

## 제주지역 갈치 끝낚시 조업 자동화 시스템 개발의 경제성 분석

홍성완 · 양웅규 · 김문관 · 박용석 · 박경일<sup>1</sup> · 김도훈<sup>2\*</sup>

제주특별자치도 해양수산연구원, <sup>1</sup>해양수산경제연구소, <sup>2</sup>부경대학교 해양수산경영학과

### An economic feasibility analysis of the automatic operation system development for hairtail trolling line in Jeju region, Korea

Seong-Wan HONG, Ung-Gyu YANG, Mun-Kwan KIM, Yong-Seok PARK, Kyoung-Il PARK<sup>1</sup> and Do-Hoon Kim<sup>2\*</sup>

*Ocean and Fisheries Researches Institute, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju 63629, Korea*

<sup>1</sup>*Ocean & Fisheries Economic Research Institute, Busan 46997, Korea*

<sup>2</sup>*Department of Marine & Fisheries Business and Economics, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

This study aimed to analyze the profitability and economic feasibility of hairtail trolling line gear that was developed for the last 3 years (2015-2017). The new fishing gear technology development was accomplished to solve the current problem of fishermen shortage in hairtail targeting fisheries in Jeju region. Results indicated that the profitability of developed hairtail trolling line fishery was estimated to be 36.1 % which would be higher than that of other hairtail targeting fisheries in Jeju region. In addition, as an economic feasibility, the net present value and the internal rate of return of a 20-year cash inflow and outflow were evaluated to be 400.2 million won and 66.9 %, respectively. However, sensitivity analyses of main variables showed that the profitability and economic feasibility would be vulnerable to catch amount and market condition changes.

Keywords : Hairtail, Trolling line, Profitability, NPV, Sensitivity analysis

#### 서론

갈치(*Haritail, Trichinus lepturus*)는 우리나라 대표적인 상업적 대중어종 중의 하나이다. 갈치는 지난 10년간 연평균 50,455톤 정도가 어획되었다. 특히 최근 들어 어획량의 감소경향이 뚜렷하고, 연간 어획량 변동이 크게 나타나고 있다. 구체적으로 갈치 어획량은 2009년 85,450톤에서 2010년 59,242톤, 2011년 33,101톤으로 급감하였다. 이후 소폭 증가했으나 2016년 32,333톤으로 감소하였고, 지난해에는 54,481톤 수준으로 최근 어

획량의 변동이 크게 나타나고 있다(KOSIS, 2018).

지역적으로 갈치는 제주지역에서 가장 많이 어획되고 있는데, 2017년 기준 전국 갈치 어획량의 거의 절반 정도가 제주지역에서 어획되었다(KOSIS, 2018). 제주지역에서의 갈치 어업실태를 살펴보면, 대부분의 연근해 어업들이 갈치를 어획하고 있으며, 이 중 근해연승, 근해채낚기, 그리고 연안복합에서 전체 어획량의 94% 정도를 어획하고 있다(KOSIS, 2018).

하지만 이들 갈치 주요 어업들에서 어선원들의 고령

\*Corresponding author: delaware310@pknu.ac.kr, Tel: +82-51-629-5954, Fax: +82-51-629-5953

화 현상이 심화되고 있으며, 신규 어선원 구인난 문제가 심각하게 제기되고 있어 향후 지속적인 어업경영이 어려운 실정이다. 구체적으로 제주지역 갈치 채낚기어업의 경우 5~6명 그리고 연안복합어업에서는 평균 3명 정도의 어선원들이 조업을 행하고 있는데, 이들 어선원들 중 50대 이상이 거의 80%를 차지하고 있다(FIRA, 2016a). 그리고 야간조업 등 3D업종에 대한 기피현상으로 인해 신규 어선원을 확보하기 어려운 실정이다. 이로 인해 어선별 생산성이 저하하고 있어 향후 지속적으로 경영안정적인 조업을 기대하기 어려운 실정에 놓여있다. 이러한 현재의 어선원 문제를 해결하고, 보다 경영안정적인 갈치 어업을 위해서는 소수의 인력으로도 조업이 가능할 수 있는 비용효과적인 어선어구를 포함한 조업시스템의 개발이 필요하다.

이러한 배경 하에서 제주특별자치도 해양수산연구원에서는 2015년부터 2017년까지 3개년 동안 제주지역 갈치 어업의 생력화 기술개발의 일환으로 갈치 끝낚시 어구어법 개발을 도모하였다. 기술개발 연구에서는 구체적으로 2명 이내의 인력으로 조업할 수 있는 갈치 끝낚시 어업의 투·양승 자동화 시스템 개발과 효율적인 집어등 사용방법 도출 등을 목적으로 하였다.

끝낚시 어구는 일본에서 갈치 어획을 위해 주로 활용하고 있는 것으로, 의사미끼가 달린 낚시줄을 어선이 일정한 속도로 예인함으로써 대상 어종인 갈치를 유인하여 어획이 이루어진다(Kim et al., 2016; Kim et al., 2017). 새로운 갈치 끝낚시 어구의 개발은 끝낚시 어구

본연의 장점을 유지하면서도 기존 어구가 가지고 있던 문제점을 개선하는 방향으로 이루어졌다. 기술개발 내용 중 효율적인 집어등 사용방법의 경우 기존 채낚기어업의 집어등이 소모하는 전력을 충당하기 위한 발전기 가동에 유류가 많이 소요되는 것을 고려하여 유류소모를 줄이면서도 어획능률을 제고하도록 LED 집어등 사용을 제안하였다. 그리고 자동화된 투·양승장치는 노동이 집중되는 투·양승 과정에서 노동력을 절감하도록 고안하였다. 개발된 갈치 끝낚시 어구에 대한 시험조사 결과 조업당 어획실적이 우수한 것으로 판단되었다.

하지만 새롭게 개발된 어구의 상용화를 위해서는 기술적인 타당성 외에도 안정적인 어업경영을 유지할 수 있도록 하는 경제적인 타당성 평가가 필수적이다. 이에 본 연구에서는 개발된 갈치 끝낚시 어구의 조업 시험조사 결과 자료와 초기투자비용 및 연간 운영비용 조사 자료를 바탕으로 개발된 갈치 끝낚시 어업의 수익성과 경제성을 분석하고자 한다. 그리고 시험조사에 의한 한계성과 불확실성을 고려하기 위해 조업당 어획량, 시장가격, 그리고 비용요소 등에 대한 민감도 분석을 통해 향후 조업여건 및 시장상황 변화에 따른 갈치 끝낚시 어업의 경제적 타당성을 평가하고자 한다.

## 자료 및 방법

### 기술개발 개요

개발된 갈치 끝낚시 어업에 대한 시험 조업은 FRP 선질의 5.89톤 선박을 이용하여 2017년 8월부터 10월까지

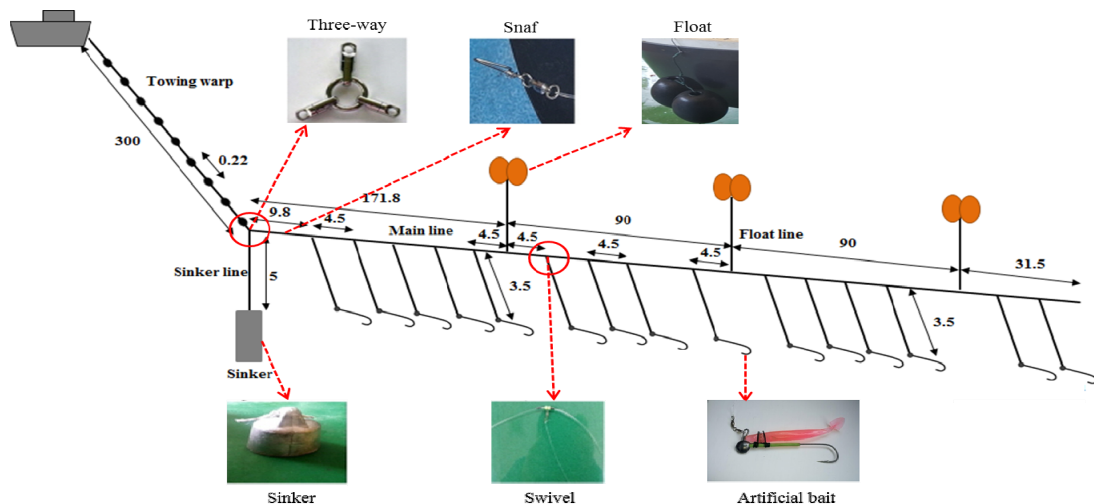


Fig. 1. Arrangement of developed hairtail trolling line gear.

지 제주해역에서 이루어졌다. 단독 승선한 어선원은 개발된 어구를 투승한 후 어선을 운항하여 어구를 예인하였으며, 해당 어선에는 레이더, 어군탐지기, 통신장비, 항해장비 등을 갖추었다. 개발된 끝낚시 어구의 모식도는 Fig. 1에서 보는 바와 같다(JOFRI, 2016).

갈치 끝낚시 어구의 제작은 일본 어업에서 실제 사용하는 어구를 수입하였고, 시험 조업을 통해 제주 어장환경을 고려하여 개량하였다. 특히 시험 조업 시 다수의 조업을 반복하는 가운데 어구의 꼬임 현상이 빈번히 발생하여 일본으로부터 수입한 어구에 비해 모릿줄과 아릿줄을 더 굵게 개량하였다. 조업 시에는 의사미끼를 사용하며, 양승 작업과 동시에 낚시바늘을 순차적으로 투승봉에 걸어서 자동적으로 다음 투승 준비가 가능하도록 고안하였다.

**분석 자료**

**조업실적**

앞서 설명한 바와 같이, 개발된 끝낚시 어구를 이용한 시험 조업은 제주해역에서 2017년 8월부터 10월 기간 동안 실시되었다. 구체적으로 8월에는 6일간 시험 조업이 행해졌고, 9월에는 3일간, 그리고 10월에는 하루(1일) 시험 조업이 행해졌다. 1일 시험 조업 시 8회 투·양승이 이루어졌으며, 1회 투·양승에는 약 50분 정도가 소요된 것으로 조사되었다.

8월 시험 조업에 있어서는 총 380 kg을 어획하였고,

9월에는 148 kg, 그리고 10월에는 60 kg을 어획하였다. 그 결과, 조업일당 어획량은 8월 63.33 kg, 9월 49.33 kg 그리고 10월 60 kg으로, 평균 57.6 kg으로 조사되었다. 그리고 1일 조업횟수 당 평균 어획량은 8월 7.92 kg, 9월 6.17 kg 그리고 10월 7.50 kg으로, 평균 7.2 kg으로 조사되었다(Table 1).

시험 조업 시 어획된 갈치는 전량 제주지역의 한림수협에 위탁되었고, kg당 위탁가격을 산출한 결과 평균 11,915원으로 조사되었다. 월별 어획량에 위탁가격을 곱한 갈치의 월별 어획금액은 8월 약 445만 원, 9월 약 222만 원, 그리고 10월 약 54만 원으로 조사되었다.

**초기투자비용 및 운영비용**

갈치 끝낚시 어업을 위한 초기투자비용의 항목은 크게 조업을 위한 어선과 의사미끼, 낚시, 모릿줄경심, 아릿줄경심, 발돌 등을 포함하는 끝낚시 어구 세트, 수중집어등, 그리고 양승기 등으로 구성된다. 여기서, 초기 어선의 비용은 실제 시험 어선과 동일한 조건의 어선을 건조하기 위해 필요한 비용을 조사하여 산출하였다. 그리고 어구 세트 및 수중집어등, 양승기의 경우 본 사업에 참여한 어구 및 장비 제작 회사에 의뢰하여 비용을 산출하였다.

구체적으로 항목별 초기투자비용을 살펴보면, 어선의 구입비용은 어선 규모 5.89톤 기준 레이더, 어군탐지기, 무선장비, 항해장비를 모두 포함하여 5,220만 원으로 조

**Table 1. Production of hairtail trolling line fishery**

Month	Fishing days	Number of operation per day	Total production (kg) (C)	Production of operation per day (kg)	Total production (Won) (C×price)
	(A)	(B)		(C/A/B)	
Aug.	6	8	380	7.92	4,453,980
Sep.	3	8	148	6.17	2,221,720
Oct.	1	8	60	7.50	540,820

**Table 2. Initial investment costs for hairtail trolling line fishery**

Category	Durable years	Unit cost (Won)	Number (no)	Total cost (Won)	Annual Cost	
					Won	%
Fishing vessel	20	52,200,000	1	52,200,000	2,610,000	71.5
Fishing gear	1	660,000	1	660,000	660,000	18.1
Line hauler	5	1,750,000	1	1,750,000	350,000	9.6
Fishing lamp	1	5,000	6	30,000	30,000	0.8
Total		52,865,000		54,640,000	3,650,000	100.0

Table 3. Operating costs for hairtail trolling line fishery

Category	unit cost (won)	annual total cost (won)	Portion (%)
Fuel cost	130,000 (won/day)	17,680,000	29.7
Labor cost	2,017,306 (won/month)	16,138,444	27.1
Gear changing cost	84,623 (won/day)	11,508,728	19.3
Sales fee	30,861 (won/day)	4,197,091	7.0
Depreciation cost	3,650,000 (won/year)	3,650,000	6.1
Repair and maintenance cost	2,610,000 (won/year)	2,610,000	4.4
Food and beverage cost	10,000 (won/day)	1,360,000	2.3
Fish container cost	7,200 (won/day)	979,200	1.6
Ice cost	7,200 (won/day)	979,200	1.6
Engine oil cost	57,000 (won/month)	453,333	0.8
Total	-	59,555,997	100

사되었다. 어선의 내용연수는 「수산업법 시행령」에 명시된 바와 같이 FRP 선질 어선에 대한 20년으로 산정하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이, 의사미끼부터 경심, 발돌 등을 포함하는 어구세트(1세트)의 구입비용은 총 66만 원으로 조사되었으며, 1년의 내용연수를 가지는 것으로 평가되었다. 다음으로 수중집어등의 경우 개당 구입비용은 5천 원으로 총 6개가 필요한 것으로 조사되었으며, 1년의 내용연수를 가지는 것으로 평가되었다. 그리고 양승기의 구입비용은 175만 원, 내용연수는 평균 5년 정도인 것으로 조사되었다.

이러한 어선, 어구 세트, 수중집어등, 그리고 양승기 등을 모두 포함한 초기투자비용은 총 5,464만 원으로 조사되었다. 각 항목별 내용연수를 고려하여 정액법을 가정한 초기 투자시설의 연간 감가상각비를 산출해 보면, 가장 높은 비중을 보이는 항목은 어선의 감가상각비로 연간 총 감가상각비의 71.5%, 매년 주기로 교체가 이루어져야하는 어구 세트가 18.1% 순으로 나타났다 (Table 2).

다음으로 조업을 행함에 있어 소요되는 연간 운영비용을 조사한 결과는 Table 3에서 제시된 바와 같다. 개발된 끝낚시 어구를 사용하여 시험 조업을 실시한 결과, 단독으로 조업할 경우 월 최대 17일 조업이 가능한 것으로 평가되었으며, 연간 조업 기간은 5월부터 12월까지 8개월로 나타났다. 갈치 끝낚시 조업에 있어서는 연료비, 어구교체비, 판매비, 수선유지비, 감가상각비, 어상자비, 얼음비 등이 운영비용으로 소요되는 것으로 조사되었다. 이들 비용항목을 고려한 갈치 끝낚시 어업의 연간 운영비용은 총 약 5,956만 원으로 조사되었다. 항

목별 비중은 연료비(29.7%), 인건비(27.1%), 어구 교체비(19.3%) 순으로 나타났다(Table 3).

연간 운영비용을 항목별로 구체적으로 살펴보면, 우선 인건비의 경우 단독 조업하는 어선원의 기회비용으로 산정하였는데, 갈치를 어획하는 제주도의 근해채낚기 어업의 인건비를 기준으로 하였다. 한국수산업자원관리공단(FIRA)의 근해어업실태조사에 따르면, 제주지역 근해채낚기 어업의 2012~2014년 평균 월 인건비는 약 202만 원으로 나타났다(FIRA, 2016a; 2016b). 유류비는 1일 평균 13만 원이 소요되는 것으로 조사되었다. 그리고 시험 조업 결과, 조업일당 탈락되거나 손상되는 의사미끼(40개), 낚시(16개), 구리선(1개), 아릿줄경심(40개) 등 어구 교체비용은 평균 약 85,000원으로 조사되었다.

그 외 판매비의 경우 수협을 통해 위판되는 판매금액의 4.5%를 적용하였으며, 감가상각비는 초기투자시설의 내용연수를 고려하여 정액법으로 산출하였다. 연간 어선 등 유지보수비의 경우 시험 조업만으로는 정확한 산정이 불가능한 실정이다. 이에 따라 우선 어선 건조비용의 5%를 가정하였다. 주부식비는 조업일당 1만 원으로 가정하였다. 그리고 오일은 17일 조업기간 동안 57,000원, 어상자는 조업일당 7,200원(6상자 소요), 얼음 7,200원(2봉지)이 소요되는 것으로 조사되었다.

분석 방법

개발된 갈치 끝낚시 어업의 경제적 타당성 평가를 위해 조사된 조업 실적과 비용 자료를 이용하여 갈치 끝낚시 어업의 연간 수익성과 향후 장기적인 조업에 따른 경제성을 분석하고자 한다.

우선 수익성을 평가하기 위한 방법으로는 매출액에 대한 순이익(매출액-운영비용)이 차지하는 비율의 정도를 나타내는 매출액순이익률을 추정하였다. 여기서, 매출액(TR)은 식 (1)에서와 같이, 시험 조업을 통해 조사된 연간 어획량(H)과 단위당 시장가격(p)에 의한 총수익을 의미하며, 총비용(TC)은 연간 운영비용의 합으로 매출액순이익률(R)은 식 (2)과 같이 평가할 수 있다(Hong et al., 2015).

$$TR = H \times p \quad (1)$$

$$R = \frac{TR - TC}{TR} \times 100 \quad (2)$$

경제성을 분석하기 위한 방법으로는 순현재가치법(Net Present Value, NPV)과 내부수익률법(Internal Rate of Return, IRR), 그리고 편익비용비율법(B/C Ratio)을 사용하였다. 이때 장기적인 경제성을 분석하기 위해 어선의 내용연수에 따라 현금흐름은 20년을 고려하였고, 사회적 할인율은 기획재정부의 「예비타당성조사 수행 총괄지침」에 근거하여 4.5%를 적용하였다(MOSF, 2017).

순현재가치법(NPV)은 경제성 분석에서 가장 일반적으로 사용하며 수산부문에서도 널리 이용되고 있다(Kim, 2012; Oh et al., 2012; Seo et al., 2012). NPV는 설정한 기간 동안의 순편익의 현금흐름을 현재가치로 환산하여 합한 것으로 식 (3)과 같이 구할 수 있다. 기술개발에 대한 NPV의 값이 영(0)보다 클 경우 기술개발에 따른 경제성이 있다고 판단할 수 있다.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{TB_t - TC_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (3)$$

여기서,  $TB_t$ 는  $t$ 기의 총편익(Total Benefit),  $TC_t$ 는  $t$ 기의 총비용(Total Cost),  $r$ 은 사회적 할인율, 그리고  $I_0$ 는 초기투자비용(Initial investment cost)을 각각 의미한다.

내부수익률(IRR)은 편익-비용 분석에서 편익의 현재가치와 비용의 현재가치가 동일하게 되도록 하는 할인율을 말한다. 즉, NPV가 영(0)이 되는 할인율을 의미한다. IRR은 특히 기술개발사업 평가 등에 있어서 적절한 사회적 할인율이 존재하지 않을 때 유용하게 사용될 수

있으며, 기술개발에 대한 IRR의 값이 기대수익률보다 클 경우 기술개발에 따른 경제성이 있는 것으로 판정한다(Baek et al., 2016; Kim, 2012). 구체적으로 IRR은 다음의 식 (4)과 같이 구할 수 있다.

$$\sum_{t=1}^n \frac{TB_t - TC_t}{(1+IRR)^t} - I_0 = 0 \quad (4)$$

식 (3)과 (4)에서 설명된 바와 같이 NPV와 IRR은 서로 밀접한 관계를 가지고 있으며, 일반적으로 동일한 결론을 도출한다. 하지만 현금흐름이 비정상적으로 발생할 경우 상호배타적인 결과가 나타날 수 있는데, 이러한 경우에는 NPV를 우선적으로 채택하는 것이 합리적인 결정으로 볼 수 있다(Kim, 2012; Seo et al., 2012).

편익비용비율(B/C Ratio)은 비용의 현재가치 합에 대한 편익의 현재가치 합의 비율로, 기술개발에 따른 편익비용비율의 값이 1보다 클 경우 기술개발의 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있다. 구체적으로 편익비용비율(B/C Ratio)은 다음의 식 (5)과 같이 구할 수 있다.

$$B/C \text{ Ratio} = \sum_{t=1}^n \frac{TB_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=1}^n \frac{TC_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

추가적으로 민감도 분석(sensitivity analysis)은 기술개발에 따른 경제성을 평가함에 있어 특정 요소의 변화에 따라 경제성 결과가 어떻게 변동하는지를 분석하는 것으로, 미래의 불확실한 상황에 대해 기술개발의 경제성 변화를 추정해 볼 수 있는 유용한 분석 방법이다(Kim et al., 2012). 특히 본 연구에서와 같이 시험 조업의 기간이 짧고, 아직 상용화가 되지 않은 낚시 어구 개발에 대한 경제성 평가에 있어 특정 요소 변화에 따른 민감도 분석은 유용한 결과를 제시해 줄 수 있다. 본 연구에 있어서는 경제성 분석 결과를 바탕으로 불확실성이 큰 어획량, 시장가격, 그리고 비용 요소에 대해 민감도 분석을 추가적으로 실시하여 경제성 결과 변화를 추정해 보았다.

## 결과 및 고찰

### 수익성 분석

시험 조업 결과 조업일당 어획량이 평균 57.6 kg으로 조사되었고(조업일당 8회 투·양승), 월 17회, 그리고 8개

**Table 4. Result on profitability analysis of hairtail trolling line fishery**

Total revenue (Won)	Total cost (Won)	Total Profit (Won)	Return on sales (%)
93,268,686	59,555,997	33,712,689	36.1

월 조업을 가정할 경우 연간 어획량은 평균 약 7,828 kg으로 산출된다. 여기에 단위당 시장가격을 곱하면 연간 총수익은 약 9,327만 원으로 추정된다. 연간 총비용은 앞서 분석한 연간 운영비용의 합으로 약 5,956만 원이다(Table 3). 총수익에서 총비용을 차감한 연간 어업 이익은 약 3,371만 원으로, 그 결과 Table 4에서와 같이, 개발된 갈치 끝낚시 어업의 수익성(매출액순이익률)은 약 36.1% 수준인 것으로 분석되었다.

이상의 갈치 끝낚시 어업의 수익성 분석 결과를 제주 지역 다른 유사 갈치 어업과 비교해 보면, 우선 갈치, 옥돔 등을 어획하는 어선규모 4~6톤 사이의 연안복합 어업의 수익성(매출액순이익률)은 34.6~37.1% 정도로 나타났다(FIRA, 2016a). 그리고 제주도에서 갈치를 어획하는 근해채낚기 어업의 수익성(매출액순이익률)은 13.8~20.6%, 근해연승 어업의 수익성(매출액순이익률)은 12.5~30.0%로 나타났다(FIRA, 2016b). 따라서 단독으로 조업이 가능한 갈치 끝낚시 어업의 수익성은 제주지역 다른 유사 갈치 어업의 수익성과 비교해 볼 때 상대적으로 낮은 수준이 아니고, 안정적인 어업경영이 가능한 것으로 평가되었다.

**경제성 분석**

향후 20년간의 갈치 끝낚시 어업에 있어 수익과 비용의 현금흐름에 대한 경제성 분석 결과는 Table 5에서 나타난 바와 같다. 4.5%의 사회적 할인율을 반영한 갈치 끝낚시 어업의 NPV는 약 4.0억 원으로 나타나 기술개발에 대한 경제성이 높은 것으로 분석되었다. 추가적으로 다양한 사회적 할인율을 반영하여 분석한 결과에서도 NPV의 값이 모두 영(0)보다 크게 나타나 갈치 끝낚시 기술개발에 대한 경제성이 높은 것으로 평가되었다.

그리고 IRR의 값도 66.9%로 추정되어 기준 사회적 할인율인 4.5% 뿐만 아니라 다양한 사회적 할인율 수준(3~10%)보다 높은 것으로 나타나 NPV와 더불어 기술개발의 경제성이 높은 것으로 분석되었다. 또한 편익비

용비율(B/C Ratio)도 사회적 할인율을 4.5% 적용할 경우 1.53으로 나타나 기술개발에 따른 경제성을 확보하는 것으로 평가되었다. 다양한 사회적 할인율을 반영한 편익비용비율(B/C Ratio)도 1.47~1.54로 분석되어 갈치 끝낚시 조업기술 개발의 경제성이 충분히 확보될 수 있는 것으로 추정되었다(Table 5).

현재 조업 및 시장 상황 하에서 제주지역 갈치 끝낚시 어업의 경제성이 영(0)이 되는 조업일당 최소 어획량은 36.8 kg으로 분석되었다. 조업일당 8회 투·양승을 행하고 있으므로 조업일당 1회 투·양승 조업 시의 최소 어획량은 평균 4.6 kg 수준이다. 따라서 현재의 시장가격 수준 하에서 갈치 끝낚시 어업의 경제성을 확보하기 위해서는 조업일당 어획량이 36.8 kg(1회 투·양승 시 4.6 kg) 이상이 되어야 하고, 월 17회 그리고 연 8개월 조업을 행할 경우 연간 어획량은 최소 5,002 kg 이상이 되어야 한다.

그리고 시험 조업을 행함에 있어 단독으로 조업할 경우 투·양승 과정이나 미끼 및 어획물 처리 등에 노동의 강도가 높아져 생산성이 저하할 우려가 대두되었다. 더욱이 단독 조업으로 인한 안전사고 발생 시 대처능력 미비의 문제점도 제기되었다. 따라서 2인이 조업하는 경우에 대해서도 경제성 분석을 추가해 보았다. 분석에 있어서는 우선 2인이 조업할 경우 투·양승횟수가 1일 8회에서 10회로 단독조업보다 증가할 것으로 조사되었

**Table 5. Result on economic analysis of hairtail trolling line fishery (In case of one fisherman)**

	Discount rate				
	3%	4.5%	6%	8%	10%
NPV (million won)	471.9	400.2	341.9	280.1	231.9
IRR (%)	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
B/C Ratio	1.54	1.53	1.51	1.49	1.47

**Table 6. Result on economic analysis of hairtail trolling line fishery (In case of two fishermen)**

	Discount rate				
	3%	4.5%	6%	8%	10%
NPV (million won)	428.3	362.7	309.3	252.7	208.6
IRR (%)	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4
B/C Ratio	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30

다. 그리고 단독 조업에 비해 추가되는 조업인원 1명분의 인건비와 투·양승횟수 증가에 따른 연료비, 어구교체비, 판매비, 어상자비, 얼음비 등의 비용이 추가된다. 인건비의 경우 앞의 단독 조업에서와 동일하게 제주지역 근해채낚기 어업의 월 평균 인건비를 가정하여 산정하였다. 판매비의 경우 어획량 증가분에 대한 판매금액의 4.5%를 적용하였고, 기타 운영비용의 경우 조업일당 투·양승횟수 증가에 비례하여 비용을 산정하였다.

분석 결과, 2인이 조업할 경우 갈치 끝낚시 어업의 수익성(매출액순이익률)은 약 26.3% 수준으로 단독 조업의 경우와 비교해서 다소 떨어지는 것으로 나타났지만, 여전히 제주지역 다른 유사 갈치 어업의 수익성과 비교해서 낮은 수준이 아닌 것으로 평가되었다. 다음으로 경제성 분석 결과, Table 6에서 보는 바와 같이, 모든 사회적 할인율 하에서 NPV가 양(+)의 값 그리고 편익비용비율(B/C Ratio)도 1 이상인 것으로 나타났고, IRR도 61.4% 수준인 것으로 분석되어 경제성을 확보할 수 있는 것으로 평가되었다.

### 민감도 분석

갈치 끝낚시 시험 조업의 한계를 보완하고, 향후 조업 및 시장상황의 불확실성을 고려한 갈치 끝낚시 어업의 경제성 변화를 분석하기 위해 민감도 분석을 추가적으로 실시하였다. 우선 연간 어획량에 대한 민감도 분석 결과, 현재 수준에서 어획량이 감소할수록 경제성은 크게 감소하는 것으로 나타났는데, 현재 시장가격 수준에서 어획량이 36.1% 이하(5,002 kg)로 감소할 경우 경제성은 마이너스(-)가 되는 것으로 분석되었다. 따라서 현재 시장가격 수준 하에서 갈치 끝낚시 어업이 최소한의 경제적 타당성을 확보하기 위해서는 어획량은 5,002 kg 이상이 되어야 할 것이다. 반면, 어획량이 현재 시험 조업 수준보다 증가할 경우 경제성은 크게 향상될 것으로 기대되는데, 예를 들어, 현재 시장가격 수준 하에서 어획량이 10% 증가(8,610 kg)할 경우 NPV는 5.1억 원, 20% 증가(9,393 kg)할 경우 NPV는 6.2억 원으로 크게 증가할 것으로 추정되었다.

다음으로 갈치의 시장가격은 크게 변동하는 것으로 나타나고 있는데, 시험 조업 시 월별 위판가격(kg당 가격)도 8월 11,721원, 9월 15,012원, 그리고 10월 9,014원으로 큰 차이를 보였다. 이러한 시장가격의 변화는 갈치

끝낚시 어업의 생산과 경영에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 kg당 시장가격을 7,000원부터 15,000원 범위로 가정하여 갈치 끝낚시 어업의 경제성 변화를 파악하기 위한 민감도 분석을 실시하였다. 분석 결과, Table 8에서와 같이, 시험 조업 시 어획량 수준 하에서 시장가격이 하락할수록 갈치 끝낚시 어업의 경제성은 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 구체적으로 시장가

**Table 7. Result on sensitivity analysis by annual catch amount**

Catch amount	NPV* (million won)	B/C ratio
-40%	-43.3	0.94
-30%	67.6	1.09
-20%	178.5	1.24
-10%	289.4	1.38
0 (current)	400.2	1.53
+10%	511.1	1.67
+20%	622.0	1.81
+30%	732.8	1.94

\*4.5% social discount rate is applied.

**Table 8. Result of sensitivity analysis by market price**

Price (Won)	NPV* (million won)	B/C ratio
7,000	-57.2	0.92
8,000	35.9	1.05
9,000	128.9	1.17
10,000	222.0	1.30
11,000	315.0	1.42
12,000	408.1	1.54
13,000	501.1	1.65
14,000	594.2	1.77
15,000	687.2	1.89

\*4.5% social discount rate is applied.

**Table 9. Result on sensitivity analysis by operating cost**

Operating cost	NPV* (million won)	B/C ratio
-30%	622.6	2.16
-20%	548.5	1.90
-10%	474.4	1.69
0 (current)	400.2	1.53
+10%	326.1	1.39
+20%	252.0	1.28
+30%	177.8	1.18
+40%	103.7	1.10
+50%	29.6	1.03
+60%	-44.6	0.96

\*4.5% social discount rate is applied.

격이 7,614 원/kg 이하로 하락할 경우 경제성은 마이너스(-)가 되는 것으로 분석되었다. 따라서 갈치 끝낚시 어업이 최소한의 경제적 타당성을 확보하기 위해서는 현재의 어획량 수준 하에서 시장가격이 7,614 원/kg 이상이 되어야 할 것이다. 반면, 시장가격이 현재 수준보다 상승할 경우 경제성은 크게 향상되는 것으로 나타났는데, 예를 들어, kg당 시장가격이 13,000원으로 증가할 경우 NPV는 약 5.0억 원, 그리고 14,000원으로 증가할 경우 NPV는 약 5.9억 원으로 크게 증가할 것으로 분석되었다.

마지막으로 개발된 갈치 끝낚시 어선 및 조업장비들은 아직 상용화가 되지 않은 것으로, 본 연구에서 사용한 초기 어구 가격 및 어구 교체비 등에 불확실성이 있고, 수선유지비의 경우에도 정확한 비용을 추정하기 어려워 어선가격의 5%를 가정하였다. 뿐만 아니라 인건비의 경우도 단독 어선원의 기회비용과 추가적인 어선원의 인건비를 유사 어업의 월 인건비로 가정하였다. 따라서 이러한 어업비용의 불확실성을 고려하고, 어업비용 변화에 따른 갈치 끝낚시 어업의 경제성 변화를 파악하기 위해 어업비용 변화에 대한 민감도 분석을 실시하였다. 어업비용의 변화는 현재 수준에서 -30~+60%의 범위로 설정하였다.

분석 결과, Table 9에서와 같이 현재 수준에서 연간 운영비용이 증가할수록 경제성이 감소하는 것으로 나타났는데, 현재의 어획량과 시장가격 수준 하에서 연간 운영비용이 54.0% 이상 증가하면 경제성이 마이너스(-)가 되는 것으로 분석되었다. 따라서 갈치 끝낚시 어업이 경제적 타당성을 확보하기 위해서는 연간 운영비용이 증가되지 않도록 유지하고, 더 큰 경제성을 확보하기 위해서는 운영비용을 절감시킬 수 있는 방안을 강구하는 것이 필요하다. 예를 들어, 현 수준에서 비용을 10% 절감할 경우 NPV는 약 4.7억 원, 그리고 20% 절감할 경우 NPV는 약 5.5억 원으로 경제성이 크게 증가할 수 있을 것으로 분석되었다.

## 결론

본 연구에서는 현재 제주지역 갈치 어업의 현안사항인 어선원들의 고령화 현상과 신규 어선원 구인난 문제를 해결하기 위한 목적으로 수행된 갈치 끝낚시 어구 개발에 대한 경제성을 분석해 보았다. 개발된 갈치 끝

낚시 어업은 2명 이내의 인력으로 조업할 수 있도록 고안되었으며, 유류비 등 비용 절감을 위해 LED 집어등과 투양승 자동화 시스템 개발을 도모하였다.

시험 조업 결과, 단독 조업이 가능한 것으로 평가되었고, 단독 조업으로는 연 8개월(5~12월) 그리고 월 17일 조업이 가능한 것으로 조사되었다. 또한 일일 조업 시 총 8회 정도의 투양승이 가능한 것으로 나타났고, 일일 조업 시 평균 어획량은 57.6 kg으로 조사되었다. 갈치 끝낚시 어업을 위한 초기투자비용은 어선과 어구 등 약 5,464만 원 그리고 연간 운영비용은 연료비, 어구교체비, 어상자비, 얼음비, 감가상각비, 수선유지비, 단독 어선원의 기회비용인 인건비 등 약 5,956만 원 정도 소요 되는 것으로 조사되었다.

이러한 시험 조업에 따른 어획량과 비용 조사 결과를 바탕으로 우선 개발된 제주지역 끝낚시 어업의 연간 수익성을 분석한 결과, 매출액순이익률은 36.1%로 나타나 제주지역 기타 유사 갈치 어업들의 수익성과 비교해서도 낮은 수준이 아닌 것으로 평가되었다. 그리고 향후 20년간 조업을 가정한 경제성 분석 결과에서는 할인율을 4.5%를 적용할 경우 NPV가 약 4.0억 원, IRR 66.9%, 그리고 편익비용비율(B/C Ratio) 1.53로 나타나 충분히 경제성을 확보할 수 있는 것으로 추정되었다.

개발된 갈치 끝낚시 어업의 경영을 지속하기 위한 최소 어획 실적 및 시장 조건을 분석한 결과에서는 현재 시장가격(11,915 원/kg) 하에서 조업일당 최소 어획량 수준은 36.8 kg 그리고 시험 조업 어획량 수준 하에서 시장가격은 kg당 최소 7,614원 이상되어야 하는 것으로 평가되었다. 그리고 비용 변화에 대한 민감도 분석 결과, 현재 어획량과 시장가격 수준에서 연간 운영비용이 54.0% 이상 증가할 경우 지속적인 경영이 어려울 것으로 추정되었다. 또한 단독 조업 외에 2명이 조업을 행할 경우에도 수익성과 경제성이 충분히 확보될 수 있을 것으로 분석되어 2명의 조업에 따른 어업경영이 가능할 것으로 평가되었다.

이러한 분석 결과를 바탕으로 개발된 갈치 끝낚시 어업이 상용화될 경우 어선원 구인난 등의 인력 문제가 크게 해소될 수 있을 것으로 기대된다. 특히 시험 조업 시 나타난 어구의 꼬임 현상, 투양승 시 속도 조절 문제, 어획 중 어구교체 문제 등에 대해서는 향후 지속적인 어구의 자동화 시스템 개발을 통해 보다 안정적인 단독



조업이 가능할 수 있을 것이다. 그리고 유류비 등 어업비용 절감 방안 도모를 통해 보다 비용효과적인 어업활동이 가능할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 아직 상용화되지 않은 갈치 끝낚시 어업에 대한 경제성을 평가한 것으로 분석에서 사용된 어획량 및 비용 자료에 대한 불확실성이 높은 한계점이 있다. 특히 어획량 자료의 경우 시험 조업으로부터 도출된 것이고, 운영비용 자료의 경우에도 어구 교체비, 수선유지비 등 정확히 산정하기 어려운 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 어획량과 비용의 불확실성을 민감도 분석을 통해 최소 어획량과 최소 운영비용 수준 등을 제시함으로써 최대한 반영하고자 하였으나 여전히 한계점으로 남아있다. 추후 상업적 조업 등을 통한 어획과 운영비용 등에 대한 자료 수집으로 추가적인 분석이 도모될 수 있을 것이다.

## 사 사

이 논문은 한국해양과학기술진흥원 수산실용화과제(20150374)의 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다. 또한 시험 조업에 도움을 주신 행복호(5.98톤) 전명현 선장님께도 고마움을 표하고, 본 논문의 심사에 많은 조언을 해주신 심사위원님께도 감사의 뜻을 전합니다.

## References

- Beak JY and Park KI. 2016. An economic analysis of rainbow trout aquaculture farms. *J Fish Mar Sci Edu* 28(5), 1280-1289. (DOI: 10.13000/JFMSE.2016.28.5.1280)
- FIRA (Korea Fisheries Resources Agency). 2016a. A research on current status of costal fisheries. Korea Fisheries Resources Agency, 1-1046.
- FIRA (Korea Fisheries Resources Agency). 2016b. A research on current status of offshore fisheries. Korea Fisheries Resources Agency, 1-525.
- Hong HS, Park KI, Seo YS and Kim DH. 2016. Profitability analysis of flatfish fry production farms. *J Fish Mar Sci Edu* 28(6), 1792-1800. (DOI: 10.13000/JFMSE.2016.28.6.1792)
- JOFRI (Jeju Ocean and Fishery Research Institute). 2016. A report of development of the labor saving fishing technology and fishing equipment in hairtail trolling line. Jeju Ocean and Fishery Research Institute. 1-209.
- JOFRI (Jeju Ocean and Fishery Research Institute). 2017. A report of development of the labor saving fishing technology and fishing equipment in hairtail trolling line. Jeju Ocean and Fishery Research Institute. 1-288.
- Kim DH. 2012. An Economic Feasibility Study of Mackerel Offshore Aquaculture Production System. *J Fish Bus Adm* 43(3), 23-30. (DOI: 10.12939/FBA.2012.43.3.023)
- Kim DH, Lipton D and Choi JY. 2012. Analyzing the economic performance of the red sea bream offshore aquaculture production system in Korea. *Fish Sci* 78, 1337-1342. (DOI: 10.1007/s12562-012-0540-2)
- Kim MK, An YI, Park SH, Oh TC, Kang HC and Park YS. 2016. Behavioral reaction of hairtail (*Trichinus lepturus*) to different colors of LED light. *J Korean Soc Fish Technol* 52(3), 183-190. (DOI:10.3796/KSFT.2013.49.4.385)
- Kim MK, Park SH, Kang HC, Oh TC, Park YS, An YI and Kim SJ. 2017. Diel variation in vertical distribution of hairtails caught by vertical longlines. *J Korean Soc Fish Technol* 53(2), 126-131. (DOI :10.3796/KSFT.2017.53.2.126)
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2018. Fishery Production Survey. Statistics Korea.
- MOSF (Ministry of Strategy and Finance). 2017. Performance guidelines for preliminary feasibility study. Ministry of Strategy and Finance. 1-9.
- Oh TY, Cho YB, Seo YI, Kim BY and Kim DH. 2012. Estimating the economic effectiveness of increasing mesh size in the small yellow croaker gillnet fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 48(4), 352-359. (DOI:10.3796/ KSFT.2012.48.4.352)
- Seo JN, An HC and Kim DH. 2012. Estimating the economic effectiveness of LED fishing light systems for the squid jigging fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 48(4), 346-351. (DOI :10.3796/KSFT.2012.48.4.346)

2018. 04. 18 Received

2018. 05. 08 Revised

2018. 05. 11 Accepted