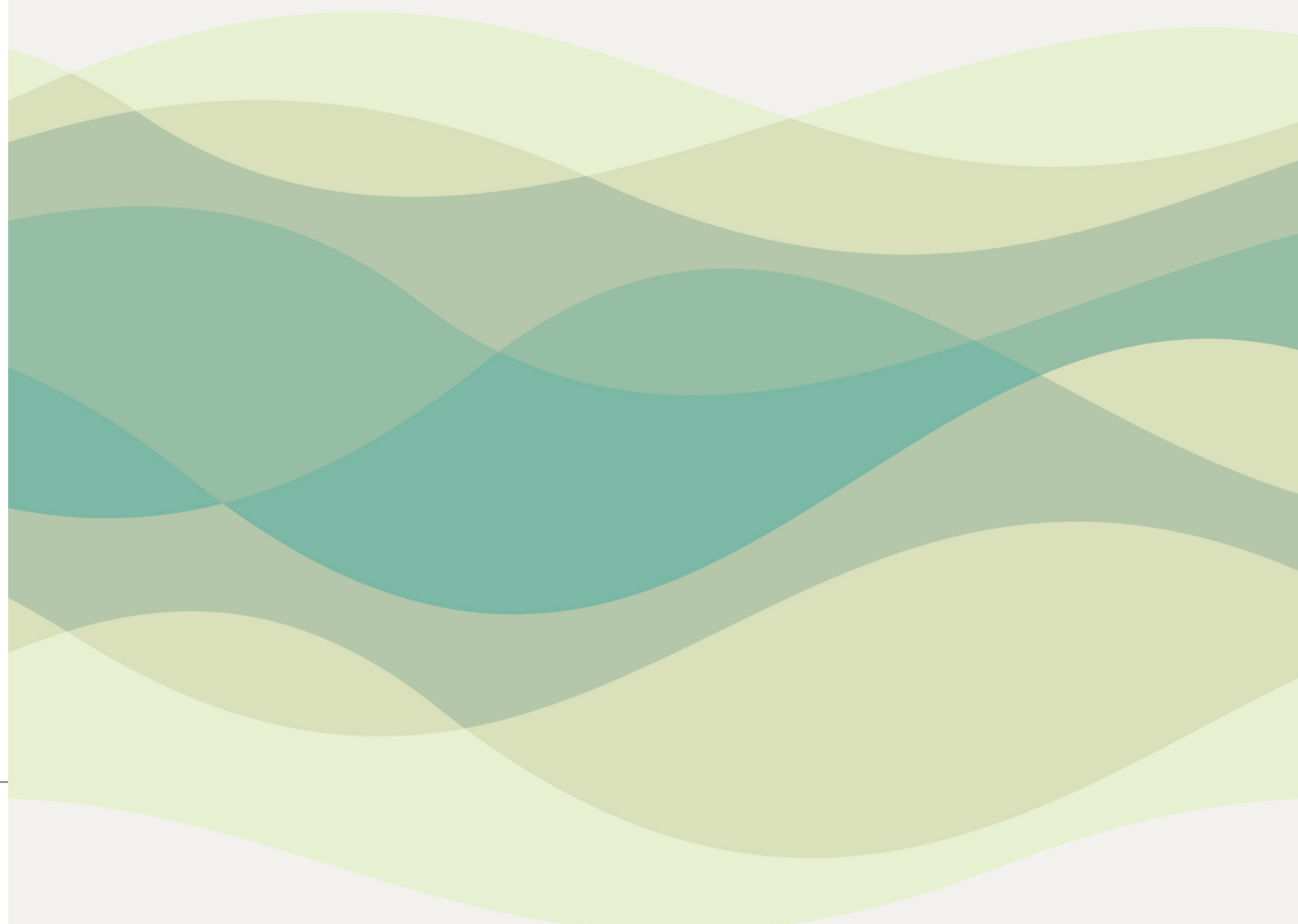
표 P2-4-13 | 시장가격(%) 민감도 분석 결과(제주)

시장가격 증감(%)	BCR	kg당 생산원가(원)
- 30%	0.75	9,185
- 20%	0.85	
- 10%	0.96	
-(현재 수준)	1.07	
+ 10%	1.17	
+ 20%	1.28	
+ 30%	1.39	

그리고 강도다리의 가치가 더욱 증가하여 수요가 높아질 경우에는 시장가격의 상승을 기대해볼 수 있다. 예를 들어 현재 대비 시장가격이 30% 증가할 경우 <표 P2-4-13>에서와 같이, BCR은 1.39로 증가하는 반면, 현재 대비 시장가격이 30% 감소할 경우 BCR은 0.75로 나타나 경제성이 없어질 우려가 있다.

제5장

기술 개발 현황 및 향후 과제



제1절

현장 실태 조사

양식업 기술 개발 현황 및 향후 과제를 분석하기 위해 강도다리 양식어가를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 구체적으로는 양식 경영비용과 현 상황에서의 양식 기술에 관한 연구개발 요청사항 그리고 정책 및 양식업계지원 요청사항 등이다.

1 | 문제점

심층 인터뷰 조사 결과 발견된 문제점은 다음과 같이 기후 및 양식장 환경 변화, 질병 대응, 생산효율 및 생산성 향상, 양식 생산기술 등 4가지로 분류하였다.

가. 기후 및 양식장 환경 변화

최근 한파와 폭염과 같이 기후변화로 인해 연안에 빈번한 고수온 현상이 나타나 양식업계는 매년 막대한 양식 피해를 입고 있다(이준수 외, 2022). 강도다리는 저수온에 강해 15℃ 이하에서도 먹이 활동이 활발한 어종으로, 최근 발생하는 고수온 현상으로 인해 폐사가 증가하고 있으며 이와 함께 질병 피해도 급증하고 있는 실정이다. 이에 고수온 현상 대응 방안 마련과 강도다리 질병 예방 백신 기술 개발 및 보급이 시급한 상황이다.

나. 질병 대응

강도다리 양식은 넙치 양식의 대체 품종으로 본격적으로 양식이 이루어졌다. 하지만 환경과 병원체로 인한 질병 피해가 급격히 증가하고 있는 실정이다.

현재 강도다리 대상 백신은 연쇄상구균 백신이 유일한 상황으로, 다른 질병에 대한 치료제와 백신 개발 및 공급이 필요한 상황이다. 또한 질병 발생 시 양식어가에서 질병 진단이 현실상 불가능하여 질병에 대한 적절한 치료 및 예방이 불가능한 문제도 있다.

다. 생산효율 및 생산성 향상

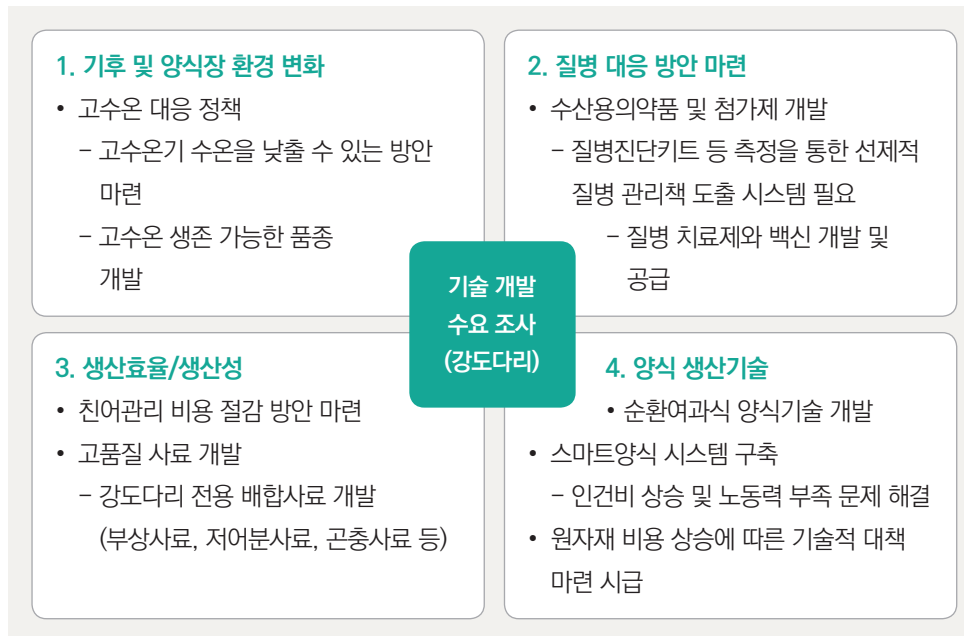
강도다리 친어관리는 국가 차원이 아닌 개인 양식어가의 관리역량에 의지하다 보니, 체계적인 우량어미 확보를 통한 발안란 품질 향상을 기대하기 힘든 상황이다. 또한 현재 강도다리 양식용 종자의 폐사율이 높아지고 있다. 하지만 종자구입비에 대한 부담으로 병명을 제대로 밝혀내지 않고 양성하는 경향이 있어 이로 인한 누적 폐사가 증가하고 있는 실정이다.

라. 양식 생산기술

현장 실태 조사에 따르면 양식비용 중 사료비, 인건비, 전기료를 절감시킬 수 있는 기술 개발이 부족하다는 문제점이 있었다. 본 분석에서도 경북지역과 제주지역 강도다리 양식장에서는 유류 및 전기료의 상승으로 인한 생산 비용이 높아지는 등의 문제를 겪고 있었다. 하지만 이에 대한 대책은 부족한 것으로 나타났다.

그리고 양식장의 노동력 부족, 인건비 상승 문제가 지속해서 언급되고 있으며 이를 대체할 양식 생산기술 개발이 필요한 상황이다. 이러한 문제점들을 정리하면 [그림 P2-5-1]과 같다.

그림 P2-5-1 | 강도다리 양식업계 심층 인터뷰 조사 결과(문제점)



2 | 요구사항

심층 인터뷰 조사 결과 강도다리 양식어가들의 요구사항은 크게 기술 개발 측면과 정책·양식업계 측면으로 분류할 수 있다. 조사 결과를 바탕으로 강도다리 양식업의 종합적인 해결책 및 향후 과제를 작성하면 아래와 같다.

가. 기술 개발 측면

기술 개발 측면 요구사항은 크게 4가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 강도다리의 생존율을 증가시킬 수 있는 기술 개발 요구이다. 매년 여름철 고수온으로 인해 연안 수온이 상승하여 강도다리를 포함한 양식생물들의 대량 폐사가 발생한다. 고수온 문제를 해결하기 위해 해양수산부와 국립수산물과학원은 여름철 해역별 수온 특성과 양식 생물 한계 수온 등을 고려한 고수온 특보 발령 기준을 마련하였다. 이

를 기반으로 해양수산부는 ‘적조 또는 이상 수온 발생해역 양식어류 긴급방류 지침’과 ‘폭염(고수온) 위기대응 실무 매뉴얼’을 수립하였다(이준수 외, 2022). 하지만 관련 기관들의 고수온 대응 대책 마련에도 불구하고 양식어가에서는 고수온을 예측하고 선제적으로 대응하는 것에 한계가 있는 것으로 나타났다.

관련 기관들의 고수온 대응 대책 마련에도 매년 고수온으로 인한 양식생물 대량 폐사는 발생하고 있다. 이에 양식어가들은 해결 방안으로 고수온에서도 생존이 가능한 강도다리 품종을 개발하고 고수온 시기 양식장의 수온을 낮출 수 있는 기술 개발을 요구하고 있다. 인공지능과 ICT 기술 등을 활용하여 고수온 발생 시기를 예측하고 순환여과식 양식시스템과 같이 급격한 기온변화에 영향을 적게 받는 양식기술 개발 및 보급이 필요하다는 의견이다. 또한 고수온 예측 시스템 구축 외에도 양식어가에서 실시간으로 정확한 모니터링을 할 수 있는 기술 개발이 필요할 것으로 나타난다.

그리고 강도다리 양식어가 대상 인터뷰 진행 결과, 제주 연안 강도다리 양식장 주변 수질의 오염도가 높아짐에 따라 질병 감염에 의한 폐사가 증가해 양식장 경영악화의 큰 원인인 것으로 나타났다. 질병이 발생한 양식장 사육수조의 배출수가 연안으로 흘러 들어가고 연안의 해수를 끌어서 사용하는 양식장이 해수를 재사용하는 악순환이 반복되면서 질병 감염과 이에 따른 생존율이 저하되는 상황이 발생하는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사육수·배출수 살균시스템이 필요한데, 개별 양식어가에서 구비하기에는 금전적 부담이 크므로 정부 차원의 일괄적인 시스템 구축 요청이 있는 상황이다.

두 번째는 강도다리의 질병 대응 방안 마련에 대한 요구이다. 강도다리는 넙치에 비해 질병 피해가 적지만 현재 강도다리 대상 백신은 연쇄상구균 백신이 유일한 상황으로, 다른 질병에 대한 치료제와 백신의 개발 및 공급이 필요하다. 또한 질병 발생 시 양식어가에서 간단한 진단을 통해 질병 치료와 예방이 가능한 질병 진단키트 기술 개발을 통해 선제적인 질병 대응이 필요하다는 입장이다.

세 번째는 생산성 및 생산 효율성 증진 방안이다. 현재 강도다리 친어관리비용

이 차지하는 비중이 높아 경영비용이 많이 소요되므로 선발육종 등을 통해 우량종자 개발과 보급을 통해 강도다리 양식산업에 새로운 경쟁력을 요구할 필요가 있다. 또한 양식어가의 생산비용 중 가장 많은 비중을 차지하는 사료비의 절감을 위한 방법으로 부상사료, 저어분 사료, 곤충 사료 등 강도다리 전용 고효율 배합사료의 개발이 요구된다.

마지막으로 생산단가 상승 문제 해결을 위한 양식 생산기술의 개발 및 보급이다. 최근 어촌 인력의 고령화와 인력 부족 문제가 심화되고 있어 양식 경영에서 노동력을 최소화할 수 있는 양식 기자재의 개발과 산업화가 요구되고 있다. 스마트 양식 시스템을 상용화하여 적은 노동력으로 생산성을 높이는 생산효율증대 기술 개발이 필요하다. 또한 전기료 및 기타 운영에 필요한 자재의 가격 상승에 따른 기술적 대책 마련이 시급하다.

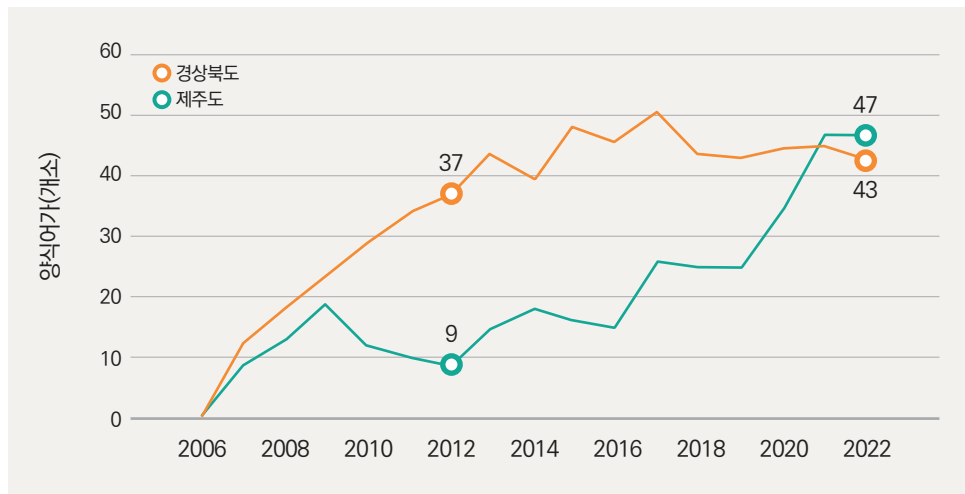
나. 정책 및 양식업계 측면

강도다리 양식업계에서 요구하는 정책적인 사항은 다음과 같다. 먼저 사료구입비, 전기료, 백신비 등 보조사업 지원 확대이다. 다음으로는 유통 경로 개척 및 수송방법 개선이다. 현재 강도다리는 활어 소비 패턴으로 이루어져 있어 판매 및 운송비 부담이 큰 상황이다. 이에 강도다리 양식어가에서는 강도다리 소비형태를 활어에서 선어 형태로 바뀌야 한다는 목소리가 있다. 예를 들어 강도다리는 냉동 후 해동해도 육질이 물러지지 않는 특징이 있어 이를 활용하여 냉동회 형태로 대형할인점이나 편의점 등에서 판매하는 방법이 있다.

마지막으로, 강도다리 소비 촉진을 위한 홍보 방안 마련 및 양식장 감축 사업 진행이다. 강도다리 양식어가 인터뷰에 따르면 현재 강도다리는 소비량보다 입식량이 많아 시장가격 하락이 문제시되고 있다. 이에 정부의 강도다리의 소비를 활성화시킬 수 있는 방안 마련과 출하가격 표준화 정책이 요구된다.

또한 제주지역의 강도다리 양식어가 수가 2012년 9개소에서 2022년 47개소로 급증함에 따라 지역 내 양식장 간의 경쟁이 심화되는 문제가 발생하고 있다(그림

그림 P2-5-2 | 경북, 제주 강도다리 양식어가수 변화(2006~2022년)



자료 : 통계청(2023)

P2-5-2] 참고). 이에 정부 차원에서 양식장 수를 일정 수준으로 관리하는 등 경쟁을 완화시키기 위한 방안 마련을 요구하고 있다.

이러한 문제에 대한 강도다리 양식업계의 자구책은 다음과 같다. 우선 강도다리 폐사량을 감소시키기 위한 노력이다. 높아진 수온을 낮추기 위해 양식에 해수가 아닌 저층 심해수를 사용하거나 대형냉각시설을 보완하는 등 고수온 문제 해결을 고려하고 있다. 또한 시설 측면에서의 문제 해결뿐만 아니라 고수온 시기 사료 급여량을 평소보다 줄이고 액화산소 투입량을 조절하는 등 피해 예방 방안을 강구하고 있다. 취수해수를 소독하고 양식장 살균을 통해 질병을 예방하여 강도다리의 대량 폐사를 예방기도 한다.

다음으로 양식장 운영 비용을 절감할 수 있는 방안을 모색하고 있다. 최근 전기료 및 시설 수리를 위한 원자재 가격 상승으로 인해 생산비용이 증가하고 있다. 이에 강도다리 양식어가들은 인건비 절감을 위해 경영자가 직접 양식장 업무에 참여하는 경우가 증가하고 있으며, 입식량과 사료 급여량을 조절하여 버려지는 사료를 최소화하여 사료비를 절감하기 위한 노력을 기울이고 있다.

다. 향후 과제 분석

이 밖에도 심층 인터뷰 내용에 대한 향후 과제 및 개선 방안을 종합적으로 정리하면 [그림 P2-5-3]과 같이 단기적 측면과 장기적 측면으로 나눌 수 있다.

단기적 측면에서는 첫 번째로 안정적이고 고효율의 종자 확보가 필요하다. 안정적이고 고효율 종자 확보를 통해 강도다리의 성장률 증가를 기대할 수 있으며 불필요한 생산비용 절감이 가능하다. 이를 위해서는 친어관리와 종자생산 및 확보와 관련된 사용기술의 표준화 연구가 진행되어야 한다. 두 번째로는 사육관리기술의 표준화가 진행되어야 한다. 부상·침강사료 사용 여부 등 사료사용에 관한 가이드인 ‘사료영양관리 가이드’와 강도다리에 빈번하게 발생하는 질병에 대한 사전예방 및 사후치료법을 표준화한 ‘질병관리 가이드’를 제작하여 강도다리 양식어가에 배포할 필요가 있다. 마지막으로 정부 주도 하의 양식장 수 축소방안 마련이다. 앞서 언급하였듯이 현재 제주 지역의 육상수조양식장 수가 증가하여 경쟁이 과도하게 진행되어 경영난이 가중되고 있는 실정이다. 이에 해상가두리 양식장의 경우처럼 정부 주도의 양식장 수 축소정책이 필요하다.

장기적 측면에서는 첫 번째로 체계적 친어관리를 통한 건강한 강도다리 종자 확보가 필요하다. 국가 차원에서 강도다리의 체계적 관리를 통해 종자 생산 인프라를 구축해야 한다. 또한 내병성·광염성 강도다리 개발을 통해 기후변화로 인한 환경에 적응할 수 있는 품종을 개발해야 한다. 두 번째로 기계화·자동화에 기반한 양식어가의 기업화가 필요하다. 양식기술의 기계화와 자동화를 통해 인건비 절감 및 인력수급 기회비용 절감이 가능하다. 이를 위해 대량생산에 기반한 기업화 시 안정적인 생산이 가능한 경영방식 가이드를 제작하고 양식어가에 배포하는 작업이 선행되어야 한다. 마지막으로 지속 가능한 양식을 위한 종합인프라 구축이다. 저자원, 저오염, 고안정성 강도다리를 생산하여 강도다리의 성장률을 증가시켜 가공식품을 생산하면 양식어가의 안정적인 수익 창출을 기대할 수 있다. 이를 위해 소비자에게 안정적으로 공급할 수 있는 종합 산업 인프라 구축이 필요하다.

그림 P2-5-3 | 강도다리 양식업계 향후 과제 분석

	단기	장기
기술 개발 종자생산	안정적/고효율 종자 확보 - 성장률 향상 및 생산비용 절감 가능 - 어미관리, 종자생산 및 종자확보 관련 사용기술의 표준화	체계적 어미관리 → 건강종자 확보 - 국가차원에서 강도다리 어미의 체계적 관리 → 정부차원 생산인프라 구축 - 내병성/광염성 강도다리 개발
기술 개발 양성	사육관리기술 표준화 - 사료영양관리: 부상/침강사료 사용 여부 등 사료사용에 관한 가이드 - 질병관리: 발생 질병에 대한 사전예방 및 사후치료법 표준화	기계화/자동화 기반한 '기업화' - 인건비 절감 및 인력수급 기회비용 절감을 위한 기계화/자동화율 향상 - 대량생산에 기반한 기업화 시 안정적 생산가능한 경영방식 가이드
정책 지원 시설 외	정부 주도 양식장 수 축소방안 마련 제주도 - 육상수조식양식장 가두리처럼 정부주도 하 양식장 수 축소정책 진행 중 (현재 경영난 가중 ↑)	지속가능한 양식 → 종합인프라 저자원/저오염/식품으로서의 고안전성 강도다리의 안정적 수익 창출 · 성장 · 식품화 → 소비자에게 안정적으로 공급가능한 종합산업 인프라 구축

제2절

기술 개발 동향

본 연구에서는 심층 인터뷰를 통해 파악한 요구사항에 관련된 기술 개발 동향을 살펴보았다. 구체적으로는 양식 생산 기술 연구, 배합사료 연구와 백신 연구이다.

1 | 양식 생산 기술 연구

양식 생산 기술 향상을 위해서는 사육수 및 배출수에 대한 살균시스템의 개발이 이루어져야 하며, 노동력 절감을 위한 양식 기자재와 시설 운영의 자동화가 중요하다. 양식환경을 개선함으로써 질병에 의한 폐사율을 줄여 생산량을 늘릴 수 있으며, 양식 기자재와 시설 운영의 자동화를 통해 노동력을 절감할 수 있다. 이에 다양한 양식 생산기술에 관한 연구·개발은 지속 가능한 양식의 중요성이 대두, 강조되고 있는 현시점에서 필수적이다.

우선 양식장 환경을 개선하기 위해 양식장의 어류 사육수와 사육 후 배출수의 살균 시스템 개발 및 산업화가 진행 중이다. 제주 지역의 강도다리 양식어를 대상으로 한 인터뷰에 따르면 강도다리 양식장의 수질 오염도가 높아짐에 따라 질병 감염에 의한 폐사가 증가하여 양식장의 경영악화에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 질병이 발생한 사육수조의 배출수가 연안으로 흘러 들어가고 주변의 양

식장에서 이러한 물을 양식에 재사용하는 악순환이 반복되면서 질병 감염과 이에 따른 생존율 저하가 발생하고 있다. 강도다리의 생존율을 높이기 위해 사육수·배출수의 살균 시스템의 일괄적인 도입이 필요하며, 중앙 또는 지방정부의 일부 지원이 필요할 것으로 보인다.

다음으로는 양식기자재 개발 및 표준화가 이루어지고 있다. 최근 어촌 인력이 고령화되고 노동 인력 부족이 심화됨에 따라, 노동력을 절감할 수 있는 양식기자재 개발과 산업화의 중요성이 부각되고 있다. 최근에는 양식생산성의 극대화를 위해 국가 차원의 스마트양식 관련 연구개발 지원이 확대되고 있으며, 투자 기반 강화를 위하여 중앙정부 차원의 노력이 이루어지고 있다.

마지막으로 스마트양식 시스템으로의 전환이 진행 중에 있다. 현재 국내 어류 양식생산에 있어 기계화 및 자동화는 일부 이루어지고 있으며 대표적으로는 자동 사료공급시스템이 있다. 양식 생산성의 극대화를 위한 방안으로 AI와 IOT 시스템의 결합과 자동원격조작을 통해 양성 중인 어류를 모니터링하고, 사육환경을 제어

그림 P2-5-4 | 친환경 스마트양식 4.0의 미래



자료 : 국립수산물과학원(2018)

할 수 있는 프로그램을 설계하여 효율적인 양식어류 관리와 에너지 절약 및 연안 환경보호의 기여가 필요하다. 국립수산물과학원(2018)에 따르면 지능형 자동먹이공 급, 원격 어류 성장측정, 사육환경 제어, 시설물 점검, 시스템 진단 등 스마트양식 핵심기술 개발을 통해 양식 경영비용 30% 절감과 양식생산성 30% 향상, 양식 신 산업 일자리 창출 300명/년 달성이 가능할 것으로 보인다.

2 | 배합사료 연구

강도다리 양식어가의 경영비용 중 사료비가 31.6%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 제주 지역 강도다리 양식어가들은 경영비용 중 가장 많은 비중을 차지하는 사료비 절감을 위해 강도다리 전용 배합사료 개발을 요구하고 있다. 이에 국립수산물과학원은 저어분 사료 개발과 곤충 사료 개발 등 고품질의 사료 개발을 통해 강도다리 양식어가의 생산효율을 높이기 위한 배합사료 연구를 진행 중에 있다.

국립수산물과학원(2021)은 배합사료를 만드는 재료 중 어분의 함량을 낮춰 가격을 현실화할 수 있는 저어분 사료를 연구·개발 중이다. 이때 저어분 사료란 현재 배합사료 내의 어분 함량 비율을 70%에서 20%까지 줄인 사료를 말한다. 사료효율이 동일하다는 가정 하에 넙치 종자 생산에 사용되는 배합사료 비용이 현재 수준에서 10% 낮아졌을 경우 넙치 종자 1마리를 판매하기 위해 소요되는 사료비는 94원에서 85원으로 10% 줄어들고, 전체 비용은 276원에서 267원으로 낮아진다. 결론적으로 이윤은 24원에서 33원으로 증가하여 넙치 종자 1마리의 판매가격 300원에서 이윤이 차지하는 비중은 기존 8.1%에서 11.1%로 3.0% 이윤 상승을 기대할 수 있다(국립수산물과학원, 2021).

표 P2-5-1 | 넙치 치어 사료비 절감 시나리오

(단위: 원/마리, %)

구분	현재 비용(원)	절감 후(원)	증감률(%)	비중(%)
사료비	94	85	-10.0	28.2
전체 비용	276	267	-3.4	88.9
이윤	24	33	39.2	11.1
기대효과	배합사료 개발을 통해 단가가 10% 하락할 경우, 넙치 치어 마리당 3.0%p의 이윤 상승을 기대할 수 있음			

자료 : 국립수산물과학원(2021)

그리고 기존 배합사료의 효율은 그대로 유지하면서 동시에 어분의 함량을 줄이기 위해 어분을 대체할 영양분에 관한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다. 이에 어분 대체 사료로 곤충 사료가 주목받고 있다. 국립수산물과학원은 어분을 대체할 수 있는 동애등에 분말을 에탄올로 추출하고 수용성 물질 및 잔여물을 사료에 첨가하여 넙치 사료를 제조한 후 넙치에 공급한 결과, 에드워드균에 감염된 넙치의 생존율이 19% 증가한 것을 확인하였다. 동애등에를 함유한 배합사료는 DHA 비중이 7.3%로 일반 배합사료의 6.2%인데 반해 1.1% 높은 것으로 나타났다.

3 | 백신 연구

강도다리의 산업적 가치를 높이기 위해 백신의 연구 개발이 필요하다. 강도다리가 본격적으로 대량 양식되기 시작한 기간이 길지 않기 때문에 현재 적정 환경과 병원체에 대한 강도다리의 방어능력에 관한 연구는 많이 보고되어 있지 않다. 그러나 넙치에 비하여 질병에 의한 피해가 적은 것으로 알려져 있다(국립수산물과학원, 2019). 한편 제주 지역은 넙치 양식의 대체 품종으로 강도다리 양식이 본격적으로 시작된 지 3년 이상이 경과하였으며 이에 따라 강도다리 자·치어의 폐사율이 급

격히 증가하고 있다. 현재까지 알려진 질병과 치료·예방 방법은 <표 P2-5-2>와 같다.

국립수산과학원은 넙치에 발생하는 연쇄구균병, 바이러스성 출혈성 패혈증(VHS)의 경구 백신 개발 연구를 진행하고 있다. 연구 결과, 연쇄구균병 주사 백신을 접종한 넙치의 상대 생존율이 미접종 개체보다 13.3% 향상된 것으로 나타났다. 또한 일부 경구백신은 연쇄구균병뿐만 아니라 바이러스성 출혈성 패혈증(VHS)에도 효과가 있는 것으로 나타났고, 해당 경구백신 투여 후 인위적으로 VHS를 감염시킨 결과, 백신을 투여한 개체의 상대 생존율이 60% 이상 높게 나타났으며 연쇄구균병에 대한 생존율 역시 53% 향상되었다.

표 P2-5-2 | 강도다리 주요 질병 증상과 치료·예방법

구분	질병	증상	치료 및 예방
기생충	아직 보고된 바 없음		
세균	연쇄구균병	채색 흑화, 안구 돌출, 백탁, 충혈, 두부 및 상하턱 발적, 아가미뚜껑 외·내측 발적, 아가미 및 체표 점액 분비	폐사 개체 제거, 5일 절식 후 5~7일간 치료제 투여
	비브리오병	채색 흑화, 궤양 형성, 복부 측면 충혈, 지느러미 출혈, 결손, 붓고 및 기저부 궤양	물리적 스트레스 주의, 비타민이나 면역증강제 투여, 발병 시 경구 및 약욕 처리
	활주세균증	등, 꼬리 지느러미의 부식, 과사 및 결손, 체표궤양, 입주위부식, 아가미 퇴색 및 부식	치료제 약욕 및 경구 투여, 입식 및 선별 후 항생제 약욕
바이러스	버나 바이러스병	치어기에 발생, 채색흑화 및 복부팽만	적정 사육밀도 유지, 환수량 증가, 발병 전 13℃ 이하로 유지

자료 : 국립수산과학원(2009)

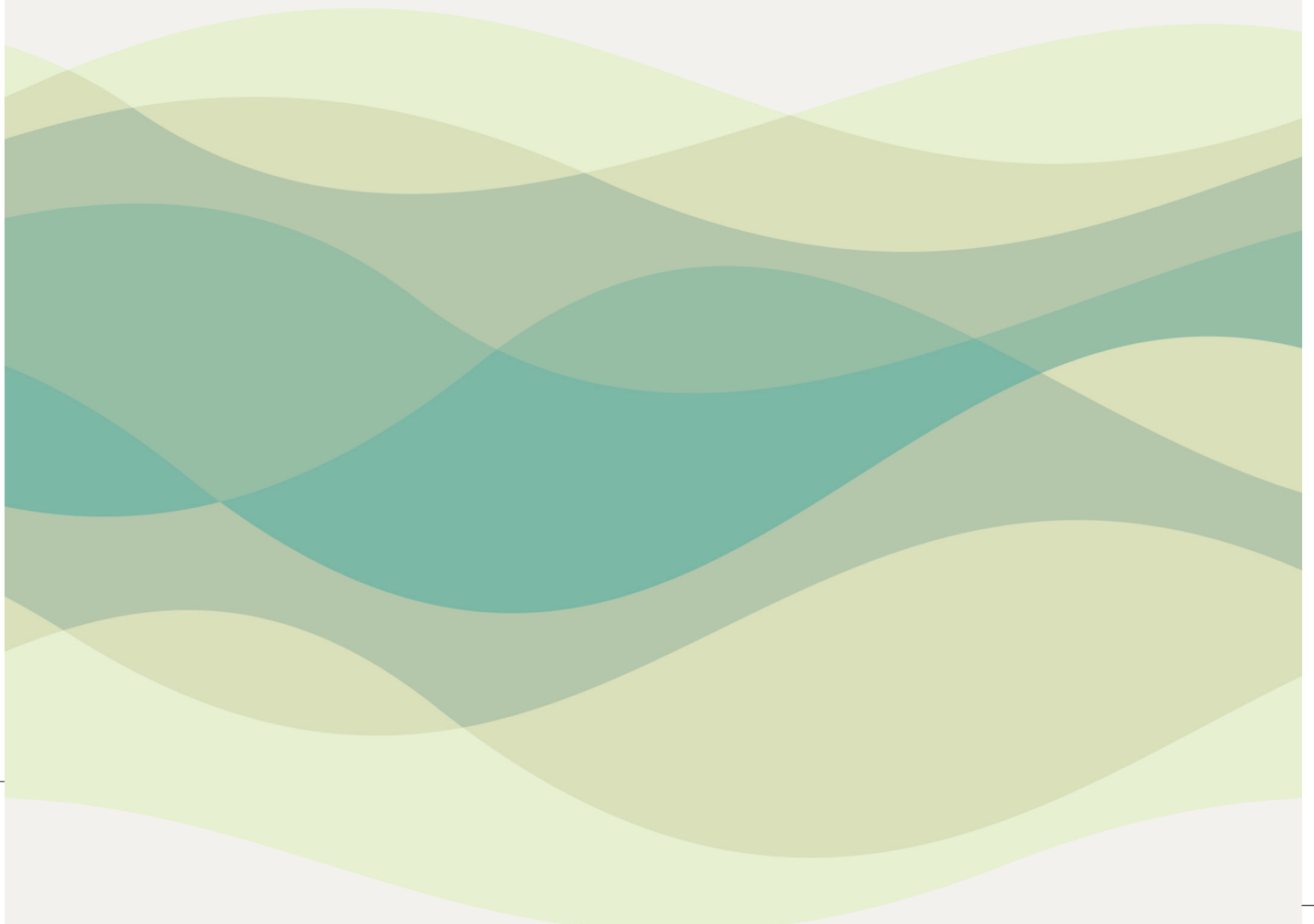
표 P2-5-3 | 강도다리 국내 기술 개발 동향

구분	주요내용	결과	출처
종자생산	• 사육수온이 강도다리 치어의 성장에 미치는 영향	• 11~20도 적정 사육수온으로 판단 - 사료효율: 26도일 때 91%로 감소 29도일 때 4.3%로 급감	국립수산물과학원 수산해양교육연구 (2021)
	• 강도다리 치어기 어분대체 효과에 관한 연구	• 대두박: 어분대체 70%까지 가능 • 가금부산물+옥수수: 어분대체 50%까지 증가해도 강도다리 성장능력에 유의성 X	신승준 한국수산물과학회 (2019)
	• 침강 및 부상사료 공급횟수가 강도다리 치어의 성장, 사료이용성에 미치는 영향	• 사료효율: 동일 사료횟수로 급여 시 침강사료보다 부상사료가 우수 • 사료공급횟수 - 부상사료: 1일 1회 이상 - 침강사료: 1일 2회 이상	변순규 한국수산물과학회 (2019)
양성	• 강도다리용 배합사료 내 곤충분 첨가에 따른 사료가치 비교	• 배합사료직불제 고려, 사료비용: - 일반사료 사용했을 때보다 곤충분사료 사용했을 때 약 30만 원 더 적게 사용 - 수익 측면: 성장 차이로 인해 곤충분사료를 사용한 실험구가 대조구보다 63만 원 더 사용	정성목 한국수산물과학회 (2023)
	• RAS에서 강도다리 치어 사육 시 광도가 성장 및 스트레스에 미치는 영향	• 성장 및 경제적 제약 고려 시 광도를 500룩스 미만으로 유지해야 효과적	Aquaculture Engineering (2018)

최근 백신 연구는 경구 투여 백신 개발 등 백신의 주입 방법에 대한 연구가 다양하게 수행되고 있으며, 이를 통해 인건비 절감뿐 아니라 양식수산물의 품질도 향상시킬 수 있을 것으로 보인다.

제6장

유통 실태



강도다리 양식은 주로 경북, 제주지역에서 이루어지고 있다. 강도다리 양식어를 통한 유통 경로 확인 결과, 경북지역은 비계통판매 위주로 유통되며, 제주 지역은 계통판매 50%, 비계통판매 50%의 비중으로 양식장별 차이가 있는 것으로 나타났다.

강도다리 양식 유통 경로는 <표 P2-6-1>과 같이 지역별로 구분된다. 구체적으로 경북 지역은 비계통판매 위주로 양식장에서 kg당 9,327원의 생산원가로 생산한 강도다리를 10,563원에 도매상에게 판매해 kg당 1,236원의 이익을 남긴다. 도매상은 소매상에게 판매하고 소매상은 소비자에게 최종적으로 31,000원의 가격을 받고 판매한다.

한편 제주 지역의 경우 양식장별로 계통판매와 비계통판매를 혼합하여 유통하고 있다. 계통판매 시 양식어가는 kg당 9,185원의 생산원가로 강도다리를 생산하여 산지위판장을 통해 중도매인에게 11,889원에 판매해 kg당 2,704원의 이익을 남긴다. 이후 중도매인을 통해 도매상과 소매상을 거쳐 소비자에게 kg당 31,000원에 판매된다. 비계통판매의 경우는 산지위판장을 거치지 않고 도매상과 소매상을 거쳐 소비자에게 판매되는 경로를 의미한다.

표 P2-6-1 | 강도다리 유통 경로

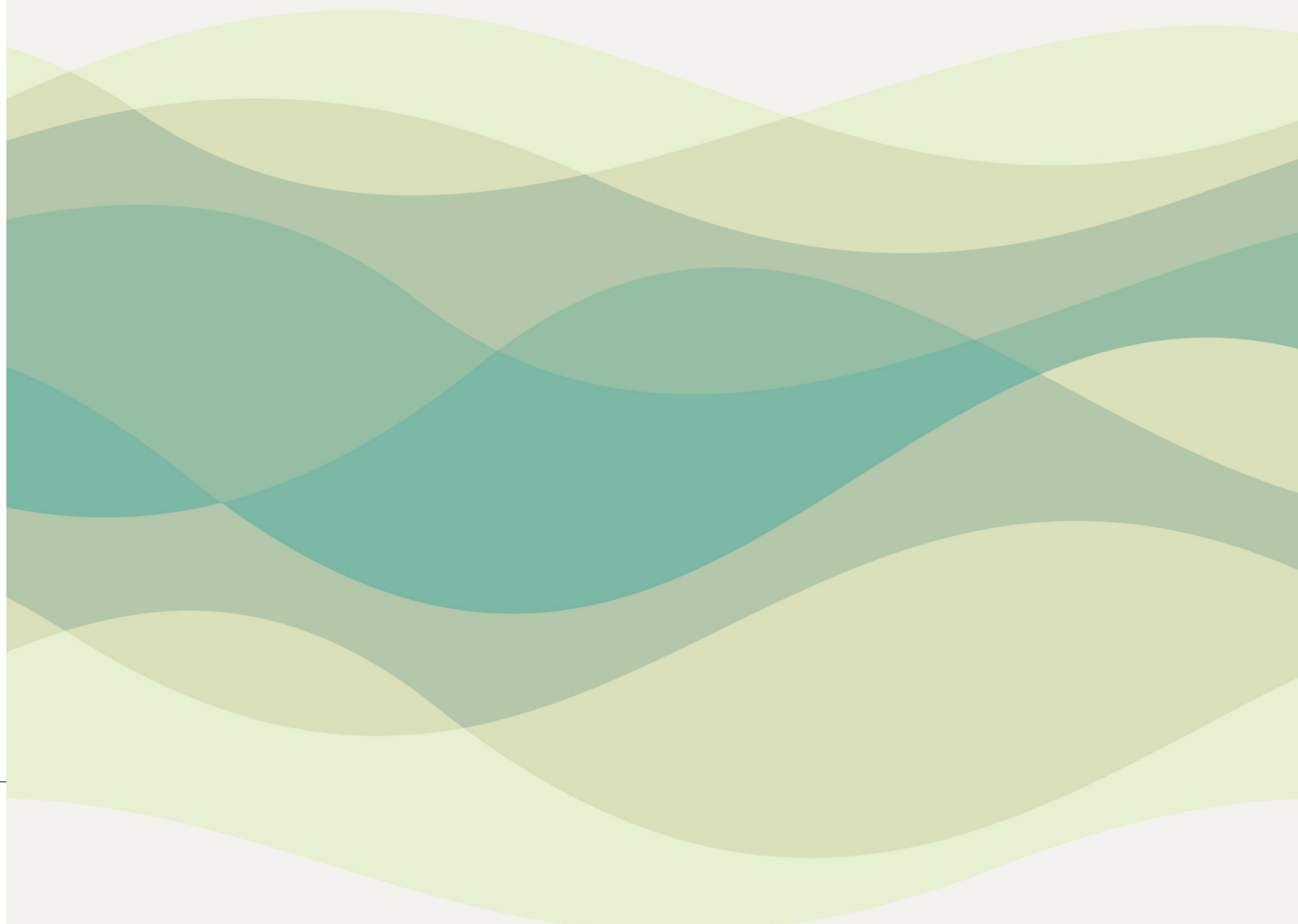
(단위 : kg)

구분	유통 경로
경북	비계통판매 위주 ① 양식장(9,327원) 10,563원 → ② 도매상 → ③ 소매상 → ④ 소비자 31,000원
	계통판매(50%) ① 양식장(9,185원) 11,889원 → ② 산지위판장(중도매인) → ③ 도매상 → ④ 소매상 → ⑤ 소비자 31,000원
제주	비계통판매(50%) ① 양식장(9,185원) 11,889원 → ② 도매상 → ③ 소매상 → ④ 소비자 31,000원

자료 : 인어교주해적단(2023)

제7장

가치 증대 방안



제1절

육종품종 및 부상사료 개발

생산 및 경영실태, 유통실태, 기술 개발 현황, 경제성을 분석한 결과 향후 강도다리 양식의 가치를 증대시키기 위해서는 몇 가지 방안이 필요하다. 본 연구에서는 육종품종 및 부상사료 개발, 다양한 가공식품 개발 및 시장 확대, 지속가능양식 수산물 인증 획득 등 크게 3가지 방안을 제시하고자 한다.

첫 번째 방안은 육종품종 개발 및 산업화와 부상사료 연구를 통한 가치 증대이다. 종자 생산은 양식산업 가치사슬에서 가장 중요한 과정 중 하나로, 종자의 품질에 따라 양식생산부터 유통 및 판매까지 전 단계에 걸쳐 제품의 가치가 좌우될 수 있다.

하지만 최근 들어 강도다리 양식용 종자의 폐사가 증가하고 있다. 주요 원인은 난(卵)의 가격이 비싸 양식어업인들이 불량 상태를 가려내지 않고, 전량을 양식수조에 수용하여 양성함으로써 발생하는 문제이다. 이에 강도다리 육종품종 개발과 부상사료 연구가 시급한 실정이지만, 우리나라는 넙치와 달리 강도다리의 우량종자 생산과 부상사료에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 강도다리와 유사한 넙치의 사례를 참고하여 가치 증대 방안을 기술하였다.

1 | 육종품종 개발 및 산업화

가. 내병성·광염성 강도다리 품종 개발

강도다리의 육종품종 개발 및 산업화를 위해 우선 내병성·광염성 강도다리 개발이 필요하다. 내병성을 보유한 강도다리의 생산기술을 개발하여 강도다리의 초기 생존율을 높인다면 양식 생산성을 향상시킬 수 있다. 2019년부터 연쇄상구균(*Streptococcus parauberis*)백신이 상용화되어 시판되고 있다(〈표 P2-7-1〉 참조). 이에 양식어가들은 강도다리 연쇄상구균 백신을 사용하고 있지만, 여전히 강도다리의 폐사는 증가하는 실정이다(〈표 P2-7-2〉 참고).

표 P2-7-1 | 연쇄상구균(*Streptococcus parauberis*) 백신

제품명	성분 함량	대상어종 (효능·효과)	용법용량	제조사	허가일 (변경일)
프로백™ 에스파라 (PRO-VACTM Spara)	적량	강도다리의 연쇄상구균 감염증 예방 및 경감 효과	강도다리 (체중 30~159g, 체장 10~15cm: 0.1mℓ씩 가슴지느러미와 배지느러미 사이 복강 접종	(주)코미팜	2019. 07.11

표 P2-7-2 | 강도다리 월별 입식량 및 폐사량(2023년)

월별	입식량(천마리)	폐사량(톤)
1	-	47
2	-	65
3	3,115	56
4	7,345	51
5	4,493	65
6	1,140	64
7	-	83

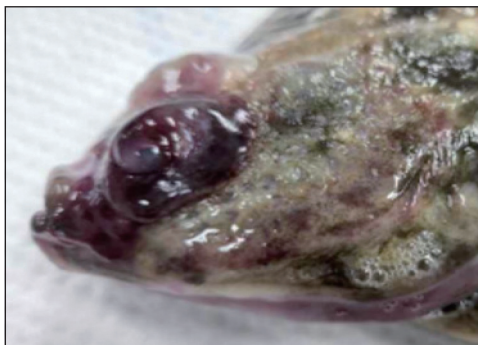
자료 : 제주어류양식수협

특히, 강도다리의 종자 입식은 4~7월에 본격적으로 이루어지며 해당 시기 폐사율도 높게 나타나므로, 자·치어기의 폐사율 예방을 위해서는 내병성 강도다리의 개발이 필요하다. 주로 강도다리는 연쇄상구균에 의한 폐사가 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 하지만 2022년 국립수산과학원의 강도다리의 치어 및 성어 폐사 발생에 따른 질병 검사 결과, 기생충 및 바이러스는 검출되지 않았으며 에어로모나스 살모니시다(*Aeromonas salmonicida*)가 검출되었다(그림 P2-7-1). 따라서 내병성 품종 개발에 앞서 강도다리에 대한 지속적인 질병 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

한편, 현재 제주지역에서는 강도다리의 양식 사육수로 지하 해수를 사용하고 있으며, 지하 해수의 염분 농도는 10~33psu이다. 초기 강도다리 양식 시에는 지하 해수에 해수를 섞어 염분농도를 조절하여 사용하였으나, 질병에 의한 폐사가 증가함에 따라 현재는 100% 지하 해수를 사용하여 양식하고 있다.

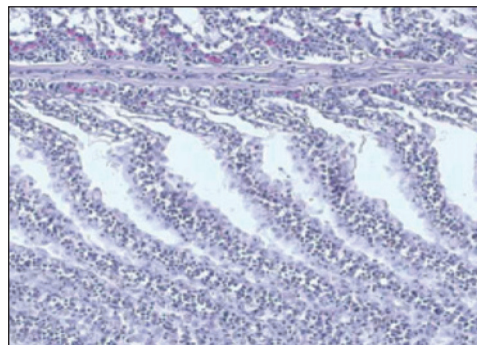
이외에도 강도다리는 넙치보다 광염성이지만, 자어의 경우 낮은 염분농도에 대한 내성이 약하고 낮은 염분농도에서는 먹이 섭취 능력 또한 저하한다. 따라서 최소 염분농도 25pus 이상의 해수에서 사육해야 한다(국립수산과학원, 2019).

그림 P2-7-1 | *Aeromonas salmonicida*에 감염된 강도다리



A: 눈과 체표에 나타난 출혈

자료 : 국립수산과학원(2022)

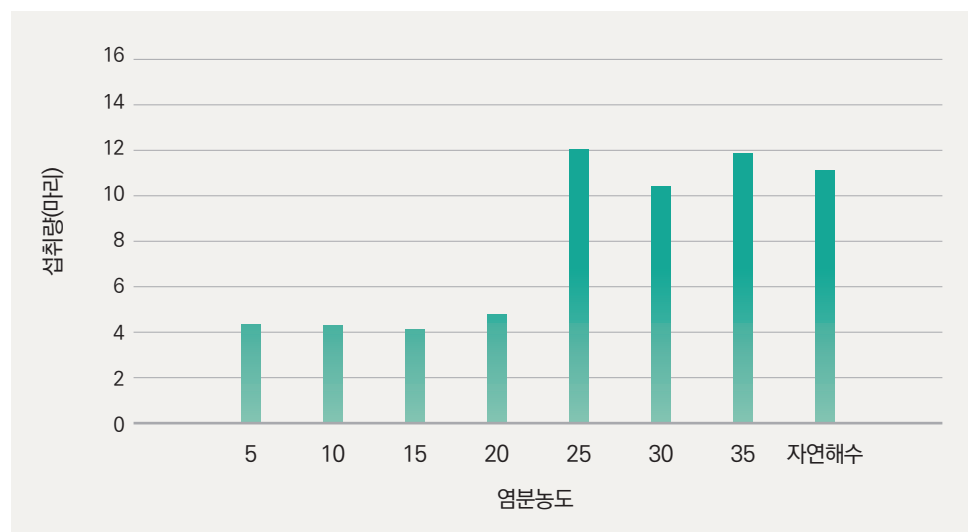


B: 아가미 새엽의 세포 침윤

종합적으로 강도다리 양식용 종자의 초기 폐사율이 높은 이유에는 질병 발생과 더불어 낮은 염분농도로 인한 양식환경 악화 요인도 있는 것으로 판단된다. 따라서 내병성과 광염성 품종의 개발이 동시에 진행되거나, 시급성에 따라 우선순위를 정하여 품종 개발 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

강도다리의 내병성·광염성 품종 개발에 관한 연구가 아직 수행되지 않아 이에 따른 가치 증대를 산출할 수는 없다. 하지만 2021년 국립수산물과학원의 주요 넙치의 가치사슬 연구 결과에 따르면, 우량 품종 개발로 인해 넙치 성어 생존율이 20% 향상될 경우 종자 구입비와 함께 사료비, 인건비, 약품비, 시설관리비 등 폐사로 인해 손실되는 경영비용이 10% 가량 절감되는 것으로 조사되었다(표 P2-7-3) 참고). 총비용은 10,216원에서 9,245원으로 감소하여 총 971원의 비용 절감이 이루어질 수 있는 것으로 나타났다. 즉, 넙치 성어 1마리 판매금액인 13,098원 중 이윤이 차지하는 비중은 기존 22.0%에서 29.3%로 7.3%가 증가할 수 있을 것이다(국립수산물과학원, 2021).

그림 P2-7-2 | 염분농도에 따른 자어의 로티퍼 1회 섭취량



자료 : 국립수산물과학원(2009)

표 P2-7-3 | 넙치 성어 생존율 증가 시나리오

(단위: 원/마리, %)

구분	현재 비용(원)	절감 후(원)	증감률(%)	비중(%)
종자비	694	555	-20.0	4.2
사료비	4,676	4,208	-10.0	32.1
인건비	1,559	1,403	-10.0	10.7
약품비	327	294	-10.0	2.2
관리비	1,677	1,509	-10.0	11.5
전체 비용	10,216	9,254	-9.4	70.7
이윤	2,882	3,844	33.4	29.3
기대효과	우량품종 개발을 통해 생존율이 20% 상승할 경우, 넙치 성어 마리당 7.3%포인트의 이윤 상승을 기대할 수 있음			

자료 : 국립수산물과학원(2021)

나. 속성장 강도다리 품종 개발

강도다리는 180g부터 상품으로 출하가 가능하여 넙치보다 작은 크기로 출하된다. 따라서 강도다리는 넙치와 같이 속성장 품종 개발에 대한 시급성은 낮은 편이지만, 넙치에 비해 성장이 늦고, 질병에 대한 감염 노출 기회가 많아 속성장 품종 개발이 필요하다.

2020년 국립수산물과학원은 속성장 넙치(킹넙치) 친어 총 400마리를 민간 어가 2개소에 이전하였다. 민간으로 이전된 킹넙치의 수정란부터 부화 후 6개월까지의 성장 효과를 조사한 결과, 일반 넙치보다 전장과 체중 측면에서 모두 빠른 것으로 나타났다. 제주지역에서 일반 넙치를 출하 가능 크기까지 사육하는 기간이 1년 6개월이라면, 사육 기간을 2개월 가량 단축할 수 있다는 의미이다. 넙치의 사육 기간이 짧아질 경우 경영비용을 절감할 수 있으며, 특히 인건비, 사료비, 약품비에 대한 비용 절감이 가능하다. 또한 양성 기간이 짧아지는 만큼 질병 등에 감염되는

표 P2-7-4 | 킹넙치 보급 비용 절감 시나리오

구분	현재 비용(원)	절감 후(원)	증감률(%)	비중(%)
인건비	1,559	1,316	-15.6	10.0
약품비	327	276	-15.6	2.1
전체 비용	10,216	9,922	-2.9	75.8
이윤	2,882	3,176	10.2	24.2
기대효과	속성장 킹넙치 개발 및 산업화가 될 경우 1kg 1마리 크기 넙치는 2.2%포인트의 이윤 상승을 기대할 수 있음			

자료 : 국립수산물과학원(2021)

경우도 줄어들어 생존율도 높일 수 있다. 이처럼 속성장 넙치의 개발 및 보급은 양식어가의 수익 증대로 이어질 수 있다(국립수산물과학원, 2021).

〈표 P2-7-4〉는 넙치 성어의 성장률이 15.6% 더 높아졌을 때를 가정한 국립수산물과학원의 시나리오 분석이다. 일반 넙치 1마리를 판매하기 위해 소요되는 인건비는 1,559원이지만, 킹넙치의 경우 성장률이 15.6% 더 높아 1,316원으로 비용이 줄어들 것으로 나타났다. 또한 약품비를 15.6% 절감할 경우 약품처리에 사용되는 비용은 327원에서 276원으로 감소하며, 이때 총비용은 10,216원에서 9,922원으로 낮아진다. 이에 이윤은 2,882원에서 3,176원으로 증가하고, 넙치 성어 1마리 판매가격인 13,098원에서 이윤이 차지하는 비중은 기존 22.0%에서 24.2%로 증가할 것이다.

2 | 부상사료 개발

변순규 외(2019)는 미성어기 강도다리(180g 내외)를 대상으로 상업용 시판 부상 및 침강 배합사료의 적정 사료 공급 횟수가 성장, 사료 이용성 및 체조성에 미치는 영향을 조사하였다. 동일한 사료공급 횟수로 사료를 공급할 경우, 침강사료보다 부상사료의 공급이 미성어기 강도다리의 사료 이용성을 높이는 것으로 나타났다.

넙치 치어 또한 이와 유사하게 부상사료, 생사료 및 침강사료를 공급할 경우 부상사료에 대한 사료 이용성이 우수하다는 결과가 있으며(Lee and Pham, 2010), 이는 부상사료 제조 시 압출 성형 후 영양소와 에너지에 대한 소화 이용성의 증가에서 기인하였다(Podoskina *et al.*, 1997; Hernot *et al.*, 2008).

따라서 넙치 및 가자미류의 부상사료 개발에 관한 연구·개발이 필요하며, 지속 가능한 양식업을 위한 저어분 사료 개발이 우선시되어야 할 것이다.

다양한 가공식품 개발 및 시장 확대

두 번째 방안은 다양한 가공식품 개발 및 시장 확대를 통한 부가가치 향상이다. 산지 근처 횡집에서 활어 위주로 소비되는 강도다리의 판매 형태를 다양화하기 위해서는 구체적인 목표시장을 설정하고, 해당 시장에 적합한 맞춤형 가공식품 개발이 필요할 것으로 보인다.

예를 들어, 최근 반려동물 양육가구의 증가에 따라 수산물 소비량이 많은 반려묘를 대상으로 넙치·다랑어 등 고급 원료를 활용하여 맛과 영양을 갖춘 프리미엄 펫푸드시장이 활성화되고 있다(해양수산부, 2021). [그림 P2-7-3]에서 보는 바와 같이, 제주도산 넙치 순살을 이용한 펫푸드가 개발되어 시중에 판매되고 있다. 강도다리 또한 순살 필렛 등을 활용한 프리미엄 펫푸드를 개발해 판로를 확대할 수 있을 것이다.

또한 가정간편식에 대한 수요가 높아지면서 선어회처럼 바로 먹을 수 있거나, 어묵 및 구이 등 완전·반조리 형태의 제품이 다양하게 개발되고 있다([그림 P2-7-4]~([그림 P2-7-6] 참고). 강도다리의 경우에도 숙성 과정을 거친 선어회 또는 가공 과정을 거친 어묵 원료 등으로의 다변화가 필요하다.

앞서 설명한 바와 같이 넙치는 활어회뿐만 아니라 가공식품의 다양화로 부가가치 창출에 속도를 내고 있다. 이에 강도다리 양식어가 또한 활어 유통뿐만 아니라 다양한 형태의 가공식품 개발을 통해 수산식품 시장에서의 입지를 개선해야 한다.

한편, 세대별 소비 니즈(needs)를 반영하기 위해 맞춤형 수산식품에 대한 개발이 이루어지고 있다(해양수산부, 2021). 예를 들어 고령층 시장의 경우에는 면역력을 증진하고, 뼈 건강에 유익한 수산식품 원료에 대한 선호도가 높다. 장년층 시장의 경우에는 수산물을 활용한 다이어트 식품, 갯년기 중년 대상 호르몬 개선 등을 위한 수산식품을 선호한다. 반면 영유아층 시장의 경우에는 성장기에 필요한 영양소가 함유된 수산식품에 대한 인기가 높은 편이다. 이처럼 향후 강도다리 양식업의 부가가치 향상을 위해서는 기존의 한정적인 횡감 시장에서 벗어나 세대별, 시장별 맞춤형 가공식품 개발을 강구할 필요성이 있다.

그림 P2-7-3 | 광어 순살 펫푸드



자료: 은하수산(2023)

그림 P2-7-4 | 선어 광어회와 연어회



자료: 은하수산(2023)

그림 P2-7-5 | 제주광어어묵



자료: 제주어류양식수협(2021)

그림 P2-7-6 | 유아시장 대상 가정간편식(HMR) 사례



자료: 은하수산(2023)

지속가능양식수산물 인증 획득

마지막으로 지속가능양식수산물 인증을 획득하는 것이다. 현재 강도다리는 타 수산물과 비교했을 때 수출보다 국내 소비에 집중되어 있다. 내수 소비에서 벗어나 경쟁력있는 수출품으로 성장시키기 위해서는 강도다리에 대한 해외시장 조사, 소비 흐름 분석 그리고 ASC 인증 획득 등을 통한 수출시장 개척이 필요하다.

예를 들어 해외시장을 고려하였을 때, 갑각류 수산물에 대한 선호도가 높은 미국 소비자들은 갑각류 외에 흰살생선에 대한 선호도가 높다. 이는 생선 특유의 비린 맛이 단백질이 풍부하다는 이유로 넙치와 대구 등 흰살생선들은 고급 음식으로 분류되어 레스토랑에서 주로 스테이크 메뉴로 판매되고 있다. 미국에 거주하는 아시안 소비자들은 한식당에서 활어회나 초밥으로 넙치를 소비하고 있으며, 특히 일식당에서는 한국산 넙치에 대한 신뢰도가 상당히 높은 것으로 나타났다(한국농수산식품유통공사, 2022).

흰살생선에 해당하는 강도다리 또한 미국, 유럽과 같은 해외에서 시장을 개척할 수 있을 것이다. 한편, 최근 소비자들 사이에서 지속 가능하고 책임감 있는 수산물 소비의 필요성이 확산되고 있어 해외 수산물 시장에서 경쟁력을 유지하기 위해서는 국제 친환경 인증 획득이 필수 불가결해지고 있다.

이미 많은 글로벌 유통기업들은 취급 수산물을 지속가능한 상품으로 전환할 것으로 선언하였다. 예를 들어 Walmart의 경우에는 2025년까지 모든 수산물을 지

속 가능 수산물로 대체할 것을 발표하였다. 이에 우리나라 어업 분야도 인증제도를 통한 지속 가능한 관행을 구축할 필요가 있다(FAO, 2018; WWF-Korea, 2019).

세계양식책임관리협의회(Aquaculture Stewardship Council; ASC)는 2019년 가자미류(Flatfish)에 대한 ASC 인증 표준을 발표했다(ASC, 2019). 이에 따라 넙치를 양식하는 다양한 국가의 글로벌 기업들은 ASC 인증을 획득하여 활용하고 있다.

예를 들어 네덜란드의 ‘Seafarm’은 세계 최초로 가자미류 표준(Flatfish Standard)에 대한 인증을 취득한 양식장으로 Turbot을 채택하였으며 양식 생산부터 자체 레스토랑에서의 판매까지 Turbot 양식에 전체적인 가치사슬을 담당하고 있다. 또한 앞으로 재생 가능한 에너지만을 사용하여 양식하는 것을 목표로 하고 있으며 에너지 효율성과 폐기물 처리 개선에 노력을 기울이고 있다(ASC, 2022).

네덜란드뿐만 아니라 가자미류를 양식하는 많은 국가에서도 양식 가자미류에 대한 ASC 인증을 획득하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 국내 강도다리 양식업이 ASC 인증을 획득할 경우, 윤리적 소비자들의 인식 전환에도 크게 기여할 것으로 보인다. 국내 강도다리 또한 수출시장을 확대하고 글로벌 수산식품으로써 진출하기 위해서는 국제 친환경 인증을 획득하여 국내 양식 강도다리의 가치를 높일 필요가 있다.

그림 P2-7-7 | MSC 인증 Flounder Fillets



자료 : Walmart 2023)



참고문헌

- Aquaculture Engineering. 2018.
- Aquaculture. 2020.
- ASC(Aquaculture Stewardship Council). 2019. ASC Launches New Standards for Tropical Marine Finfish, Flatfish and Revision to Pangasius Standard.
- ASC(Aquaculture Stewardship Council). 2022. ASC Annual Report.
- ASC(Aquaculture Stewardship Council). 2022. Dutch turbot farmer first in world to achieve ASC Flatfish certification.
- FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. 2018 The State of World Fisheries and Aquaculture.
- FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2023. Fishstat J.
- ITC Trade Map. 2023. Exports.
- ITC Trade Map. 2023. Imports.
- Lee S and Pham MA. 2010. Effects of feeding frequency and feed type on the growth, feed utilization and body composition of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Research 41, e166–e171. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02491.x>.
- Podoskina TA, Podoskin AG and Bekina EN. 1997. Efficiency of utilization of some potato starch modifications by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 152, 235–248.
- [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01515-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01515-3).
- Walmart. 2023.search(" fish fillet"). <https://www.walmart.com/>.
- Wordfishing. 2013. First ASC and MSC labelled product available in The Netherlands.
- <https://www.worldfishing.net/first-asc-and-msc-labelled-product-available-in-the-netherlands/137947.article>
- 국립수산물품질관리원. 2009. 강도다리 양식 기술서.
- 국립수산물품질관리원. 2009. 강도다리의 염분내성 및 저염분 해수를 활용한 완전양식 기술 개발 보고서, p 44~99.
- 국립수산물품질관리원. 2018. '정부혁신 우수사례 - 이미 시작된 바다산업 혁명 친환경 스마트양식 4.0' 발표자료.

- 국립수산물과학원. 2019. 강도다리 양식기술 매뉴얼.
- 국립수산물과학원. 2021. 주요 양식품목의 가치사슬 연구 - 넙치·전복·김.
- 국립수산물과학원. 2022. '수산물 질병 특성 연구' 연차보고서.
- 국립수산물과학원. 2021. 수산해양교육연구.
- 변순규, 최진, 임현정, 정민환, 김경덕, 김희성. 2019. 시판용 침강 및 부상 배합사료 공급횟수가 미성어기 강도다리(*Platichthys stellatus*)의 성장, 사료이용성 및 체조성에 미치는 영향. 한수지 52(5), 468-473.
- 수산물수출정보포털. 2023. 수산물 통계.
- 은하수산. 2023. 상품 검색("광어회"). <http://www.eunhafisheries.com/>.
- 은하수산. 2023. 상품 검색("보로로"). <http://www.eunhafisheries.com/>.
- 이준수, 권미옥, 안지숙, 박명희, 송지영, 한인성, 정래홍. (2022). 2018년~2021년 여름철 우리나라 연안 고수온 현상. 해양환경안전학회지, 28(5), 753-763.
- 인어교주해적단. 2023. 강도다리 시세. <https://tpirates.com/%EC%8B%9C%EC%84%B8>
- 정성목. 2023. 한국수산물과학회.
- 제주어류양식수협. 2021. 제주광어어묵.
- 제주어류양식수협. 2022. 넙치 폐사량.
- 통계청. 2023. 어류양식동향조사.
- 통계청. 2023. 어업생산동향조사.
- 프롬한라. 2023. 상품 검색("광어"), <https://m.fromhalla.com/>.
- 한국농수산물유통공사, 해양수산부. 2022. 2022 수산식품 수출기업 맞춤형 시장조사(넙치).
- 한국농촌경제연구원. 2022. 식품소비행태조사 통계보고서.
- 한국수산자원공단. 2021. 수산종자실태 조사.
- 한국수산자원공단. 2022. 수산종자실태 조사.
- 한국해양수산개발원. 2022. FTA 수산동향 12호.
- 해양수산부. 2021. 제1차 수산식품산업육성 기본계획(2021~25년).
- 해양수산부. 2022. 국민हित 넙치산업의 재도약을 위한 - 넙치산업 경쟁력 강화방안.

주요 양식품종 가치사슬 분석 강도다리

A Value Chain Analysis of Major Aquaculture Products
(Starry Flounder)

발행일 2023. 11. 30.

발행인 우동식

발행처 국립수산물과학원

대표전화 051-720-2115 | <http://www.nifs.go.kr>

주관연구원 임현정, 남보혜, 김신권, 최진, 도용현, 김형수, 김수경, 신민규, 민병화

참여연구원 김도훈, 오지민 (부경대학교)

김이운, 이계영 (아쿠아인포(주))

박미선 (한국미래양식기술연구조합)

김명희 * 인명은 업체별 가나다순

© 국립수산물과학원, 2023

※ 본 저작물의 저작권은 국립수산물과학원에 있으므로

담당부서의 사전 승인 없이 무단으로 복제 또는 변경하여 사용할 수 없습니다.