

전북 해상가두리 양식업의 품종별 경제성 비교 분석

김남리 · 김성연* · 김도훈†

국립수산과학원(연구원) · *국립수산과학원(연구관) · †부경대학교(교수)

A Comparison of the Economic Performance of Abalone Sea-Cage Aquaculture by Seed

Nam-Lee KIM · Sung-Yeon KIM* · Do-Hoon KIM†

National Institute of Fisheries Science(researcher) ·

*National Institute of Fisheries Science(senior researcher) · †Pukyong National University(professor)

Abstract

This study aimed to analyze the economic feasibility of hybrid abalone aquaculture production performance in Wando region, Korea. Hybrid abalones formed from two species were produced. Comparative analyses on income and cost of production based on experimental results for growth and survival rates of the hybrid abalone were conducted. Also, sensitivity analyses for very uncertain survival rate, a price of the juvenile abalone, and selling prices were performed. This study identified the highest value of NPV for hybrid abalone. Although the result of economic evaluation for existing species was good, considering higher profits abalone aquaculture specialized in hybrid species was considered to be advantageous.

key words : Hybrid abalone, Survival rate, Aquaculture management, Sensitivity analysis, Profitability analysis

I. 서론

세계식량농업기구(FAO) 통계에 따르면, 전 세계 어획량은 지속적으로 감소하고 있으며, 2012년 이후 양식생산량이 어획생산량을 초과하였다(FAO, 2018).

우리나라의 경우 총 수산물 생산량 중 양식업 생산량의 비중이 2001년에 24.6% 차지하였으나, 매년 지속적으로 증가하여 2019년에는 61.9%를 차지하였다(KOSIS, 2019). 이와 같이, 수산양식업의 중요성은 크게 증가하고 있고, 특히 향후에는 고품질의 종자 생산을 통한 양식산업화가 더욱

필요한 시기라고 할 수 있다. 통계청 어업생산동향조사에 따르면, 전북의 양식업 생산량은 2001년 29톤에서 2018년 20,053톤으로 증가하였다(KOSIS, 2019). 우리나라에서 짧은 기간에 양식업 생산량이 급격하게 증가한 대표적인 품종이라고 할 수 있다. 하지만 전북 양식업은 지난 20여 년 동안 양식기술 발전과 대량생산 등으로 급성장을 거치면서 많은 문제점을 초래하였다.

대표적인 문제점으로는 소수의 한정된 어미집단에 의한 반복적 교배로 유전적 다양성 감소 등의 생물학적 문제와 한정된 양식장의 고밀도 사육과 양식 시설 노후 등으로 인한 대량 폐사, 그

† Corresponding author : 051-629-5954, delaware310@pknu.ac.kr

* 본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 Golden Seed 프로젝트(213008-05-4-SB110)의 지원에 의하여 연구되었음.

리고 이에 따른 생산성 저하 등의 양식어장 환경 문제를 꼽을 수 있다. 이러한 문제점들이 악순환 되면서 전복 양식의 생산성을 하락시키고, 수익을 감소시켜 양식경영 악화가 지속되고 있다.

이를 해결하기 위한 가장 적극적인 방법의 하나는 육종연구를 통해 우량종자를 개발하는 것이다. 우량종자 개발은 획기적으로 양식원가를 절감하고, 우수한 품질에 대한 부가가치를 창출하는 것이라고 할 수 있다(NIFS, 2008). 또한 우량종자의 확보는 양식업의 성공 가능성을 높이는 가장 중요한 요소 중의 하나로, 양식을 통해 생산되는 수산물의 질과 양을 가늠하는 양식업의 근간이라 할 수 있다(Nam and Cho, 2013).

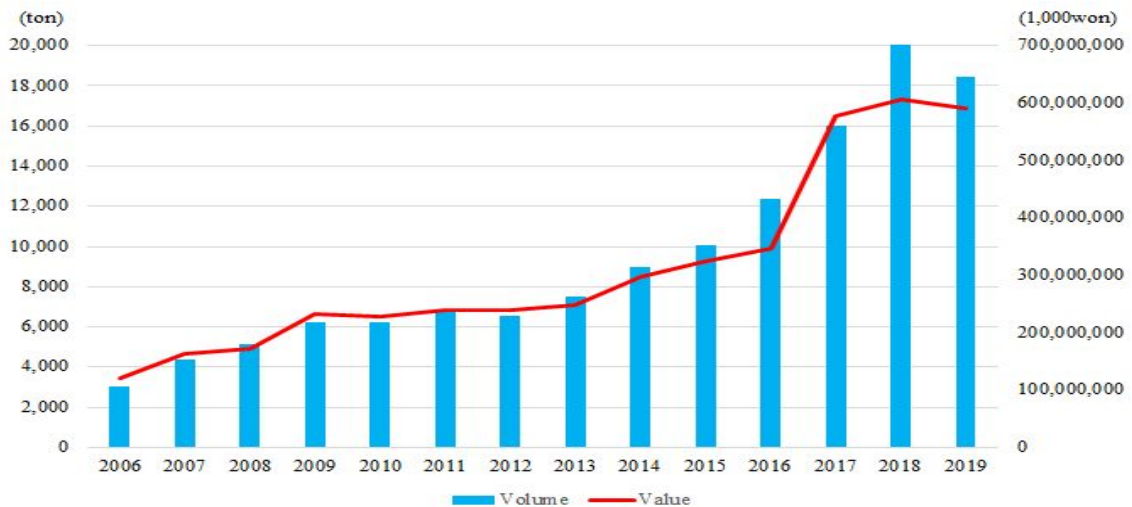
우리나라에서는 우량종자 개발을 위한 골든씨드(Golden Seed) 프로젝트를 2013년부터 추진해 오고 있으며, 종자산업을 육성시키고자 노력하고 있다. 구체적으로 골든씨드 프로젝트에서는 양식어가의 수요에 따라 성장이 빠르면서 생존율이 높은 전복품종 개발을 위해 교잡종 연구를 진행해 오고 있다.

중국, 일본 및 한국의 양식전복은 3국 해안에 분포한 한류성 전복인 북방전복이 주종을 이루고

있다. 그리고 아종인 등근전복은 난류성 전복의 생태적 차이를 보여 한국에서는 제주도 일대와 독도 지역에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 2016). 골든씨드 프로젝트에서는 전복 양식업의 생산성 향상을 위해 전복 품종별 생리학적 특성을 고려하여 북방전복과 등근전복을 교잡한 교잡품종을 개발하였다. 교잡품종에 대한 생물학적 연구는 계속해서 진행 중이지만 교잡품종을 양식하였을 때 산업화로 적합한지에 대한 연구는 전무하다. 이러한 배경 하에서 본 연구는 북방전복과 등근전복의 수정으로 인한 교잡품종과 순종을 이용한 해상가두리 양식업의 수익성 및 경제성을 비교·분석하였다.

II. 전복 양식 현황

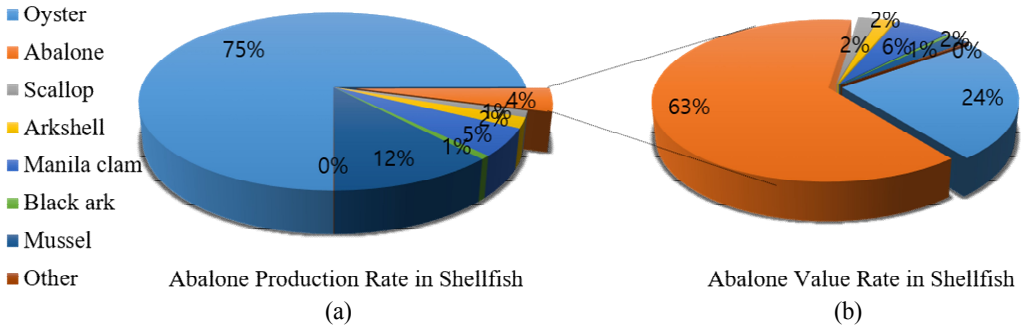
전복은 과거부터 건강식품으로 각광을 받고 있는 식품이지만 워낙 고가로 소비량은 일부에 그쳤다. 그 이유는 1990년대까지 바닥식 및 수하식 양식 방법으로 생산성이 낮아 식재료보다 주로 선물용으로 고가에 판매되었다.



Source : MOF, Fisheries Information Portal(www.fips.go.kr)

[Fig. 1] Trends in production and value of abalone production.

전복 해상가두리 양식업의 품종별 경제성 비교 분석



Source : MOF, Fisheries Information Portal(www.fips.go.kr)

[Fig. 2] Abalone production and value rate in shellfish(2019).

하지만 2000년대 이후 가두리식 양식 방법의 개발로 대량생산이 가능해졌으며, 이에 따른 전복 가격 하락으로 소비량이 증가하였다. 또한 온라인 판매와 다양한 식재료로 활용되는 등 소비 형태가 변화함에 따라 소비량이 매년 증가되는 추세이며, 이에 따른 생산량도 급격히 증가하였다. [Fig. 1]에서 보는 바와 같이, 2018년 양식생산량은 20,053톤으로 최고치를 기록하였으며, 2019년에는 18,436톤으로 2018년 대비 소폭 감소하였다. 또한 [Fig. 2]에서 나타난 바와 같이, 2019년 기준 전복 양식업 생산량은 패류 양식업 생산량의 약 4% 비중을 차지하고 있으나, 생산금액은 약 63%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 즉, 전복은 고가의 양식품종으로, 우리나라 패류 양식산업에 있어서 매우 중요한 품종인 것을 알 수 있다.

Ⅲ. 연구 방법 및 자료

1. 연구 방법

본 연구에서는 교잡품종 2종(북방전복♀×등근전복♂, 등근전복♀×북방전복♂)과 순종 2종(북방전복, 등근전복)의 수익성 및 경제성을 비교·분석하기 위해 품종별 계측자료를 조사하였다. 그리고 완도지역의 전복 해상가두리 양식업의 초기

시설비용과 생산비용을 기준으로 4개 품종을 양식하였을 때 품종별 생존율, 출하중량에 따른 해상가두리 양식업의 수익성 개선과 경제성에 어느 정도 효과를 미치는지 분석하였다.

품종별 수익성 분석에 있어서는 양식기간(32개월) 동안 발생하는 수익과 비용을 바탕으로 수익성(매출액이익률)을 산출하고, 생산원가를 품종별로 비교·분석하였다.

품종별 전복 양식의 수익(I)은 전복 치패 입식량(N)과 생존율(S), 그리고 생산중량(W)을 곱한 총 생산량에 kg당 출하가격(P)을 곱하여 추정하였다. 출하가격(P)은 한국해양수산개발원 수산업 관측센터의 2015년부터 2019년까지 최근 5년 kg당 출하가격을 평균하여 추정하였다.

$$I = (N \times S \times W) \times P \dots\dots\dots (1)$$

그리고 향후 10년 기간 동안의 현금흐름에 대한 순현재가치(NPV), 내부수익률법(IRR), 편익비용비율법(B/C Ratio)으로 분석하여 품종별 전복 해상가두리 양식업의 경제성을 평가하였다.

순현재가치(Net Present Value)를 이용한 경제성 분석은 최초 투자시기부터 사업이 끝나는 시기까지의 연도별 순편익의 흐름을 각각 현재가치로 환산하여 평가하는 방법으로 산출식은 다음과 같다.

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

여기서, CF_t 는 t 기간의 순현금흐름, r 은 할인율, I_0 는 초기투자비용을 나타낸다. 본 연구에서는 한국개발연구원 「공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구(제2판)」에서 제시한 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 분석하였다(KDI, 2018).

내부수익률법(Internal Rate Of Return Method)은 미래가치가 0이 되도록 하는 이자율을 의미하며 내부수익율이 사회적할인율보다 높은 경우 투자할 만한 가치를 가지게 된다.

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

여기서, CF_t 는 t 기간의 순현금흐름, I_0 는 초기투자비용을 의미한다.

편익비용비율법(Benefit-Cost Ratio Method)은 편익의 현재가치와 투자하는 자본의 현재가치를 구한 후 자본의 현재가치에 대한 편익의 현재가치를 나눈 비율을 말한다. 사회적 할인율을 반영한 BCR이 1보다 큰 경우 경제성이 있는 것으로 판단된다.

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^n B_t(1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t(1+r)^{-t}} \dots\dots\dots (4)$$

여기서, B_t 는 t 년도에 발생하는 순편익, C_t 는 t 년도에 발생하는 순비용, r 은 할인율을 의미한다.

본 연구에서는 전복 양식업의 동일한 시설비용 및 생산비용 하에서 품종별 생존율과 생산중량에 따른 경제성 분석을 실시하였다. 그리고 전복 양식어가의 경영성과에 영향을 미치는 출하가격, 치패비, 생존율 등 주요 변수에 대한 불확실성을 고려하기 위해 민감도 분석을 추가적으로 실시하였다.

2. 분석 자료

전복 품종별 성장 계측자료는 골든씨드 프로젝트의 2015년 1월부터 2017년 9월까지 실험한 결과를 바탕으로 조사하였다. A품종은 가장 많이 양식되고 있는 북방전복 순종이며, B품종은 교잡 품종 개발을 위해 생산된 북방전복우×등근전복♂의 교잡품종이다. C품종 역시 교잡품종으로 등근전복우×북방전복♂의 교잡품종이며, D품종은 등근전복 순종이다. 성장도 실험을 위해 각장 3cm 이상 되는 개체를 각 품종별로 2,400마리씩 선별하여 전남 완도군 약산면 우두리에 위치한 해상 가두리 12칸에 칸 당 800마리씩 입식하였다(Oh YD, 2018). 입식 후 수온, 먹이 등 동일한 양식 환경조건에서 약 32개월 간 사육한 성장도 조사 결과자료를 분석에 활용하였다(<Table 1> 참조).

성장 계측 결과, B품종이 성장도와 생존율 등 모든 면에서 우수한 성장이 나타났다. 특히 수온이 높은 여름철을 지나고 모든 품종의 생존율이 급격히 낮아졌으나, 상대적으로 B품종의 생존율이 가장 높은 것으로 나타났다(Oh et al, 2018). 이러한 결과는 품종별 특성상 난류종인 등근전복과 한류종인 북방전복의 수정으로 인해 교잡품종이 고수온내성을 보이는 것으로 나타났으며, 이는 최근 기후 변화에 따른 표층 수온상승과 여름철 고수온으로 인한 집단 폐사 등 양식어가의 경제적 손실을 개선시키는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

본 연구의 전복 해상가두리 양식장의 초기시설 비용 및 생산비용 자료는 전라남도 해양수산과학원에서 조사한 2014년도 시설비 및 생산비용 자료를 활용하였다(JeollaNamDo Institute of Ocean & Fisheries Technology, 2014). 완도지역 1ha 면적의 전복 해상가두리 시설을 위한 그물망, 상부틀, 하부틀, 부자 및 닻 시설이 228,673천원으로 전체 초기시설비용의 60% 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

<Table 1> Results of experimental farming by seed for 32 months

Seed species	A	B	C	D
Initial mean body weight(g)	4.62±0.06	4.74±0.08	4.50±0.06	4.52±0.08
Final mean body weight(g)	85.24±4.13 ^a	90.53±4.87 ^a	72.41±3.67 ^b	70.27±3.17 ^b
Survival rate(%)	38.63±0.02%	39.63±0.01	31.25±0.02	24.25±0.05

Each values (means±SD) (n=90) having the different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂,

C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

Source : Oh et al, 2018

그 외 관리선(5톤), 크레인, 선외기 엔진 등 부대시설 비용이 120,000천원으로, 초기시설 비용은 총 348,673천원이 소요되는 것으로 조사되었다 (<Table 2> 참조).

32개월 동안의 전북 해상가두리 양식장의 생산에 따른 비용은 치패비, 사료비, 수선유지비, 인건비, 감가상각비 등으로 구분하였다. 치패비의 경우 가두리 칸당 2,000마리를 입식기준으로 하였을 때, 1ha입식량은 694,000마리 그리고 마리당 치패비 300원으로 208,200천원이 소요되는 것으

로 분석되었다. 이는 총 양식비용 중 34.1%로 가장 큰 비중을 차지한다.

두 번째로 상용인부와 일용인부 인건비를 합한 인건비 비용이 17.5%를 차지하고 있다. 다음으로 감가상각비가 16.6% 그리고 사료비가 15.2%를 차지하고 있다. 이들 상위 4개의 비용항목이 전체 양식비용의 83.4%를 차지하고 있는 것으로 나타나 양식생산에 있어 중요한 항목이라고 할 수 있다(<Table 3> 참조).

<Table 2> Initial investment costs for Abalone sea-cage aquaculture

	Cost(1,000won/unit)	Units	Total(1,000won)	% of total
Total	-	-	348,673	100.0
Nets	95	347	32,965	9.5
Upper Frame	250	347	86,750	24.9
Lower Frame	64	347	22,208	6.4
Shelter	8.5	4,858	41,293	11.8
Buoy	131	347	45,457	13.0
Boat(5ton)	41,000	1	41,000	11.8
Crane	25,000	1	25,000	7.1
Engine	27,000	2	54,000	15.5

Source : JeollaNamDo Institute of Ocean & Fisheries Technology(2014)

<Table 3> Production costs of Abalone sea-cage aquaculture

	Cost(1,000won)	% of total
Total	610,426	100.0
Seed	208,200	34.1
Feed	92,800	15.2
Maintenance	27,200	4.5
Fuel	32,000	5.2
Food	25,600	4.2
Tax	6,400	1.0
Others	9,600	1.6
Full-time labor	96,000	15.7
Part-time labor	11,200	1.8
Depreciation	101,426	16.6

Source : JeollaNamDo Institute of Ocean & Fisheries Technology(2014)

수익성 및 경제성 분석을 위한 시장가격 자료는 한국해양수산개발원의 완도지역 전복 산지가격 자료를 분석에 활용하였다. 전복 가격은 일반적으로 크기별로 분류하여 가격을 다르게 형성하고 있으며, kg당 5마리에서 30마리 이상까지 다양한 크기로 출하되고 있다. 출하가격은 양식어가의 판매 결정과 수익성으로 직결되므로 어가경영에 매우 중요한 변수 중에 하나이다. 품종별

평균 최종중량을 1kg으로 나누어 산출한 결과, A 품종은 kg당 12마리, B품종은 kg당 11마리 그리고 C품종과 D품종은 kg당 14마리로 나타났다. 한국해양수산개발원의 kg당 마리 수 가격을 최근 5년(2015년~2019년) 평균한 결과, 각각 33,076원, 34,678원 그리고 30,990원으로 나타났으며, 이 가격을 적용하여 분석하였다(<Table 4> 참조).

<Table 4> Abalone market price in Wando

(unit : won)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
10/kg	48,083	55,055	56,097	49,792	53,236	44,750	39,451	41,809	34,431	36,126
11/kg	44,319	48,361	48,653	44,125	45,181	41,209	35,518	34,781	30,525	31,356
12/kg	41,514	43,472	43,792	38,958	40,139	38,694	33,865	33,486	29,247	30,086
13/kg	39,056	39,347	41,236	37,583	39,028	37,694	32,738	32,419	28,192	29,028
14/kg	37,181	38,000	39,986	36,389	37,986	36,694	31,635	31,400	27,192	28,028

Source : Korea Maritime Institute(www.foc.re.kr)

IV. 분석 결과

1. 수익성 분석 결과

전복 품종별 양성 결과와 생산비용 자료를 바탕으로 수익성을 우선 분석하였다. 분석 결과, 4개의 품종 중 수익성(매출액이익률)이 가장 높은 것은 B품종으로 28.5%로 나타났다. 이에 반해, 수익성이 가장 낮은 품종은 D품종으로 마이너스(-)의 값으로 나타났다(<Table 5> 참조).

D품종인 둥근전복은 생산성이 너무 낮기 때문에 완도지역에서 양식품종으로 적합하지 않다고 볼 수 있다. 북방전복인 A품종은 17.7%로 B품종보다 낮은 결과가 나타났다. 이는 생산비용이 동일하다고 가정하였을 때 매출액이익률에 영향을 미치는 결정적인 요인은 생존율과 성장률로 B품종이 다른 품종에 비해 우수하게 나타났기 때문이다. kg당 생산원가는 전체 양식비용에서 생산량(kg)을 나누어 산출하였다. 양식비용은 동일하나 생존율과 출하증량의 차이로 B품종의 kg당 생산원가가 가장 낮았으며, 다음으로 A품종, C품종, 그리고 마지막으로 D품종의 순으로 분석되었다.

2. 경제성 분석 결과

경제성 분석 결과, <Table 6>에서 정리된 바와

같이, 기존 양식품종인 A품종의 NPV가 103,478천원으로 경제성이 있는 것으로 나타났고, IRR도 7.3%로 할인율 4.5%보다 높게 평가되었다. 교잡 품종인 B품종의 NPV는 608,407천원으로 가장 높게 평가되었으며, IRR도 18.1%로 가장 높게 평가되었다. C품종과 D품종의 경우 NPV가 각각 -578,409천원, -952,639천원으로 0보다 낮게 나타났고, IRR도 마이너스(-)가 되어 경제성이 없는 것으로 평가되었다. C품종과 D품종을 제외한 A품종과 B품종은 경제성이 있는 것으로 나타났으나, 상대적으로 더 높은 수익성 및 경제성을 고려하면 B품종을 주력으로 양식하는 것이 보다 유리한 것으로 분석되었다.

또한, 경제성에 가장 큰 영향을 미치는 생존율과 출하가격에 대한 손익분기점을 분석한 결과, <Table 7>에서 정리된 바와 같이, A품종은 현재 생존율과 손익분기점의 생존율 차가 2.5%이며, B품종은 10.0% 차로 생존율이 달성되는 것으로 나타났다. 하지만 현재 생존율에서 C품종은 13.0%, D품종은 23.7% 생존율을 증가시켜야만 손익분기점에 도달하는 것으로 분석되었다. 출하가격의 손익분기점은 4개 품종 중에 B품종이 29,863원으로 가장 낮게 나타나 현재 수준의 출하가격은 수익 창출을 위해 안정적인 것으로 판단된다. 하지만 D품종은 63,458원으로 출하하여야 손익분기점에 도달하는 것으로 분석되었다.

<Table 5> Results of return on sales of Abalone sea-cage aquaculture

	A	B	C	D
Sales(1,000won)	741,438	854,121	480,038	361,319
Profits(1,000won)	131,012	243,695	-130,388	-249,107
Return on sales(%)	17.7	28.5	-27.2	-68.9
Cost of production/kg(won)	27,231	24,784	39,408	52,356

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂,
 C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

<Table 6> Results of economic analysis by Abalone sea-cage aquaculture

	A	B	C	D
NPV(1,000won)	103,478	608,407	-578,409	-952,639
IRR(%)	7.3	18.1	-28.5	-
B/C Ratio	1.05	1.32	0.70	0.50

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂, C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

<Table 7> Results of break-even point by Abalone sea-cage aquaculture

	A	B	C	D
Survival rate(%)	36.1	29.6	44.3	48.0
Market price(won)	32,907	29,863	47,309	63,458

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂, C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

3. 민감도 분석 결과

(1) 생존율 변동에 따른 민감도 분석 결과

전북 해상가두리 양식업의 생존율은 다른 양식 품종에 비해 낮은 편이다. 그 이유는 장기간 사육으로 인한 질병과 고수온 및 태풍 등의 영향을 다른 양식품종에 비해 상대적으로 많이 받기 때문이다. 2008년 국립수산물과학원에서 조사한 양식 표준지침서에 따르면 해상가두리식 전복 양식에 있어 치패 수용 시부터 3년간 사육 후 생존율의 범위가 40~60% 인 것으로 조사되었다(NIFS,

2008).

이에 본 연구에서는 품종별 생존율이 40%, 50% 그리고 60%까지 증가했을 때를 비교하여 분석하였으며, 더불어 생존율이 최저 20%까지 떨어졌을 때의 NPV와 IRR의 변화도 분석하였다.

<Table 8>에서 보는 바와 같이, 생존율이 20% 일 때는 모든 품종은 경제성이 없는 것으로 나타났다. 생존율이 30%일 때는 B품종만 경제성을 확보하는 것으로 분석되었다.

<Table 8> Result of sensitivity analysis by survival rate

(unit : 1,000won, %)

Survival rate (%)	A		B		C		D	
	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR
20	-856,215	-	-624,619	-	-1,055,359	-	-1,114,289	-
30	-323,052	-6.9	24,342	5.2	-621,768	-	-710,163	-
40	210,110	9.9	673,303	19.3	-188,177	-1.5	-306,037	-6
50	743,273	20.5	1,322,264	29.5	245,414	10.7	98,089	7
60	1,276,436	28.9	1,971,225	37.8	679,005	19.4	502,215	16

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂, C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

전북 해상가두리 양식업의 품종별 경제성 비교 분석

(2) 치패비 변동에 따른 민감도 분석 결과

교잡품종의 경우 산업화 초기 단계로 치패비 판매가격 자료가 없어 기존 양식품종의 치패비와 동일하게 300원으로 적용하였다. 300원을 기준으로 -30%에서 30%의 변동 범위를 설정하고 경제성 변화를 평가해 보았다. A품종의 경우 치패비가 20% 상승하였을 때 경제성이 없는 것으로 나타났다. B품종은 치패비가 10% 상승하였을 때 NPV는 -10% 감소하였고, 30% 상승하였을 때 NPV는 -31%로 감소하였다. 하지만 B품종은 치패비가 30% 상승하여도 경제성을 확보하는 것으로 나타났다. C품종과 D품종은 치패비가 현재보다 30%가 낮은 210원일 경우에도 경제성이 없는 것으로 평가되었다(<Table 9> 참조).

(3) 출하가격 변동에 따른 민감도 분석 결과

한국해양수산개발원 통계자료에 따르면 2010년부터 2019년까지 전북 출하가격은 크기에 따라 kg당 최저 16,782원에서 최고 84,166원까지 다양하게 나타났다. 본 연구에서는 2010년부터 2019년까지 kg당 10~14마리의 최저가격 27,192원과 최고가격 56,097원으로 범위를 설정하여 민감도 분석을 실시하였다.

최저가격이 27,000원일 경우 모든 품종은 경제성이 없는 것으로 나타났으며, 37,000원일 경우 A품종과 B품종만 경제성이 있는 것으로 나타났다. 하지만 양식장의 운영 현황에 따른 다른 변수가 적용될 것을 고려하면 B품종을 양식하였을 때 훨씬 더 안정적인 것으로 평가된다. D품종은 출하가격을 최고가격(57,000원)으로 분석해도 경제성이 없는 것으로 추정되었다(<Table 10> 참조).

(4) 사료비 변동에 따른 민감도 분석 결과

조사대상 양식장에는 연평균 34,800천원의 사료비가 소요되고 있다. 사료비에 따른 경제성 변화를 분석하기 위해 사료비를 현재 기준으로 -30%에서 30%의 변동 범위를 설정하여 민감도 분석을 실시하였다.

분석 결과, 사료비가 30%까지 증가할 경우 A품종의 NPV는 -76% 그리고 B품종도 -13% 감소하지만 경제성은 확보하는 것으로 나타났다. 반면 C품종과 D품종은 사료비를 30% 절감하여도 경제성이 없는 것으로 추정되었다(<Table 11> 참조).

<Table 9> Result of sensitivity analysis by seed cost

(unit : 1,000won, %)

Seed cost (won)	A		B		C		D	
	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR
30%(390)	-87,336	2.1	417,593	14.0	-769,223	-	-1,143,453	-
20%(360)	-23,731	3.8	481,198	15.4	-705,618	-	-1,079,848	-
10%(330)	39,873	5.6	544,802	16.8	-642,014	-	-1,106,243	-
(300)	103,478	7.3	608,407	18.1	-578,409	-28.5	-952,639	-
-10%(270)	167,082	8.9	672,012	19.5	-514,804	-20.4	-889,034	-
-20%(240)	230,687	10.6	735,617	20.9	-451,200	-15.5	-825,430	-
-30%(210)	294,292	12.2	799,221	22.3	-387,595	-11.6	-761,825	-

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂,
C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

<Table 10> Result of sensitivity analysis by market price (unit : 1,000won, %)

Market price (won)	A		B		C		D	
	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR
27,000	-345,100	-7.9	-184,297	-1.3	-825,324	-	-1,104,544	-
37,000	239,138	10.6	459,497	15.3	-418,947	-11.9	-801,582	-
47,000	823,375	21.9	1,103,292	26.3	-12,570	4.1	-498,620	-18
57,000	1,407,613	30.7	1,747,086	35.1	393,807	13.9	-195,658	-2

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂,
 C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

<Table 11> Result of sensitivity analysis by feed cost (unit : 1,000won, %)

Feed cost (1,000won)	A		B		C		D	
	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR	NPV	IRR
30%(45,240)	24,426	5.2	529,355	16.4	-657,461	-	-1,031,690	-
20%(41,760)	50,777	5.9	555,706	17.0	-631,110	-	-1,005,340	-
10%(38,280)	77,127	6.6	582,056	17.6	-604,760	-	-978,989	-
(34,800)	103,478	7.3	608,407	18.1	-578,409	-28.5	-952,639	-
-10%(31,320)	129,828	8.0	634,757	18.7	-552,059	-24.4	-926,288	-
-20%(27,840)	156,179	8.7	661,108	19.3	-525,708	-21.4	-899,938	-
-30%(24,360)	182,529	9.3	687,458	19.8	-499,358	-19.1	-873,587	-

A: *Haliotis discus hannai* ♀×*H. discus hannai* ♂, B: *H. discus hannai* ♀×*H. discus discus* ♂,
 C: *H. discus discus* ♀×*H. discus hannai* ♂, D: *H. discus discus* ♀×*H. discus discus* ♂

V. 결론

전복 품종별 해상가두리 양식업의 수익성을 분석한 결과, 성장도가 가장 우수한 B품종(북방전복♀×둥근전복♂)의 매출액이익률이 28.5%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 A품종(북방전복)이 17.7%로 나타났다. 즉 B품종의 매출액이익률이 A품종보다 1.61배 높은 것으로 나타나 교잡품종이 현재 양식품종보다 수익성 개선에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타났다. 그 외 다른 품종들은 수익성이 마이너스(-)로 나타나 완도지역에서는 양식품종으로 적합하지 않은 것으로 판단된다.

그리고 kg당 생산원가는 B품종이 24,784원으로 가장 낮게 나타났으며, A품종보다 2,447원 낮게

나타났다. 매출액이익률이 가장 낮은 D품종(둥근전복)의 생산원가는 52,356원으로 교잡품종보다 2배 이상 높은 것으로 나타났다.

경제성 분석 결과에 있어서는, B품종의 NPV가 608,407천원, IRR은 18.1%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 A품종의 NPV가 103,478천원, IRR은 7.3%로 나타났다. 그 외 다른 품종들은 마이너스(-)로 경제성이 없는 것으로 분석되었다.

경제성에 영향을 미치는 주요 변수들 중 생존율, 출하가격, 치패비, 사료비를 중심으로 민감도 분석을 실시하였다. 분석 결과, 생존율이 최저 20%일 때 모든 품종의 경제성이 마이너스(-)가 되는 것으로 분석되었다. B품종은 생존율이 30%일 때 경제성이 있는 것으로 나타나 현재의 생존율 수준을 30% 이상으로 향상시키는 것이 중요

한 부분으로 판단된다. 결론적으로 교잡품종(북방 전복♀×둥근전복♂)은 다른 품종에 비해 높은 성장률 및 생존율 등 성장도가 우수하여 경제성이 높게 나타난 것으로 분석되었다. 또한 일반 양식 품종과 차별화를 위해 교잡품종의 치패비를 30% 상승하였다고 가정하였을 경우에도 경제성이 양호한 것으로 추정되었다.

본 연구를 통해 우량 품종 개발로 인해 생산원가 절감과 수익성 개선 효과가 크다는 점을 확인할 수 있었다. 양식업에서 생산성 및 수익성 증대를 위해서는 시설량을 증가시키는 것이 일반적이지만 이것은 양식어가의 시설비용 증가와 시설유지비 등으로 이어져 경제적 부담을 가중시킬 수 있다. 하지만 우량 품종 양식은 기존의 동일한 양식비용 내에서 생산성과 수익성을 최대한 높일 수 있는 좋은 대안이라고 평가할 수 있다.

본 연구는 완도지역에서 양성실험한 결과를 바탕으로 경제성을 예측한 결과이다. 향후 보다 다양한 지역에서 품종별 성장도 비교를 통한 경제성 평가가 수행되어야 할 것이다. 본 연구에서 확인한 바와 같이, 양식어가의 경영 개선을 위해서는 우량 종자 개발로 생존율 향상과 함께 출하가격이 안정화되어야 한다. 그리고 미래의 수산물 먹거리와 양식산업의 지속가능한 발전을 위해서는 우수 종자 개발에 대한 체계적인 연구가 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

References

- JeollaNamDo Institute of Ocean & Fisheries Technology (www.ofsi.jeonnam.go.kr)
- Kim DH(2012). An Economic Feasibility Study of Mackerel Offshore Aquaculture Production System, *Journal of Fisheries Business Administration*, 43(3), 23~30, <http://dx.doi.org/10.12939/FBA.2012.43.3.023>
- Korea Maritime Institute Fisheries Outlook Center Statistics(www.foc.re.kr)
- Korea Maritime Institute(2012). Measures to develop the fishery seed industry as a national new growth driver.
- Lee JK, Seo YB, Kim GD, and Lim HK(2016). Molecular and Physiological Aspects of Breeding Program for Development of Hybrids between Abalones Distributed in the Coast of Korea, *Journal of Life Science*, 26(10), 1218-1223, <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2016.26.10.1218>
- Nam JO and Cho JH(2013). Trend in Fishery Seed Industry in Norway, *Ocean and Fishery Quarterly*, 3(3), 114~132.
- Nam JO and Sim SH(2014). A Leading-price Analysis of Wando Abalone Produce Price by Shell Size Using VAR Model, *Ocean and Polar Research*, 36(4), 327~341, <http://doi.org/10.4217/OPR.2014.36.4.327>
- National Institute of Fisheries Science(2008). Standard manual of abalone culture.
- Ock YS(2013). The Research on the Development Procedure and Current Problems of the Korean Abalone Industry, *Journal of Fisheries Business Administration*, 44(3), 15~28, <http://dx.doi.org/10.12939/FBA.2013.44.3.015>
- Oh YD(2018). Growth and Survival of Hybrid between *Haliotis discus hannai* and *H. discus discus*, Mokpo National University
- Oh YD, Sun SC, Lee KS and Lim HK(2018). Growth and Survival of purebred and hybrid according to intraspecific hybridization between *Haliotis discus hannai* and *H. discus discus*, *The Korean Journal of Malacology*, 34(1), 31~41, <http://doi.org/10.9710/kjm.2018.34.1.31>
- Paek JY and Park KI(2016). An Economic Analysis of Rainbow Trout(*Onchorhynchus mykiss*) Aquaculture Farm, *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 28(5), 1280~1289, <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2016.28.5.1280>
- Son MH, Park MW, Kim BH and Lee SW(2015). A Study on the Comparative Analysis of Business Performance of Abalone Seed, *Haliotis discus hannai* by Region and Farming Size in the Land-based System, *Journal of Fisheries Business Administration*, 46(1), 1~13, <http://dx.doi.org/10.12939/FBA.2015.46.1.001>
- Song JH and Kim HS(2013). A Comparative Analysis on Business Performances of Abalone

Sea-Cage Aquaculture in Wando Region, 25(2),
410-418, Journal of Fisheries and Marine Sciences
Education,
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2013.25.2.410>
Statistical Korea KOSIS(www.kosis.go)

- Received : 03 June, 2020
- Revised : 13 July, 2020
- Accepted : 27 July, 2020