

기름가자미 어업관리를 위한 생물경제학적 분석

최지훈 · 최완현^{1*} · 김도훈²

국립수산과학원 독도수산연구센터, ¹해양수산부, ²부경대학교 해양수산경영학과

A bioeconomic analysis of blackfin flounder *Glyptocephalus stelleri* fisheries management

Ji-Hoon CHOI, Wan-Hyun CHOI^{1*} and Do-Hoon KIM²

Dokdo Fisheries Research Center, National Institute of Fisheries Science, Pohang 37709, Korea

¹Fisheries Resource Policy Bureau, Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong 30110, Korea

²Department of Marine & Fisheries Business and Economics, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

In order to manage and rebuild fishery resources, the fishing effort should be controlled effectively. Especially in the setting up of the proper level of fishing efforts, economic standards as well as biological standards must be carefully considered to promote the sustainable and economically viable development of fisheries. This study aimed to analyze the optimal economic fishing effort (E_{MEY}) as the most economically efficient one for the Eastern Sea Danish seine fisheries. The results showed that the optimal economic fishing effort (E_{MEY}) of Eastern Sea Danish seine fisheries for blackfin flounder should be reduced by about 27%. That is, reducing fishing efforts up to the level of E_{MEY} could lead to the reduction of fishing costs, thereby resulting in the increased fishing profits.

Keywords : Optimal economic fishing effort, Maximum economic yield, Maximum sustainable yield, *Glyptocephalus stelleri*, Fisheries management

서론

최근 전 세계적으로 수산자원이 감소하고 있어 자원 회복을 위한 효율적인 수산자원관리 방안과 정책들이 마련되고 있다. 우리나라에서는 지난 2006년부터 수산자원 회복계획을 수립하여 남획상태에 있거나 남획이 진행 중인 어종에 대하여 일정기간 내에 정해진 목표 자원량의 수준으로 회복시키는 정책을 운용해 오고 있다. 지난

2006년에 4개 어종인 도루묵, 낙지, 꽃게, 오분자기를 시범사업으로 시작하여 2016년 현재에는 기름가자미 등을 추가하여 총 16개 어종에 대한 수산자원회복계획이 수립되어 있다 (Kim et al., 2011; MOF, 2014).

수산자원회복계획 하에서 지속가능하고 안정적인 어업경영을 도모하기 위해서는 무엇보다 적정 어업자원량 수준을 유지하는 것이 반드시 필요하다. 또한 적정 어업

*Corresponding author: fishtopia@korea.kr, Tel: +82-44-200-5000, Fax: +82-44-861-9431

자원량 유지를 위한 적정 어업생산 수준을 결정하는 것도 중요한 일이다 (Khwaja and Cox, 2010; Kim, 2004; Kim, 2006; Kim et al., 2008). 그리고 어획노력량에 대한 철저한 제한 및 통제가 이루어지지 않을 경우, 어획노력량의 과다 사용으로 인해 수산자원의 남획, 어업인 및 업종간의 조업분쟁, 추가적인 어업경비의 증가 등과 같은 부정적인 영향이 초래될 수 있다. 이러한 이유에서 어획노력량 규제를 통해 수산자원의 실질적인 회복과 지속적이고 경영안정적인 어업발전을 도모하여야 한다. 이를 위해서는 무엇보다 업종별 어획노력량 수준에 대한 정확한 실태조사와 적정 어획노력량 수준에 대한 분석이 반드시 선행되어야 한다 (Kim et al., 2008).

동해안에 서식하는 가자미류 어종은 생김새가 서로 비슷하고, 각 지역마다 부르는 명칭이 달라서 분류하기 어려운 실정이다. 뿐만 아니라 수협 위판장에서 경매되는 가자미과 어류들도 어종별로 어획량이 집계되는 것이 아니라 가자미류로 통합되어 어획량이 집계되고 있어 가자미과의 각 어종별 어획량을 정확히 파악하기가 힘든 실정이었다. 그러나 2015년부터 기름가자미 코드가 신설되어 수협 위판장에서 기름가자미 어획량은 따로 분리하여 집계하게 되었다. 그 이유는 기름가자미가 동해안에서 많이 어획되고, 다른 가자미에 비해 생김새로 구별이 상대적으로 쉬워 다른 가자미류에 비해 비교적 용이하게 분류할 수 있기 때문이었다.

각 지역마다 각종 가자미들의 이름을 다르게 부르고 있는데, 예를 들면 용가자미의 경우 강원도에서는 ‘백가자미’, ‘어구가자미’로 불리고 경북에서는 ‘참가자미’, ‘참가삼’, ‘포항가자미’, ‘아구다리라’ 등 여러 방언으로 불리고 있다. 본 연구에서 대상으로 하고 있는 기름가자미의 경우에도 ‘물가자미’, ‘미즈구리’, ‘수가삼’ 등의 방언으로 많이 불려지고 있다. 현재 영덕에서 개최하는 축제 이름에서도 ‘물가자미 축제’로 방언으로 부르고 있는 실정이다 (NFRDI, 2004).

어업자원의 회복 및 관리를 위해 적정 어획노력량 수준을 설정함에 있어 어업자원에 대한 영향정도를 고려하여 최대지속적생산량 (Maximum Sustainable Yield, MSY) 등 생물학적 기준을 따르는 것이 중요하다. 그러나 생물학적 기준 외에도 경영안정적인 어업발전을 위해

어업경영에 대한 영향분석을 바탕으로 적정 어획노력량 수준을 설정하는 것도 필요하다.

본 연구에서는 수산자원회복계획 대상종 중의 하나인 동해안 기름가자미 어업자원의 회복 및 관리를 위해 주 대상업종인 동해구 외끌이증형저인망어업을 대상으로 지속적 어업수입과 비용함수 추정을 통해 최대경제적 생산량 (Maximum Economic Yield, MEY) 기준의 적정 어획노력량 (E_{MEY}) 수준을 분석하고자 하였다. 또한 추정된 MEY 기준의 어획노력량 (E_{MEY}) 수준을 현재의 어획노력량 (E_o) 수준과 최대지속적생산량 (Maximum Sustainable Yield, MSY) 기준의 어획노력량 (E_{MSY}) 수준, 그리고 자유어업 (Open Access, OA) 하에서의 어획노력량 (E_{OA}) 수준 등과 비교해 봄으로써 기름가자미 동해구 외끌이증형저인망어업의 적정 어획노력량 설정을 위한 정책적 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

기름가자미 어업현황

Fig. 1은 2000~2015년간 기름가자미 지역별 어획량을 나타낸 것이다. 2015년도 지역별 어획량을 살펴보면, 연근해 전체 기름가자미 어획량은 2,828톤으로 어획비율은 경북이 1274톤으로 약 45%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 그 다음으로 강원도는 942톤으로 약 33%, 울산은 530톤으로 약 19%, 부산이 82톤으로 약 3% 순으로 차지하였다. 그리고 2015년도 지역별 가자미류에서 기름가자미 비율을 보면 강원도는 약 33% 차지하였고, 경북은 약 36%, 울산은 약 16% 차지하였다.

2015년 이전에는 기름가자미 어획량을 정확히 파악할 수 없는 실정이므로 2015년도 지역별 어획 비율을 대입하여 과거 기름가자미 어획량을 추정해 보았다. 그 결과, 기름가자미 어획량은 2000년도에 2,500톤 수준에서 2002년도에 2,700톤까지 증가하다가 2003년과 2004년에는 2,100톤 수준으로 감소하였다. 2005년부터 2007년 사이에는 3,500톤으로 증가하였지만, 2009년도에 2,200톤으로 감소하였다. 2010년부터 어획량은 다시 증가하여 2014년도에는 2,800톤, 기름가자미 통계코드가 신설되었던 2015년도에는 2,753톤 수준이었다.

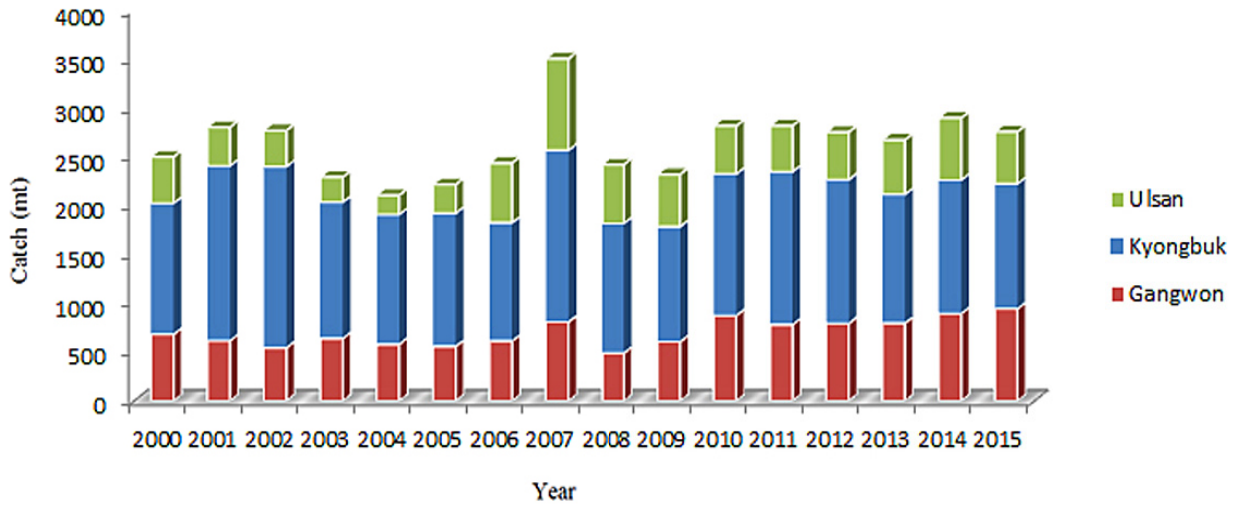


Fig. 1. Estimated catch amount of blackfin flounder in the East Sea of KOREA from 2000~2015.

다음의 Fig. 2는 2015년도 기름가자미의 어업별 어획 비율을 보여주고 있다. 동해안 기름가자미 어획량 중에서 동해구 외끌이중형저인망이 약 57%로 가장 많은 비중을 차지하고 있고, 다음으로 연안자망 약 21%, 서남해구 외끌이중형저인망 약 17%의 순으로 조사되었다.

Fig. 3은 각 어업별 기름가자미의 추정 어획량의 변화를 나타낸 것이다. 어업별 추정 어획량은 2015년 동해구 외끌이중형저인망의 가자미류에서 기름가자미 비율은 지역별로 강원도는 약 72% 그리고 경북은 약 64% 차지

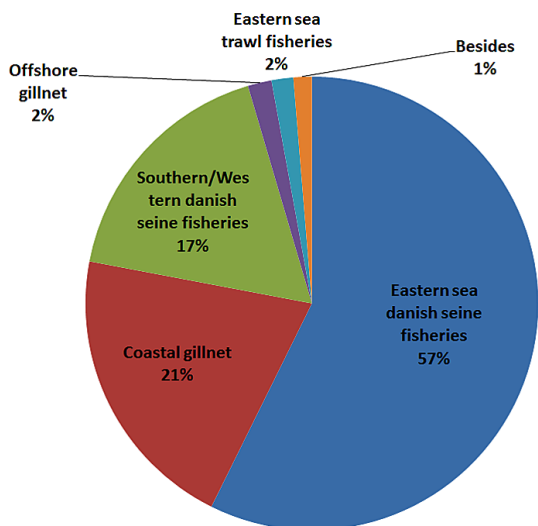


Fig. 2. Catch proportion of blackfin flounder by fishing type caught in the East sea of Korea in 2015.

하였다. 서남해구 외끌이중형저인망의 경우는 울산에서 약 40% 차지하였다. 연안자망은 강원도에서 약 37%, 경북에서는 약 4%, 울산에서는 약 5% 차지하였다. 이러한 2015년 업종별 비율을 2000~2014년 가자미류 어획량에 대입하여 기름가자미의 업종별 어획량 변화를 추정하였다. 2015년 기름가자미 어획량은 동해구 외끌이중형저인망 1621톤, 서남해구 외끌이중형저인망 424톤, 연안자망 584톤으로 조사되었다. 동해구 외끌이중형저인망과 경우에는 어획량이 2011년까지 증가하다가 2012년부터 감소하는 경향을 보였다. 서남해구 외끌이중형저인망은 2000년 1,344톤에서 2004년까지 331톤으로 감소하다가 2005년부터 493톤으로 증가하여 2008년부터 995톤으로 증가하다가 2009년부터 다시 감소하여 2015년 424톤으

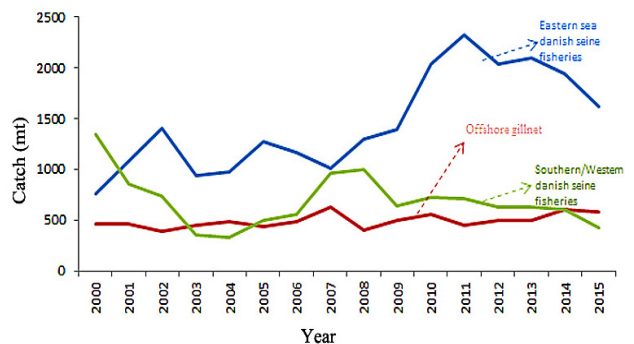


Fig. 3. Estimated catch amount of blackfin flounder by fishing type caught in the East sea of Korea in 2000~2015.

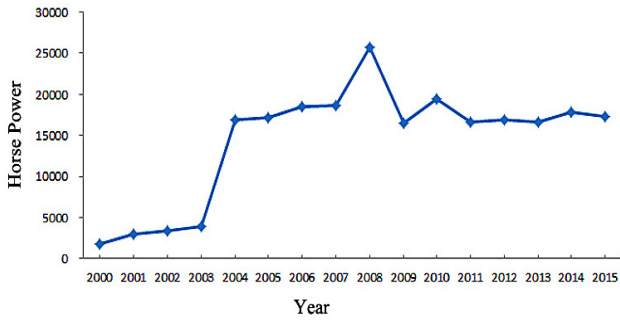


Fig. 4. Changes in fishing effort of Eastern Sea Danish seine fisheries, 2000~2015.

로 추정되었다. 연안자망은 2000년부터 2015년까지 430톤에서 600톤 사이에서 연도별로 증감하였으며, 2015년도에는 서남해구 외끌이중형저인망보다 높은 어획량을 보였다.

동해구 외끌이중형저인망 어획노력량 및 CPUE 변화

동해구 외끌이중형저인망 어선 마력수는 2003년 3,907마력으로 이후 계속 증가하다가 2008년 25,776마력으로 최대치를 기록하였고, 이후 2009년부터 감소하여 2010~2015년 사이에는 17,000~19,000 마력 수준으로 나타나고 있다.

Fig. 5는 식 (1)을 이용하여 연안자망, 동해구 외끌이중형저인망의 어획노력량 (E)의 단위를 마력 (hp)으로 하여 어획량 (C)을 나누어 구한 단위노력당어획량 (CPUE; mt/hp)의 변화를 나타낸 것이다.

$$U(CPUE) = \frac{C}{E} \quad (1)$$

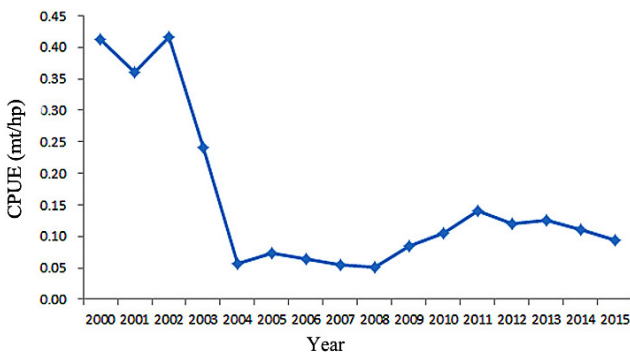


Fig. 5. Changes in CPUE of Eastern Sea Danish seine fisheries, 2000~2015.

2000년부터 2015년까지의 동해구 외끌이중형저인망 어업에 의한 동해안 기름가자미의 CPUE 변화를 살펴보면, 2000년도에 약 0.40 mt/hp이었던 CPUE는 2002년 0.42 mt/hp로 최대값을 기록한 후, 2004년에 0.05 mt/hp로 급격하게 감소하였고, 이후 0.1 mt/hp 내외에서 변동하는 경향을 나타내었으며, 2015년에는 0.10 mt/hp이었다.

MEY 어획노력량

특히 적정 어획노력량 추정에 있어서는 활용 가능한 자료의 수준에 따라 여러 가지 분석기법을 사용할 수 있는데, 대상 어업자원에 대한 생물학적 자원평가모델 자료가 활용 가능할 경우 어업경제모델과 함께 생물경제모델 (bioeconomic model)을 구축하여 마력사용량 변화에 따른 자원량 및 어획량 변화를 동태적으로 분석할 수 있다 (Helsler et al., 1996; Overholtz et al., 1955). 뿐만 아니라 동태적인 MEY 기준의 어획노력량 수준도 분석이 가능하다 (Edwards and Murawski, 1993).

이에 반해 활용 가능한 자료가 부족할 경우 자료의 수준에 따라 어획량과 어획노력량, 그리고 어업경제적인 자료를 이용하여 마력사용량에 대한 지속적 생산함수와 비용함수를 추정함으로써 정태적인 분석이 가능하다 (Nance et al., 2006; Sun, 1999; Yew and Heaps, 1996). 본 연구에서는 활용 가능한 자료의 부족으로 정태적인 분석을 사용하였다.

분석자료

동해구 외끌이중형저인망 어선척수는 2003년에서 2005년 사이에 크게 증가하였다. 이에 따라 2005년 이전의 어선척수 이상성을 고려하여 2006~2015년까지 10년간의 자료를 분석에 사용하였다. 그리고 2015년도 어선척수에 대해서는 아직 통계청 통계자료가 발표되지 않아 동해구 외끌이중형저인망협회에 직접 문의하여 파악하였다.

2015년부터 기름가자미가 분리 집계되어 기름가자미의 정확한 시장단가를 파악할 수 있었다. 통계청 자료에 의하면 기름가자미 단가는 kg당 4,750원으로 나타났다 (Fisheries Information Service, 2015). 그리고 동해구 외

끝이중형저인망어업의 2012~2014년 출어당 평균비용은 473,639천원으로 조사되었다 (National Federation of Fisheries Cooperatives, 2015).

Table 1은 동해구 외끝이중형저인망어업의 연도별 지역별 어획량을 나타낸 것이다. 2006~2014년간에는 2015년 가자미류에서 기름가자미 어획비율을 강원도 72%, 경북 64%의 값을 대입하여 추정하였다. 그리고 동해구 외끝이중형저인망이 최근 3년간 전체 어획량에서 기름가자미를 잡는 비율은 약 20%로 추정하였다.

동해구 외끝이중형저인망어업의 척당 평균 출어비용이 473,639천원이고, 2015 현재 어선척수는 총 39척이므로 동해구 외끝이중형저인망어업의 총출어비용은 18,471,934천원 (473,639천원×39척) 수준이다. 여기서 기름가자미의 어획비율 20% 가정하면, 기름가자미에 대한 평균 출어비용은 3,694,386천원 (18,471,934천원×0.2) 수준이다. 또한 2015년도 동해구 외끝이중형저인망어업의 총마력수는 17,376마력으로 마력당 비용은 212,614원 (3,694,386천원/17,376마력)으로 추정되었다.

분석방법

본 연구에서는 활용 가능한 자료의 한계로 생물경제 모델 (bioeconomic model) 구축을 통한 동태적 MEY와 E_{MEY}를 분석하는 것이 불가능하였다. 따라서 통계청 동해구 외끝이중형저인망어업의 어획량과 어획노력량 (마

력사용량) 자료 그리고 어업비용 및 시장가격 자료 등을 이용하여 정태적인 생산함수와 비용함수를 추정하고, MEY 기준의 적정 어획노력량 (마력사용량, E_{MEY}) 수준을 분석하고자 하였다. MEY 기준의 적정 어획노력량 (E_{MEY})을 분석하기 위해서는 어획노력량에 대한 생산함수와 비용함수가 우선 추정되어야 한다. 그리고 추정된 어업수입함수와 비용함수를 이용하여 마력사용량 (E)에 대한 한계비용과 한계수입이 일치하는 점에서 MEY와 E_{MEY}를 파악할 수 있게 된다.

어업수입함수의 추정에 있어서는 우선 선행연구 (Nance et al., 2006; Sum, 1999; Yew and Heaps, 1996; Anderson, 1986) 등에서 사용된 방법에 따라 어업자원의 성장함수와 어획함수를 가정한 어획노력량 (마력사용량, E) 수준에 따른 쉐퍼 (Schaefer) 모델의 Yield-Effort 지속적 생산함수를 도출하였다. 즉 어업자원의 성장함수 (G(X))를 일반적인 쉐퍼의 로지스틱 (Logistic) 함수형태로 가정할 경우 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$G(X) = r \cdot X \cdot \left(1 - \frac{X}{K}\right) \tag{2}$$

여기서, X는 자원량, G(X)는 어업자원의 성장량, r은 자원의 본원적 성장률(intrinsic rate), 그리고 K는 최대 자원량 수준을 의미한다. 그리고 마력사용량 (E)과 자원량 (X)에 대한 어획함수 (Y(E,X))를 일차식으로 표현하면 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

Table 1. Catch amount of blackfin flounder by Eastern Sea Danish seine fisheries

(unit: m/t)

Year	Gangwon		Kyongbuk		Pleuronectidae total Catch	blackfin flounder total estimator
	Pleuronectidae catch	blackfin flounder estimator(72%)	Pleuronectidae catch	blackfin flounder estimator(64%)		
2006	506	364	1,260	806	1,766	1,171
2007	386	278	1,151	737	1,537	1,015
2008	360	259	1,613	1,032	1,973	1,292
2009	439	316	1,688	1,080	2,127	1,396
2010	1074	773	1,976	1,265	3,050	2,038
2011	1020	734	2,485	1,590	3,505	2,325
2012	1058	762	1,997	1,278	3,055	2,040
2013	1055	760	2,088	1,336	3,143	2,096
2014	902	649	2,013	1,288	2,915	1,938
2015	174	438	655	1,180	829	1,618

$$Y(E, X) = q \cdot E \cdot X \quad (3)$$

여기서, q 는 어획능률계수 (Catchability Coefficient) 그리고 E 는 앞서 언급한 바와 같이, 마력사용량 수준을 의미한다. 성장함수와 어획함수를 동일하게 놓고 어업자원량 (X)에 대해 정리하면 마력사용량 수준에 따른 균형 자원량 함수식을 구할 수 있고, 이를 다시 식 (3)에 대입하면 아래 식 (4)와 같은 지속적 생산함수를 도출할 수 있게 된다.

$$Y(E, X) = q \cdot E \cdot K \cdot \left(1 - \frac{q \cdot E}{r}\right) \quad (4)$$

식 (4)를 보다 간편하게 정리하기 위해 $(q \cdot K) = a$ 그리고 $\left(\frac{q^2 \cdot K}{r}\right) = b$ 라 두면, Yield-Effort 지속적 생산함수는 다음 식의 식 (5)와 같이 나타낼 수 있게 된다.

$$Y = a \cdot E - b \cdot E^2 \quad (5)$$

그리고 식 (5)에서 양변을 마력사용량 (E)에 대해 나누면 다음의 식 (6)과 같이 마력사용량 (E)에 대한 일차 식으로 나타낼 수 있게 된다.

$$\frac{Y}{E} = a - b \cdot E \quad (6)$$

여기서, 어획량과 마력사용량 자료를 대입하여 통상최소자승법 (Ordinary Least Squares, OLS)을 이용하면 지속적 생산함수의 결정계수인 a 와 b 의 값을 구할 수 있게 된다. 또한 식 (5)에서 마력사용량 (E)에 대해 일차 미분을 하여 계산하면 최대지속적생산량 (MSY) 수준에서의 마력사용량 (E_{MSY})과 이 점에 해당하는 MSY를 구할 수 있게 된다. 최종적으로 어업수입함수는 식 (5)의 생산함수 (Y)에 시장가격 (P)을 곱함으로써 구할 수 있다.

기름가자미 동해구 외끌이중형저인망어업의 마력사용량에 대한 어업비용 (TC)은 우선 어선의 어업운영에 따른 총비용을 구하고, 여기에 평균 마력사용량 (E)을 나누면 사용마력 단위당 비용 (c)이 구해지게 된다. 즉, 동해구 외끌이중형저인망별 어업비용 (TC)은 간단히 아래 식 (7)에서와 같이 마력사용 단위당 비용 (c)과 마력사용

량 (E)의 곱으로 나타낼 수 있다.

$$TC = c \cdot E \quad (7)$$

이러한 기름가자미 동해구 외끌이중형저인망의 마력사용량 (E)에 대한 추정된 어업수입함수와 비용함수를 이용하여 마력사용량 (E)에 대한 한계비용과 한계수입이 일치하는 점 ($\frac{dTR}{dE} = \frac{dTC}{dE}$)에서 경제적으로 가장 적정한 생산량 (MEY)과 마력사용량 (E_{MEY})을 파악할 수 있게 된다. 그리고 이미 앞서 언급한 바와 같이, 식 (4)로부터 MSY와 E_{MSY} 를 계산할 수가 있고, 어업수입곡선과 비용곡선이 만나는 점에서 자유어업 (Open Access, OA) 하의 생산량 (Y_{OA})과 마력사용량 (E_{OA}) 수준 또한 식 (8)로 각각 분석할 수 있게 된다.

$$E_{OA} = \frac{P \cdot a - C}{P \cdot b} \quad (8)$$

결과 및 고찰

출어당 생산함수

동해구 외끌이중형저인망어업의 기름가자미 생산량과 마력사용량 (E)을 식 (6)에 대입하여 기름가자미 동해구 외끌이중형저인망어업의 지속적 생산함수를 추정한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 모형의 적합도가 우수하고, 추정된 결정계수 a 와 b 의 값 또한 통계적으로 아주 유의한 것으로 나타났다.

그리고 식 (4)에서 마력사용량 (E)에 대해 일차 미분하여 E 에 대해 정리하면 식 (9)에서 보는 바와 같이 최대지속적생산량 (MSY)과 이로 인한 마력사용량 (E_{MSY}) 수준이 각각 구해지게 된다. 출어당 마력사용량 (E)을 E_{MSY} 수준까지 증가시키면 생산량은 그에 따라 증가하지만 그 이후부터는 마력사용량 (E)을 증가시키더라도 생산량은 줄어들게 된다.

Table 2. Results of OLS regression

variable	coefficient of determination	standard error	P-value
Constant	0.228699	0.057691	0.004153
E	-0.000007	3.090741	0.046759
Adj, R-squared	0.33(F= 5.51, p-value=0.046)		

$$E_{MSY} = \frac{a}{2b} = 15,750 \text{ (마력)} \text{ 과} \tag{9}$$

$$MSY = \frac{a^2}{4b} = 1,801 \text{ (m/t)}$$

출어당 비용함수

Table 3에서 보는 바와 같이, 동해구 외끌이중형저인망어업의 3년간 평균 출어비용은 473,636천원으로 조사되었다. 비용항목을 구체적으로 살펴보면, 선원임금이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 연료비가 차지하고 있다. 2015년 동해구기선저인망어업의 총 마력수는 17,376마력으로, 식 (7)의 마력사용량 (E)에 대한 출어비용함수 (TC)는 다음의 식 (10)과 같이 분석되었다.

$$TC = 212,614 \cdot E \tag{10}$$

경제적 적정 마력사용량 (E_{MEY})

기름가자미 동해구 외끌이중형저인망어업의 출어당 어업수입 함수를 마력사용량 (E)에 대한 그래프로 나타내면 Fig. 6에서 보는 바와 같다. 그리고 현재 생산량 (Y₀)과 마력사용량 (E₀) 수준, 그리고 추정된 값에 따른 어업이익 (π)의 변화를 비교 분석하여 나타내면 Table 4와 같다.

Fig. 6과 Table 4에서 보는 바와 같이, 동해구 외끌이중형저인망의 출어당 MSY와 E_{MSY}는 한계수입과 한계비용이 일치하는 점에서 1,801톤과 15,750마력으로 각각 분석되었다. 그리고 MEY와 E_{MEY}는 1,732톤과 12,670마력으로 분석되었다. 또한 어업이익의 영 (0)으로 되는 자유어업 하에서의 생산량 (Y_{OA})과 마력사용량 (E_{OA})은 어업수입곡선 (TR)과 어업비용곡선 (TC)이 만나는 점에서 결정되어 각각 1,134톤과 25,339마력으로 평가되었다.

현재 마력사용량 (E₀)을 E_{MSY}, E_{MEY}, 그리고 E_{OA} 수준과 비교해 본 결과, 현재 마력사용량 (E₀) 수준은 17,376마력으로 E_{MSY}, E_{MEY} 수준보다 높지만 E_{OA} 수준보다는 낮은 것으로 분석되었다.

E_{MSY} 수준에서 E_{MEY}로는 마력사용량이 약 20% 정도 감소하여야 하는 것으로 분석되었다. 그리고 E_{OA} 수준에서 E_{MEY}로는 마력사용량이 약 50% 정도 감소하여야 하는 것으로 분석되었다.

현재 동해구 외끌이중형저인망어업의 어획노력량은

Table 3. Trip cost of Eastern Sea Danish seine fisheries from 2012 to 2014
(unit : thousand won)

Cost items	2012	2013	2014	Mean
Fishing gear	6,363	7,671	8,921	7,652
Fuel	100,725	88,875	70,988	86,863
Packing	7,795	8,449	10,108	8,784
Pallet	5,380	5,190	6,112	5,561
Supplies	10,653	11,559	15,904	12,705
Food and beverage	12,753	13,518	14,625	13,632
Fringe benefit	74,535	42,705	42,140	53,127
Repair	23,745	23,773	32,121	26,546
Labor	170,295	194,606	186,020	183,640
Office general		357		357
Deduct premium	14,370	18,888	21,373	18,210
Selling	31,681	32,202	31,576	31,820
Tax and public dues	3,119	5,856	5,733	4,903
Maintenance cost	9,753	4,455	5,893	6,700
Depreciation	6,000	6,133	28,000	13,378
Total	477,166	464,237	479,515	473,639

E_{MEY} 수준에 비해 약 27% 과다 사용되고 있다. 어획노력량을 감소시키기 위해서 예를 들어, 동해구 외끌이중형저인망어업의 1개월간 금어기를 실시하면 약 8% 정도 그리고 3개월간 실시하면 약 25% 정도 어획노력량 수준을 줄일 수 있을 것이다. 또한 동해구 외끌이중형저인망어업의 적당 평균 마력수는 456마력 수준이다. 이에 따라 현재 수준 (E₀) 17,376마력에서 E_{MEY} 12,670마력 수준으로 감소시키기 위해서는 현재 39척 조업 중에서 약 11척이 감소된 28척이 조업을 해야 한다.

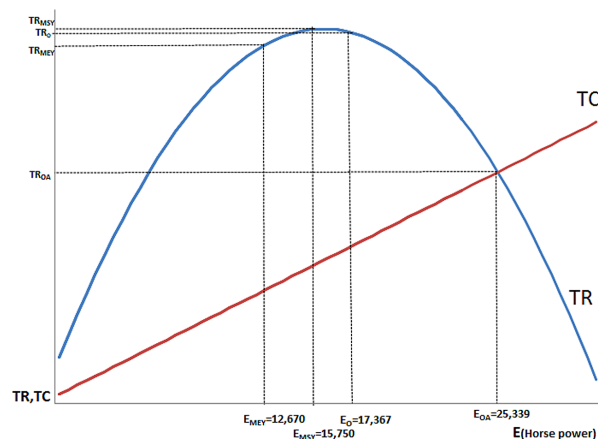


Fig. 6. E_{MSY}, E_{MEY}, E₀, and E_{OA} of Eastern Sea Danish seine fisheries.

Table 4. Comparison of production and profit by Effort level

	E ₀	E _{MSY}	E _{MEY}	E _{OA}
Y(ton)	1,618	1,801	1,732	1,134
E(hp)	17,376	15,750	12,670	25,339
TR(won)	8,448,898,579	8,552,336,887	8,190,223,356	5,276,366,727
TC(won)	3,720,750,978	3,295,552,295	2,657,679,270	5,276,366,727
π (won)	4,728,147,601	5,256,814,592	5,532,544,086	-
E/E _{MEY}	1.37	1.24	1.00	2.00

결론

기름가자미는 현재 우리나라의 자원회복 대상종으로 선정되어 있고, 자원회복을 위한 자원관리수단이 권고안으로 발표되어 있다. 국제적으로 자원관리수단에 대하여 사전평가가 중요하게 여겨지고 있는 현시점에서 우리나라의 기름가자미 자원관리수단의 효율성 제고와 자원회복계획의 성공적인 목표달성을 위해서는 보다 효과적인 권고안의 제시가 필요하다.

동해구 외끌이중형저인망어업의 기름가자미 생산량은 2011년 약 23,000톤으로 급증한 이후 2012년부터 지속적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 2015년 전까지는 기름가자미의 어획량이 분리 집계되지 않아서 정확한 어획량을 파악하기는 힘들었으나 2015년도부터 분리 집계 가능하게 되어 정확한 어획량을 파악할 수 있었다. 처음으로 분리 집계된 2015년 어획량이 약 1,600톤으로, 분리 집계되기 전 2014년도 어획량에 비해 약 400톤 감소한 것을 확인하였다.

기름가자미 어획노력량 분석 결과, 현재 어획노력량은 E_{MEY} 수준에 비해 약 27% 초과되어 있는 것으로 추정되었다. 만약 E_{MEY} 수준으로 줄이게 되면 출어당 평균 어업비용을 무려 29% 정도 줄일 수 있고, 그 결과로 출어당 어업이익은 17% 정도 증가할 수 있는 것으로 분석되었다.

기름가자미 자원회복계획에 대한 제안사항으로 첫째, 과도하게 투입되어 있는 어획노력량을 줄이기 위해 현재 동해구 외끌이중형저인망어업은 기름가자미 산란 시기인 5월 한 달간 금어기로 하고 있지만 확대를 고려할 필요가 있다. 이와 더불어 기름가자미 전체 어획량에서 17%를 정도를 차지하고 있는 서남해구 외끌이중형저인망어업에 대해서도 규제가 필요한 것으로 판단된다. 이

는 동해구 외끌이중형저인망어업은 현재 5월 한 달간 금어기를 실시하고 있지만, 서남해구 외끌이중형저인망어업의 경우에는 연중 조업이 가능하여 서남해구 외끌이중형저인망어업에 대한 규제 없이는 기름가자미의 효과적인 자원회복을 기대하기 어렵기 때문이다.

둘째, 동해구 외끌이중형저인망의 감척사업을 고려할 필요가 있다. 현재 동해구 외끌이중형저인망 등록 어선 척수는 39척이다. 본 연구에서 분석된 바와 같이, E_{MEY} 수준으로 어획노력량 수준을 맞추기 위해서는 약 11척 정도 감척이 필요하다. 셋째, 기름가자미에 대한 TAC 적용을 고려해 볼 필요가 있다. MEY 값이 본 연구 결과 1,732톤 그리고 MSY는 1,801톤으로 분석되었다. 따라서 현재 MSY 값이 1,801톤이므로 1,800톤 수준으로 동해구 외끌이중형저인망어업에 의한 기름가자미의 TAC 설정이 필요할 것이다.

넷째, 수산자원회복 대상종의 자원생태 및 권고안에서 기름가자미 목표치가 가자미류에서 50% 추정치를 사용하여 3,750톤으로 설정되어 있다. 하지만 2015년부터 기름가자미가 분리 집계되어 보다 정확한 어획량을 파악할 수 있으므로 추정치보다는 정확한 어획량으로 목표치를 재설정할 필요가 있다. 특히 목표 어획량이 강원, 경북 지역 기름가자미 어획량으로 집계되고 있어 울산지역 기름가자미 어획량은 포함되어 있는 않은 상태이므로 향후 울산지역 기름가자미 어획량도 포함시켜야 할 것으로 판단된다. 그리고 현재는 기름가자미 한 종만 분류되어 집계되고 있지만 차후에는 가자미류 자원관리를 위해서라도 다른 각종의 가자미류들도 분리 집계가 되어 어획량을 정확히 파악할 수 있어야 할 것이다.

본 연구에서는 2015년도 1년간 기름가자미 어획량 자료만을 통해서 과거 어획량을 추정하였기 때문에 어획량

추정에 있어 불확실성이 크다. 향후 통계자료 축적에 따른 보다 면밀한 분석이 이루어져야 할 것이다. 그리고 어선척수 자료에 있어서도 통계청 자료와 동해구 외끌이 중형저인망협회 자료가 상이한 실정으로 향후에는 어선척수 및 어획량 등에 대한 보다 정확한 자료 집계가 필요하다.

향후 어업자원의 회복 및 경영안정적인 어업발전을 위한 어획노력량 관리에 있어서는 어선감척, 조업일수 제한 (금어기), 어획활동에 대한 모니터링 강화 등을 통해 어업의 어획능력을 효과적으로 감소시켜 나가야 할 것이다.

사 사

이 논문은 2016년도 국립수산물과학원 수산과학연구소 사업(R2016027)의 지원으로 수행된 연구이며 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Anderson LG. 1986. The Economics of Fisheries Management. Johns Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A., 298.
- Edwards S and Murawski, S. 1993. Potential Economic Benefits from Efficient Harvest of New England Groundfish. *N Am J Fish Manag* 13, 437-449.
- Fisheries information service. 2015. Fishery Production Statistics. Fishing statistics. (<http://fips.go.kr/>)
- Helser Thomas E. 1996. An Age-Structured Bioeconomic Simulation of U.S. Silver Hake Fisheries. *N Am J Fish Manag.* 16, 783-794.
- Khwaja S and A Cox. 2010. Rebuilding Fisheries: An overview of issues and policy approaches in the OECD. The Economics of Rebuilding Fisheries Workshop Proceedings, Chapter 2.
- Kim DY, Lee JS and Kim DH. 2011. A Study on Establishing the Performance Evaluation System of the Fish Stock Rebuilding Plans. *J Fish Bus Adm* 42(3), 15-29.
- Kim DH. 2004. A bioeconomic analysis on the evaluation of alternative management policies in the multispecies fishery. *J Fish Bus Adm* 35(1), 1-22.
- Kim DH. 2006. Measurement of Fishing Capacity of Offshore Fisheries on Korea. *J Fish Bus Adm* 37(1), 1-24.
- Kim DH, An HC and Lee KH. 2008. Analyzing Optimal Economic Fishing Efforts of the Coastal Snow Crab Gillnet Fishery. *KSFBA* 39(2), 25-39.
- Nance J. 2006. Estimation of Effort, Maximum Sustainable Yield, and Maximum Economic Yield in the Shrimp Fishery of the Gulf of Mexico. The Gulf of Mexico Fishery Management Council. USA, 85.
- National Federation of Fisheries Cooperatives. 2015. Fisheries Management Survey Report. 150-153.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2010. Ecology and Fishing Ground of Fisheries Resources in Korean Waters. *Han-GeulPubl*, 134-144.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial Fishes of the Coastal & Offshore Waters in KOREA. *Han-GeulPubl*, 250-262.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2014. Fisheries Production Statistics, Ministry of Oceans and Fisheries
- Overholtz W, Edwards S and Brodziak J. 1995. Effort control in the New England groundfish fishery: a bioeconomic perspective. *Canada J. Fish. Aquat Sci* 52, 1944-1957.
- Sun CH. 1999. Optimal Number of Fishing Vessels for Taiwan's Offshore Fisheries: A Comparison of Different Fleet Size Reduction Policies. *Marine Resource Economics* 13, 275-288.
- Yew T and Heaps T. 1996. Effort Dynamice and Alternative Management Policies for the Small Pelagic Fisheries of Northwest Peninsular Malaysia. *Marine Resource Economics* 11, 85-103.

2016. 08. 12 Received

2016. 11. 11 Revised

2016. 11. 11 Accepted