

대문어 연안복합어업의 경제적 적정어획노력량 추정

-강원도 연안복합어업을 대상으로-

최지훈 · 권대현* · 이재봉 · 양재형¹ · 김도훈²

국립수산과학원 연근해자원과 연구원, ¹동해수산연구소 연구원, ²부경대학교 해양수산경영학과 교수

Estimating optimal fishing effort of giant octopus, *Enteroctopus dofleini* by combo fishing

- In the case of combo fishing in Gangwon -

Ji Hoon CHOI, Dae-Hyeon KWON*, Jue Bong LEE, Jae Hyeong YANG¹ and Do Hoon KIM²

Researcher, Coastal Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan, 46083, Korea

¹Researcher, East Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Gangneung, 25435, Korea

²Professor, Department 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 is aimed to estimate optimal fishing effort of giant octopus by combo fishing which uses longline in Gangwon with statistical data. The result showed that current fishing effort is 28% higher than E_{MEY} . Unit fishing cost for each voyage will be 27% lower and unit fishing profit will be 17% higher than the current situation when the fishing effort meets E_{MEY} . Although current fishing effort is similar to the E_{MSY} , current catching is 16% higher than MSY and 22% higher than MEY .

Key words : Optimal economic fishing effort, Maximum economic yield, Maximum sustainable yield, *Enteroctopus dofleini*, Fisheries management

서론

최근 전 세계적으로 수산자원이 감소하고 있는 경향을 보여주고 있다. 우리나라의 경우에도 점차 수산자원이 감소하는 것으로 나타나고 있으며, 최근 2016년에는 44년 만에 연근해어획량이 백만톤 이하로 어획량이 감소하였

다. 수산자원감소로 인하여 지난 2006년부터 수산자원회복계획을 수립하여 남획상태에 있거나 남획이 진행 중인 어종에 대하여 일정기간 내에 정해진 목표 자원량의 수준으로 회복시키는 정책을 운용해 오고 있다. 2006년에 4개 어종인 도루묵, 낙지, 꽃게, 오분자기를 시범사업으로 시

*Corresponding author: dhkwon@korea.kr, Tel: +82-51-720-2293, Fax: +82-51-720-2277

작하여 현재에는 총 16개 어종에 대한 수산자원회복계획이 수립되어 있다(Kim et al., 2011; MOF, 2014).

수산자원회복계획 하에서 지속가능하고 안정적인 어업경영을 도모하기 위해서는 무엇보다 적정 자원량 수준을 유지하는 것이 반드시 필요하고, 과학적인 분석을 통해 적정 어업생산 수준을 결정하여 지속가능한 자원 상태를 유지하는 것도 중요한 일이다(Khwaja and Cox, 2010; Kim, 2004; Kim, 2006; Kim et al., 2008). 또한 어획노력량에 대한 철저한 규제 및 관리가 이루어지지 않을 경우, 어획노력량의 과다 사용으로 인하여 수산자원의 남획, 어업인 및 업종간의 조업분쟁 및 어업비용의 증가와 같은 부정적인 영향이 초래될 수 있다. 이러한 이유로 어획노력량 규제를 통해 수산자원의 실질적인 회복과 지속적이고 경영안정적인 어업발전을 도모하여야 한다. 안정적인 어업경영을 위해서는 무엇보다 업종별 어획노력량 수준에 대한 정확한 실태조사와 적정 어획노력량 수준에 대한 분석이 반드시 선행되어야 한다(Kim et al., 2008).

우리나라의 문어류는 연안통발, 연안복합, 연안자망, 기타통발 등에서 어획되고 있다. 그러나 수산정보포털 어획통계자료가 종 구분 없이 문어류로 집계되고 있어 정확한 어종별 어획실태 파악은 어려운 실정이다. 대문어(*Enteroctopus dofleini*)는 주로 동해안에서 어획되고 있는데, 동해 연안에서 연승 및 통발에 의해 주로 어획되고 있다. 최근 동해의 문어류 어획실태 설문조사 결과, 대문어가 문어류 어획량의 90% 이상을 차지하고 있는 것으로 확인되었다(Lee et al., 2014). 문어는 우리생활과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 중요한 제레음식 중 하나이기 때문에 결코 빠트릴 수 없는 식품이다. 수산자원포털의 월별 문어류 kg당 단가를 보면 특히 명절 기간 동안에는 문어가 격이 평상시 보다 증가하는 경향을 보여주고 있다.

수산자원회복을 위해 적정 어획노력량 수준을 설정함에 있어 어업자원에 대한 영향정도를 고려하여 최대지속적생산량(Maximum Sustainable Yield, MSY) 등 생물학적 기준을 따르는 것도 중요하지만, 생물학적 기준 외에도 안정적인 경영을 위한 어업발전을 위해 어업경영에 대한 영향분석을 바탕으로 적정 어획노력량 수준을 설정하는 것도 필요하다.

이러한 배경 하에 본 연구에서는 수산자원회복 대상 종 중의 하나인 강원도 대문어 어업자원의 회복 및 관리

를 위해 주 업종인 연안복합 어업을 대상으로 지속적 어업수입과 비용함수 추정하여 최대경제적생산량(Maximum Economic Yield, MEY) 기준의 적정 어획노력량(E_{MEY}) 수준을 분석하고자 하였다. 그리고 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 비교하여 강원도 대문어를 어획하는 연안복합의 적정 어획노력량 설정을 위한 정책적 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

대문어 어업현황

선행연구에서 강원도 문어류 어획실태 조사 결과 대부분의 문어류가 90%이상 대문어로 확인되어 강원도의 문어류 어획량을 대문어 어획량이라고 가정 하였다. 1997~2016년간 동해안 대문어 어획량은 Fig. 1에 나타내었다(Fisheries Information Service, 2016). 1997년 5,400톤 수준에서 시작하여 계속 감소하다가 2002년에는 2,100톤 수준 까지 감소하였다. 2003년부터 증가하여 2009년 4,600톤 수준까지 증가하였지만, 2010년도부터는 현재까지 어획량이 3,500톤 수준에서 증감하는 것을 볼 수 있다.

1997~2016년간 강원도 연안통발, 연안복합에 의해 어획된 대문어 어획량은 Fig. 2에 나타낸 것이다. 동해안의 대문어는 연안통발과, 연안복합에 의해서 대부분이 어획되고 있으며, 대문어 연안통발 어획량은 1997년 13톤으로 시작하여 2007년에 555톤까지 증가하였고, 2008년부터 감소하였다가 2009년부터 다시 증가추세로 보였다. 2015년에는 급격히 감소하였지만, 2016년 322톤으로 다소 증가하였다. 대문어 연안복합 어획량의 경우에는 1997년 973톤으로 시작하여 2004년 까지 989톤으로 증가하였다가 2005년부터 감소하기 시작하여 2009년 491톤까지 감소하였다. 2010년부터 다시 증가하여 2014년 1,183톤까지 증가하였으며, 2016년에는 1,021톤으로 감소하는 추세를 보였다.

2016년도 대문어 어업별 어획비율 Fig. 3에서 보여주고 있다. 강원도 대문어 어획량 중에서 가장 많은 비율을 차지하고 있는 어업은 연안복합으로 약 69% 비율을 차지하였고, 그다음으로는 연안통발이 약 22%로 차지하

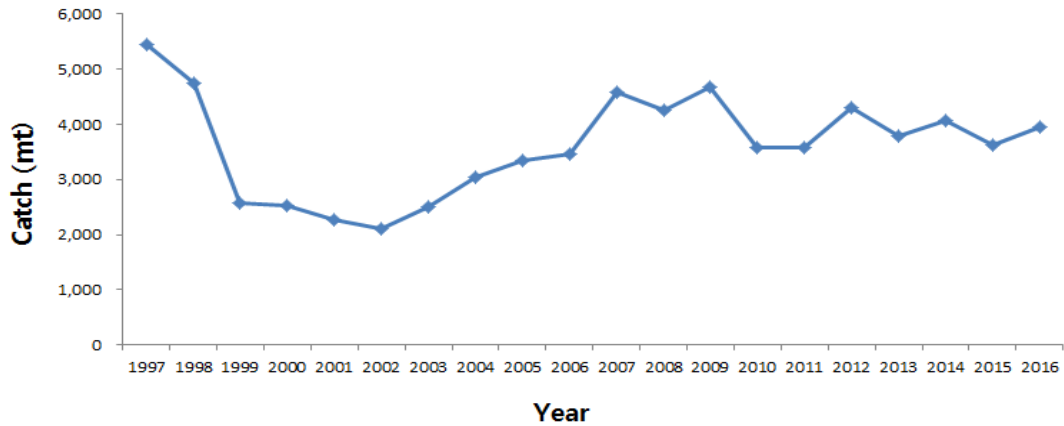


Fig. 1. Estimated catch amount of giant octopus in the East Sea from 1997~2016.

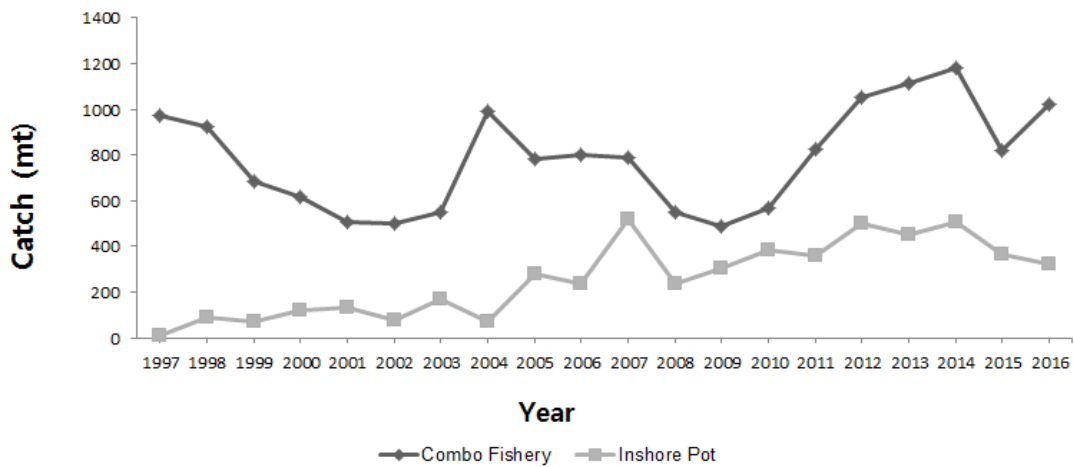


Fig. 2. Estimated catch amount of giant octopus by fishing type caught in the Gangwon from 1997~2016.

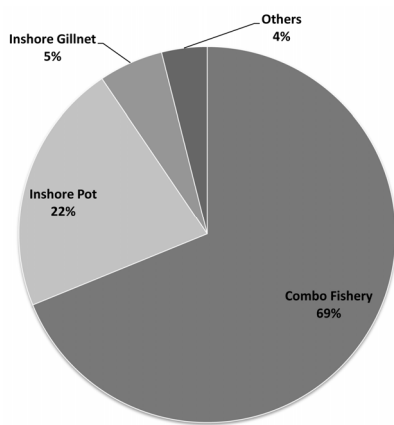


Fig. 3. Catch proportion of giant octopus by fishing type caught in the Gangwon from 2016.

였으며, 연안자망 약 5% 가장 적은 어획비율을 차지하는 것으로 파악되었다. 본 연구에서는 강원도에서 대문어 어획비율이 가장 높은 연안복합을 대상으로 분석을 하였다.

MEY시의 어획노력량

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 어선척수 변화에 따른 자원량 및 어획량 변화를 동태적으로 분석할 수 있다 (Helser 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 어선척수에 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.

강원도 연안복합 어획노력량 및 CPUE 변화

연안복합 어획노력량(어선척수)을 Fig. 4에서 보여주고 있다(Fisheries Information Service, 2016). 연안복합

은 2000년 1,170척으로 시작하여 2002년 824척으로 감소하다가 2003~2004년 1,484척으로 증가하였고, 2005년부터는 감소하기 시작하여 2016년 887척으로 파악되었다.

식 (1)을 이용하여 연안복합 어획노력량(E)의 단위를 어선척수(연안복합)로 하여 어획량(C)을 나누어 구한 단위노력당어획량(CPUE; mt/vessel)의 변화를 Fig. 5에서 보여주고 있다.

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

2000년부터 2016년까지의 연안복합에 의한 강원도 대문어의 CPUE 변화를 살펴보면, 2000년은 약 0.52 mt/vessel 수준으로 시작하여 2010년까지 0.5~0.9

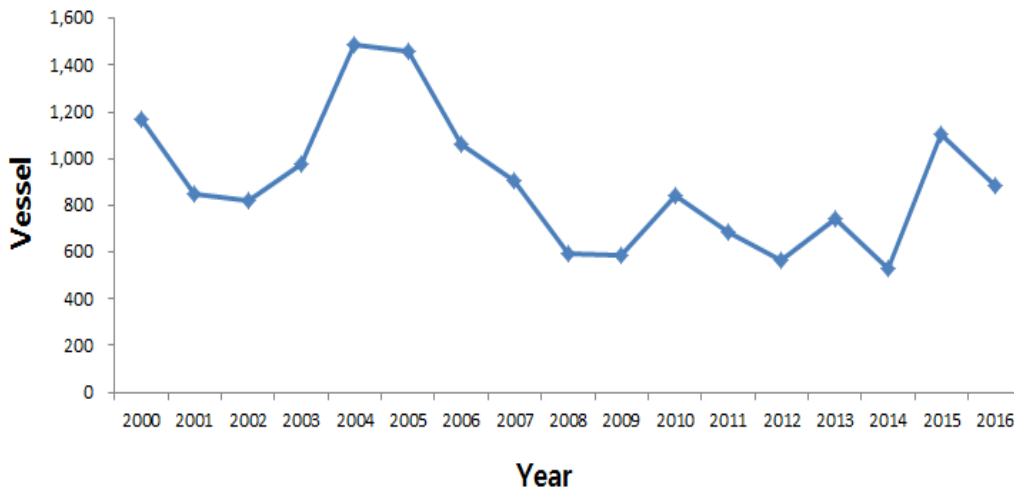


Fig. 4. Changes in fishing effort of combo fishery from 2000~2016.

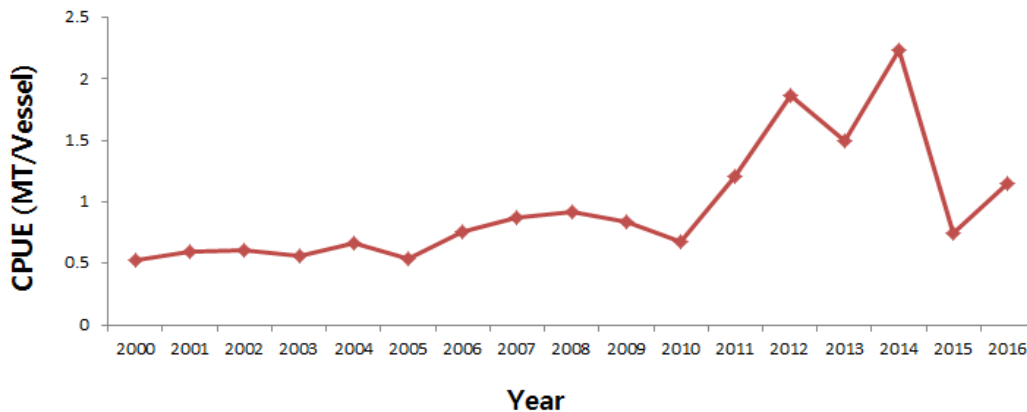


Fig. 5. Changes in CPUE of combo fishery from 2000~2016.

mt/vessel 증감을 보이고 있으며 2011년 이후 증가하기 시작하였고, 2014년에는 2.24 mt/vessel까지 증가한 후 2016년 1.98 mt/vessel 감소하였다.

분석자료

Table 1은 강원도 연안복합 어획량과 어선척수를 보여주고 있다(Fisheries Information Service, 2016). 어획량은 2000년 617톤으로 시작하여 2016년 1,021톤 수준으로 나타났고, 어선척수는 2000년 1,170척으로 시작하여 2016년 887척 수준으로 보여주고 있다.

Table 2은 연안복합 비용현황을 보여주고 있다. 연안

Table 1. Production of giant octopus by combo fishing and its number of vessel

Year	Catch (m/t)	Vessel
2000	617	1,170
2001	505	848
2002	498	824
2003	548	980
2004	989	1,484
2005	784	1,462
2006	801	1,060
2007	789	906
2008	549	597
2009	491	584
2010	568	845
2011	826	686
2012	1,051	565
2013	1,113	746
2014	1,183	528
2015	819	1,103
2016	1,021	887

Table 2. Trip cost of combo fishery from 2013~2015

(unit: thousand won)

Year	Production Maintenance	Labor	Selling	Depreciation	Miscellaneous cost	Total
2013	15,220	1,899	1,163	2,825	1,683	22,790
2014	10,464	1,314	1,775	1,821	1,468	16,842
2015	9,496	568	1,930	1,341	1,382	14,717
Average	11,727	1,260	1,623	1,996	1,511	18,116

복합은 생산관리비가 가장 많은 비용을 차지하였고, 감가상각비, 판매비관리비, 기타잡비, 인건비 순으로 나타났다. 다른 어업에 비해 연안복합은 인건비 비중이 적은 것으로 나타났다(Korea Fisheries Resources Agency, 2016).

수산정보포털 자료에 의하면 2013~2015년 문어류 평균 단가는 kg당 23,597원으로 나타났다(Fisheries Information Service, 2016). 그리고 한국수산자원관리공단의 연안어업 실태조사 자료에 의하면 강원도 연안복합의 2013~2015년 3년간 평균 출어당 총비용은 16,069,187천원으로 조사되었다(Korea Fisheries Resources Agency, 2016).

강원도 3년 평균 연안복합의 적당 출어비용을 보면, 연안복합이 18,116천원이다. 2016년 연안복합척수는 887척이다. 연안복합 16,069,187천원(18,116천원×887척)이고 여기서 2016년도 연안복합 총 어획량에서 문어류의 어획하는 금액비율은 70% 차지하였다. 연안복합의 문어류의 어획금액비율을 70%로 가정하면 문어류에 대한 평균 출어비용은 연안복합에서 11,248,431천원(16,069,187천원×0.7) 수준이다. 또한 2016년도 연안복합 적당비용은 12,681,433원(11,248,431천원/887척)으로 파악할 수 있다. 강원도 연안복합 문어류 어획비용은 총 12,681,433원으로 추정되었다.

분석방법

본 연구에서는 활용 가능한 자료의 부족으로 생물경제모델(Bioeconomic model) 구축을 통한 동태적 MEY와 E_{MEY}를 분석하는 것이 불가능하였다. 따라서 통계청 연안복합 어획량과 어획노력량(어선척수) 자료 그리고 어업비용 및 시장가격 자료 등을 이용하여 정태적인 생산함수와 비용함수를 추정하고, MEY 기준의 적정 어획노력량(어선척수, E_{MEY}) 수준을 분석하고자 하였다. MEY 기준의 적정 어획노력량(E_{MEY})을 분석하기 위해서는 어획노력량에 대한 생산함수와 비용함수

가 우선 추정되어야 한다. 그리고 추정된 어업수입함수와 비용함수를 이용하여 어선척수(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(어선척수, 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.

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

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

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

여기서, q는 어획능력계수(Catchability Coefficient) 그리고 E는 앞서 언급한 바와 같이, 어선척수 수준을 의미한다. 성장함수와 어획함수를 동일하게 놓고 어업자원량(X)에 대해 정리하면 어선척수 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 $\left(\frac{q \cdot K}{r}\right) = b$ 라 두면, Yield-Effort 지속적 생산함수는 다음식의 식 (5)와 같이 나타낼 수 있게 된다.

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

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

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

여기서, 어획량과 어선척수 자료를 대입하여 통상최소자승법(Ordinary Least Squares, OLS)을 이용하면 지속적 생산함수의 결정계수인 a와 b의 값을 구할 수 있게 된다. 또한 식 (5)에서 어선척수(E)에 대해 일차 미분을 하여 계산하면 최대지속적생산량(MSY) 수준에서의 어선척수(E_{MSY})와 이 점에 해당하는 MSY를 구할 수 있게 된다. 최종적으로 어업수입함수는 식 (4)의 생산함수(Y)에 시장가격(P)을 곱함으로써 구할 수 있다.

대문어 연안복합의 어선척수에 대한 어업비용(TC)은 우선 어선의 어업운영에 따른 총비용을 구하고, 여기에 평균 어선척수(E)를 나누면 사용 척수 단위당 비용(c)이 구해지게 된다. 즉, 연안복합 어업비용(TC)은 간단히 아래 식 (7)에서와 같이 척당 단위당 비용(c)과 어선척수(E)의 곱으로 나타낼 수 있다.

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

대문어 연안복합의 어선척수(E)에 대한 추정된 어업수입함수와 비용함수를 이용하여 어선척수(E)에 대한 한계비용과 한계수입이 일치하는 점 $\left(\frac{dTR}{dE} = \frac{dTC}{dE}\right)$ 에서 경제적으로 가장 적절한 생산량(MEY)과 어선척수(E_{MEY})를 파악할 수 있게 된다. 하지만 연안복합의 조업비용(유류비, 인건비등)과 대문어 생산금액(kg당 단가) 변동 할 가능성이 있으므로 경제적 적정어획노력량수준(E_{MEY})를 추정하는데 불확실성이 큰 것으로 생각되었다. 이러한 불확실성을 최대한 고려하기 위하여 몬테카를로(Monte Carlo) 시뮬레이션기법을 추가적으로 사용하여 연안복합의 적정어획노력량(E_{MEY})을 분석해 보았다. 시뮬레이션기법에 있어서는 표본수의 부족으로 조업비용과 생산금액 평균비용에 대한 삼각분포를 가정하였으며, 조업비용과 생산비용 최근 3년간 평균값으로

설정하고, 평균값기준으로 최대값, 최소값을 2013~2015년 사이의 최대, 최소 금액으로 설정하였다. 이를 바탕으로 조업비용과, 생산금액 변동차이에 따른 연안복합의 MEY시의 적정 어획노력량(E_{MEY}) 수준을 분석해 보았다. 그리고 이미 앞서 언급한 바와 같이, 식 (4)로부터 MSY 와 E_{MSY} 를 계산할 수가 있고, 어업수입곡선과 비용곡선이 만나는 점에서 자유어업(Open Access, OA)하의 생산량(Y_{OA})과 어선척수(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

연안복합의 대문어 생산량과 어선척수(E)를 식 (6)에 대입하여 대문어의 연안복합의 지속적 생산함수를 추정 한 결과, Table 3에서 보는 바와 같이 모형의 적합도가 우수하고, 추정된 결정계수 a 와 b 의 값 또한 통계적으로 아주 유의한 것으로 나타났다.

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

Table 3. Results of OLS regression

variable	coefficient of determination	standard error	P-value
Constant	1.929816	0.322459	0.000025
E	-0.001084	0.000342	0.006405
Adj,R-squared		0.36 (F= 10.01, p-value=0.006405).	

$$E_{MSY} = \frac{a}{2b} = 890 \text{ (척)} \text{ 과 } MSY = \frac{a^2}{4b} = 858 \text{ (m/t)} \quad (9)$$

출어당 비용함수

Table 2에서 보는 바와 같이, 강원도 연안복합의

2013~2015년 평균 출어당 총비용은 16,069,187천원, 적당대문어획 비용은 총 12,681,433원 조사되었다. 2016년 연안복합, 어선척수는 887척으로, 식 (7)의 어선척수(E)에 대한 출어비용함수(TC)는 다음의 식 (10)과 같이 분석되었다.

$$TC = 12,681,433 \cdot E \quad (10)$$

경제적 적정 어획노력사용량 (E_{MEY})

대문어 연안복합의 출어당 어업수입 함수를 어선척수(E)에 대한 그래프로 나타내면 Fig. 6에서 보는 바와 같다. 그리고 현재 생산량(Y_0)과 어선척수(E_0) 수준, 그리고 추정된 값에 따른 어업이익(π)의 변화를 비교 분석하여 나타내면 Table 4와 같다.

Fig. 6과 Table 4에서 보는 바와 같이, 연안복합의 출어당 MSY 와 E_{MSY} 는 한계수입과 한계비용이 일치하는 점에서 858톤과 890척으로 각각 분석되었다. 그리고 MEY 와 E_{MEY} 는 792톤과 642척으로 분석되었다. 또한 어업이익 영(0)으로 되는 자유어업 하에서의 생산량(Y_{OA})과 어선척수(E_{OA})는 어업수입곡선(TR)과 어업비용곡선(TC)이 만나는 점에서 결정되어 각각 590톤과 1,284척으로 평가되었다.

현재 수준 어획량을 MSY , MEY , 비교해 본 결과, 현재 어획량 수준 1,021톤으로 MSY , 수준보다 16% 과다 어획으로 보여 지며, MEY 수준보다 22% 과다 어획되고 있는 것을 분석되었다.

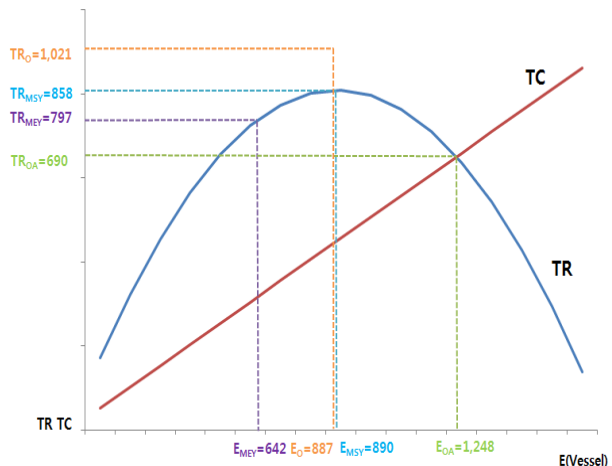


Fig. 6. E_{MSY} , E_{MEY} , E_0 , and E_{OA} of .Combo Fishery.

Table 4. Comparison of production and profit by effort level

	E ₀	E _{MSY}	E _{MEY}	E _{OA}
Y (ton)	1,021	858	792	690
E (vessel)	887	890	642	1,284
TR (won)	20,254,442,213	20,254,608,851	18,685,703,454	16,273,032,160
TC (won)	11,248,431,367	11,286,475,667	8,141,480,200	16,273,032,160
π (won)	9,006,010,847	8,968,133,184	10,544,223,254	-
E/E _{MEY}	1.38	1.39	1	2

현재 노력량(E₀)을 E_{MSY}, E_{MEY}, 그리고 E_{OA} 수준과 비교해 본 결과, 현재 어선척수(E₀) 수준은 887척으로 E_{MSY} 수준보다 3척 정도 차이로써 현재수준과 비슷한 수준을 보여주고 있으며, E_{MEY} 수준을 보다는 높고, E_{OA} 수준보다는 낮은 것으로 파악되었다. E_{MSY} 수준에서 E_{MEY}로는 어선척수는 약 28% 정도 감소하여야 하는 것으로 추정되었다. 그리고 E_{OA} 수준에서 E_{MEY}로는 어선척수는 약 50% 정도 감소하여야 하는 것으로 분석되었다.

어업이익 부분에서도 현재 수준에서 E_{MEY} 수준으로 약 28% 감소시킬 경우에는 어업이익이 15% 증가할 것이며, 현재 수준과 E_{MSY} 수준이 비슷하므로 어업이익도 비슷한 것으로 보여지며, E_{MSY} 수준에서 E_{MEY} 수준으로 감소시킬 경우에는 E_{MSY} 수준이 현재 수준과 비슷하므로 어업이익이 15% 증가 할 것으로 분석되었다.

현재 연안복합 어획노력량은 E_{MEY} 수준에 비해 약 28% 과다 사용되고 있다. 어획노력량을 감소시키기 위

해서 연안복합 1개월간 금어기를 실시하면 약 8% 정도 감소될 것이며, 만약 3개월간 실시하면 약 24% 정도 어획노력량 수준을 줄일 수 있을 것이다.

연안복합의 조업비용과 생산금액 불확실성에 따른 몬테카를로 시뮬레이션 분석 결과

연안복합의 조업비용과 생산금액(kg당 단가)의 불확실성을 고려하기 위하여 몬테카를로 시뮬레이션 분석(Crystal Ball Program)을 이용하여 MEY시의 적정 어획 노력량(E_{MEY}) 수준을 분석해 보았다. 표본수의 부족으로 조업비용과 생산금액 평균비용에 대한 삼각분포를 가정하였다. 조업비용의 최대값과 최소값 설정하기 위해 2012~2015년 조업비용을 사용하여 평균조업비용 12,681,433원 기준으로, 4년간 가장 많은 조업비용을 사용한 2013년을 최대값 15,953,000원 설정하였으며, 가장 적은 조업비용이 발생한 2015년을 최소값 10,301,900원

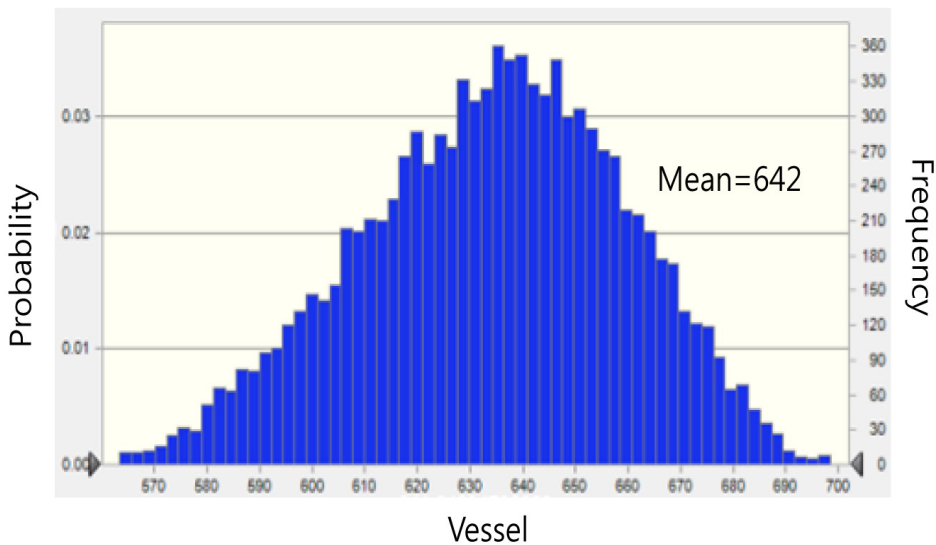


Fig. 7. E_{MEY} of combo fishery by Monte Carlo simulation regarding fishing revenue and cost.

설정하였다. 생산금액은 2012~2015년 대문어 kg당 단가를 사용하여 평균 생산금액 23,597원 기준으로, 2014년 생산금액을 최대값 25,703원, 2013년 생산금액을 최소값 21,011원으로 설정하였다.

분석결과 조업비용과 생산금액에 차이에 따라 MEY시의 적정 어획노력량(E_{MEY}) 수준 범위는 Fig. 7과 같이 나타날 수 있다. 앞에서 분석된 MEY시의 적정 어획노력량(E_{MEY}) 642척 기준으로 최소 547척에서 최대 698척으로 추정되었다. 이에 따라 적정 어획노력량의 감축범위는 현재 평균 약 28% 수준에서 최소 21%, 최대 38% 정도까지 가능할 것으로 분석 되었으며, 현재 연안복합 조업일수는 167일이다. 몬테카를로 시뮬레이션 분석에서 추정된 어획노력량 기준으로 감소하기 위한 조업일수 감축범위는 최대 131일에서 최소 103일 정도까지 가능할 것으로 분석 되었다.

결론

대문어는 2012년에 우리나라의 자원회복 대상종으로 선정되어 있고, 자원회복을 위한 자원관리수단으로 매년 권고안을 발표하고 있다. 세계적으로 자원관리수단에 대하여 사전평가가 중요하게 여겨지고 있는 현시점에서 우리나라의 대문어 자원관리수단의 효율성 제고와 자원회복계획의 성공적인 목표달성을 위해서는 보다 효과적인 권고안의 제시가 필요하다.

본 연구에서는 강원지역 연안복합 자료를 이용하여 경제적 적정 노력사용량 수준을 분석 하였고, 분석에 있어서는 활용 가능한 자료를 사용하여 출어당 생산합수를 추정하였다. 또한 수산자원포털자료를 이용하여 연안복합 대문어 평균 시장가격을 곱하여 출어당 어업 수입합수를 도출하였다. 출어당 어업비용은 수산자원관리공단 연안어업실태조사 자료를 활용하여 적정 노력사용량에 따른 비용합수를 추정하였다.

강원도 연안복합에서 어획되는 대문어 어획노력량 분석 결과, 현재 어획노력량(E_0)은 E_{MEY} 수준에 비해 약 28% 초과되어 있는 것으로 추정되었다. 그리고 조업비용과 생산금액 차이에 따른 몬테카를로 시뮬레이션 분석결과 MEY시의 적정 어획노력량(E_{MEY}) 792척 기준으로 최소 547척에서 최대 698척으로 추정되었다. 이에 따라 적정 어획노력량의 감축범위는 현재 평균수준에서 최소 21%에서 최대 38%정도까지 가능할 것으로 분석 되었다.

현재 어획노력량 수준에서 E_{MEY} 기준으로 감소하게 되면 출어당 평균 어업비용을 약 27% 감소할 수 있고, 그 결과로 출어당 어업이익은 약 17% 증가할 수 있는 것으로 분석되었다. 현재 어획량과 MSY, MEY 수준을 비교해보면, E_{MSY} 수준은 현재수준과 비슷하게 파악되었지만, MSY를 비교해보면 약 16% 과다 어획되는 것으로 분석되었고, MEY 수준과 비교해 보면 약 22% 과다 어획되는 것으로 분석되었다.

대문어 자원회복을 위한 본 연구의 제안사항은 첫째, 현재 수준은 MSY 수준과 비슷하므로 더 이상 어획노력량을 투입하면 안 되는 것으로 파악되었지만, MEY 수준과 비교 해보면 어획노력량이 과도하게 투입되어 있는 것을 파악할 수 있다. MEY 수준으로 어획노력량을 줄이기 위해서는 현재 대문어 산란 시기인 3~5월 사이에 강원도 연안복합의 금어기를 고려할 필요가 있으며, 2015년 연안복합 평균조업일수는 167일이므로 이에 따라 어획노력량을 감소시키기 위해서는 조업일수를 축소할 것을 고려 할 필요가 있다. 둘째, 정확한 어획통계가 필요하다. 현재 종 구분 없이 문어류로 집계되고 있어 정확한 어종별 어획실태파악은 어려운 실정이다. 동해안 연안복합 및 통발어업에 의한 문어류(대문어, 참문어, 발문어) 어획실태를 설문조사한 결과에서 대문어가 문어류 어획량의 90% 이상을 차지하고 있는 것으로 확인하였지만, 수협에서 위판시 문어류의 명확한 종 구분을 통하여 더 정확한 어획통계 자료가 필요할 것이다.

본 연구에서는 강원도 지역을 대상으로 분석하였기 때문에 동해안 전체 대문어에 대한 적정 어획노력량 분석을 했다고 볼 수는 없다. 앞으로 경북지역도 포함하여 동해안 전체의 적정 어획노력량 분석이 필요하다고 생각한다.

최근 동해수산연구소에서는 대문어 표지방류 결과를 제시하였고, 그 결과 대문어는 회유경향이 없다고 파악되었다(National Institute of Fisheries Science, 2014). 그러므로 산란장보호 및 어획노력량 규제 등으로 효과적으로 자원관리를 할 경우, 보다 더 많은 어업자원 회복 및 어업발전이 될 것이라고 생각한다. 향후 어업자원의 회복 및 경영안정적인 어업발전을 위한 어획노력량 관리에 있어서는 조업일수 제한(금어기), 산란장 보호 등으로 어획활동에 대한 모니터링 강화를 통해 어업의 어획강도를 효과적으로 감소시켜 나가야 할 것이다.

사 사

이 논문은 2018년도 국립수산물과학원 수산과학연구소(동해 연안어업 및 환경생태조사, R2018028)의 지원으로 수행된 연구이며 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Anderson Lee G. 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. 2016. 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. *KSFBA* 42(3), 15-29.
- Kim DH. 2004. A bioeconomic analysis on the evaluation of alternative management policies in the multispecies fishery. *KSFBA* 35(1), 1-22.
- Kim DH. 2006. Measurement of fishing capacity of offshore fisheries on Korea. *KSFBA* 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.
- Korea Fisheries Resources Agency. 2016. Coastal Fisheries Survey Report, FIRA-ER-17-018, Busan, Korea, 307-311.
- LEE SI, Yang JH, LEE HW, KIM JB, and CHA HK. 2014. Maturity and spawning of the giant pacific octopus, *Octopus dofleini* in the coast of Gangwondo, East Sea. *J. Korean. Soc. Fish Ocean Technology.* 50 (2), 154-161. (DOI:10.3796/KSFT.2014.50.2.154)
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2014. Fisheries Production Statistics, Ministry of Oceans and Fisheries.
- 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 Institute of Fisheries Science. 2014. Stock state of rebuilding species and recommendations SP-2015-FR-001, Busan, Korea, 97-106.
- Overholtz W, Edwards S and Brodziak J. 1995. Effort control in the New England groundfish fishery: a bioeconomic perspective. *Can. 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 dynamic and alternative management policies for the small pelagic fisheries of Northwest Peninsular Malaysia. *Marine Resource Economics* 11, 85-103.

2018. 10. 25 Received

2018. 11. 19 Revised

2018. 11. 21 Accepted