J. Fish. Bus. Adm., 50(1), 017-037. 2019
DOI:http://dx.doi.org/10.12939/FBA.2019.50.1.017

pISSN 1225-1011 KSFBA
eISSN 2288-1727 www.fima.or.kr

어선감척사업에 따른 주요 연안어업의 자원회복 및 경제적 효과 분석†

조훈석[1] · 남종오*

[1]부경대학교 일반대학원 자원환경경제학과 대학원생, *부경대학교 인문사회과학대학 경제학부 교수

Analysis on Economic Effect and Resource Recovery of Major Coastal Fisheries by Vessel Buy-back Program in Korea

Hoon-Seok Cho[1] and Jong-Oh Nam*

[1]Graduate Student, Department of Resource and Environmental Economics, Graduate School, Pukyong National University, Busan, 48513, Korea

**Professor, Division of Economics, College of Humanities & Social Sciences, Pukyong National University, Busan, 48513, Korea*

Abstract

The purpose of this study is to estimate the resource recovery effect and the economic effect of the fishermen by the fisheries vessel buy-back program. First, this study standardizes the fishing efforts of coastal gill net, coastal trap, and coastal composite fisheries using Gavaris general linear model. Second, the resource evaluation is performed by using vessel buy-back program data, and also the CYP model based on exponential growth function is applied. In order to derive the effect of the vessel buy-back program, the MSY with the vessel buy-back program is compared with the MSY without the vessel buy-back program. Finally, we compare and analyze producer surplus under the equilibrium of the MEY and the OA using bioeconomic model. In conclusion, the vessel buy-back program has shown an increase in resource growth and economic improvement for the remaining fishermen. The result shows that the remaining fishermen are able to obtain an increase in producer surplus of about 53% due to the vessel buy-back program under equilibrium levels of the open access and the maximum economic yield.

Keywords : Major Coastal Fisheries, Vessel buy-back, Bioeconomic Model, Producer Surplus

Ⅰ. 서 론

최근 국민소득이 증가함에 따라 국민의 식생활 패턴이 변화하여 건강한 식자재에 대한 관심이 높아

Received 14 March 2019 / Received in revised form 22 March 2019 / Accepted 22 March 2019
†본 논문은 조훈석(2018)의 부경대학교 자원환경경제학과 경제학석사 학위논문의 일부를 수정 · 발췌하였음.
*Corresponding author : https://orcid.org/0000-0002-2349-9225, +82-51-629-5317, namjo1234@pknu.ac.kr
[1] https://orcid.org/0000-0002-2172-3481
ⓒ 2019, The Korean Society of Fisheries Business Administration

지고 있다. 이에 따라 수산물은 과거 단순한 동물성 단백질 공급원으로서의 가치를 넘어 건강 기능성 식품으로서의 가치도 중요시 되고 있다. 2016년 유엔식량농업기구(FAO, 2016) 보고서에 따르면, 미래 식량으로 단백질 공급에 수산물의 비중이 빠르게 확대될 것으로 예상하고 있으며, 나아가 앞으로 10년간 전 세계의 수산물 생산 및 소비 교역량 또한 계속 증가할 것으로 전망하고 있다.

그러나 주요 수산물 소비국 중 하나인 우리나라는 과도한 경쟁적 조업으로 인해 1980년 대비 50% 이상의 수산자원이 감소하였다[1]. 또한 어업생산량은 1986년에 최고수준인 170만 톤을 기록한 후 계속 감소 추세를 보이다가, 2017년에 들어서는 약 93만 톤 수준까지 떨어져 45년 만에 100만 톤 이하로 내려가는 위기를 겪고 있다. 이러한 상황은 수산자원의 고갈뿐만 아니라 어업을 영위하는 어가의 소득을 감소시켜 어가 경제에 부정적인 영향을 초래할 수 있다. 구체적으로 2016년 연안어업실태조사(해양수산부, 2017)에서는 33개 어종 중 15개 어종이 F_{MSY} 수준을 넘는 과도한 어획노력량이 투입되고 있는 것으로 나타났으며, 25개 어종이 $2/3F_{MSY}$ 수준을 넘는 어획노력량이 투입되고 있는 것으로 나타났다.

한편, 수산자원의 감소가 심해짐에 따라 정부는 지속가능한 수산자원의 이용과 남획된 자원을 회복하기 위한 다방면의 정책을 실시하고 있다. 수산자원 관리와 어업생산성 향상을 위해 정부가 시행하고 있는 여러 정책 중 대표적인 것은 1994년부터 실시된 어선감척사업과 1999년부터 실시된 총허용어획량제도(TAC, Total Allowable Catch)이다. 이 중 어선감척사업은 2012년부터 제정되어 시행하고 있는「연근해어업 구조개선 및 지원에 관한 법률」에 근거하여 실시되고 있다. 여기서, “연근해어업 구조개선”이란 어선감척사업 및 어업 종류의 통폐합, 어구 규모 조정 등 어업선진화를 위한 여러 조치를 의미한다.

본 연구의 분석 대상인 어선감척사업은 대표적인 어획노력량 규제정책으로 어선을 감척하여 어업생산량을 일시적으로 감소시킴으로써 수산자원을 관리 · 회복시키는 정책이다. 또한 “연근해어선 세력을 어업자원에 적합한 수준으로 감축하여 지속가능한 수산물 생산을 도모함으로써 어업의 경쟁력을 강화하고 어업인의 소득증대에 기여”(해양수산부, 2017)함을 목적으로 1994년부터 2015년까지 약 16,533억 원을 투입하여 연근해어선 19,326척에 대한 감척을 실시하였다[2]. 이렇듯 사회적으로 많은 비용이 투입되는 어선감척사업이 실질적으로 효과가 있는지에 대한 문제는 매우 중요하다고 할 수 있다. 이러한 문제의식을 바탕으로 본 연구에서는 감척실적이 좋은 3개의 연안어업(연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업)을 대상으로 어선감척사업 시행 유무에 따른 경제적 효과와 더불어 수산자원에 미치는 효과를 살펴보고자 한다.

먼저, 본 연구와 관련성이 높은 국외 연구로는 Grafton · Nelson(2005)을 들 수 있다. 이들은 British Columbia의 연어어업을 대상으로 실시된 어선감척사업의 효과를 분석하였다. 분석 시, 어선감척이 가장 많이 시행된 1996년과 1998년부터 2000년간의 어선감척 효과를 분석하였다. 분석 결과, 분석 대상기간 동안 사이에 어업 생산량이 절반 이상 감소하였으며, 어선척수 또한 줄어들었음을 확인하였다. 그리고 어선감척사업의 감척비용 대부분이 어업인에 의해 신규 장비구입 및 어업생산 쿼터의 구매에 주로 이용되어 상쇄됨을 확인하였다. Spagnolo(2007)는 이탈리아 조개어업을 대상으로 실시된 어선감

1) 해양수산부의 “제2차 수산자원관리기본계획(2016)”과 “수산업 혁신성장과 일자리 창출을 위한 수산혁신 2030 계획(2019)”을 참고하여 작성하였다.

2) 연근해어선 감척실적 19,326척 중 연안어선이 15,851척을 차지하며, 연안자망어업 1,998척, 연안통발어업 4,135척, 연안복합어업 9,294척으로 상기 3개 어업이 연안어선 감척실적의 97%를 차지하고 있다.

척사업의 효과를 분석하였다. 분석 시, 어선감척사업 실적을 이탈리아 조개어업의 전통적인 생산방법인 공동 관리와 새로운 생산방법인 자가 관리로 구분하여 분석을 실시하였다. 분석 결과, 어선감척사업으로 인해 조개 자원량이 회복되었고, 이로 인해 조개어업의 이익이 크게 증대하였음을 확인하였다.

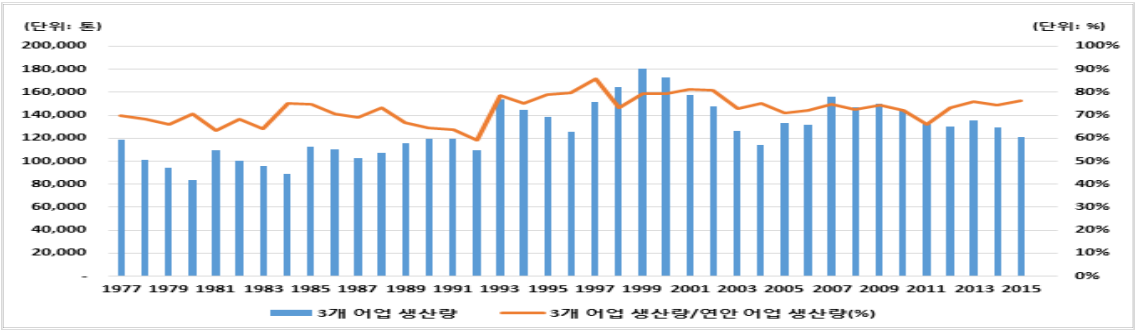
국내 연구로 박병수 · 이명규(2005)는 근해어선 감척사업의 효과를 분석하기 위해 어선감척 전과 후의 근해어업별 어업생산량과 CPUE(척수, 톤수, 마력수)를 비교하였다. 분석 결과, 근해어업의 생산량은 감소한 것으로 분석되었으나, CPUE는 증가하여 어선감척사업은 CPUE 증대 효과가 존재함을 확인하였다. 표희동(2006)은 ASPIC(ASPIC, A Stock-Production Model Incorporating Covariates)모형을 이용하여 어업의 자원평가를 실시한 후, 생물경제모형을 이용하여 어선감척사업의 경제적 투자효과를 분석하였다. 분석 시, 1994년부터 2002년까지의 기간을 대상으로 어선감척사업 유 · 무를 가정하였으며, MSY 수준을 목표로 경제적 효과를 분석하였다. 분석 결과, 어선감척사업 실시로 인해 수산자원량은 어선감척사업을 시행되지 않았을 경우보다 적은 수준으로 감소하였으며, 사업의 경제적 효과 또한 존재하는 것으로 나타났다. 또한 최종두(2014)는 연근해어업의 어선감척목표량을 산정하고, 어선감척사업의 기대효과를 분석하였다. 분석 시, 어선감척사업으로 인한 어업 생산량 증대액을 추정하고, 연근해어선의 감척비용을 이용하여 비용편익분석(Cost Benefit Analysis)을 실시하였다. 분석 결과, 연근해 모든 어업에서 순현재가치(NPV, Net Present Value)와 비용편익비율(BCR, Benefit Cost Ratio) 기준을 통과하여 경제성이 존재하는 것으로 분석되었다. 하지만 어선감척사업만으로는 과잉어획을 방지하고 수산자원을 보존함에 있어 한계가 있으므로 이를 보존하는 다양한 정책들이 병행되어야 함을 언급하였다.

상기의 선행연구 외에도 정민주 · 남종오(2017)는 단일 업종인 연안자망어업을 대상으로 어선감척사업의 효과를 분석하기 위해 자원평가 및 공급함수를 추정하는 등 본 연구와 관련된 국내 · 외 연구들이 존재한다. 그러나 본 연구는 3개 연안어업의 어획노력량을 Gavaris의 일반선형모형을 이용하여 표준화 한 후 MEY, OA 균형 수준 하에서의 공급함수를 도출하고, 수요가격탄력성을 사용하여 어선감척사업 유무에 따른 MEY, OA 균형 수준 하에서의 생산자 잉여를 도출하여 비교 · 분석한 연구는 없었으며, 이러한 점이 기존 연구와의 차이라 할 수 있다.

본 연구의 구성으로, Ⅱ장에서는 분석대상이 되는 연안자망, 연안통발, 연안복합어업의 현황에 대해 분석한다. Ⅲ장에서는 어선감척사업의 효과 추정을 위해 사용되는 자원평가모형의 이론적 배경과 분석모형 및 분석방법에 대해 살펴본 후, Ⅳ장에서 자료 분석 및 분석 결과를 통해 어선감척사업의 유무별 효과를 제시한다. 끝으로 Ⅴ장인 결론에서는 본 연구의 결과를 요약하고, 향후 연구방향을 제시하며 글을 맺고자 한다.

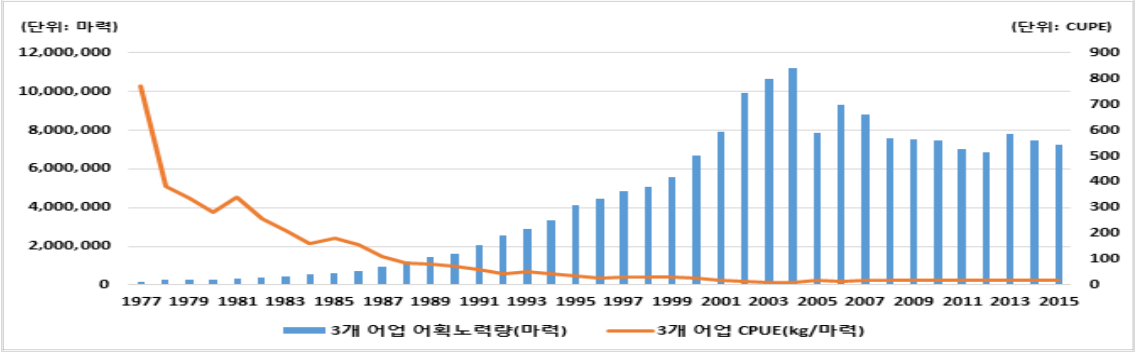
Ⅱ. 현황분석

<그림 1>은 연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업 등 3개 어업의 생산량과 생산 비중을 나타낸 그래프이다. 상기 3개 어업의 생산량은 1977년 약 12만 톤을 생산한 후 꾸준히 증가하여 1999년에는 최고점인 약 18만 톤을 기록한 후 계속 감소 추세를 보이다 2015년에 들어서는 생산량이 급감하여 약 12만 톤까지 감소하였다. 이는 생산량이 가장 높았던 1999년 대비 약 50%나 감소한 수준이었다. 또한 3개 연안어업의 생산량이 전체 연안어업 생산량에서 차지하는 비중은 1977년 약 70%에서 1997년 86%로 증가하였으나, 2015년 76%로 다시 감소한 것으로 나타났다. 이는 연안선망어업, 연안



자료 : 국가통계포털 (http://www.kosis.kr/) 어업생산통계 재가공.

<그림 1> 3개 연안어업의 생산량 및 생산비중(1977~2015년)



자료 : 국가통계포털 (http://www.kosis.kr/) 등록어선통계, 재가공.

<그림 2> 3개 연안어업의 마력수 및 CPUE(1977~2015년)

개량안강망어업, 연안들망어업의 생산량은 증가하였으나, 분석대상인 3개 어업은 반대로 감소하였기 때문으로 판단된다.

1977년부터 2015년까지의 연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업 등 3개 어업의 어획노력량인 마력수를 합산한 추이를 살펴보면, 1977년 연안 3개 어업의 마력수는 약 15만 마력이었으나 이후 꾸준히 증가하여 1988년에는 약 123만 마력에 이르렀는데, 이는 1977년 대비 8배 이상 증가한 수준이었다. 또한 1988년 이후 연안어선의 마력수는 더 증가하여 2004년에는 약 1,123만 마력으로 역대 최고 수준을 기록하였다. 이러한 수준은 1977년 대비 약 75배 증가한 것이며, 1988년과 비교해 보면 약 9배나 증가한 수준이었다. 이처럼 급증하는 연안어업의 어선세력을 줄이기 위해 우리나라는 2004년부터 연안어업의 어선감척사업을 실시하였으며, 2004년 최고점인 약 1,123만 마력을 기록한 후 점차 감소하여, 2015년에는 약 726만 마력으로 2004년 대비 397만 마력 정도가 감소하였다.

또한 연안어업의 CPUE는 1977년 772(kg/마력)에서 급격히 감소하여 1990년 74(kg/마력)로 크게 감소하였는데, 이는 1977년 대비 약 10% 수준에 불과하였다. 그 후 1998년 CPUE는 32(kg/마력)로 나타나 7년 사이에 다시 절반 이상이나 감소하였다. 아울러 2015년 최근 CPUE는 17(kg/마력)로 1977년 대비 2% 수준에 불과한데, 이는 연안어선의 마력 증가와 더불어 수산자원의 남획으로 인한 수산자원량 감소에 기인한 것으로 여겨진다.

Ⅲ. 추정모형

1. 모형의 기본가정

우리나라 연안의 수산자원은 연안개량안강망어업, 연안선망어업, 연안통발어업, 연안자망어업, 연안들망어업, 연안복합어업 등 8개 연안어업과 건간망, 승망류, 장망류 등 12개 구획어업에 의해서 어획된다. 이에 본 연구에서는 구획어업을 제외한 8개 연안어업 중 최근 3년간(2013~2015년) 연안 어획량의 76%를 차지하고 있는 연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업을 대상으로 자원평가를 실시하였다.

본 연구의 첫 번째 가정으로 연안어업 사이에 경제적인 상호작용이 존재한다는 것이다. 즉 연안해역의 수산동식물을 어획하는 3개의 어업 중 한 어업의 생산량이 증가하면 나머지 2개의 어업에서 생산량이 감소하는 것을 의미한다. 두 번째 가정으로 본 분석에 사용된 생산량은 3개 어업에 의해 어획되는 생산량만을 분석의 대상으로 적용하는 것이다. 그 이유는 분석대상에서 제외된 연안개량안강망어업, 연안선망어업, 연안조망어업, 연안선인망어업, 연안들망어업의 생산량이 분석대상에 포함될 경우, 분석대상인 연안 3개 어업의 생산자 잉여가 과다 추정될 수 있기 때문이다.

2. 어획노력량 표준화모형

어획노력량을 표준화하는 방법은 여러 가지가 존재하지만, 본 연구에서는 Gavaris(1980)의 일반선형모형(GLM, General Linear Model)을 이용하여 3개 어업의 서로 상이한 어획노력량을 하나의 단위로 표준화 하였다.

$$\ln U = \ln U_r + \sum_i \sum_j X_{ij} \ln P_{ij} + \epsilon \tag{1}$$

식 (1)에서 U_r은 어법, 연도, 어업, 어구, 조업구역 등을 의미하는 요인변수의 기준이 되는 CPUE를 말한다. i는 요인변수를 의미하고, j는 각 요인변수 내의 수준을 말한다. P_{ij}는 요인변수 i에서의 j 수준에 대한 상대적인 어획능력을 나타내며, 각 요인변수의 기준이 되는 수준에 대해 P_{ij}는 1로 정의한다. X_{ij}는 자료가 요인변수 i의 j수준을 나타낼 때 1로 표기하며, 그렇지 않을 경우 X_{ij}는 0으로 표기한다. CPUE의 일반모형은 로그정규분포에 기초하며, ϵ는 정규확률변수(Normal Random Variable)로 평균이 0이며 σ^2는 일정한 분산을 가진다.

3. 잉여생산모형

1) CYP모형

본 연구에서 사용된 잉여생산모형(Surplus Production Model)은 Verhulst(1838)에 의해 제시되었으며, 수산자원의 성장량과 생산량이 동일하다면 균형어군을 유지할 수 있는 것으로 모형을 통해 지속적으로 수산자원을 이용할 수 있음을 설명하였다.

특히, Clarke, Yoshimoto, Pooley는 지수성장함수(Exponential Growth Function)에 근거한 Fox모형(1970)을 개량하여 새로운 모형인 CYP모형(1992)[3]을 개발하였는데, 동 모형은 본 연구에서 분석한 다른 잉여생산모형에 비해 통계적으로 연안어업의 분석에 적합한 것으로 나타났다.

$$\ln\left(\overline{U}_{t+1}\right)=\frac{2r}{2+r}\ln(qk)+\frac{2-r}{2+r}\ln\left(\overline{U}_t\right)-\frac{q}{2+r}\left(\overline{F}_t+\overline{F}_{t+1}\right) \tag{2}$$

여기서, U는 CPUE, F는 어획노력량, q는 어획능률계수, k는 수산자원의 환경수용능력, r은 수산자원의 본원적 성장률을 의미한다.

2) 지속적 어획곡선 및 최대지속적 생산량

자원량이 X^*일 때, 어획노력량이 지속적으로 투입되어 얻을 수 있는 균형 생산량과 균형 어획노력량 사이의 관계의 함수를 지속적 어획곡선이라 한다. 지속적 어획곡선은 어획함수 $Y(F)=qFX$에 균형자원량 X^*을 대입하여 구할 수 있다.

$$SY(F)=qFX^*=qkFe^{-\left(\frac{q}{r}\right)F} \tag{3}$$

최대지속적 생산량(Y_{MSY}) 균형 하의 어획노력량을 추정하기 위해서 식 (3)을 F에 대해 미분하며, 이때의 값을 0으로 설정한 후 F로 정리하면 최대지속적 어획노력량(F_{MSY})을 추정할 수 있다.

$$F_{MSY}=\frac{r}{q} \tag{4}$$

위의 식 (4)를 식 (3)에 대입하여 식 (5)의 형태로 나타낼 수 있는데, 이것을 최대지속적 생산량(Y_{MSY})이라고 한다.

$$Y_{MSY}=qkF_{MSY}e^{-\left(\frac{q}{r}\right)F_{MSY}}=\frac{rk}{e} \tag{5}$$

4. 생물경제모형

1) 지속적 총수입, 어획비용, 이윤함수

식 (6)은 지속적 총수입함수(STR, Sustainable Total Revenue)로 생산자가 생물적 균형 하에서 얻을

3) CYP모형에 관한 이론은 Clarke·Yoshimoto·Pooley(1992)의 “A Bioeconomic Analysis of the Northwestern Hawaiian Islands Lobster Fishery”의 내용을 참고하여 작성하였다.

수 있는 수입을 의미한다. 해당어업의 지속적 어획함수에 해당어업의 단위생산량당 생산자가격 p를 곱하여 추정한다.

$$STR(F) = p \times SY(F) = pqkFe^{-\left(\frac{q}{r}\right)F} \tag{6}$$

식 (7)은 총어획비용함수(TC, Total Cost)로써 TC를 F로 나누어 단위어획노력당 비용인 c를 도출한 후, F를 곱하여 도출한다.

$$TC(F) = cF \tag{7}$$

STR에서 TC를 제외하여 이윤함수(NP, Net Profit)를 구할 수 있으며, 이는 식 (8)과 같이 표현할 수 있다.

$$NP(F) = STR(F) - TC(F) = pqkFe^{-\left(\frac{q}{r}\right)F} - cF \tag{8}$$

2) 최대경제적 생산량

NP가 극대화되는 지점인 최대경제적 생산량은 $MR = MC$가 되는 지점과 같다. 따라서 MEY 균형 하의 최대지속적 어획노력량(F_{MEY})을 추정하기 위해서 식 (8)을 F에 대해 미분하고, 최대경제적 생산량을 구하기 위해 0으로 두면 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{\partial NP(F)}{\partial F} = -\left(\frac{q}{r}\right)Fpqke^{-\left(\frac{q}{r}\right)F} + pqke^{-\left(\frac{q}{r}\right)F} - c = 0 \tag{9}$$

식 (9)를 F로 정리하면 F_{MEY}를 추정할 수 있으며, 이는 식 (10)과 같다[4].

$$F_{MEY} = \frac{r}{q}\left[1 - \frac{c}{pqk}e^{\left(\frac{q}{r}\right)F_{MEY}}\right] \tag{10}$$

최대지속적 생산량(Y_{MEY})을 도출하기 위해서 식 (3)에 F_{MEY}를 대입하는데, 이는 식 (11)과 같다.

4) 식 (10)의 양변에 F_{MEY} 포함되어 있기 때문에 F_{MEY} 추정이 복잡하나 Excel 프로그램의 목표 값 찾기(Goal Seek) 기능을 사용하여 F_{MEY} 추정이 가능하다.

$$Y_{MEY} = qkF_{MEY}\, e^{-(\frac{q}{r})F_{MEY}} \tag{11}$$

3) 자유어업의 균형 생산량

자유어업(OA, Open Access)은 $STR = TC$가 되는 지점, 즉 $NP = 0$이 되는 지점을 말한다. 이 수준 이상으로 어획노력량을 투입하게 되면 $NP < 0$이 되어 손해가 발생하므로 어획노력량을 OA 균형까지 줄이게 된다. 반대로, 어획노력량이 OA 균형 이하로 투입되면 $NP > 0$이 되어 수익이 발생하므로 어획노력량을 OA 균형까지 추가적으로 투입한다. 따라서 OA 균형 하의 어획노력량(F_{OA})은 식 (8)이 0일 때, F에 대해 풀이하여 식 (12)과 같이 나타낼 수 있다.

$$F_{OA} = \frac{r}{q}\left[\ln(pqk) - \ln(c)\right] \tag{12}$$

F_{OA}를 지속적 어획곡선에 해당하는 식 (3)에 대입하여 식 (13)과 같은 OA 균형 하의 생산량(Y_{OA})를 도출할 수 있다.

$$Y_{OA}(p) = \frac{c}{p}\frac{r}{q}\left[\ln(pqk) - \ln(c)\right] \tag{13}$$

5. 공급함수

1) 최대경제적 생산 균형 하에서의 공급함수

어업인은 MEY 균형 하에서 한계수입과 한계비용이 일치하게 되는 지점($MR = MC$), 다시 말해 순이익이 극대화되는 지점까지 어획노력량을 투입하여 어획활동을 하게 된다. 이 지점에서의 F_{MEY}는 식 (10)과 같다. MEY 균형 하에서의 공급함수(S_{MEY})를 도출할 때 F_{MEY}를 식 (11)에 대입하여 S_{MEY}를 도출하였으며, 이는 식 (14)와 같다.

$$S_{MEY}(p) = rk\left(1 - \frac{c}{pqk}e^{\left(\frac{q}{r}\right)F_{MEY}}\right)e^{\left(\frac{c}{pqk}e^{\left(\frac{q}{r}\right)F_{MEY}} - 1\right)} \tag{14}$$

MEY 균형 하에서 공급곡선의 생산량이(Y)이 0일 때의 가격은 식 (14)의 S_{MEY}에 0을 대입하여 도출할 수 있으며, 식 (15)와 같다.

$$P_{Y_{MEY=0}} = \frac{c}{qk}e^{\left(\frac{q}{r}\right)F_{MEY}} \tag{15}$$

2) 자유어업 균형 하에서의 공급함수

어업인은 OA 균형까지 도달하지 못할 경우, 어업인의 이윤이 발생하여 이윤이 0이 될 때까지 어획노력량을 추가적으로 투입하게 될 것이다. 이러한 경우 F_{MSY} 수준까지는 어획노력량을 투입할수록 생산량이 지속적으로 증가하게 된다. 그러나 F_{MSY} 수준을 초과하면 추가적인 어획노력량 투입에도 불구하고 생산량은 감소하게 된다. 수산물의 가격이 상승하게 되면 더 많은 어획노력량을 투입하여 Y_{MSY} 수준까지는 공급곡선이 우상향하는 형태를 보인다. 그러나 F_{MSY} 이상의 어획노력량이 투입되는 남획 · 과잉어획의 상태에서는 생산량이 감소하여 가격이 상승함에도 불구하고 공급곡선이 좌상향하는 후방굴절이 발생하게 된다. 정상재화 시장의 공급곡선과는 달리 수산자원은 해양의 수용능력, 기후변화, 염분, 오염 등의 환경적인 요인으로 인해 자원이 증가할 수 있는 한계치가 존재한다. OA 균형 하에서의 공급함수는 식 (16)과 같다.

$$Y_{OA}(p) = S_{OA}(p) = \frac{c}{p}\frac{r}{q}\left[\ln(pqk) - \ln(c)\right] \tag{16}$$

OA 균형 수준 하에서의 공급곡선에서 가격은 식 (16)의 Y_{OA}에 0을 대입하여 식 (17)과 같이 도출할 수 있다.

$$P_{Y_{OA}=0} = \frac{c}{qk} \tag{17}$$

Ⅳ. 자료 분석 및 분석 결과

1. 자료분석

본 연구의 분석 자료로는 3개 연안어업의 생산량, 어획노력량(마력수)을 이용하였고, 수산통계연보와 국가통계포털을 활용하였다. 또한 3개 어업의 분석기간은 39년(1977~2015년)으로 연도별 시계열 자료를 이용하였다.

분석대상의 경제적 변수로는 2013년부터 2015년까지의 자료를 사용하였다. 분석대상 어업의 총비용 추정을 위해 해양수산부의 연안어업실태조사의 결과를 참고하였으며, 각 연도별 전체 어업비용에서 전체 마력수를 나누어 각 어업의 마력단위당 비용을 도출하였다. 또한 한국은행 경제통계시스템의 신선

<표 1> 분석대상 연안어업의 경제적 파라미터(2013~2015년)

Fishing gears	Cost per unit of fishing effort (c: won/hp)	Producer price (p: won/kg)
CGN(Coastal Gill Net)	56,877	1,754
CT(Coastal Trap)	137,315	5,015
CC(Coastal Composite)	56,529	5,728
Sum	250,722	12,496

자료 : 해양수산부, 2014~2016년 연안어업실태조사; 한국은행 경제통계시스템, 생산자물가지수.

어류 생산자물가지수를 적용하여 실질가격화 하였으며, 각 연도별로 3개 어업의 실질화된 마력단위당 비용을 가중평균하여 마력단위당 평균비용을 도출하였다. 실질화 된 평균 비용(c)은 250,722원으로 추정되었으며, 평균 가격(p)은 12,496원으로 도출되었다.

2. 실증분석

1) 기본가정

본 연구에서는 자원평가 모형의 이론을 토대로 어선감척사업 하에서의 3개 주요 연안어업의 자원회복효과 및 경제적 효과를 추정해 보고자 1977년부터 2015년까지의 감척사업이 시행된 경우의 자료를 활용하였다. 우선, 어획노력량을 표준화하여 자원평가를 실시하고, 다음으로, 어선감척사업의 시행 이후인 2004년부터 2015년까지의 생산량을 예측하여 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 자원평가를 시도하였다. 어선감척사업 시행 전 6개년의[5] 자료를 이용하여 Forecasting 기법을 활용, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 생산량을 예측하였고, 어획노력량은 어선감척사업 후 기존의 어획노력량에서 증가가 없다고 가정하여 2004년의 어선세력인 마력수를 고정시켜 분석에 이용하였다. 또한 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 생산가격은 2016년 연근해어업실태조사의 가상수요함수의 수산물 수요가격탄력성 -1.4를 적용하였다. 더불어, 비용은 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우가 더 크다고 예상할 수 있지만, 본 연구에서는 분석의 편의를 위해 어선감척사업이 시행된 경우와 동일하다고 가정한 후 분석을 실시하였다.

2) 어획노력량 표준화

어선감척사업 유무별 Gavaris의 일반선형모형 검정 결과는 <표 2>와 같으며, 어선감척사업이 시행된 경우의 모든 연도별 변수가 1% 유의수준 하에서 유의한 것으로 나타났다. 또한 모형의 설명도를 의미하는 결정계수(R^2)는 0.9617로 모형의 설명력이 약 96%로 나타났고, 조정된 결정계수($\overline{R^2}$)도 0.9415로 추정되어 모형의 설명력이 약 94%로 모형이 비교적 높은 설명력을 가지는 것으로 판단하였다. 더불어 모형의 F-통계량이 47.6499로 1% 유의수준 하에서 유의한 것으로 분석되었다.

어선감척이 시행되지 않았을 경우의 Gavaris의 일반선형모형 검정결과 또한 1981년도를 제외한 모

<표 2> 어선감척사업 유무별 Gavaris의 GLM 검정 결과

Case	R^2 $(\overline{R}^2)$	F-stat. (Prob.)	Number of significant variables (Prob. < 0.01)
With	0.9617 (0.9415)	47.6499***	42
Without	0.9506 (0.9246)	36.5398***	41

주 : *, **, *** means statistically significant levels of 10%, 5% and 1% significance respectively.

5) 어선감척사업 시행되지 않았을 경우의 생산량을 예측하기 위하여, 2004년의 생산량은 1998년부터 2003년까지의 자료를, 2005년의 생산량을 예측할 때는 1999년부터 2004년까지의 자료를 이용하여 반복적으로 2015년까지의 생산량을 예측하였다.

든 년도에서 1% 유의수준 하에서 유의한 것으로 나타났다(부록 표 2). 모형의 설명도를 의미하는 결정계수(R^2)는 0.9506로 모형의 설명력이 약 95%로 나타났으며, 조정된 결정계수($\overline{R^2}$)도 0.9246로 모형의 설명력이 약 92% 정도로 위의 모형이 비교적 높은 설명력을 가지는 것으로 나타났다. 또한 F-통계량이 36.5398로 1% 유의수준 하에서 유의한 것으로 나타나 모형을 이용함에 있어 통계적으로 문제가 없는 것으로 판단되었다.

3) 어선감척사업 유무별 잉여생산모형 분석

모형 선정을 위해 5개의 잉여생산모형을 분석해 보았는데, <표 3>은 이들 모형의 분석 결과를 요약한 것으로, CYP모형의 R^2는 0.9711, $\overline{R^2}$는 0.9695로 나타나 모형의 설명력이 약 97%인 것으로 추정된 반면 CYP모형을 제외한 나머지 모형의 R^2와 $\overline{R^2}$는 0.2000 이하로 나타나 모형의 설명력이 CYP모형에 비해 낮은 것으로 확인되었다.

또한 5개의 잉여생산모형의 예측력을 평가하는 MAE와 MSE를 추정한 결과, CYP모형의 MAE는 36,649, MSE는 2,002,216,023으로 가장 작았으며, Schaefer모형의 MAE는 2,555,215, MSE는 8,288,623,902,745로 가장 큰 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 5개 모형의 잉여생산모형 중 분석에 활용할 모형으로 지수성장함수에 기초한 CYP모형이 가장 적합하다고 판단하였다.

CYP모형을 통해 연안 3개 어업의 q, k, r을 도출하기 위해서 최소자승추정법(OLS, Ordinary Least Square)을 이용하여 선형회귀분석(Linear Regression Analysis)을 실시하였다.

<표 3> 개별 잉여생산모형 분석 결과

Model	R^2 ($\overline{R}^2$)	Coefficient			MAE	MSE
		C (Prob.)	X_1 (Prob.)	X_2 (Prob.)		
Schaefer	0.1939 (0.1464)	-0.1681** (0.0490)	0.0001 (0.8269)	0.0000 (0.1151)	2,555,215	8,288,623,902,745
Schnute	0.1651 (0.1174)	-0.0649 (0.5258)	0.0006 (0.2745)	0.0000 (0.2911)	326,057	122,771,269,952
WH	0.1780 (0.1310)	-0.0970 (0.2580)	-0.0003 (0.6487)	0.0000 (0.1618)	363,251	199,029,456,723
Fox	0.1963 (0.1490)	-0.0500 (0.8857)	-0.0258 (0.6986)	0.0000 (0.5499)	110,505	12,907,694,065
CYP	0.9711 (0.9695)	0.8142* (0.0524)	0.8123*** (0.0000)	-0.0000 (0.1399)	36,649	2,002,216,023

주 : Schaefer model: $(C=r, X_1=\frac{r}{qk}, X_2=q)$, Schnute model : $(C=r, X_1=\frac{r}{qk}, X_2=q)$,

WH model: $(C=r, X_1=\frac{r}{qk}, X_2=q)$, Fox model: $(C=rln(qk), X_1=r, X_2=q)$,

CYP model's $(C=\frac{2r}{2+r}\ln(qk), X_1=\frac{2-r}{2+r}, X_2=\frac{q}{2+r})$.

$$MSE=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i-\hat{Y}_i\right)^2}{n},\ MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left|Y_i-\hat{Y}_i\right|}{n}.$$

*, **, *** means statistically significant levels of 10%, 5% and 1% significance respectively.

<표 4> 어선감척사업 유무별 CYP모형 분석 결과

Case	R^2 $(\overline{R}^2)$	F-stat. (Prob.)	Coefficient		
			C (Prob.)	X_1 (Prob.)	X_2 (Prob.)
With	0.9711 (0.9695)	589.0589*** (0.0000)	0.8142* (0.0524)	0.8123*** (0.0000)	-0.0000 (0.1399)
Without	0.9820 (0.9810)	955.9821*** (0.0000)	0.7049* (0.05750)	0.8325*** (0.0000)	-0.0000 (0.1069)

주 : *, **, *** means statistically significant levels of 10%, 5% and 1% significance respectively.

<표 5> 어선감척사업 유무별 CYP모형의 q, k, r 추정 결과

Coefficient	With	Without
q	0.000000043849952	0.000000039348259
k	1,744,650,777	1,709,356,373
r	0.207170277806180	0.182801031643448

주 : $q = \dfrac{-X_2}{2+r}$, $k = e^{\left(\frac{2+r}{2r}C\right)/q}$, $r = \dfrac{2(1-X_1)}{1+X_1}$

<표 4>는 CYP모형의 분석 결과를 요약한 것으로, 어선감척사업이 시행된 경우(With)의 실제관측치인 R^2은 0.9711이고, $\overline{R^2}$는 0.9695로 모형의 설명력이 약 97%로 추정되었다. 또한 F-통계량이 589.0589로 1% 유의수준 하에서 추정된 모형이 유의한 것으로 나타났다. 어선감척이 시행되지 않았을 경우(Without)의 결과를 살펴보면, R^2은 0.9820로 나타났으며, $\overline{R^2}$는 0.9810으로 모형의 설명력이 약 98% 정도로 높게 나타났다. 또한 F-통계량이 955.9821로 1% 유의수준 하에서 추정된 모형이 유의한 것으로 나타났다.

다음 <표 5>는 CYP모형을 통해 도출된 q, k, r의 결과이다. 어선감척사업이 시행된 경우의 연안 3개 어업의 어획능률계수 q는 0.000000043849952, 연안수산자원의 환경수용능력인 k는 약 1,744,651톤, 연안수산자원의 본원적 성장률인 r은 0.207170277806180으로 추정되었다. 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 이들 어업의 어획능률계수 q는 0.000000039348259, 연안수산자원의 환경수용능력인 k는 약 1,709,356톤, 연안수산자원의 본원적 성장률인 r은 0.182801031643448로 도출되었다. 여기서 자원의 본원적 성장률인 r은 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우보다 어선감척사업이 시행된 경우의 추정치가 높게 나타나, 주요 연안어업이 어획하는 전체어종에 대해 어선감척사업으로 인하여 자원의 본원적 성장률이 높아졌음을 확인할 수 있었다.

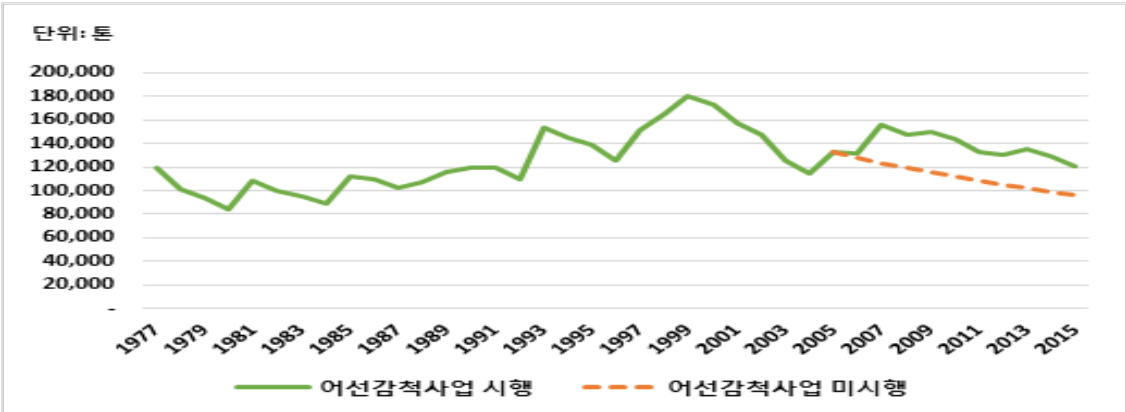
또한 어획능률계수를 나타내는 q는 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우보다 시행된 경우가 높게 추정되었다. 이는 어선감척사업으로 인하여 노후화된 어선이 감척되어 비교적 어선의 선령이 낮아지고 현대화된 어선이 도입된 결과로 어선감척사업 시행 후 어획능률계수가 높게 추정된 것으로 여겨진다.

마찬가지로 환경수용능력인 k는 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우보다 약 35,294톤 높게 추정되어 어선감척사업을 통하여 자원풍도가 증가한 것으로 해석할 수 있다.

4) 어선감척사업의 자원회복효과

(1) 어선감척사업의 유무분석

어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 생산량 예측 결과, 연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업 등 상기 3개 어업 모두에서 생산량이 지속적으로 감소하는 것으로 예측되었다. <그림 3>을 통해 어선감척사업이 시행된 경우와 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우 주요 연안어업의 어선감척사업으로 인한 생산량 증대효과와 더불어 자원회복효과를 확인할 수 있다.



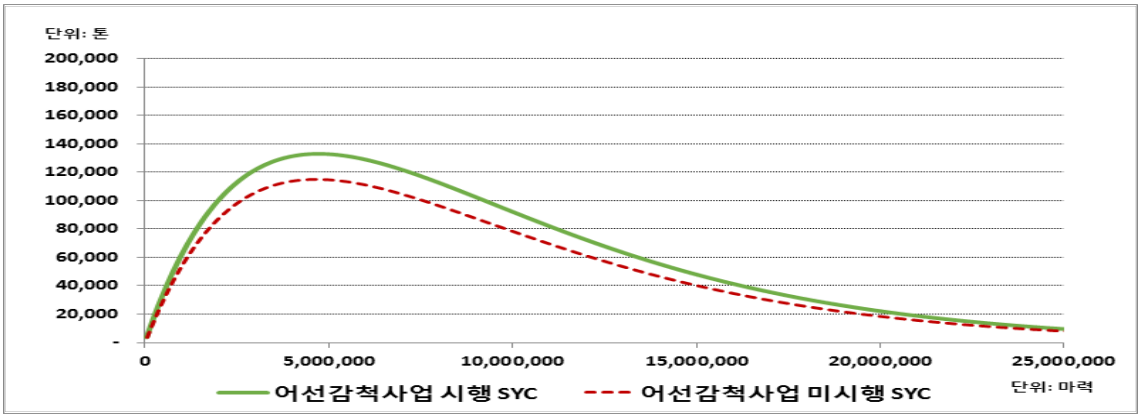
<그림 3> 어선감척사업 유무별 생산량 추이

(2) 최대지속적 생산량 추정 결과

다음 <표 6>은 어선감척사업 유무별 분석 결과를 나타낸 것이다. CYP모형을 이용하여 추정된 각

<표 6> MSY 수준 하의 Y, F 추정치

Case	With		Without	
	Y_{MSY} (ton)	F_{MSY} (hp)	Y_{MSY} (ton)	F_{MSY} (hp)
Estimate	132,966	4,724,527	114,952	4,645,721



<그림 4> 어선감척사업 유무별 지속적 어획곡선

계수를 통해 지속적 어획곡선을 도출하고, 어선감척사업 유무별로 최대 지속적 어획수준인 최대지속적 생산량을 추정하였다.

먼저, 어선감척사업이 시행된 경우 Y_{MSY}는 약 132,966톤으로 추정되었으며, F_{MSY}는 약 4,724,527마력으로 도출되었다. 다음으로, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 Y_{MSY}는 약 114,952톤이며, F_{MSY}는 약 4,645,721마력으로 나타났다. 어선감척사업이 시행된 경우 Y_{MSY}는 약 132,966톤으로 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우인 추정된 Y_{MSY}는 약 114,952톤으로 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우와 비교하여 MSY의 증가분이 약 18,014톤인 것으로 나타나 수산자원의 회복 효과가 있는 것으로 추정되었다. 이는 주요 연안어업의 본원적 성장률(r)이 증가함에 따라 주요 연안어업에서 최대 지속적으로 어획할 수 있는 어종의 생산량이 증가한 것으로 판단된다. 마찬가지로 어선감척사업으로 인한 효과로 어선감척이 시행된 경우의 지속적 생산가능곡선 또한 어선감척이 시행되지 않았을 경우보다 높게 나타났으며, 이는 <그림 4>를 통해 확인할 수 있다.

5) 생물경제모형 분석

어선감척사업 유무별 MEY 균형 수준 하에서의 생산량, 어획노력량 추정 결과는 다음과 같다. 어선감척사업이 시행된 경우의 Y_{MEY}는 약 114,396톤, F_{MEY}는 약 2,583,621마력으로 추정되었다.

어선감척사업이 시행되지 않았을 경우, Y_{MEY}는 약 99,112톤, F_{MEY}는 약 2,552,719마력으로 추정되었고, 어선감척사업이 시행된 경우와 비교하면 Y_{MEY}는 약 15,284톤이 감소한 것으로 나타났다. 이는 어선감척사업의 목적인 어획노력량 감소를 통해 자원의 풍도가 개선되어 최대경제적으로 자원을 이용할 수 있는 수준이 증가한 것으로 판단된다.

다음은 어선감척사업 유무별 OA 균형 수준 하에서의 생산량, 어획노력량 추정 결과로 아래의 <표 8>과 같다. 우선, 어선감척사업이 시행된 경우인 Y_{OA}는 약 126,871톤, F_{OA}는 약 6,323,265마력으로 추정되었다. 반면, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우에 Y_{OA}는 약 109,447톤, F_{OA}는 약 6,256,971마력으로 나타났으며, 어선감척사업이 시행된 경우와 비교하면 Y_{OA}는 약 17,424톤이 감소한 것으로 분석되었다. 이는 MEY 균형 수준 하에서의 분석 결과와 마찬가지로 어선감척사업을 통해 OA 균형 수준 하에

<표 7> 어선감척사업 유무별 MEY 균형 수준 하에서의 Y, F 추정 결과

Case	Y_{MEY} (ton)	F_{MEY} (hp)
With (A)	114,396	2,583,621
Without (B)	99,112	2,552,719
Difference (A-B)	15,284	30,902

<표 8> 어선감척사업 유무별 OA 균형 수준 하에서의 Y, F 추정 결과

Case	Y_{OA} (ton)	F_{OA} (hp)
With (A)	126,871	6,323,265
Without (B)	109,447	6,256,971
Difference (A-B)	17,424	66,294

서 이용할 수 있는 수산자원량이 증가한 것으로 판단된다.

6) 공급함수

현재 우리나라 연안어업은 이들 어업이 어획하는 어종들의 총량을 결정하는 TAC 제도와 같은 총량 규제나 쿼터를 할당하여 거래를 할 수 있는 ITQ 제도가 시행되고 있지 않다. 이는 개인별 자원에 대한 소유권이 명확하지 않으므로 연안어업의 어획노력량은 F_{MEY}와 F_{OA} 사이에서 어획이 이루어질 것으로 보여진다. 이에 본 연구에서는 이들 어업이 F_{MEY}와 F_{OA} 사이에서 어획활동이 이루어진다고 가정하고, 각각의 균형 수준 하에서 어선감척사업 유무별 연안 3개 어업의 생산자 잉여를 비교 · 분석하였다.

<표 9>는 어선감척사업이 시행된 경우 MEY 균형 수준 하에서의 가격(P_{MEY}), 공급량(S_{MEY}), 생산자 잉여(PS_{MEY})를 추정한 결과이다. 먼저, 어선감척이 시행된 경우 P_{MEY}는 약 12,496원, S_{MEY}는 약 114,272톤, PS_{MEY}는 약 567,376백만 원으로 추정되었다. 다음으로, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우, P_{MEY}는 약 14,334원, S_{MEY}는 약 99,112톤, PS_{MEY}는 약 567,595백만 원으로 추정되었다. 그 결과, 어선감척사업의 미시행 시보다 시행 시 P_{MEY}는 약 1,838원 하락하고, S_{MEY}는 약 15,160톤 증가하며, PS_{MEY}는 약 219백만 원 감소하는 것으로 추정되었다.

다음으로, 어선감척사업이 시행된 경우 OA 균형 수준 하에서의 가격(P_{OA}), 공급량(S_{OA}), 생산자 잉여(PS_{OA})를 도출한 결과이다. 어선감척사업이 시행된 경우, P_{OA}는 kg 당 약 12,496원, S_{OA}는 약 126,871톤, PS_{OA}는 약 1,060,930백만 원으로 추정되었다. 그러나 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우, P_{OA}는 kg당 약 14,334원, S_{OA}는 약 109,447톤, PS_{OA}는 약 1,056,420백만 원으로 추정되었다. 그 결과, 어선감척사업이 미시행 시보다 시행 시, P_{OA}는 약 1,838원 하락하고, S_{OA}는 약 17,424톤 증가하며, PS_{OA}는 약 4,510백만 원 증가하는 것으로 추정되었다.

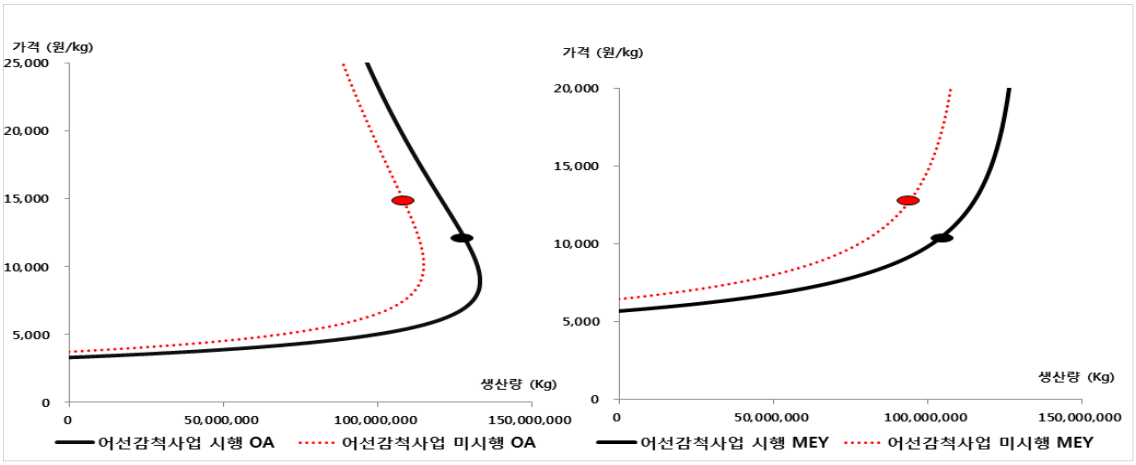
그러나 단순히 도출된 PS_{MEY}, PS_{OA} 차이의 결과로 어선감척사업의 경제적 효과를 단정지을 수는 없으므로 이를 좀 더 구체적으로 알아보기 위해 어선감척사업 유무별 잔존 어업인의 경제적 개선 효과를 추정해 보고자 어업별 척당 자료를 이용하여 연안 3개 어업 전체 및 개별어업의 척당 생산자 잉여를 비교 · 분석해 보았다.

<표 9> 어선감척사업 유무별 MEY 균형 수준 하에서의 P, S, PS 비교

Case	P_{MEY} (won/kg)	S_{MEY} (ton)	PS_{MEY} (million won)
With (A)	12,495.99	114,272	567,376
Without (B)	14,333.51	99,112	567,595
Difference (A-B)	-1,838	15,160	-219

<표 10> 어선감척사업 유무별 OA 균형 수준 하에서의 P, S, PS 비교

Case	P_{OA} (won/kg)	S_{OA} (ton)	PS_{OA} (million won)
With (A)	12,495.99	126,871	1,060,930
Without (B)	14,333.51	109,447	1,056,420
Difference (A-B)	-1,838	17,424	4,510



<그림 5> 어선감척사업 유무별 공급곡선 도출

어선감척사업의 유무별 척당 생산자 잉여를 추정하기 위해 어선감척사업 유무별로 연안 3개 어업 전체의 PS_{MEY}와 PS_{OA}에 어선감척사업 유무별 어선척수를 나누어 MSY 및 OA 균형 수준 하에서의 척당 PS_{MEY}와 PS_{OA}를 추정하였다. 어선척수의 자료로 어선감척사업이 시행된 경우, 최근 3년간(2013~2015년) 어업별 어선척수는 연안자망어업이 13,288척, 연안통발어업이 4,691척, 연안복합어업이 20,444척이었으며, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 어선척수는 어선감척사업이 시행되기 전인 2003년의 어선척수를 적용하였으며, 연안자망어업이 19,693척, 연안통발어업이 7,286척, 연안복합어업이 32,148척인 것으로 조사되었다.

우선, MEY 균형 수준 하에서의 어선감척사업이 시행된 경우, 연안자망어업의 척당 PS_{MEY}는 18,495천 원 정도로, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 연안자망어업 척당 PS_{MEY}인 12,791천 원보다 약 5,704천 원 정도 많은 약 44.5%의 증가가 있는 것으로 추정되었다. 또한 연안통발어업의 척당 PS_{MEY}는 약 23,748천 원으로, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우 연안통발어업의 척당 PS_{MEY}인 15,173천 원으로 약 8,575천 원 늘어난 56.5%의 증가를 보였다. 끝으로, 연안복합어업의 척당 PS_{MEY}는 약 10,283천 원으로, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우 척당 PS_{MEY}인 6,382천 원에 약 3,901천 원이 증가하였으며, 비율로는 약 61.1% 증가한 것으로 분석되었다.

어선감척사업이 시행된 경우, MEY 균형 하의 연안 3개 어업 전체의 척당 PS_{MEY}가 약 52,525천 원으로 나타나 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우 척당 PS_{MEY}의 약 34,345천 원보다 18,180천 원 증가한 것으로 어선감척사업으로 인하여 잔존어업인의 잉여는 늘어난 것으로 추정되었다.

다음으로, OA 균형 수준 하에서의 먼저, 어선감척사업의 시행된 경우 연안자망어업의 척당 PS_{OA}는 약 34,583천 원으로 추정되었으며, 어선감척사업의 시행되지 않았을 경우 연안자망어업의 척당 PS_{OA}는 약 23,807천 원으로 분석되었다. 그 결과, 어선감척사업으로 인한 연안자망어업의 척당 PS_{OA}의 증가분은 약 10,776천 원으로, 어선감척사업으로 인해 약 45.2%의 생산자 잉여가 증가한 것으로 추정되었다. 다음으로, 어선감척사업이 시행된 경우, 연안통발어업의 척당 PS_{OA}는 약 44,405천 원이었으나, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우 연안통발어업의 척당 PS_{OA}는 약 28,240천 원으로 동 사업으로

<표 11> 어선감척사업 유무별 MEY 균형 수준 하에서의 척당 PS_{MEY} 비교

PS_{MEY} per vessel	With (A) (thousand won)	Without (B) (thousand won)	Difference (A-B) (thousand won)	Rate of increase (%)
CGN(Coastal Gill Net)	18,495	12,791	5,704	44.5
CT(Coastal Trap)	23,748	15,173	8,575	56.5
CC(Coastal Composite)	10,283	6,382	3,901	61.1
Sum	52,525	34,345	18,180	52.9

<표 12> 어선감척사업 유무별 OA 균형 수준 하에서의 척당 PS_{OA} 비교

PS_{OA} per vessel	With (A) (thousand won)	Without (B) (thousand won)	Difference (A-B) (thousand won)	Rate of increase (%)
CGN(Coastal Gill Net)	34,583	23,807	10,776	45.2
CT(Coastal Trap)	44,405	28,240	16,165	57.2
CC(Coastal Composite)	19,227	11,878	7,349	61.9
Sum	98,216	63,924	34,292	53.6

인하여 연안통발어업의 척당 PS_{OA}가 약 16,165천 원 증가한 것으로 분석되었다. 끝으로, 어선감척사업이 시행된 경우, 연안복합어업의 척당 PS_{OA}는 약 19,227천 원으로 도출되었으며, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우 연안복합어업의 척당 PS_{OA}는 약 11,878천 원으로 어선감척사업으로 인하여 연안복합어업의 척당 PS_{OA}의 증가분은 7,349톤으로 비율로는 약 61.9% 증가한 것으로 도출되었다.

OA 균형 수준 하에서의 어선감척사업 시행 시 연안 3개 어업 전체의 척당 PS_{OA}가 약 98,216천 원으로 어선감척사업 미시행 시의 척당 PS_{OA}인 약 63,924천 원과 비교해 어선감척사업으로 인하여 약 34,292천 원이 증가한 것으로 잔존 어업인의 경제적 개선을 도모하고 있는 것으로 보여진다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업 3개 연안어업을 대상으로 어선감척사업의 유무별 효과를 분석하였다. 본 연구의 분석 방법을 요약하면 첫째, 상기 3개 어업의 어선감척사업의 유무별 어획노력량을 Gavaris의 일반선형모형을 이용하여 표준화한 후, CYP모형을 적용하여 q, k, r을 추정하였다. 둘째, 어선감척사업의 유무별로 MSY 균형 수준 하에서의 생산량, 어획노력량을 추정하여 비교 · 분석하였으며, 끝으로, MEY, OA 균형 하에서의 공급곡선을 도출한 후, 어선감척사업의 유무별 생산자 잉여를 비교 · 분석하였다.

우선, 어선감척사업의 자원효과를 살펴보면, 연안자망어업, 연안통발어업, 연안복합어업에 해당하는 연안 3개 어업의 지속적 생산가능곡선이 증가함에 따라 자원효과가 나타나고 있음을 확인하였다. 즉 MSY 균형 수준 하에서 어선감척사업의 시행 시 Y_{MSY}는 약 132,966톤으로 어선감척사업의 미시행 시 Y_{MSY}(약 114,952톤)보다 약 18,014톤 정도 증가한 것으로 분석되었다.

둘째로, 어선감척사업의 경제적 효과로 MEY 균형 수준 하에서 어선감척사업의 시행 시 이들 어업의 PS_{MEY}는 약 567,376백만 원으로, 어선감척사업의 미시행 시 PS_{MEY}인 약 567,595백만 원보다 약

219백만 원이 감소한 것으로 추정되었다. 이는 이들 어업의 어선감척으로 인해 상기 3개 연안어업의 전체 생산자 잉여가 감소하였기 때문이다. 한편, OA 균형 수준 하에서 어선감척사업이 시행된 경우의 PS_{OA}는 약 1,060,930백만 원으로, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 PS_{OA}인 약 1,056,420백만 원보다 다소 많은 것으로 추정되었다.

셋째로, 잔존 어업인의 생산자 잉여를 살펴보면, MEY 균형 수준 하에서 어선감척사업이 시행된 경우의 연안자망어업은 약 18,495천 원, 연안통발어업은 약 23,748천 원, 연안복합어업은 약 10,283천 원인 반면, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 척당 PS_{MEY}는 연안자망어업이 약 12,791천 원, 연안통발어업이 약 15,173천 원, 연안복합어업이 약 6,382천 원으로, 어선감척사업이 시행된 경우의 잔존 어업인의 생산자 잉여가 증대한 것으로 나타났다. 또한, OA 균형 수준 하에서 어선감척사업이 시행된 경우의 척당 PS_{OA}는 연안자망어업 약 34,582천 원, 연안통발어업 약 44,405천 원, 연안복합어업 약 19,227천 원인 반면, 어선감척사업이 시행되지 않았을 경우의 척당 PS_{OA}는 연안자망어업 약 23,807천 원, 연안통발어업 약 28,240천 원, 연안복합어업이 약 11,878천원으로 이 또한 잔존 어업인의 생산자 잉여가 증대된 것으로 추정되었다.

상기 분석을 종합해 볼 때, 연안 3개 어업에 있어 지금까지 수행되어 온 어선감척사업은 적어도 잔존 어업인에게 긍정적인 효과를 유인해 온 것으로 분석되었다. 그러나 어선감척이 이루어지고 있음에도 불구하고 어획노력량은 F_{MSY} 수준 이상으로 투입되고 있어 자원회복의 관점에서 여전히 남획의 우려가 있는 것으로 분석되었다. 아울러 최근 정부의 수산혁신 2030 계획에 따르면 연근해 수산자원량이 과거에 비해 현저히 낮은 304만 톤 수준으로 추정된 바, 이를 회복하고자 하는 다양한 정책 대안을 마련 중에 있다(해양수산부 2019). 따라서 본 연구에 기초할 때 정부는 지속적으로 이용 가능한 수산자원 조성을 위해 어종별 · 업종별 자원평가에 기초하여 보다 체계적인 맞춤형 어선감척사업을 추진할 필요가 있을 것으로 판단된다. 아울러 기존의 TAC 제도와 금어기 · 휴어기를 확대하는 방안과 함께 채포 어류의 엄격한 체장 제한 및 수산종자 방류사업을 확대하는 등 다양한 자원회복 정책을 적극적으로 추진할 필요가 있다.

본 연구의 한계로는 어선감척사업의 효과를 추정하는데 있어 수산자원 조성사업과 다른 기술적 규제 등을 고려하지 못하였다는 점이다. 인위적 요인인 금어기 및 어선 · 어구의 제한 및 금지, 체장 · 체중 설정 등의 기술적 규제, 수산종자방류사업, 인공어초 설치, 바다목장 등 수산자원 회복을 위한 조장적 수단, 자연적 요인인 지구온난화, 엘리뇨 등 정책 및 환경변화에 따른 요인은 고려하여야 하지만, 본 분석에서는 단순히 생산량, 어획노력량의 변수를 이용하여 어선감척효과를 추정하였다는 것이다. 따라서 향후 연구에서는 인위적 요인인 기술적 규제, 종묘방류사업, 인공어초 설치 등의 조장적 수단과 기후변화, 생태계변화 등 환경적 요인을 모두 고려한 분석이 이루어질 필요가 있다.

REFERENCES

국가통계포털 (2018), “어업생산통계”, 2018년 05월 05일 접속 (http://kosis.kr).

_____ (2018), “등록어선통계”, 2018년 05월 05일 접속 (http://kosis.kr).

박병수 · 이명규 (2005), “근해어선 감척사업의 생산량에 관한 효과분석”, **수산해양교육연구**, 17 (1), 115-131.

정민주 · 남종오 (2017), “우리나라 어선감척사업의 연안자망어업에 대한 어자원회복 및 경제적 효과 추정”, *Ocean and Polar Research*, 39 (3), 221-232.

최종두 (2014), “연근해어업 어선감척사업으로 인한 생산성 및 투자 효과에 관한 연구”, *Ocean and Polar Research*, 36 (4), 343-351.

표희동 (2006), “우리나라 연근해어선 감척사업의 경제적 투자효과 분석”, *Ocean and Polar Research*, 28 (1), pp. 25-35.

한국수산자원관리공단 (2014), “연안어업실태조사”, 해양수산부.

_____ (2015), “연안어업실태조사”, 해양수산부.

_____ (2016), “연안어업실태조사”, 해양수산부.

_____ (2017), “연안어업실태조사”, 해양수산부.

한국은행 경제통계시스템 (2019), “생산자물가지수”, 2019년 03월 20일 접속 (http://ecos.bok.or.kr).

해양수산부 (2016), 제2차 수산자원관리기본계획(2016-2020).

_____ (2019), 수산업 혁신성장과 일자리 창출을 위한 수산혁신 2030 계획.

Clarke, R. P., Yoshimoto, S. S. and Pooley, S. G. (1992), “A bioeconomic analysis of the Northwestern Hawaiian Islands lobster fishery,” *Marine Resource Economics*, 7 (3), 115-140.

Fox Jr, W. W. (1970), “An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations,” *Transactions of the American Fisheries Society*, 99 (1), 80-88.

Gavaris, S. (1980), “Use of a Multiplicative Model to Estimate Catch Rate and Effort from Commercial Data,” *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 37, 2272-2275.

Grafton, R. Q. and Nelson, H. W. (2005), “The Effects of Buy-back Programs in the British Columbia Salmon Fishery, Working Paper,” *Australian National University Econo0mics and Evironment*, 25.

Spagnolo, M. (2007) “The Decommissioning Scheme for the Italian Clam Fishery: A case of Success,” Fisheries Buybacks, 133-144.

Verhulst, P. F. (1838) “Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement,” *Correspondances mathématiques et physiques*, 10 (1), 113-121.

Appendix

<부록 표 1> 어선감척사업 시행 시 Gavaris의 GLM 검정 결과

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.0837***	0.1661	36.6168	0.0000
1978	-0.7697***	0.2292	-3.3586	0.0012
1979	-0.8049***	0.2292	-3.5122	0.0008
1980	-0.9050***	0.2292	-3.9492	0.0002
1981	-0.6713***	0.2292	-2.9294	0.0045
1982	-0.9424***	0.2292	-4.1125	0.0001
1983	-1.1853***	0.2292	-5.1723	0.0000
1984	-1.4306***	0.2292	-6.2429	0.0000
1985	-1.2953***	0.2292	-5.6523	0.0000
1986	-1.5721***	0.2292	-6.8605	0.0000
1987	-1.8462***	0.2292	-8.0565	0.0000
1988	-2.0950***	0.2292	-9.1419	0.0000
1989	-2.0533***	0.2292	-8.9600	0.0000
1990	-2.2216***	0.2292	-9.6944	0.0000
1991	-2.4031***	0.2292	-10.4864	0.0000
1992	-2.6881***	0.2292	-11.7302	0.0000
1993	-2.5030***	0.2292	-10.9225	0.0000
1994	-2.7039***	0.2292	-11.7990	0.0000
1995	-2.9575***	0.2292	-12.9057	0.0000
1996	-3.1476***	0.2292	-13.7353	0.0000
1997	-3.0509***	0.2292	-13.3133	0.0000
1998	-3.1066***	0.2292	-13.5564	0.0000
1999	-3.1135***	0.2292	-13.5865	0.0000
2000	-3.3049***	0.2292	-14.4219	0.0000
2001	-3.5038***	0.2292	-15.2898	0.0000
2002	-3.6924***	0.2292	-16.1126	0.0000
2003	-3.8898***	0.2292	-16.9743	0.0000
2004	-4.0412***	0.2292	-17.6347	0.0000
2005	-3.5594***	0.2292	-15.5322	0.0000
2006	-3.6842***	0.2292	-16.0770	0.0000
2007	-3.5088***	0.2292	-15.3114	0.0000
2008	-3.4274***	0.2292	-14.9564	0.0000
2009	-3.4073***	0.2292	-14.8687	0.0000
2010	-3.3980***	0.2292	-14.8282	0.0000
2011	-3.4668***	0.2292	-15.1282	0.0000
2012	-3.4614***	0.2292	-15.1046	0.0000
2013	-3.5793***	0.2292	-15.6191	0.0000
2014	-3.5677***	0.2292	-15.5686	0.0000
2015	-3.6222***	0.2292	-15.8065	0.0000
D1	0.6758***	0.0636	10.6326	0.0000
D2	0.5024***	0.0636	7.9045	0.0010

R-squared	0.9617	Mean dependent var	3.8974
Adjusted R-squared	0.9415	S.D. dependent var	1.1601
S.E. of regression	0.2807	Akaike info criterion	0.5661
Sum squared resid	5.9867	Schwarz criterion	1.5340
Log likelihood	7.8836	Hannan-Quinn criter.	0.9591
F-statistic	47.6499***	Durbin-Watson stat	0.4655
Prob(F-statistic)	0.0000		

주 : *, **, *** means statistically significant levels of 10%, 5% and 1% significance respectively

<부록 표 2> 어선감척사업 미시행 시 Gavaris의 GLM 검정 결과

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.0531***	0.2092	28.9301	0.0000
1978	-0.7697***	0.2886	-2.6669	0.0093
1979	-0.8049***	0.2886	-2.7889	0.0067
1980	-0.9050***	0.2886	-3.1359	0.0024
1981	-0.6713**	0.2886	-2.3261	0.0227
1982	-0.9424***	0.2886	-3.2656	0.0016
1983	-1.1853***	0.2886	-4.1071	0.0001
1984	-1.4306***	0.2886	-4.9573	0.0000
1985	-1.2953***	0.2886	-4.4883	0.0000
1986	-1.5721***	0.2886	-5.4476	0.0000
1987	-1.8462***	0.2886	-6.3974	0.0000
1988	-2.0950***	0.2886	-7.2592	0.0000
1989	-2.0533***	0.2886	-7.1148	0.0000
1990	-2.2216***	0.2886	-7.6979	0.0000
1991	-2.4031***	0.2886	-8.3268	0.0000
1992	-2.6881***	0.2886	-9.3145	0.0000
1993	-2.5030***	0.2886	-8.6732	0.0000
1994	-2.7039***	0.2886	-9.3692	0.0000
1995	-2.9575***	0.2886	-10.2480	0.0000
1996	-3.1476***	0.2886	-10.9067	0.0000
1997	-3.0509***	0.2886	-10.5716	0.0000
1998	-3.1066***	0.2886	-10.7646	0.0000
1999	-3.1135***	0.2886	-10.7885	0.0000
2000	-3.3049***	0.2886	-11.4519	0.0000
2001	-3.5038***	0.2886	-12.1411	0.0000
2002	-3.6924***	0.2886	-12.7944	0.0000
2003	-3.8898***	0.2886	-13.4786	0.0000
2004	-3.9709***	0.2886	-13.7596	0.0000
2005	-3.7760***	0.2886	-13.0840	0.0000
2006	-3.8234***	0.2886	-13.2484	0.0000
2007	-3.8575***	0.2886	-13.3666	0.0000
2008	-3.8916***	0.2886	-13.4847	0.0000
2009	-3.9257***	0.2886	-13.6028	0.0000
2010	-3.9598***	0.2886	-13.7210	0.0000
2011	-3.9939***	0.2886	-13.8391	0.0000
2012	-4.0280***	0.2886	-13.9573	0.0000
2013	-4.0621***	0.2886	-14.0754	0.0000
2014	-4.0961***	0.2886	-14.1935	0.0000
2015	-4.1302***	0.2886	-14.3117	0.0000
D1	0.6510***	0.0800	8.1336	0.0000
D2	0.6188***	0.0800	7.7306	0.0000

R-squared	0.9506	Mean dependent var	3.7745
Adjusted R-squared	0.9246	S.D. dependent var	1.2868
S.E. of regression	0.3535	Akaike info criterion	1.0273
Sum squared resid	9.4946	Schwarz criterion	1.9952
Log likelihood	-19.0958	Hannan-Quinn criter.	1.4203
F-statistic	36.5398***	Durbin-Watson stat	0.2535
Prob(F-statistic)	0.0000		

주 : *, **, *** means statistically significant levels of 10%, 5% and 1% significance respectively