

우리나라 기선권현망 멸치어업의 유류비 변동 영향분석[†]

윤상돈* · 남종오**

요약 : 본 연구의 목적은 우리나라 기선권현망 멸치어업의 유류비 변동에 대한 영향을 분석하는 데 있다. 연구의 분석 방법으로, 우선 최대지속적어획량(MSY)을 추정하기 위하여 지수잉여 생산모형을 이용한다. 다음으로, 자유어업하에서의 유류비 변동에 대한 기선권현망어업의 생산자 잉여를 추정하기 위하여 생물경제모형을 적용한다. 본 연구의 분석 결과, 면세유 미지급으로 인한 유류비 상승은 기선권현망어업의 멸치 공급에 대한 생산자 잉여에 부정적 영향을 초래하는 것으로 나타났다. 그러나 기선권현망 멸치어업의 유류비 상승이 경영 상태가 좋지 못한 어업인의 퇴출을 유도함으로써 상기 어업의 어획노력량을 최대지속적어획량 수준의 어획노력량(F_{MSY}) 이하로 감소시켜 멸치 자원의 회복과 더불어 잔존 어업자의 생산자 잉여를 개선시키는 효과를 유인하는 것으로 나타났다.

주제어 : 공급함수, 자유어업, 생산자잉여

JEL 분류 : Q21, Q22, Q57

접수일(2016년 10월 13일), 수정일(2016년 11월 21일), 게재확정일(2016년 12월 6일)

[†] 이 논문은 부경대학교 자율창의기술연구비(2016년)에 의하여 연구되었음.

또한 지원된 연구비로부터 수행된 부경대학교 윤상돈의 응용경제학과 경제학 석사학위 논문의 일부를 발췌한 것임.

* 국립부경대학교 일반대학원 응용경제학과 석사과정, 주저자(e-mail: ysd5214@naver.com)

** 국립부경대학교 인문사회과학대학 경제학부 조교수, 교신저자(e-mail: namjo1234@pknu.ac.kr)

Impact Analysis for Changes in Oil Cost of Anchovy Boat Seine Fishery in South Korea

Sang-Don Yun* and Jongoh Nam**

ABSTRACT : This study aims to analyze economic impacts for changes in the oil cost of the anchovy boat seine fisheries in South Korea. As analytical approach, this study employs the exponential surplus production model to estimate the maximum sustainable yield and also utilizes the bioeconomic model to calculate changes in producer surplus of the anchovy boat seine fisheries under the open access responding to changes in the oil cost. As the result of analysis, increases in the oil cost due to prohibition of duty-free oil supply result in the negative impacts to the producer surplus of the anchovy boat seine fisheries in South Korea. However, increases in the oil cost of the anchovy boat seine fisheries lead voluntary exit to fishermen which can no more run their business. As a result, this study shows that fishing efforts of the anchovy boat seine fisheries reduce under the fishing efforts of the maximum sustainable yield (F_{MSY}) and stock of the anchovy increases.

Keywords : Supply Function, Open Access, Producer Surplus

Received: October 13, 2016. Revised: November 21, 2016. Accepted: December 6, 2016.

* Master student, Department of Applied Economics, Graduate School, Pukyong National University, First author(e-mail: ysd5214@naver.com)

** Assistant Professor, Division of Economics, College of Humanities and Social Sciences, Pukyong National University, Corresponding author(e-mail: namjo1234@pknu.ac.kr)

I. 서론

권현망어업은 일본 히로시마 현의 지역어업의 일종으로서 1884년경에 우리나라 통영 근해에 들어와 조업에 성공하면서 우리나라도 동 어업을 이때부터 도입하기 시작하였다. 그러나 해방 이후 어구어법의 발달로 그물배를 육지까지 운반하지 않고도 바다에서 바로 그물을 끌 수 있는 ‘인회망식’ 어법이 도입되면서 어획 능력이 크게 향상되었다. ‘인회망식’ 어업이 도입된 당시만 하더라도 불법어업이었으나, 어구 어법의 발달로 동력선이 늘어남에 따라 1963년 「수산업법」을 개정하면서 이를 합법화하고, 명칭도 ‘기선권현망어업’으로 변경하였다.

오늘날 기선권현망어업은 표층 또는 중층에 서식하는 멸치를 본선2척이 그물로 끌어 어획하는 ‘인망류’ 어업의 하나로, 그물을 끄는 본선2척, 어탐선1척, 가공운반선2척이 하나의 선단을 이루며 조업을 하고 있다. 해양수산부(2015)에 따르면 기선권현망어업은 경남 거제와 통영, 전남 여수 등 남해안 일대에서 주로 조업을 하는데, 전국의 등록 어선 수는 총 383척으로 선단 평균 330톤 수준인 76개 선단이 이들 지역을 중심으로 멸치를 어획하고 있는 것으로 보고되고 있다.

기선권현망어업의 목표 어종인 멸치는 우리나라 연근해 어종 중 가장 어획량이 많은 어종으로, 2015년 기준 연근해어업의 어획량인 1,058,316톤의 약 20%에 해당하는 211,574톤이 어획되었다. 이 중 기선권현망어업이 약 70%에 달하는 141,571톤의 멸치를 어획함으로써 우리나라 근해어업의 대표적 어업으로 성장하였다.

그러나 기선권현망어업은 선단을 구성하여 조업함으로써 우리나라 근해어업 중 4번째로 연료비 사용량이 많은 업종이다(부록 1). 또한 생산관리비 중 연료비 비중²⁾이 57.6%로 높아 국내외 연료비 가격 변화에 따라 경영 수지도 민감하게 반응하는 취약 업종 중 하나에 해당된다. 최근 들어 기선권현망어업은 어선의 66%인 253척이 21년 이상의 노후화된 어선으로 연료 효율성 또한 낮아지고 있는 실정이다.

1) 인망(引網)이란 ‘그물을 당겨 잡는다’는 뜻으로 우리말로는 ‘후릿그물’이라고도 함. 인망류 어업은 주머니 모양으로 된 어구를 수평 방향으로 입의 시간 동안 끌어 대상생물을 잡는 어업을 지칭함(수산업협동조합중앙회, 2004).

2) 기선권현망어업의 허가당 생산관리비인 1,030,627천 원 중 연료비가 593,581천 원으로 생산관리비의 57.6%를 차지하고 있음(해양수산부, 연근해어업실태조사, 2016).

20세기 후반 들어 산업화가 가속화되면서 유류 소모량 증가로 유류 가격이 상승함에 따라 원유 산유국이 아닌 우리나라도 이로 인해 산업 전반적으로 큰 타격을 받아왔다. 그러나 국내 수산업은 유류비에 대한 ‘면세유 정책’으로 인해 고유가 시기에 다른 산업에 비해 산업적 타격을 적게 받아 온 것이 사실이다. 특히 지금까지 면세유에 대한 수산보조금 협상이 세계무역기구(WTO, World Trade Organization)에서 개별 국가 간의 이견 차이로 인해 난항을 겪으면서 소강상태에 빠져 있었으나, 2015년 10월 미국과 FFG (Fish Friends Groups)가 주도하는 환태평양경제동반자협정(TPP, Trans-Pacific Strategic Economic Partnership)이 타결되면서 면세유와 관련된 수산보조금 문제가 다시 국제적 이슈로 부각되고 있다. 또한 2016년에는 WTO 수산보조금 제안서 참여국, 12개 TPP 참여국, FFG 국가 등이 참여하여 복수국 협상을 재논의하면서 최소 TPP 규범 수준의 수산보조금 금지를 2017년까지 WTO에서 타결시키고자 하는 움직임이 가속화되고 있다. 특히, 2015년 타결된 TPP 협정은 수산보조금 지원을 수산자원의 상태와 연계시키는 환경부문의 통상규범을 강조하면서, 수산자원의 상태가 좋지 않은 어업에 대해 수산보조금 지원을 엄격하게 규제하고 있다.³⁾ 따라서 수산자원의 상태가 좋지 않은 어업의 경우, 어업의 경영수지와 밀접한 관련이 있는 면세유 공급이 금지될 수 있어 이들 어업에 심각한 타격을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 최근 예상치 못한 도널드 트럼프의 미국 대선 승리로 그동안 미국 주도로 강력히 추진되어 온 TPP 협정에 제동이 걸리긴 하겠지만 그렇다고 해서 수산보조금 논의마저 국제사회에서 외면하거나 등한시되지는 않을 것으로 판단된다. 이에 만일 우리나라가 수산업의 글로벌 경쟁력을 제고할 뿐만 아니라 향후 예상되는 금지보조금에 대한 국제적 압박에 대비하여 면세유 공급을 감소시키는 정책을 추진한다면, 그동안 면세유 정책으로 인해 그나마 경영수지를 유지해 오던 연료 소모량이 많은 ‘인망류’나 ‘선망류’⁴⁾

3) 2015년 타결된 TPP 협정의 환경부문의 통상규범에 의하면, 회원국이 어업관리제도를 운영함에 있어 과잉어획 및 과잉어획능력을 금지하는 방향, 치어와 비목표어종에 대한 부수어획을 최소화하는 방향, 남획 중인 어종을 회복시키는 방향으로 어업관리제도를 운영·추진할 의무를 부여하고 있음. 아울러 과잉어획 및 과잉생산능력을 유발하는 모든 보조금을 통제, 감축하고 궁극적으로 철폐하는 것을 포함함은 물론 과잉어획상태의 어족에 대한 어획행위에 부정적 영향을 미치는 보조금을 회원국이 지급하는 것에 대해서도 엄격하게 규제하고 있음(산업통상자원부, 2015).

4) 선망(旋網)이란 ‘그물을 둘러쳐서 잡는다’는 뜻으로 우리말로는 ‘두릿그물’이라고도 함. 선망류어업은 여러 척의 배가 밀집된 어군을 그물로 둘러싼 후 그 범위를 조금씩 좁혀가면서 잡는 어법을 지칭함(국립수산과학원, 2010).

의 근해어업은 큰 타격을 받을 것으로 예상된다. 특히, 근해어업의 대표적인 ‘인망류’ 어업 중 하나인 기선권현망어업은 면세유 정책 폐지 시 경영수지가 음(-)으로 돌아서 이윤이 ‘0’인 자유어업(Open Access)보다도 더 심각한 경영 상태가 초래됨을 알 수 있다. 이에 본 연구는 만일 기선권현망어업에 면세유 공급을 중단함으로써 유류비가 상승한다면, 멸치자원의 균형 생산을 전제로 한 자유어업하에서 동 어업의 생산자 잉여가 어떠한 변화를 보이는지를 시나리오별로 구분하여 그 잉여를 추정해 보고자 한다.

주요 분석 방법으로 본 연구에서는 첫째, 기선권현망어업의 주 포획 어종인 멸치를 지수잉여생산모형에 적용하여 현재 우리나라 멸치 자원에 대한 평가를 시행한다. 둘째, 국제여건 변화로 인한 면세유 정책 폐지 시 유류비 상승에 따른 멸치 기선권현망어업의 피해 정도를 파악한다. 셋째, 생물경제모형을 이용하여 생태적 균형하에서 자유어업을 가정한 공급함수를 도출한다. 넷째, 기 도출된 공급함수에 기초하여 면세유 공급 수준에 따른 유류비 변동이 어업인의 생산자 잉여에 어떠한 영향을 미치는지를 시나리오별로 구분하여 추정한다.

본 연구와 연관성이 높은 국외 선행연구로, Nostbakken and Bjorndal (2003)은 생태적 균형 하에서 자유어업과 최적관리어업하에서의 청어 자원의 공급함수를 도출한 후 민감도 분석을 이용하여 어업규제 변화의 시점별 가격 및 비용의 변화가 자유어업, 최적관리어업, 실제 어업에 있어 최적 어획량, 어획노력량, 자원량에 어떠한 영향을 미쳤는지를 분석하였다. Sumaila et al. (2008)은 자유어업하에서 Gordon-Schaefer 모형을 이용하여 총수입곡선과 총비용곡선을 도출한 후 유류보조금이 어획노력량에 미치는 영향에 대해 분석하였다. Salenius (2014)는 생물경제모형을 이용하여 북 발트 해 연어 자원의 최적어획량을 추정하고, 유류보조금 폐지가 경제적으로 얼마나 영향을 미치는지를 파악하기 위해 민감도 분석을 수행하였다. 그 외에도 생물경제모형을 이용한 수산자원 평가 논문은 다수가 존재하나(Kompas et al., 2010; Kar and Chakraborty, 2011; Jin et al., 2012; Nieminen et al., 2012; Sutrisno, 2013), 이들 논문은 어업환경이 영향 변화에 대한 자유어업이나 단독어업에 대한 공급함수 도출까지는 제시하지 못하였다.

다음으로 국내 선행연구로는 최종두·조정희 (2008)가 생물경제모형의 로지스틱 성장함수를 이용하여 자유어업하에서 정태적·동태적 분석을 통해 가격 변화가 자원량, 어획노력량, 어획량에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 남종오 외 (2010)는 대형 선망어

업에 의해 주로 어획되는 고등어와 전갱이의 공급함수를 비선형 콤팩트글라스 생산함수의 승수를 이용하여 추정하고, 자유어업과 단독소유의 어업 상황에서 이들 어종의 최적 어획량을 추정하였다. 그 외에도 생물경제모형을 이용한 수산자원 평가 논문은 다수가 존재한다(이장욱, 1991; 서영일·장창익, 2001; 이정삼 외, 2006; 최종열·김도훈, 2012; 심성현·남종오, 2015). 그러나 상기 국내 논문들은 유류비 상승 등의 어업 환경의 변화로 인한 자유어업하에서의 국내 어업의 생산자 잉여 변화 등의 실증적 분석을 수행한 바 없어 본 연구가 뚜렷한 차별성을 보이는 것으로 판단된다.

본 연구의 구성으로 제III장은 기선권현망어업의 멸치자원의 평가 및 자유어업하에서의 공급함수 도출을 위한 추정모형 및 분석방법을 제시하고, 제III장에서는 실증분석을 통하여 면세유 공급 정도에 따른 유류비 변동이 자유어업하에서의 기선권현망어업의 생산자 잉여의 변화 정도를 파악한다. 제IV장에서는 결론으로 본 연구를 요약한 후 분석 결과의 함의를 제시하며 글을 맺고자 한다.

II. 추정모형 및 분석방법

1. 잉여생산모형(Surplus Production Model)

어족자원의 변동을 나타내는 성장률, 가입률, 자연사망률의 변수를 하나의 단일함수로 나타내는 잉여생산모형은 Verhulst (1838)에 의해 처음 제시되었다. 잉여생산모형의 경우, 어족 자원량의 변화만을 다루게 되므로 어족자원의 세부적인 속성을 고려하지 않는다. 또한 어획량과 어획노력량 자료만 있으면 쉽게 추정 가능하다는 특징을 지니고 있다.

잉여생산모형은 자원의 크기와 어획노력량의 함수인 CYP 모형으로부터 q , k , a 를 도출하여 어획 함수와 지속적 어획 곡선을 구체화할 수 있다. 이때, q 는 어획능력계수로서 현재 총자원량 중 어획노력량에 의해 어획되어지는 비율을 의미한다. 여기서 대상 어업인의 어획능력이 모두 동일하다고 가정한다. k 는 환경수용능력, a 는 어족자원의 본원적 성장률을 의미한다.

1) CYP(Clarke · Yoshimoto · Pooley) 모형

우선 잉여생산모형에 사용되는 q, k, a 추정계수를 도출하기 위해 Logistic 잉여생산 모형(Schaefer, 1954, 1957; Schnute, 1977; Walters and Hilborn, 1976)과 Exponential 잉여생산모형(Fox, 1970; Clarke et al., 1992)을 모두 분석한 후 모형의 설명력과 변수의 유의성이 가장 높게 나타나는 모형을 분석 모형으로 선정한다. Clarke · Yoshimoto · Pooley는 1992년 Gompertz 어군 성장함수에 기초하여 도출한 Fox(1970)의 지수성장모형을 Taylor 근사(approximation) 식을 응용하여 CYP 모형을 개발하였다. CYP 식은 식 (1)과 같다.

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

여기서, \overline{U}_t 는 평균 어획노력당 어획량(CPUE, Catch Per Unit Effort), \overline{F}_t 는 평균 어획노력량을 의미한다. 식(1)을 최소자승법(OLS, Ordinary Least Square)에 기초한 회귀분석을 통해 q, k, a 계수를 추정한다.

2) Gompertz 어군 성장함수, 어획함수

CYP 모형은 지수함수적 성격을 지닌 Gompertz 어군 성장함수를 이용하여 도출되어 지며 동 성장함수는 식 (2)와 같다.

$$H(X) = aX \ln\left(\frac{k}{X}\right) \quad (2)$$

여기서, $H(X)$ 는 어족자원의 성장함수, X 는 어족자원의 자원량(Stock)을 나타낸다. 어획함수는 생산의 투입요소에 따른 산출량을 결정하는 함수로서 어업에서는 일반적으로 콥-더글라스(Cobb-Douglas)함수의 승수를 각각 1로 가정한 선형함수 형태로 식 (3)과 같은 어획함수를 사용한다(Clark, 1990).

$$Y(F) = qFX \quad (3)$$

여기서, Y 는 어획노력량의 함수인 대상어종의 어획량(Catch), F 는 어획노력량(Fishing Effort)을 나타낸다.

$$\frac{dX}{dt} = H(X) - Y(X) = aX \ln\left(\frac{k}{X}\right) - qFX \quad (4)$$

식 (4)에서 나타나는 것처럼 어획 수준이 어군의 성장 수준보다 높으면 어족자원량은 감소하게 되고 어획 수준이 어군의 성장 수준보다 낮다면 어족자원량은 증가하게 된다. 균형 어군은 어군의 성장 수준과 어획 수준이 만나는 지점에서 균형을 ($dX/dt = 0$) 이루며, 이때의 어군균형곡선(PEC, Population Equilibrium Curve)은 어획노력량의 변화에 따라 균형자원량(X^*)도 변화함을 알 수 있다. 여기서 X^* 는 어획노력량 F 의 함수이며, \exp 는 자연대수를 의미한다. 어군의 밀도는 어획 곡선과 어군의 성장곡선이 만나는 지점에서 균형을 이룬다. 따라서 어군균형곡선은 식 (5)와 같이 표현될 수 있다.

$$X^* = k \exp\left(-\frac{q}{a} F\right) \quad (5)$$

3) 지속적 어획 곡선

균형어군은 어획함수와 어군의 성장함수가 만나는 지점에서 균형을 이루고, 이때의 균형어군 수준인 X^* 만큼 어획할 경우 지속적으로 수산자원을 어획할 수 있으므로 이를 지속적 어획 곡선(SY, Sustainable Yield)이라 한다. 여기서 지속적 어획 곡선은 어획 함수 식 (3)에 균형어군 X^* 를 대입하여 도출할 수 있다.

$$SY(F) = qFX^* = qkF \exp\left(-\frac{q}{a} F\right) \quad (6)$$

SY는 어획노력량의 함수이며, 어획노력량 변수의 지수함수의 형태를 가지게 된다. 다음으로 MSY를 도출하기 위해서는 식 (6)을 F 에 대해 미분하여 식 (7)과 같이 최대지속적어획노력량(F_{MSY})을 도출할 수 있다.

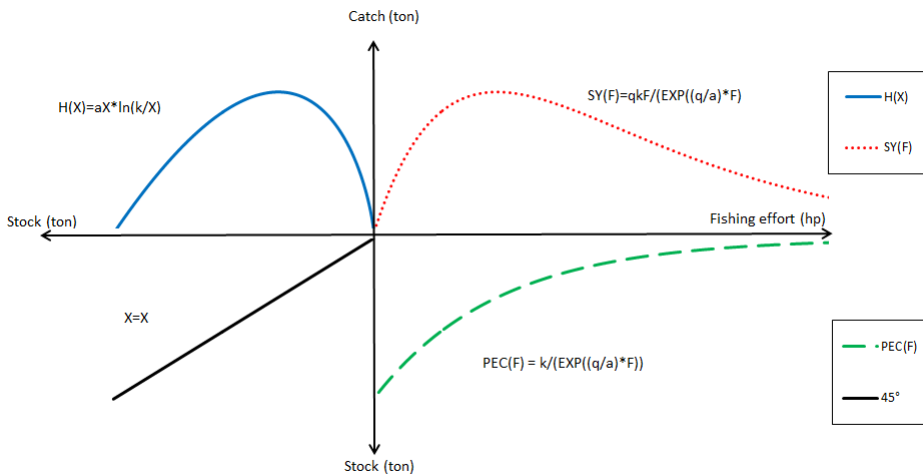
$$F_{MSY} = \frac{a}{q} \tag{7}$$

또한 최대지속적어획량(Y_{MSY})을 도출하기 위해서 지속적 어획 곡선에 F_{MSY} 를 대입하여 Y_{MSY} 를 도출할 수 있다.

$$Y_{MSY} = qkF_{MSY} \exp\left(-\frac{q}{a}F_{MSY}\right) = \frac{ak}{\exp(1)} \tag{8}$$

여기서 qk 는 대상어종이 어획되지 않은 상태의 CPUE를 의미한다. 상기 식 (1)에서 식 (8)을 이용하여 잉여생산모형을 도식화하면 <그림 1>과 같다.

<그림 1> Gompertz 어군성장함수, 지속적 어획 곡선, 어군 균형곡선의 관계



2. 생물경제학적 모형(Bioeconomic Model)

생물경제학적 모형을 적용하기 위해서 지속적 총수입함수, 어획비용함수, 이윤함수가 필요하며, 이들 함수를 수식을 이용하여 도출함으로써 생물경제모형을 구축할 수 있다.

1) 지속적 총수입함수

지속적 총수입함수(STR, Sustainable Total Revenue)는 생태적 균형하에서 생산자가 얻게 되는 수입함수를 의미하며, 이는 대상어종의 생산자가격(P)과 대상어종의 지속적 어획 함수($SY(F)$)를 곱하여 구할 수 있다. 여기서 지속적 어획 함수의 개별 어종은 모두 동일한 크기의 어종으로 가정한다.

$$STR(F) = P \times SY(F) = PqkF \exp\left(-\frac{q}{a}F\right) \quad (9)$$

평균수입(AR, Average Revenue)은 지속적 총수입함수를 어획노력량으로 나누어 식 (10)과 같이 도출할 수 있다.

$$AR(F) = \frac{STR(F)}{F} = pqk \exp\left(-\frac{q}{a}F\right) \quad (10)$$

그리고 한계수입(MR, Marginal Revenue)은 지속적 총수입함수를 어획노력량에 대해 미분하여 식 (11)과 같이 도출할 수 있다.

$$MR(F) = \frac{dSTR(F)}{dF} = pqk \left(1 - \frac{q}{a}F\right) \exp\left(-\frac{q}{a}F\right) \quad (11)$$

2) 어획비용함수

어획비용함수 산출을 위해 어획비용을 어획노력량(F)으로 나눈 단위비용(c)인 어획 노력당 비용을 구한다. 이를 어획노력량(F)과 생산량 비율(m)을 곱하여 어획비용함수를 추정한다. 생산량 비율을 곱하는 이유는 어획비용함수 추정 시 대상어업이 대상어종만을 어획하는 비용을 도출하기 위한 것으로 주로 생산량 비율을 곱하여 도출한다. 따라서 어획비용함수는 식 (12)와 같이 나타낼 수 있다.

$$TC(F) = mcF \quad (12)$$

평균비용(AC, Average Cost)과 한계비용(MC, Marginal Cost)은 총비용(TC)이 1차 선형함수이므로 동일하며 식 (13)의 형태로 나타낼 수 있다.

$$AC(F) = MC(F) = mc \tag{13}$$

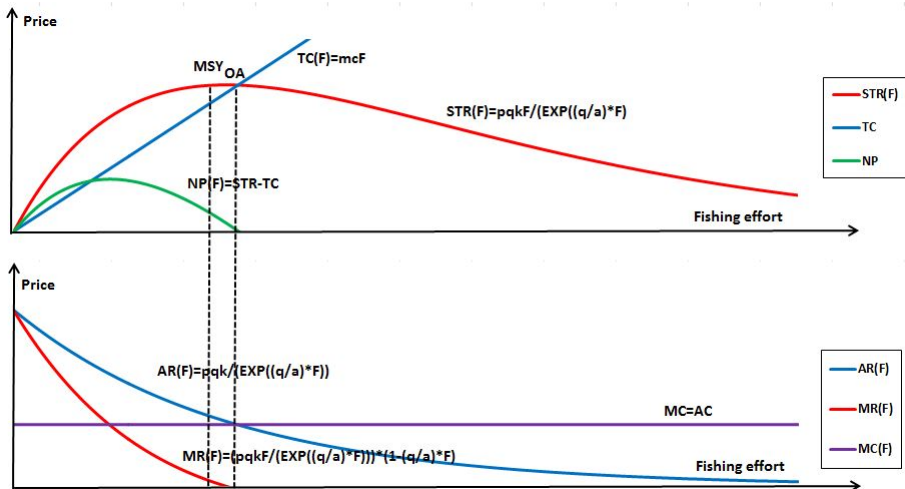
3) 이윤함수

이윤함수는 지속적 총수입함수에 어획비용함수를 차감하여 산출한다. 이때 어족자원의 가격과 단위비용 및 어획노력량의 한계가 일정불변이라 가정한다면, 대상어업의 지속적 경제지대(Sustainable Economic Rent)는 식 (14)와 같다.

$$NP(F) = pqk \exp\left(-\frac{q}{a}F\right) - mcF \tag{14}$$

생물경제모형을 적용하기 위해 도출한 지속적 총수입함수, 어획비용함수, 이윤함수를 종합적으로 도식화하면 <그림 2>와 같다.

<그림 2> 생물경제모형의 지속적 총수입함수, 어획비용함수, 이윤함수



4) 자유어업하의 공급함수

자유어업하에서는 총수입과 총비용이 같을 때, 즉 $TR = TC$ 의 균형지점까지 어획노력량을 증가시키게 된다. 만약 이러한 균형점을 초과하여 어획노력량을 계속적으로 증가시키게 되면 총비용이 총수입을 초과하게 되어 어업인은 어획노력량을 이윤이 '0'인 균형 수준까지 감소시키려는 경향을 보이게 된다. 또한 균형점 이하의 어획노력량이 투입되고 있는 경우에 어업인은 수산자원의 공유자원적 성격에 기인하여 수익이 발생하는 한 계속적으로 어획노력량을 증가시키려는 경향을 보이게 된다. 따라서 자유어업 시 어획노력량(F_{OA})은 식 (16)과 같다.

$$TR = TC = p \times SY(F) = mcF \quad (15)$$

$$F_{OA} = \frac{a}{q} (\ln(pqk) - \ln(mc)) \quad (16)$$

자유어업 시 어획노력량을 지속적 어획곡선에 대입하여 식 (17)과 같은 공급곡선과 자원량을 도출할 수 있다.

$$S_{OA}(p) = Y_{OA}(p) = \frac{mc}{p} \frac{a}{q} (\ln(pqk) - \ln(mc)) \quad (17)$$

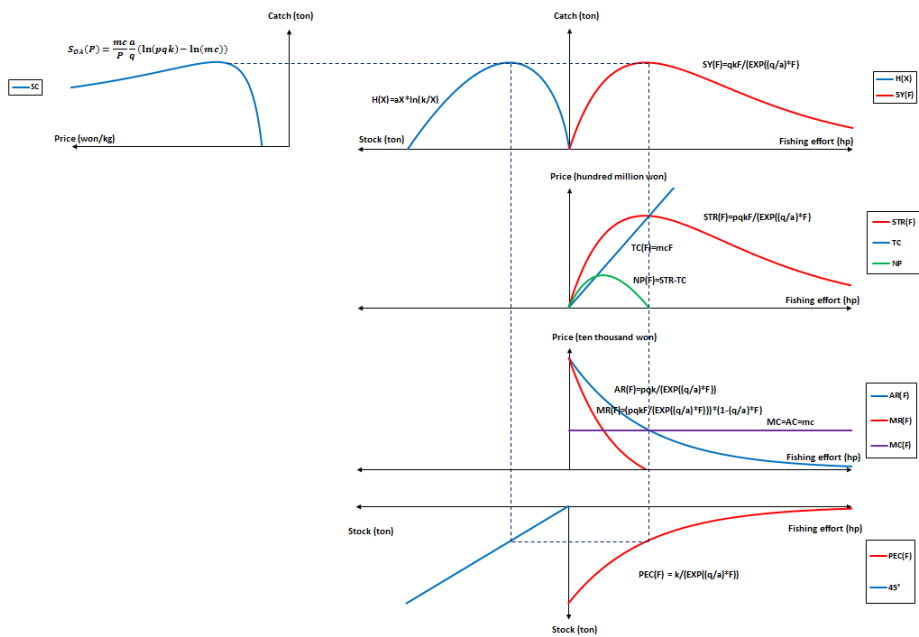
$$X_{OA} = \frac{Y_{OA}}{qF_{OA}} = \frac{mc}{p_{OA}q} \quad (18)$$

<그림 3>과 같이 도출된 후방굴절형 공급곡선을 설명하자면, 생물경제모형으로부터 도출된 것이다. 수산자원의 어획노력량이 F_{MSY} 수준에 도달하기 전까지 자원량이 증가하여 어획량이 지속적으로 증가한다는 것을 전제로 하고 있다. 반면, F_{MSY} 수준 이상에서는 어획노력량이 투입이 오히려 수산자원을 남획시키게 되므로, 어획노력량이 증대됨에도 불구하고 어획량이 감소하는 현상을 보이게 된다. 이는 가격이 상승하면 균형어획량이 증가되어 MSY 수준까지는 공급곡선이 우상향하지만 그 이상의 어획노력량의 투

입은 자원량을 감소시켜 공급곡선을 좌상향하게 만들어 수산물의 공급곡선이 후방굴절하게 된다.

이상을 종합해 보면 <그림 3>은 지수함수의 성격을 지닌 CYP 모형을 적용하여 도출된 q, k, a 를 이용하여 잉여생산모형과 생물경제모형을 통해 도출된 공급곡선을 도식화한 그림이다. 이는 생태적 균형의 자유어업하에서 특정 어업이 특정 어종을 어획할 때 자원지대를 소멸시키는 어획 행위에 기초한 분석으로 실제 어획 상황과는 다소 차이가 있을 수는 있으나 수산물의 공급함수 추정이 용이하고, 면세유 미공급 시 자원지대가 소멸되거나 음(-)의 상태로 변화하는 일부 어업에 한해서는 적용 가능한 모형으로 판단된다.

<그림 3> 잉여생산모형과 생물경제모형을 통해 도출된 공급곡선



5) 유류비 변동이 대상어업에 미치는 영향

유류비 상승은 대상어업의 어업비용 증가에 바로 영향을 미칠 수 있다. 유류비 상승 외 다른 조건이 일정할 때, 유류비 상승의 영향으로 어획비용곡선의 기울기는 가파르게 올라가고 평균비용과 한계비용도 상승한다. 아울러 대상어업의 비용 증가는 어획노력

량을 일시적으로 감소시켜 어족자원의 어획량 감소를 가져오며, 이로 인해 공급곡선이 상향 이동함으로써 생산자 가격의 상승과 대상어업의 생산자 잉여의 감소를 유발할 수 있다. 다른 조건이 일정할 때 유류비 상승으로 인한 비용곡선의 이동이 야기하는 어획량, 어획노력량, 자원량의 변화 및 공급함수의 이동은 실증분석을 통해 확인할 수 있다. 여기서 대상어업의 어족자원 공급곡선의 이동은 사회적 할인율의 변동, 국제유가의 변화, 국민 소득 변화, 대상어종의 수출·수입의 영향 등 많은 변수들에 영향을 받을 수 있다. 하지만 본 분석에서는 다른 변수들은 일정하다(*Ceteris Paribus*)고 가정하고, 오직 유류비 변동에 따른 공급곡선의 이동만을 고려하여 대상어업의 생산자잉여(PS, *Producer Surplus*)를 도출하고자 한다.

또한 우리나라가 수산업의 글로벌 경쟁력을 제고할 뿐만 아니라 향후 예상되는 금지보조금에 대한 국제적 압박에 대비하여 금지보조금으로 분류되는 면세유 정책 폐지가 어업비용의 증가를 초래할 수 있음을 전제로 한다. 면세유 폐지로 인해 야기될 수 있는 어업비용 증가분의 도출 방법은 최근 2년(2014~2015) 기선권현망어업의 면세유 평균 공급량에 <표 1>에 제시한 2016년을 기준으로 부과되고 있는 유종별 세제 현황을 곱함으로써 기선권현망어업의 어업비용 증가분을 추정할 수 있다.

<표 1> 유종별 세제 현황

(단위: 원/L)

유종	유류세				부가세 (10%)	합계
	교통에너지· 환경세	개별 소비세	교육세	자동차 주행세		
보통 휘발유	529.00	-	79.35 (교통세 15%)	137.54 (교통세의 26%)	74.589	820.479
선박용 경유	375.00	-	56.25 (교통세 15%)	97.50 (교통세의 26%)	52.875	581.625
중유	-	17.00	2.55 (개별소비세 15%)	-	1.955	21.505

자료: 국가법령정보센터, 「교통·에너지·환경세법 시행령」 제3조의2(탄력세율), 2016.

III. 실증분석

1. 자료분석

본 연구의 분석 대상어업과 분석 어종은 근해어업의 대표어업 중에 하나인 근해어업이 주로 어획하는 멸치를 대상으로 한다. 또한 본 연구의 분석 자료로 기선권현망어업의 연도별 멸치 어획량과 동 어업의 어획노력량인 연도별 마력수를 이용하였고, 동 자료는 해양수산부에서 제공된 수산통계연보를 활용하였다(부록 2). 그리고 동 자료의 분석기간은 총 39년으로 1976년부터 2014년까지의 연도별 시계열 자료를 이용하였다.

기선권현망어업의 경제적 파라미터로는 동 어업의 최근 동향을 최대한 반영해 주기 위하여 2013~2014년 자료를 사용하였다. 또한 동 어업의 총어업비용은 해양수산부의 근해어업실태조사를 이용하였다. 기선권현망어업의 마력당 비용은 총어업비용에서 총 마력수를 나누어 구하였으며, 분석에 사용된 가격, 비용 자료는 통계청의 신선어류 생산자물가지수를 이용하여 실질가격화시켜 이용하였다. 기선권현망어업의 경제적 파라미터를 살펴보면 <표 2>와 같다.

<표 2> 멸치를 어획하는 기선권현망어업의 경제적 파라미터

연도	총비용 (천 원)	생산량 비율 (m: %)	어획노력당 비용 (c: 천 원/마력)	생산자 가격 (p: 원/kg)
2013	226,611,730	93.3	1,174	1,593
2014	235,424,927	97.9	1,178	1,739
평균	231,018,328	95.6	1,176	1,666

자료: 해양수산부, 근해어업실태조사, 2015~2016; 해양수산부, 해양수산통계연보, 1976~2016.

기선권현망어업에 공급되고 있는 면세유 관련 자료는 <표 3>과 같다. <표 3>은 면세유 변화에 따른 기선권현망어업의 생산자잉여의 변화를 추정하기 위해 사용되었으며, 자료는 수협중앙회 내부 자료를 이용하였다. <표 3>에서 보듯이 우리나라 기선권현망어업의 면세유 공급액은 2013~2014년 평균 약 271억 원으로 주로 고경유를 사용하고 있음을 확인할 수 있다.

〈표 3〉 기선권현망어업의 면세유 공급액

(단위: 천 원)

연도	고경유	저경유	중유	합계
2013	28,170,146	52,928	164,522	28,387,596
2014	25,523,496	42,691	163,593	25,729,781
평균	26,846,821	47,809	164,057	27,058,688

자료: 해양수산부, 국제여건변화에 따른 연근해어업의 영향분석 및 대응방안 연구, 2016.

2. CYP 모형 분석 결과

CYP 모형을 통해 기선권현망어업의 어획능력계수(q), 멸치어장의 환경수용능력(k), 멸치의 본원적성장률(a)을 추정하기 위해 최소자승법에 기초한 선형회귀분석을 실시하였다.

CYP 모형의 선형회귀분석 결과, 모형의 변수에 대한 설명력을 나타내는 추정된 결정계수는 0.75, 조정된 결정계수는 0.73으로 높게 나타났다. 또한 자료의 이분산 유무를 확인하기 위해 White의 이분산 검정법을 수행해 본 결과, 검정통계량 nR^2 이 4.8837, 유의확률이 0.4302로 나타나 ‘이분산이 없다’는 귀무가설을 5% 유의수준에서 기각하지 못함으로써 CYP 모형에 이분산이 존재하지 않는 것으로 판정되었다. 또한 CYP 모형의 자료에 자기상관이 존재하는지를 확인해 보고자 LM(Lagrange Multiplier) Test를 적용해 본 결과, LM Stat.이 2.6299, 유의확률이 0.2685로 나타나 ‘자기상관이 존재하지 않는다’는 귀무가설을 5% 유의수준에서 기각하지 못하여 CYP 모형에 자기상관이 존재하지 않는 것으로 판정되었다.

<표 4>에서 보듯이 절편(C)과 X_1 , X_2 계수의 경우 모두 1% 이내의 높은 유의수준을 보여 이들 계수로부터 q , k , a 를 유도하는 데에는 통계적으로 문제가 없는 것으로 판단된다. CYP모형으로부터 추정된 q , k , a 는 <표 5>와 같다. 멸치의 본원적 성장률 a 는 0.9105, 환경수용능력 k 는 약 342,942톤으로 추정되었다.

〈표 4〉 CYP 모형 추정 결과

식	R ² Stat. (adj. R ²)	Intercept (C)	X ₁	X ₂	F stat. (Prob.)	White Stat. (Prob.)	LM Stat. (Prob.)
		t stat. (Prob.)	t stat. (Prob.)	t stat. (Prob.)			
선형	0.75 (0.73)	4.0679 (0.0003)	2.4976 (0.0033)	-3.1548 (0.0033)	53.3099 (0.000)	4.8837 (0.4302)	2.6299 (0.2685)

주: $C = \frac{2a}{2+a} \ln(qk)$, $X_1 = \frac{2-a}{2+a}$, $X_2 = \frac{q}{2+a}$.

〈표 5〉 CYP 모형으로부터 추정된 q, k, a

변수	추정치
q	0.00000559975
k	342,941,662
a	0.9105

주: $q = \frac{-X_2}{2+a}$, $a = \frac{2(1-X_1)}{1+X_1}$, $k = \exp\left(\frac{2+a}{2a}C\right)/q$.

3. MSY 추정 결과

CYP 모형의 지속적 어획곡선은 추정된 변수를 식 (6)에 대입하여 추정할 수 있다. 사용되는 개별 추정치 q, k, a 는 일정한 상수값이므로 지속적 어획곡선은 어획노력량(F)의 함수로서 동 곡선으로부터 MSY를 추정할 수 있다. <표 6>은 생태적 균형 하에서 추정된 최대지속량을 나타낸 표이다. 추정 결과, 기선권현망어업의 F_{MSY} 는 162,601마력, Y_{MSY} 는 114,873톤이며, 이때의 X_{MSY} 는 126,161톤으로 나타났다. 이는 최근 3년 실제 기선권현망어업의 어획노력량 195,982마력, 어획량 129,893톤과 비교했을 시, 현재 기선권현망어업의 어획노력량이 과다 투입되고 있음을 알 수 있으며, 어획량 역시 MSY 수준 이상을 초과 어획하고 있는 것으로 분석되었다.

〈표 6〉 생태적 균형하에서 추정된 최대지속량

(단위: 마력, 톤)

	최대지속적어획노력량(F_{MSY})	최대지속적어획량(Y_{MSY})	최대지속적자원량(X_{MSY})
추정치	162,601	114,873	126,161

4. 생태적 균형의 자유어업하에서의 어획량, 어획노력량, 자원량 추정

기선권현망어업의 생태적 균형의 자유어업하에서 어업이윤이 0이 되는 지점 ($AR = AC$)의 어획노력량(F_{OA}), 어획량(Y_{OA}), 자원량(X_{OA})은 <표 2>의 경제적 파라미터와 <표 5>의 q, k, a 계수 추정치를 식 (16), (17), (18)에 대입하여 <표 7>과 같이 도출하였다. 추정된 F_{OA} 는 171,623마력, Y_{OA} 는 약 114,702톤, X_{OA} 는 약 119,352톤으로 추정되었다.

기선권현망어업의 멸치에 대한 공급곡선을 도출하여 자유어업 시 멸치의 생산자 가격을 추정한 결과 kg당 1,666원, 생산자잉여는 100,861백만 원으로 나타났다. 이는 자유어업 시 생산량이 MSY 수준 이상으로 분석되어 기선권현망어업자들이 자유어업하에서는 자원을 남획하게 됨을 확인할 수 있다. 이로 인해 현시점에서는 생산자 가격이 MSY 수준의 가격보다는 높지만, 시간이 지남에 따라 자원량이 감소하게 됨으로써 어획량도 감소하여 결과적으로 생산자잉여를 줄일 것으로 판단된다.

<표 7> 생태적 균형하에서 자유어업의 F_{OA} , Y_{OA} , X_{OA} , PS 추정

(단위: 마력, 톤, 원/kg, 백만 원)

	어획노력량 (F_{OA})	어획량 (Y_{OA})	자원량 (X_{OA})	가격 (P_{OA})	생산자 잉여 (PS)
추정치	171,623	114,702	119,352	1,666	100,861

5. 자유어업 시 면세유 변화에 따른 공급곡선의 이동 도출

생태적 균형의 자유어업하에서 면세유 공급이 축소될 경우 기선권현망어업의 경제적 변수의 변화를 시나리오별로 분석한 결과는 <표 8>과 같다. 면세유 공급 감소로 인한 유류비 상승으로 기선권현망어업의 평균어업비용은 현재 마력당 1,114천 원에서 면세유 미공급 시 마력당 1,269천 원으로 증가하였다. 또한 어업비용의 증가는 어획노력량을 현재 171,623마력에서 면세유 미공급 시 150,395마력으로 감소시켰으며, 이러한 어획노력량 감소는 현재 추정된 자원량인 119,352톤을 면세유 미공급 시 135,996톤으로 증가시키는 효과로 이어졌다. 또한 어획노력당 어업수익은 면세유 미공급으로 인한 어획노력량 감소가 잔존 어업자들의 어획량 증가를 유인함으로써 현재 1,114천 원에서 면세

유 미공급 시 1,269천 원으로 증가하였으며, 한계수의 역시 -61,788천 원에서 95,249천 원으로 증가시키는 효과를 가져왔다.

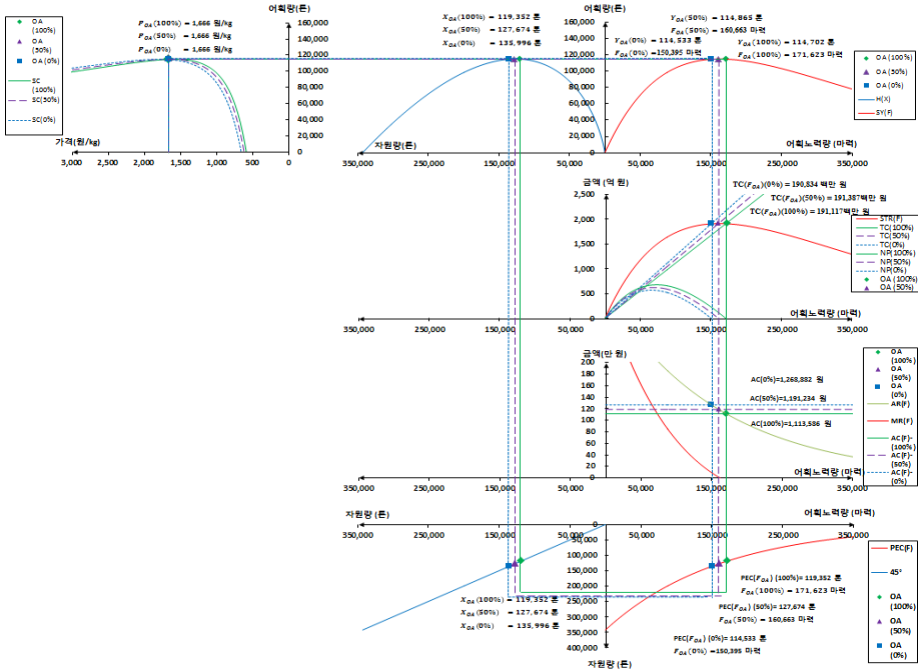
산출결과에 의하면 기선권현망어업의 어획노력량이 현재 추정된 F_{MSY} 수준인 162,601 마력보다 적게 투입될 경우 멸치를 어획하는 기선권현망어업이 남획상태에서 벗어나 자원이 회복함에 따라 F_{MSY} 수준 이하로 투입될 경우, 한계수익이 증가하는 것으로 판단된다.

이를 종합적으로 도식화하면 <그림 4>로 표현할 수 있는데, 자유어업하에서 면세유 공급감소로 유류비 상승의 효과를 가져와 어업 비용이 증가함에 따라 공급곡선이 상향 이동하는 것을 <그림 5>를 통해 확인할 수 있다.

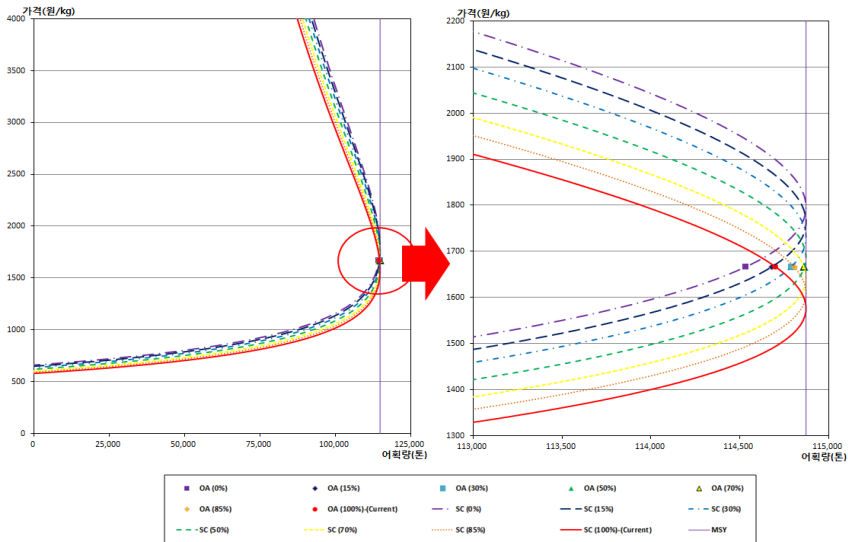
<표 8> 면세유 공급수준의 변화에 따른 기선권현망어업의 생물적·경제적 변수의 시나리오별 변화 분석

시나리오	0%	15%	30%	50%	70%	85%	100% (현행)
AR (천 원/마력)	1,269	1,246	1,222	1,191	1,160	1,137	1,114
MR (원/마력)	95,249	71,021	46,225	14,198	-17,010	-39,179	-61,788
AC (천 원/마력)	1,269	1,246	1,222	1,191	1,160	1,137	1,114
F_{OA} (마력)	150,395	153,334	156,453	160,663	164,985	168,203	171,623
X_{OA} (톤)	135,996	133,560	131,023	127,674	124,325	121,889	119,352
Y_{OA} (톤)	114,533	114,679	114,789	114,865	114,861	114,806	114,702
$TC(F_{OA})$ (백만 원)	190,834	191,078	191,261	191,387	191,381	191,290	191,117

〈그림 4〉 생태적 균형의 자유어업하에서의 면세유 축소에 따른 유류비 상승의 영향



〈그림 5〉 생태적 균형의 자유어업하에서 기선권현망어업의 멸치 공급곡선의 변화



6. 면세유 변화에 따른 생산자잉여 추정 결과

생태적 균형의 자유어업하에서 면세유 공급이 축소될 경우 생산자잉여를 Wolfram Mathematica 10을 이용하여 시나리오별로 추정하였다. 분석결과, <표 9>에서 나타나듯이 현재 면세유 100% 공급 시 생산자잉여는 100,861백만 원, 현행수준의 50% 공급 시 94,553백만 원, 면세유 미공급 시 88,255백만 원이었다. 다시 말해 면세유를 미공급할 경우 생산자잉여가 현재 100,861백만 원에서 88,255백만 원으로 감소하였고, 그 감소분은 12,606백만 원으로 약 12.5%가 감소하는 것으로 추정되었다.

<표 9> 면세유 공급축소에 따른 유류비 상승의 효과로 기선권현망어업의 생산자잉여의 시나리오별 변화

(단위: 백만 원)

시나리오	0% (폐지)	15%	30%	50%	70%	85%	100% (현행)
생산자잉여	88,255	90,094	92,015	94,553	97,094	98,940	100,861

IV. 결론

본 연구에서는 우리나라 멸치를 대상어종으로 어획하는 기선권현망어업의 생물학적 자원평가와 경제적 변수의 변화를 분석하기 위해 잉여생산모형 및 생물경제모형을 이용하였다. 근해 기선권현망어업의 마력수와 동 어업으로부터 어획된 멸치 어획량의 39년(1976~2014년)간의 시계열 자료를 이용하여 CYP 모형에 적용함으로써 최대지속적 어획 상태인 MSY 하에서와 이윤이 '0'인 자유어업하에서의 어획노력량, 어획량, 자원량을 추정하였다. 분석 결과, MSY 하에서의 F_{MSY} 는 162,601마력, Y_{MSY} 는 약 114,873톤으로 추정되었고, 자유어업하에서의 F_{OA} 는 171,623마력, Y_{OA} 는 약 114,702톤으로 추정되었다. 이처럼 Y_{OA} 는 Y_{MSY} 보다 약 9,022마력이 높음에도 불구하고 어획량은 오히려 171톤이 적은 것으로 나타났다. 이는 자유어업 시 어업인이 멸치자원을 고려하지 않고 경쟁적으로 조업하다보니 이윤이 '0'이 될 때까지 어획노력량을 투입함으로써 이로 인한 자원 남획이 어획노력량 증가에도 불구하고 어획량 감소를 초래함에 기인한다.

우리나라가 수산업의 글로벌 경쟁력을 제고할 뿐만 아니라 향후 예상되는 금지보조금에 대한 국제적 압박에 대비하여 면세유 관련 수산보조금을 폐지한다고 가정할 때, 이로 인한 유류비 상승이 기선권현망어업에 미치는 영향을 분석하였다. 생태적 균형의 자유어업하에서 기선권현망어업의 멸치 공급곡선을 도출하여 어획노력량, 어획량, 자원량, 생산자 잉여의 변화를 추정하였다. 그 결과, 현재수준 면세유 공급 시 어획노력량 171,623마력에서, 50% 공급 시 160,663마력, 면세유제도 폐지 시 어획노력량 150,395마력으로 감소하였다. 또한 이때의 어획량은 현재수준 면세유 공급 시 114,702톤에서, 50% 공급 시 114,865톤, 면세유제도 폐지 시 114,533톤으로 증가하다 감소함을 알 수 있었다. 경제적 변수의 경우 현재수준 면세유 공급 시 총비용이 191,289,984천 원에서, 50% 공급 시 191,387,284천 원, 면세유제도 폐지 시 190,833,977천 원으로 증가하다 감소하였다. 또한 면세유 공급에 따른 생산자 잉여는 현재수준 면세유 공급 시 100,861백만 원에서, 50% 공급 시 94,553백만 원, 면세유제도 폐지 시 88,254백만 원으로 감소하는 것으로 나타났다. 이처럼 면세유제도 폐지로 인한 유류비 상승이 기선권현망어업의 멸치 공급의 생산자 잉여에 있어 부정적 영향을 초래함을 확인할 수 있었다. 그러나 기선권현망어업의 유류비 상승은 기선권현망어업인 중 일부가 경영 악화로 인해 어업 현장에서 퇴출되면서 동 어업의 어획노력량이 F_{MSY} 수준 이하로 줄게 되어 멸치 자원량을 증대시키는 효과를 유인할 수 있음을 확인할 수 있었다.

아울러 본 연구의 정책적 함의로서 향후 유류비 소모량이 많은 어업에 있어 수산보조금 지원이 어려워진다면, 이러한 수산보조금 지원 감소는 일시적으로 어업인의 어획노력량과 어획량을 감소시켜 어업인의 경영 악화와 소득 감소를 야기시킬 수 있다. 그러나 중장기적으로는 해양 생태계를 회복시키는 효과를 유인하여 자원량 증대로 인한 잔존어업인의 어획량 증가를 가져올 수도 있다. 또한 과도한 어업경쟁이 사라짐에 따라 잔존어업인의 생산관리비 감소로 경영수지 또한 개선될 것으로 예상된다. 이에 노후화된 어선이 주를 이루는 기선권현망어업과 같은 선단형 어업들은 우선적으로 비용절감형어업으로의 구조 개편이 요구되며, 다음으로 선단 축소나 어선 감척 등의 어획노력량 제한 정책을 병행함으로써 멸치자원의 지속가능한 수준을 유지하면서 어업인의 경영수지를 개선하는 방향으로 어업정책을 개편해 나갈 필요가 있다.

마지막으로 본 연구의 한계로는 기선권현망에 미치는 영향에 대해 유류비 변동에 따

른 어업비용의 변화를 제외한 국내외 경제적·정치적 변동, 국제유가의 변화, 대상어종의 수출입, 국제유가 변화 등 다른 변수는 일정하다고 가정하였다. 따라서, 본 논문에서 분석한 결과가 국제여건 변화에 따라 기선권현망에 미치는 모든 효과라고는 단정 짓기 힘들다는 것이다. 아울러 현재 우리나라 근해어업은 「수산업법」 제41조에 의해 허가어업을 통해 관리되어지고 있으므로 비록 허가정수보다 많은 허가임에도 불구하고 기선권현망어업이 자유어업으로만 보기에 다소 무리가 있다는 점이다. 그러므로 기업 형태가 아니면서 파트너를 두지 않고 자신의 사업을 운영하는 Sole Owner의 경우 한계수입과 한계비용이 일치시켜 이윤을 극대화하고자 하는 최대경제적어획량(MEY, Maximum Economic Yield) 수준에서의 공급함수를 함께 도출하여 자유어업하에서의 공급함수와 비교해 보는 것도 추후 과제로 연구해 볼 필요가 있다.

[References]

- 국가법령정보센터, 「교통·에너지·환경세법 시행령」, 2016.
_____, 「수산업법」, 2016.
- 국립수산과학원, “알기쉬운 한국의 어업”, 2010.
- 기장멸치젓갈명품화사업단, “기장 멸치젓갈가공업 발전사”, 2015.
- 남종오·최종두·조정희·이정삼, “바이오경제모형을 이용한 최적 생산량 분석: 수산업을 중심으로”, 한국환경경제학회·한국자원경제학회, 제19권 제4호, 2010. pp. 771~804.
- 산업자원통상부, “TPP 협정문 설명 자료”, 2015.
- 서영일·장창익, “한국 근해 복수어구 및 다종어업 자원 평가모형 연구: 복수어구에 의한 단일 어종 자원의 이용”, 한국수산과학회지, 제34권 제4호, 2001, pp. 359~364.
- 수산업협동조합중앙회, “한국의 어구어법”, 2004.
- 심성현·남종오, “생물경제모형을 이용한 참조기의 자원평가에 관한 연구”, *Ocean and Polar Research*, 제37권 제2호, 2015, pp. 161~177.
- 이장욱, “한국 동해 명태 어업의 적정어획노력량 추정-동해구기선저인망어업과 동해구트롤어업의 경제성분석을 근거로”, 수산경영논집, 제22권 제2호, 1991, pp. 75~99.
- 이정삼·류정곤·John, M. G.·남종오·김대영, “다수어종·다수어업의 TAC 평가에 관한 연구Ⅱ:

- 단일어종·다수어업/다수어종·다수어업 TAC 평가”, 한국해양수산개발원, 2006.
- 최종두·조정희, “자유어업에서의 가격변화 효과 측정”, 해양정책연구, 제23권 제1호, 2008, pp. 219~235.
- 최종열·김도훈, “도루묵 수산자원회복계획 하에서 동해구기선저인망어업의 최적 어획노력량과 어획량 수준 결정에 관한 탐색적 연구”, 수산경영논집, 제43권 제1호, 2012, pp. 1~9.
- 통계청, “등록어선통계조사”, 2016.
- _____, “생산자 물가지수”, 2016.
- 해양수산부, “해양수산통계연보”, 1977년~2016년.
- _____, “2013 근해어업실태조사”, 2014.
- _____, “2014 근해어업실태조사”, 2015.
- _____, “2015 근해어업실태조사”, 2016.
- _____, “국제여건변화에 따른 연근해어업의 영향분석 및 대응방안 연구”, 2016.
- Clark, C. W., “Mathematical bioeconomics: The optimal management of renewable resources”, John Willy & Sons. Inc., New York, 1990.
- Clarke, R. P., S. S. Yoshimoto, and S. G. Pooley, “A bioeconomic analysis of the Northwestern Hawaiian Islands lobster fishery”, *Marine Resource Economics*, Vol. 7, 1992, pp. 115~140.
- Fox Jr, W. W., “An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations”, *Transactions of the American Fisheries Society*, Vol. 99, 1970, pp. 80~88.
- Jin, D., H. Kite-Powell, P. Hoagland, and A. Solow, “A bioeconomic analysis of traditional fisheries in the Red Sea”, *Marine Resource Economics*, Vol. 27, 2012, pp. 137~148.
- Kar, T. K. and K. Chakraborty, “A bioeconomic assessment of the Bangladesh shrimp fishery”, *World Journal of Modelling and Simulation*, Vol. 7, 2011, pp. 58~69.
- Kompas, T., C. M. Dichmont, A. E. Punt, A. Deng, T. N. Che, J. Bishop, P. Gooday, Y. Ye, and S. Zhou, “Maximizing profits and conserving stocks in the Australian Northern Prawn Fishery”, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 54, 2010, pp. 281~299.
- Nieminen, E., M. Lindroos, and O. Heikinheimo, “Optimal bioeconomic multispecies fisheries management: a Baltic Sea case study”, *Marine Resource Economics*, Vol. 27, 2012, pp. 115~136.
- Nostbakken, L. and T. Bjørndal, “Supply functions for North Sea herring”, *Marine Resource Economics*, 2003, Vol. 18, pp. 345~361.

- Salenius, F., “Economic consequences of fuel tax concessions removal in northern Baltic salmon fisheries”, Ph. D. Dissertation, Helsingfors universitet, 2014.
- Schaefer, M. B., “Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries”, *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, Vol. 1, 1954, pp. 23~56.
- Schaefer, M. B., “A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean”, *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, Vol. 2, 1957, pp. 247~285.
- Schnute, J., “Improved estimates from the Schaefer production model: theoretical considerations”, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, Vol. 34, 1977, pp. 583~603.
- Sumaila, U. R., L. Teh, R. Watson, P. Tyedmers, and D. Pauly, “Fuel price increase, subsidies, overcapacity, and resource sustainability”, *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, Vol. 65, 2008, pp. 832~840.
- Sutrisno, D., “Sustainable fisheries management: a spatial policy assessment for archipelagic state”, *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, Vol. 4, 2013, pp. 175~180.
- Verhulst, P. F., “Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement”, *Correspondances mathématiques et physiques*, Vol. 10, 1838, pp. 113~121.
- Walters, C. J. and R. Hilborn, “Adaptive control of fishing systems”, *Journal of the Fisheries Board of Canada*, Vol. 33, 1976, pp. 145~159.

[부록]

〈부록 1〉 2015년 근해어업별 생산관리비, 연료비, 연료비 비중

	생산관리비(천 원)	순위	연료비(천 원)	순위	연료비 비중	순위
대형선망	5,259,479	1	2,891,987	1	55.0%	9
쌍끌이대형저인망	1,979,702	2	1,494,087	2	75.5%	1
서남해구 쌍끌이중형저인망	1,092,565	4	780,228	3	71.4%	3
기선권현망	1,030,627	5	593,581	4	57.6%	8
대형트롤	1,516,504	3	494,733	5	32.6%	18
근해장어통발	621,380	6	300,180	6	48.3%	13
외끌이대형저인망	441,854	7	262,936	7	59.5%	6
서남해구 외끌이중형저인망	398,921	9	254,452	8	63.8%	4
동해구중형트롤	397,149	10	212,958	9	53.6%	10
근해통발	439,141	8	191,591	10	43.6%	15
근해안강망	319,811	14	166,413	11	52.0%	11
근해채낚기	214,724	15	158,620	12	73.9%	2
소형선망	386,959	12	142,073	13	36.7%	16
근해연승	393,316	11	135,541	14	34.5%	17
근해자망	328,382	13	100,774	15	30.7%	19
동해구 외끌이중형저인망	140,488	16	86,792	16	61.8%	5
근해형망	101,803	17	58,967	17	57.9%	7
근해문어단지	69,500	18	36,000	18	51.8%	12
잠수기	38,950	19	18,591	19	47.7%	14

자료: 해양수산부, 근해어업실태조사, 2016.

우리나라 기선권현망 멸치어업의 유류비 변동 영향분석

〈부록 2〉 기선권현망어업의 멸치 어획량, 어획노력량, CPUE(1976~2014)

연도	멸치 어획량(톤)	어획노력량(마력)	CPUE(kg/마력)
1976	66,617	33,635	1,981
1977	78,467	44,892	1,748
1978	113,946	58,861	1,936
1979	108,734	61,031	1,782
1980	103,640	69,492	1,491
1981	114,536	68,214	1,679
1982	99,258	72,232	1,374
1983	77,421	75,969	1,019
1984	98,262	90,801	1,082
1985	86,935	109,378	795
1986	146,086	119,527	1,222
1987	113,214	141,020	803
1988	72,338	146,144	495
1989	87,794	152,145	577
1990	85,831	161,191	532
1991	85,373	169,352	504
1992	79,058	156,834	504
1993	162,588	169,814	957
1994	117,812	245,320	480
1995	139,714	244,588	571
1996	121,779	228,129	534
1997	125,781	211,670	594
1998	117,596	212,004	555
1999	91,772	190,224	482
2000	73,301	187,899	390
2001	93,997	190,930	492
2002	90,080	193,286	466
2003	133,723	188,529	709
2004	104,023	187,906	554
2005	131,225	184,386	712
2006	141,837	183,792	772
2007	105,319	187,538	562
2008	145,402	191,065	761
2009	111,805	177,460	630
2010	144,762	185,219	782
2011	148,164	195,061	760
2012	126,663	195,061	649
2013	128,950	193,064	668
2014	134,065	199,822	671

자료: 해양수산부, 수산정보포털, 2016.; 통계청, 2016.