

양식장 물김 이송 및 중량 자동측정 시스템 개발의 경제성 분석 연구

김대현 · 민은비¹ · 강태종¹ · 황두진^{2*}

전남대학교 문화관광경영학과 교수, ¹전남대학교 수산과학과 학생, ²전남대학교 해양생산관리학과 교수

Economic analysis of the loading-unloading and automatic weighing systems in laver aquaculture industry

Dae-Hyon KIM, Eun-Bi MIN¹, Tae-Jong KANG¹ and Doo-Jin HWANG^{2*}

Professor, Department of Culture and Tourism Management, Chonnam National University, Yeosu 56926, Korea

¹Student, Department of Fisheries Science, Chonnam National University, Yeosu 56926, Korea

²Professor, Department of Marine Production Management, Chonnam National University, Yeosu 56926, Korea

Laver aquaculture, which occupies a large proportion in the aquaculture industry in Korea, is still highly dependent on human labor. Therefore, it is necessary to study the development of an automatic system to improve the working environment and increase the efficiency of aquaculture production systems. The purpose of this study is to evaluate the economic feasibility of an improved system in a study for the loading-unloading and automatic weighing systems in laver aquaculture industry. Economic analysis of the developed unloading and automatic weighing system were implemented under various conditions to calculate more accurate benefits and costs. As a result of this study, the economic feasibility was found to be very high in the three models: net present value (NPV), benefit-cost ratio (B/C), internal rate of return (IRR). Moreover, the results of sensitivity analysis showed that the economical efficiency of the automatic loading, unloading, and weighing system in laver aquaculture was very high.

Keywords: Laver aquaculture, Automatic weighing, Economic analysis, NPV, B/C, IRR, Sensitivity analysis

서론

우리나라는 전 세계에서 최대 김 수출국으로 2021년 기준으로 김 생산량은 연간 547,587 M/T(금액 기준 474,955,855천원)에 달하고 있으며, 이 중 29,545 M/T(금액 기준 692,914,925달러)는 해외로 수출하고 있다(KMI, 2022). 김의 생산과 수요에 대한 국내외 수산업에서의 위상을 고려할 때 생산·물류비용 절감을 통한 경

쟁력 강화를 위한 관련분야에서의 지속적인 노력이 필요하다. 그러나 현재 선박에 설치된 김 채취기로 김을 수확할 때 많은 부분은 작업자의 인력에 의존하고 있는 실정이며, 따라서 작업자의 안전과 작업 효율화를 위하여 김의 양륙 작업과 중량 측정 등의 일련의 과정을 자동화하는 시스템에 대한 개발 필요성이 증대되고 있다.

최근에 김 양식 현장에서의 작업 개선을 위하여 다양

Received Received 22 March 2023; Revised 15 May 2023; Accepted 31 May 2023

Corresponding author: djhwang@jnu.ac.kr, Tel: +82-61-659-7126, Fax: +82-61-659-7129

Copyright © 2023 The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology

한 연구가 진행되고 있으며(Hong et al., 2018; Oh et al., 2019; Min et al., 2020), 특히 기존에 공공투자 사업에 한정하여 실시하던 경제성 분석을 최근에는 어업 기술 개발시에도 적용하여 연구의 적정성과 당위성을 확보하고 있는 추세이다(Kim and Hwang, 2022; Park et al., 2009; Seo et al., 2012; Park et al., 2012; Park et al., 2013).

본 연구에서는 최근 수행된 김 양류 작업의 효율화를 위한 자동화 시스템 연구(Min et al., 2020)를 대상으로 해당 시스템 개발에 따른 경제적 타당성을 검정하고자 한다. 특히 본 연구에서는 시스템 개발 및 운영에 필요한 비용과 개발 후 발생할 편익 산출뿐만 아니라 비용의 증감, 할인율 변동 등에 따른 위험도 분석 등을 실시하여 경제성 분석 결과의 신뢰도를 최대한 높이고자 하였다.

재료 및 방법

물김의 양류 작업 개선을 위한 시스템의 개요

본 연구의 경제성 평가 대상인 양식 물김 양류 작업 개선을 위하여 개발된 시스템 개요는 Fig. 1과 같다(Min et al., 2020). 물김의 양류에 필요한 전 과정을 자동화하기 위하여 개발된 시스템으로 물김 양류 개선 및 중량 자동측정 시스템은 생김 채취 선박의 갑판 위에 구조물 제작과 유압 제어 시스템 및 로드셀로 구성되어 있다. 선박 갑판의 구조물은 선수에 물김을 채취한 후 적재하는 공간에 프레임 제작하여 설치된다. 김 채취기계는 프레임 위에 설치되고, 유압 제어 시스템을 연결하여 레버의 작동에 따라 프레임 위에서 왕복운동을 할 수 있도록 설계된 것이 해당 시스템의 특징이다(Min et al., 2020).

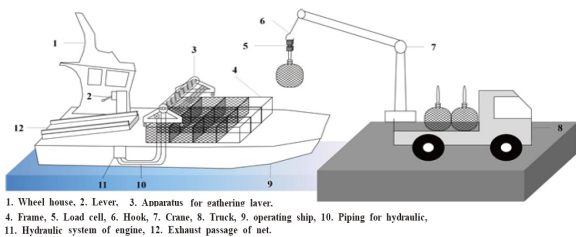


Fig. 1. An improved schematic illustration of the landing work in laver aquaculture industry (source: Min et al., 2020).

경제성 분석 모형

본 연구에서는 경제성 분석의 대표 모형인 순현재가치(Net Present Value: NPV), 편익비용비(Benefit-Cost Ratio: B/C비용), 내부수익율(Internal Rate of Return:

IRR) 등을 활용한다. 각 모형에 대한 개념 및 산출식 등에 대한 설명은 다음과 같다(Kim and Hwang, 2022). 순현재가치(NPV)는 사업의 경제성을 판단하는 가장 기본적인 척도 중의 하나이며, 현재가치로 환산된 장래의 연도별 편익의 합계에서 현재가치로 환산된 미래의 연도별 비용의 합계를 뺀 값으로 산출식은 다음과 같이 정의된다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

여기서, B_t = 시점 t 에 발생한 편익, C_t = 시점 t 에 발생한 비용, r = 할인율, n = 분석기간 등을 의미한다. 대상 사업에서 순현재가치(NPV)가 양(positive)인 사업은 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있으며, 값이 클수록 그 사업의 경제적 편익은 크다고 할 수 있다. 편익·비용비(B/C)는 식 (3)과 같이 현재가치의 편익을 비용으로 나눈 값으로 정의되며 B/C 값이 1.0 이상이면 경제성이 있는 것으로 평가한다.

$$B/C = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

내부수익율(IRR)은 편익과 비용의 현재가치가 같아지는 할인율로 정의되며, 편익과 비용의 현재가치의 합이 같아지는 할인율이 사회적 기회비용보다 높으면 사업의 수익성이 있다고 판단하는 기준으로 아래의 관계식을 성립시키는 할인율(r)이 내부수익율(IRR)이 된다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

경제성분석 방법

경제성 분석 전제

본 연구의 경제성 분석 대상 사업(Min et al., 2020)은 2020년에 개발되었으나, 시스템 도입에 따른 경제적 편익과 비용에 대한 분석 시점은 2022년을 기준으로 재설정한다. 따라서 경제성 분석에 영향을 미치는 편익과 비용항목 및 할인율 등의 변화요인을 고려하여, 2020년 기준값들을 수정·보완하여 현재(2022년) 기준으로 재분석한다. 특히 최저시급 및 정부 노임단가, 할인율 등은

2022년 기준으로 재산정하고, 기타 비용은 2020년 기준에서 정부 공시의 생산자 물가(공산품 기준) 상승률을 고려하여 2022년 기준으로 보정한다. 2020년 대비 2022년의 공산품 기준 생산자 물가 상승률은 17.2%으로 나타났다(KOSIS, 2022).

경제성 분석을 위한 시스템 도입 시점을 2022년으로 설정함에 따라 모든 비용과 편익은 2021년도 불변가격으로 산정한다. 현재 조달청 고시(제2021-41호)에서 크레인 저울·로드셀의 내용연수는 11년으로 하고 있으며, 따라서 본 연구에서 분석대상으로 하는 개발 기계의 내용연수는 11년으로 설정하고 내용연수 만료시 시스템의 잔존가치는 없는 것으로 한다(PPS, 2022). 분석 기간은 기계의 내용연수와 동일하게 설정함으로 2022년 물김 채취시기인 11월부터 11년간(2022년 11월~2033년 11월까지) 편익이 발생하는 것으로 계상한다. 개발 시스템의 유지보수 비용은 초기 설치비용의 5%를 적용하고, 시스템의 처리량은 10톤을 기준으로 산정한다. 참고로 최근 농어업 분야 자동화 시스템 개발에 따른 유지보수 비용은 초기비용의 2~5%로 가정하고 있다(Kim et al., 2017; Hong et al., 2018). 경제성 평가는 인건비 산정기준 및 편익의 항목 설정 등 여러 요인에 따라 그 결과가 현저히 달라진다. 따라서 본연구에서는 분석 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 인건비 산정기준, 기존 시스템에서 필요한 장비 구입에 소요되는 비용의 포함 여부 등 다양한 시나리오를 설정하여 분석한다. 또한 할인율 변화, 비용 및 편익의 비용의 증감에 따른 경제성 분석결과가 어떻게 변화되는지 민감도 분석을 실시하고 최악의 상황에서 경제성평가의 결과를 제시하여 사업시행에 대한 판단 기준을 제시하고자 한다.

특히 본사업으로 인하여 발생하는 편익은 인건비 절감, 및 기존 시스템에 필요한 시설 미설치 등의 직접 편익뿐만 아니라 작업자의 안전성 향상, 작업환경 개선 및 해당 분야 기술개발로 인한 생산성과 경쟁력 향상 등 다양한 간접편익이 발생한다. 그러나 간접편익은 수

치화가 매우 어렵고 또한 간접편익까지 포함하면 편익이 과다 추정될 가능성이 발생하여 본 연구에서는 수치화가 가능한 직접편익에 한정하여 분석한다.

비용·편익 항목 설정

물김의 이송 시스템 구성은 채취, 이송장치 및 중량 측정 장비로 구분되며, 각각에 대한 세부 구성 요소는 Table 1과 같다(개발 시스템에 대한 상세 내용은 Min et al. (2020) 참고).

물김의 자동이송 시스템 개발에 따른 편익은 인건비 절감 및 기존 시스템에 필요한 계근계(설치대 5×5×2m), 중량표시기(카드 또는 프린터용지)의 미설치에 따른 비용절감 등이다. 반면, 자동화시스템 구축으로 Load Cell 및 무선 전송시스템 구축비용, 그리고 자동화 이송 장치에 적합한 그물망(자루) 사용에 따른 추가 비용과 물김 채취기(틀, 전후 이동조작기) 설치비용 등이 발생한다. 현재는 10톤급 1척당 20장 내외의 그물망이 소요되고 있으나, 개발 시스템은 1척당 15장 내외의 그물망이 소요될 것으로 예상된다. 그러나 구매 단가는 약 2배(2020년 기준으로 기존 그물망은 20,000원/장, 개발 시스템에서는 40,000원/장) 높은 편이기 때문에 시스템 개발에 따른 그물망 비용은 다소 증가할 전망이다. 시스템 구축 후 발생하는 기계설비의 유지관리(수리)비용은 앞에서 언급한 비와 같이 선행 연구를 토대로 시스템 설치 비용의 5%로 가정한다.

할인율 결정

일반적으로 공공투자사업에서는 KDI(한국개발원)에서 제시하는 사회적 할인율을 적용하고 있으며, 2022년 현재 KDI에서 제시하는 할인율은 4.5%이다. 따라서 본 연구에서는 예비타당성조사 수행을 위한 지침에 근거하여 사회적 할인율 4.5%를 적용하며, 사회적 할인율의 변화에 따른 경제성 분석의 영향 정도를 측정하기 위하여 민감도분석(Sensitivity Analysis)을 추가로 수행한다.

Table 1. Comparison of configuration of water laver loading-unloading system

Category	Before development	After development
Gathering laver & Conveying	Net, Structure pipe, Others (shovel, holder, etc.)	Net, Laver gathering device (Frame, Piping for hydraulic, etc.)
Weight measurement	Weighing machine (size:5×5×2m), Weight indicator (printer paper, etc)	Load Cell, Wireless transmission system

결과 및 고찰

편익산정

본 연구 평가 대상인 물김 자동이송장치 및 중량 자동 측정시스템의 도입에 따른 경제적 편익에는 시스템 자동화에 따른 인건비 절감액과 기존 시스템에서 필요한 측정 장비(계근대, 중량표시기, 카드 또는 프린터용지 등)의 미설치에 따른 비용절감액 등이 포함된다. 인건비 절감액은 목표연도(내용연수)까지 매년 발생하며, 기존 시스템 설치비용의 절감액은 초기 연도만 발생하는 것으로 산정한다. 자동화 시스템의 개발에 따라 기존 시스템과 비교하여 1일 10톤 기준으로 2.5명 정도의 투입인력 감소와 2.5시간의 작업시간 절약이 예상된다(Table 2).

물김 이송 장치의 자동화 개발에 따른 인건비 절감 편익은 다음의 과정으로 산출한다. (i) 단계 1에서는 기존 시스템에서 물김 양륙 작업에 투입되는 연간 인건비를 산정한다. 10톤 처리 기준으로 1일 작업 투입량은 3시간*4.5명이며, 연간 180일 기준으로 연간 총 작업 시간 · 인원은 2,430(시간*명)이다. 정부 보통인부 노임 단가기준 및 최저시급 기준을 적용한 기존 시스템에 대한 인건비 산출 결과는 Table 3과 같다.

(ii) 단계 2에서는 자동화 시스템에서 물김 양륙 작업에 투입되는 연간 인건비를 산정한다. 자동화 시스템의 1일 작업에 투입되는 인력 · 시간은 2명*0.5시간/일이며, 총 작업시간 · 인원은 180(시간*명)이다. 정부 보통인부 노임단가기준 및 최저시급 기준을 적용한 개발된 자동화 시스템에 대한 인건비 산출 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 물김 양륙을 위해 투입되는 인력은 특별

한 기술이 필요 없는 단순노무직으로 분류될 수 있으며, 현재(2022년 기준) 정부에서 제시하는 단순노무직인 보통인부의 노임단가는 148,510원(8시간/일 기준)으로 1시간 기준으로는 18,564원으로 책정된다.

(iii) 단계 3에서는 ‘단계 1’에서 산출한 인건비에서 ‘단계 2’에서 산출한 인건비를 차감하여 자동화 시스템 도입에 따른 최종 인건비의 절감액으로 산정한다(다음의 산출식 참고).

$$B_L = L_b - L_a \quad (4)$$

여기서, B_L = 인건비 절감 편익, L_b = 자동화 기계 도입 전 투입 인건비, L_a = 자동화 기계 도입 후 투입 인건비, 등을 나타낸다. 본 연구에서는 정부의 ‘보통인부 노임단가기준’ 및 ‘최저시급 기준’으로 대안을 설정하여 대안별 인건비 절감액을 산정하였다. 10톤 처리 기준으로 정부 보통인부 노임단가를 적용하면 연간 인건비 절감액은 41,769천원(45,110,520원 - 3,341,520원)이 될 것으로 예상되며, 최저시급을 적용하면 20,610천원(22,258,800원-1,648,800원)이 절감될 것으로 추정된다.

기존 시스템에서 필요한 장비인 계근계(설치대), 중량표시기(카드, 프린터용지) 등의 구입에 소요되는 비용은 2020년 대비 2022년의 물가상승율 17.2% 고려할 때 총 28,717천원이 될 것으로 추정되며, 이들 장비는 자동화 시스템 개발에 따라 사용이 불필요한 기기이다. 따라서 해당 장비에 대한 도입 비용의 절감액을 시스템 개발에 따른 초기연도 편익으로 산정한다.

비용산정

시스템 도입에 따른 비용은 자동화 시스템 구축비용(초기비용)과 매년 발생하는 운영비용으로 구분된다. 자동화 시스템 구축 비용은 물김 자동이송 장치 및 중량 자동측정 시스템의 제작 원가를 반영한다. 운영비용에는 기계 자동화에 따른 시스템 운영비(에너지 소모비,

Table 2. Daily workforce for water laver (based on handling of 10 tons)

Items	Before development	After development
Number of workers (persons)	4.5	2
Working Hours (hours)	3	3 × (1/6) = 0.5

Table 3. Annual labor costs before and after system development (based on handling of 10 tons)

Items	Before development	After development
AW	18,564 (won/person·hour) × 3 hour × 4.5 (person/day) × 180 (day) = 45,110,520 won	18,564 (won/person·hour) × 0.5 hour × 2 (person/day) × 180 (day) = 3,341,520 won
BW	9,160(won/person·hour) × 3hour × 4.5 (person/day) × 180 (day) = 22,258,800 won	9,160 (won/person·hour) × 0.5 hour × 2 (person/day) × 180 (day) = 1,648,800 won

*In the table, “AW” express the government wage standard of a daily laborer and “BW” express the minimum hourly wage.

자동화 시스템 운영에 필요한 추가 인건비 등)의 추가 발생 요인은 없으며, 단지 그물망(자루)의 규격화에 따른 추가 비용이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 시스템 개발에 따른 규격 그물망 구매의 추가 비용 및 시스템 유지관리 비용을 연간 운영비에 포함한다. 물가상승율(17.2%)을 고려하여 재산정한 물김자동이송 시스템 개발에 소요되는 비용은 물김채취기 설치 비용(10,548천원), Load Cell 및 무선 전송시스템(12,892천원), 그물망 구입 추가 비용(234천원/년), 기계설비의 유지관리(수리)비(시스템 설치 비용의 5%에 해당하는 117천원/년) 등이다.

경제성분석 결과

본 연구에서는 분석 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 다양한 시나리오를 설정하여 대안별 경제성분석 결과를 제시한다. ‘대안 1’에서는 인건비 산정시 정부에서 공시하는 보통인부 노임단가기준을 적용하였으며, ‘대안 2’는 인건비 산정시 최저시급 기준을 적용하였다. 한편 ‘대안 A’에서는 기존 시스템에서 필요한 장비 구입에 소요되는 비용을 고려하였으며, ‘대안 B’에서는 기존 시스템에서 필요한 장비 구입에 소요되는 비용을 제외해 가능한 편익이 적은 경우를 가정하였다.

본 연구에서 설정한 대안별 경제성 분석 결과, 순현재 가치(NPV)는 133,433천원(최저)~327,514천원(최고)으로 나타났으며, 편익·비용비(B/C)는 4.80(최저)~10.33(최고), 그리고 내부수익율(IRR)은 129%(최저)~1,470%(최고)범위로 나타났다. 보수적 평가기준인 최소 기준(최저시급 기준 적용 및 기존 시스템에서 필요한 장비

구입에 소요되는 비용을 고려하지 않음)에서도 순현재 가치(NPV)=133,433천원, 편익·비용비(B/C)=4.80, 내부수익율(IRR)=129%로 산정되어 본 사업의 경제성이 매우 높은 것으로 나타났다(Table 4).

민감도분석 결과

경제성 평가의 편익과 비용의 추정에는 많은 불확실성이 내포되어 있으며, 본 연구에서는 이러한 불확실성을 고려하여 앞에서 살펴본 주요 변수인 할인율, 편익과 비용의 변화에 따라 경제성분석 결과가 어떻게 변화되는지 다음과 같이 검토하였다.

할인율 변화

앞에서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 한국개발연구원(KDI)의 예비타당성조사 수행을 위한 지침에서 제시된 4.5%를 적용하여 분석하였다. 그러나 할인율은 경제적 타당성을 판단하는 데 큰 영향을 미치며, 이를 고려하여 본 연구에서는 할인율 변화에 따른 경제성분석 결과(NPV 및 B/C)의 변화를 살펴보기 위하여 ±2% 범위에서 민감도분석을 수행하였다. 민감도분석은 앞에서 분석한 대안별 경제성분석 결과의 최저 기준(가장 보수적 평가)인 ‘대안 2-B’를 기준으로 실시하였으며, 할인율 변화에 따라 순현재가치(NPV)는 119,420천원~137,414천원, 편익·비용비(B/C)는 4.54~4.88로 나타났다.

비용 및 편익 변화

경제성분석 단계에서의 비용은 개략적인 추정치이며,

Table 4. Economic analysis results for each case

Category	NPV (thousand won)	B/C	IRR (%)
Case 1-A	327,514	10.33	1,470
Case 1-B	304,069	9.66	912
Case 2-A	156,878	5.47	256
Case 2-B	133,433	4.80	129

Table 5. Sensitivity analysis result according to Social discount rates (SDRs)

Model	Social discount rates (SDRs)			
	2.5%	3.5%	5.5%	6.5%
NPV (thousand won)	137,414	129,809	126,161	119,420
B/C	4.88	4.73	4.65	4.54

Table 6. Results of sensitivity analysis according to the change in cost and benefit

Model	Cost change				Benefit change			
	-20%	-10%	+10%	+20%	-20%	-10%	+10%	+20%
NPV (thousand won)	140,456	136,945	129,921	126,409	99,722	116,577	150,288	167,143
B/C	6.0	5.33	4.36	4.0	3.84	4.32	5.28	5.76
IRR (%)	198	157	109	95	89	108	154	182

실제 사업수행 시 변동의 여지가 많다. 따라서 비용 및 편익의 변동이 경제성분석 결과에 미치는 영향을 측정하기 위하여 비용 및 편익의 증감에 대한 민감도분석을 실시한다. 본 연구에서는 비용 및 편익이 $\pm 20\%$ 범위에서 변화될 경우에 대하여 경제성을 평가하였으며, 분석 결과 순현재가치(NPV)는 99,722천원~140,456,천원, 편익·비용비(B/C)는 3.84~6.0로 나타났다.

분석 결과

할인율, 비용 및 편익 등 각 요인의 변화에 따른 민감도분석 결과에서도 나타난 바와 같이 해당 시스템 개발로 인한 경제적 편익은 매우 클 것으로 판단된다. 특히 최악의 상황에 대한 시나리오(편익이 현재 산정 값 대비 -20%로 가정)에서도 물김 자동 이송장치 및 중량 측정 시스템 개발에 따른 편익은 순현재가치(NPV)=99,722천원, 편익·비용비(B/C)=3.84, 내부수익율(IRR)=89%로 경제성이 매우 높게 나타났다.

결 론

본 연구에서는 김 양륙 및 중량 자동 측정 시스템 개발에 대한 경제성을 평가하였으며, 인건비 기준, 기존 시스템의 설치 비용 포함 여부 등, 다양한 조건에 대하여 분석하였다. 연구 결과, 여러 시나리오 중 가장 불리한 조건(Case 2-B)에서도 NPV(133,433천원), B/C(4.8), IRR(129%) 등의 모형에서 본 사업의 경제적 편익은 매우 큰 것으로 나타났다.

사회적 할인율과 비용과 편익에 대한 추정의 불확실성에 대처하기 위하여 실시한 민감도분석에서도 본 사업은 경제성이 매우 높은 것으로 평가되었다. 즉, 할인율이 현재보다 현저히 높은 6.5%인 경우에도 NPV=119,420,472원, B/C=4.54로 나타났으며, 비용이 20% 증가할 때에도 NPV=126,409천원, B/C=4.0, IRR=95%로 높게 나타났다. 또한, 편익이 20% 감소하는 경우에도 NPV=99,722천원, B/C=3.84, IRR=89%로 나타나 모든 조건에서 편익이 비용을 크게 앞서는 것을 보였다.

현재 많은 어업 분야에서는 기존 투입 인력의 고령화 및 심각한 노동력 부족으로 경쟁력은 점점 약화되어 가고 있다. 본 연구에서 나타난 바와 같이 어업기술 개발은 매우 큰 사회경제적 편익이 예상되며, 따라서 기존 시스템의 자동화와 지능화를 위한 지속적인 노력이 필요할

것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(생김 자동이송장치 개발)를 토대로 해서 수정·보완함.

References

- Hong SM, Kim CS and Lee YH. 2018. Design of automatic water laver harvesting system. Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference, 346-349.
- Hong SW, Yang UG, Kim MK, Park YS, Park KI and Kim DH. 2018. An economic feasibility analysis of the automatic operation system development for hairtail trolling line in Jeju region, Korea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 54, 164-172. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.2.164>.
- KDI. 2018. 2018 preliminary feasibility study report industrial accident mother hospital construction project. Retrieved from <https://www.kdi.re.kr/>. Accessed 3 Mar 2022.
- Kim DH and Hwang DJ. 2022. A study on economic analysis of the oyster shucking machine development. Journal of Fishing Village & Aquaculture 2, 64-71.
- Kim IS, Kim CM, Kim TS and Lee JJ. 2017. Evaluation of performance and economics of organic rankine cycle integrated into combined cycle cogeneration plant. The KSFM Journal of Fluid Machinery 20, 41-47. <https://doi.org/10.5293/kfma.2017.20.1.041>.
- KMI. 2022. Laver of domestic trade. Retrieved from <https://kfishinfo.co.kr/>. Accessed 3 Mar 2022.
- KOSIS. 2022. Basic Classification of Producer Price Index. Retrieved from <https://kosis.kr/search/>. Accessed 1 Aug 2022.
- Min EB, Yoon EA, Hwang DJ, Kim OS and Yoo GB. 2020. A study on the improvement of loading and unloading work in laver aquaculture industry. J Korean Soc Fish Ocean Technol 56, 45-54. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2020.56.1.045>.
- Oh SM, Park BJ, Angani A and Kim ES. 2019. Realization of fully automatic harvest unit for water laver in the Korea sea. IEEE International Conference on Architecture, Construction, Environment and Hydraulics, 105-107.

- Park SK, Park SW and Kwon HJ. 2009. Economic analysis of biodegradable snow crab gill net model project. *J Kor Soc Fish Tech* 45, 276-286. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2009.45.4.276>.
- Park SW, Lee KH, Kang MJ, Park SK, Lee CW and Lee JH. 2013. Economic analysis on development of low-carbon gear for anchovy boat seine. *J Kor Soc Fish Tech* 49, 291-300. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.49.3.291>.
- Park SW, Lee KH, Kang MJ and Park SK. 2012. Economic analysis on development of low-carbon trawl gear. *J Kor Soc Fish Tech* 48, 360-369. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.360>.
- Public Procurement Service. 2022. Service life (Public Procurement Service Notification No. 2021-41). Retrieved from <https://pps.go.kr/kor/bbs/list.do?key=00030>. Accessed 1 Aug 2022.
- Seo JM, An HC and Kim DH. 2012. Estimating the economic effectiveness of LED fishing light systems for the squid jigging fishery. *J Kor Soc Fish Tech* 48, 346-351. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.346>.