JFMSE, 31(5), pp. 1408~1416, 2019.
수산해양교육연구, 제31권 제5호, 통권101호, 2019.
www.ksfme.or.kr
https://doi.org/10.13000/JFMSE.2019.10.31.5.1408

바이오플락을 이용한 흰다리새우 양식의 경제성 비교분석

백진이 · 정민주†
국립수산과학원(연구원) · †부경대학교(강사)

An Economic Feasibility Comparison Analysis on White Shrimp(Litopenaeus Vannamei) Aquaculture with Biofloc Technology

Jin-Yi BAEK · Min-Ju JEONG†
National Institute of Fisheries Science(researcher) · †Pukyong National University(lecturer)

Abstract

The growing consumer interest in eco-friendly has an important impact on the fisheries industry. So, we are going to analyze the economics of the method using biofloc aimed at increasing the production of fish shrimp and eco-friendly production. shrimp production is mostly producted in outdoor, but interest in indoor production with biofloc has recently been rising to keep up with the trend of production efficiency and eco-friendly consumption. Accordingly, profitability and economic feasibility of each type of food were analyzed through in-depth research on the management expenses of existing outdoor, indoor with bio-floc and mixed production.

The analysis showed that biofloc farms had a very high output per pyeong with a high density of 25.5kg, but their net profit ratio was slightly lower at 27.4%, which is not higher than other methods. In addition, the net present value per pyeong was 200won, the internal rate of return was 18% and the cost benefit ratio was 1.22, indicating good economic feasibility.

The economic feasibility of shrimp aquaculture with the latest technology 'biofloc' is not as high as the existing method, and since there is a wide gap in experience and know-how, sophisticated and diverse manuals should be prepared to minimize trial and error experience by new entrances.

Key words : White shrimp, Aquaculture, Bio-floc, Profitability, Economic feasibility comparison

Ⅰ. 서 론

우리나라에서 새우는 인기품종으로 수요가 점차 증가하는 추세에 있으며 새우 수입량도 증가하고 있다. 새우수요의 증가량을 맞추기 위해서는 새우의 대량생산이 필요한데 기존의 축제식 양식으로는 이를 감당하기 어렵다. 이를 대체하기 위한 방법으로 바이오플락을 이용한 양식이 대안으로 떠오르고 있다. 새우양식장에는 사육기간이 짧고 많이 생산할 수 있는 바이오플락을 이용한 실내양식장이 증가하고 있다. 특히 흰다리새우는 거의 전량이 양식을 통해 생산되고 있으며 최근에는 약 5,000톤 이상을 상회하고 있다(KOSIS. 2019). 또한 고밀도·집약적 생산이 가능한 바이오플락(Biofloc) 양식에 적합하여 향후 생산량 증대를 가져올 것으로 기대된다.

바이오플락을 이용한 양식방법(BFT, Biofloc Technology)은 양식수에서 발생하는 오염물질을 유기탄소 등을 이용하여 미생물총을 형성하고,

† Corresponding author : 051-629-5310, c777703@nate.com
※ 이 논문은 2019년도 국립수산과학원 수산시험연구사업(R2019004)의 지원으로 수행된 연구임.

양식대상물이 이를 재섭취하게 하여 수질을 지속적으로 유지하게 한다(Lee et al., 2019). 또한 무환수 및 반환수로 환경에 대한 통제가 가능하여 외부로부터 유입되는 질병을 차단할 수 있기 때문에 항생제 등 약품을 전혀 쓰지 않는 친환경적 생산이 가능토록 한다. 이처럼 바이오플락은 사육용수의 환수 없이 유해물질을 제거할 수 있는 미래 친환경 양식기술로 각광받고 있다(Day et al., 2016, Kim et al., 2017).

이러한 움직임은 새우 양식업에서도 마찬가지로 나타나고 있다. 즉, 비용 절감 방안 마련과 동시에 소비시장의 변화를 인지하고 앞서나가고자 사육용수 환수율을 급감시키는 바이오플락에 대한 관심이 증가하고 있다.

일반적인 양식방법은 양식생물의 적절한 성장 및 수질관리를 위해 사육용수 환수가 필수적이다. 주로 어류양식에 이용되고 있는 순환여과방식도 새우양식에 시도된 적 있으나 별도의 여과조 및 슬러지제거를 위한 추가시설의 설치가 필요해 높은 시설비와 운영비의 과다투입이 요구되고, 이러한 비용적 측면의 문제로 인해 확산되지 못했다(Jang et al., 2009). 반면 바이오플락은 미생물총을 이용하여 암모니아를 제거하고 수질을 정화하는 방법이므로 무환수로 지속적인 양식이 가능하며, 이 과정에서 유기물을 분해하는 박테리아가 대량 번식하기 때문에 일정비율의 유기탄소만 공급하면 암모니아를 제거할 수 있다(NIFS, 2018). 또한 환수율 감소뿐만 아니라 양식대상물이 미생물을 섭취하도록 함으로써 사료비 절감도 기대할 수 있다.

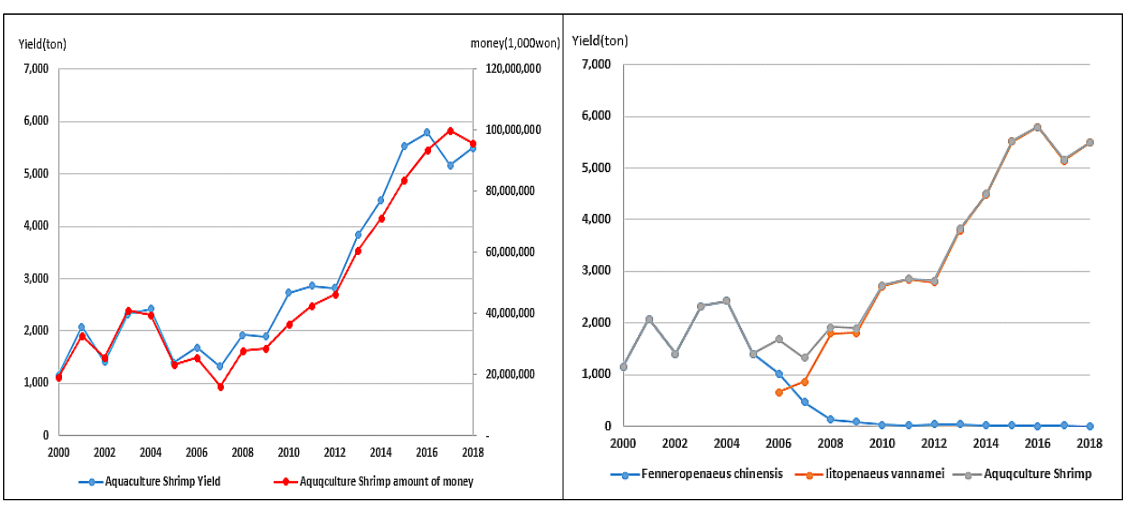
양식업에 대한 경제성을 분석한 연구는 다수 있으나, 신기술을 적용한 양식업에 대한 경제성 분석은 제한적이다. 특히 바이오플락을 이용한 양식어가에 대한 경제성을 평가한 연구는 전무하다. 상기의 연구배경을 바탕으로 바이오플락을 이용한 새우양식이 실질적인 경제적 성과가 있는지에 대해 수익성 및 경제성을 분석하고자 한다.

Ⅱ. 연구 자료 및 방법

1. 분석자료

가. 양식새우 현황

우리나라 새우 양식장은 2017년 기준 전국 약 590여개소로 90% 이상이 일반 축제식(57여개소는 바이오플락양식)으로 양식생산을 하고 있다(NIFS, 2018).



Korean Statistical Information Service(kosis.kr)

[Fig. 1] Shrimp production and production amount

양식새우는 대하와 흰다리새우에 의해서 전량 생산되고 있다. 과거에는 대하양식이 대부분이었으나 흰다리새우가 도입된 이후로 대하양식은 급감하고 거의 전량을 흰다리새우가 차지하고 있다. 2008년에 양식새우 중 흰다리새우의 비중이 90%를 넘긴 이후 현재는 99% 이상이 흰다리새우로 양식되고 있다. 바이오플락에 적합한 흰다리새우의 생산량은 지속적으로 증가하고 있으며, 10년 전에 비해 3배가량 증가하였다.

과거 새우양식은 주로 대하를 양식대상물로 삼았는데 대하는 질병감수성이 높아 질병에 의한 피해가 컸다. 이러한 질병피해를 줄이기 위해 2003년 이후 하와이로부터 흰다리새우를 도입하여 생산을 시작하여 양식새우의 생산량은 약 5,000톤을 상회하게 되었고, 이 중 흰다리새우의 비중이 99% 이상을 차지하고 있다. 나아가 현재는 바이오플락을 이용하여 생산량 향상뿐만 아니라 약물을 사용하지 않은 친환경 양식생산물을 생산하고 있다.

나. 분석자료

2019년 5월부터 2019년 7월까지 총 8개소의 새우양식장을 직접 방문하여 심층 면담조사를 실시하였다. 이 중 분석이 불가능한 응답 1부를 제외하고 총 7개의 면담조사 자료를 이용하여 수익성 및 경제성 분석에 이용하였다. 구체적으로 축제식 양식장 1개소, 실내 양식장 4개소, 노지와 실내양식 병행하는 양식장 2개소의 자료를 활용하였다. 조사지역은 인천, 강화도, 태안, 고창, 고성으로 다양하게 조사하였다.

2. 분석방법

가. 비용·편익비율

비용편익비율(Benefit/Cost Ratio, BCR)은 비용의 현재가치 대비 편익의 현재가치가 얼마인지 비율로 나타내며, 비용 1단위당 편익의 크기를 나타낼 수 있다. 일반적으로 BCR이 1보다 클 경우 경제성이 있는 사업으로 판단한다. 다만 같은 규모의 대안이 여러개인 경우 BCR이 클수록 경제성이 높은 것으로 평가하지만 이 비율은 비용 한단위당 편익을 나타내기 때문에 소규모사업이 대규모사업보다 유리하게 나타날 수 있어 사업규모가 다른 경우에는 직접비교만으로 경제적 우위를 판단하기 어렵다. 이와같은 어려움이 나타날 수 있으므로 다른 분석방법과 함께 고려하여 의사결정에 반영하는 것이 바람직하다.

$$\frac{\text{편익의 현재가치}}{\text{비용의 현재가치}} > 1$$

나. 순현재가치

순현재가치(Net Present Value, NPV)를 이용한 경제성 분석은 가장 일반적인 방법으로 수산 부문에서도 많이 이용되고 있으며(Hwang et al., 2009; Kim et al., 2011; Revenko et al., 1997), 사업기간동안 얻게 되는 순편익(Net Benefit = Benefit-Cost)의 흐름을 현재가치로 환산하여 합한 것으로 기대되는 미래현금흐름의 현재가치(Discounted net cash flow)를 도출하는 방법이다(Brealey et al., 1996; Brigham et al., 1997). 순현재가치는 아래의 식으로 나타낼 수 있다.

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{TB_t - TC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

단, TB_t : t기의 총편익(Total Benefit)
TC_t : t기의 총비용(Total Cost)
r : 사회적 이자율 또는 할인율
I_0 : 초기투자비용(Initial Investment)

순현재가치방법을 통한 결정은 NPV가 0보다 큰 경우 투자가치가 있다고 판단하여 대안을 채택하고, 0보다 작은 경우 경제성이 없는 것으로 평가한다.

다. 내부수익률

내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)은 비용의 현재가치와 편익의 현재가치를 동일하게 만드는 수준의 할인율이다. 즉, 대상 사업의 순현재가치의 값이 0이 되도록 하는 할인율이다. IRR이 사회적 할인율보다 높거나 시장수익률보다 높은 경우 타당성이 있다고 판단한다. 아래의 식에서 R이 내부수익률이 된다(Kim, 2012).

$$C_0 = \frac{B_1 - C_1}{(1+R)^1} + \cdots + \frac{B_n - C_n}{(1+R)^n}$$

Ⅲ. 연구 결과

1. 분석대상 양식장별 현황(기초자료)

실질적으로 양식어가에 대한 구체적인 경영현황을 나타내는 자료는 찾아보기 어렵다. 이러한 실정으로 인해 각각의 새우양식장을 직접 방문하여 경영비용 및 수지에 대해 심층조사를 실시하였다. 조사대상 양식장은 총 7개소로, 축제식 양식장 1개소, 바이오플락 양식장 4개소, 바이오플락 병행 축제식 양식장 2개소이다.

일반적으로 축제식 양식은 넓은 땅에서 이루어지기 때문에 양식장 크기가 매우 넓다. 그러나 본 연구에 협조한 축제식 A양식장의 경우 수면적이 약 1,200평으로 타 축제식 양식장에 비해 규모가 매우 작은 편이었다. 반면, 바이오플락을 이용하는 양식은 실내양식이 가능하고 수질관리를 통해 집약적 생산이 가능하기 때문에 좁은 면적에서도 충분히 많은 양을 양식할 수 있다. 본 연구에 제공된 바이오플락 양식장 시설도 모두 1ha미만이었다.

2. 경영비용비율 비교분석

가. 축제식

일반적으로 축제식 양식은 넓은 노지에 해수를 공급하여 양식이 이루어지며 매우 큰 규모의 땅이 필요하다. 하지만 본 연구에 제공된 A 양식장은 약 0.39ha의 작은 규모라 투입된 시설비는 더욱 낮았다. 또한 노지에서만 양식을 하므로 특별한 설비비용 없이 노지 지반공사 및 펌프, 해수공급시설 만으로도 양식장을 운영하고 있다. 또한 수면적 1,200평에 20만 마리의 새우치어를 입식하고 4-5개월 양성 후 4-5톤 가량 출하하는 것으로 조사되었다.

<Table 1> General status by each fish farm

Name	Region	Type	Water area (ha)	Fry		Period (month)	Output (ton)
				Input (thousand)	unit price (won per one)		
A	Incheon	Outdoor	0.39	200	8	4	4-5
B1	Ganghwa	Bio-floc	0.39	1,500	8	4	20-24
B2	Ganghwa	Bio-floc	0.16	1,000	8	4	8
B3	Goseong	Bio-floc	0.13	1,500	8-10	3-4	18
B4	Goseong	Bio-floc	0.12	1,000	8-10	3-4	8
C1	Taean	Mix	6.6	2,500	8	6-7	50
C2	Gochang	Mix	2.64	2,000	8	6-7	13

<Table 2> Cost ratio by each fish farm (unit : %, kg)

Type	Name	Depreciation	Fry	Feed	Personnel	Operation
Outdoor	A	7.7	2.9	15.0	51.5	22.8
Bio-floc	B1	10.9	3.8	32.4	21.5	31.4
	B2	16.0	6.4	16.8	35.6	25.1
	B3	8.7	6.4	24.2	22.4	38.2
	B4	17.2	6.3	12.8	32.1	31.6
	mean	13.2	5.7	21.5	27.9	31.5
Mix	C1	16.7	5.1	25.3	33.4	19.5
	C2	12.2	6.4	37.9	27.3	16.2
	mean	14.5	5.7	31.6	30.3	17.8
-	Mean	12.8	5.3	23.5	32.0	26.4

A양식장의 경우 새우양식업 진입시 약 5,200만 원의 초기시설비가 투입되었으며, 각 시설별 내구연한을 반영한 결과, 연간 감가상각비는 약 4.5백만 원인 것으로 나타났다. 새우 치어 단가는 전국 8원으로 동일하였고, 평당 약 167미를 입식하여 평당 4.2kg을 출하하는 것으로 나타났다. 또한 자가인건비가 전체 비용의 51%를 차지하였고, 경영비와 사료비순으로 비중이 높은 것으로 나타났다. 각 비용항목은 민감한 내역이므로 비율로 표시하였고, 총비용 및 총 매출액만 금액으로 표시하였다.

나. 실내양식

분석대상 중 전량 바이오플락 양식을 이용하는 어가는 총 4개소로 강화도 2개소, 경남 고성에 2개소이다.

B1양식장의 경우 A양식장과 수면적 크기는 0.39ha로 동일하다. 그러나 입식량이 7배가량 높고, 출하량은 5배가량 높다. 즉, 좁은 면적에서 집약적 생산이 가능해 생산성이 매우 높다고 할 수 있다. 이렇듯 양식에 필요한 면적을 줄일 수 있어서 대부분의 바이오플락 양식장은 0.2ha 이내였으나 B1양식장의 경우 0.39ha(약 1,200평)로 비교적 큰 규모임을 확인할 수 있다. 바이오플락 양식장의 평당 입식량은 평균적으로 약 2,472미였으며, 평균 평당 출하량은 25.5kg으로 타 양식장보다 높은 출하량을 보였다.

바이오플락양식은 하우스를 설치하여 실내양식으로 이루어지고, 무환수 또는 반(半)환수로 이용하기 위한 수질관리가 필수적이다. 플락(floc) 형성 및 유지를 위해 포도당을 이용하는데 비용적인 문제로 보다 저렴한 당밀을 이용하는 곳도 적지 않다. B1양식장의 경우 포도당을 이용하였고, 나머지 양식장은 당밀을 사용하였다.

이러한 이유로 축제식 양식에 비해 미생물, 중탄산, 당 등 기타 물질의 투입이 발생하여 바이오플락양식장의 경영비가 31.6%로 타양식장에 비해 상대적으로 높은 비중을 차지하였다. 특히, B1, B3양식장의 경우 바이오플락 수질관리를 위한 비용이 전체 비용의 약 20% 내외인 것으로 나타났다. 포도당과 당밀이 대부분이었으며, B2, B3양식장은 그 비중이 낮았다.

바이오플락양식은 무환수로 이루어져 해수유입으로 인한 질병위험이 적고 미생물 양식 기법이므로 항생제 등 약물을 사용하지 않아 친환경방식이다. 그럼에도 불구하고 시장에서 바이오플락 새우의 입지가 넓지 않아 도매 출하시 일반 노지

양식새우와 마찬가지로 20,000원/kg선에서 거래되고 있으나, 직접 인터넷거래 등 소매판매를 할 경우 바이오플락 및 친환경에 대한 정보로 홍보하여 도매가격보다 1.2~1.5배가량 높은 가격을 받는 것으로 나타났다.

다. 혼합식

분석대상 중 노지양식과 실내양식을 겸하는 어가는 총 2개소로, 태안 1개소, 고창 1개소이다. 혼합양식을 하는 경우에는 실내양식장에서 바이오플락을 이용해 중간육성을 하고, 일정크기에 도달했을 때 노지로 옮겨 본양성을 마치는 방식이다. 분석대상이 된 2개소의 양식장은 중간양성과 본양성을 따로 한다는 점 외에 특별한 공통점을 발견할 수 없었다.

평균 평당 입식량과 평균 평당 출하량은 실내양식장에 비해 현저히 낮았으나 C1양식장의 경우 C2양식장보다 적게 입식하고 많이 출하하는 것으로 보아 경력 및 노하우 여부에 따라 변동이 클 것으로 판단된다.

<Table 2>는 분석대상 양식장의 비용을 동시에 비교하기 위해 비율로 환산하여 나타내었다. 각 비용항목 중 감가상각비와 치어비의 비중은 전반적으로 비슷하였으며, 양식방식에 따라 사료비, 인건비, 경영비 비중의 차이가 크게 나타났다. 바이오플락 양식의 경우 양식대상종이 플락을 먹기 때문에 사료비 절감이 가능하나 당밀, 중탄산 등의 기타물질이 투입되기 때문에 경영비의 비중이 높아지는 것으로 나타났다.

3. 경제성분석

가. 수익성 분석

조사대상 양식장 중심으로 심층면접을 통한 경영 수익성 분석결과, 현재시점에서의 전체평균 평당 순이익이 152,659원, 매출액순이익률이 32.02%, 비용편익비율이 1.38로 나타나 수익성은 양호한 것으로 나타났다. 구체적으로 C1 양식장의 수익성이 가장 높은 것으로 나타났다. C1양식장의 경우 혼합식이라 면적이 매우 넓어 평당 순이익은 실내양식에 비해 낮지만 매출액 순이익률은 60%, BCR이 2.5로 가장 높았다. 반면 C2는 같은 방식이라도 조사대상양식장 중 수익성이 가장 낮았다. 다음으로 A와 B3 양식장의 수익성이 높은 것으로 나타났다(<Table 3>).

<Table 3> Profitability comparison by each fish farm (unit : number, kg, won, %)

Type	Name	Fry Input per pyeong	Output per pyeong	Net Profit per pyeong	Ratio of Net Profit to sales	BCR
Outdoor	A	167	4.2	34,785	41.74	1.72
Bio-floc	B1	1,250	18	66,693	19.06	1.24
	B2	2,110	17	53,465	15.84	1.19
	B3	3,750	45	400,957	42.77	1.75
	B4	2,778	22	196,043	32.08	1.47
	mean	2,472	25.5	179,290	27.44	1.22
Mix	C1	125	2.5	30,251	60.50	2.53
	C2	250	1.6	4,547	12.12	1.29
	mean	188	2.1	17,399	36.31	1.91
-	Mean	1,490	15.8	112,392	32.02	1.60

<Table 4> Economic feasibility comparison by each fish farm (unit : won, %)

Type	Name	NPV per pyeong	IRR	BCR
Outdoor	A	360,045	42.40	1.56
Bio-floc	B1	3,713,385	10.33	1.09
	B2	251,845	9.06	1.05
	B3	4,158,284	42.43	1.57
	B4	1,109,164	10.52	1.17
	mean	2,308,170	18.09	1.22
Mix	C1	331,697	65.27	2.20
	C2	17,375	8.80	1.03
	mean	174,536	37.04	1.62
-	Mean	1,420,256	26.78	1.34

* Apply a discount rate of 4.5%

A양식장의 경우 일반적인 노지양식보다 시설 규모가 작아 투입되는 비용이 유독 적었고, 매출액 대비 순이익률은 41.74%로 전체 매출 중 58%가 비용으로 투입되었다. B3의 평당 출하량은 45kg으로 타 양식장에 비해 매우 높아 매출액순이익률이 42.77%에 달했다. 특히 실내양식장 중에서도 비교적 높은 수준인 것으로 나타났다.

나. 경제성 분석

각 양식장의 경제성분석은 장기적인 경제성을 평가하기 위해 현금흐름을 20년으로 설정하였으며, 할인율은 기획재정부 [예비타당성조사 수행지침]에서 제시한 4.5%(2018)를 적용하였다(<Table 4>).

경제성 분석 결과, 평균 평당 순현재가치는 바이오플락 양식장이 가장 높았지만 양식장 전반적인 평균 IRR과 BCR은 그렇지 않은 것으로 평가되었다. 즉, 집약적 생산은 가능하지만 기존방식에 비해 경제성이 뛰어나지는 않는 것으로 나타났다. 또한 같은 양식방법이라도 각 양식장별로 경력이나 노하우 등에 따라 차이가 큰 것으로 분석되었다.

구체적으로 평당NPV는 수면적이 가장 적은 실내양식장이 높게 나타났고, 이는 바이오플락의 고밀도 양식이 평당 순익 및 내재된 경제성까지도 높일 수 있다고 볼 수 있다. 그러나 C1의 경우 새우양식의 경력이 가장 길고 경제성 역시 가장 좋은 것으로 나타나 바이오플락 양식방법이 항상 우수하다고는 할 수 없다. 또한 바이오플락 수질관리를 위해 투입되는 비용이 상당하여 수익성 및 경제성이 가장 우수한 것은 아닌 것으로 나타났다.

Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 양식새우의 집약적 생산을 위해 바이오플락을 이용한 실내양식에 대한 경제성을 분석하였다. 특히 새우양식 형태별로 나누어 현재시점에서의 수익성을 비교하고, 나아가 장기적인 경제성을 평가하기 위해 NPV, IRR, BCR을 분석에 이용하였다.

분석결과, 실내 양식 어가는 플락 조성을 위해 사용되는 추가비용이 발생해 경영비의 비중이 31.5%로 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 또한 평당 생산량이 25.5kg으로 매우 높아 생산성이

좋지만 매출액순이익률은 27.4%로 매출액 중 비용이 차지하는 비중이 다소 높음을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 실내양식의 수익성 및 경제성은 양호한 것으로 분석되었다. 다만 각 양식장에 따라 편차가 커 평균적인 경제성은 크게 높지 않은 것으로 나타났다. 이는 높은 초기시설비 및 플락 형성을 위한 시행착오 등에 기인한 것으로 판단된다. 실내양식장 중 경력이 오래된 B3의 경우 비교적 안정적으로 플락을 조성하여 출하량을 높이는 것으로 추정된다. 그러나 실내양식시설을 위한 높은 시설비는 내구연한을 반영하였을 때 타양식장의 시설비와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 다만 초기시설비가 보다 높은 것은 사실이므로 이에 기인한 진입장벽이 크게 작용할 것으로 보인다. 반면 노지양식 및 혼합양식의 경우 평당 생산량은 적지만 투입되는 시설비 및 경영비가 적기 때문에 비용측면에서 실내양식보다 우위를 가질 수 있다.

한편 실내양식의 평균 평당 NPV는 2,308,170원으로 분석되었고, 평균 IRR은 18.1%, 평균 BCR은 1.22로 나타났다. 역시 수익성과 마찬가지로 실내양식의 경제성이 월등하다고 할 수 없으나 이는 실내양식에 필요한 시설이 표준화되어있지 않고, 양식에 필요한 투입조합을 임의 조정하는 과정에서 노하우의 반영이 크게 작용하는 것으로 사료된다. 즉, 생물학적인 생산성·효율성에서는 실내양식이 우수하나 시설비부담으로 인해 경제성이 크게 향상되지 못하는 실정이다. 실내양식을 안정적으로 운영하는 양식장은 수익성 및 경제성이 아주 높은 것으로 보아 상기의 문제점은 진입 초기단계에서 바이오플락 형성과정의 시행착오를 겪으며 나타나는 현상일 수 있다. 전통적 방식이 아닌 만큼 축적된 데이터를 바탕으로 보다 구체적인 매뉴얼이 필요할 것으로 사료된다.

증가하는 새우수요를 충당시키기 위해서는 집약적 생산 및 대량생산이 가능한 바이오플락을 이용한 실내양식으로의 전환은 필수적이다. 그러나 가장 최신기술인 바이오플락을 접목시킨 새우양식의 경제성이 기존방식에 비해 높지 않은 것으로 나타났고, 경력 및 노하우에 따라 차이가 크므로 신규진입자가 겪는 시행착오를 최소화할 수 있도록 정교하고 다양한 매뉴얼이 마련되어야 한다. 또한 초기시설비용이 높아 진입장벽이 높으므로 지자체 및 국가차원의 지원하에서 정착될 수 있도록 지속적인 연구 및 제도적 뒷받침이 마련되어야 할 것으로 보인다.

본 연구는 바이오플락을 이용한 새우양식업의 경제성을 평가하기 위해 직접조사를 진행하였으나 표본수가 부족하거나 연도별 편차가 크게 존재하는 등의 한계점이 있다. 각 양식형태별 조사대상의 수가 달라 비교분석의 적합성과 새우양식업의 대표성을 나타내기 어려운 한계점이 존재하고, 바이오플락을 이용한 양식업이 기존 양식방법에 비해 양식과정이나 결과 등이 매우 상이하여 변동성이 높을 수 있다.

향후 연구에서 바이오플락 양식에 관한 실질적 데이터를 축적하여 이용한다면 보다 유용하게 분석될 수 있을 것이다.

References

Choi JH, Lee JH, Park JJ, Lee MS, Bae JS, Shin DH and Park KH(2018). Reduction of dissolved hydrogen sulfide and mortality of white leg shrimp, Litopenaeus vannamei by Bacillus spp. microorganisms. Journal of Fish Pathology 31(1), 41~48.

Day SB, Salie K and Stander HB(2016). A growth comparison among three commercial tilapia species in a biofloc system. Aquaculture international 24(5), 1309~1322.

http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EW0004&conn_path=I3 on July 03.

Hwang JW and Kim DH(2009). An Economic Feasibility Comparison of the extruded pellets and moist pellet on the Oliver flounder Culture Farms. The Journal of Fisheries Business Administration 40(3), 189~205.

Jang IK, Kim JS, Seo CH and Cho KJ(2009).

Intensive Culture of the Pacific White Shrimp Litopenaeus vannamei, under Limited Water Exchange Ⅱ. Indoor Post-Nursery Culture of Juvenile Shrimp. Fisheries and Aquatic Science 22(1), 42~50.

Kim DK(2012). Cost-Benefit Analysis(4th). Packyoungsa. p.40.

Kim JH, Kim KW, Bae SH, Kim SK, Kim SK and Kim JH(2017). Alterations in Hematological Parameters and Antioxidant Responses in the Biofloc-reared Flatfish Paralichthys olivaceus Following Ammonia Exposure. Korean Journal of fisheries and Aquatic Sciences 50(6), 750~755

Kim SK, Shim NY, Jang JW, Jun JC, Kim SK and Shin YK(2017). Effect of Acclination Methods on Physiological Status of White Shrimp, Litopenaeus vannamei Larvae to Low Salinities. The Korean Journal of Environment Biology 35(1), 6~12.

Lee DH, Kim JY, Lim SR, Kim DY, Kim JM, Shin SJ and Kim JD(2019). Effect of Dietary Monobasic Potassium Phosphate Levels on Water Quality and the Growth of Far Eastern Catfish Silurus asotus and Four Leafy Vegetables in a Hybrid Biofloc Technology Aquaponic System. Korean Journal of fisheries and Aquatic Sciences 52(2), 159~172.

Misistry of Economy and Finance(2018). Gidelines for Preliminary feasibility study.

Natitonal Institute of Fisheries Science(2018). Aquaculture manual for White shrimp.

Revenko VL and Lapkina IA(1997). Methods and Models of Investment Analysis in the Shipping Industry. Cybernetics and Systems Analysis 33 (4), 571~580.

• Received : 06 September, 2019
• Revised : 20 September, 2019
• Accepted : 27 September, 2019