

## 적조 대응 육상양식장 운영방안 및 경제적 타당성 분석<sup>†</sup>

이 광 남\*

한국수산회 수산정책연구소

### Analysis of Operational Plan and Economical Validity in Aquacultural for Contingency Red Tide

Kwang-Nam Lee\*

*Korea Fisheries Association, Fisheries Policy Institute Samho Center B/D 275-1, Yangjae-Dong,  
Seocho-Gu, Seoul, 06775, Korea*

#### Abstract

This paper analyzed economic feasibility of aquacultural construction which of large-scale. The results of the economic analysis, cage cultural and water recycling cultural by post-water treatment were analyzed that NPV is 2,083,685 thousand won and -14,105,896 thousand won and B/C ratio is 0.590 and 0.855, respectively. These were shown economic infeasibility. But, running water culture by pre-water treatment(small scale) and running water culture by pre-water treatment(large scale) were analyzed that the one is 5,555,747 thousand won and 15,048,589 thousand won and the other is 1,154 and 1,1221, respectively. these were shown economic feasibility.

In addition, measurement of B/C ratio through a sensitivity analysis on running water cultural by pre-water treatment(small scale) and running water cultural by pre-water treatment(large scale) is economic feasibility in all cases.

However, these were analyzed when the selling price was falling to 20 percent, it has shown economic infeasibility and when the selling price rises to 20 percent, water recycling culture by post-water treatment has economic feasibility. The significance of the study analyzed a sensibility as well as economic feasibility by methods and scales. It is expected that used as basic materials when constructing and operating of land aquaculture in order to minimize the damage from natural disasters.

Keywords : Economic feasibility, B/C Ratio, Water recycling cultural, Running water cultural, Sensitivity analysis

Received 4 September 2016 / Revised 23 September 2016 / Accepted 26 September 2016

<sup>†</sup>본 논문은 적조대응 육상양식기반 기술개발을 위한 연구용역(해양수산부, 2015) 내용의 일부를 수정·보완한 것임.

\*Corresponding author : +82-2-589-0627, lkn6530@chol.com

© 2016, The Korean Society of Fisheries Business Administration

## I. 서 론

일본의 후쿠시마 원전사태 등으로 식품안전성을 갖춘 양식 수산물의 중요성이 부각되고 있으며, 동시다발적인 FTA 체결 등으로 수산양식분야의 경쟁력 확보가 매우 필요한 실정에 있다. FAO 보고서에 따르면, 인구의 증가와 고품질 단백질 식품의 요구로 인하여 2030년에는 수산물 소비량이 급격히 증가하여 전 세계적으로 약 1억8천만 톤에 이를 것으로 예측하고 있으나, 어로어업 생산량은 1억 톤 내외로 정체될 것으로 보여 양식 수산물의 공급은 매우 중요한 실정에 있다.

우리나라의 경우는 1997년 이후 줄어들던 양식어업 생산량이 2001년부터 다시 빠르게 증가하기 시작했으며, 2006년부터는 조업이 부진한 일반해면어업 생산량을 앞지르기 시작하였고, 2015년에는 167만 3천 톤에 달하였다. 1971년 14만 7천 톤으로 전체 어업 생산량의 1.5%에 불과하였던 양식 어업 생산량이 40년 만에 약 12배로 늘어난 것인데, 이는 전체 어업 생산량의 50.0%에 해당하는 것으로 우리나라 어업생산량에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

양식생산으로 야기되는 환경에 대한 악영향은 향후 양식에 대한 전망을 불투명하게 하고 있기 때문에 전 세계적으로 환경 오염원의 배출을 최소화하는 기술개발에 대한 기대가 클 것으로 보고 있다. 이처럼 국제적으로 급증하는 수산물 소비를 충족시키기 위해 양식생산에 대한 관심이 높아지고 있으나, 선진국의 경우 엄격한 환경 규제에 인하여 일반적인 양식산업보다 고밀도 수처리 시스템의 중요성을 인지하여 시스템 운전 및 시스템 구성에 대한 기반기술의 개발을 위한 연구가 지속되고 있는 실정이다.

우리나라의 경우 경제개발 및 급속한 도시화로 인해 각종 해양오염사고, 농축산 및 산업 폐기물의 바다 유입은 연안 지역에 빈번한 적조 발생을 유발하고, 기후변화에 따른 태풍, 질병 등의 영향으로 가두리 양식장의 어류에 막대한 피해를 초래할 뿐만 아니라 환경훼손 및 경제적인 손실 등 이차적인 문제점이 지속적으로 발생하고 있다. 그러나 인간이 인위적으로 조절할 수 없는 태풍, 적조의 빈번한 발생은 연안지역의 가두리 양식 어가에 매년 반복적으로 막대한 피해를 초래하고, 방제를 위한 황토 살포, 어업인 지원 및 복구비 지원 등 2차적인 예산이 소요될 뿐만 아니라 또 다른 환경오염을 유발할 수 있는 가능성이 제기되고 있다.

또한 연안지역의 양식어장은 양식어종의 연중 최고 성장기에 태풍 및 적조가 발생하여 매년 7~9 월 어류양식의 사료공급 중단으로 각종 질병 및 폐사가 발생 3차적인 문제가 발생함으로써 어류양식의 경쟁력을 상실하게 되는 것이 현실이다. 그리고 대부분 연안 지역의 어류 양식업은 가두리를 활용하고 있지만 적조발생에 대한 대책이 거의 없는 실정이다. 따라서 연안지역 가두리 양식장에 비해 안정적인 육상수조식 양식장의 활용을 통한 적조 재해 대응 양성기술의 보급이 요구되며, 지역적 여건을 고려한 최적 육상 양식 시스템 개발 및 표준 모델이 필요하고, 유희공유수면 매립지의 이용도를 높이고 주변 어업인의 소득원을 창출하기 위하여 유희공유수면을 이용한 연안지역의 고부가가치형 양식수산물의 생산 및 가공 산업 단지 조성을 위한 매립지의 개발 및 이용에 대한 연구 개발 또한 필요하다.

이러한 점을 고려하여 본 연구의 목적은 향후 정부 및 지방자치단체에서 적조, 태풍 등 자연재해에 대응하기 위한 대규모 육상양식장의 건립 및 추진을 할 경우, 경제적 타당성 관련 기초자료를 제공하기 위하여 여러 가지 분석을 하였다.

이를 위해 경남 통영, 전남 여수 등 적조 상습 피해발생 지역에 육상양식단지 개발 및 유희공유수

면매립지의 양식장 위치와 더불어 양식장 운영방안에 대한 검토를 하였다. 뿐만 아니라 적조, 태풍 등 자연재해 대응 양식 방법 중에서 가두리양식<sup>1)</sup>, 전처리유수식(소규모)<sup>2)</sup>, 전처리유수식(대규모)<sup>3)</sup>, 후처리 완전 순환 여과식<sup>4)</sup> 등에 대하여<sup>5)</sup> 경제적 타당성 분석(NPV, B/C Ratio), 민감도(생산수율, 판매가격, 사료계수) 등에 대해 분석하였다.

## II. 예상 위치 및 양식장 운영방안

적조, 태풍 등 자연재해에 대응하기 위해 대규모 양식장을 설치할 경우 및 운영의 위치는 해역환경 조사 및 적조가 해역에 미치는 영향을 고려하여 전남 여수 돌산해역, 통영해역, 사천해역 등의 지역을 대상으로 하였다.

일반적으로 육상양식단지 조성의 입지조건으로는 적조영향(간접적 영향, 무영향), 수온(연중 9~25°C), 수심(20m 이상), 수질등급(2등급 이상), 용수확보 거리(육지에서 500m 이내), 부지확보 가능면적(100,000m<sup>2</sup> 이상), 해수면에서 고도(30m 이내), 산업시설 이용가능 여부(LNG생산기지, 화력발전소) 등이다.

### 1. 예상 위치<sup>6)</sup>

#### 1) 전남 여수 해역 일원

동 해역의 양식 방법은 육상양식과 해상가두리가 주로 운영되면서 가두리 시설은 항로 주변과 만을 중심으로 위치하고 있다. 여수 가두리 분포 현황(2014년)의 경우, 남면에 사육어종 9종을 포함하여 사육량이 5,443톤으로 가장 높았으며, 삼산면 8종 2,312톤, 돌산읍 12종에 2,204톤, 화정면 7종에 2,094톤, 기타(신월동)에서 5종에 535톤을 보유하고 있는 것으로 나타났다<sup>7)</sup>.

가두리 대상 품종은 넙치, 우럭, 참돔, 돌돔, 감성돔, 농어, 볼락, 송어, 복어, 능성어, 강도다리, 참조기, 돌가자미, 전복 등이다. 어종별로 살펴보면 우럭(5,890톤)이 가장 많이 생산되고 있으며, 그 다음으로 참돔(2,865톤), 농어(2,176톤), 감성돔(760톤), 전복(313톤), 볼락(71톤), 능성어(70톤), 돌돔(67톤), 송어(50톤), 복어(36톤), 넙치(29톤), 강도다리(4톤), 참조기(1톤), 돌가자미(1톤) 순으로 분석되었다.

동 해역의 가두리 양식장은 태풍피해 뿐만 아니라 적조 발생에 따른 양식 어류들의 피해가 항상 있어 왔으며, 향후에도 자연재해로부터의 피해가 매우 우려되는 해역이라고 할 수 있다.

- 1) 그물 등으로 가두는 우리를 만들어 그 속에 어류를 수용하여 기르는 양식 방법.
- 2) 전처리유수식 고밀도 양식시스템(소규모, 대지면적:5,000m<sup>2</sup>, 건축면적:3,500m<sup>2</sup>), 유수식 고밀도 양식 시스템이라 함은 수조에 물을 연속적으로 통과하게 하여 물고기를 기르는 방법으로, 양식 생물의 밀도를 자연 생산력을 이용하는 양식방법에 비하여 크게 높여서 양식하는 것임. 여기에서 전처리라 함은 양식 수조에 물이 들어가기 이전에 수처리하는 것을 말함.
- 3) 전처리유수식 고밀도 양식시스템(소규모) 보다 약 2배 정도의 규모로 정의함.
- 4) 후처리 완전 순환 여과식(대규모, 생산목표량 : 500~1,000톤, 대지면적 : 10,000m<sup>2</sup>, 건축면적 : 7,000m<sup>2</sup>), 후처리 완전 순환 여과식이라 함은 수조 속의 같은 물을 계속 순환·여과시켜서 많은 수산동물을 양식하는 방법으로 양식 생물의 밀도를 자연 생산력을 이용하는 양식방법에 비하여 크게 높여서 양식하는 것임. 여기에서 후처리는 다시 양식장에 사용하거나 폐수로 버리기 전에 수처리 하는 것을 말함.
- 5) 해양수산부. 적조대응 육상양식기반 기술개발을 위한 연구용역, 2015, 130~139.
- 6) 해양수산부. 적조대응 육상양식기반 기술개발을 위한 연구용역, 2015, 102~121.
- 7) 전라남도 여수 해역은 가두리 사육어가가 357건, 가두리 면적은, 102.25ha(357 어가 중 신고 266건 해당), 어류 총생산량은 11,012톤으로 조사되었다(2014년 기준).

2) 경상남도 남부해역

경상남도 남부해역의 경우는 적조 피해가 매우 심각한 해역이다. 이를 구체적으로 살펴보면, 경상남도의 가두리양식장의 최근 적조피해현황은 2013년도에 가장 많은 피해를 가져왔으며, 2013년에 발생한 적조는 7월 17일부터 2013년 9월 5일까지 영향을 끼쳤으며, 적조주의보 해제까지의 피해를 살펴보면, 242어가에서 폐사어류가 2,500만마리, 피해액은 220억 원에 달했다. 그리고 2014년 발생한 적조는 매우 오랜 기간동안 지속적으로 가두리 양식어장에 영향을 주었다. 2014년 7월 24일~10월 17일까지 장기간에 걸쳐 발생하였던 적조는 2013년에 비하여 밀도가 낮았던 것으로 나타났으며, 어업피해 또한 2013년에 비하여 현저히 적었다. 피해규모는 65어가구에 폐사어류 480만마리, 피해액은 63억원에 달했다.

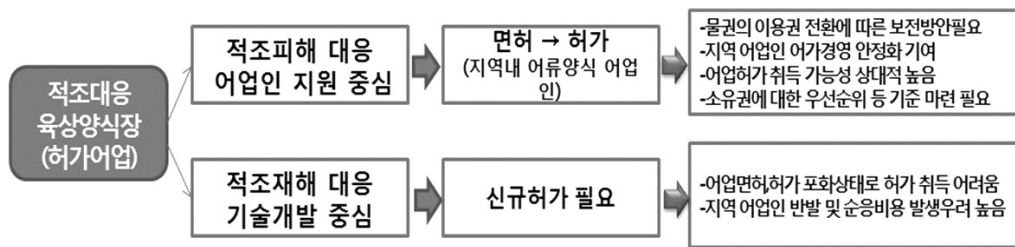
2. 육상양식장 운영방안

육상 수조식 양식장을 활용하여 적조 재해 대응 양성기술의 보급을 위한 적조대응 육상양식장의 도입에 있어서는 육하원칙에 근거하여 체계와 방법을 구성할 필요가 있다. 육하원칙에 따른 적조대응 육상양식장 건립에 대한 고려요인으로는 건립 및 운영관리의 주체, 건립 및 운영시기, 도입 시기 관별 역할, 운영관리 방법, 양식 면허 및 허가 관리 방법 등이 면밀하게 현실을 반영하여 마련되어야 할 것이다.

1) 어업허가 취득

적조대응 육상양식장 건립 고려사항 중 어업허가의 주체는 지역적 여건 및 적조 발생 등을 고려해서 결정해야 할 것이다. 수산업법 제41조 제3항 제1호에 따라 인공적으로 조성한 육상의 해수면에서 수산동식물을 양식하는 육상해수양식어업은 시장·군수·구청장의 허가를 취득해야 하는 허가어업에 포함된다.

최적 육상 양식 시스템 및 표준모델에 적합한 적조대응 육상양식장의 어업 허가 주체는 건립목적에 따라 크게 다음과 같은 두 집단으로 구분 지을 수 있을 것이다.



<그림 1> 적조대응 육상양식장 어업허가 고려사항

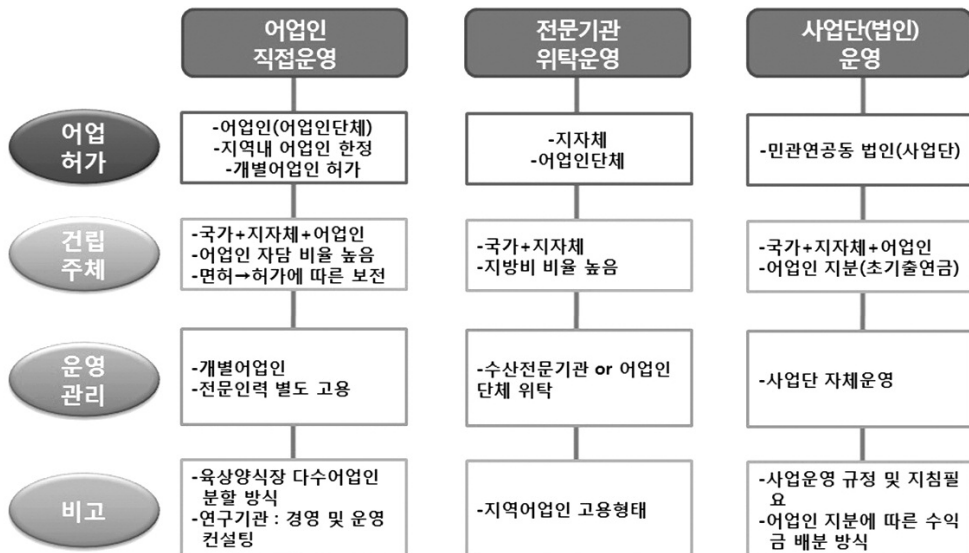
첫째, 해당 육상양식장이 상습적조지역의 어업인 피해 대응이 주목적이라면 지역 내 어류등양식 어업(魚類等養殖漁業) 면허를 가지고 있는 어업인 중 적조피해가 큰 어업인이 어업 허가의 주체가 되어야 하며, 이 경우 기존 어업면허를 취소하고 어업허가로 변경해야 한다. 현재 일정한 수면을 구획하여 그 수면의 바닥을 이용하거나 수중에 필요한 시설을 설치하거나 그 밖의 방법으로 패류 외의 수산동물을 양식하는 어업인 어류등양식어업은 수산업법 제8조제1항에 따른 면허어업에 포함된다. 어업권은 동법 제16조에 따라 물권(物權)적 성격을 가지므로, 이를 이용권 개념인 어업허가(육상양

식장)로 변경에 따른 어업인 직간접 손실보전방안 필요할 것이다.

둘째, 적조대응 육상양식장 건립이 적조재해 대응 기술개발에 중점을 가진다면, 운영·관리 및 어업 허가의 주체를 지역 기존 어업인이 아닌 특정 연구단체 및 지자체직영, 어업인단체 등 다양한 방안을 고려할 수 있다. 그러나 현재 어업면허, 허가가 포화상태로 대부분의 지자체에서 신규 면허·허가를 발급하지 않는 현실을 반영할 때 신규로 허가를 받아 운영하는 데는 어려움이 있을 것으로 판단되며, 또한 적조피해 지역의 기존 양식 어업권을 보유한 어업인 반발 및 순용비용<sup>9)</sup>이 발생할 우려가 크다.

## 2) 육상양식장 설립 및 운영관리 주체

육상양식장 건립에 따른 운영관리 방안은 크게 어업인 직접운영 방식, 전문기관 위탁운영방식, 사업단 운영방식의 3개로 구분할 수 있으며, 운영방식별 어업허가의 주체 및 건립주체, 운영관리주체 등은 <그림 2>와 같이 나타낼 수 있다.



<그림 2> 적조대응 육상양식장 운영관리 방안

### (1) 어업인(어촌계) 직접운영

어업인 직접운영 방식은 적조 상습지역에 건립되는 ‘적조대응 육상양식장’의 운영 및 관리를 육상양식장 허가를 취득한 어업인 및 어촌계에서 직접 운영하는 방식이다.

적조 피해를 상습적으로 입는 해역 내 가두리양식 어업인 및 어촌계에 대하여 양식면허를 육상양식 허가로 변경하여 자체적으로 운영하는 것으로 건립과 운영의 주체가 구별되는 방식이라 할 수 있다.

육상양식장의 부지선정 및 육상양식장 건립(장비 및 시설포함), 양식어종 선정은 정부 및 지자체에서 담당하고, 운영은 어업인 및 어촌계(어업인 단체)에서 담당하는 방식으로 물권인 어업권을 어업 허가로 전환하는 것에 대한 일전부분 손해보전 및 어업인 지원 측면에서 육상양식장 건립비용의 일부분을 정부에서 지원하는 것이다<sup>9)</sup>.

9) 육상양식장 건립비용은 정부, 지자체, 어업인이 일정비율로 부담, 상대적으로 어업인 부담의 비율이 높게 발생할 수 있다.

동 운영방안은 어업인(어촌계)이 직접 운영하므로 의사결정을 빠르게 진행할 수 있고 전문 기술인력을 채용하여 전문성을 극대화 할 수 있으며, 시설을 자산으로의 이용이 가능함에 따라 사업적, 수익적 기능을 수행할 수 있는 반면 관리운영상의 비용 및 책임이 따른다.

대규모의 수조로 구분된 육상양식장을 다수의 어업인이 분할하여 소유하는 형식으로 운영할 수 있으며, 관리, 판매, 경영의 모든 책임을 어업인이 가지고 있기 때문에 관리의 동기부여가 강하게 나타날 것으로 보이며, 연구기관은 경영 및 운영 컨설팅을 담당하여 간접적 지원을 담당하도록 한다.

### (2) 지자체 운영(전문기관 위탁운영)

지자체 운영방식은 ‘적조대응 육상양식장’의 건립 및 운영을 어업허가의 허가권자인 지자체(시장·군수·구청장의 허가)에서 담당하는 방안이다. 실제 지자체에서 운영을 위해서는 양식관련 전문인력 및 상주인력이 필요하며, 이는 지자체의 인력구조상 어려움이 있으므로 전문기관 위탁운영 방식을 가지는 것이 운영 효율성이 높을 것으로 판단된다.

현재 어업인이 가지고 있는 면허와 무관하게 신규 육상양식장에 대하여 어업허가의 취득이 필요하며, 허가권자인 지자체가 운영주체가 되므로 이 문제는 해결이 가능하다.

동 운영방식은 적조대응 육상양식장 건립이 적조재해 대응 기술개발에 중점을 두는 방안으로 국가와 지자체에서 건립비용과 운영관리비용을 담당하고 수산전문기관이나 어업인단체에 위탁하여 운영하도록 한다. 건립을 위한 소요예산에 지자체의 부담비율이 상대적으로 높으며, 위탁전문기관의 기존 전문 인력 활용이 가능하다. 연구기관과 연계 강화를 통해 연구기능 강화, 신규 양식기술 확보, 운영의 전문화 등 성과확산 시너지 효과를 기대할 수 있다<sup>10)</sup>.

### (3) 사업단(법인) 운영

사업단 운영방식은 적조대응 육상양식장 건립을 위해 민·관·연 공동 컨소시엄을 통해 사업단형태의 법인을 설립하여 운영·관리를 담당하는 형식으로 최근 공공적 성격의 사업에 있어 많이 도입되는 방식이다. 해수자원화 활용 연구사업도 중앙정부, 지자체, 소관 연구개발 사업 운영 규정 및 운영지침 개정(안)에 따라 사업단 또는 연구단 형태로 추진되고 있는 사례가 있다.

건립은 국가와 지자체, 어업인이 소요예산을 담당하고, 어업인은 초기출연금 형태로 지분을 가지고 운영이익에 대하여 배당을 받는 형식으로 운영이 가능하다<sup>11)</sup>.

### 3) 기관별 역할

적조대응 육상양식장의 거버넌스는 중앙정부, 지방자치단체, 연구기관, 어업인 그룹 등의 기관별 역할이라 할 수 있으며, 이는 운영 및 관리방안별로 차이를 가지게 된다.

운영방안을 구체적으로 살펴보면, 먼저 중앙정부는 적조대응 육상양식장 건립을 위한 예산 확보, 양식장 건립 지역선정 및 적정성 평가, 양식장 사업운영 기본 지침 및 시설기준 설정의 역할을 한다.

다음으로, 지방자치단체에서는 적조대응 육상양식장 건립을 위한 예산 확보, 육상양식장 건립 지역선정 및 평가, 의견수렴, 지역 내 참여 어업인 선정 기준 마련 및 평가, 참여 어업인 어업면허를 어업허가로 변경하기 위한 특별 규정 마련, 어업인 운영·관리 평가(사후관리)의 역할을 한다.

10) 육상양식장의 운영에 있어 일정 인원(비율)의 지역 어업인을 고용하여 지역 활성화 및 어업인 민원 감소가 가능하다.

11) 세부 추진 방식에 대해서는 지자체(도청)와 전문기관, 어업인의 협의를 통해 운영지침을 마련하고, 육상양식장 운영으로 인한 수익발생시 어업인 지분에 따른 수익금 배분 방식을 가진다.

전문연구기관은 육상양식장 건립 시설표준 및 장비표준 연구, 육상양식장 운영을 위한 전문 컨설팅 담당, 양식장 건립 지역선정 평가위원으로 참여하는 역할을 한다.

마지막으로, 어촌계 및 어업인은 육상양식장 건립을 위한 비용을 자부담하고, 지자체에 참여를 신청하여 육상양식장 운영·관리 및 어업인 자체적 운영위원회를 구성하는 등의 역할을 한다.

### Ⅲ. 경제적 타당성 분석

#### 1. 이론적 검토

##### 1) 분석방법

일반적으로 경제적 타당성 분석은 정부의 정책 또는 투자사업을 수행하였을 때 얼마나 경제적으로 이익을 가지며, 투자되는 예산 및 비용에 비하여 얻을 수 있는 편익이 높은가를 판단하는 것이다. 또한 정부의 정책 또는 투자사업의 경제성 평가를 위해 사용되는 일반적이고 종합적인 분석들은 편익-비용분석으로 동 분석할 때 고려해야 하는 방법으로, 경제성 분석의 기법, 편익과 비용의 판별, 할인율의 선택, 사업의 내용연수 등이 있다.

경제성 분석기법으로는 순현재가(NPV), 내부수익률(IRR), 편익비용(B/C)이 가장 많이 사용되고 있으며, 동 분석에서는 순현재가(NPV)와 편익비용(B/C) 민감도 등의 분석을 실시하였다.

##### 2) 할인율의 결정

사회적 할인율과 관련한 선행연구로는 한국개발 연구원의 『예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(2004)』, 『공공투자사업평가의 적정사회적 할인율추정에 관한 연구(2010)』 등이 있다. 한국개발연구원의 연구에서는 IBRD의 L. Squire & H. van der Tak(1975)모형을 이용하여 사회적 할인율을 추정하였으며, 추정결과는 1990년대 평균 실질 값으로 8.38%로 추정되었으나, 외국사례로는 SOC 투자와 민간투자자와 민간투자의 보완적인 관계 등을 고려하여 사회적할인율을 제시하고 있다<sup>12)</sup>.

장병철 외(2010)의 연구에서는 한국개발연구원의 사회적 할인율과, 사회적 시간선호율, 민간 자본의 투자수익률을 이용하여 실질 사회적 할인율을 도출하였으며, 적정 할인율로 2000년 후반의 적정 할인율은 2.4~3.9%이다.

육상양식장 및 가두리양식과 관련된 국내 선행연구를 살펴보면, 대부분 수산업의 특성에 따른 공공산업과 연계하여 5.5%의 할인율을 적용하고 있는 사례가 많으며, 제주수산연구소(2009)에서는 9%를 가정하여 제주 가두리양식의 경제성을 분석한 사례가 있다.

외국의 관련연구로는 Kam et al.(2003)에서 10%의 사회적 할인율을 적용하여 하와이지역의 가두리양식에 대하여 분석한 사례가 있으며, Jin et al.(2005)에서는 7%의 사회적 할인율을 사용하여 분석하였다.

동 연구에서는 적조대응 육상양식장은 공공사업적 성격과 생산물의 판매에 있어서는 상업적 목적을 동시에 가지고 있음을 고려하여, 기회비용의 적정성 및 최근 시장금리, 선행연구의 내용을 바탕으로 5.5%의 사회적 할인율을 가정하였으며, 미래에 발생할 불확실성을 고려하여 민감도 분석을 병행하였다.

12) 도로, 철도, 항만, 공항 등 일반공공투자 사업 : 사회적할인율 7.5%수자원개발, 환경시설, 낙후지역 개발 등의 사업 : 사회적할인율 5.5%.

### 3) 분석기간(내용연수)

경제적 비용과 편익에 대한 추정기간을 설정하는 데 있어서 가장 중요한 요소는 주요시설 및 장비에 대한 경제적 내용연수(Economic Life)를 결정하는 것이다. 추정기간을 장기로 하였을 경우에 동일한 사업의 순현재가(NPV)나 내부수익률(IRR)이 높아지는 효과가 나타날 수 있으므로 투자의 경제적 타당성을 의도적으로 높이기 위해 장기의 추정기간을 선정할 가능성도 있다. 그러나 현실적으로 타당한 추정기간의 설정은 경제성의 과대추정을 방지할 수 있으므로 합리적 자료에 근거한 내용연수의 설정이 필요하다.

추정기간을 설정하는 데 있어서 가장 중요한 요소는 주요시설 혹은 장비의 경제적 수명(Economic Life)을 결정하는 것이며, 일반적 사업의 투자에 있어서 주요 시설 및 장비별로 경제적 수명이 각기 다르기 때문에 각 시설의 투자비를 가중치로 하여 평균 경제적 수명(Average Economic Life)을 구하여 추정기간으로 설정하는 방법이 많이 사용된다.

양식장과 관련된 선행연구에서는 육상양식장의 경우 구조물의 특성인 철골판넬식 건축물을 주요 시설로 사용하는 경우가 대부분이며, 가두리시설에서는 주요시설을 가두리 및 그물로 하여 이에 대한 내용연수를 추정기간으로 사용하고 있는 것으로 분석되었다. 김도훈 외(2008)의 연구에서는 가두리양식 시범사업에 대하여 가두리 및 그물에 대하여 내용연수를 8년으로 가정하였으며, 이를 추정기간으로 적용하여 경제성 분석을 실시하였다.

동 연구에 분석대상인 적조대응 육상양식장의 건축물은 철골판넬식 건축물이므로 한국감정원의 유형고정자산 내용연수표의 25년을 적용하여 분석을 실시하였으며, 비교대상인 기존의 가두리양식은 8년으로 가정하였다.

## 2. 경제성 분석을 위한 편익분석

### 1) 사업의 형태 및 기본가정

경제성 분석을 위해서는 기본가정으로는 사업의 형태, 사회적할인율, 분석기간, 비용 및 직간접 편익 등이 필요하다. 동 경제성 분석에서는 사업의 형태는 지역여건에 적합한 육상사육시설 설계로 전처리유수식(소규모), 전처리유수식(대규모), 후처리 완전 순환식(대규모)의 3가지 형태와 비교를 위한 전통적 가두리양식의 총 4가지 양식설비 유형에 대하여 분석을 실시하였다. 가두리양식어장에서 아열대성 어종양식은 불가하므로 조피볼락, 참돔, 농어, 송어, 말쥐치, 감성돔 등의 기존의 양식어종 생산을 기준으로 분석하였다.

온배수를 이용한 전처리유수식 양식시스템이나 완전순환식 양식시스템은 아열대성 어종 양식이 적정어종이므로 능성어, 자바리, 붉바리, 돌돔, 강담돔, 동갈돔, 어름돔, 독가시치 등의 아열대성 어종 생산을 가정하였다.

사업기간은 앞서 기본가정에서 언급하였던 바와 같이 일반 가두리양식 및 전처리유수식 육상양식장, 후처리 완전 순환식 육상양식장의 내용연수를 고려하여 가두리양식장 8년, 육상양식장 25년으로 가정하였으며, 사회적할인율은 공공적 성격과 상업적 목적을 가지고 있음을 고려하여 기회비용의 적정성 및 최근 시장금리, 선행연구의 내용을 바탕으로 5.5%의 사회적 할인율을 가정하였다.

### 2) 비용의 산정

사업에 대한 비용은 크게 초기투자비용과 운영비용으로 구분할 수 있으며, 초기투자비용은 토목·



<표 1> 양식방법별 시설기준 및 시설비용

구 분	시설기준 및 시설비용
가두리양식	<ul style="list-style-type: none"> <li>가두리양식어장 양식시스템 시설비용(1ha)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산목표량 : 100톤, - 수면적 : 10,000m<sup>2</sup>, - 시설, 수면적 : 2,000m<sup>2</sup>, - 수용적 : 13,720m<sup>3</sup></li> <li>- 가두리 10조(가로14m×세로14m×수심7m) 설치</li> </ul> </li> <li>총 사업시설비 : 931,574 천원</li> <li>평균시설비용 : 1,553천원(평당)</li> </ul>
전처리유수식 (소규모)	<ul style="list-style-type: none"> <li>전처리유수식 고밀도 양식시스템(소규모)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산목표량 : 250~500톤, - 대지면적 : 5,000m<sup>2</sup>, - 건축면적 : 3,500m<sup>2</sup>, - 수면적 : 1,600m<sup>2</sup>, - 수용적 : 6,400m<sup>3</sup>, - 16M수조(H-4M, 지상1m, 지하3m)×8개</li> </ul> </li> <li>시설 합계금액 : 토지 매입비(300,000천원) + 총공사비(7,381,656천원)</li> <li>총 사업시설비 : 7,681,656천원</li> <li>평균 시설비용 : 평당 : 6,964천원(토지비용제외)</li> </ul>
전처리유수식 (대규모)	<ul style="list-style-type: none"> <li>전처리유수식 고밀도 양식시스템 시설비용(대규모)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산목표량 : 500~1,000톤, - 대지면적 : 10,000m<sup>2</sup>, - 건축면적 : 7,000m<sup>2</sup>, - 수면적 : 3,200m<sup>2</sup>, - 수용적 : 12,800m<sup>3</sup>, - 16M수조(H-4M, 지상1m, 지하3m)×16개 제작설치</li> </ul> </li> <li>시설 합계금액 : 토지 매입비( 600,000천원) + 총공사비(12,930,433천원)</li> <li>총 사업시설비 : 13,530,433천원</li> <li>평균 건축 및 시설비용 : 평당 : 6,097천원(토지비용제외)</li> </ul>
후처리 완전 순환식 (대규모)	<ul style="list-style-type: none"> <li>후처리 순환 여과식 고밀도 양식시스템 시설비용(대규모)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산목표량 : 500~1,000톤, - 대지면적 : 10,000m<sup>2</sup>, - 건축면적 : 7,000m<sup>2</sup>, - 수면적 : 3,200m<sup>2</sup>, - 수용적 : 12,800m<sup>3</sup>, - 16M수조(H-4M, 지상1m, 지하3m)×16개 제작설치</li> </ul> </li> <li>시설 합계금액 : 토지 매입비( 600,000천원) + 총공사비(31,904,333천원)</li> <li>총 사업시설비 : 32,504,333천원</li> <li>평균 시설비용 : 평당 : 15,042천원(토지비용 제외)</li> </ul>

건설 및 장비구입 등의 시설비가 포함된다. 운영비용은 양식장의 운영에 실질적으로 투입되는 비용으로 종묘비, 사료비, 인건비, 일반관리비, 유지비 등이다. 초기투자비용의 경우 후처리 완전 순환식 양식장이 32,504,333천원으로 가장 높으며, 대규모 전처리유수식, 소규모 전처리유수식, 가두리양식

<표 2> 양식방법별 초기투자비용 및 운영비용 산정

구 분	가두리양식	전처리유수식 (소규모)	전처리유수식 (대규모)	후처리 완전 순환식 (대규모)
시설비	931,574 천원	7,681,656천원	13,530,433천원	32,504,333천원
종묘비	35.7만미×500원 =178,571천원	40.6만미×1,000원 =406,349천원	81.3만미×1,000원 =812,698천원	81.3만미×1,000원 =812,698천원
사료비 및 첨가제 (증육계수 1.5)	15,000kg×3,000원/kg =450,000천원	384,000kg×3,000원/kg =1,152,000천원	768,000kg×3,000원/kg =2,304,000천원	768,000kg×3,000원/kg =2,304,000천원
인건비	2,500천원×6명×24개월 =360,000천원	3,000×6명×14개월 =252,000천원	3,000×10명×14개월 =420,000천원	3,000×10명×14개월 =420,000천원
일반관리비 (통신소모품)	500천원×24개월 =12,000천원	1,000천원×14개월 =14,000천원	1,000천원×14개월 =14,000천원	1,000천원×14개월 =14,000천원
시설유지 및 장비관리비용	5,000천원×24개월 =120,000천원	20,000천원×14개월 =280,000천원	40,000천원×12개월 =560,000천원	40,000천원×12개월 =560,000천원
양식 경비	1,120,571천원	2,104,349천원	4,110,698천원	4,110,698천원
생산량	100톤	256톤	516톤	516톤
성어판매가격 추정	10천원/kg	15천원/kg	15천원/kg	15천원/kg

주 : 종묘방양미수는 생산수율 가두리 40%, 이외 90%를 적용하여 추정됨, 종묘입식량 산정과 성어판매가격 등은 가두리양식장이 많은 통영지역 시장 가격 조사를 수행한 결과를 적용.

<표 3> 양식방법별 연간 양식경비

구 분	가두리양식	전처리유수식 (소규모)	전처리유수식 (대규모)	후처리 완전 순환식 (대규모)
양식경비(천원)	1,120,571	2,104,349	4,110,698	4,110,698
양성기간(개월)	24	14	14	14
연간 양식경비(천원)	560,286	1,803,728	3,523,456	3,523,456

순으로 나타났다.

양식 방법별 연간 양식경비는 앞서 추정된 종묘비, 사료비, 인건비, 일반관리비, 시설유지 및 장비 관리비용에 있어 양식기간별 내용을 1년 평균값으로 계산하였으며, 후처리 완전 순환식 및 대규모 전처리유수식양식이 3,523,456천원으로 분석되었다.

3) 편익의 산정

동 사업에서 편익은 양식장운영을 통한 수익만을 산정하였다. 일반적으로 국가 공공사업에 있어 편익은 직접편익 이외에 간접편익도 포함된다. 동 경우에는 적조대응을 통한 어업인 기대손실의 방지 등의 간접편익도 존재하지만, 실제 시설물이 상업시설임을 고려할 때 간접편익을 경제성에 포함할 경우 경제성이 과대추정될 우려가 있어 제외하였다.

양식방법별 연간생산금액 역시 비용과 동일하게 양식기간에 따른 판매금액을 1년 평균값으로 계

<표 4> 양식방법별 생산량 및 수입

구 분	가두리양식	전처리유수식 (소규모)	전처리유수식 (대규모)	후처리 완전 순환식 (대규모)
가용 면적(용지)	10,000	5,000	10,000	10,000
시설 면적(m <sup>2</sup> )	2,000	5,000	7,000	7,000
시설수조 용적(m <sup>3</sup> )	10,000	6,400	12,800	12,800
용적당최종수확 밀도(kg/m <sup>3</sup> )	10	40	40	40
최종생산목표(톤)	100	256	512	512
종묘평균중량(kg)	4	4	4	4
수확평균중량(g)	700	700	700	700
생산수율(%)	40%	90%	90%	90%
최초방양미수(만미)	35.7	40.6	81.3	81.3
양성기간(개월)	24	14	14	14
생산량(톤)	100	256	516	516
성어판매가격(천원/kg)	10	15	15	15
수입(천원)	1,000,000	3,840,000	7,680,000	7,680,000

<표 5> 연간 생산금액

구 분	가두리양식	전처리유수식 (소규모)	전처리유수식 (대규모)	후처리 완전 순환식 (대규모)
양식경비(천원)	1,000,000	3,840,000	7,680,000	7,680,000
양성기간(개월)	24	14	14	14
연간 양식경비(천원)	500,000천	3,291,429	6,582,857	6,582,857

산한 것으로 후처리 완전 순환식 및 대규모 전처리유수식양식이 6,582,857천원으로 가장 높은 생산 금액을 나타내는 것으로 분석되었다.

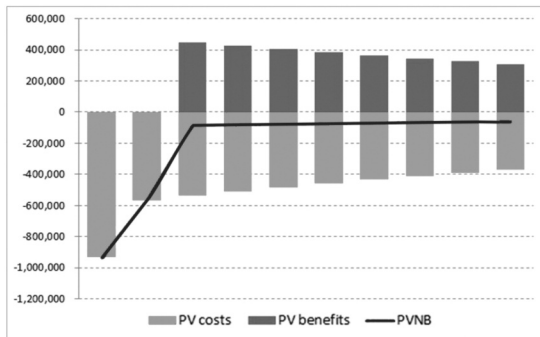
### 3. 경제성 분석 결과

경제성 분석 결과를 종합해 보면, 가두리양식 및 후처리 완전 순환식 양식은 각 NPV가 -2,083,685천원, -14,105,896천원으로 경제적 타당성이 없는 것으로 분석되었으며, 소규모 및 대규모 전처리유수식 양식은 5,552,747천원, 15,048,589천원으로 경제성이 있는 것으로 나타났다. 경제성은 대규모 전처리유수식양식이 B/C ratio가 1.221으로 가장 높은 것으로 분석되었으며, 가두리양식은 연간수입보다 비용이 높아 운영시 적자가 계속 발생하여 경제성이 없는 것으로 파악되었다.

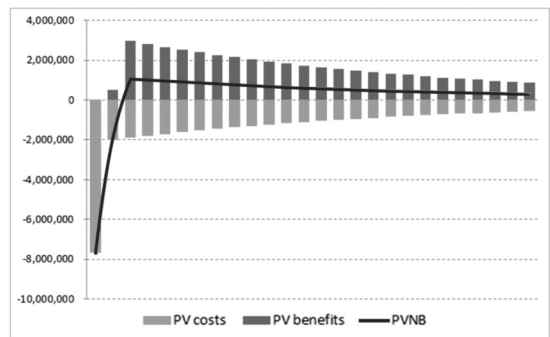
<표 6> 경제성 분석 결과 종합

(단위 : 천원,%)

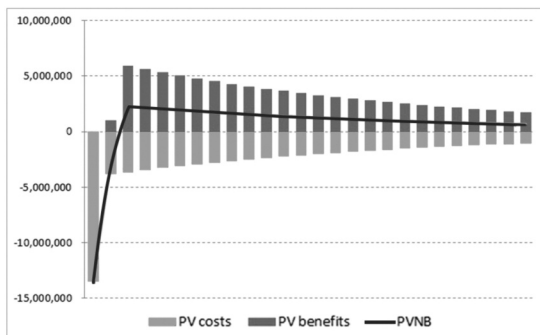
구분	NPV	B/C ratio	경제성	비고
가두리양식	-2,083,685	0.590	없음	연간 수입보다 비용이 높아 운영시 적자유지
전처리유수식(소규모)	5,552,747	1.154	있음	-
전처리유수식(대규모)	15,048,589	1.221	있음	경제성이 높아 민간자본으로 운영가능
후처리 완전 순환식	-14,105,896	0.855	없음	운영상 순수익은 발생하나 초기투자비용이 높아 경제성이 없음



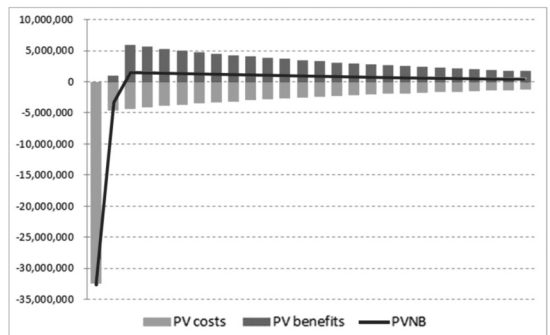
가두리양식



전처리유수식(소규모)



전처리유수식(대규모)



후처리 완전 순환식

<그림 3> 양식 방법별 현금흐름도

이 광 남

<표 7> 양식 방법별 경제성 분석 결과(1)

(단위 : 천원)

기간	가두리양식			전처리유수식(소규모)		
	PV costs	PV benefits	PVNB	PV costs	PV benefits	PVNB
0	-931,574	0	-931,574	-7,681,656	0	-7,681,656
1	-529,159	0	-529,159	-2,020,158	519,973	-1,500,185
2	-501,573	449,226	-52,346	-1,914,841	2,957,192	1,042,351
3	-475,424	425,807	-49,618	-1,815,015	2,803,026	988,010
4	-450,639	403,608	-47,031	-1,720,394	2,656,896	936,502
5	-427,146	382,567	-44,579	-1,630,705	2,518,385	887,680
6	-404,878	362,623	-42,255	-1,545,692	2,387,095	841,403
7	-383,771	343,718	-40,052	-1,465,111	2,262,649	797,538
8	-363,764	325,799	-37,964	-1,388,731	2,144,691	755,960
9	-344,800	308,815	-35,985	-1,316,332	2,032,883	716,550
10				-1,247,708	1,926,903	679,195
11				-1,182,662	1,826,448	643,786
12				-1,121,007	1,731,231	610,224
13				-1,062,566	1,640,977	578,411
14				-1,007,171	1,555,428	548,257
15				-954,665	1,474,340	519,675
16				-904,895	1,397,478	492,583
17				-857,721	1,324,624	466,903
18				-813,005	1,255,568	442,562
19				-770,621	1,190,112	419,490
20				-730,447	1,128,068	397,621
21				-692,367	1,069,259	376,892
22				-656,272	1,013,515	357,244
23				-622,058	960,678	338,620
24				-589,629	910,595	320,967
25				-558,890	863,124	304,234
NPV	<b>-1,810,563</b>			<b>5,280,819</b>		
BCR	<b>0.6238</b>			<b>1.1456</b>		

직조 대응 육상양식장 운영방안 및 경제적 타당성 분석

<표 7> 양식 방법별 경제성 분석 결과(2)

(단위 : 천원)

기간	전처리유수식(대규모)			후처리 완전 순환식		
	PV costs	PV benefits	PVNB	PV costs	PV benefits	PVNB
0	-13,530,433	0	-13,530,433	-32,504,333	0	-32,504,333
1	-3,883,077	1,039,946	-2,843,131	-4,602,466	1,039,946	-3,562,520
2	-3,680,641	5,914,384	2,233,743	-4,362,527	5,914,384	1,551,857
3	-3,488,760	5,606,051	2,117,291	-4,135,097	5,606,051	1,470,954
4	-3,306,881	5,313,793	2,006,911	-3,919,523	5,313,793	1,394,269
5	-3,134,485	5,036,770	1,902,286	-3,715,188	5,036,770	1,321,582
6	-2,971,075	4,774,190	1,803,114	-3,521,505	4,774,190	1,252,685
7	-2,816,185	4,525,298	1,709,113	-3,337,919	4,525,298	1,187,379
8	-2,669,370	4,289,382	1,620,012	-3,163,905	4,289,382	1,125,478
9	-2,530,208	4,065,765	1,535,557	-2,998,962	4,065,765	1,066,803
10	-2,398,302	3,853,806	1,455,504	-2,842,618	3,853,806	1,011,188
11	-2,273,272	3,652,897	1,379,625	-2,694,424	3,652,897	958,472
12	-2,154,760	3,462,461	1,307,701	-2,553,957	3,462,461	908,504
13	-2,042,427	3,281,954	1,239,527	-2,420,812	3,281,954	861,142
14	-1,935,949	3,110,857	1,174,907	-2,294,609	3,110,857	816,248
15	-1,835,023	2,948,679	1,113,656	-2,174,985	2,948,679	773,695
16	-1,739,358	2,794,957	1,055,598	-2,061,597	2,794,957	733,360
17	-1,648,681	2,649,248	1,000,567	-1,954,120	2,649,248	695,128
18	-1,562,731	2,511,136	948,405	-1,852,247	2,511,136	658,889
19	-1,481,261	2,380,223	898,962	-1,755,684	2,380,223	624,539
20	-1,404,039	2,256,136	852,097	-1,664,155	2,256,136	591,980
21	-1,330,843	2,138,517	807,675	-1,577,398	2,138,517	561,119
22	-1,261,462	2,027,031	765,568	-1,495,164	2,027,031	531,866
23	-1,195,699	1,921,356	725,657	-1,417,217	1,921,356	504,139
24	-1,133,364	1,821,191	687,827	-1,343,334	1,821,191	477,856
25	-1,074,279	1,726,247	651,968	-1,273,302	1,726,247	452,945
NPV	<b>14,619,708</b>			<b>-14,534,777</b>		
BCR	<b>1.2135</b>			<b>0.8511</b>		

#### 4. 민감도 분석

민감도분석의 목적은 어떤 사업의 변수의 변화에 대하여 사업의 가치 또는 이익이 얼마나 민감하게 반응하는가를 결정하는 것이다. 이것은 대부분 ‘가정에 대한 변화(what if)’ 질문으로 구성된다. 민감도분석의 단계는 다음과 같은 내용을 포함한다 : (1) 기본적인 케이스 대한 NPV의 계산 ; (2) 사업의 결과에 대해 영향을 주는 요인의 결정(예: 최초의 현금흐름, 사업의 경제적 수명, 순현금흐름 및 할인율) ; (3) 각 주요변수의 가치 또는 양의 변화정도의 결정 ; (4) 변수의 변화의 사업가치의 최종측정치(NPV, IRR 또는 B/C Ratio 등)에 미치는 효과분석 ; 및 (5) 전 단계의 결과를 비교하여 해석한다.

동 연구의 민감도분석에서 변화대상이 되는 주요변수들은 3개로 생산수율, 판매가격, 사료계수 등이다. 생산수율의 경우 생산능력에 대한 필요 중요 수를 결정하게 되는 변수로 비용항목 중 중요비용의 변화를 가져오게 된다. 사료계수는 생산에 있어 가장 큰 비용 중 하나인 사료비용의 변화를 가지고 오며, 판매가격은 전체 판매가격 중 생산금액의 변화를 수반한다.

##### 1) 생산수율변화 민감도

생산수율<sup>13)</sup>의 경우 가두리양식 40%, 이외 90%로 가정되었으며, 민감도 분석에서는 -30%~ +30%의 변화를 반영하여 분석을 실시하였다. 생산수율의 변화에 따른 중요미수 변화는 전처리유수식(대규모) 및 후처리 완전순환식의 경우 30% 변화시 625,153미에서 -30% 변화시 1,160,998로 약 2배 가까이 차이가 발생하는 것으로 분석되었다.

<표 8> 민감도 변화에 따른 생산수율 변화

(단위 : 천원)

구분	민감도 변화	가두리양식	전처리유수식(소규모)	전처리유수식(대규모)	후처리 완전 순환식
생산수율 변화	-30%	28%	63%	63%	63%
	-20%	32%	72%	72%	72%
	-10%	36%	81%	81%	81%
	0%	40%	90%	90%	90%
	10%	44%	99%	99%	99%
	20%	48%	108%	108%	108%
	30%	52%	117%	117%	117%
중요미수 변화	-30%	510,204	580,499	1,160,998	1,160,998
	-20%	446,429	507,937	1,015,873	1,015,873
	-10%	396,825	451,499	902,998	902,998
	0%	357,143	406,349	812,698	812,698
	10%	324,675	369,408	738,817	738,817
	20%	297,619	338,624	677,249	677,249
	30%	274,725	312,576	625,153	625,153
BCR 변화	-30%	0.56	1.09	1.15	0.82
	-20%	0.57	1.12	1.18	0.83
	-10%	0.58	1.14	1.20	0.85
	0%	0.59	1.15	1.22	0.85
	10%	0.60	1.17	1.24	0.86
	20%	0.60	1.18	1.25	0.87
	30%	0.61	1.19	1.26	0.87

13) 치어(중묘)를 입식 및 양성하여 상품성이 있는 성어가 될 경우 판매되는 생산량의 백분율.

2) 판매가격 변화 민감도

성어가격의 판매가격 변화는 전체 생산금액에 영향을 주는 주요 변수라 할 수 있다. 가두리양식어의 경우는 기존의 양식어종을 10,000원/kg으로 가정하였으며, 이외 온배수를 이용한 전처리유수식 양식시스템이나 완전순환식 양식시스템은 아열대성 어종 양식을 적정어종으로 15,000원/kg으로 가정하였다. 이에 대하여 -30%~+30%까지의 가격변화에 따른 연간생산금액 변화는 <표 9>와 같다.

성어가격의 판매가격 변화에 따른 BC-ratio의 변화를 살펴보면, 경제적 타당성이 있는 소규모 및 대규모 전처리유수식 양식시스템의 경우 가격이 20% 하락할 경우 경제성이 없어지는 것으로 분석되었으며, 후처리 완전 순환식에 있어서는 20% 이상의 가격상승이 일어날 경우 BCR이 1을 넘어서 경제성이 있는 것으로 나타났다.

판매가격의 변화에 따른 BCR의 변화율에 있어서는 모든 양식시스템에서 동일한 탄력성을 갖는 것으로 파악되었다.

<표 9> 민감도 변화에 따른 판매가격 변화

(단위 : 천원)

구분	민감도 변화	가두리양식	전처리유수식(소규모)	전처리유수식(대규모)	후처리 완전 순환식
판매가격 변화	-30%	7	10.5	10.5	10.5
	-20%	8	12	12	12
	-10%	9	13.5	13.5	13.5
	0%	10	15	15	15
	10%	11	16.5	16.5	16.5
	20%	12	18	18	18
	30%	13	19.5	19.5	19.5
연간 생산금액 변화	-30%	350,000	2,304,000	4,608,000	4,608,000
	-20%	400,000	2,633,143	5,266,286	5,266,286
	-10%	450,000	2,962,286	5,924,571	5,924,571
	0%	500,000	3,291,429	6,582,857	6,582,857
	10%	550,000	3,620,571	7,241,143	7,241,143
	20%	600,000	3,949,714	7,899,429	7,899,429
	30%	650,000	4,278,857	8,557,714	8,557,714
BCR 변화	-30%	0.413	0.808	0.855	0.598
	-20%	0.472	0.923	0.977	0.684
	-10%	0.531	1.039	1.099	0.769
	0%	0.590	1.154	1.221	0.855
	10%	0.649	1.270	1.343	0.940
	20%	0.708	1.385	1.465	1.026
	30%	0.767	1.501	1.587	1.111

3) 사료계수 변화 민감도

사료계수는 투입사료량의 변화에 영향을 미치며, 1.5를 기본 가정으로 분석하였다. 민감도 분석을 위한 사료계수 변화에 따른 사료 사용량을 살펴보면, 전처리유수식(대규모) 및 후처리 완전순환식의 경우 30% 변화시 약 1,000톤이 필요한 것으로 분석되었다. 사료계수 변화에 따른 사료비용은 <표 10>과 같이 변화하는 것으로 파악되었다.

사료계수 변화에 따른 BC-ratio를 살펴보면, 양식시스템별로 경제성이 있는 소규모 및 대규모 전처리

<표 10> 민감도 변화에 따른 사료사용량 및 비용 변화

(단위 : 천원)

구분	민감도 변화	가두리양식	전처리유수식(소규모)	전처리유수식(대규모)	후처리 완전 순환식
생산수율 변화	-30%	105,000	268,800	537,600	537,600
	-20%	120,000	307,200	614,400	614,400
	-10%	135,000	345,600	691,200	691,200
	0%	150,000	384,000	768,000	768,000
	10%	165,000	422,400	844,800	844,800
	20%	180,000	460,800	921,600	921,600
	30%	195,000	499,200	998,400	998,400
종묘미수 변화	-30%	315,000	806,400	1,612,800	1,612,800
	-20%	360,000	921,600	1,843,200	1,843,200
	-10%	405,000	1,036,800	2,073,600	2,073,600
	0%	450,000	1,152,000	2,304,000	2,304,000
	10%	495,000	1,267,200	2,534,400	2,534,400
	20%	540,000	1,382,400	2,764,800	2,764,800
	30%	585,000	1,497,600	2,995,200	2,995,200
BCR 변화	-30%	0.650	1.297	1.383	0.931
	-20%	0.629	1.246	1.324	0.904
	-10%	0.609	1.198	1.271	0.879
	0%	0.590	1.154	1.221	0.855
	10%	0.573	1.113	1.175	0.832
	20%	0.556	1.075	1.133	0.811
	30%	0.540	1.040	1.093	0.790

유수식양식은 민감도 변화에 있어 경제성의 증감에 영향을 미치며, 모두 경제성은 있는 것으로 나타났다.

4) 민감도 종합

각 양식시스템별 민감도 분석 결과를 종합해 보면(표 11), 가두리 양식의 BCR은 생산수율, 판매가격, 사료계수 등 모든 변수의 변화에도 경제성이 없는 것으로 나타났으며, 소규모 및 대규모 전처리

<표 11> 양식 방법별 BCR 민감도 분석 종합

(단위 : %)

구분		-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
A	생산수율	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.60	0.61
	판매가격	0.41	0.47	0.53	0.59	0.65	0.71	0.77
	사료계수	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57	0.56	0.54
B	생산수율	1.09	1.12	1.14	1.15	1.17	1.18	1.19
	판매가격	0.81	0.92	1.04	1.15	1.27	1.39	1.50
	사료계수	1.30	1.25	1.20	1.15	1.11	1.08	1.04
C	생산수율	1.15	1.18	1.20	1.22	1.24	1.25	1.26
	판매가격	0.85	0.98	1.10	1.22	1.34	1.47	1.59
	사료계수	1.38	1.32	1.27	1.22	1.18	1.13	1.09
D	생산수율	0.82	0.83	0.85	0.85	0.86	0.87	0.87
	판매가격	0.60	0.68	0.77	0.85	0.94	1.03	1.11
	사료계수	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79

주) A : 가두리 양식, B : 전처리유수식(소규모), C : 전처리유수식(대규모), D : 후처리 완전 순환식



유수식은 판매가격에 있어 20% 미만의 감소가 나타날 경우 경제성이 없는 것으로 분석되었다. 후처리 완전 순환식 양식은 판매가격이 20% 이상 상승할 경우 경제성이 있는 것으로 나타났다.

#### IV. 결 론

본 연구의 목적은 적조, 태풍 등 자연재해에 대응하기 위하여 중앙정부 또는 지방정부 차원에서 대규모 육상양식장의 건립을 추진할 경우를 고려하여 동 양식장의 운영방안과 경제적 타당성을 분석하였다.

이를 위해 경남 통영, 전남 여수 등 적조 상습 피해발생 지역에 대한 육상양식단지 개발과 더불어 양식장 운영방안에 대한 검토를 하였다. 또한 적조, 태풍 등 자연재해 대응 양식 방법 중에서 가두리양식, 전처리유수식(소규모), 전처리유수식(대규모), 후처리 완전 순환 여과식 등에 대하여 경제적 타당성 분석(순현재가(NPV), 비용편익(B/C)), 민감도(생산수율, 판매가격, 사료계수) 등에 대해 분석하였다.

본 논문의 의의 및 주요 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 양식 방법별, 규모별로 경제적 타당성을 분석하였으며, 경제적 타당성과 아울러 민감도 분석을 통해 세부적으로 검토하였다는 데 있다.

둘째, 육상양식장 운영은 적조피해 및 자연재해로 인한 피해가 큰 어업인이 양식장 운영의 주체가 되어야 하며, 이 경우 기존 어업면허를 취소하고 어업허가를 받도록 하는 절차가 필요하다. 한편 적조대응 육상양식장 건립이 적조재해 대응 기술개발에 중점을 둔다면, 특정 연구단체 및 지자체직영, 어업인단체 등 다양한 운영방법이 고려될 필요가 있다는 점이다.

셋째, 양식방법별로 경제성을 분석한 결과, 가두리양식과 후처리 완전 순환 여과식은 각각 순현재가(NPV) -2,083,685천원, -14,105,896천원, 편익비용(B/C) 0.590, 0.855로 분석되어 경제성이 없는 것으로 나타났으며, 전처리유수식(소규모), 전처리유수식(대규모)는 각각 순현재가(NPV) 5,552,747천원, 15,048,589천원, 편익비용(B/C) 1.154, 1.221로 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

넷째, 전처리유수식(소규모)과 전처리유수식(대규모)은 민감도 분석을 통한 편익비용(B/C) 측정에서 모든 경우 경제성이 있으나, 다만 판매 가격이 20% 하락할 경우에는 경제성이 없는 것으로 분석되었으며, 후처리 완전 순환 여과식은 20%의 판매가격 상승이 있을 경우에 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

본 연구는 적조, 지구온난화로 인한 해수면 온도 상승과 각종 자연재해로부터 수산물 생산의 피해를 최소화 하는데 합리적인 방식이 될 수 있는 육상양식장의 건립 및 추진 시에 기초자료를 제공하는 데 기여할 수 있다고 판단된다. 또한 향후 대규모 양식장 운영 및 개발 시 경제적 타당성 분석의 참고자료로 활용이 가능하리라고 보며, 지속적으로 양식업의 자연과학적인 자료에 기초하여 사회과학적인 경제성 분석 방법에도 도움이 되기를 기대한다.

#### REFERENCES

- Eh, Y. Y. (2014), "Productivity of Aquaculture Facility Utilization," *The Journal Fisheries Business Administration*, 45 (2), 85-95.
- \_\_\_\_\_ (2015), "Production planning in fish farm," *The Journal Fisheries Business Administration*, 46 (3), 129-141.

- Hwang, J. W., Lee, K. H. Jeong, D. S. and Kim, K. S. (2005), "A economic effects of fish seed release," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 36 (1), 121 – 138.
- Kang, S. K. (2013), "Economic Analysis of Ecklonia cava Aquaculture Business," *The Journal Fisheries Business Administration*, 44 (2), 69 – 81.
- \_\_\_\_\_ , "The Estimation and Economic Evaluation of Fisheries Benefit in Jeju Trial Sea Farm Project," *The Journal Fisheries Business Administration*, 44 (3), 29 – 46.
- Kankainen, M., Setara, J., Berrill, I. K., Ruohonen, K. C. N. and Schneider, O. (2012), "How to measure the economic impacts of change in growth, feed efficiency and survival in aquaculture," *Aquaculture Economic and Management*, 16, 341 – 364.
- Kim, S. B. (2009), Public investment analysis.
- Lee, K. N. (2014), "Estimating the fisheries losses due to Chinese's illegal fishing in the Korean EEZ," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 45 (2), 73 – 83.
- Ministry of Oceans and Fisheries (2015), "A study of Development of Land Aquacultural Technology for Contingency Red Tide," 102 – 121, 130 – 139.
- Park, C. H. (2012), "The Study on the Comparative Analysis of the Aquaculture Production Efficiency Regarding Methods and Species," *The Journal Fisheries Business Administration*, 43 (2), 79 – 94.
- Song, J. H. (2010), "A Study on the Utilizing System of Aquaculture Farms in Japan," *The Journal Fisheries Business Administration*, 41 (1), 53 – 72.
- Son, M. H., Park, M. W. and Lim, H. K. (2014), "An Economic Analysis of Black Rockfish, *Sebastes schlegeli* in the Marine Floating Cage Culture," *The Journal Fisheries Business Administration*, 45 (1), 95 – 107.