

제주지역 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 양식업의 경제성 분석: 배합사료 공급 양식어가를 중심으로

김남리 · 한현섭¹ · 이승한² · 김강웅² · 김도훈^{3*}

국립수산과학원 양식연구과, ¹군산대학교 해양생명과학과, ²국립수산과학원 사료연구센터, ³부경대학교 해양수산경영학과

An Economic Analysis of the Extruded Pellets on the Olive Flounder *Paralichthys olivaceus* Farms in the Jeju Region

Nam-Lee Kim, Hyun-Sob Han¹, Seung-Han Lee², Kang-Woong Kim² and Do-Hoon Kim^{3*}

Aquaculture Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea

¹Faculty of Marine Applied Biosciences, Kunsan National University, Gunsan 54150, Republic of Korea

²Aquafeed Research Center, National Institute of Fisheries Science, Pohang 37517, Republic of Korea

³Department of Marine & Fisheries Business and Economics, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

The government has implemented a policy to promote the use of extruded pellets in sustainable aquaculture by protecting fishery resources and managing the ocean environment. A survey on the production status and the cost of targeting olive flounder *Paralichthys olivaceus* culture farms in Jeju Island using extruded pellets was conducted. The survey results were used to examine the profitability and economic feasibility of the test farms, as well as the degree of increase in profitability and economic feasibility of the fish farms receiving government subsidies for employing extruded pellets. The economic feasibility was predicted through a sensitivity analysis of prices and production, which are the variable factors when of using the extruded pellets. Using the economic feasibility analysis, the average NPV (Net Present Value) and IRR (Internal Rate of Return) of sample farms were found to be KRW 5.8 billion and 8.9%, respectively. The result of the economic feasibility analysis of the government subsidy showed a maximum average of about 2.3 times higher NPV and a 3.8% increase in IRR in cases where government subsidies were received.

Keyword: Olive flounder, Extruded pellet, Economic analysis, Sensitivity analysis

서 론

양식어가의 사료 선택은 어가의 수익성과 직결된다고 할 수 있다. 사료의 영양 성분과 그 구성 비율에 따라 어류의 성장도에 영향을 미치며, 이는 곧 생산성 및 수익성과 연결된다. 사료 비용은 양식 생산비용 중 가장 큰 비중을 차지한다(Kam et al., 2003; Khalil et al., 2019; Jwa et al., 2020; Kim et al., 2021). 따라서 어가의 안정적인 경영과 수익성 향상을 위해서 사료 선택은 중요하다. 우리나라 양식 어류에 공급되는 사료 공급량은 2021년 기준 649,683톤(생사료 71%, 배합사료 29%)으로, 이중 넙치 양식에 가장 많은 268,218톤(생사료 91%, 배합사료 9%)이 공급되고 있다(KOSIS, 2021; MAFRA, 2021).

넙치의 사료 종류는 크게 생사료(raw fish), 습사료(moisture pellet, MP), 반습사료(soft extruded pellet, SEP) 그리고 배합사료(extruded pellet, EP)로 구분된다(NIFS, 2016). 현재까지 대부분 공급되고 있는 생사료 및 습사료는 수분함량이 높고 압출과정을 거치지 않아 먹이 투여 시 수중에 쉽게 풀어지게 된다. 이로 인해 발생하는 인, 질소 등 부영양화의 원인이 되는 성분이 해양으로 배출되면서 해양환경을 악화시키는 문제점이 있다(Ma et al., 2014; Brinker and Rösch, 2005; Kim et al., 2012, 2014). 생사료 공급을 위해서는 미성어들이 어획되어 양식 사료원으로 이용되고 있는데, 미성어들이 계속해서 어획될 경우 수산자원의 고갈로 이어질 위험성이 있다(Ma et al., 2014; Staples and Funge-Smith, 2005). 이에 정부에서는 해양환경 관

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5954 Fax: +82. 51. 629. 5953

E-mail address: delaware310@pknu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0681>

Korean J Fish Aquat Sci 55(5), 681-687, October 2022

Received 30 August 2022; Revised 5 October 2022; Accepted 11 October 2022

저자 직위: 김남리(연구원), 한현섭(교수), 이승한(연구사), 김강웅(연구관), 김도훈(교수)

리와 수산자원 보호 등 공익적 가치 제고 등을 통해 지속가능한 양식업을 실현하기 위하여 2004년부터 배합사료 사용 확대를 위한 정책을 추진해왔다.

한편, 배합사료 공급 시 어류의 성장도를 평가한 연구에서는 배합사료가 생사료와 비교하여 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 배합사료의 영양적 가치가 확인된 바 있다(Kim et al., 2009a, 2009b; Kim et al., 2012; Son et al., 2013). 하지만 정부의 지속적인 배합사료 사용 권고와 사료품질에 대한 연구에도 불구하고 여전히 배합사료 의존도가 낮다. 이는 무엇보다도 생사료에 비해 배합사료 구입 단가가 높아 양식어가에서 사료 비용에 대한 부담감과 양식어가 관리자들이 배합사료보다 생사료를 공급할 경우 성장이 더 빠르다는 인식으로 배합사료 공급 시 수익성 및 경제성을 판단하기가 모호하기 때문이다(Kim and Hwang, 2009). 양어용 배합사료 사용의무제가 지속적으로 논의되고 있는 시점에서 생사료에서 배합사료 사용으로 전환되었을 경우에 대한 생산현황, 생산비용, 수익성 그리고 경제성을 분석하여 문제점을 파악하고 배합사료 사용으로 안정적인 양식경영을 위한 방안을 모색할 필요가 있다.

양어사료에 대한 경제성을 평가한 선행연구들을 살펴보면, Kim et al. (1998)은 조피볼락을 대상으로 생사료, 대두박, 어분 그리고 어분대체품 공급에 따른 경제성을 비교·분석하였으며, Kim and Hwang (2009)은 넙치를 대상으로 배합사료와 생사료 공급에 따른 경제성을 비교·분석하였다. 하지만 이 연구에서는 동일한 양식장에서 배합사료와 생사료를 공급한 실험 결과에 따른 생존율과 사료비용만으로 경제성을 평가하였기 때문에 사료 종류에 따른 전체 생산비용을 파악하기 어려운 한계점이 존재하였다. Song (2011)은 넙치 양식어를 대상으로 생사료, 배합사료, 그리고 생사료와 배합사료를 혼합하여 공급하는 어가를 유형별로 구분하여 양식이익을 분석하였다. Grimm-Greenblatt et al. (2015)은 가물치를 대상으로 배합사료 공급 양식어가와 생사료 공급 양식어가의 경제성을 비교·분석하였다.

이에 본 연구에서는 선행연구들의 한계점을 고려하여 2020년도 배합사료 시범사업에 참여한 제주지역 넙치 양식 어가(종자 입식부터 출하까지 100% 배합사료를 사용하는 어가)를 표본으로 선정하였다. 따라서 실제 배합사료만 공급하는 양식어가들의 전체 생산비용 파악이 가능하였다.

본 연구에서는 배합사료를 공급하는 넙치 양식어가로부터 직접 수집한 자료를 바탕으로 첫째, 배합사료를 공급하는 어가들의 인건비, 전기료 등 전반적인 생산비용을 분석하였다. 둘째, 배합사료 공급 어가들의 수익성 및 경제성을 평가하였다. 그리고 현재 시행되고 있는 ‘친환경수산물 생산지원 배합사료 직불제 지원사업’ 정책을 적용하여 직불금을 지원받았을 경우의 수익성과 경제성이 어느 정도 향상되는지에 대한 결과를 비교·분석하였다. 마지막으로 배합사료를 사용함으로써 변동될 수 있는 요소인 출하가격, 생산량 그리고 배합사료 단가에 대해서는 민감도 분석을 통하여 경제성을 예측하였다.

재료 및 방법

조사 대상

제주도는 지하해수(연중수온 15–18°C)를 활용하기 때문에 다른 지역보다 넙치 성장이 빠른 이점이 있어 넙치 생산을 위한 최적의 환경이 조성되어 있다(NIFS, 2016). 이러한 환경적 이점으로 전국 양식넙치 생산량의 51.4%를 차지하고 있다(2021년 기준; KOSIS, 2021). 제주지역이 양식넙치의 주요 생산지역인 점을 고려하여 제주지역을 표본지역으로 선정하였으며 표본 양식어가는 2020년도 제주지역의 배합사료 시범사업에 참여한 어가들로, 치어입식부터 출하까지 배합사료만 공급한 어가들로 선정하였다. 그리고 지역적 분포와 양식장 규모를 고려하여 11개 표본 양식어를 대상으로 생산 및 비용조사를 실시하였다. 조사기간은 2020년 9월부터 12월까지 진행되었으며 대면 조사를 통해 실시하였다. 표본 양식어가의 지역은 구좌(3개소), 표선(4개소), 남원(1개소), 그리고 성산(3개소)이며, 양식장 규모는 1,500 m²에서 13,300 m²이다.

생산현황 조사

표본 양식어가의 평균 수면적은 6,287 m²로 조사되었으며, 최소 1,500 m²에서 최대 13,300 m²로 나타났다. m²당 평균 입식량은 37.5마리로, 최소 입식량은 10마리에서 최대 60마리까지 입식한 것으로 나타났다. 치어를 입식하는 어가는 11개 어가 중 9개이며, 2개 어가는 중간육성어를 입식한 것으로 조사되었다. 약 12개월 간 양성하여 출하 시 경영자가 추정된 생존율은 평균 61%로 조사되었다. 최저 생존율이 40%인 업체는 2개 업체로 m²당 입식량이 55마리에서 60마리로 비교적 입식량이 많음에도 불구하고 낮은 생존율을 보였다. 환수율은 8–30회전/1일으로 평균 22회전으로 조사되었다. 평균 생산량은 m²당 21.9 kg이며, 최소 6.5 kg에서 최대 46.2 kg까지 생산하는 것으로 분석되었다.

비용현황 조사

경제성 분석을 위하여 넙치 양식어가의 생산비용 11개 항목을 조사하였다. 초기투자비용은 Jwa et al. (2020)의 제주지역 m²당 평균 약 61만 원을 본 연구에 적용하였다. 표본 어가들의 연간 평균 총 생산비용은 약 11.4억원으로, 사료비용이 약 4.0억원

Table 1. Status of olive flounder *Paralichthys olivaceus* production for farms using EP

Item	Average
Farm size (m ²)	6,287
Input (fish/m ²)	37.5
Survival (%)	61
Water turnover (day)	22
Production (kg/m ²)	21.9

수준으로 전체 생산비용의 35.2%를 차지하였다. 다음으로 감가상각비 1.9억원(16.9%), 전기료 1.4억원(12.3%) 그리고 인건비 1.3억원(11.6%) 순으로 나타났다(Table 2).

표본 어가들의 수면적이 상이한 점을 고려하여 비용 항목별 면적당 연간 생산비용을 산출하여 비교해 보았다(Table 3). 주요 비용 항목을 살펴보면, m²당 평균 사료비용은 69,854원으로, 최소 비용은 20,497원에서 최고 113,997원 수준으로 나타났다. 시중에는 사료회사에서 제조된 다양한 종류의 배합사료가 있으며 배합사료 회사별, 크기별(치어용, 육성용, 육성후기용) 등으로 가격 차이가 있다. 실제로 표본 어가들의 배합사료 구입단가는 1포대(20 kg) 기준 최소 35,000원에서 최고 62,000원까지 다양한 것으로 조사되었다. m²당 평균 전기료는 22,329원으로 나타났다. 인건비는 m²당 평균 24,878원이 소요되며 양식어가

의 면적과 생산량에 따라 고용인원이 상이한데, 최소 2명에서 최대 14명까지 상시인부를 고용하는 것으로 조사되었다. 약품비는 영양제 및 항생제 등을 합한 금액으로 m²당 평균 10,773원이 소요되는 것으로 분석되었다.

배합사료 공급 현황 조사

표본어가들 평균 생산량은 123,423 kg으로 나타났으며, 배합사료의 평균 공급량은 152,605 kg, 평균 사료계수는 1.2로 나타났다. 표본어가들의 사료계수는 1.1과 1.3이 가장 많은 것으로 나타났다(Table 4). 사료공급 횟수는 넙치의 체중별, 저수온 및 고수온 기간에 따라 차이가 있으나, 1일 평균 약 2.7회 공급하는 것으로 나타났다.

넙치 출하가격

표본어가들의 매출액 산출을 위한 넙치 출하가격은 한국해양수산개발원의 제주지역 넙치 산지가격 통계자료를 활용하였다. 표본어가들의 평균 출하크기는 1 kg으로 조사되어 최근 제주 5년(2017–2021년) 평균 출하가격을 적용하였다.

친환경수산물 생산지원 직불제

‘친환경수산물 생산지원 직불제’는 무항생제수산물 등 친환경 인증을 받거나 배합사료를 사용하는 어업인에게 직불금을 지급하는 제도이다. 배합사료 직불금은 생사료 대신 수산자원 보호 효과가 높고 사료 검정기관의 검정을 받은 배합사료를 사용하는 양식어가에 대해 1어가당 최대 2.3억원 한도 내에서 사료 한 포대(20 kg)당 5,420–12,390원이 지급된다(MOF, 2021). 배합사료는 품질기준에 따라 일반 배합사료, 고품질 배합사료, 그리고 곤충분 배합사료로 구분되며, 사료 한 포대(20 kg)당 각각 5,420원, 8,900원, 그리고 12,390원이 지급된다(MOF, 2021). 본 연구에서는 조사 당시 각 어가에서 구매한 배합사료 단가를 기준으로 하여 사료 한 포대(20 kg)당 각각 5,420원, 8,900원, 그리고 12,390원의 직불금을 받을 경우를 적용하여 산출하였다. 산출 결과, 일반 배합사료를 사용할 경우 표본어가들의 배합사료 직불금은 평균 41백만원이며, 고품질 배합사료를 사용할 경우 평균 68백만원, 그리고 곤충분 배합사료를 사용할 경우는 평균 92백만원으로 산출되었다.

분석 방법

수익성 분석

수익성을 평가하기 위한 방법으로 매출액순이익률(return on sales, ROS)이 있다. ROS는 매출액에 대한 순이익의 비율로 식 (1)과 같다.

Table 4. Number of farms for FCR

FCR*	0.5	0.8	1.1	1.3	1.5	1.6
Number of farms	1	1	3	3	2	1

*Feed conversion ratio=Feed fed/Wet weight gain.

Table 2. Average annual operating costs for farms using EP

Item	Cost (won)	%
Total cost	1,135,112,727	100.0
Feed cost	399,869,091	35.2
Seedstock cost	92,031,818	8.1
Electricity cost	139,727,273	12.3
Maintenance cost	51,727,273	4.6
Labor cost	131,890,909	11.6
Food expenses	17,109,091	1.5
Office expenses	8,963,636	0.8
Tax and publish charge	20,709,091	1.8
Selling expenses	10,322,727	0.9
Medicine cost	71,000,000	6.3
Depreciation cost	191,761,818	16.9

Table 3. Average annual operating costs per m² by facility size

Item	Minimum (won)	Maximum (won)	Average (won)
Total cost	71,897	305,164	194,888
Feed cost	20,497	113,997	69,854
Seedstock cost	3,500	57,600	19,492
Electricity cost	500	46,667	22,329
Maintenance cost	0	20,000	7,552
Labor cost	8,945	66,240	24,878
Food expenses	100	5,510	2,990
Office expenses	0	4,800	1,551
Tax and publish charge	200	6,391	3,035
Selling expenses	0	6,000	1,934
Medicine cost	5,200	18,722	10,773
Depreciation cost	30,500	30,500	30,500

$$ROS = \frac{TR - TC}{TR} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

TR, 매출액
TC, 총 비용

경제성 분석

본 연구에서는 배합사료 공급 어가의 경제성을 평가하기 위하여 순현재가치법(net present value, NPV)과 내부수익률법(internal rate of return, IRR)을 사용하였다. NPV는 사업 기간 동안 발생하는 미래의 수익과 비용을 현재 분석 시점으로 할인하는 기법으로(Liu and Sumaila, 2007) 현금의 시간적 가치를 고려하므로 할인율을 어떻게 결정하느냐에 따라 결과가 다르게 분석된다. 본 연구에서는 양식 경제성 분석 연구에서 적용한 할인율을 참고하였으며(Kim, 2012; Jwa et al., 2020; Kim et al., 2021), 기획재정부의 “예비타당성 조사 수행 총괄지침”에 근거하여 4.5%를 적용하여 분석하였다(MOEF, 2019). 또한 10년 기간 동안의 현금흐름을 가정하여 분석하였다. NPV 수식은 식(2)와 같다(Ngoc et al., 2016).

$$NPV = -INV + \sum_{t=1}^T \frac{NCF_t}{(1+i)^t} + \frac{V_T}{(1+i)^T} \dots\dots\dots (2)$$

INV, 초기 투자비용
T, 사업기간
NCF_t, t년도의 현금유입-현금유출
V_T, T시점의 잔존가치
i, 사회적 할인율

IRR은 유출된 현금의 현재가치의 합과 유입된 현금의 현재가치의 합이 같아지는 사회적 할인율을 살펴봄으로써 경제성을 판단하는 기법이다. IRR에서는 순현재흐름을 0으로 만드는 사회적 할인율을 구하게 되며 IRR이 할인율보다 높을 경우 사업이 재정적으로 실현 가능한 것으로 정의된다. IRR 수식은 식

(3)과 같다(Engle, 2010).

$$0 = INV + \frac{NCF_t}{(1+IRR)^t} + \frac{V_T}{(1+i)^T} \dots\dots\dots (3)$$

INV, 초기 투자비용
T, 사업기간
NCF_t, t년도의 현금유입-현금유출
V_T, T시점의 잔존가치
i, 사회적 할인율

민감도 분석

민감도 분석은 특정 변수의 변화에 따라 경제성 분석의 결과가 어떻게 변동하는지 살펴보는 기법이다. 본 연구에서는 직불금을 받지 않는 조건에서 넉치 출하단가, 생산량 그리고 배합사료 단가 변동에 따른 민감도 분석을 실시하였다. 배합사료를 공급한 넉치는 생사료를 공급한 넉치보다 비만도와 맛이 떨어진다는 인식 때문에 출하가격에 차별이 발생하고 있어(Ma et al., 2014), 현재 넉치 출하가격에서 1,000원 수준으로 하락과 상승할 경우를 가정하여 경제성을 평가하였다. 그리고 양식어가에서는 넉치 성장지연에 따른 생산량 감소를 가장 우려하고 있는데, 이에 현재 양식어가의 생산량에서 20% 수준으로 하락과 상승할 경우를 가정하여 경제성을 평가하였다. 마지막으로 양식어가의 현재 배합사료 구입 단가에서 20% 수준으로 하락과 상승할 경우를 가정하여 경제성을 평가하였다

결 과

수익성 분석

표본어가들의 양식기간에 따른 평균 수익성 분석 결과는 Table 7에서 보는 바와 같다. 배합사료 직불금을 받지 않는 조건에서는 평균 수익성이 21.8%로 분석되었으며, 최저 2.3%에서 최고 47.3%로 평가되었다. 배합사료 직불금을 받는 경우 일반 배합사료의 경우 평균 수익성이 23.9%, 고품질 배합사료 25.2%, 그리고 곤충분 배합사료 26.4%로 분석되어 직불금을 받지 않는 경우 보다 최대 4.6% 상승하는 것으로 분석되었다.

경제성 분석

향후 10년간 현금흐름에 대한 경제성을 분석한 결과, 직불금

Table 5. Sale price of olive flounder *Paralichthys olivaceus* per kg in Jeju (unit, won)

Year	2017	2018	2019	2020	2021	Average
1 kg	13,496	11,916	8,887	11,560	14,747	12,121

References, KMI (2021).

Table 6. Average governmental subsidies (11 farms)

Governmental subsidies (won/20 kg)	Minimum (won)	Maximum (won)	Average (won)
5,420	10,850,840	113,820,000	41,356,078
8,900	17,817,800	186,900,000	67,909,427
12,390	24,804,780	230,000,000	91,794,534

Table 7. Results of profitability analysis

Governmental subsidies (won/20 kg)	Minimum (%)	Maximum (%)	Average (%)
0	2.3	47.3	21.8
5,420	5.4	47.9	23.9
8,900	7.4	48.3	25.2
12,390	9.2	48.8	26.4

Table 8. Results of NPV analysis by governmental subsidies

Governmental subsidies (won/20 kg)	Minimum (won)	Maximum (won)	Average (won)	Number of companies with economic feasibility
0	-3,141,490,063	3,997,929,497	582,966,469	6
5,420	-2,989,927,643	4,898,555,080	910,205,460	7
8,900	-2,892,614,503	5,476,816,524	1,120,314,628	7
12,390	-2,795,021,727	5,817,854,677	1,309,310,744	7

NPV, Net present value.

Table 9. Results of IRR analysis by governmental subsidies

Governmental subsidies (won/20 kg)	Minimum (%)	Maximum (%)	Average (%)	Number of companies with economic feasibility
0	-9.6	48.0	8.9	6
5,420	-7.7	49.7	10.6	7
8,900	-6.8	50.8	11.7	7
12,390	-6.4	51.9	12.7	7

IRR, Internal rate of return.

을 받지 않는 조건에서 표본어가들의 평균 NPV는 5.8억원, 그리고 IRR은 8.9%로 분석되었다. 표본어가 중 5개 어가는 NPV와 IRR이 마이너스(-)로 분석되어 경제성이 없는 것으로 추정되었다(Table 8, Table 9).

배합사료 품질기준에 따른 직불금을 받는 경우의 NPV는 일반 배합사료의 경우 9.1억원, 고품질 배합사료 11.2억원, 그리고

고 곤충분 배합사료 13.1억원으로 분석되었다. IRR은 10.6%, 11.7%, 그리고 12.7%로 각각 분석되었다(Table 8, Table 9).

배합사료를 사용할 경우 1개 어가는 직불금을 받음으로써 경제성이 마이너스(-)에서 플러스(+)로 전환된 것으로 평가되었다. 경제성이 가장 낮게 분석된 어가는 m²당 입식량이 가장 적었으며, 이에 따른 생산량과 매출액 수준이 낮아 경제성이 낮게 평가된 것으로 분석되었다.

민감도 분석

직불금을 받지 않는 조건 하에 출하가격에 대한 민감도 분석 결과, 평균 출하가격에서 1,000원 하락할 경우 평균 NPV와 IRR이 -3.9억원 그리고 3.1%로 분석되었다. 반면 출하가격이 1,000원 상승할 경우 평균 NPV와 IRR이 15.6억원 그리고 14.0%로 직불금을 받는 경우보다 더 높은 경제성을 확보하는 것으로 분석되었다(Table 10). 배합사료 공급 시 생산량 변동에 따른 민감도 분석 결과, 현재 생산량에서 20% 감소하면 평균 NPV와 IRR이 -15.6억원 그리고 -3.9%로 분석되었다. 반면 생산량이 20% 증가할 경우 평균 NPV와 IRR이 27.2억원 그리고 19.2%로 경제성이 크게 향상되며 직불금을 받는 경우보다 더 높은 경제성을 확보하는 것으로 분석되었다(Table 11). 배합사료 단가 따른 민감도 분석 결과, 현재 배합사료 구입 단가에서 20% 감소하면 평균 NPV와 IRR이 12.2억원 그리고 12.4%로 분석되었다. 반면 단가가 20% 증가할 경우 평균 NPV와 IRR이 -5억원 그리고 5.1%로 경제성이 없는 것으로 분석되었다(Table 12).

고 찰

본 연구에서는 제주지역의 11개 넙치 배합사료 공급 어가를

Table 10. Results of sensitivity analysis by olive flounder *Paralichthys olivaceus* sale price

Item	(unit, won, %)		
	NPV	IRR	Number of companies with economic feasibility
-1,000	-393,642,789	3.1	4
-500	94,661,840	6.1	5
current	582,966,469	8.9	6
+500	1,071,271,098	11.5	7
+1,000	1,559,575,726	14.0	7

NPV, Net present value; IRR, Internal rate of return.

Table 11. Results of sensitivity analysis by production

Item	(unit, won, %)		
	NPV	IRR	Number of companies with economic feasibility
-20%	-1,555,951,162	-3.9	2
-10%	-486,492,347	3.0	4
current	582,966,469	8.9	6
+10%	1,652,425,284	14.2	7
+20%	2,721,884,100	19.2	7

NPV, Net present value; IRR, Internal rate of return.

Table 12. Results of sensitivity analysis by EP sale price

Item	(unit, won, %)		
	NPV	IRR	Number of companies with economic feasibility
-20%	1,215,776,754	12.4	7
-10%	899,371,611	10.7	7
current	582,966,469	8.9	6
+10%	266,561,326	7.0	5
+20%	-498,438,161	5.1	5

EP, Extruded pellet; NPV, Net present value; IRR, Internal rate of return.

대상으로 생산 및 비용 현황을 파악하고, 배합사료 직불금에 따른 경제성을 분석하였다. 배합사료 직불금을 받지 않는 조건에서 표본어가들의 평균 NPV는 5.8억원 그리고 IRR은 8.9%로 분석되었다. 배합사료 직불금을 받는 경우 경제성은 일반 배합사료를 사용할 경우 평균 NPV와 IRR이 각각 9.1억원, 10.6%이며 고품질 배합사료를 사용할 경우 11.2억원, 11.7% 그리고 곤충분 배합사료를 사용할 경우 13.1억원, 12.7%로 분석되었다.

직불금은 받지 않는 조건을 기준으로 하여 출하가격, 생산량 그리고 배합사료 단가에 대한 민감도 분석을 실시한 결과, 출하가격이 1,000원 상승한다면 NPV가 15.6억원으로 분석되었으며, 표본어가들의 생산량이 20%까지 증가한다면 NPV가 19.2억원으로 분석되었다. 배합사료 단가가 20%까지 하락한다면 NPV가 12.4억원으로 분석되었다. 이를 종합해 보면, 출하가격 상승과 생산량 증가에 따른 경제성은 직불금 효과보다 더 높은 것으로 평가되었다.

Jwa et al. (2020)에서는 평균 수익성이 23.1%, NPV는 약 18.0억원 그리고 IRR은 16.0%로 분석되었다. 이는 본 연구의 표본어가들이 배합사료 직불금을 받는 경우보다 더 높은 수준이다. Jwa et al. (2020)의 제주지역 m²당 생산비용은 195,880원으로 본 연구의 배합사료 공급 어가들의 m²당 생산비용(194,888원)과 비슷한 결과가 도출되었다.

배합사료 공급을 통해 보다 안정적인 양식 경영을 위한 방안으로 생산성 저하를 최소화하기 위한 노력과 경영비용 절감이 필요하다. 국립수산물과학원에서는 배합사료 공급 시 배합사료 사용에 대한 경험부족 등으로 사료 과잉공급에 의한 어류의 복수증, 성장부진 그리고 질병이 발생하는 경우가 발생할 수 있으니, 배합사료 적정 공급 횟수를 15°C 이하에서는 1일 1회, 25°C 이상일 경우는 2-3일에 1회 사료를 공급하도록 권장하고 있다 (NIFS, 2020). 하지만 본 연구의 대상어가들은 1일 평균 2.7회 공급하고 있어 어체 크기 및 수온 등에 따라 적정 사료 공급량을 준수하는 것이 필요하며, 특히 양식어가별 관리책임자는 배합사료에 대한 지식 습득이 필요할 것이다. 따라서 사료량을 절약 하면서 어류의 질병을 예방하고 사료를 반복으로 공급할 경우

와 동일한 성장효과를 본다면 사료비용 절감도 가능할 것이다.

본 연구의 대상어가들의 환수율은 8-30회전/1일으로 평균 22회전으로 나타났는데 제주지역 환수율이 15-42.6회전/1일로 평균 약 26회전인 것(NIFS, 2019)과 비교하면 배합사료를 사용할 경우의 환수율이 약 -15% 낮은 것을 알 수 있었다. 향후 다양한 양식 지역과 보다 많은 양식어가를 대상으로 배합사료 공급 시 수질과 양식 환경 등을 고려하여 환수율에 미치는 영향에 대한 연구가 필요한 것으로 보인다.

배합사료 사용 활성화를 위해서는 현재의 배합사료 직불금의 지원 대상 및 한도를 확대할 필요가 있다. 현재 배합사료 지원금은 종자 입식부터 출하까지 100% 배합사료만 사용한 어가에 대해 직불금을 지급하고 있는데, 생사료와 배합사료를 혼용하여 양식하는 어가에 대해서도 배합사료 사용량에 대한 직불금을 지급하여 배합사료 사용을 지속적으로 확대해 나갈 필요가 있다. 현재 지원한도의 경우 수면적과 지원 금액을 곱하여 어가당 2.3억원이다. 이는 수면적이 크고 사육량이 많은 양식어가의 경우 수면적이 적은 양식장에 비해 사료비용은 많이 소요되나 직불금은 상대적으로 적게 지급되는 문제가 발생하게 된다. 따라서 배합사료 직불금 지원확대를 통하여 양식어가의 배합사료에 대한 부정적 인식을 전환해 나가는 것이 향후 배합사료 활성화에 기여할 수 있을 것이다.

본 연구는 종자입식부터 출하까지 배합사료만 공급한 넙치 양식어가들에 대한 생산 실태파악 및 경제성을 분석한 점에서 의의를 가진다. 향후 지속가능한 양식업을 위해서 정부에서 추진하는 배합사료 의무화 정책에 맞춰 다양한 지역의 배합사료 사용어가의 생산현황 조사와 경제성 평가 등이 지속적으로 수행되어야 할 것이며, 배합사료 사용으로 안정적인 양식 경영과 지속가능한 양식업을 위한 방안 모색이 더욱 필요할 것이다.

사 사

이 논문은 국립수산물과학원 수산시험연구사업(R2022002)의 지원으로 수행된 연구입니다.

References

- Brinker A and Rösch R. 2005. Factors determining the size of suspended solids in flow-through fish farms. *Aquac Eng* 32, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2004.10.003>.
- Engle CR. 2010. *Aquaculture Economics and Financing: Management and Analysis*. Wiley-Blackwell, New Delhi, India, 159-167.
- Grimm-Greenblatt J, Pomeroy R, Bravo-Ureta B, Sinh LX, Hien HV and Getchis T. 2015. Economic analysis of alternative snakehead (*Channa striata*) feed. *Aquac Econ Manag* 19, 192-209. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.1024345>.
- Jwa MS, Park KI and Kim DH. 2020. The current status and an

- economic analysis of Jeju olive flounder aquaculture. *J Kor Soc Fish Mar Edu* 32, 1612-1622. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2020.12.32.6.1612>.
- Kam LE, Leung PS and Ostrowski AC. 2003. Economics of offshore aquaculture of Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii. *Aquaculture* 223, 63-87. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00162-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00162-5).
- Khalil HS, Mansour AT, Goda AMA and Omar EA. 2019. Effect of selenium yeast supplementation on growth performance, feed utilization, lipid profile, liver and intestine histological changes, and economic benefit in meagre, *Argyrosomus regius*, fingerlings. *Aquac Nutr* 501, 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.018>.
- Kim DH and Hwang JW. 2009. An economic feasibility comparison of the extruded pellets and moist pellet on the olive flounder culture farms. *J Fish Bus Adm* 40, 189-205.
- Kim DH. 2012. An economic feasibility study of mackerel offshore aquaculture production system. *J Fish Bus Adm* 43, 23-30. <http://doi.org/10.12939/FBA.2012.43.3.023>.
- Kim KS, Bai SC, Choi JY and Kim WK. 1998. Economic evaluation of the newly developed fish meal analog (BAIFA-M). *J Fish Bus Adm* 29, 121-137.
- Kim KW, Heo SB, Kim KD, Son MH, Park MW and Bai SC. 2009a. A commercial farm feeding trial to evaluate the laboratory formulated extruded pellet for olive flounder in the East Sea. *J Kor Soc Fish Mar Edu* 24, 556-561.
- Kim KW, Kang YJ, Kim KD, Son MH, Choi SM, Bai SC and Lee KJ. 2009b. Evaluation of extruded pellet for growth performance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Jeju farm field. *Korean J Fish Aquat Sci* 42, 604-608. <https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.6.604>.
- Kim KW, Kim KD, An CM, Son MH, Lee BJ and Han HS. 2012. Effects of a commercial extruded pellet on growth performance and water quality in growing olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J Kor Soc Fish Mar Edu* 24, 602-608. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2012.24.4.602>.
- Kim NL, Park KI, Lee BJ and Kim DH. 2021. An economic analysis of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) aquaculture in Wando region. *J Kor Soc Fish Mar Edu* 33, 734-743. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.6.33.3.734>.
- Kim SS, Kim KW, Kim KD, Lee BJ, Lee JH, Han HS, Kim JW and Lee KJ. 2014. Comparison of extruded and moist pellets for growth performance, water quality and histology of olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Jeju fish farm. *J Kor Soc Fish Mar Edu* 26, 667-675. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2014.26.3.667>
- KMI (Korea Maritime Institute). 2021. Statistic Database for Olive Flounder Sale Price. Retrieved from www.foc.re.kr on Jul 14, 2022.
- KOSIS (Korean statistical information service). 2021. Statistic Database for Aquafeed Supply and Fisheries Production. Retrieved from <https://kostat.go.kr/portal/korea/index>. accessed on Jul 14, 2022.
- Liu Y and Sumaila UR. 2007. Economic analysis of net cage versus sea-bag production systems for salmon aquaculture in British Columbia. *J World Aquac Soc* 11, 371-395. <https://doi.org/10.1080/13657300701727235>
- Ma CM, Lee YS and Lee SE. 2014. Measures for the Obligation of the EP Feed Usage. Korea Maritime Institute, Busan, Korea, 1-40.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2021. Statistic Database for Aquafeed Supply. Retrieved from <https://www.mafra/index>. do on Jul 1, 2022.
- MOEF (Ministry of Economy and Finance). 2019. 2019 Performance Guidelines for Preliminary Feasibility Study. MOEF, Seoul, Korea, 27-29.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2021. Governmental Policy for Eco-Friendly Seafood Producer. Retrieved from www.mof.go.kr on Jul 3, 2022.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2016. Standard Manual of Olive Flounder Aquaculture. NIFS, Busan, Korea, 55-56.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2019. Research for Mortality Reduction and Monitoring of the Flatfish in Fish-farm on the Jeju-Island. Report of National Institute of Fisheries Science. NIFS, Busan, Korea, 14-15. <https://doi.org/10.23000/TRKO201900004677>.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2020. Feeding Manual for Olive Flounder. NIFS, Busan, Korea, 3-4.
- Ngoc PTA, Meuwissen MPM, Cong Tru L, Bosma RH, Verreth J and Lansink AO. 2016. Economic feasibility of recirculating aquaculture systems in pangasius farming. *Aquac Econ Manag* 20, 185-200. <https://doi.org/10.1080/13657305.2016.1156190>.
- Son MH, Kim KD, Kim KW, Kim SK, Lee BJ and Han HS. 2013. Evaluation of commercial extruded pellets and raw fish-based moist pellets for the growth and quality of Korean rockfish *Sebastes schlegeli* cultured in net-cages. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 282-286. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0282>.
- Staples D, Funge-Smith S. 2005. Prized commodity: Low value/trash fish from marine fisheries in the Asia-pacific region. *Fish People* 3, 2-15. <http://hdl.handle.net/20.500.12066/707>
- Song JH. 2011. A study on the comparative analysis of business performance of raw feed and formula feed in fish aquaculture. *J Fish Mar Sci Edu* 23, 526-532.