



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경 영 학 석 사 학 위 논 문

양식방법에 따른 송어 양식업의
경제성 비교 분석



2019년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 수 산 경 영 학 과

박 도 현

경 영 학 석 사 학 위 논 문

양식방법에 따른 송어 양식업의 경제성 비교 분석

지도교수 송 정 현

이 논문을 경영학석사 학위논문으로 제출함.



2019년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 수 산 경 영 학 과

박 도 현

박도현의 경영학석사 학위논문을 인준함.

2019년 2월



위 원 장 경영학박사 김 도 훈 (인)

위 원 경영학박사 박 경 일 (인)

위 원 수산학박사 송 정 현 (인)

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 필요성 및 목적	2
3. 연구의 방법 및 내용	5
II. 선행연구	6
1. 송어에 관한 연구	6
2. 양식 방법에 관한 연구	7
3. 양식어류 경제성 분석에 관한 연구	9
III. 송어 양식현황	12
1. 내수면 양식 생산 현황	13
2. 송어 양식 생산 현황	19
3. 유수식 순환여과식 방법	32
4. 송어 양식 생산 사이클	36
IV. 분석 방법 및 자료	40
1. 분석 방법	40
2. 분석 자료	43
V. 분석 결과	64
1. 경제성 분석 결과	64
2. 민감도 분석 결과	67
VI. 요약 및 결론	72
참고문헌	77

표 목 차

<표 3-1>	내수면 어업의 생산량 현황	15
<표 3-2>	내수면 어업의 생산금액 현황	18
<표 3-3>	내수면 어류 생산량 현황	21
<표 3-4>	내수면 어류 생산금액 현황	22
<표 3-5>	양식방법별 송어양식어가 현황	25
<표 3-6>	국내 지역별 송어 출하량	26
<표 3-7>	국내 월별 송어 생산량	28
<표 3-8>	국내 송어 양성물량	29
<표 3-9>	지역별 무지개송어 산지가격	31
<표 3-10>	양식 방법별 특징	33
<표 3-11>	종묘의 수급 및 단가	37
<표 3-12>	양식 송어의 생산 주기	37
<표 3-13>	양식 방법별 사육 밀도	39
<표 4-1>	경제성 분석기법의 장단점 비교	42
<표 4-2>	실험 양식장 시설개요	44
<표 4-3>	실험양식장 현황	45
<표 4-4>	순환여과식과 유수식의 초기시설비용 품목	48
<표 4-5>	실험 양식장 초기시설비용	49
<표 4-6>	양식 기자재별 감가상각비	51
<표 4-7>	월별 양식 방법별 전기료	53
<표 4-8>	실험양식장 일반현황(3개년도)	56
<표 4-9>	순환여과식양식장의 경영성과 분석 결과	59
<표 4-10>	유수식양식장의 경영성과 분석 결과	62
<표 5-1>	순환여과식의 경제성 분석 결과	65
<표 5-2>	유수식의 경제성 분석 결과	66
<표 5-3>	출하가격에 대한 민감도 분석 결과	69
<표 5-2>	생존율에 대한 민감도 분석 결과	71

그 립 목 차

<그림 3-1> 국내송어 양식생산량과 발전단계	23
<그림 3-2> 2017년 국내 지역별 송어 출하량	27
<그림 3-3> 2017년 국내 송어 양성물량	30
<그림 3-4> 전형적인 순환여과식 구성 모식도	34
<그림 3-5> 양식방법별 특징	35



수 식 목 차

(식 4.1)	40
(식 4.2)	41
(식 4.3)	41



A Comparative analysis on economic viability of Rainbow Trout Aquaculture by Farming method

Do Hyoun, Park

*Department of Marine Business and Economics, The Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

Interest in the production of inland fish in domestic demand is increasing. Production volume is low but steady, and among them, the trout fishing industry, which successfully combines the Pyeongchang trout festival and the cage aquaculture, is highly anticipated to develop.

The trout farming is carried out by Recirculating Aquaculture System and Running Water System, which have worsened the management conditions due to increased environmental awareness of inland water systems and caused unstable management due to climate change. As an alternative, Recirculating Aquaculture System form method has been highlighted, regulatory compliance cost can be reduced through reduction of environmental load, and form environment can be artificially controlled, so it is relatively insensitive to climate change.

From a socio-economic perspective, the management practices of the

Recirculating Aquaculture System and Running Water System were compared and the management performance of each type method was compared with the management results of each method through economic analysis to analyse more business-friendly methods.

The financial statements of three years and average for each form method were investigated and analyzed. The analysis method was an economic analysis. The 10-year cash flows were analysed for 2015, 2016, 2017 and 3-year averages.

The analysis shows that economic analysis of Recirculating Aquaculture System is economically feasible in all three years and on average. The results of the Running Water System show economic feasibility except for 16 years. For 16 years, the price of the oil formula was 500 won lower than that of other years, so the production volume was high, but the total profit was low, so it was found to be not economical.

The analysis shows that Recirculating Aquaculture System is more economical than oil, and the Running Water System should stabilize the unit price for business over the long term.

I. 서론

1. 연구의 배경

2017년 국내 수산물 생산량은 370만 톤이며, 그 중 연근해 어업은 92만 톤, 원양 어업은 47만 톤을 기록하였다. 반면 양식 생산량은 2015년도부터 어업 생산량을 상회하여 2017년도에 231만 톤을 기록하였다. 우리나라 수산물 생산 동향은 잡는 어업의 생산량이 감소하고 있으며, 반면 양식 생산량이 점차 증가하고 있다.

잡는 어업의 경우 생산량이 점차 줄고 있는데 반해 양식생산량은 증가하는 추세이다. 세계적으로 증가하고 있는 수산물의 수요를 공급할 방법은 양식을 통한 방법밖에 없다는 것을 알 수 있다.

우리나라 역시 해수에서 생산되는 잡는 어업의 생산량이 정체 혹은 감소하고 있다. 이러한 상황 속에서 그동안 상대적으로 중요성에 비해 인식이 낮았던 내수면 어업의 생산에 대한 관심이 증가하고 있다. 내수면 어업은 최근 평창송어축제 등과 같이 내수면 수산자원을 지역 관광자원화에 성공적으로 접목하여 지역 경제개발에 기여하는 등 잠재력을 갖춘 분야임에 틀림없다(이정삼2011a).

국내에서 양식되는 송어류는 대부분 무지개송어로 연어목 연어과에 속하는 냉수성 어종이다. 연어과 어류 중 일생을 담수에서 생활하는 육봉형이며, 근래에는 바다에서도 양식이 가능한 스틸헤드¹⁾ 종을 양식도 하고

1) 연어목 연어과에 속하는 강해형 어류, 북미에서는 육봉형을 Rainbow Trout, 강해형을 Steelhead로 구분함

있다.

무지개송어의 경우 냉수성 어종 특성상 연중 맑고 차가운 물이 필요하므로 적지조건이 까다롭다. 이러한 제약으로 인해 국내 송어 양식은 대부분 강원도와 충북, 경북에서 대다수 이루어지고 있다. 냉수성 어종 특성상 송어 양식의 적정 성장 수온은 $10^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ 이며, 25°C 이상 되면 전량 폐사될 정도로 폐사율이 높고, 5°C 이하에서는 먹이활동을 멈춘다. 수온이 18°C 내외에서는 먹이 활동이 활발하여 사육수의 수질 관리를 잘하고, 충분한 산소를 공급해준다면 성장률이 높아진다. 송어 양식장의 적정 용존 산소량은 $7 \sim 8\text{mg}/\ell$ 이며, $5\text{mg}/\ell$ 이하 일시 먹이 활동이 떨어진다. 적정 수소 이온 농도(pH)는 $6.7 \sim 8.2$ 이다.

우리나라의 송어양식은 1965년 1월 미국으로부터 발안란을 받아 화천댐 하단에 양식을 시작한 것이 시초이며, 그 역사가 50년이 넘었다. 송어가 우리나라에서 오랫동안 양식 생산량이 많지 않음에도 지속될 수 있는 것은 냉수성 어종의 특성상 우리나라의 추운 겨울을 날 수 있고 성장이 빠른 장점으로 인해 자금 회전율이 높기 때문이다(이남수 2013).

2. 필요성 및 목적

송어의 양식방법에는 크게 유수식과 순환여과식으로 나눌 수 있다. 유수식은 사육지에 물이 연속적으로 통하게 하는 방법으로 유입되는 물의 양에 따라 양식 밀도를 결정하며, 사육밀도가 높고, 먹이를 많이 먹을수록 많은 물을 공급해야 한다(김인배 2000). 앞서 말한 특성상 자연환경에 의한 의존도가 높아서 양식장 적지조건에 제약을 받는다. 순환여과식 방식은 사육하고 나온 배출수를 최소한으로 배출하고, 물리적, 생물학적 여과를 거쳐 사육수조 내에 재공급하여 사육하는 방식이다. 새로 투입되는 물

의 양이 적다 보니 사육환경의 인위적인 조절이 가능하여 고밀도 양식이 가능하다. 또한 물의 배출수가 적고 배출수 처리에 용이하여 친환경적이며 지속가능한 양식방법이다. 앞서 말한 특성상 자연환경에 의존적이지 않는 방식이기 때문에 양식장 적지조건이 유수식에 비해 제약이 적다.

순환여과식 방식이 유수식 방식보다 초기시설 비용이 높으므로 적지조건이 부족하지 않는 이상 국내 송어 양식장의 대부분은 유수식으로 초기에 건설이 되었다. 과거의 재래식 방식으로 지어진 유수식 송어양식장은 환경수용력의 제한에 의해 단위면적당 생산량의 한계가 있었다. 또한 근래에는 내륙수계에 대한 환경적 인식 증대와 기후변화로 하계 고수온 등의 수온변동으로 인해 경영 불안정이 생기게 되었다.

첫째, 여름철 고수온기와 가뭄으로 인한 폐사 혹은 사육의 어려움으로 인한 경영 여건 악화의 문제가 근래에 대두되고 있다. 겨울철 수온이 낮을 때 또한 먹이활동이 급격히 감소하며, 생리적인 활동을 하지 못하여 양육의 어려움이 있다.

둘째, 양식 산업은 미래지향적인 방식으로 지속가능한 양식이 이루어져야한다. 예를 들어 녹조, 혹은 바다 적조의 경우 무분별한 오폐수의 배출로 인한 결과물이다. 영양염의 배출을 억제하여 녹조와 적조 같은 플랑크톤들의 번식을 막음으로써 친환경적이며, 지속가능한 양식을 하여야 한다.

해외의 사례로 초기 스페인의 터봇, 솔레 육상수조식 양식업은 양식 어종, 생사료 중심의 급여형태, 사육시설, 수조형태, 취수방법, 어병 발생 등이 국내의 넙치양식업과 매우 비슷하였다. 1990년 중반부터 어병 발생으로 폐사율이 급증하여 일부 양식장들은 폐업하게 되었으며, 폐업하지 않고 계속 운영을 하는 기존 양식장들은 순환여과식으로 방식을 전향하였다. 또한 생사료를 배합사료로 전환하고 사육 수 여과장치와 소독장치로

양식장 수질을 개선과 백신 접종 등의 노력으로 폐사율을 줄여 오늘날 스페인의 터뷰와 솔레 어종의 주요 생산국으로 유럽 생산량의 80% 이상을 차지하였다(한국양식기술 워크샵 2017).

덴마크의 연어과 어류 생산은 노르웨이 생산량의 4%, 생산금액으로는 3%밖에 되지 않는다. 그러나 덴마크의 양식 산업은 고도의 양식 기술로 순환여과식 방식을 기반으로 친환경적이고 안전한 양식수산물을 적정량 생산하여 소비자들에게 어필함으로써, 다른 국가와 차별화를 갖춰 경쟁력을 갖고 있다(한국양식기술 워크샵 2017).

덴마크도 앞서 말한 경쟁력을 가지기 전의 1980~1990년까지 오염 정도가 심각하였다. 오염의 주범은 농업에 의하였지만 모든 오염지역에 대해 물 환경의 개선과 연안 환경 대신 작업이 추진되었다. 1987년에서 1989년 어류양식법을 처음으로 개정하여 배출 수 여과사용을 통한 물 사용량 감소, 사료품질 향상 및 배설물 절감, 항생제 및 화학제의 사용량 규제, 배출수 정화 등의 기술을 제시하였다. 그 결과 생산량이 2배 늘었으며, 오페수 내의 질소, 인, 유기물이 감소하였고, 생산된 양식어류는 더 크고 균일하게 생산을 할 수 있었다. 덴마크는 사료 총량제를 넘어 배출 수 관리를 제도화하는 등 In Put Control에서 Out Put Control로 제도를 강화하였으며, 이 제도의 주목적은 환경보존을 통한 지속가능한 양식 산업을 육성하는데 있다(이희정2014).

이처럼 세계는 환경 친화적이며, 지속가능한 양식방법으로 전향하고 추구하는 추세이다. 또한 방식의 전환은 질병과 기타 경영적인 측면에서 더 효과적인 방식을 통해 양식장의 생산성을 증대시켜 양식장 경영의 안정성을 확보하게 되는 계기가 되었다.

본 연구는 경영성과 비교를 목적으로 하는 연구이기에 환경적인 문제보다 사회경제적 관점에서 국내 무지개송어 양식장의 우수식 양식방법과

순환여과식 양식방법의 경영실태를 비교하고, 경제성 분석을 통한 각 양식방법의 경영성과를 비교하는 것을 목적으로 한다.

3. 연구방법 및 내용

본 연구는 무지개송어 양식의 경쟁력 향상을 목적으로 두고 있다. 경쟁력 향상을 위해 무지개송어 양식방법의 2가지인 순환여과식과 유수식의 양식 방법별 비용구조와 수익구조를 분석하여 경영성과를 비교하였다. 3개년도의 데이터를 이용하여 시계열 분석을 하였으며, 경제성 분석은 각각 양식방법별 10년간의 현금흐름에 대한 NPV, IRR, B/C ratio 분석을 하였다. 분석 결과를 통해 무지개송어 양식업의 경쟁력 향상을 위한 방안을 제시하였다.

본 연구의 내용은 제 1장에서는 서론으로서 연구의 배경과 필요성 및 목적, 연구 방법 및 내용을 설명하였다. 제 2장에서는 선행 연구에 대해서 설명을 하며, 본 연구에 앞서 송어에 대해서와 각각의 양식방법, 분석 방법에 대해 정리하였다. 제 3장에서는 송어양식 현황에 대해서 정리를 하였으며, 내수면 양식 생산 현황과 송어 양식 생산 현황에 대해 정리하였다. 제 4장에서는 실험양식장의 현황과 양식 방법별 각각의 비용구조를 분석하여 경영성과를 분석하였다. 제 5장은 4장에서 분석한 자료를 토대로 순현재가치법(NPV)과 내부수익률법(IRR), 편익비용(B/C)비율을 이용하여 경제성 분석을 하였다. 분석을 통해 각각의 방법별 경영성과와 경제성을 비교해 보았다. 제 6장에서는 본 연구를 요약하였으며 분석 결과를 토대로 양식방법별 비교를 하여 보다 양식업자들에게 효율적인 방법을 모색하였다.

II. 선행연구 및 분석방법

1. 송어에 관한 연구

박주형(1993)의 연구에서는 무지개송어 양식 산업에서 종묘의 대량생산과 더불어 안정적인 공급을 위한 종묘 생산 기술 방법의 개선이 요구됐으며, 주로 친어, 수온과 난에 대해서 연구된 실험들과의 차별성이 있는 연구를 하였다. 연구방법은 채래식 부화기, 아트킨스식 부화기, 원통형 부화기에 대한 각각의 수정률, 발안율, 부화율을 비교하였다. 비교 결과 부화율의 경우 채래식 부화기가 가장 낮았으며 부화율이 가장 높은 방법은 원통형 부화기로 나타났다. 경제적 효율면에서 수용 한계능력의 경우 채래식 부화기는 40,000미/m², 아트킨스식 부화기는 300,000/m², 원통형은 2,400,000/m²이다. 설치비용으로 보았을 때 원통형이 가장 높은 비용이지만 알 10,000개당 설치비용은 채래식 부화기의 경우 13,300원, 아트킨스 부화기는 6,600원이고, 원통형 부화기는 1,660원이다. 결과적으로 원통형이 부화율이 가장 높으며 경제적으로도 다른 방법에 비해 높음을 연구하였고, 또한 부화기별 수량 및 수용 밀도에 대한 수치도 제시하였다.

명정구(1996) 외는 한국에서 서식하는 연어과 어류인 연어, 무지개송어, 산천어(시마연어 포함)의 3종을 형태학적으로 분석을 하였다. 분석 방법은 두개골, 상사골, 주상악골, 인설골의 형태, 안후골과 전새개골의 접속 여부, 지느러미 줄기 수, 반점 유무, 옆줄 비늘 수 등의 골격 형질의 특징을 분석하였다. 분석 재료는 연어는 강원도와 경북의 하천에서 채포하였고, 무지개송어와 산천어의 경우 양양내수면연구소에서 사육중인 개체를 표본으로 사용하였다. 그 결과 3종의 형태학적 분리와 송어가 조상형에 가깝

다는 점을 분석하였고, 무지개송어의 골격특징에 대해 분석하였다.

이철호(2007)는 무지개송어 양식 산업의 생산성 향상을 위한 전 암컷 개체를 생산하는 연구를 하였다. 연구 방법은 성 호르몬을 이용한 생리학적 성전환과 더불어 염색체 공학 기법을 이용하여 전 암컷 송어 생산을 하였다. 생리학적으로 성 전환된 가짜 수컷을 만들기 위해서는 남성 호르몬인 17 α -methyltestosterone를 사료에 첨가하여 가짜 수컷을 유도하였다. 성 전환된 자성발생 2배체 가짜 수컷의 경우 외관상은 암컷과는 같으나 생식소는 정소를 가지고 있게 전환된 수컷이다. 가짜 수컷과 일반 암컷과의 단순교배로 부화한 치어의 생식소 확인 결과 100% 암컷을 유도한 결과가 나타났다. 송어의 경우 수컷보다 암컷이 시장 선호도가 높기에 더 양질의 송어를 생산하는 방법을 제시하였다.

2. 양식 방법에 관한 연구

조장천 외(1995)는 유수식 무지개송어 양식장이 하천수의 수질에 미치는 영향에 대해서 연구를 하였다. 실험은 유입수, 사육수, 모든 사육수의 배출수, 하천으로의 배출수에 대한 DO(용존산소) BOD(생물학적 산소요구량), 암모니아염 질소, 아질산염 질소 등을 측정하였다. 그 결과 유입수에 비해 사육수와 배출수 모두 암모니아와 아질산염 질소 등 측정항목이 대부분 환경에 악영향을 미치는 것으로 연구되었다. 본 연구에서는 양식장의 배출수가 물리적인 침전조만으로는 배출수 처리에 한계가 있는 것으로 드러났다. 물리적인 침전방법 이외에 배출수를 처리할 수 있는 시스템을 내수면 양식장에 도입해야 된다고 제시하였다.

Nepal, A. P., Basnyat, S. R., Lamsal, G. P., Joshi, P. L., & Mulmi, R. M. (2002)은 수산 연구소에서 무지개송어의 비용분석을 수행하였고, 그

결과를 토대로 실험을 하였으며, 실험의 결과로 사료 효율(50%)과 사료 전환율(FCR)(2:1)로 나타났다. (Trishuli in 1997) 이 결과는 송어 1kg을 생산하는데 NRs(루피) 255/kg이 필요하며, NRs 300/kg으로 판매가 된다. 분석을 통해 NRs 45/kg의 이익을 얻을 수 있으며 초기 비용에 대한 수익률은 17.6%이다. 이 결과로 경제성 분석에서 사업성이 타당하다고 판단이 된다. 사료 효율과 사료 전환율이 비교적 높게 나오지 않았음에도 불구하고 경제성이 있는 것으로 판단되며, 송어가 수출품으로도 경제성이 있다고 제시하였다.

Johnson Kamina(2014)는 미국의 메기양식에서 특정한 관리 방법을 이해하고 적용하는 연구를 진행하여 메기 양식업자들에게 수익성 있는 생산에 대한 방식 중 높은 수익성의 방식의 필요성을 주장하였다. 분석하기 위한 5개의 양식장에서 PCA분석을 이용하여 분석하였다. 입식 밀도, 자동화 센서, 교잡 치어, 폭기 시설, 산소 측정기기를 확인하였고, 분석 목적은 경제적 위험요소를 결정하기 위함이다. 세부적인 목적은 생산 기술이 생산에 영향을 미치는지, 비슷한 양식 생산 기술을 사용하는지, 양식장 간 생산 단가의 비교, 생산량의 변동, 투입 자본, 양식업자 간 비용의 비교를 하기 위함이다. 그 결과 생산에 있어서 중요한 요소는 투입되는 자본의 균형, 관련 비용, 양식장에서 경제성을 이루기 위한 생산량이다. 생산성만 높이는 것이 아니라 다른 요소들의 조화로 인한 생산량 증대가 수익성에 큰 영향을 미친다는 것을 제시하였다.

Lasner, Tobias, et al(2017)는 유럽의 송어양식에 대한 연구를 진행하였다. 터키, 덴마크, 독일의 9개 양식장을 모델로 선정하여 수익성, 생산성 및 에너지 효율성에 중점을 두고 다양한 생산시스템에 대해 비교 분석을 하였다. 그 결과 터키는 저임금, 낮은 자본 투자와 유리한 기후조건으로 경쟁의 우위를 점하였다. 덴마크는 순환여과식 기술로 향상된 생산성과

규모로 인한 이익을 내며, 독일은 현지 시장가격으로 이익을 낸다. 실험 양식장은 모두 이익은 내고 있으나 채래식의 양식방법을 이용한 양식의 경우 경쟁력을 유지하는데 어렵다. 벤치마크의 표준 운영 절차(sop)를 따라 분석 구성을 하여 양식장 데이터는 직접 및 간접 비용, 시장 수익, 성능, 작업 인력 및 에너지 소비 등을 포함한 686개의 변수를 포함하였다. 분석 후 모든 실험양식장에 벤치마킹을 도입하여 그 결과 모든 양식장에서 효율이 있었으며 특히 생산성이 높으며 비용측면을 감소시킬 수 있었던 덴마크의 양식장이 가장 큰 효과를 나타냈다.

유병화(2018)의 실험에서는 무지개송어와 틸라피아의 양식방법 중 AIRRAS 와 AIRBFT(이하 AIR생략) 시스템이 유수식 등 기존 양식 시스템보다 좀 더 높은 생존율을 나타내었다. 시스템 간 경제성 평가를 하였을 때 RAS시스템의 경우 양식에 드는 총비용과 시설 투자비가 BFT에 비해 각각 약 2.8배와 1.4배 높게 나타났으나, 어류 생산량은 RAS시스템이 BFT시스템보다 79% 이상 높아 그에 따른 어류 매출이익이 높게 나왔다. 즉 투자대비 수익을 측정하는 투자수익률은 RAS시스템은 32.43%, BFT 시스템이 10.23%로 나와 RAS가 약 3.2배 높았다. 따라서 어류 생산성과 경제성 향상을 위한 친환경 폐쇄식 양식 시스템은 RAS시스템이 BFT시스템보다 더 효율적인 시스템으로 판단된다. AIRRAS 시스템을 통해 우리나라의 좁은 면적을 극복하고 연중 계획적 생산과 질병 유입 최소화로 생산성 향상을 기대할 수 있다는 방향을 제시하였다.

3. 양식어류 경제성 분석에 관한 연구

송정현(2011)은 어류 양식업에서 사료 급이 방식에 대한 경영성과를 비교분석을 하였다. 배합사료는 양식어장의 환경보전에 적합하며, 생사료는

유실량의 증대가 높기에 사료비 증대로 이어져 양식업체의 수익성에 악영향을 주는 등의 문제점으로 인해 배합사료를 장려하고 있다. 하지만 실제 현장에서의 배합사료로의 전환이 안 되는 이유에 대한 조사가 필요하였으며, 방식의 차이에 대한 점과 급이 방식별 사료계수, 생산금액, 생존율, 양식이익 등을 조사하였고, 현실적으로 전환을 하지 않는 이유에 대한 조사가 이루어졌다. 생사료의 가격 인상과 해외 배합사료의 적용사례를 제시하였으며, 각기 다른 방식의 급이 방법에 따른 경영성과 비교의 방법을 활용하였다.

김도훈(2012)은 고등어 외해가두리의 경제성 분석에 있어서 일반적인 재무적 타당성 평가를 중심으로 하였다. 고등어 가두리양식의 약 15개월 기간의 양식 자료를 기반으로 생산으로부터 수집된 자료를 바탕으로 실험을 하였으며, 향후 10년간의 현금흐름에 따른 NPV와 IRR을 계산함으로 고등어 외해가두리양식의 경제성을 평가하였다. 또한 민감도 분석도 실시하였으며, 분석 결과 시장가격의 변화에 따른 경제성 변화의 폭이 아주 큰 것으로 분석되었다. 그 이외에 생존율과 출하중량 및 사료효율이 감소할 경우 경제성 감소가 우려되는 등 효과적인 양식생산 관리가 필요한 것으로 제시하였다. 민감도 분석 중 가장 영향을 크게 끼치는 것은 시장가격이다. 따라서 본격적인 외해가두리양식의 사업화를 위해서는 적정 입식밀도에 따른 최적의 양식생산 및 운영관리 방안 등에 대한 연구도 수행되어야함을 제시하였다.

박경일(2017)은 송어가 최근 국내로 수입되는 연어의 급증에 따른 대체재로 부각되고 있으며, 연어의 경우 수입의존도가 매우 높으므로 송어시장의 개척은 필수적이라고 제시하였다. 송어시장의 확대 가능성과 경쟁력을 확인하기 위해 송어 양식의 생산경쟁력, 소비자 경쟁력, 가격경쟁력으로 나누어 분석하였다. 생산경쟁력 측면에서 7개의 양식장별 NPV와 IRR

을 분석하였다. 분석 결과 매출이익률은 평균 22.02%로 양호한 것으로 평가되었다. NPV는 낮게는 9천만 원에서 높게는 12억 이상으로 나타났고, IRR은 9.58%에서 42.47%로 나타났다. 이 결과 지속적인 투자 유인이 발생하는 것으로 분석되어 생산경쟁력은 양호한 것으로 제시하였다. 또한 연어와의 가격경쟁력을 비교하였으며, 분석 결과 칠레 냉동 연어를 제외한 다른 분석자료 보다 가격경쟁력이 높은 것으로 분석되었다. 이로 인해 우리나라 송어가 선도와 가격경쟁력에서 연어보다 높은 경쟁력을 보이는 것으로 판단되었음을 제시하였으나, 송어의 경우 산지에 인접한 곳에서 단순형태로 판매가 되기에 대도시 등 다수의 소비자 시장에 접근성이 빈약함을 제시하였다. 그로 인해 송어의 생산량이 3천 톤에 머물러있으나, 해수송어 등의 다양한 제품을 통해 생산량을 늘릴 수 있음을 제시하였다. 또한 송어의 환경 특성상 수질에 대한 생산한계치를 제시하였다.

장한별(2018)은 세계 수산업에서 양식업의 중요성을 연구하였으며, IMTA양식과 조피볼락양식의 경제성 분석을 하여 지속가능하고 친환경적인 양식방법의 필요성을 제시하였다. 분석 결과 할인율 4.5%를 적용한 10년간의 현금흐름에서 IMTA 시험양식의 순현재가치와 내부수익률은 각각 436,524,387원, 35%로 분석되었으며, 조피볼락양식의 경제성 분석은 순현재가치와 내부수익률이 각각 138,795,644원, 19.3%로 분석되어 IMTA 시험양식이 조피볼락 양식보다 더 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 또한 IMTA양식으로 인한 발생하는 환경적 영향을 환경적 편인으로 환산한 결과 IMTA가 단일양식보다 경제적, 환경적 가치가 뛰어나며 안정성 또한 높은 것을 분석하였다. 국내 양식업에서 최적의 IMTA 시스템을 구축할 연구가 필요하며, 다양한 요소들에 대한 연구의 필요성을 제시하였다.

Ⅲ. 송어 양식업 현황

과거 1980년대까지 성장했던 내수면 양식은 1999년 수질규제가 강화되어 내수면가두리양식장이 전면 금지되면서 생산량이 감소하였다. 그에 비해 해면어류양식의 생산량이 많아지면서 내수면 어업은 중요도가 줄어들었다. 하지만 최근 들어 내수면 수산자원 관리를 위한 방류사업과 육상양식업 활성화로 내수면 수산물 생산량이 증가하고 있다. 강원도의 화천과 평창에서 각각 산천어, 송어 축제를 개최했으며, 최근에는 가평, 무주, 청평, 파주 등의 지역에서 민물고기를 활용한 지역축제가 활성화되면서 내수면 어업은 재 도약기를 맞고 있다(수산양식 2016.9).

현재 내수면 어업은 어가수가 3,659 어가로 전체 수산업 대비 6.2%이다. 생산량은 국내 전체 수산물의 1%에 못 미치는 수준으로 2015년 33,055톤을 생산하였다. 그 후 점차 증가하여 2016년도 35,400톤, 2017년도 36,143톤으로 나타나며, 점차 증가하는 추세를 보인다.

생산량이 증가하는 추세이지만 전체수산물 생산량 대비 내수면 양식생산량은 전술한 바와 같이 1%에도 미치지 못하는 실정이다. 그 이유 중 하나는 내수면 양식시설의 대부분이 과거 채래식 방법으로 양식을 하여 단위 면적당 생산성이 낮기 때문이다. 그러나 체계적인 내수면 양식기술 지원, 수입수산물과의 차별화 및 국내산 내수면 수산물에 대한 우수성을 토대로 내수면 양식 산업을 발전시켜 나간다면 미래 성장 가능성은 충분하다(수산양식 2016.9).

본 장에서는 생산량이 증가하고 있는 내수면 어업의 현황과 송어류의 현황을 살펴보고 내수면 어업에서의 송어류의 중요도를 알아보았다.

1. 내수면 양식 생산 현황

내수면 어업 현황은 통계청의 어업생산 통계를 활용하여 분석하였다. 내수면 어업의 부류는 어류, 갑각류, 패류, 기타류로 나뉜다. 내수면 어업에는 뱀장어, 메기, 송어류, 향어, 잉어, 미꾸라지 등이 속하는 어류와 게류, 가재류, 새우류 등이 속하는 갑각류, 그리고 재첩류, 다슬기류, 대청이류, 논우렁이류 등의 패류로 부류가 구분된다. 앞의 부류를 통해 2003년부터 2017년도까지 내수면 어업의 각 부류별 생산량과 생산금액을 살펴보고, 나아가 어류별 생산량과 금액도 조사하여 내수면 전체동향을 살펴 보았다.

조사기간 내 국내 내수면 어업의 평균 생산량은 28,724톤으로 나타났다. 부류별 생산량은 어류, 패류, 갑각류, 기타 순으로 높았으며, 최근 10년간 생산량 평균은 31,044톤으로 전체 평균 대비 2,320톤을 더 생산한 것으로 나타났다. 이는 점차 생산량이 증가한다는 것을 보여주며, 2003년과 2017년 증가율을 보면 83.7%로 확연히 증가한 것으로 보인다.

자세히 살펴보면 2003년부터 2017년까지 평균 내수면 어업 생산량 중 어류가 차지하는 비율은 28,724톤 중 23,981톤으로 83.5%를 차지한 것으로 나타났다. 어류생산량의 최근 10년간 평균은 25,533톤으로 전체년도 평균에 비해 1,552톤을 더 생산하여 지속적인 증가세를 볼 수 있다. 2012년도를 보면 2011년도에 비해 생산량이 3,649톤 하락하는 등 매년 증가세를 보이지는 않았지만 2013년 이후 지속적으로 증가하여 2003년 대비 2017년도에는 어류 생산량이 69.5%가 증가한 것으로 나타났다.

내수면 어업생산량 중 어류 다음으로 생산량이 많은 패류의 경우 2003년부터 2017년까지 평균 내수면 어업 생산량 중 패류가 차지하는 비율은 28,724톤 중 14.8%를 차지하는 것으로 나타났다. 패류 생산량의 최근 10

년간 평균은 4,965톤으로 전체년도에 비해 690톤을 더 생산하여 지속적인 증가세를 볼 수 있으며, 2003년 대비 2017년도에는 패류 생산량이 3배가량 증가하였다. 전체 생산량 중 비중은 낮은 편이지만 생산량의 증가 폭은 급등한 것을 볼 수 있다.

내수면 어업생산량 중 소폭 증가하였다고 볼 수 있는 갑각류는 2003년부터 2017년까지 평균 내수면 생산량 중 갑각류가 차지하는 비율은 1.07%로 나타났다. 2008년에 전년도인 2007년에 비해 약 4배가량 증가한 726톤을 생산한 이후 감소하여 2017년도 219톤을 생산한 것으로 나타났다. 생산량은 많지 않지만 2003년 대비 2017년도에 92톤을 더 생산하여 72% 증가한 것을 볼 수 있다.

내수면 어업생산량 중 기타수산물물은 2003년부터 2017년까지 평균 내수면생산량 중 기타류가 차지하는 비율은 0.6%로 나타났다. 전체 평균은 161톤으로 2003년보다 23톤 증가하였다. 2012년은 250톤으로 생산량 중 가장 많은 생산을 하였지만 그 이후 지속적인 하락세를 보여 정체 및 감소로 볼 수 있다.

<표 3-1> 내수면 어업의 생산량 현황 (2003~2017년)

(단위 : 톤)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계	19,680	25,299	23,839	24,843	26,760	29,180	30,071	30,982
어류	17,399	20,415	21,760	21,395	23,424	25,343	25,718	26,326
갑각류	127	78	101	479	177	726	511	345
패류	2,016	4,670	1,883	2,879	3,027	2,993	3,742	4,085
기타	138	136	95	90	132	118	100	226
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	전 체 평 균
계	32,270	28,131	25,414	29,774	33,055	35,400	36,160	28,724
어류	26,521	22,872	20,461	24,081	26,236	28,268	29,500	23,981
갑각류	262	321	210	306	474	265	219	307
패류	5,297	4,688	4,525	5,191	6,168	6,673	6,285	4,275
기타	190	250	217	196	177	192	156	161

자료 : 통계청, 어업별 품종별 통계, 어업생산동향조사

내수면 어업의 2003년부터 2017년도까지 평균 생산금액은 2,983억 원으로 나타났다. 최근 10년의 생산금액은 3,582억 원으로 평균대비 599억 원이 더 높게 나타났으며, 2003년 대비 2017년 생산금액의 증가율은 2.1배 증가한 것으로 생산량의 증가율보다 높은 증가율을 보였다.

내수면 어업 중에서 어류는 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 2003년에서 2017년 평균 생산금액은 2,708억 원으로 전체 비중 90.7%로 상당히 높은 것으로 보인다. 내수면 어업 중 어류의 생산량의 비중은 83.5%에 비해 생산금액은 90.7%로 더 높은 비중을 차지하여 다른 부류에 비해 상대적으로 생산금액이 높은 것으로 보인다. 최근 10년간 평균 생산금액은 3,260억 원으로 전체평균보다 552억 원 높게 나왔으며, 2003년과 2017년도 생산금액을 비교해보면 2003년 1,080억 원 2017년 4,223억 원으로 3.9배의 높은 증가율을 보였다.

내수면 어업 중에서 어류 다음으로 높은 생산금액을 차지하는 부류는 패류이다. 패류의 2003년부터 2017년 평균 생산금액은 158억 원으로 전체 비중 5.3%를 차지한다. 평균 생산량은 14.8%를 차지하는 데 비해 내수면 생산량 금액의 비중에서는 다소 낮은 비중을 차지하는 것으로 보아 상대적으로 생산금액이 낮은 것으로 보인다. 최근 10년간 평균 생산금액은 181억 원으로 전체평균 158억 원보다 23억 원이 더 늘어난 것을 볼 수 있다. 생산금액 증가는 2003년과 2017년을 비교를 해보면 2003년도에는 114억 원, 2017년도에는 209억 원으로 1.8배 증가한 것을 확인할 수 있다.

그 다음 부류인 갑각류는 2003년부터 2017년까지 평균 생산금액은 43.5억 원이다. 전체생산량에서의 생산금액 비중은 1.5%를 차지하며 생산량 대비 더 높은 금액의 비중을 차지하는 것을 볼 수 있다. 생산금액의 비중은 작지만 생산량 대비 더 높은 것으로 보아 상대적으로 더 높은 금액을 나타내는 것으로 보인다. 2003년과 2017년을 비교하면 2003년에는 27.3억

원 2017년에는 51.2억 원으로 1.9배 더 높은 것을 볼 수 있다. 생산금액은 적지만 증가율은 높게 나타난 것을 볼 수 있다.

기타 부류는 2003년부터 2017년까지 평균 생산금액은 73억 원으로 2.4%의 비중을 차지한다. 생산량이 갑각류보다 더 적은 비중인 0.6%인 것에 비해 생산금액은 더 차지하는 것으로 보아 갑각류보다 더 높은 가치를 지닌 것으로 보인다.

내수면 어업생산금액은 생산금액은 비교적 적게나마 부류별 전체 증가한 것으로 보인다.



<표 3-2> 내수면 어업의 생산금액 현황 (2003~2017년)

(단위 : 백만 원)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계	126,719	167,212	175,727	200,409	223,089	275,285	273,750	333,834
어류	107,990	147,122	161,491	180,905	204,122	249,325	246,752	304,018
갑각류	2,737	1,657	1,770	4,645	2,383	7,086	5,419	4,571
패류	11,467	14,021	8,318	11,010	11,852	14,141	17,043	15,441
기타	4,526	4,412	4,149	3,849	4,733	4,732	4,536	9,803
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	전체 평균
계	377,466	323,340	345,437	372,111	407,482	417,547	456,003	298,361
어류	343,639	288,873	315,194	337,328	370,685	382,635	422,259	270,822
갑각류	3,735	5,089	4,240	5,664	6,899	4,273	5,126	4,353
패류	20,131	16,859	15,413	19,182	21,064	21,167	20,896	15,867
기타	9,961	12,519	10,590	9,937	8,835	9,472	7,721	7,318

자료 : 통계청, 어업별 품종별 통계, 어업생산동향조사

2. 송어 양식 생산 현황

1) 생산량 및 생산금액

송어 양식생산 현황을 알아보기 위해 앞서 내수면 어업 전체를 분류별 조사하였으며, 15년도 평균 결과 내수면 어업의 생산량 중 약 80% 이상이 어류가 차지하고 있는 것으로 나타나 내수면 어업에서 어류의 중요도가 높은 것으로 나타났다. <표3-3>은 2006년부터 2017년도까지의 내수면 어류별 생산량을 조사하였으며, 생산량 중 상위 10개의 어종을 조사하였다. 무지개송어는 2006년을 기점으로 내수면 어류생산량 2위에서 3위로 하락하였다. 이는 메기의 생산량이 증가한 것이 원인인 것으로 판단되며, 2006년 이후 생산량이 메기에 이어 3위를 차지하고 있다.

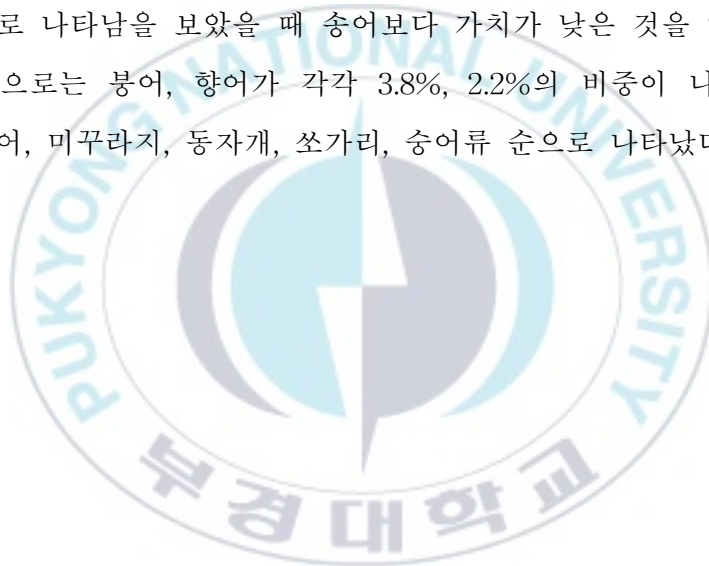
2006년부터 2017년까지 내수면 어류의 평균 생산량은 25,011톤으로 나타났다으며 그 중 뱀장어가 7,716톤으로 30.8%를 차지하여 내수면 어류생산량 중 가장 많은 비중을 차지하였다. 두 번째로는 메기가 4,117톤으로 전체비중 대비 16.5%를 차지하였고, 송어는 2,935톤으로 11.7%로 내수면 어류 생산량 중 3번째로 많이 생산하였다. 그다음으로는 붕어가 2,075톤으로 8.3%이고, 잉어가 1,503톤으로 6%이다. 그 외 어종들로는 향어, 송어류, 미꾸라지류, 동자개, 빙어 순으로 나타났다.

내수면 양식어업의 생산금액의 경우 <표 3-4>와 같이 나타났다. 12년간 평균 생산금액 중 가장 높은 비중인 뱀장어는 2,006억 원으로 전체 비중 66%로 매우 높은 비중을 차지하였다. 뱀장어의 생산량은 전체 내수면 어류 중 30.8%인 것에 비해 생산금액이 높은 것을 보아 단가가 높은 것으로 보인다.

송어류는 뱀장어 다음으로 높은 금액비중을 차지하는 어류이다. 생산량

은 메기 다음인 세 번째이지만 생산금액은 메기보다 높은 두 번째를 차지하였다. 생산량은 적지만 생산금액이 메기보다 높은 것으로 보아 그 가치가 더 높은 것으로 판단된다. 생산금액은 평균 221억 원으로 전체 내수면 어류생산금액 비중 7.3%를 차지하였다. 전체 생산량 중 송어가 11.7%를 차지하는 것에 비해 생산금액의 비중이 낮은 것으로 보아 상대적으로 뱀장어의 가치가 매우 높은 것을 볼 수 있다.

메기는 154억 원으로 전체 생산금액 대비 5.1%를 차지하였다. 생산량에서는 송어보다 높은 16.5%이나 생산금액에서는 송어보다 낮은 3번째로 높은 순위로 나타남을 보았을 때 송어보다 가치가 낮은 것을 알 수 있다. 메기 다음으로는 붕어, 향어가 각각 3.8%, 2.2%의 비중이 나타났고, 그 외에는 잉어, 미꾸라지, 동자개, 쏘가리, 숭어류 순으로 나타났다.



<표 3-3> 내수면 어류 생산량 현황

(단위 : 톤)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	평균
어류계	21,395	23,424	25,343	25,718	26,326	26,521	22,873	20,461	24,083	26,237	28,248	29,498	25,011
뱀장어	8,012	10,597	6,576	6,766	8,021	7,257	4,365	5,217	5,716	9,089	9,904	11,067	7,716
메기	2,985	2,266	3,905	3,869	4,282	4,960	3,825	4,040	4,764	4,267	4,933	5,307	4,117
송어류	1,878	2,882	2,811	2,737	2,652	3,015	3,067	3,390	3,304	3,064	3,066	3,358	2,935
붕어	1,223	1,495	2,543	2,636	2,734	2,802	2,745	1,571	1,827	1,960	1,714	1,651	2,075
잉어	1,281	1,094	1,871	2,001	2,002	1,917	1,975	1,121	1,206	1,269	1,370	991	1,508
향어	706	800	1,028	930	1,169	1,434	1,738	1,068	1,636	1,419	1,724	1,658	1,276
송어류	775	331	1,562	1,177	956	960	871	612	817	787	524	481	821
미꾸라지	1,138	798	432	506	703	569	466	609	714	860	831	824	704
동자개	322	240	381	476	391	443	574	403	537	455	514	457	433
빙어	382	269	379	279	255	233	413	226	488	250	303	320	316

자료: 통계청, 어업별 품종별 통계, 어업생산동향조사

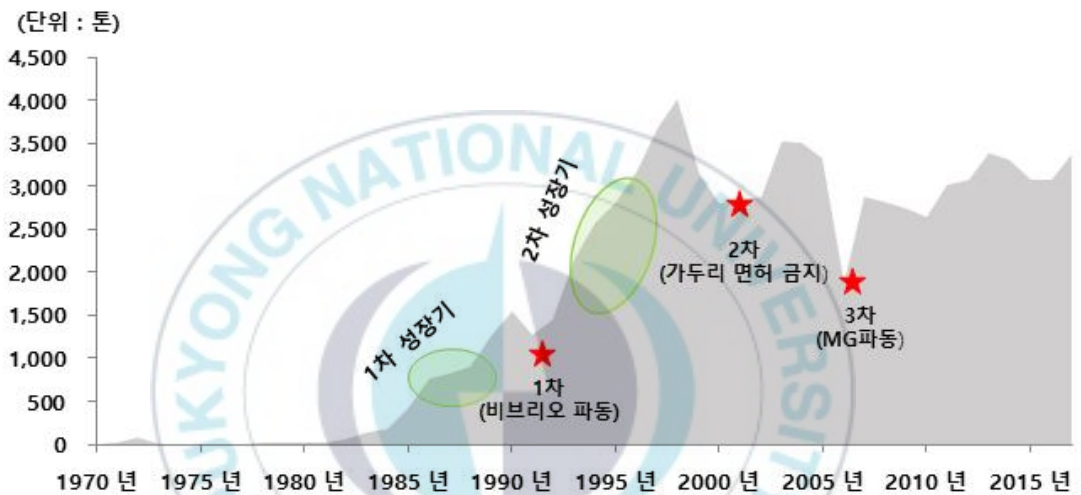
<표 3-4> 내수면 어류 생산금액 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	평균
어류계	180,905	204,122	249,325	246,752	304,018	343,639	288,873	315,194	337,328	370,685	382,565	422,250	303,805
뱀장어	114,672	134,616	153,826	141,976	205,435	232,828	172,377	212,370	212,157	252,226	273,329	301,529	200,612
송어류	10,698	14,680	16,373	21,420	18,553	25,980	23,669	25,473	32,097	24,161	21,485	30,234	22,069
메기	9,273	9,184	13,902	12,455	12,823	17,698	18,544	16,888	19,097	21,019	16,962	16,894	15,395
붕어	6,496	7,010	11,352	12,674	13,294	13,699	14,640	9,879	12,084	13,745	11,226	12,781	11,573
향어	2,914	3,298	4,895	4,692	5,206	7,169	9,200	7,439	9,667	8,245	8,821	8,812	6,697
잉어	5,335	4,757	7,474	7,815	7,151	6,440	6,940	4,109	5,326	6,205	5,792	4,764	6,009
미꾸라지	4,758	4,956	2,693	3,752	5,887	4,641	6,194	6,531	7,477	8,993	8,564	8,734	6,098
동자개	4,177	2,903	4,583	6,150	4,892	5,041	5,994	5,134	6,662	5,025	5,371	5,403	5,111
쏘가리	3,879	3,369	5,557	5,949	5,615	5,405	5,926	4,102	4,403	4,397	3,799	5,833	4,853
송어류	1,849	855	4,084	3,112	2,348	2,983	3,179	2,398	3,125	2,999	2,296	2,376	2,634

자료: 통계청, 어업별 품종별 통계, 어업생산동향조사

무지개송어의 양식은 1965년부터 양식을 시작하였으며, 최고 생산량인 1998년 4,018톤을 정점으로 계속해서 생산량의 감소와 증가를 반복하였다.



주 : 송어양식산업의 발전단계와 성장기·시련기 등은 필자가 임의로 분류한 것임.

자료 : 1970~2008년은 통계청, 2009~2016년은 KMI 수산업관측센터, (이남수2013)

<그림 3-1> 국내 송어 양식생산량과 발전단계

국내 송어양식의 발전단계는 크게 도입기 → 성장기 → 정체기로 나눌 수가 있다. 1965년부터 2015년까지의 흐름을 <그림3-1>로 나타냈다.

도입기(1965-1981)에는 미국에서 발안란 만 립을 기증받아 무지개송어 양식을 처음 시작하는 계기가 되었고, 1968년부터는 자체적 인공수정 및 발안란 생산도 가능한 계기가 되었다.

성장기(1982-1998)에는 1차 성장 시기라고 불릴 만큼 생산량이 증대하

게 되었는데 그 이유는 1982년에 배합사료를 개발하였다. 그리고 댐 가두리 양식도 가능하여 1998년 한국 송어생산량 중 최대치인 4,018톤을 생산했다. 협회 측 자료는 7,000톤의 생산으로 예상한다. 그러나 1991년에 에로모나스 비브리오 등 질병의 발생으로 개체량이 감소하는 1차 시련기가 있었다.

정체기(1999-2008)에는 앞의 성장기와는 반대로 송어양식업의 2, 3차 시련이 있었다. 먼저 2차 시련으로 1999년 댐, 호수 등에서 성행하던 가두리 양식어업 면허가 맑은 물 정책으로 인하여 전면 금지되면서 주유 댐 가두리 양식장 103곳들을 모두 폐쇄하게 되었다. 자연환경 및 수질오염 예방을 위해 ‘가두리 양식어업 면허기간 연장 불허가처분’ 법제처를 진행하였다.

3차 시련기에는 2005년 양식업자들이 기생충과 물곰팡이 제거 등 많은 종류의 소독과 질병예방에 사용하던 말라카이트그린²⁾에 대한 문제점이 전해지면서 소비가 급감하고, 사육 중인 어류를 폐기해야 되는 등의 문제점이 대두된 사건인 말라카이트 파동이 생겼다. 말라카이트그린 파동으로 인해 많은 어가와 횃집이 휴업 또는 경영을 포기하게 된 사건이며, 양식 생산량이 2000년대 이후 가장 적은 생산량을 기록하였다. 양식어가 수가 줄어들게 된 계기가 되었다.

현재(2008-현재)에는 말라카이트 그린 파동 이후 생산량을 회복하였으며, 겨울철 송어축제와 같은 지역축제로 인한 시장과 해수 송어양식의 성공으로 새로운 시장을 개척해 나아가는 중이다.

2) 말라카이트 그린(MG)은 어류의 알에 감염된 박테리아나 균류를 죽이는 살균제로 사용되는 염기성 염료로 1991년 미국식품의약국(FDA)이 발암성 물질로 규정하고 수산용 사용을 금지하였음. 이후 유럽연합(EU)·노르웨이·중국은 2002년, 일본은 2003년부터 식품 등에 사용할 수 없도록 규제하였고, 우리나라는 모기향의 염료 등에 사용해 왔으나, 2005년 중국산 장어에 말라카이트그린이 검출된 사건 이후 사용이 금지되었음(이남수 2010)

2) 송어양식어가

<표 3-5>는 양식방법별 송어 양식어가에 대한 현황 자료이다. 한국 송어양식협회의 자료에 의하면 2005년 말라카이트그린 파동 이전 송어양식어가는 총 212개로 집계된다. 한국 송어양식협회에 등록되지 않은 어가수를 포함한다면 더 많을 것으로 예상된다.

양식방법별 어가 수는 유수식이 210곳 순환여과식이 2곳으로 많은 차이가 났다. 2005년 말라카이트그린 파동으로 인해 어가 수는 2010년 기준 153곳으로 어가가 줄었으며, 유수식은 150곳 순환여과식은 3곳으로 유수식 양식장이 많이 줄어들었다.

2018년도 기준 송어양식장 어가 수는 154곳으로 집계되며 유수식 147곳, 순환여과식 7곳으로 집계된다. 유수식의 양식장이 8년간 감소하였고, 순환여과식은 증가하였다.

<표 3-5> 양식방법별 송어양식어가 현황

(단위 : 가구)

구분		2005	2010	2018
한국 송어양식협회	계	212	153	154
	유수식	210	150	147
	순환여과식	2	3	7

자료 : 한국 송어양식협회

3) 지역별 생산량 및 월별 생산

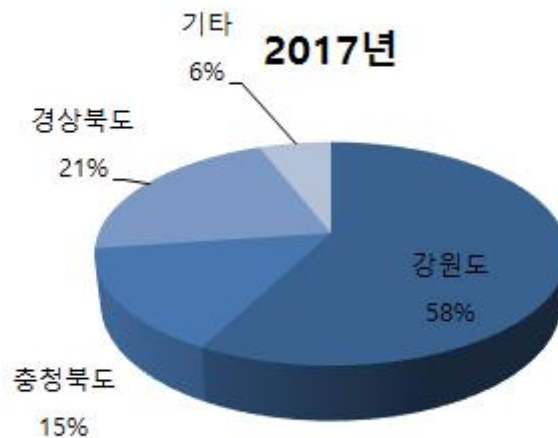
국내 지역별 송어 출하량을 보았을 때, 강원도가 충청북도, 경상북도, 기타지역의 합보다 높았다. 절반가량보다 더 높은 비중을 차지하였으며, 2017년 기준 총 출하량 3,247톤 중 강원도는 1,873톤으로 전체 출하량의 58%, 경상북도는 691톤으로 21%, 충청북도가 491톤으로 15%, 기타지역은 192톤으로 6%로 출하하였다.

<표 3-6> 국내 지역별 송어 출하량

(단위 : 톤)

년도	출하량							
	지역별				레저용			
	강원도	충북	경북	기타	합계	유어 낚시용	축제용	합계
2013	1,927	596	692	212	3,427	119	318	437
2014	1,821	555	677	211	3,264	5	283	288
2015	1,658	402	557	239	2,856	111	233	344
2016	1,434	419	605	236	2,694	223	82	305
2017	1,873	491	691	192	3,247	171	198	369

자료 : 한국해양수산개발원 관측통계(송어)



<그림3-2> 2017년 국내 지역별 송어 출하량 (단위=%)

<표 3-7>은 2009년 1월부터 2013년 12월까지의 월별 송어 생산량을 나타낸 표이다.

특정지역인 강원도 지역이 전국 송어생산량의 절반 이상을 출하하고 있으며, 유통, 소비의 형태가 산지에 치우쳐 있는 경향을 볼 수 있다.

송어의 출하는 주로 수요 요인에 의해서 좌우된다. 봄철 상춘객 수요뿐만 아니라 8월의 휴가철, 그리고 겨울 축제 등이 주요 요인이다(강효녕 2014). 특히 강원도는 타 지역에 비해 송어축제 기간인 겨울에 출하량이 많으며 가을철 또한 단풍객들로 인해 출하량이 많다.

<표 3-7> 국내 월별송어 생산량

(단위 : 톤,%)

구분	전 체	강 원 도	경 북	충 북	기 타
1월	342 (13.5)	192 (14.2)	69 (12.1)	41 (9.7)	40 (20.9)
2월	229 (9.0)	104 (7.7)	53 (9.2)	52 (12.3)	20 (10.5)
3월	227 (8.9)	104 (7.7)	61 (10.7)	47 (11.1)	15 (7.9)
4월	226 (8.9)	108 (8.0)	59 (10.2)	44 (10.4)	15 (7.8)
5월	252 (9.9)	132 (9.7)	56 (9.7)	49 (11.5)	15 (8.0)
6월	204 (8.0)	112 (8.2)	45 (7.8)	33 (7.7)	15 (7.8)
7월	147 (5.8)	85 (6.3)	30 (5.3)	21 (4.9)	10 (5.5)
8월	185 (7.3)	109 (8.1)	34 (6.0)	28 (6.7)	13 (6.6)
9월	156 (6.2)	89 (6.6)	32 (5.6)	23 (5.5)	12 (6.2)
10월	170 (6.7)	109 (8.0)	32 (5.5)	20 (4.8)	10 (5.0)
11월	177 (7.0)	94 (6.9)	47 (8.3)	27 (6.3)	10 (5.0)
12월	226 (8.9)	116 (8.6)	55 (9.6)	38 (9.1)	17 (9.0)

자료 : 수산물처리부

4) 양성 물량

국내 송어의 연간 양성물량은 2013년도가 1,434톤으로 가장 낮았고, 2014년도가 1,981톤으로 가장 높았다. 이는 2014년도 무지개송어 kg당 평년대비 높았으며, 높은 가격으로 인해 입식을 많이 했던 것으로 보인다. 양성물량은 대체적으로 600~800g의 상품사이즈 전 단계가 가장 많은 양을 차지하는 것으로 나타났다.

2017년도 기준으로 송어 양성물량 비중은 100g 미만은 45톤으로 2%의 비중이고, 100~300g은 202톤으로 12%의 비중을 차지하였다. 300~600g은 347톤으로 20%의 비중이고, 600~800g은 776톤으로 45%의 비중이다. 800g이상은 363톤으로 21%의 비중을 차지하였다.

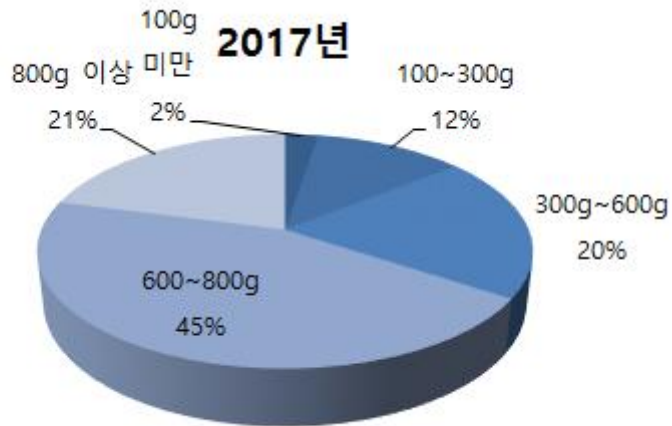
양성물량의 비중은 어체의 무게에 따라 그 비중이 가장 높은 600~800g의 비중이 가장 높게 나왔고, 마릿수의 비중도 그룹 구간의 평균 어체로 계산해 본 결과 600~800g이 가장 많은 미수의 비중을 나타냈다. (100g미만 - 90만미, 101만, 77만, 111만, 45만) 무지개송어는 위의 비중을 토대로 보았을 때 연중 출하를 위해 단계적으로 양성하는 것을 볼 수 있다.

<표 3-8> 국내 송어 양성물량

(단위 : 톤)

년도	양성물량					
	크기별					
	100g미만	100~300g	300~600g	600~800g	800g이상	합계
2013	55	82	528	650	119	1,434
2014	50	159	439	1,017	316	1,981
2015	22	106	396	724	269	1,517
2016	43	103	587	556	503	1,792
2017	45	202	347	776	363	1,733

자료 : 한국해양수산개발원 관측통계(송어)



<그림3-3> 2017년 국내 송어 양성물량

5) 시장가격

<표 3-9>를 살펴보면 강원도는 최저 6,722원부터 최고가는 10,244원으로 2014년도 다른 지역에 비해 가장 높은 가격을 유지하였고, 충청북도는 최저 6,875원부터 최고 9,676원이다. 경상북도는 최저 6,153원부터 최고 9,905원으로 나타났으며, 2016년도 3개의 지역 중 가장 낮은 산지가격으로 조사되었다.

전국 무지개송어 산지가격은 2013년부터 2017년도까지 최저가는 6,607원부터 최고가는 10,036원으로 3천 원가량 차이를 보였다.

최고가인 2014년도는 송어의 절대량이 부족하였다. 절대량이 부족한 이유는 그 해 강수량이 부족하여 수량에 의존적인 유수식 양식장들이 밀집된 강원지역에서의 출하량이 적어 가격이 급등하는 사례가 있었다. 급등한 이유는 여름철 강수량이 부족함에 따라 사육수조에 새로 유입되는 물의 양이 적어 사료급여량이 낮아졌으며, 사육수조의 물 순환도 어려워 백점충의 피해로 양성이 어려웠다. 앞의 지역별 출하량을 토대로 보면 강원 지역에서 평균대비 판매량은 많았는데 이는 그 해 1월에 평창송어 축제

의 납품 물량을 포함하여 높게 나왔다.

최저가인 2016년도에는 평창송어축제 등의 축제에 얼음이 얼지 않아 개장을 하지 못하여 그 잉여물량이 시장으로 나오게 되어 판매가격이 하락하는 요인이 되었다. 그로 인해 판매가격이 근래에 가장 낮은 가격을 유지하였다.

레저용의 경우 보통 식용보다 상품성이 떨어지는 상품을 사용한다. 상품성이 떨어지는 것은 성 성숙을 통해 개체의 알 크기가 커졌거나, 전년도에 판매하지 못하여 헛 고기보다 뼈가 곱어진 묵은 고기와 출하 상품의 크기까지 성장하지 못한 개체를 뜻하며, 식용의 무지개송어보다 적게는 몇백 원부터 많게는 2,000원 정도까지 낮은 가격에 거래된다.

<표 3-9> 지역별 무지개송어 산지가격

(단위 : kg/원)

년도	산지가격							
	식용				레저용			
	전국	강원도	충북	경북	전국	강원도	충북	경북
2013	7,342	7,463	7,193	7,142	6,150	5,818	6,092	4,907
2014	10,036	10,244	9,676	9,905	8,696	8,633	8,000	8,044
2015	7,328	7,447	7,077	6,972	6,792	6,850	5,058	6,080
2016	6,607	6,722	6,875	6,153	6,774	6,861	3,000	5,828
2017	9,122	9,260	8,841	8,921	8,317	8,305	7,146	7,760

자료 : 한국해양수산개발원 관측통계(송어), 지역별 산지가격

3. 유수식 순환여과식³⁾ 방법

무지개송어 양식방법에는 지수식, 유수식, 순환여과식이 있으며, 국내 최초 송어양식은 유수식으로 양식하였다.

지수식 양식방법이란 정수식이라 불리며, 물의 유입과 배출이 없는 방식이다. 물의 흐름이 없다 보니 적정밀도에서 사육밀도를 더 높일 수가 없었고, 그 단점을 보완하고자 수차, 브로와 같은 산소를 유입시킬 수 있는 기계를 도입하였다.

수차와 같은 브로와를 이용하여 사육밀도를 높일 수 있었으나, 사료 잔여량과 배설물 등과 같은 슬러지로 인한 암모니아 독성과 같은 질산화 이온이 높아져 환경수용력⁴⁾을 높일 수는 없었다.

지수식의 문제점을 보완하고자 나온 방식이 유수식 방식이다. 유수식 방식이란 말 그대로 물이 유입되고 배출되는 양식이다. 개방식 양식이며, 지수식에서의 문제점인 슬러지를 배출수와 함께 사육수조에서 배출한다. 많은 양의 물이 필요한 양식방법이다 보니 자연환경에 의존적이며, 그 자연환경에 의해 사육수조의 환경수용력이 결정된다. 이러한 유수식 양식방법도 사육밀도를 더 높일 방법으로 수차와 브로와 같은 기계를 이용하여 사육밀도를 높였다. 그러나 적정 사육밀도에서 한계점이 생기게 되었는데, 산소를 공급한 사육수는 유입된 새로운 사육수 만큼 배출이 되기에 적정 용존산소량에서 더 높일 수가 없었다. 또한 브로와 같은 기계는 대기 중에 있는 공기를 사육 수조내에 공급을 하는 방식이기에 여름철과 같은 수온이 높을 때는 사육수조의 온도를 높이는 예도 있다. 자연환경에 의존적

3) 순환여과식 방법은 한국수산학회(2017)에서 인용하여 재정리하였음

4) 개체군이 더 이상 증가할 수 없는 일정한 수준에 도달하게 되었을 때의 수준

이다 보니 가뭄과 고수온에 의한 피해도 더러 있으며, 가뭄으로 인한 사육수의 부족현상, 계곡수의 고수온으로 인한 양식수의 고수온화, 간혹 지하수 중 용존산소량이 0인 경우로 인한 피해가 있었다. 이런 문제점으로 인해 적지조건이 다소 특정 지역에 많이 분포되어 있다.

<표 3-10> 양식 방법별 특징

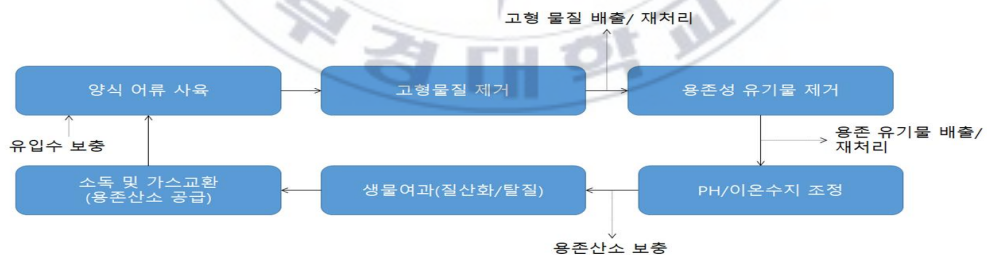
양식방법	지수식	유수식	순환여과식
자연환경 영향	보통 (정수식)	많음 (개방식)	적음 (폐쇄식)
밀도	낮음	보통	높음
생존율	낮음	보통	높음
면적당 생산량	낮음	보통	높음
면적	넓음	보통	적음
초기비용	적음	보통	높음

또한 유수식 양식장에서 배출된 배출 수에 포함된 슬러지와 같은 영양염을 통해 자연환경에 영향을 미치기도 하였다. 특정 규모 이상의 양식장에는 정화조의 설치가 의무적인데, 배출되는 배출수의 양이 많다 보니 정화조에서 정화하는 기간이 짧아 배출수가 제대로 정화하지 못하고 환경으로 배출되는 경우가 있다.

유수식의 문제점을 보완하고자 나온 방식이 물을 순환하여 재사용하는 방식인 순환여과식 방식이다. 순환여과식은 크게 양식생물 사육과 수질 관리 부분으로 나눌 수 있다. 수질 관리는 양식하는 종에 따라 방식의 차이는 존재하나 <그림4-1>과 같이 일반적으로 고형 오물 제거, 용존성 유기물 처리, 이온수지 조절, 용존 가스 조절, 생물여과, 살균 등으로 관리한다. 위 공정들은 필요에 따라 재배치 혹은 중복 공정이 가능하다. 고형 오

물은 사육개체의 배설물과 잔여사료가 대표적이며, 물리적 여과인 드럼필터와 같은 기계를 통하여 제거하게 된다. 용존성 유기물은 사육 개체에 의해 배설되는 분뇨와 박테리아에 의해 분해된 배설물이다. 용존성 유기물⁵⁾을 제거하지 않으면 암모니아와 질소산화물의 농도가 높아져 사육개체에 피해를 주게 된다. 제거 방법은 생물학적 여과이며 질산화 과정⁶⁾을 통해 축적된 질산을 탈질산화 과정⁷⁾을 통해 제거하고 기체로 배출하는 과정이다. 용존 가스 조절은 사육하고 축적된 이산화탄소를 배출시키고 사육에 필요한 산소를 공급해주는 과정이다. 위의 여과 과정을 거친 배출수는 사육수조에 다시 공급함으로써 재순환을 사용하는 방식이다.

유입되는 사육수가 적기에 자연환경에 의존적이지 않고, 수온조절과 질병관리에 용의하여 생존율이 높다. 외부환경에 영향을 받지 않으며, 배출되는 배출수의 양이 적다 보니 정화조에서 슬러지와 같은 고형물질의 정화를 거친 후 자연환경에 배출되는 방식으로 친환경 양식방법이다. 단점으로는 초기비용과 유지비용이 앞의 방식들보다 다소 높고, 전문지식이 필요하다.



<그림3-4> 전형적인 순환여과식 구성 모식도

- 5) 용존성 유기물 중 아질산은 어류의 헤모글로빈을 산소운반을 못하게 하는 메타헤모글로빈으로 형성
- 6) 암모니아를 *Nitrosomonas* 박테리아를 이용하여 아질산염으로 전환한 후 *Nitrobacter* 박테리아를 이용하여 아질산염을 질산염으로 전환하는 과정
- 7) 질산화과정을 통해 생성된 질산염을 질화산소나 질소 등의 기체로 환원되어 대기 중으로 방출하는 과정

지수식

- 양식 초기 방법으로 초기비용이 매우 낮음
- 정수식 특성상 양식밀도 낮으나 수차, 산소 에어레이션 등으로 용존산소량을 높여 밀도를 높일 수 있음
- 슬러지 배출이 어려워 적정 밀도이상은 어려움
- 자연환경 영향 많이 받음 (수온 상승등)

유수식

- 지수식의 한계점을 보완한 방식
- 지수식 보다 양식밀도 높음
- 수차, 산소 에어레이션 등으로 양식밀도 더 높일 수 있음
- 유수식 특성상 유입수의 양이 많아야함 → 자연환경에 영향을 많이 받음 (환경의존적)
- 슬러지 배출수에 흘러보냄 → 슬러지 정화시설 필요 → 배출수 양이 많아 정화 효율이 부족함
- 초기비용이 낮음

순환여과식

- 유수식의 한계점 보완한 방식
- 사육수를 정화 후 재사용 하여 양식하는 방식
- 폐쇄식 양식으로 외부차단 가능 (해적생물, 질병관리 우수)
- 환경수용력을 높일 수 있는 기계 설비로 인한 고밀도 양식 가능
- 인위적인 환경 조성 가능 → 자연환경 영향을 받지 않음 (수량, 수온 등)
- 슬러지 처리를 물리적, 생물학적 여과를 거쳐 자연으로 배출함 → 배출수량 적음 (친환경적 - 지속가능한 양식)
- 초기비용이 높음

<그림3-5> 양식방법별 특징

4. 송어 양식 생산 사이클

1) 종묘

종묘의 수급은 2가지로 나뉜다. 친어관리를 통해 알을 생산하여 판매하는 발안란 판매업체 또는 발안란을 판매하지 않고 사육하는 업체가 있으며, 발안란을 구매하여 종묘생산을 하는 업체가 있다.

발안란을 구매하여 종묘생산을 하는 업체는 대부분 육종을 하거나 친어를 관리하는 사육수조를 배치하는 것보다 일반 상품성 송어를 키워서 판매하는 것이 더 경제적으로 생각한 곳과 자연환경에 의해 다른 지역보다 친어의 성 성숙이 느린 탓에 타 업체와 경쟁성이 떨어져 발안란을 구매하여 종묘를 생산하는 경우가 있다.

현장조사 결과 2배체 알은 개당 50원이며, 수입 시 가격은 환율에 의해 변할 수가 있다. 2배체 송어를 5g~10g까지 육성하면 마리당 350원의 가격에 종묘로 판매가 된다.

현장조사 결과 3배체 알은 개당 80원이며, 수입 시 가격은 환율에 의해 변할 수가 있다. 3배체의 알은 인위적인 온도와 압력을 가해서 만드는 방법과 전기 자극을 통하는 등 몇 가지 방법으로 불완전한 상태인 3배체의 알을 만든다.

3배체는 ‘성 성숙이 안 된다.’라는 장점이 있기에 보통 성 성숙을 하게 되는 가을철에 2배체 상품 대신에 나가게 된다. 또한 성 성숙의 단점이 없기에 원하는 중량까지 키워 출하가 가능한 장점이 있다. 3배체 송어를 5~10g까지 육성하면 마리당 400원의 가격에 종묘로 판매가 된다.

<표3-11> 종묘의 수급 및 단가

(단위 : 개당/원)

구분	2배 체	3배 체
알	50	80원
치어 (5g기준)	350	400원

2) 양성 프로세스

<표 3-12> 양식 송어의 생산 주기

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
t-2	친어관리 (2세어 이상, 5~6kg/마리) * kg당 1,500개 산란 , 5~6mm									채란 및 발안란 -> 선별 (2~5g)		
t-1	치어 입식 (5~10g/마리)	양성 / 선별 (3~4회) -> 50~60g, 200~300g, 600~800g										
t	출하 * 1월(13.6%), 5월(8.9%), 10월(7.7%), 12월(10.1%)									산란 (성성숙)		

자료 : 수산관측리뷰 2017.4 p10 송어양식생산 주기

※ t = 출하년도

※ 동란 및 1월 치어 입식 기준 송어 생산 주기임

<표 3-12>는 동란 및 1월 치어 입식기준 송어 생산주기표이며, 생산 단계는 친어관리, 채란 및 발안란 입식, 치어 입식, 양성 및 선별, 출하순의 총 5단계로 나뉜다.

t-2년도 1월~9월 개체를 선별하여 친어관리를 한다. 이 과정에서 품질 좋은 종만을 친어로 사용을 하며, 친어는 2세어 이상, 5~6kg을 사용하며 친어는 어체중 kg당 약 1,500개의 알을 산란한다. 산란된 알의 크기는

5~6mm이다.

10월에 채란 후 수정을 시켜 발안란의 시기가 되었을 때 다른 곳으로 이동이 가능한 시기가 된다. 이 시기에 알을 구입한 다른 양식업체로의 이동이 가능한 시기이며, 발안란 시기 전에 이동을 하면 폐사가 일어난다. 발안란 기준 적산수온 200도에 알이 부화하며, 어체중이 약 0.1g~0.15g이다. 난황을 가지고 태어나기에 난황 소비까지 먹이 활동이 없고, 유영활동 또한 저조하다. 난황은 적산수온 300도에 어체 내에 흡수가 다 된다. 이 단계부터 먹이활동을 시작하며, 2개월 뒤인 12월에 종묘단계인 약 5g 정도의 종묘로 성장한다.

t-1년도 1~2월에 보통 종묘라고 불리는 5~10g의 치어를 입식하며, 치어 사육 양식장 온도와 환경에 따라 그 시기가 차이가 난다.

3월부터 양성을 하여 출하시기까지 선별을 약 3~4회 실시한다. 선별의 이유는 개체간의 차이를 줄여 도태되는 사육종을 줄이기 위함이다. 선별은 보통 50~60g, 200~300g, 600~800g 정도의 사이즈에 실시하며, 그 시기가 사료사이즈의 전환점의 시기와 맞물린다.

t년도 1월부터 선별을 실시하게 된다. 출하평균 사이즈까지 양육된 개체들은 개체별 사이즈가 다르기에 선별을 통하여 상품성이 있는 개체는 축양장으로 선별을 한다. 상품사이즈가 미달인 개체는 사육수조에서 양성을 하여 다시 출하선별을 하게 된다.

3) 사육 밀도

일반적으로 양식에서 사육밀도를 계산할 때 출하 당시의 총 사육중량을 사육수로 나눈 값으로 계산을 한다. 따라서 사육을 시작하기 전 출하 당시의 무게와 수조의 사육수량을 사전에 계산하여 입식을 하게 된다.

일반적으로 순환여과식의 일반적인 수용 밀도는 물의 양에 4%이고, 최대 수용치는 5%가 최대치로 계산된다. 이는 용존산소를 높일 수 있는 액화산소, 수차 등으로 인해 용존산소량이 높아져 자연적으로 녹아드는 산소뿐만 아니라 인위적으로 산소 공급을 하여 더 많은 수의 개체를 수용할 수 있도록 해준다.

또한 물리적 생물학적 여과를 거쳐 사육수조의 물을 정화시킨 후 재공급하기에 하루에 물의 순환력을 높여 용존산소와는 별개로 수조 환경력을 높여주어 밀도를 높일 수 있다.

일반적으로 유수식은 물의 양에 2.5%의 사육밀도로 사육을 하며, 최대 수용치는 3%이다. 이는 사육수의 공급에 산소량을 의존하기에 그 공급되는 물의 양에 따라 밀도가 정해지며, 그 외 수차와 액화산소를 이용하여 밀도를 높일 수 있다.

유수식의 특성상 많은 물이 필요하기에 액화산소와 수차로 인위적으로 산소를 공급하여도 새로 유입된 물의 양만큼 배출이 되어서 적정수치 이상의 용존산소량을 높일 수 없다. 새로 유입되는 물의 양을 줄이게 된다면 용존 산소량은 높일 수 있으나, 암모니아류의 농도가 높아져 사육환경에 영향을 미치게 된다.

<표3-13> 양식 방법별 사육 밀도

사육방식	순환여과식	유수식
일반밀도	4%	2.5%
최대밀도	5%	3%

IV. 분석 방법 및 자료

1. 분석 방법

분석방법은 양식업 경제성 분석에서 일반적으로 활용되고 있는 재무적 타당성 평가를 이용하여 순환여과식과 유수식 2015년부터 2017년과 3개년도의 평균에 대한 경제적 가치를 분석하였다. 분석은 각각 연도의 양식기간 동안 발생한 경영성과를 토대로 하였으며, 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 향후 10년간의 현금흐름에 대한 순현재가치와 내부수익률, BCR을 실시하였다.

순현재가치법(Net Present Value, NPV)은 사업의 결과에서 발생하는 편익의 현재가치에서 비용의 현재가치를 차감한 값을 말한다.

$$\text{순현재가치 (NPV)} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - I_o \quad \text{식 (4.1)}$$

식 (4.1)에서 B_t 는 t 시점의 편익, C_t 는 t 시점의 비용, r 은 할인율, t 는 분석기간, I_o 는 초기투자비용을 의미한다. 사업의 경제성을 분석하기 위한 방법 중 하나인 NPV는 결과값이 '0'보다 크면 사업성이 타당성있는 것으로 분석된다. 2개 이상의 사업을 비교할 시 순현재가가 보다 큰 사업안을 선택한다.

내부수익률법(Internal Rate of Return, IRR)은 사업의 결과에서 발생하는 현금흐름 중 편익에서 비용을 차감한 미래가치나 현재가치를 0이 되도록 만드는 이자율이다.

$$\text{내부수익률 (IRR)} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + IRR)^t} - I_o \quad \text{식 (4.2)}$$

식 (4.2)에서 사업의 경제성을 분석하기 위한 방법 중 하나인 IRR은 그 값이 요구 수익률보다 높으면 사업의 타당성이 있는 것으로 분석된다. 2개 이상의 사업을 비교할 시 IRR이 높은 사업안을 선택하게 된다. 단 IRR은 높을수록 NPV는 낮은 대안의 경우 NPV를 기준으로 대안을 선택하는 것이 더 바람직하다.

편익비용분석 (Benefit/Cost Ratio, BCR)은 사업의 결과에서 발생하는 현금 흐름 중 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값을 의미한다.

$$\text{편익-비용비율 (BCR)} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad \text{식(4.3)}$$

식 (4.3)에서 사업의 경제성을 분석하기 위한 방법 중 하나인 BCR은 그 값이 1보다 높을 시 사업의 타당성이 있는 것으로 분석된다. 2개 이상의 사업을 비교할 시 더 높은 사업안을 선택하게 된다.

<표 4-1> 경제성 분석기법의 장단점 비교

구분	판단기준	장점	단점
순현재가치 법 (NPV)	$NPV \geq 0$	-대안 선택 시 정확한 기준 제시 -편익의 현재가치 제시 -한계 순현재가치를 고려하여 여러가지 분석 가능	-규모의 차이에 따른 분석이 달라짐
내부수익률 법 (IRR)	$IRR \geq r^8)$	-사업의 수익성 측정 가능 -사업간 비교용이	-사업의 절대적 규모를 고려하지 못함 -몇 개의 내부수익률이 동시에 도출 가능
편익/비용비율 (BCR)	$BCR > 1$	-사업 규모 고려 가능 -비용/편익이 발생하는 시간 고려가능	-편익/비용의 명확한 구분 힘들 -대안이 상호 배타적일 때 선택의 오류 가능

8) r 은 할인율 또는 최저기대 수익률이라 한다.

2. 분석 자료

1) 실험 양식장 현황

실험양식장은 경상북도 상주에 위치하고 있으며 1984년도부터 무지개송어를 양식하고 있다. 초기 송어양식시설은 유수식으로 운영되었으나 제한적인 환경과 송어 생산량의 증대, 그리고 친환경적 생산 환경을 위하여 유수식으로 운영되고 있던 대부분의 양식장을 순환여과식으로 전환하였다.

실험 양식장은 제 1양식장, 2양식장, 3양식장으로 나뉘어 운영되고 있으며 각각 1984년도 2001년도 2013년도에 지어졌다. 그 중 제 3양식장에서는 부화장을 갖추고 있어 한국 송어 종묘생산에도 크게 이바지를 하고 있다.

사육하는 무지개송어는 용도와 시기에 따라 2배체 혹은 3배체를 사육한다. 수컷의 경우 상품성을 떨어트리는 요인으로 공격성을 가지고 있기 때문에 암컷을 더 선호한다.

3배체의 경우 일반적인 2배체보다 스트레스나 환경적응력은 떨어지지만 가을시기에 성 성숙을 하지 않기에 그 시기의 2배체 송어보다 경쟁력이 더 있다. 송어는 성숙기에 접어들면 대부분의 영양분이 알로 변환되고 채색 또한 진한 붉은 색에서 점점 옅어지게 되며 송어 중량의 약 10%를 알이 차지하게 된다.

<표 4-2> 실험 양식장 시설개요

시설개요	양식 방법	면적	출하량	출하미수
제1 양식장	순환여과식 + 유수식	550평	40t	40,000
제2 양식장	순환여과식	660평	55t	55,000
제3 양식장	순환여과식	600평	43t	500,000

실험양식장은 <표 4-2>와 같이 제 1양식장은 순환여과식과 유수식으로 송어 양식을 하고 있으며 제 2, 3양식장은 순환여과식으로 운영이 되고 있다.

제 1 양식장에서는 중간종묘 입식 후 성어가 되면 출하하고 제 2양식장의 경우 중성어와 성어를 육성하여 출하한다. 제 3양식장은 부화장을 갖추고 있어 종묘부터 중성어, 성어까지 육성하여 사이즈별 출하가 가능한 양식장이다.

실험양식장의 연간생산량은 138톤이며, 미수는 595,000미 이다. 규모는 제 1양식장 550평, 제 2, 3 양식장은 각각 660평과 600평이며, 출하량은 각각 40t, 55t, 43t이다. 출하미수는 각각 40,000미, 55,000미, 500,000미이다. 출하량에서 제3 양식장이 500,000미로 다른 양식장들보다 출하량에 비해 출하 미수가 높은 것을 볼 수 있는데 이는 종묘생산을 통한 판매를 더 붙여 하고 있기 때문에 상대적으로 많은 미수를 출하한다.

<표 4-3> 실험양식장 현황

구분	단위	순환여과식	유수식
소재지	-	경상북도 상주	경상북도 상주
종묘형태	-	종묘구매	종묘구매
평균생산량	t	30	10
시설면적	평	350	200
수면적	평	350	200
육성수조(가로x세로x높이)	개	5개 (25x6x1)	4개 (10x10x1)
용적	m^3	750	400

실험을 진행한 제 1양어장은 1984년 처음 건설되었으며, 앞서 말한 바와 같이 생산량 증대와 친환경적 생산 환경을 위하여 양식방법을 전환하였다. 순환여과식은 2007년 신축을 하였고, 유수식은 1992년에 신축을 하였다.

규모별로 살펴보면 순환여과식 - 350평, 유수식 - 200평으로 사육수조에 대한 용적은 순환여과식 $750m^3$, 유수식 $400m^3$ 이다. 순환여과식과 유수식의 수조는 각 5개와 4개이며, 축양장을 각각 1개씩 보유하고 있다.

분석 방법은 순환여과식과 유수식의 경제성 분석을 하였으며 보다 정확한 연구결과를 얻기 위하여 2015년부터 2017년도까지 총 3년간의 데이터를 사용하여 시계열분석을 하였다.

2. 순환여과식과 우수식의 경영성과 비교 분석

1) 초기투자비용

순환여과식 양식방법의 초기투자비용은 양식장건축비, 드럼필터, 여과재, 액화산소, 전기설비가 대표적이다. 대표적 항목들을 자세히 살펴보면 양식장 건축비 부분이 초기비용시설 중 가장 큰 비중을 차지하였다. 평당 양식장건축비는 세부적으로 수조 내 콘크리트 및 배관 40만 원, 차광막과 비닐하우스의 비용이 10만 원으로 구성되었으며, 평당 50만 원으로 총 17,500만 원이다. 그 다음 두 번째로 높은 비중을 차지하는 항목은 물리적 여과기인 드럼필터이다. 순환수 내의 고형물질을 제거해주는 드럼필터의 비용은 3,000만 원이다. 세 번째로 높은 비중을 차지하는 항목은 생물학적 여과기인 여과재이다. 여과재방식은 썬라이트판넬⁹⁾을 이용한 방식으로 총 6칸으로 구성되어있다. 칸당 400만 원으로 총 2,400만 원이다. 네 번째 항목은 용존산소량을 높여주는 액화산소와 액산 설치라인, 용해기¹⁰⁾이다. 각각 1,500만 원과 220만 원으로 총 1,720만 원이다. 대표적 5개의 항목 중 가장 비중이 적은 항목은 전기설비이며, 설비는 1,500만 원의 비용이다. 그 외의 항목들로는 수차¹¹⁾, 버티칼¹²⁾, 기타기기 순으로 비중이 높았다. 순환여과식의 대표적인 항목 5가지의 비중이 초기시설비용의 96%를 차지하는 것으로 나타났다.

우수식 양식방법의 초기투자비용은 양식장건축비, 액화산소, 전기설비

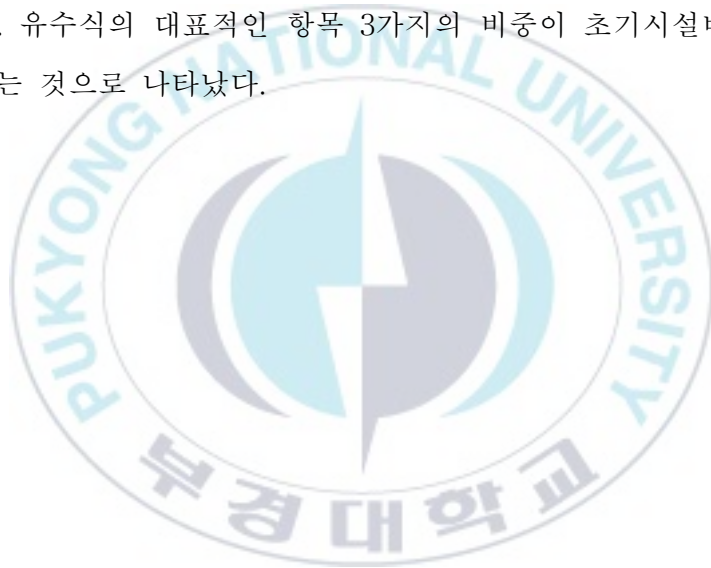
9) 썬라이트판넬을 여과조안에 겹쳐 쌓아서 미생물들이 부착할 수 있는 면적을 넓혀주는 역할

10) 물에 압력을 가해 물과 액화산소를 용해 시키는 기계

11) 양식장 수조 내에 유속을 만들고, 산소공급과 이산화탄소·질소산화물을 공기 중으로 배출하는 역할

12) 드럼필터를 거친 사육수를 높은 위치의 여과조로 공급하는 작업과 수중 내의 폭기작업을 하는 역할

가 대표적이다. 대표적 항목들을 자세히 살펴보면 양식장 건축비 부분이 초기비용 중 가장 큰 비중을 차지하였다. 평당 양식장건축비는 세부적으로 수조 내 콘크리트 및 배관 30만 원, 차광막과 구조물의 비용이 평당 10만 원으로 구성되었으며, 평당 40만 원으로 총 8,000만 원이다. 두 번째로 높은 비중을 차지하는 항목은 액화산소와 액화산소 설치라인이다. 각각 1,500만 원과 100만 원으로 총 1,600만 원이다. 세 번째로 높은 비중을 차지하는 항목은 전기설비이다. 전기설비의 비용은 1,000만 원이다. 그 외의 항목들로는 수차, O2기¹³⁾, 수중펌프, 기타기기, 순환펌프 순으로 비중이 높았다. 유수식의 대표적인 항목 3가지의 비중이 초기시설비용의 93%를 차지하는 것으로 나타났다.



13) ‘공기폭기기’ 라고도 하며, 수차와 동일한 역할을 함

<표 4-4> 순환여과식과 유수식의 초기시설비용 품목

(단위 : 만 원)

품목	순환여과식				유수식			
	단위	개수	단가	가격	단위	개수	단가	가격
양어장	평	350	50	17,500	평	200	40	8,000
수차(1마력)	대	3	75	225	대	4	75	300
수차(2마력)	대	2	90	180	대	-	-	-
O2기(1마력)	대	1	75	150	대	2	75	150
드럼필터	대	1	3,000	3,000	대	-	-	-
버티칼	대	3	90	270	대	-	-	-
액화산소 설치	대	1	1,500	1,500	대	1	1,500	1,500
액산 라인, 용해기	대	1	220	220	대	1	100	100
전기설비	대	1	1,500	1,500	대	1	1,000	1,000
여과재	칸	6	400	2,400	칸	-	-	-
기타기기(양수기)	대	1	155	155	대	1	110	110
수중펌프	대	-	-	-	대	1	150	150
순환펌프	대	-	-	-	대	1	90	90
초기비용				27,100				11,400

순환여과식과 유수식의 초기시설비용을 비교하면 순환여과식이 상대적으로 비용이 많이 드는 양식방법으로 나타났다. 양식장 건축물의 비중으로 나타내었을 때 순환여과식은 64.5%의 비중이고, 유수식은 70.2%의 비중으로 나타났다. 유수식방법이 순환여과식보다 평당 건축비가 10만 원 저렴함에도 불구하고 초기시설 비용에서 유수식의 비중이 높다는 것은 순환여과식의 비중에서 기타 양식 설비에서 많은 비중을 차지하는 것을 알 수 있다.

<표 4-5> 실험 양식장 초기시설비용

(단위 : 만 원)

구분	순환여과식	유수식
초기시설비용	27,100	11,400
평당시설비용	77.4	57

초기시설비는 순환여과식 27,100만 원, 유수식 11,400만 원이지만 각 동의 평수가 다르므로 평당 시설비용으로 계산하면 순환여과식 77.4만 원, 유수식 57만 원으로 평당 20.4만 원 차이가 나며 순환여과식이 유수식보다 1.36배 높은 평당 시설비용이 투자되었다.

2) 감가상각비

실험 양식장의 감가상각비는 <표4-6>과 같이 나타냈으며, 순환여과식의 경우 양어장은 30년이다. 나머지 수차, O2기, 버티칼, 액산 라인, 용해기, 기타기기(양수기)의 경우 10년이며, 드럼필터는 15년, 액화산소와 전기설비는 20년이며, 여과재는 반영구적 이어서 감가상각비에서 제외하였다. 순환여과식의 감가상각비는 연간 1,053만 원으로 나타났다.

유수식의 감가상각비는 양어장은 32년이다. 순환여과식과 다른 이유는 물의 순환량이 더 적어 내용연수를 2년이 더 길다. 수차와 액산라인, 용해기, 기타기기(양수기), 수중펌프, 순환펌프는 10년이며, 액화산소와 전기설비는 20년이다. 유수식의 감가상각비는 연간 465만 원으로 나타났다.

순환여과식과 유수식의 면적이 다르기에 감가상각비를 평당으로 계산하면 순환여과식은 30,085원이며, 유수식은 23,250원으로 약 7,000원 정도 차이가 나타났다. 이는 드럼필터와 같은 기계에 의한 차이로 순환여과식이 더 높게 나왔으나 다소 면적을 차지하는 여과재의 경우 반영구적인기자재이어서 순환여과식의 경우 평당 감가상각비가 비교적 높게 나오지는 않았다.

<표 4-6> 양식 기자재별 감가상각비

(단위 : 만 원)

품 목	순환여과식			유수식		
	내용연수	개수	감상비	내용연수	개수	감상비
양어장	30	1	583	32	1	250
수차(1마력)	10	3	23	10	4	30
수차(2마력)	10	2	18	-	-	-
O2기(1마력)	10	2	15	-	-	-
드럼필터	15	1	200	-	-	-
버티칼	10	3	27	-	-	-
액화산소	20	1	75	20	1	75
액산 라인, 용해기	10	1	22	10	1	10
전기설비	20	1	75	20	1	20
기타기기 (양수기)	10	-	15	10	-	11
수중펌프	-	-	-	10	1	15
순환펌프	-	-	-	10	1	9
감가상각비			1,053			465

3) 전기료

실험 양식장의 전기료는 각각의 동에 대한 전기마력을 조사하여 기재하였으며, 실제 전기료에 의거하여 한 달 기준 1마력 당 37,500원으로 조사를 하였다.

순환여과식은 1마력 수차 3대로 총 3마력으로 11.25만 원으로 나타났다. 2마력 수차 2대는 총 4마력으로 15만 원, O2기는 1마력 2대로 7.5만 원, 드럼필터 2마력 1대로 7.5만 원, 액화산소 모터 3마력 1대로 11.25만 원, 버티칼 3마력 3대로 33.75만 원 양수기 3마력 1대로 11.25만 원으로 나타났다. 순환여과식의 한 달 전기료는 총 26마력을 사용하여 97.5만 원으로 나타났다.

유수식은 수차 1마력 4대로 15만 원, O2기 1마력 2대로 7.5만 원, 수중펌프 3마력 1대로 11.25만 원, 양수기 3마력 1대로 11.25만 원, 양수기 2마력 1대로 7.5만 원으로 나타났다. 유수식의 한 달 전기료는 총 14마력을 사용하여 52.5만 원으로 나타났다.

평당 전기료는 순환여과식이 33,428원, 유수식이 31,500원으로 나타났다.

순환여과식의 경우 물을 순환시키고, 액화산소 모터, 드럼필터모터로 인한 물의 정화와 유입에 많은 전기를 소모하게 된다. 그러나 그 외 수조의 경우 수조마다 서로 한 방향씩 맞물리게 설치를 하여 최대한 전력과 기기의 양을 줄였으며, 여과조의 경우 전기를 소모하는 기기가 없다. 그로 인해 총 마력 수에 의한 전기료는 높지만, 평당 전기료로 계산 시 비교적 낮은 33,428원이 나타났다.

유수식의 경우 물의 순환에 큰 전기 값을 소모하진 않았지만 수조마다 한 개의 수차가 설치되어 있고, 순환하는 물의 양이 적다 보니 순환모터를 사용하게 되었다. 그로 인해 평당 소모되는 마력은 증가하였고, 순환여

과식과 비교하여 전력을 소모하지 않는 구역이 없기에 평당 전기료는 비교적 높게 나타났다.

<표 4-7> 월별 양식 방법별 전기료

(단위 : 만 원)

품목	순환여과식			유수식		
	마력	개수	가격	마력	개수	가격
수차	1	3	11.25	1	4	15
수차	2	2	15	-	-	-
O2기	1	2	7.5	1	2	11.25
수중펌프	-	-	-	3	1	7.5
드럼필터	2	1	7.5	-	-	-
액산모터	3	1	11.25	-	-	-
버티칼	3	3	33.75	-	-	-
양수기	3	1	11.25	3	1	11.25
순환펌프	-	-	-	2	1	7.5
전기료			97.5			52.5

4) 실험양식장 일반현황

<표 4-8>은 3개년도 종묘입식량, 종묘단가, 생존율, 출하량, 판매단가를 정리한 표이며 2015년도는 순환여과식이 33,000미, 유수식은 13,000미를 입식하였다. 개체중량은 각각 150g씩으로 비슷한 크기의 종묘를 입식하였다. 종묘단가는 각각 1,630원으로 같았고, 생존율은 순환여과식이 95%이고, 유수식은 88%이다. 출하량은 순환여과식이 31,350kg을 출하하였고, 유수식은 11,440kg을 출하하였다. 판매단가는 8,500원으로 동일하게 나타났다.

2016년도는 순환여과식이 31,000미, 유수식은 14,500미를 입식하였으며, 개체중량은 순환여과식은 70g 종묘 50% 비중, 120g 종묘 50% 비중으로 입식하였고, 유수식은 90g 종묘를 입식하였다. 종묘단가는 순환여과식의 경우 70g 종묘 910원, 120g 종묘 1,310원이며, 유수식은 1,100원으로 나타났다.

생존율은 순환여과식이 94%, 유수식은 83%이다. 출하량은 순환여과식이 31,690kg, 유수식은 12,035kg을 출하하였고, 판매단가는 8,000원으로 동일하게 나타났다.

2017년도는 순환여과식이 36,000미, 유수식은 14,000미를 입식하였으며, 개체중량은 순환여과식은 70g 종묘 50% 비중, 100g 종묘 50%의 비중으로 입식하였고, 유수식은 80g 종묘를 입식하였다. 종묘단가는 순환여과식의 경우 70g 종묘 1,050원, 100g 종묘 1,350원이며, 유수식은 1,150원으로 나타났다.

생존율은 순환여과식이 85%, 유수식은 80%이다. 출하량은 순환여과식이 30,600kg, 유수식은 11,200kg을 출하하였고, 판매단가는 10,000원으로 동일하게 나타났다.

순환여과식의 3개년도 평균은 34,333미를 입식하였고, 종묘단가는 1,250원이고, 생존율은 91%, 출하량은 31,303kg 판매단가는 8,833원으로 나타났다.

유수식의 3개년도 평균은 13,833미를 입식하였고, 종묘단가는 1,290원이고, 생존율은 84%, 출하량은 11,558kg, 판매단가는 8,833원으로 나타났다.

<표 4-8>을 살펴보았을 때 순환여과식이 유수식에 비해 더 많은 치어를 입식하였으며, 생존율 또한 높았다. 규모가 다르기에 평당으로 보자면 순환여과식이 유수식보다 평당 27.3미 더 입식을 하였고, 평당 31kg을 더 생산하였다.

금액으로 환산 시 273,823원을 더 생산하였다. 이러한 점을 보았을 때 순환여과식이 외부 환경을 차단 가능하여 수온조절과 질병관리의 측면에서 더 유리하며, 양식장 수조내의 용존산소량을 높이고, 순환하는 물의 양이 많아 환경수용력 또한 더 유리한 것으로 볼 수 있다.

<표 4-8> 실험양식장 일반현황 (3개년도)

구분	단위	순환여과식				유수식			
		2015	2016	2017	연평균	2015	2016	2017	연평균
종묘입식량	미	33,000	31,000	36,000	34,333	13,000	14,500	14,000	14,167
종묘중량	g	150	70 (50%) 120(50%)	70(50%) 100(50%)	-	150	90	80	-
종묘단가	원	1,630	1,100	1,150	1,250	1,630	1,050	1,100	1,290
생존율	%	95	94	85	91	88	83	80	84
출하량	kg	31,350	31,960	30,600	31,303	11,440	12,035	11,200	11,558
평당 입식량	미/평	94	97	103	98.1	65	72.5	70	70.8
평당 생산량	kg/평	103	91	87	88.8	57.2	60.2	56	57.8
판매단가	원	8,500	8,000	10,000	8,833	8,500	8,000	10,000	8,833

5) 양식방법별 경영성과 분석

순환여과식의 경영성과를 분석하여 <표4-9>로 나타내었다. 3개년도를 분석하였으며, 2015년도의 총 운영비는 185,544천 원이고, 그 비용 중 사료비가 40%의 비중으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 28%의 비중으로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 8%의 비중으로 나타났다. 4번째는 전기료가 6%의 비중으로 높았고, 5번째는 시설유지비가 5%의 비중으로 나타났다.

2016년도의 총 운영비는 175,794천 원이고, 그 비용 중 사료비가 46%의 비중으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 21%의 비중으로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 8%의 비중으로 나타났다. 4번째는 전기료가 6%의 비중으로 높았고, 5번째는 시설유지비가 6%의 비중으로 나타났다.

2017년도의 총 운영비는 178,673천 원이고, 그 비용 중 사료비가 43%의 비중으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 24%의 비중으로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 8%의 비중으로 나타났다. 4번째는 전기료가 6%의 비중으로 높았고, 5번째는 시설유지비가 6%의 비중으로 나타났다.

평균으로 보자면 총 운영비는 180,004천 원이고, 그 비용 중 사료비가 77,039천 원 비율로는 42%로 가장 높았다. 그 다음으로 종묘비가 44,910천 원 비율로는 25%로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 160,000천 원 비율로는 8%로 높았다. 4번째는 전기료가 11,700천 원 비율로는 6%로 높았고, 5번째는 시설유지비가 10,000천 원 비율로는 6%로 차지하였다. 상위 5개의 항목에서 총비용의 87%를 차지하였다.

초기 입식중량이 70g에서 150g까지 다양하며, 기본 종묘보다 큰 종묘를

입식하여 종묘비의 비중이 다소 높았다. 반면 그로 인해 사료비의 비율은 비교적 낮게 측정되었다.

3개년도 평균 매출이익은 276,052천 원, 총 운영비는 180,004천 원이며, 평균 순이익은 96,048천 원으로 나타났다.



<표 4-9> 순환여과식양식장의 경영성과 분석 결과

(단위 : 천 원)

구분	순환여과식							
	2015		2016		2017		3개년도 평균	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
매출액	260,865		255,680		306,000		276,052	
종묘비	53,790	28%	37,740	21%	43,200	24%	44,910	25%
사료비	73,699	40%	79,999	46%	77,418	43%	77,039	42%
전기료	11,700	6%	11,700	6%	11,700	6%	11,700	6%
유류비	975	1%	975	1%	975	1%	975	1%
시설유지비	10,000	5%	10,000	6%	10,000	6%	10,000	6%
고정인부인건비	13,250	7%	13,250	7%	13,250	7%	13,250	7%
임시인부인건비	2,750	1%	2,750	1%	2,750	1%	2,750	1%
주부식비	1,000	1%	1,000	1%	1,000	1%	1,000	1%
액화산소	5,000	3%	5,000	3%	5,000	3%	5,000	3%
제세공과금	1,500	1%	1,500	1%	1,500	1%	1,500	1%
감가상각비	10,530	6%	10,530	6%	10,530	6%	10,530	6%
약품비	350	0%	350	0%	350	0%	350	0%
관리비	1,000	1%	1,000	1%	1,000	1%	1,000	1%
총운영비	185,544	100%	175,794	100%	178,673	100%	180,004	100%
순이익	79,230		79,886		127,327		96,048	

유수식의 경영성과를 분석하여 <표4-10>으로 나타내었다. 3개년도를 분석하였으며, 2015년도의 총 운영비는 87,270천 원이고, 그 비용 중 사료비가 33%의 비중으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 24%의 비중으로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 18%의 비중으로 나타났다. 4번째는 전기료가 7%의 비중으로 높았고, 5번째는 시설유지비가 6%의 비중으로 나타났다.

2016년도의 총 운영비는 86,608천 원이고, 그 비용 중 사료비가 38%의 비중으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 18%의 비중으로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 18%의 비중으로 나타났다. 4번째는 전기료가 7%의 비중으로 높았고, 5번째는 시설유지비가 6%의 비중으로 나타났다.

2017년도의 총 운영비는 85,275천 원이고, 그 비용 중 사료비가 38%의 비중으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 18%의 비중으로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 19%의 비중으로 나타났다. 4번째는 전기료가 7%의 비중으로 높았고, 5번째는 시설유지비가 6%의 비중으로 나타났다.

평균으로 보자면 총 운영비는 약 86,384천 원이고, 그 비용 중 사료비가 31,196천 원으로 비율로는 36%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 종묘비가 17,513천 원으로 비율로는 20%로 높았고, 3번째는 고정, 임시인부인건비가 16,000천 원으로 비율로는 18%로 높게 나타났다. 4번째는 전기료가 6,300천 원으로 비율로는 7%로 높았고, 5번째는 시설유지비가 5,000천 원으로 비율로는 6%로 차지하였다. 상위 5개의 항목에서 총비용의 87%를 차지하였다.

초기 입식중량이 80g에서 150g까지 다양하며, 기본 종묘보다 큰 종묘를

입식하여 종묘비의 비중이 다소 높았다. 반면 그로 인해 사료비의 비율은 비교적 낮게 측정되었다.

3개년도 평균 매출이익은 101,840천 원, 운영비는 86,384천 원이며, 평균 순이익은 15,456천원으로 나타났다.



<표 4-10> 유수식양식장의 경영성과 분석 결과

(단위 : 천 원)

구분	유수식							
	2015		2016		2017		평균	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
매출액	97,240		96,280		112,000		101,840	
종료비	21,190	24%	15,950	18%	15,400	18%	17,513	20%
사료비	28,405	33%	32,983	38%	32,200	38%	31,196	36%
전기료	6,300	7%	6,300	7%	6,300	7%	6,300	7%
유류비	375	0%	375	0%	375	0%	375	0%
시설유지비	5,000	6%	5,000	6%	5,000	6%	5,000	6%
고정인부인건비	13,250	15%	13,250	15%	13,250	16%	13,250	15%
임시인부인건비	2,750	3%	2,750	3%	2,750	3%	2,750	3%
주부식비	1,000	1%	1,000	1%	1,000	1%	1,000	1%
액화산소	3,000	3%	3,000	4%	3,000	4%	3,000	4%
제세공과금	500	1%	500	1%	500	1%	500	1%
감가상각비	4,650	5%	4,650	5%	4,650	5%	4,650	5%
약품비	450	1%	450	1%	450	1%	450	1%
관리비	400	1%	400	1%	400	0%	400	1%
총운영비	87,270	100%	86,608	100%	85,275	100%	86,384	100%
순이익	9,970		9,672		26,725		15,456	

순환여과식과 유수식의 규모와 비용의 크기에 차이가 있기에 각각의 비용에 대한 비율로 비교를 하였다. 순환여과식의 경우 종묘비의 비중이 24%~30%까지 다양하며, 3개년도 평균 25%가 나온다. 그에 비해 유수식의 경우 18%~24%까지 3개년도 평균 20%가 나온다. 이는 종묘의 크기는 약간 차이가 있지만 종묘단가의 차이는 크게 차이가 나지 않기 때문에 순환여과식이 유수식에 비해 더 많은 양의 종묘를 입식하는 것을 알 수 있다. 종묘의 양이 많기에 자연적으로 사료의 비중도 높게나와 순환여과식은 38%~46%까지 3개년도 평균 42%의 비중이 나왔고, 유수식은 33%~38%까지 3개년도 평균 36%의 비중이 나왔다. 사료비 또한 입식되는 종묘의 수가 많기에 순환여과식에서 비중이 높았다. 앞서 말한 바와 같이 사료비는 종묘의 크기가 일반적인 종묘보다 크기에 일반적 양식경영성과 보다 비중이 다소 낮게 나왔다. 전기세의 경우 순환여과식과 유수식은 비슷한 비중을 나타냈으며, 시설 유지비 또한 비슷한 비중이 나타났다.

인부인건비에서 큰 차이를 보였다. 먼저 순환여과식의 경우 고정인부인건비는 7%~8%, 임시인부인건비는 2%로 3개년도 평균 9%이다. 유수식의 경우 고정인부인건비는 15%~16%, 임시인부인건비는 3%로 3개년도 평균 18%이다. 각각의 양식방법별 총운영비 중 인부인건비의 비중이 2배 정도 비중의 차이가 났다. 이는 순환여과식보다 유수식이 노동에 대한 비용이 더 소모되어 인건비의 비중이 높아진 것을 알 수 있다. 다른 비용들의 경우 약간의 차이가 있지만 다소 비슷한 비중을 나타내며, 위의 종묘비, 사료비, 인건비의 경우에서 각각의 방법별 차이가 나타난 것을 알 수 있다. 종묘와 사료의 경우 입식량이 많은 순환여과식이 높았으며, 그에 따른 매출 또한 높게 나왔다. 반대로 인건비의 경우 유수식이 비중으로 2배가량 높았으며, 유수식 총 운영비에서 높은 비중을 나타내어 순이익이 적어지게 된 점을 알 수 있다.

V. 분석 결과

1. 경제성 분석 결과

<표 5-1>은 앞에서 분석한 순환여과식의 경영성과를 참고하여 2015년부터 2017년과 3개년도 평균에 대한 가상의 10년간 현금흐름과 순현재가치법 (NPV), 내부수익률법(IRR), B/C ratio를 통한 경제적 타당성 분석을 한 표이다. 분석을 각각 년도와 3개년도 평균을 따로 분석한 이유는 3개년도가 계속 반복된다는 보장이 없기에 각기 년도에 따른 경제성 분석과 평균에 대한 경제성 분석을 하였다.

분석은 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 분석하였다. 그 결과 2015년은 NPV가 439,245천 원으로 0보다 높게 나왔고, IRR은 31%, B/C ratio는 1.27로 준수하여 사업성이 있는 것으로 판단되었다. 2016년은 NPV가 444,439천 원으로 0보다 높게 나왔고, IRR은 31%, B/C ratio는 1.28%로 준수하여 사업성이 있는 것으로 판단되었다. 2017년도는 NPV가 819,824천 원으로 0보다 높게 나왔고, IRR은 50%, B/C ratio는 1.51로 준수하여 사업성이 있는 것으로 판단되었다. 3개년도 평균 NPV는 562,251천 원으로 0보다 높으며, IRR은 37%, B/C ratio는 1.35로 준수하게 나왔다.

3개년도와 평균 모두 경제적 분석에서 경제성이 있다고 판단이 되었으며, NPV, IRR, B/C ratio가 모두 준수하게 나왔다. 2015년과 2016년을 살펴보면 2015년도가 판매단가가 2016년에 비해 500원이 더 높음에도 불구하고 경제적 타당성 분석에서 비교적 낮게 나왔다. 2016년도 입식량이 2015년도 보다 1천미 가량 더 많았으나 개체별 평균 중량이 더 낮은 중량 이여서 종묘비의 비용이 더 낮았고, 그로 인해 사료비의 비용은 더 많이

들었다. 총 판매수익은 2015년도가 더 높았으나 총 운영비가 2016년도가 더 낮게 나와 2016년도 순이익이 2015년보다 높게 나오게 되었다. 그로 인해 경제성 분석 결과가 2015년보다 2016년이 준수하게 나오게 되었다. 2017년은 경영성과 분석 중 가장 높은 판매단가로 인해 총 수익이 비교적 높게 나왔으며, 그로 인해 경제성 분석 결과가 가장 준수하게 나타났다.

<표 5-1> 순환여과식의 경제성 분석 결과

구분	NPV(천 원)	IRR(%)	B/C ratio(%)
2015	439,245	31	1.27
2016	444,439	31	1.28
2017	819,824	50	1.51
평균	562,251	37	1.35

<표 5-2>는 앞에서 분석한 우수식의 경영성과를 참고하여 2015년부터 2017년과 3개년도 평균에 대한 가상의 10년간 현금흐름과 순현재가치법(NPV), 내부수익률법(IRR), B/C ratio를 통한 경제적 타당성 분석을 한 표이다.

2015년 NPV는 1,684천 원으로 0보다 높게 나왔으며, IRR은 5%, B/C ratio는 1.002로 사업성이 있다고 판단이 된다. 2016년은 NPV가 -675천 원으로 0보다 낮게 나왔고, IRR은 4%, B/C ratio는 0.999가 나타나 사업성이 없는 것으로 판단된다. 2017년도는 NPV가 134,262천 원으로 0보다 높게 나왔으며, IRR은 24%, B/C ratio는 1.18로 사업성이 있는 것으로 판단된다. 3개년도 평균 NPV는 45,090천 원으로 0보다 높으며, IRR은 12%, B/C ratio는 1.06으로 준수하게 나타났다.

2016년의 경우 NPV가 0보다 아래로 나타났다. 이는 3개년도 중 판매금액이 가장 낮은 8,000원 이었으며, 출하량은 2015년보다 더 많았지만 판매

단가가 500원 낮았다. 총 운영비는 크게 차이가 없었기에 출하량이 많았으나 총 수익이 낮게 나와 10년간의 가상 흐름에서 NPV가 0보다 아래인 상황이 나타나게 되었다. 2015년과 2016년을 미루어 보았을 때 무지개송어 경영에서의 중요한 것은 판매금액이라고 판단된다. 출하량이 더 많았음에도 불구하고 판매 단가가 낮아 10년간의 장기적 흐름에서 음의 흐름이 나타나는 것을 보았을 때 시장가격의 안정화가 필요하다고 보인다.

<표 5-2> 유수식의 경제성 분석 결과

구분	NPV(천 원)	IRR(%)	B/C ratio(%)
2015	1,684	5	1.00
2016	-675	4	0.99
2017	134,262	24	1.18
평균	45,090	12	1.06

2. 민감도 분석 결과

무지개송어 양식장의 경영에서는 많은 요소들이 양식장 경영의 수익성을 결정하는데 그 중 출하가격과 생존율은 높은 비중을 차지하고 있다. 송어의 경우 출하가격이 연중 일정하지 않으며 여름철의 경우 소폭 하락하는 경향이 있다. 또한 여름철 고수온기와 질병으로 인한 폐사는 생존율에 큰 영향을 끼치며 나아가 양식장의 경영에도 영향을 끼친다.

이러한 불안정한 경영환경에서 민감도 분석을 통해 경제학 변수인 출하가격과 생물학적 변수인 생존율 변동에 따른 경영성과의 확인이 필요하다.

1) 출하가격의 변동에 따른 민감도 분석 결과

민감도 분석은 각각 연도별 출하가격이 다르므로 본 연구의 민감도 분석은 3개년도 평균 출하가격인 8,833원으로 기준으로 앞서 조사한 산지가격인 6,000원부터 10,000원까지의 총 6가지를 적용하여 분석하였다.

순환여과식의 경우 출하가격이 6,000원으로 적용할 시 NPV가 음의 값으로 나타나 경제성이 없는 것으로 분석되었고, 출하가격이 7,000원 이상일 시 모든 연도에서 NPV가 양의 값으로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 3개년도 평균 출하가격인 8,833원으로 민감도 분석을 하였을 시 모든 연도에서 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

유수식의 경우 출하가격이 8,000원으로 적용할 시 음의 값이 나타나 경제성이 없는 것으로 분석되었고, 판매금액이 9,000원 이상일 시 모든 연도에서 NPV가 양의 값이 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 3개년도 평균 출하가격인 8,833원으로 민감도 분석을 하였을 시 모든 연도에서

경제성이 있는 것으로 분석되었다.

따라서 순환여과식이 유수식보다 주요 변수중 하나인 출하가격의 변화에 대한 민감도가 낮은 것으로 분석되었다.



<표 5-3> 출하가격에 대한 민감도 분석 결과

출하가격수준		순환여과식				유수식			
		2015	2016	2017	평균	2015	2016	2017	평균
출하가격		8,500원	8,000원	10,000원	8,833원	8,500원	8,000원	10,000원	8,833원
NVP (천 원)	6,000원	-184,614	-61,341	-148,693	-131,550	-224,620	-191,134	-220,228	-211,994
	7,000원	58,227	191,549	93,436	114,404	-134,098	-95,905	-131,606	-120,536
	8,000원	301,068	444,439	335,565	360,358	-43,577	-675	-42,983	-29,078
	8,833원	503,355	655,097	537,259	565,237	31,828	78,651	30,839	47,106
	9,000원	543,910	697,330	577,694	606,311	46,945	94,554	45,639	62,379
	10,000원	786,751	950,220	819,824	852,265	137,466	189,784	134,261	153,837
IRR (%)	6,000원	-14	0	-9	-7	-	-	-	-
	7,000원	9	17	11	12	-	-22	-	-
	8,000원	23	31	25	27	-4	4	-4	-1
	8,833원	34	42	36	37	10	17	10	12
	9,000원	36	44	38	39	12	19	12	15
	10,000원	48	56	50	52	25	31	24	27

2) 생존율에 따른 민감도 분석 결과

생존율의 경우 앞서 분석한 경제학적 변수인 출하가격과는 다른 생물학적 변수이다. 출하량과 직접적으로 연관될 수 있는 생존율은 양식장의 수익에 큰 영향을 미치기에 생존율 변화에 따른 양식장 수익의 변화는 필히 예측되어야 한다.

생존율에 대한 민감도 분석은 분석 자료 중 최저생존율은 80%, 최고 생존율은 95%이다. 따라서 본 연구에서는 생존율은 최소 35%에서 최대 95%를 범위로 지정하여 양식방법별 민감도 분석을 하고 비교 분석하였다.

그 결과 순환여과식의 경우 생존율이 65%보다 높을 시에 모든 연도에서 NPV가 양의 값을 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 반면 생존율이 45% 이하일 때 모든 연도의 NPV가 음의 값을 나타내어 경제성이 없는 것으로 분석되었다. 3개년도 평균으로 보았을 시 생존율이 65% 이상일 시 NPV가 양의 값으로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

유수식의 경우 생존율이 85%일 때 2015년도를 제외한 모든 연도에서는 NPV가 양의 값을 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었으며, 생존율이 95%일 시 모든 연도에서 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 반면 생존율이 55% 이하일 때 모든 연도의 NPV가 음의 값을 나타내어 경제성이 없는 것으로 분석되었다. 3년간의 평균으로 보았을 시 생존율이 85% 이상일 시 NPV가 양의 값으로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

따라서 순환여과식이 유수식보다 주요 변수중 하나인 생존율의 변화에 대한 민감도가 낮은 것으로 분석되었다.

<포 5-4> 생존율에 대한 민감도 분석 결과

생존율		순환여과식				유수식			
		2015	2016	2017	평균	2015	2016	2017	평균
NVP (천 원)	45%	-302,713	-246,328	-5,125	-184,722	-247,122	-219,107	-133,074	-199,767
	55%	-151,630	-105,355	201,112	-18,624	-189,260	-161,625	-56,692	-135,859
	65%	-545	35,618	407,349	147,474	-131,398	-104,143	19,689	-71,950
	75%	150,538	176,591	613,587	313,572	-73,536	-46,661	96,071	-8,042
	85%	301,622	317,564	819,824	479,670	-15,675	10,821	172,452	55,866
	95%	452,706	458,537	1,026,061	645,768	42,187	68,303	248,834	119,775
IRR (%)	45%	-	-27	4	-14	-	-	-	-
	55%	-9	-4	18	3	-	-	-7	-
	65%	4	7	29	14	-	-28	8	-12
	75%	15	16	40	24	-12	-5	19	3
	85%	23	24	50	33	2	6	29	14
	95%	32	32	60	41	11	15	39	23

Ⅵ. 요약 및 결론

양식업은 미래의 식량산업으로서 중요한 역할을 하고 있다. 특히, 연어와 송어는 전 세계 교역량 중 14%를 차지할 만큼 소비량이 많은 품종이며, 국내 수입량 또한 많이 증가하였다. 연어과 어류 중 국내에서는 무지개송어를 양식하고 있으며, 양식방법은 유수식과 순환여과식 2가지 방식으로 양식을 하고 있으며, 양식적지의 환경여건에 따라 방식을 정할 수 있다. 물 양이 풍부한 곳은 유수식, 물 양이 적은 곳은 순환여과식의 방법으로 양식을 하는 추세이다. 그로 인해 지리적 특성상 용천수와 같은 물이 차고 풍부한 강원도에서는 대부분 유수식으로 무지개송어양식을 하고, 충청도와 경상북도 등에서는 환경조건에 따라 유수식이나 순환여과식으로 양식한다. 대부분의 무지개송어 양식장의 경우 과거 채래식 방식으로 설계가 되어있어 자연환경에 의존적이며, 단위 면적당 생산량이 순환여과식 대비 생산량이 더 적다. 또한 내륙수계의 환경적 인식 증대로 인한 경영악화, 그리고 환경의존적인 한계점으로 근래 대두되고 있는 고수온과 강수량의 영향으로 사육환경의 변화가 되어 경영불안정이 지속되고 있는 경우가 있다. 그 대안으로써 친환경적인 순환여과식 방식이 부각되고 있으며, 장점으로는 환경부하 절감을 통한 규제준용비용 절감이 가능하며, 환경에 의존적이지 않은 특징으로 인해 상대적으로 기후변화에 대한 대응능력이 높다.

송어양식업의 경영 불안정이 지속됨에 따라 사회경제적 관점에서 순환여과식과 유수식의 양식방법별 경영실태를 비교할 필요가 있다고 판단되었다. 각기 2가지 양식방법을 비교하여 양식업자들에게 보다 더 효율적인 양식방법을 모색하고자 본 연구를 하였으며, 연구는 순환여과식과 유수식을 병행하여 양식하는 실험양식장의 3년간 경영성과를 토대로 경제성 분

석을 하였다.

우선 경영성과를 분석한 결과 순환여과식의 2015년도는 총 운영비가 185,544천 원이고, 총 출하량은 31,350kg으로 매출이익이 260,865천 원이며 순이익은 79,230천 원으로 나타났다. 2016년도는 총 운영비 175,794천 원이고, 총 출하량은 31,690kg으로 매출이익이 255,680천 원이며 순이익은 79,886천 원으로 나타났다. 2017년도는 총 운영비가 306,000천 원이고, 총 출하량은 30,600kg으로 매출이익이 306,000천 원이며 순이익은 127,327천 원으로 나타났다. 순환여과식의 3개년도를 평균으로 나타내면 평균 운영비는 180,004천 원이고, 평균 출하량은 31,303kg으로 매출이익은 276,052천 원이며 순이익은 96,048천 원으로 나타났다.

유수식의 경영성과를 분석한 결과 2015년도에는 총 운영비가 87,270천 원이고, 총 출하량은 11,440kg으로 매출이익이 97,240천 원이며 순이익은 9,970천 원으로 나타났다. 2016년도에는 총 운영비 86,608천 원이고, 총 출하량은 12,035kg으로 매출이익이 96,280천 원이며 순이익은 9,672천 원으로 나타났다. 2017년도에는 총 운영비가 86,384천 원이고, 총 출하량은 11,200kg으로 매출이익이 112,000천 원이며 순이익은 26,725천 원으로 나타났다. 유수식의 3개년도를 평균으로 나타내면 평균 운영비는 86,384천 원이고, 평균 출하량은 11,558kg으로 매출이익은 101,840천 원이며 순이익은 15,456천 원으로 나타났다.

총비용에서 많은 비중을 차지하는 항목들을 나열하자면 순환여과식은 사료비, 종묘비, 인건비, 전기료, 시설유지비의 항목 순으로 비중이 높았으며, 각각 42%, 25%, 8%, 6%, 6%로 5가지 항목에서 총 87%를 차지하였다. 유수식은 사료비, 종묘비, 인건비, 전기료, 시설유지비의 항목 순으로 비중이 높았으며, 각각 36%, 20%, 18%, 7%, 6%로 5가지 항목에서 87%를 차지하였다.

순환여과식과 유수식의 규모와 비용의 차이가 있기에 각각의 비용에 대한 비율을 나타냈으며 상위 5가지 중 차이가 발생한 종묘비, 사료비, 인건비에 대해 비교하였다. 먼저 종묘비는 각각 양식장의 종묘입식 크기는 약간의 차이가 있지만 종묘 단가의 차이는 크게 나지 않기 때문에 순환여과식이 유수식에 비해 더 많은 양의 종묘를 입식한 것으로 나타났다. 그로 인해 사료비의 비중도 높게 나왔다. 인건비의 경우 약 2배가량의 차이를 보였는데 이는 순환여과식 보다 유수식이 노동에 대한 비용이 더 소모되어 인건비의 비중이 높아진 것으로 나타났다.

순환여과식과 유수식 양식방법이 모두 순이익이 발생하는 것으로 파악되어 매출이익률을 살펴보았다. 매출이익률은 순환여과식은 2015년, 2016년, 2017년, 평균 매출이익률 순으로 각각 30.4%, 31.2%, 41.6%, 34.8%로 나타났고, 유수식은 각각 10.3%, 10%, 23.9%, 15.1%로 나타났다. 순환여과식과 유수식의 규모가 다르므로 명확한 분석을 위해 평당 운영비와 생산액 대비 순이익을 분석하였다.

순환여과식의 평당 운영비용은 510,574원, 평당 생산액은 783,377원, 평당 순이익은 272,803원으로 나타났다. 유수식은 평당 운영비용은 431,920원, 평당 생산액은 509,200원, 평당 순이익은 77,280원으로 나타났다. 순환여과식과 유수식의 차이는 평당 운영비에서 78,654원으로 나타났고, 평당 생산액은 274,177원으로 나타났으며, 평당 순이익은 195,523원으로 나타났다.

초기 비용은 순환여과식이 유수식 보다 더 높으나 입식량과 출하량을 비교하였을 때 순환여과식이 생산성이 더 높은 것으로 분석되었다. 앞의 2가지 방식에 대한 수익구조분석으로는 1년간의 사업성만을 볼 수 있기에 경제성 분석을 하였다. 분석방법은 양식업의 경제성 분석에서 일반적으로 활용되고 있는 재무적 타당성 평가를 이용하여 분석하였으며 각각의 연도

에 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 향후 10년간의 현금흐름에 대한 NPV, IRR, B/C ratio 분석을 하였다.

경제성 분석 결과 중 2015년도 순환여과식의 NPV, IRR, B/C ratio는 각각 439,245천 원, 31%, 1.27로 준수하게 분석되었다. 2016년도는 각각 444,439천 원, 31%, 1.28이 분석되었고, 2017년도는 819,823천 원, 50%, 1.51로 매우 준수하게 분석되었다. 3개년도 평균에 대해서는 각각 567,836천 원, 37%, 1.35로 준수하게 분석되었다. 2016년도가 2015년도보다 판매 금액에서 kg당 단가가 500원이 더 낮았지만 판매량 자체에서 연간 1톤가량 더 많아 NPV가 더 높게 나타났다. 2017년의 경우 판매단가가 3개년 중 가장 높았던 시기이며 그로 인해 경제성 분석 결과 중 가장 준수하게 나타났다. 총 4개의 분석 결과 4가지 전부 사업성이 있는 것으로 분석되었다.

경제성 분석 결과 중 2015년도 유수식의 NPV, IRR, B/C ratio는 각각 1,683천 원, 5%, 1이 분석되었다. 2016년도는 각각 -675천 원, 4%, 0.99가 분석되었고, 2017년도는 134,261천 원, 24%, 1.18이 분석되었다. 3개년도 평균에 대해서는 각각 45,090천 원, 12%, 1.06으로 준수하게 분석되었다. 총 4개의 분석 결과 중 2016년도는 사업성이 없는 것으로 분석되었다. 2015년도보다 출하량은 더 많았으나 판매단가가 500원 낮았으며, 총 운영비의 경우 크게 차이가 없었기에 판매 단가의 차이에서 사업성이 결정이 된 것으로 분석되었다. 2016년의 경우 10년간의 장기적 현금흐름과정에서 음의 흐름이 나타나는 것을 보았을 때 시장가격의 안정화가 필요하다고 보인다.

앞의 결과분석을 토대로 보았을 때 무지개송어 양식방법 중 순환여과식이 유수식 보다 경제성이 더 우수한 것으로 분석되었다. 이는 앞서 말한 외부환경과의 차단이 가능하여 환경에 의존적이지 않다 보니 적지조건

이 다소 빈약한 곳에서도 양식이 가능하다. 그리고 외부환경에 노출이 적어 질병관리에 대해 더 유리하고, 인위적인 환경을 조성할 수 있기에 용존산소량을 높이며 수온조절이 가능한 이점이 있다. 이러한 이점을 통해 생존율이 높고 먹이 섭취량의 증가로 인한 성장률의 우수성 높아 최종적으로 더 많은 양의 종묘를 입식하여 생존율과 성장률의 높은 이점을 통해 경제성이 더 있다고 판단된다.

본 연구는 같은 환경을 갖춘 지역에서의 양식방법별 경영성과 분석을 한 것과 분석기간이 단 년이 아닌 3개년의 실질적인 운영에 의한 분석 데이터를 이용하여 경제성 분석을 한 것에 의의를 둔다. 그러나 한계점으로는 첫째, 순환여과식과 유수식의 양식장 규모의 차이로 인한 생산성의 차이가 있다. 둘째, 표본의 개수가 양식방법별 1개씩만을 분석한 것에 한계점을 가진다. 표본의 수와 지역을 늘려 적지조건의 한계점을 가진 지역과 적지조건으로서 충족한 지역에서의 양식방법별 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

강효녕(2014), “국내 송어양식산업의 특성에 관한 연구”, 한국해양수산개발원, 계간 수산관측 리뷰. 2014년 6월, PP. 18~35

고봉현(2014), “송어 해수양식업 경제성 분석-제주도”, 1월호, 아쿠아인포, PP. 22~27

김도훈(2012), “고등어 외해가두리 양식의 경제성 분석”, 한국수산경영학회, 수산경영론집 43(3), PP. 23~30

김병진·조채윤·서근학(2002), “순환여과식 양식 시스템의 개시 운전”, 한국수산과학회지, 35(1), PP. 21-26.

김용호(2013), “지수식과 순환여과식을 이용한 뱀장어(*Anguilla japonica*) 양식에 관한 연구”, 호남대학교 석사학위 논문

김인배(2000), 「어류양식학, 청평내수면 연구소」, PP. 415~450.

김창섭(2013), “RAS의 설계와 시공·운영관리기술 ③ 생물학적 여과시스템- 기초이론과 원리”, 10월호, 아쿠아인포, PP. 40~49.

명정구·김용억, (1996), “한국산 연어속 어류의 형태학적 연구-V. 연어 (*Oncorhynchus keta*), 산천어 (*O. masou*) 및 무지개송어 (*O. mykiss*)의 골격 비교”, 한국수산과학회지, 29, PP. 208-229.

박정일(2017), “우리나라 송어양식업의 경쟁력에 관한 연구”, 부경대학교 박사학위 논문

박주형(1993), “부화기 종류에 따른 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 난의 수정율, 발안율, 부화율 및 경제성 비교”, 부경대학교 석사학위 논문

송정현(2011), “어류 양식업에 있어서 생사료와 배합사료 급이방식의 경영성과 비교분석: 육상수조식 넙치양식을 중심으로, 수산해양교육연구, 제22권 제3호 통권 제53호, PP. 526~532

수산양식 한국수산신문사(2016), “내수면 양식산업 진단”, 9월호, PP. 38~53

수산양식 한국수산신문사(2017), “지속 가능한 수산양식 시대”, 6월호, PP. 32~45.

수산양식 한국수산신문사(2017), “지속 가능한 수산양식 시대”, 7월호, PP. 35~51.

유병화(2018), “폐쇄식 양식 시스템 AIRRAS와 AIRBFT 간의 어류 사육 실험과 경제효율성 연구”, 부경대학교 박사학위 논문

윤미경(2015), “강원도 참가리비 양식의 경영실태분석”, 부경대학교 석사학위 논문

이남수(2010), “MG 관련 언론보도에 따른 송어 수급동향 및 시사점”, 한국해양수산개발원, 계간 양식어업동향4(2), PP. 82~89.

이남수(2013), “국내 해수 송어양식 동향과 시사점”, 한국해양수산개발원, 계간 해양수산3(3), PP. 86~112.

이남수(2017), “송어 수급변동 요인 및 가격안정화 방안”, 한국해양수산개발원, 월간 수산관측&이슈.

이우진, et al(2018), “순환여과식 양어시스템을 적용한 비단잉어 양어의 수질 변화 특성”, 한국환경기술학회지 19.1 : PP. 37-45.

이정삼·김대영(2006), 우리나라 내수면양식업의 현황 및 발전방향에 관한 소고, 수산경영론집,37(3), PP. 1~24.

이정삼(2011a), “세계 내수면 어업 동향과 시사점”, 한국해양수산개발원, KMI수산동향. 2011년 5월, PP. 25~34.

이정삼(2011b), “내수면 어업 제도약을 위한 과제”, 한국해양수산개발원, KMI수산동향. 2011년 4월, PP. 28~45.

이철호(2007), “무지개송어 양식어업인 소득증대를 위한 전 암컷 대량생산”, 부경대학교 박사학위 논문

이희정(2014), “덴마크 양식장 배출수 관리방법과 한국의 벤치마킹 방안”, 2월호 , 아쿠아인포, PP. 42~53.

장한별(2018), “생태통합양식(IMTA)의 환경·경제적 가치 분석”, 부경대학교 석사학위 논문

전왕기(2013), “RAS특화 전시회 ‘DanAqua13’을 가다”, 11월호, 아쿠아인포 PP. 22~39.

조장천, et al.(1995), “내수면 유수식 송어양식장이 하천수의 수질에 미치는 영향 (Environmental Impacts of Inland based Trout-Farms on the Water Quality of a stream).” 환경위생공학 10.3 (1995): PP. 56~66.

한국송어양식협회, 「내수면양식의 길을 열다! 한국송어양식 50년사」, 사단법인 한국송어양식협회.

한국수산과학회(2017), 「한국 표준 순환여과식 양식시스템 정립 위한 국내외 지식공유」, 아쿠아인포, PP. 92~118.

한국해양수산개발원(2010), 「2010년 여름호 양식어업 동향」, 한국해양수산개발원 수산업관측센터.

함준식(1990), 「한국송어양식 25주년 기념집」, 한국송어양식의회, 미성사, PP. 115~125.

해양수산부, 「무지개송어양식 표준 매뉴얼」, 국립수산과학원.

한국수산신문(2015b), “ ‘송어양식 強國’ 준비 서두르자” (2015-4-6)

한국수산신문(2016a), “내수면 수산물 소비 활성화에 전력” (2016-9-5)

통계청 (2001~2017). 어업 생산동향조사, <http://kosis.kr>.

한국해양수산개발원 관측센터 (2000~2017), 관측통계, <http://foc.re.kr>.

Dong Soo, K. I. M., and In-Bae KIM(1986), "A Report of Triploid Rainbow Trout Production in Korea."

Folke, C., Kautsky, N., & Troell, M. (1994), The costs of eutrophication from salmon farming: implications for policy. *Journal of environmental management*, 40(2), 173-182.

Johnson, K., Engle, C., & Wagner, B. (2014). Comparative economics of US catfish production strategies: evidence from a cross sectional survey. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45(3), 279-289.

Lasner, T., Brinker, A., Nielsen, R., & Rad, F. (2017), Establishing a benchmarking for fish farming - Profitability, productivity and energy efficiency of German, Danish and Turkish rainbow trout grow out systems. *Aquaculture Research*, 48(6), 3134-3148.

Lee, Cheul Ho, et al.(2010), "무지개송어의 자성발생 2 배체 성전환 수컷을 이용한 전 암컷 생산." *생명과학회지* 20.12 1902-1905.

Nepal, A. P., Basnyat, S. R., Lamsal, G. P., Joshi, P. L., & Mulmi, R. M. (2002). Economics of rainbow trout farming system in Nepal. *Cold water fisheries in the trans-Himalayan countries*, 431, 179-192.