

Article

우리나라 어선감척사업의 연안자망어업에 대한
어자원회복 및 경제적 효과 추정

정민주¹ · 남종오^{2*}

¹국립부경대학교 대학원 응용경제학과
²국립부경대학교 인문사회과학대학 경제학부
(48513) 부산광역시 남구 용소로 45

Estimation of Fishery Resource Rebuilding and Economic Effects on Coastal Gill-net Fishery as a Result of Korean Vessel Buy-back Program

Minju Jeong¹ and Jongoh Nam^{2*}

¹Department of Applied Economics, Graduate School, Pukyong National University

²Division of Economics, College of Humanities and Social Sciences, Pukyong National University
Busan 48513, Korea

Abstract : The purpose of this study is to estimate the extent of fisheries resource rebuilding and other economic effects on coastal gill-net fishery as a result of the Korean vessel buy-back program using with-without analysis based on methods estimating sustainable yields for all species caught by coastal gill-net fishery. Based on the results of with-without analysis, maximum sustainable yields (MSY) of all species caught by coastal gill-net fishery have been increased by the Korean vessel buy-back program. In addition, profits per vessel of maximum economic yield (MEY) of the species have been improved by the program. Further, yields and a producer surplus per vessel under an equilibrium of open access (OA) have increased because of the program. In detail, first of all, at the MSY level, the vessel buy-back program has led to about 21% fisheries resource recovery, and at the MEY level, it has led to about a 19% resource recovery. Secondly, at the MEY level and the OA level, the producer surplus per vessel has been increased by about 24% and 22% respectively by the vessel buy-back program.

Key words : fisheries resource rebuilding and economic effects, coastal gill-net fishery, vessel buy-back program, with-without analysis

1. 서 론

오늘날 전 세계적으로 규제완화가 요구되는 것이 추세이지만 수산자원은 갱신자원인 동시에 공유재의 성격을 가지므로 자원의 효율적 이용이 요구된다. 아울러 미래 세대에도 수산자원을 지속가능하도록 이용하기 위해서는 규제가 필요한 부문이다. 특히 규제가 없는 공유자원은 우선

적으로 동 자원을 소유하기 위해 경쟁적으로 조업하다보니 자원을 남획할 뿐만 아니라 어업인에게 발생하는 지대도 소멸시킬 수 있다.

지난 반세기동안 우리나라의 연근해 수산자원은 꾸준히 감소해 왔다. 그리고 어획량 역시 1986년 최고치를 기록한 이후 감소하거나 정체한 상태에 있다. 이뿐만 아니라 어획량 유지를 위한 어획노력량 투입이 과도해지면서 조업분쟁 등의 사회경제적 문제들도 빈번히 발생하고 있다(한국수산자원관리공단 2015). 이에 정부는 어업에 투입되

*Corresponding author. E-mail : namjo1234@pknu.ac.kr

는 생산요소를 감축하는 한 방안으로서 1994년 근해어업에 어선감척사업을 도입하였고, 2004년 이후 본 사업은 연안어업으로 확대되었다.

어선감척사업은 어선감척 대상이 되는 업종의 어업인에게 가장 직접적 영향을 미친다. 그러므로 어업인은 어선감척을 할 때 받는 폐업지원금과 현재의 본 업종의 수지 현황을 비교하여 폐업지원금의 인센티브가 더 크다고 판단되면 어업에서의 퇴출을 선택할 수 있다. 이로 인해 잔존 어업인은 동 업종의 자원 회복으로 인한 어획량 증대 효과로 이전보다 개선된 경영 수지를 유지할 수 있다. 이에 우리 정부도 수산자원의 회복뿐만 아니라 경제적 후생을 증대시키고자 미국, 노르웨이 등 어업 선진국들이 실시해 온 어선감척사업을 20세기 말부터 실시하였다.

어선감척사업은 여느 공공사업과 같이 만만찮은 비용이 요구되므로 본 사업이 생물적·경제적으로 효과가 있는지를 연구해 보는 것은 아주 가치 있는 접근이다. 이에 본 연구도 이러한 문제인식을 기반으로 하여 다소 협소하지만 연안어업의 어선감척 대상 중 연안복합어업을 제외한 단일 업종으로서 가장 많은 어선을 감척해 온 연안자망어업을 대상으로 자원평가 및 생산자잉여에 대한 분석을 실시한다. 본 분석을 통해 어획대상 자원의 상태변화 외에도 어획 활동에 중대한 영향을 미치는 경제적 변수의 변화를 고려해 봄으로써 자원이용의 경제적 효과도 비교·분석해 보고자 한다.

어선감척사업의 효과에 관한 연구는 다수 존재하지만 본 연구와 유사한 선행연구로서 박과 이 (2005)는 어선세력과 생산량을 비교해 봄으로써 어선감척사업으로 인한 자원회복의 상태를 분석하였고, 표와 최 (2005)가 근해어업의 잠재적 감척규모를 분석한 바 있다. 또한 신 (1999)과 표와 권 (2005)은 어선감척사업의 정책적 추진 방향에 관해 연구를 수행하였으며, 표 (2006)는 동태적 효과분석을 통해 어선감척사업의 총 투자효과와 규모를 분석한 바 있다. 최근에는 최 (2014)가 어선감척사업으로 인한 생산성 변화와 경제적 효과를 추정하였고, 신 등 (2015)은 어선감척사업의 직접효과와 투자효과를 함께 고려하여 공공사업으로서의 당위성을 평가한 바 있다. 이처럼 어선감척의 효과에 대해서 분석한 연구는 지속적으로 진행되어 왔다. 특히나 앞서 언급한 박과 이 (2005)의 연구에서 자원회복효과를 연구하였다는 점과 최 (2014)의 연구에서 어선감척사업의 경제적 효과를 추정한 점이 본 연구와 유사하지만 선행연구들과의 가장 큰 차이점은 연안자망어업에 한하여 잉여생산모형을 이용해 유무분석을 실시하여 어선감척사업으로 인한 생물적·경제적 효과를 동시에 제시한 것이다.

여기서 본 연구는 어선감척사업으로 인한 효과를 연안자망어업으로 한정하여 어선감척사업으로 인한 자원증대

효과와 경제적 효과를 구체적으로 분석한다. 즉, 성장함수와 지속적 어획곡선(SYC, Sustainable Yield Curve), 어군균형곡선(PEC, Population Equilibrium Curve)을 이용하여 자원회복효과가 4분면 상에서 상호 유기적으로 변동하는 것을 설명하고, 이윤 및 생산자잉여 등을 추정할 수 있는 경제적 변수의 변화를 도출함으로써 어선감척사업이 발생시키는 생물적·경제적 효과를 제시한다.

본 연구의 구성은 2장에서 연구에 사용된 분석방법과 추정모형을 설명하고, 3장에서 분석에 이용된 자료 설명과 실질적 분석을 통한 연안자망어업의 자원회복 및 경제적 효과의 분석 결과를 제시한다. 끝으로 4장에서는 요점을 간략히 제시하면서 본 연구가 갖는 한계점과 추후 연구방향을 언급하며 글을 맺고자 한다.

2. 분석방법 및 추정모형

분석방법

본 연구는 어선감척사업의 효과를 도출하기 위해서 어선감척을 실시하였을 경우와 실시하지 않았을 경우로 구분하여 자원평가를 실시하고, 자원회복효과를 추정한다. 마찬가지로 경제적 효과도 어선감척사업 실시 유무분석을 통해 이윤극대화 수준 및 생산자잉여의 변화분 등을 추정한다. 여기서 주의하여야 할 점은 전후원칙을 사용하면 안 된다는 것이다. 제도 도입과 상관없이 비용이나 효과는 다르게 나타날 수 있기 때문에 제도도입으로 인한 효과는 유무원칙을 적용해야만 보다 유의미한 결과를 얻을 수 있다(Field and Field 2015).

우선 자원회복효과를 추정하기 위해 1977년부터 2015년까지의 자료를 이용하여 분석의 기초가 되는 자원평가를 실시하고, 어선감척사업 실시 이후부터 현재까지의 어획량을 예측하여 ‘어선감척사업을 실시하지 않아 남획이 지속된 경우’의 자원평가를 실시하였다. 즉, 1977-2015년을 한 기간으로 묶고 1977-2003년의 실제 관측치와 2004-2015년 예측치를 한 기간으로 묶어 자원평가를 실시해 봄으로써 유무 검증을 통해 어선감척사업으로 인한 자원회복 효과를 추정해 보았다. 또한 경제적 변수를 반영할 수 있는 생물경제모형을 이용하여 공급곡선을 도출한 후 연안자망어업의 경제적 이윤 및 생산자잉여를 추정하여 어선감척사업으로 인한 경제적 변화를 함께 분석하였다. 종합적으로 어선감척사업의 유무에 따라 자원량 변동 및 경제적 변수의 변화를 비교해 봄으로써 어선감척사업으로 인해 발생하는 생물적·경제적 효과를 검토하고자 한다.

수산자원 성장모형

Verhulst (1838)가 제시한 잉여생산모형은 자료수집의 제약이 있는 경우 어획량 및 어획노력량 자료만으로 자원

평가가 가능하다는 장점이 있어 유용하게 사용된다. 잉여 생산모형에는 로지스틱 성장함수에 기초한 Schaefer (1954), Schnute (1977), Walters and Hilborn (1976)의 3가지 모형과 Gompertz 성장함수에 기초한 Fox (1970), Clarke et al. (1992)의 2가지 모형으로 총 5개의 모형이 주로 이용된다. 하지만 자원의 상태에 영향을 미칠 수 있는 다른 영향요인들을 고려하지 못하기 때문에 분석대상 어종의 정확한 자원량 추정하기에는 다소 어려움이 따른다. 그럼에도 불구하고 자원량 추정이 가능하고 경제학적 함의를 도출하기가 용이하기 때문에 수산자원 성장모형을 주로 이용한다.

분석에 이용된 모형은 Clarke et al. (CYP)이 Fox 모형을 나타내는 식 (1)에서 $\frac{\Delta U}{U}$ 를 $\frac{1}{U} \frac{dU}{dt}$ 로 전환하는 응용을 통해 개발하였다. 즉, $\ln(U)$ 의 Talyor 근사로 $\int_t^{t+1} \ln(U_t) \cong \ln(\bar{U})$ 를 적용하여 식 (2)를 도출하였다.

$$\frac{\Delta U}{U} = r \ln(qk) - r \ln(\bar{U}) - q\bar{F} \quad (1)$$

$$\ln \left[\frac{U_{t+1}}{U_t} \right] = r \ln(qk) - r \int_t^{t+1} \ln(U) dt - qF \quad (2)$$

식 (2)와 같은 형태에서 각각 t 기와 $t+1$ 기의 식을 더한 후 $\ln(\bar{U}_{t+1})$ 만을 우변에 두고 풀이하여 식 (3)과 같은 CYP 모형을 구할 수 있다.

$$\ln(\bar{U}_{t+1}) = \frac{2r}{2+r} \ln(qk) + \frac{2-r}{2+r} \ln(\bar{U}_t) - \frac{q}{2+r} (\bar{F}_t + \bar{F}_{t+1}) \quad (3)$$

여기서 r 는 자원의 본원적 성장률을 나타내고, q 는 기술수준인 어획능력계수이며, k 는 환경수용능력, U 는 CPUE (Catch Per Unit Effort), \bar{U} 는 평균 CPUE, F 는 어획노력량, \bar{F} 는 평균어획노력량, qk 는 분석대상 자원이 어획되기 이전 상태에서의 CPUE를 의미한다.

잉여생산모형을 이용한 자원평가에서 주로 이용되는 Gompertz 성장함수는 식 (4)와 같으며, 최대성장이 $k/2$ 수준인 로지스틱 모형과 달리 꼬리가 한쪽으로 길게 늘어난 모양이기 때문에 k/e 수준에서 최대성장이 결정된다(조 등 2009). 자원량 X 하에서 기술수준(q)과 어획노력량(F)의 투입 정도에 따라 어획량이 결정되는 어획생산함수는 식 (5)와 같다. 식 (4)는 여기서 어군의 균형자원량(X^*)을 구하기 위해 자원의 성장함수와 어획생산함수를 일치시킨 후 X^* 에 대해 정리하여 균형자원량을 구할 수 있다. 잉여생산모형 하에서 어군의 균형자원량이란 지속적으로 자원을 일정하게 유지할 수 있는 균형수준을 말한다. 즉, 자원증가량과 어획량이 일치할 경우 자원량의 변화가 없으므로 일정수준의 균형을 이루게 된다(이 2003). 이때 균형수

준의 자원량이 가장 높은 수준이 MSY가 된다.

$$H(X) = rX \ln(k/X) \quad (4)$$

$$Y(X) = qFX \quad (5)$$

$$X^* = ke^{-(q/r)F} \quad (6)$$

여기서 e 는 자연대수이며, 추정된 q , k , r 과 해당 수준의 어획노력량을 투입함으로써 X^* 라는 균형자원량을 지속하여 유지할 수 있다. 이때, 식 (5)에 식 (6)을 대입하면 지속적 어획곡선(SYC, Sustainable Yield Curve)을 도출할 수 있다.

자원평가를 통해 추정되는 MSY(Maximum Sustainable Yield)는 생물학적 관점에서 자원량이 최대수준에 도달하는 지점으로써 자원회복 및 남획의 기준으로 평가할 수 있다. MSY 수준이 증대되는 것은 분석대상 어종의 어획에 이용되는 어종을 지속적으로 어획할 수 있는 수준이 개선되었다는 의미이기도 하다.

$$F_{MSY} = \frac{r}{q} \quad (7)$$

$$Y_{MSY} = qkF_{MSY} e^{-(q/r)F_{MSY}} = rk/e \quad (8)$$

생물경제모형

생물경제모형은 성장함수에 기초하여 어획량의 변화 및 경제적 변수의 변화를 분석하기 때문에 최적생산량을 추정할 때 이용된다. 즉, 자원량의 변동에 따라 어획량이 달라지고 이에 따른 경제적 이윤이 결정되므로 잉여생산모형의 추정 정확도에 따라 생물경제모형의 신뢰성을 개선시킬 수 있다.

우선 지속적 어획량(SY, Sustainable Yield)은 어획생산함수의 자원량을 균형자원량으로 대체한 후 어획노력량을 변화시킬 때 이로 인해 변화하는 어획량을 의미하며, 지속적 총수입(STR, Sustainable Total Revenue)은 지속적 어획량에 생산자가격(P)을 곱하여 얻을 수 있는 총수입을 의미한다. 또한 총비용(TC, Total Cost)은 어획노력량(F)과 단위노력당 어업비용(c)을 곱하여 구할 수 있으며, STR과 TC를 이용하여 이윤의 크기를 추정한다. 여기서 어획노력 단위당 어업비용으로 변환하는 과정이 필요한데, 본 연구에서는 대상어업의 마력당 어업비용을 적용하였다. 본 연구에서 이용한 마력당 어업비용은 2014년-2016년에 발행된 수산자원관리공단의 연안어업실태조사에서 제시하는 어업비용을 재가공하여 활용한 것이다. 본 연구에서 마력당 어업비용을 구하기 위해서 제시된 표본당 어업비용에 연안자망어업의 모집단수를 곱하여 연안자망어업의 전체 어업비용을 구한 후, 전체 어업비용에 연안자망어업의 총 마력수를 나누어 마력당 어업비용을 도출하였다.

$$STR = PqkFe^{-(q/r)F} \tag{9}$$

$$TC = cF \tag{10}$$

생물경제모형으로 추정되는 MEY(Maximum Economic Yield)는 경제적 변수를 포함한 것으로, 이윤극대화 수준의 어획량을 나타내므로 자원이용의 효율성을 평가한다. MEY 수준이 증대되는 것은 분석대상 업종에 종사하는 어업인의 이윤극대화 수준이 개선된 것으로, 어획활동이 경제적 가치가 높은 방향으로 전향되었음을 의미한다. MEY 수준은 경제적 이윤이 가장 높은 수준이기 때문에 STR-TC의 차이가 가장 큰 수준이라고 할 수 있다.

$$\pi = PqkFe^{-(q/r)F} - cF \tag{11}$$

여기서 식 (11)을 F로 미분하여 MR-MC를 0으로 두어 이윤의 최댓값과 F_{MEY}를 구할 수 있으며, F_{MEY}를 SY에 대입하여 Y_{MEY}를 도출한다.

$$F_{MEY} = \frac{r}{q} \left(1 - \frac{c}{pqk} e^{(q/r)F_{MEY}} \right) \tag{12}$$

$$Y_{MEY} = qkF_{MEY} e^{-(q/r)F_{MEY}} \tag{13}$$

일반적인 공급곡선은 우상향하는 모양이지만 생산능력이 제한적인 경우, 내재된 한계에 도달하면 생산요소 투입이 증가하여도 생산량은 더 이상 증가하지 않고 오히려 감소하는 후방굴절형 모양을 갖는다. 생산자는 자신의 이윤을 극대화하기 위해 비용과 수입이 같아지는 지점까지 지속적으로 생산요소 투입을 증가시킨다. 만일 TR=TC 수준을 초과하여 생산요소를 투입한다면 생산자의 이윤은 적자로 전환되므로 다시 생산요소의 투입을 감소시킨다. 이 과정이 반복되면서 장기적으로 경제적 지대는 0에 수렴한다.

수산자원의 경우 어획량이 MSY 수준을 초과하면 남획을 야기할 수 있는 수준에 있다고 판단하며, 경제적 마지노선은 이윤이 전혀 없는 자유어업(OA, Open Access)의 균형 수준에 까지 이르게 된다. 여기서 자유어업이란 어업 진입시 규제가 없어 어업을 영위하고자 하는 자는 언제든지 어업에 진입할 수 있다는 것을 뜻한다. 특히나 공유자원의 이용을 위해 누구나 진입이 가능하고, 타 산업에 비해 기술수준도 높지 않아 진입장벽도 비교적 낮으므로 상기한 TR=TC 수준까지 어업을 지속하여 초과이윤을 얻을 수 없는 수준까지 이르게 된다. 물론 현실적으로는 다수의 규제가 존재하기 때문에 완전한 OA 수준은 존재하지 않지만 일반적으로 총량규제와 같은 강력한 규제가 없다면 어획활동은 MSY 수준과 OA 수준 사이에서 이루어질 가능성이 높다.

본 연구에서 공급곡선 도출은 OA의 균형 하에서 공급곡선을 이용하여 분석한다. 따라서 OA에서 투입되는 어획노력량(F_{OA})은 식 (14)와 같이 나타내고, 이때의 어획노력량을 지속적 어획곡선에 대입하여 식 (15)와 같은 공급곡선을 도출할 수 있다.

$$F_{OA} = \frac{r}{q} (\ln(pqk) - \ln(c)) \tag{14}$$

$$S_{OA}(p) = Y_{OA}(p) = \frac{cr}{pq} (\ln(pqk) - \ln(c)) \tag{15}$$

생산자이여

본 연구에서는 어선감척사업을 미 실시한 경우 시장에 공급되는 수산물의 양이 감소함으로써 변동되는 가격변화분을 추정하기 위해 수산물의 가상 수요함수를 추정하였다. 정확한 분석을 위해 연안자망어업의 개별 어종 수요함수를 추정하여 분석에 이용하는 것이 최선이지만 개별어업이 어획하는 수산물에 대한 수요함수를 추정하는 것이 현실적으로 상당히 어렵기에 이를 대체하고자 수산물 소비자 700명을 대상으로 설문조사를 실시하고, 전체 수산물의 수요함수를 추정한 후 도출된 탄력성을 본 분석에 이용하였다.

$$\ln Qd = c + \alpha (\ln Price) + \beta (\ln Plive) + \gamma (\ln RPGDP) \tag{16}$$

여기서 종속변수인 lnQd는 가격변화에 따른 수산물 수요량을 로그로 변환한 것이고, c는 상수, lnPrice는 수산물 가격지수, lnPlive는 축산물 가격지수, lnRPGDP는 1인당 실질 GDP 지수를 로그로 변환한 것이다. 식 (16)의 수요함수에서 수산물 가격지수의 계수인 α가 수요의 가격탄력성으로 이용된다. 아울러 도출된 수산물의 수요의 가격탄력성을 이용하여 어선감척사업을 실시하지 않았을 경우의 가격을 도출한 후 생산자이여를 추정하였다.

3. 실증분석

자료 분석

본 연구는 연안어업 중 하나인 연안자망어업의 어선감척사업으로 인한 효과를 분석하기 위해 1977년부터 2015년까지의 총 39년간의 연도별 자료를 이용하였다. 구체적으로 연안자망어업의 어획노력량은 통계청에서 제공하는 국가통계포털 및 각 연도별 해양수산통계연보를 이용하였고, 어획량과 어획금액 자료는 해양수산부의 수산정보포털 및 각 연도별 해양수산통계연보에서 얻을 수 있었으며, 어업비용은 수산자원관리공단에서 매년 실시하는 연안어업실태조사 자료를 이용하였다(한국수산자원관리공단 2014, 2015, 2016). 어획금액과 어업비용은 통계청에서

Table 1. Statistical results of surplus production models

Model	C	X1	X2	F stat. (Prob.)	R ² (Adj.R ²)
	Coefficient t stat. (Prob.)	Coefficient t stat. (Prob.)	Coefficient t stat. (Prob.)		
Schaefer	-0.0867	-0.0003	1.9E-08	3.3421 (0.0473)	0.1643 (0.1151)
	-0.9968	-1.3351	0.5954		
	(0.3258)	(0.1907)	(0.5554)		
Schnute	-0.0332	-0.0005	1.3E-09	3.3815 (0.0454)	0.1619 (0.1140)
	-0.3408	-1.9037	0.0347		
	(0.7352)	(0.0651)	(0.9724)		
WH	-0.0993	-0.0002	4.2E-08	3.4482 (0.0429)	0.1646 (0.1168)
	-1.0700	-1.1491	1.1103		
	(0.2919)	(0.2582)	(0.2744)		
Fox	0.4707	-0.1199	-4.2E-08	4.5663 (0.0175)	0.2117 (0.1653)
	1.4137	-1.9839	-0.8098		
	(0.1665)	(0.0553)	(0.4236)		
CYP	0.9657	0.7948	-6E-08	546.83 (0.0000)	0.9689 (0.9672)
	2.9668	13.8288	-2.1961		
	(0.0053)	(0.0000)	(0.0348)		

Note: Schaefer ($C=r, X_1=\frac{r}{qk}, X_2=q$), Schnute ($C=r, X_1=\frac{r}{qk}, X_2=q$), WH ($C=r, X_1=\frac{r}{qk}, X_2=q$), Fox ($C=r\ln(qk), X_1=r, X_2=q$),

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

제공하는 수산물 생산자 물가지수(국가통계포털 2016)를 이용하여 2010년의 가치로 환산하여 분석에 이용하였다. 본 연구의 기초분석으로서 자원평가를 실시하기 위해 5가지 잉여생산모형으로 회귀분석을 실시한 결과, 지수함수(exponential)의 성격을 갖는 CYP 모형의 설명력이 다른 모형에 비해 높게 나타나 CYP 모형을 분석대상의 자원평가 모형으로 선정하였다.

서로 다른 모형의 회귀분석 결과를 비교할 때, 각 모형별 종속변수와 독립변수가 다르다면 단순한 R²의 비교만으로 모형을 선정하기에는 다소 미흡하므로 각 모형별로

Table 2. Goodness of fit between standardized catch per unit efforts and actual catch per unit effort (Unit : kg)

Model	MSE	MAE	Theil's U-Statistic
Schaefer	60,559,789,017	227,686	26.11
Schnute	32,864,197,449	84,598	18.16
WH	125,602,296,406	262,459	32.65
Fox	1,340,852,374	229,922	3.62
CYP	832,436,679	13,218	2.67

Note: $MSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n$, $MAE = \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| / n$

예측오차를 추정하였다. 예측오차의 추정결과, 5개의 모형 중 평균제곱오차(MSE, Mean Square Error)와 평균절대오차(MAE, Mean Absolute Error), 그리고 Theil의 U통계량의 값 모두에서 CYP 모형이 가장 낮게 나타나 동 모형을 이용하는 것이 적합할 것으로 판단되었다. 또한 모형선정의 적합도를 고려하기 위해 Theil의 U통계량을 함께 추정한 결과, 5개의 잉여생산모형 모두 $U > 1$ 인 것으로 나타났지만, CYP 모형의 U통계량이 가장 낮은 것으로 나타났다.

생물경제모형에서 이용되는 경제적 변수인 생산자가격과 어업비용은 최신 동향을 반영하기 위해서 최근 3년 자료를 평균수치로 환산하여 이용하였다. 이 때 생산자가격과 어업비용을 2010년 기준 실질변수로 변환하였으며, 어업비용은 마력당 어업비용으로 환산하여 분석에 활용하였다.

자원평가

CYP 모형을 이용한 분석 결과, 어선감척사업을 실시한 경우인 실제 관측치 자료의 결정계수는 0.96으로 나타났으며, Forecasting 기법을 이용하여 2004-2015년의 어획량을 추정한 값을 사용한 Without 경우의 자료 역시 0.97로 결정계수가 높게 추정되었다.

또한 사업유무별로 추정된 독립변수도 통계적 유의성을 만족시키는 것으로 나타나 CYP 모형을 통해 추정된 q, k ,

Table 3. Average price and cost of the last three years of coastal gill-net fishery

Year	Producer Price Index	Producer Price (thousand won)	Cost per Vessel (thousand won)	Vessel (number)	Cost per Horse Power (won)
2013	91.09	454,006,320	50,507	13,401	319,124
2014	87.03	478,624,931	38,657	13,994	212,796
2015	90.00	462,310,950	37,476	12,582	170,358
Average	89.37	464,980,733	36,500	13,326	234,093

Note: <http://www.fips.go.kr/>, <http://kosis.kr/>, Statistical Yearbook of Marine Fisheries

Table 4. Statistical results of CYP model based on with-without analysis

Period	C	X1	X2	F stat. (Prob.)	R ² (Adj. R ²)
	Coefficient t stat. (Prob.)	Coefficient t stat. (Prob.)	Coefficient t stat. (Prob.)		
1977~2015 (With)	0.9657***	0.7948***	-6E-08**	546.83***	0.9689
	2.9668 (0.0053)	13.8288 (0.0000)	-2.1961 (0.0348)		
1977~2015 (Without)	0.7103**	0.8390***	-4.5E-08*	730.57***	0.9766
	2.0766 (0.0452)	13.9068 (0.0000)	-1.7247 (0.0934)		

Note: *, **, *** indicates rejection of Coefficient of independent variable at the 10%, 5%, 1% significance level

r 값을 이용하여 MSY , F_{MSY} , X_{MSY} 추정에 이용하였다. 추정된 계수값은 다음과 같다.

Table 5. Estimated coefficients of CYP model by with-without cases

Model	Coefficient	With	Without
CYP	r	0.228654117	0.175027100
	q	0.000000136	0.000000098
	k (kg)	815,654,162	845,345,719

Note: $q = -X_2/(2+r)$, $r = 2(1 - X_1)/1 + X_1$, $k = \exp(C(2+r)/2r)/q$

여기서 어선감척사업의 유무에 따라 계수값을 비교할 때, 본원적 성장률을 의미하는 r 은 어선감척을 실시한 경우가 더 크게 추정되어 연안자망어업에 한하여 어선감척 사업으로 인해 어획대상 어종의 성장률이 높아졌다고 볼 수 있다. 기술수준을 의미하는 q 는 어선감척사업이 진행됨에 따라 과잉투입되던 어선이 감축되어 생산요소가 감소한 것으로 반영된 반면 어획량은 비슷한 수준을 유지하거나 증가한 것에 기인하여 사업을 실시했을 때의 기술계수가 높게 추정된 것으로 나타났다. 한편, 환경수용능력을 의미하는 k 는 사업을 실시하였을 경우의 성장률과 기술수준이 높아 다소 낮게 추정되었으며, 사업을 실시하지 않았을 경우에는 어획량이 적고 기술수준이 비교적 낮은 것이 반영되어 전체 k 가 다소 높게 추정되었다. 여기서 Without

의 k 가 높게 추정된 것은 앞서 추정된 q 의 계수 값이 k 의 추정에 반영된 결과이다. 환경수용능력은 어획노력량과 함께 기술수준과 본원적 성장률에도 영향을 받으므로, 시계열 자료로 추정된 계수를 함께 고려하여 판단해야 한다.

어군균형 개선효과

자원회복효과를 추정한 결과, 어선감척사업이 실시되지 않은 경우 생산요소의 과다투입과 자원량이 감소하는 악순환으로 인해 어획량이 지속적으로 감소하는 것으로 예측되었다. Fig. 1에서 보이는 with 어획량과 without 어획량의 차이가 자원고갈을 상쇄시킨 부분이므로 어선감척사업으로 인한 자원회복효과로 간주한다.

먼저, Fig. 2의 2사분면에서 어군성장함수는 어선감척 사업을 실시한 경우가 그렇지 않은 경우 보다 증대되었음을 확인할 수 있다. 즉, 어선감척사업으로 인해 연안자망어업이 어획대상으로 하는 어종의 평균적인 성장함수가 일정부분 개선되었음을 알 수 있다. 다음으로, Fig. 2의 1사분면에 제시되어 있는 지속적 어획곡선도 어군성장함수와 마찬가지로 사업을 실시함에 따라 우상향함을 확인할 수 있으므로, 투입되는 어획노력량에 따라 지속가능한 어획수준이 개선되었음을 알 수 있다.

어선감척사업이 진행되고 있는 현재 상태에서의 MSY 수준은 68,610톤이며, 예측된 어획량을 이용하여 추정된

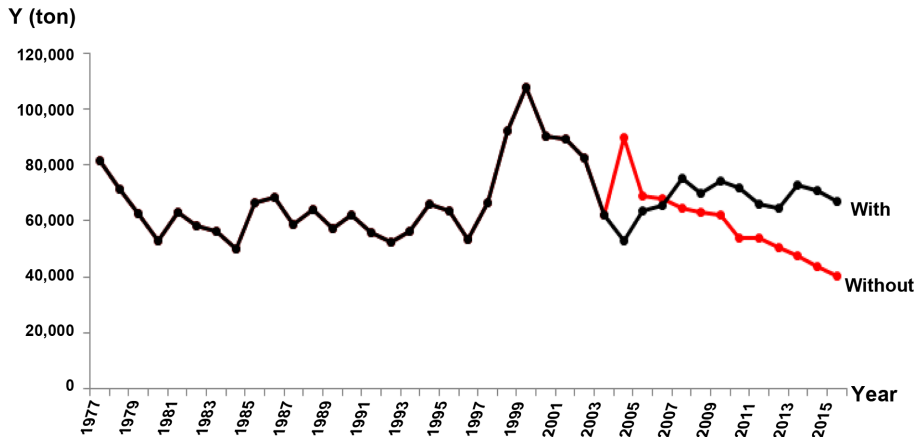


Fig. 1. Trends of actual catches and predicted catches of coastal gill-net fishery

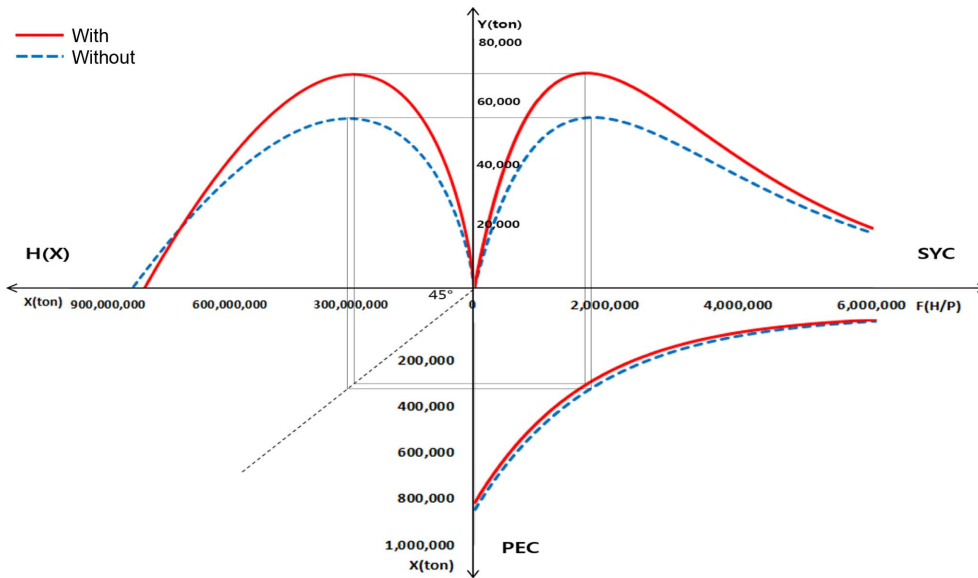


Fig. 2. Interrelationship among PEC, SYC, and H(X) curve

MSY 수준은 54,430톤으로 추정되었다. 어선감척사업을 실시하지 않았을 경우에 비해 MSY의 증가분이 약 14,179톤이므로 어선감척사업으로 인한 자원회복의 효과가 있는 것으로 판단된다. 이는 연안자망어업이 어획하는 어종의 본원적 성장률과 성장함수가 증가함에 따라 어획량이 함께 증가한 것으로 판단된다.

어군균형수준을 나타내는 Fig. 2의 4사분면의 어군균형 곡선은 사업의 유무와 관계없이 유사한 수준이지만 어선 감척사업을 실시하지 않았을 경우의 환경수용능력이 현재 수준보다 높게 추정되어 자원량이 다소 많은 것으로 나타났다. 하지만 자원량 회복의 한 판단 척도가 될 수 있는 MSY 수준은 여전히 현재의 MSY 수준보다 낮아서 연안 자망어업의 어선감척사업이 자원량 증대에 긍정적 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

현재 연안자망어업의 지속적 어획곡선은 어선감척사업 미실시의 경우보다 우상향의 위치에 있으므로 이에 따라 자원량이 증가할 것이라고 예상할 수 있다. 하지만 실질적으로 어업 현장에서 투입되고 있는 어획노력량은 F_{MSY} 수준보다 많이 투입되고 있어 자원남획의 가능성이 여전히 있다. 즉, 자원생물적 관점에서, 연안자망어업의 어획대상어종의 회복과 지속적 성장을 위한 MSY 수준을 초과하여 투입되는 어획노력량으로 인해 자원회복효과를 상쇄시킬 가능성이 존재한다고 사료된다.

잉여증대효과

어획량 감소로 인한 연안자망어업 공급곡선의 변화를 도출하고, 수산물 수요함수의 가격탄력성을 이용하여 어선감척사업이 실시되지 않았을 경우의 가격을 추정하였

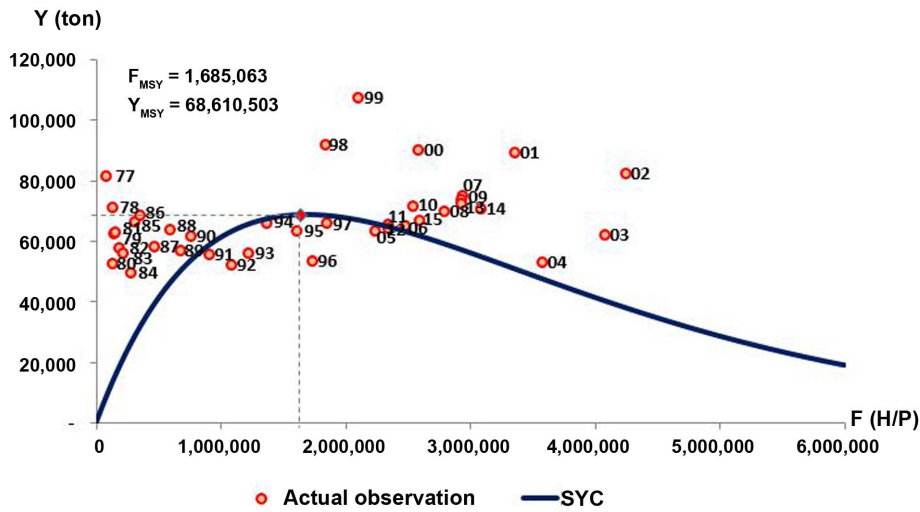


Fig. 3. Actual observations and sustainable yield curve of coastal gill-net fishery

Table 6. Statistical results of seafood virtual demand function

Variable	Estimate	Standard error	Z	P-value
Constant	-5.1668***	0.613320	-8.42	0.0000
Fishery price index	-0.3023***	0.004871	-62.07	0.0000
Livestock price index	-0.0700***	0.021782	-3.21	0.0010
Real GDP per capita	0.8115***	0.056743	14.3	0.0000
R ²	0.1312			
F-stat	1408.89			0.0000

Note: *, **, *** indicates rejection of H₀ at the 10%, 5%, 1% significance level

다. 전국의 수산물 소비자 700명에게 수산물 수요에 관해 실시한 설문조사의 결과만으로는 업종별 및 어종별 수요 탄력성을 도출하기 어려운 현실적 한계가 있으므로 수산물 가격지수, 축산물 가격지수, 1인당 실질 GDP 등을 설문조사 결과와 함께 고려하여 전체 수산물 수요의 가격탄

력성을 추정하였다.

설문조사 자료로 분석한 수산물 수요의 가격탄력성은 -0.3023으로 추정되었다. 수산물 가상수요함수의 결정계수는 0.13으로 다소 낮지만 추정된 계수는 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 추정된 탄력성을 이용하

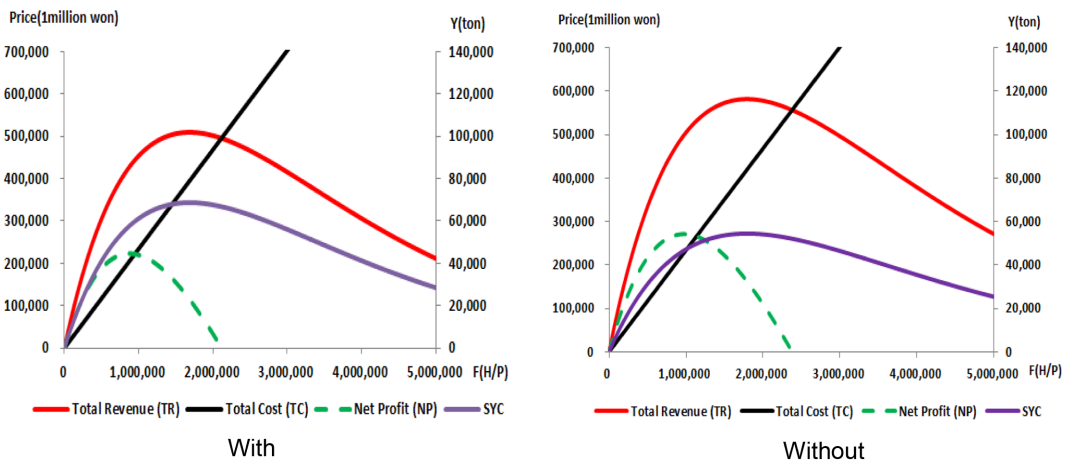


Fig. 4. Changes in STR, TC and profit curves based on with-without analysis

여 도출한 사업 미실시 경우의 가격은 공급량 감소로 인해 기존의 7,419원보다 약 3,267원 상승한 10,686원으로 도출되었다. 어선감척사업이 없었을 경우, 어업인은 기존의 어획량과 비슷한 수준을 유지하기 위해 최소한 현재상태보다 더 많은 어획노력량을 투입하게 되므로 어업비용은 $C_{With} \leq C_{Without}$ 라고 예상할 수 있다. 본 연구에서는 분석의 편의를 위하여 사업 미실시의 비용이 최소한 C_{With} 와 같다고 가정하여 분석을 실시하였다.

자원의 효율적 이용이란 현재 주어진 상태 하에서 이윤극대화 수준을 달성할 수 있도록 자원을 이용하는 것을 말한다. 본 연구에서는 MEY 수준이 어획활동을 통해 달성 가능한 이윤극대화 수준으로 정의하고 분석하였다.

분석 결과, 현재 수준에서 이윤극대화를 위한 어획량 수준인 Y_{MEY} 가 57,674톤인 것으로 나타났으나, 사업 미실시의 경우에는 46,688톤인 것으로 나타났다. MEY 수준의 어획노력량을 함께 비교해보면, 사업을 실시하였을 때

F_{MEY} 가 876,788마력, 사업 미실시일 때 F_{MEY} 가 973,441마력으로 분석되어 어선감척사업을 실시하지 않았더라면 더 많은 어획노력량을 투입하여도 더 적은 양을 어획하였을 것으로 분석되었다. 이러한 분석 결과는 어선감척사업이 실시되지 않았을 경우 지속되는 남획으로 인해 자원량 및 어획량이 감소하게 되므로 현재의 어획노력량보다 많은 수준을 투입해야 하는데, 이에 반해 어획량은 현재보다 더 낮은 수준임을 의미한다. 즉, 어선감척사업으로 인해 경제적 변수가 개선되므로 연안자망어업의 자원이용의 효율성을 도모했다고 판단된다.

반대로, MEY 수준에서 어획할 때 얻을 수 있는 이윤은 사업을 실시하였을 때 223,397백만 원, 사업을 실시하지 않았을 때 271,404백만 원인 것으로 나타나 사업 미실시 경우의 이윤극대화 수준의 총이윤이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 어선감척사업이 시행되지 않은 경우 어획노력량의 과잉투입으로 자원이 줄게 되어 어획

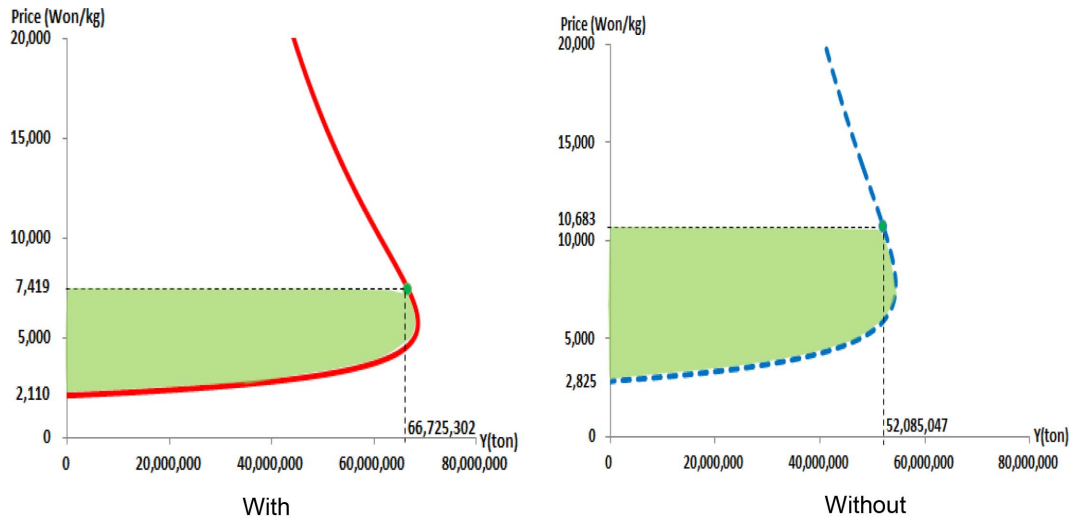


Fig. 5. Changes in producer surplus based on with-without analysis

Table 7. Changes in biological and economic criteria based on with-without analysis

		With	Without
MSY	F (H/P)	1,685,063	1,791,857
	Y (kg)	68,610,503	54,430,857
MEY	F (H/P)	876,788	973,441
	Y (kg)	57,674,955	46,688,707
	Profit (Won)	223,397,405,731	271,404,316,409
	Profit per vessel (Won)	17,755,318	13,781,766
OA	F (H/P)	2,114,729	2,377,606
	Y (kg)	66,725,302	52,085,047
	Producer surplus (Won)	311,041,435,741	369,874,578,995
	Producer surplus per vessel (Won)	24,721,144	17,782,033

량 감소로 이어지고, 시장에 유입되는 공급량을 감소시켜 연안자망어업이 어획하는 어종의 금액을 상승시키는 것에 기인한 것으로 판단된다. 하지만 개별 잔존어업인의 경영 개선의 효과가 중요하기 때문에 해당 자료로 환산 후 비교하기 위해서 With의 경우에는 2015년의 척수인 12,582척으로, Without의 경우에는 어선감척사업 직전 2003년의 척수인 19,693척으로 나누어 해당 이윤을 도출하였다. 환산 결과, 사업을 실시하였을 경우의 해당 이윤은 17,755,318원이며, 사업 미실시 경우의 해당 이윤은 13,781,766원으로 추정되어 잔존어업인의 경영개선을 도모했다고 판단된다.

경제적 유인에 따라 행동할 가능성이 높은 수산업에서는 지대가 소멸할 때까지 어획할 확률이 높으므로 OA 수준에서의 생산자잉여를 비교·분석해 보았다. 분석 결과, 어선감척사업을 실시하였을 경우의 생산자잉여는 311,041백만 원으로 나타났으며, 사업 미실시 경우의 생산자잉여는 369,874백만 원으로 나타났다. 연안자망어업의 전체 규모로 보았을 때, 어선감척사업을 실시함으로써 총이윤과 총생산자잉여가 감소한 것으로 보이지만 과잉 투입되고 있는 어선세력을 감축시켜 자원회복과 경영개선을 도모한다는 점에서 해당 이윤 및 해당 생산자잉여로 그 효과를 비교해야 한다. 그 결과, 어선감척사업을 실시한 경우의 해당 생산자잉여는 24,721,144원인 것으로 나타났으며, 어선감척사업 미실시 경우의 해당 생산자잉여는 18,782,033원으로 추정되어 잔존어업인의 생산자잉여가 개선되었다고 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 어선감척사업의 대상 업종 중 연안자망어업을 대상으로 어선감척사업의 자원회복 효과와 경제적 효과에 대해 분석하였다. 특히, 어선감척사업의 유무분석을 이용하여 본 사업의 효과를 추정하고자 하였는데, 사업을 실시하지 않았을 경우의 어획량을 예측하고 최소한의 비용을 반영하기 위해 어선감척사업이 실시된 이후 어획 노력량의 증가는 없었다고 가정하고 감척시점의 마력수를 고정시켜 분석을 실시하였다.

분석 결과, 자원회복의 관점에서 어선감척사업을 실시한 경우 연안자망어업의 MSY 수준이 증대되었고, 이윤극대화를 이룰 수 있는 MEY 수준도 개선되었으며, 경쟁적 조업이 이루어지는 OA 수준에서도 자원량이 개선된 것으로 나타났다. 이는 어선의 감축 없이 남획이 지속되었다면 더 많은 어획노력량을 투입하여도 더 적은 어획량만을 얻게 될 수 있음을 의미한다. 또한 경제적 관점에서의 분석 결과, 어선감척사업을 실시한 경우 연안자망어업의 이윤극대화 수준에서의 총이윤은 사업 미실시 경우보다 낮았

고, OA 수준에서의 생산자잉여도 마찬가지로 나타났고, 구체적으로 MSY 수준에서 어선감척사업으로 인해 기존보다 약 106만 마력을 덜 투입하여도 어획량이 약 14,180톤이 증대되어 약 21%의 자원회복효과가 나타났다. 또한 MEY 수준에서도 약 9만 마력을 덜 투입하여도 약 10,986톤 증대되어 약 19%의 자원회복효과 나타났으며, 어선감척사업으로 인한 연안자망어업의 총 어획량 감소에 따라 총이윤은 감소하지만 잔존어업인의 해당 이윤은 397만 원으로 약 22%의 경제적 효과가 발생하는 것으로 나타났다. 마지막으로 OA 수준에서도 약 26만 마력을 덜 투입하여도 어획량이 약 14,640톤 증대되어 약 22%의 자원회복효과가 나타났으며, MEY 수준과 마찬가지로 어선감척사업으로 인한 어획량 감소에 따라 총생산자잉여는 감소하지만 잔존어업인의 해당 생산자잉여는 약 693만 원 가량 증가하여 약 24%의 경제적 효과가 나타나 자원이용 수준에 따른 각 수준에서 모두 어선감척사업의 효과가 존재하는 것으로 판단되었다. 어선감척사업으로 인해 각 수준별 평균적으로 약 21% 가량의 자원회복효과가 존재하였고, 약 23% 가량의 경제적 개선효과가 존재하는 것으로 나타났다.

이러한 분석 결과는 연안자망어업에 과도하게 투입되고 있는 불필요한 생산요소를 제거하고, 요소배분의 효율성을 위한 인위적 조치로 인한 결과이지만, 해당 이윤과 해당 생산자잉여가 어선감척사업을 실시하였을 경우에 더 높게 나타난 것은 잔존어업인의 관점에서 경영개선이 이루어졌다고 판단할 수 있다.

본 연구의 분석 결과는 어선감척사업이 연안자망어업의 어획대상이 되는 어종의 자원회복을 도모하여 어획량 증대효과를 이끌어냄과 동시에 생산요소의 배분을 효율적으로 조절하여 잔존어업인의 경제적 지대가 증대하는 효과를 발생시켰다고 판단된다. 그러나 어선감척사업이 지속되고 있음에도 불구하고 여전히 MSY 수준을 넘어서는 과도한 어획과 어획노력량 투입이 이루어지고 있어 어선감척사업으로 인한 자원회복 효과가 기대만큼 크지 않음을 알 수 있다.

한편, 본 연구에서 자원평가에 이용된 자료가 개별 어종에 따른 것이 아닌 연안자망어업이 어획하는 전체 어종에 기초함에 따라 환경수용능력이 어선감척사업을 실시하지 않은 경우 다소 큰 것이 본 연구의 한계로 판단된다. 이뿐만 아니라 연안자망어업의 어선감척사업의 경제적 효과를 분석하기 위해 연안자망어업이 어획하는 어종의 수요탄력성이 아닌 전체 수산물의 수요탄력성을 이용하여 경제적 효과를 추정한 한계가 있으므로, 향후 연구에서는 업종별·어종별 수요탄력성을 정밀하게 도출하여 분석에 이용한다면 보다 정확한 효과추정에 관한 연구가 될 것으로 사료된다. 또한 어선감척사업으로 인한 효과를 정교히

분석하기 위해 유무분석을 이용하였으나, 분석에 이용된 자료가 어선감척사업의 효과만이 반영된 것이 아닌 다양한 사업 및 외부적 영향이 복합적으로 반영된 자료이므로, 분석결과에서 나타난 효과가 오로지 어선감척사업으로 인한 효과라고 단정 지을 수 없는 한계가 있다. 향후 연구과제로서 본 연구에서 어획노력량으로 마력수만 고려한 것과 달리, 출어일수와 같이 기타 어획노력량을 함께 고려해서 연구 분석에 반영한다면 보다 질적인 연구결과가 도출될 것으로 사료된다. 아울러 감척사업을 실시하였을 경우의 이윤 및 생산자잉여는 어업비용 증가분을 고려하지 않은 결과이므로 향후 연안어업의 어업비용 시계열 자료가 충분히 확보되어진다면 사업 유무에 따른 사회적 제적 효과 차이가 더욱 뚜렷해질 것으로 예상된다.

사 사

본 논문은 정민주(2017)의 부경대학교 응용경제학과 경제학 석사학위 논문의 일부를 발췌하였습니다.

참고문헌

- 국가통계포털 (2016) 생산자 물가지수. <http://kosis.kr> Accessed 15 Sep 2016
- 박병수, 이명규 (2005) 근해어선 감척사업의 생산량에 관한 효과분석. *수산해양교육연구* 17(1):115-131
- 수산정보포털 (2016) 어획량, 어획금액. <http://www.fips.go.kr> Accessed 15 Sep 2016
- 신영태 (1999) 연근해어업 구조개선의 의의, 문제점과 추진 방향. *수산경영론집* 30(2):39-54
- 신용민, 김진상, 이정민, 남종오 (2015) 연근해어업 어선감척 적정 목표량 산정 및 감척효과 분석. *수산해양교육연구* 27(3):821-832
- 이상고 (2003) 해양낚시(해양유어)의 제도적 관리 타당성에 관한 공공경제학 환경경제학적 분석연구. *수산경영론집* 34(1):137-156
- 조정희, 이정삼, 남종오 (2009) 생물경제모형을 이용한 수산물 최적생산량 추정 및 활용에 관한 연구. *한국해양수산개발원, 정책연구* 2009-14, 158 p
- 최종두 (2014) 연근해어업 어선감척사업으로 인한 생산성 및 투자 효과에 관한 연구. *Ocean Polar Res* 36(4):343-351
- 표희동 (2006) 우리나라 연근해어선 감척사업의 경제적 투자 효과 분석. *Ocean Polar Res* 28(1):25-35
- 표희동, 권석재 (2005) 우리나라 연근해어선감척사업의 정책 방향에 관한 연구. *Ocean Polar Res* 27(3):323-333
- 표희동, 최세힘 (2005) 우리나라 근해 어업의 잠재적 감척규모분석에 관한 연구. *Ocean Polar Res* 27(3):311-322
- 한국수산자원관리공단 (2014) 2013 연안어업실태조사. 해양수산부, 11-1192000-000167-10, 798 p
- 한국수산자원관리공단 (2015) 2014 연안어업실태조사. 해양수산부, 11-1192000-000167-10, 866 p
- 한국수산자원관리공단 (2016) 2015 연안어업실태조사. 해양수산부, 11-1192000-000167-10, 1046 p
- Field BC, Field MK (2015) 환경경제학. 시그마프레스, 서울, 491 p
- Clarke RP, Yoshimoto SS, Pooley SG (1992) A bioeconomic analysis of the North-western Hawaiian Islands lobster fishery. *Mar Res Econ* 7(3):115-140
- Fox WW (1970) An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. *T Am Fish Soc* 99(1):80-88
- Schaefer MB (1954) Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull Inter-American Trop Tuna Comm* 1(2):27-56
- Schnute J (1977) Improved estimates from the Schaefer production model: theoretical considerations. *J Fish Res Board Can* 34(5):583-603
- Verhulst PF (1838) Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Corresp Math Physique* 10:113-121
- Walters CJ, Hilborn R (1976) Adaptive control of fishing systems. *J Fish Res Board Can* 33(1):145-159

국문 참고자료의 영어 표기

English translation / Romanization of references originally written in Korean

- Korean Statistical Information Service (2016) Producer price index. <http://kosis.kr> Accessed 15 Sep 2016
- Park BS, Lee MK (2005) The analysis of fishery buy-back programs of offshore fisheries concerning fishery production. *Studies on Education of Fisheries and Marine Sciences* 17(1):115-131
- Fishery Information Service (2016) Catch and price. <http://www.fips.go.kr> Accessed 15 Sep 2016
- Shin YT (1999) The definition, problems and policy direction of structure reform in Korean coastal and offshore fisheries. *Journal of Fishery Business* 30(2):39-54
- Sin YM, Kim JS, Lee JM, Nam JO (2015) Direct economic effects and optimal vessel reduction scales in coastal and offshore fisheries. *J Fish Mar Sci Edu* 27(3):821-832
- Lee SG (2003) A public and environmental economic analysis of management aspects and institutional management framework of marine recreational fisheries. *The Journal of Fisheries Business Administration* 34(1):137-156
- Jo JH, Lee JS, Nam JO (2009) A Study on estimating the fishery optimal production by using a bio-economic

- model. Korea maritime institute, Policy Research 2009–14, 153 p
- Choi JD (2014) A study on the economic value and productivity attained through a reduction in fishing in fishing vessels engaged in coastal and offshore fisheries. *Ocean Polar Res* **36**(4):343–351
- Pyo HD (2006) Evaluating the economic effects of fishing vessel buyback programs in Korea. *Ocean Polar Res* **28**(1):25–35
- Pyo HD, Kwon SJ (2005) A Policy Direction of Vessel Buyback Program for Coastal and Offshore Fisheries in Korea. *Ocean Polar Res* **27**(3):323–333
- Pyo HD, Choi SH (2005) Analyzing Potential Vessel Buyback Scale of Offshore Fisheries in Korea. *Ocean Polar Res* **27**(3):311–322
- Korea Fisheries Resources Agency (2014) 2013 Actual condition survey on coastal fisheries. Ministry of Oceans and Fisheries, 11-1192000-000167-10, 798 p
- Korea Fisheries Resources Agency (2015) 2014 Actual condition survey on coastal fisheries. Ministry of Oceans and Fisheries, 11-1192000-000167-10, 866 p
- Korea Fisheries Resources Agency (2016) 2015 Actual condition survey on coastal fisheries. Ministry of Oceans and Fisheries, 11-1192000-000167-10, 1046 p
- Field BC, Field MK (2015) *Environmental Economics*. Sigma Press, Seoul, 491 p

Received Apr. 27, 2017

Revised Aug. 9, 2017

Accepted Aug. 23, 2017