

도루묵 수산자원회복계획에서의 TAC 정책 평가[†]

김도훈*

부경대학교 해양수산경영학과

Evaluating the TAC Policy in the Sandfish Stock Rebuilding Plan

Do-Hoon Kim*

Department of Marine Business and Economics, Pukyong National University, Busan, 608-737, Korea

Abstract

This study aimed to evaluate the TAC policy and to examine the effective annual TAC quota in the sandfish stock rebuilding plan using a bioeconomic modelling method. In the analysis, first, a sandfish bioeconomic model was developed by combining a sandfish stock population model and economic models by fishery and second, achieving stock rebuilding targets and changes of fishing revenues by the level of annual TAC quota were examined.

Model results indicated that the TAC 1,500ton policy would have the greatest impact on the increase of sandfish stock biomass comparing to the status quo and other TAC policies. In addition, it was evaluated that the total fishing revenues of coastal gillnet and danish seine fisheries could be increased the most in the TAC 2,500ton policy. In both cases of TAC 3,500ton and 4,000ton, the fishing revenues of both fisheries were inversely reduced due to the decrease of catch by coastal gillnet and the decline of market prices by danish seine's excessive catch. Furthermore, they would have a negative impact on sandfish stock biomass.

Keywords : Stock rebuilding plan, Total allowable catch, Sandfish, Bioeconomic model, Fisheries management

I. 서 론

지난 2006년부터 시작된 우리나라 수산자원

회복계획은 감소된 수산자원을 회복시키고 관리하기 위한 종합적인 어업관리정책이다. 2006년 도루묵, 낙지, 꽃게, 오분자기 등 4개 어종에

Received 15 March 2015/ Received in revised form 31 March 2015/ Accepted 3 April 2015

[†] 이 논문은 부경대학교 자율창의연구비(2014년)에 의하여 연구되었음.

*Corresponding author : 051-629-5954, delaware310@pknu.ac.kr

대한 시범사업으로 시작되어 2014년 현재 참홍어, 참조기, 대구, 기름가자미 등 총 16개 어종에 대해 추진 중에 있다(MOF, 2014).

수산자원회복계획의 수립과 운영에 있어서는 현재 자원량(어획량) 수준을 조사·평가한 뒤 목표 회복수준과 회복기간, 그리고 목표 달성을 위한 효과적인 어업관리 정책수단을 결정하는 것이 무엇보다 필요하다(Kim, 2004; Khwaja and Cox, 2010). 현행 수산자원회복계획 하에서 목표 회복수준은 과거의 자원변동 상황을 고려하고, 향후 여건을 감안하여 현실성 있는 수준으로 설정되고 있다. 그리고 자원회복기간은 어업자원의 수명과 자원상태 등을 고려하여 설정되고 있다(NFRDI, 2014). 예를 들어, 도루묵을 포함한 대부분의 어업자원 회복기간을 10년으로 설정하고, 자원회복의 목표는 현재 어획량 수준 등을 바탕으로 자원회복기간 동안 연간 증가하는 것으로 설정되고 있다.

대상어종별로 자원회복 목표와 기간이 설정된 후에는 자원회복기간 동안 목표를 달성할 수 있는 효과적인 자원회복(어업관리정책) 수단이 선택되어야 한다. 하지만 수산자원회복계획 대상어종별로 다양한 자원회복수단들이 권고되고 있지만, 각 자원회복수단의 효과에 대해서는 분석이 미흡한 실정이다. 이에 따라 자원회복수단에 대한 구체적인 평가 근거가 없어 자원회복수단의 구체적인 정책 수립 및 행정적 운영이 이루어지지 않고, 또한 해당어업의 어업인들이 권고된 자원회복수단을 수용하기 어려운 실정이다. 그 결과, 다양한 자원회복수단의 권고에도 불구하고 권고안의 실질적 이행율은 평균 38% 수준으로(NFRDI, 2014), 자원회복수단의 효과 분석과 효과적인 어업정책의 선택이 시급한 실정이다.

수산자원회복계획에 있어 자원회복수단의 효과 분석은 생물적, 경제적, 사회적 등 다양한 관점에서 이루어질 수 있지만, 무엇보다 자원회복수단에 의한 자원회복기간 내 목표량 달성 여부와 어업인 소득 변화 등이 중점적으로 평가되어

야 한다. 이러한 자원회복수단의 생물학적 자원량 및 어획량 변화와 어업소득의 경제적 변화 효과를 동시에 분석할 수 있는 방법으로 생물경제모델(Bioeconomic model) 기법 활용이 국제적으로 널리 권고되고 있다(Davis, 2010; Holland, 2010).

생물경제모델 기법은 생물학적 자원평가모델과 어업경제모델(어업수익 변화 등)을 동시에 분석하기 때문에 자원회복수단(어업정책수단)으로부터의 어획사망계수 변화에 따른 자원량 및 어획량의 동태적 변화 분석뿐만 아니라 어업인에 대한 경제적인 동태효과를 동시에 예측할 수 있다. 따라서 자원회복수단(어업정책수단)별에 대한 분석을 행함으로써 정해진 기간 내의 목표량 달성 여부, 어업인들의 소득효과 등을 중심으로 가장 합리적인 자원회복수단을 선택할 수 있도록 하는 장점이 있다(Kim, 2003 and 2004; Lee et al., 2000).

도루묵 수산자원회복계획에서는 지금까지 포획금지체장 상향 조정, 산란장 보호수면의 확대, 그리고 미성어 어획금지를 위한 금어기 확대 등이 자원회복수단으로 권고되어져 왔다. 그리고 2009년부터는 동해구기선저인망어업에 대한 총허용어획량(Total Allowable Catch, TAC) 정책이 시행되고 있다. 하지만 최근에는 연승어업 등에 대해서도 TAC 정책을 확대하려고 검토 중에 있으며, 기존 동해구기선저인망어업에 대한 TAC 할당량에 대해서도 논의 중에 있다. 향후 도루묵 수산자원의 회복과 관리를 위해서 동해구기선저인망어업에 대한 적정 TAC 물량을 결정하고, 운영해 나가는 것은 무엇보다 시급한 과제 중의 하나이다.

이러한 배경 하에서 본 연구에서는 생물경제모델 기법을 활용하여 도루묵 수산자원회복계획에 있어서의 현행 TAC 정책 효과를 분석하고, 효과적인 연간 TAC 물량을 평가해 보고자 한다. 분석에 있어서는 도루묵 자원평가모델과 도루묵 대상어업별 경제모델을 결합한 도루묵 생물경제

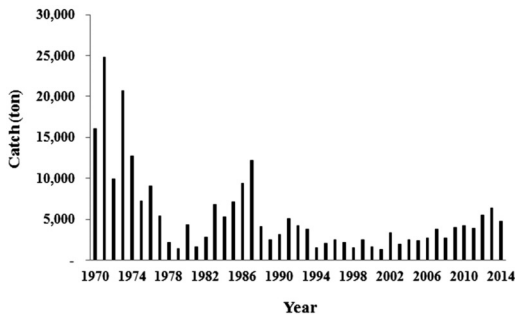
모델을 구축하고, 과거 및 현재 TAC 물량 수준별에 따른 자원회복기간 내 도루묵 수산자원회복 목표량 달성 여부, 어업별 어업수입 변화 등을 분석하고, 도루묵 자원회복을 위해 보다 유용한 TAC 물량 수준을 평가·제시하고자 한다.

II. 도루묵 수산자원회복계획

1. 도루묵 어획 현황

도루묵은 우리나라 동해안 지역의 주요 상업적 어종 중의 하나로, 동해구기선저인망, 연안자망, 근해자망, 연안복합, 동해구중형트롤, 연안통발, 서남해구기선저인망 등 다양한 어업에 의해 어획되고 있다. 하지만 그 중에서도 주요 어업은 동해구기선저인망과 연안자망으로, 이들 두 어업에 의한 어획량이 전체 도루묵 어획량의 약 94% 이상을 차지하고 있다.

도루묵 전체 어획량 변화를 살펴보면, Fig. 1에



Source : MOF, Fisheries Information Portal (www.fips.go.kr).

Fig. 1. Change of sandfish catch from 1970 to 2014.

서 보는 바와 같이 1971년 약 25,000톤을 달성한 이후 감소하기 시작하여 1979년에는 약 1,400톤으로 급감하였다. 하지만 이후 다시 어획량이 증가하기 시작해 1987년에는 12,000톤을 달성하였다. 그러나 다시 어획량이 감소하기 시작하여 도루묵 수산자원회복계획이 시작된 2006년에는 약 2,650톤 수준에 이르렀다. 2006년 도루묵이 시범사업 대상종으로 선정되어 수산자원회복계획이 추진된 이후 도루묵 어획량은 크게 증가하기 시작하였는데, 2007년 약 3,800톤, 2009년 약 4,000톤, 2012년 약 5,500톤, 그리고 2013년에는 약 6,300톤을 기록하였다. 그러나 2014년에는 약 4,700톤 수준으로 전년도인 2013년에 비해 26% 정도 감소하였다.

해양수산부 통계자료를 이용해 도루묵 어획을 어업별로 구체적으로 살펴보면, Table 1에서 보는 바와 같이 연안자망과 동해구기선저인망에 의해 주로 어획되고 있다. 지난 5년간 (2010~2014년) 각 어업의 평균 어획량 변화를 살펴보면, 연안자망이 2,855톤 그리고 동해구기선저인망이 1,780톤으로 도루묵 전체 어획량의 59.1%와 35.5% 정도를 각각 점하고 있다. 전체 도루묵 어획량 중에서 동해구기선저인망의 어획비중이 크게 높아지고 있는데, 2010년 29.6%에서 2013년 46.6% 수준으로 증가하였고, 2014년에는 다소 감소한 43.4%를 차지하고 있다. 이에 반해 어획량 비중이 가장 높은 연안자망의 경우 도루묵 어획량은 평균 약 2,860톤 수준에서 연간 증감을 반복해 오고 있다(MOF, 2014a).

Table 1. The catch amount of sandfish by fishery (2010-2014)

Year	Total Catch (ton)	Coastal Gillnet Fishery		Danish Seine Fishery	
		ton	%	ton	%
2010	4,236	2,733	64.5	1,253	29.6
2011	3,834	2,568	67.0	1,027	26.8
2012	5,493	3,367	61.3	1,648	30.0
2013	6,306	3,098	49.1	2,936	46.6
2014	4,686	2,510	53.6	2,035	43.4
Average	4,911	2,855	59.1	1,780	35.5

Source : MOF, Fisheries Information Portal(www.fips.go.kr).

2. 도루묵 수산자원회복계획 추진 현황

도루묵은 과거 수준에 비해 어획량이 크게 감소된 것으로 나타나 2006년 수산자원회복계획의 초기 시범 대상종으로 선택되었다(MOF, 2014b). 도루묵의 자원량이 감소한 요인으로는 연안 갯녹음 현상 등으로 산란장이 축소됨에 따라 재생산이 부족하게 되었고, 해조장으로 산란 및 회유하는 포란어와 미성어에 대한 집중 어획 또한 중요한 감소 요인으로 평가되었다(MOF, 2005).

도루묵 수산자원회복계획 시범사업 초기 목표 어획량은 2015년까지 3,100톤을 달성 하는 것이었다(MOF, 2005). 하지만 아래 Table 2에서 보는 바와 같이 2006년 당초 목표치는 이미 달성된 상태이고, 수산자원회복계획 추진 이후 도루묵 어획량이 증가됨에 따라 목표 어획량도 점차 증가되고 있는 추세이다. 도루묵 수산자원회복계획에서 권고된 자원회복수단으로는 포획금지체장의 점차적인 상향조정(현행 11cm→13~16cm), 도루묵 난 수거 및 부화, 방류사업, 도루묵 산란장 보호수면의 효율적 운영(강원도 23개소 621ha 지정·운영), 그리고 미성어 및 과잉어획방지를 위한 금어기 확대 등이고, 권고된 자원회복수단들이 효과적으로 추진되어 도루묵 자원량이 증가된 것으로 평가되고 있다(MOF, 2014b).

이 외에도 동해구기선저인망과 동해구트롤에 대해서는 도루묵 TAC가 2009년부터 추진 중이다. Table 3에서 보는 바와 같이 연간 TAC 물량은 계속 증가추세에 있고, 도루묵 어획량 역시 증가추세로 2009년 923톤에서 2013년 3,429톤으로 증

가하였다. 도루묵 TAC는 동해구기선저인망과 동해구트롤에 대해서만 운영 중이지만, 도루묵 어획의 거의 대부분이 동해구기선저인망에 의해 이루어지고 있어 동해구기선저인망이 도루묵 TAC 정책의 주 대상어업이라 할 수 있다.

하지만 연간 도루묵 TAC 물량과 실제어획량을 비교해 보면, TAC 할당량 소진율은 2009년 61.5%, 2010년 94.7%, 2011년 88.7%, 2012년 96.2%, 그리고 2013년 75.4% 수준으로 연간 TAC 물량이 실제어획량보다 항상 높게 설정되고 있어 도루묵 TAC 정책의 실효성에 대해 의문이 생긴다. 도루묵 어업자원을 효과적으로 회복하고, 지속적이고 안정적인 생산을 위해서는 효과적인 TAC 정책 운용이 이루어져야 할 것이다.

여기서 또 다른 문제점은 해양수산부 생산통계자료(MOF, 2014) 상의 동해구기선저인망의 도루묵 어획량과 실질적인 어획량 간에 차이가 크다는 점이다. 예를 들어, 해양수산부 어업생산통계 상의 2013년 동해구기선저인망의 도루묵 어획량은 2,936톤이지만 해양수산부 TAC 소진량 통계자료에 따르면 아래 Table 3에서 보는 바와 같이 3,429톤이다. 2014년의 경우에도 생산통계자료 상에는 2,035톤이지만, TAC 소진량 통계자료에 따르면 2,661톤으로 생산량 자료에 차이가 크다. 향후 도루묵의 효과적인 자원관리 및

Table 3. The status of sandfish TAC and annual catch

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Target (ton)	1,500	1,500	1,500	2,990	4,550	4,880
Catch (ton)	923	1,421	1,330	2,877	3,429	2,661

Source : MOF, Fisheries Information Portal (www.fips.go.kr).

Table 2. The objectives of sandfish stock rebuilding plan

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Target (ton)	2,800	3,000	3,200	4,000	5,000	5,500	5,700	5,800	6,000
Catch (ton)	3,769	2,720	3,939	4,236	3,834	5,493	6,306	4,686	-

Source : MOF, Fisheries Information Portal(www.fips.go.kr).

회복을 위해서는 무엇보다 어획량에 대한 정확한 조사가 이루어져야 할 것이고, 도루묵 자원회복을 위한 적정 연간 TAC 물량이 할당되고, 할당된 물량을 초과하지 않도록 철저한 관리가 이루어져야 할 것이다.

Ⅲ. 도루묵 생물경제모델 구축과 분석 자료

1. 도루묵 생물경제모델

1) 성장량 함수

도루묵의 성장량 함수 $G(X)$ 는 아래의 식 (1)과 같이 쉐퍼(Schaefer) 함수형태로 가정되었는데, 식 (1)에서 $X=K/2$ 일 때 성장량이 최대로 되고, 어업자원량(X) 수준이 그 이후로 증가하게 되면 성장량은 오히려 감소하게 된다(Haddon, 2001).

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

여기서, r 은 어업자원의 본원적 성장률, K 는 최대자원량 수준, 그리고 X_t 는 t 기에 있어 어업자원량 수준을 의미한다. 도루묵 어업자원의 본원적 성장률(r)은 0.416, 최대자원량(K) 수준은 38,369톤, 그리고 도루묵 어업자원량 수준은 2013년 기준 약 22,676톤으로 추정되었다(Lee et al., 2009; NFDRI, 2014).

2) 어업별 도루묵 생산함수

어업별 도루묵 생산함수 추정에 있어서는 도루묵 어획의 주요 대상어업인 연안자망과 동해구기선저인망을 대상으로 하였다. 연안자망의 도루묵 생산함수 $[h_{CG}(E_{CG}, X)]$ 와 동해구기선저인망의 도루묵 생산함수 $[h_{DS}(E_{DS}, X)]$ 는 식 (2)에서 보는 바와 같이 도루묵 어업자원량(X)과 어획노력량(E) 수준에 대해 선형적으로 비례하는 형태로 가정하였다(Anderson, 1986; Clark, 1990; Conrad, 1992).

$$h(E, X_t) = q \cdot E \cdot X_t \quad (2)$$

여기서, q 는 어업별 어획능력계수(catchability coefficient), E 는 어업별 어획노력량(fishing effort) 수준, 그리고 X_t 는 t 기에 있어 어업자원량 수준을 의미한다. 어업별 어획노력량 수준은 어업별 어선척수에 어선별 연간 조업일수를 곱한 어업별 총조업일수(출어횟수 × 출어당 조업일수 × 어선척수)로 가정하였다.

우선 동해구기선저인망의 어선별 평균 출어횟수와 출어당 조업일수는 2009~2013년 기간 동안의 수협중앙회 어업경영조사 자료를 이용하여 각각 연간 177회, 평균 1일, 그리고 어선척수는 2013년 기준 총 38척으로 조사되었다(MOF, 2014; NFFC, 2014). 연안자망의 경우에는 동해안 연안자망의 도루묵 어획실태조사를 통해 직접 자료를 수집하였다. 도루묵 연안자망의 평균 출어횟수는 연간 50회 그리고 출어당 조업일수는 평균 1일로 조사되었다. 동해안 지역(강원도, 경북)의 연안자망 총 어선척수는 4,500여척 이상이지만, 도루묵을 주 어획대상으로 조업하는 연안자망 조업척수는 약 1,700여척으로 이를 연안자망 도루묵 생산함수 분석에 이용하였다.

또한 동해구기선저인망과 연안자망에 의한 도루묵 생산량을 제외한 나머지 생산량은 2010~2014년 평균 약 6% 수준으로, 이는 기타 어업의 도루묵 생산량 $[h_{OT}(E_{OT}, X)]$ 으로 산정하여 전체 도루묵 생산량을 추정하였다.

3) 도루묵 어업자원의 동태함수

도루묵 어업자원의 성장함수 $G(X)$ 와 어업별 생산함수 $[h_{CG}(E_{CG}, X), h_{DS}(E_{DS}, X), h_{OT}(E_{OT}, X)]$ 로부터 도출된 도루묵 어업자원량 변화는 다음의 식 (3)과 같은 함수형태로 나타낼 수 있게 된다.

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= X_t + G(X_t) - H(E, X_t) \\ &= X_t + G(X_t) - [h(E_{CG}, X_t) + h(E_{DS}, X_t)] \\ &\quad + h(E_{OT}, X_t) \end{aligned} \quad (3)$$

즉, $t+1$ 기의 도루묵 어업자원량(X_{t+1})은 t 기의 도루묵 어업자원량(X_t)과 도루묵 성장량 $[G(X_t)]$

에 따라 증가하게 되지만, 연안자망과 동해구기선저인망, 그리고 기타어업 등에 의한 어획량 증가에 따라서는 자원량이 감소하게 된다. 따라서 자원회복수단을 강구해 어획노력량이나 어획량 등을 제한하여 어획량이 성장량보다 적으면 도루묵 자원량은 증가하게 되고, 반대의 경우 도루묵 자원량은 더욱 감소하게 된다.

4) 어업별 어업수입함수

t기에 있어 연안자망과 동해구기선저인망의 어업별 어업수입(TR_t^i)은 식 (4)에서와 같이 어업별 생산함수(h_t^i)에서 평가된 t기의 도루묵 생산(어획)량에 시장가격(p)을 곱하여 계산할 수 있다.

$$TR_t^i = h_t^i \times p \tag{4}$$

여기서, $i=1, 2$ 로 연안자망과 동해구기선저인망을 각각 의미하고, 자원회복수단의 적용에 따라 식 (2)의 어업별 생산(어획)량 수준이 변하게 되고, 그 결과 어업별 어업수입 또한 달라지게 된다. 그리고 향후 자원회복기간 혹은 목표 기간(t^*) 동안 발생할 어업별 어업수입은 식 (5)에서와 같이, 사회적 할인율(δ)을 이용한 현재가치(NPV_i)의 합으로 나타낼 수 있다.

$$NPV_i = \sum_{t=0}^{t^*} \frac{TR_t^i}{(1 + \delta)^t} \tag{5}$$

여기서, $i=1, 2$ 로 연안자망과 동해구기선저인망을 각각 의미하고, 향후 발생할 어업수입에 대한 사회적 할인율은 5.5%를 우선 가정하였다.

2. 생물경제모델 조정과 적용

도루묵 생물경제모델의 적합성을 위해 각 어업별 어획능력계수를 조정하여 2013년도 어업별 도루묵 실제어획량에 맞도록 초기 설정되었다. 앞서 언급한 바와 같이, 특히 어업생산통계자료(MOF, 2014)상의 동해구기선저인망 도루묵 어획량은 과소 조사되어 있으므로 TAC 소진량 통계자료 상의 어획량으로 조정하였다. 2013

년도 도루묵 자원량은 22,676톤으로 추정되어(NFRDI, 2014), 식 (2)의 어업별 도루묵 생산함수를 통해 어업별 생산량을 도출하였다. 도루묵 생물경제모델 조정 후 정밀도를 추정하기 위해 2014년도 실제어획량과 비교해 본 결과, 전체적으로 실제어획량 대비 약 2% 정도의 아주 작은 오차가 발생하는 것으로 나타나 구축된 도루묵 생물경제모델의 적합성이 우수한 것으로 평가되었다.

도루묵 수산자원회복계획 하에서의 TAC 정책(자원회복수단) 효과 분석에 있어서는 현재 도루묵 TAC 대상어업인 동해구기선저인망만을 대상으로 하였다. TAC 정책에 따른 동해구기선저인망의 도루묵 생산은 식 (2)의 동해구기선저인망의 도루묵 생산함수($h_{DS}(E_{DS}, X)$)로부터 연간 TAC 물량이 설정되었을 때, 동해구기선저인망의 어획노력량(E_{DS}^{TAC}) 수준은 다음의 식 (6)과 같이 계산할 수 있다.

$$E_{DS}^{TAC} = \frac{TAC_t}{qX_t} \tag{6}$$

여기서, 어획노력량(E_{DS}^{TAC})은 총조업일수(출어횟수 × 출어당 조업일수 × 어선척수)로 가정되었으므로 출어당 조업일수와 어선척수가 고정적일 경우 연간 TAC 물량 수준에 따라 동해구기선저인망의 출어횟수는 변하게 된다.

IV. 분석 결과

구축된 도루묵 생물경제모델을 이용하여 도루묵 TAC 정책에 대한 효과를 분석하였다. 효과 분석을 위한 도루묵 TAC 물량 설정에 있어서는 지금까지 설정된 도루묵 연간 TAC 수준을 참고하였다. 다만, 앞서 언급한 바와 같이 연간 TAC 물량은 계속적으로 증가되어 설정되고 있지만 실제 소진율은 크게 낮은 실정이다. 이에 따라 실제어획량 수준을 감안하여 TAC 물량은 1,500톤, 2,500톤, 3,500톤, 그리고 4,000톤으로 구분하

여 각각의 효과를 평가하고자 하였다.

구체적인 효과 분석에 있어서는 우선 생물학적 효과로는 자원회복기간을 10년 후인 2025년으로 설정하여 목표 어획량(6,000톤) 달성 여부와 도루묵 어업자원량 변화를 평가하였다. 그리고 경제적 효과로는 TAC 정책에 따른 어업별 어업수입 변화를 평가하였다. 여기서 어업별 연간 어업수입은 식 (4)에서와 같이 어업별 생산함수(h_i)에서 평가된 t 기의 도루묵 생산(어획)량에 시장가격(p)을 곱한 것으로, 도루묵의 경우 생산량 변화에 따른 시장가격의 등락현상이 크게 나타나고 있다(NFRDI, 2014; Seo et al., 2014). 이에 따라 TAC 물량에 따른 동해구기선저인망의 도루묵 시장가격을 Seo et al.(2014)과 최근 어획량과 시장가격 수준을 조사·분석하여 동해구기선저인망의 도루묵 어획량 1,500톤에 대한 시장가격은 2,287천 원, 2,500톤 1,590천 원, 3,500톤 1,221천 원, 그리고 4,000톤에 대한 시장가격은 1,037천 원으로 가정하였다. 향후 10년간 어업별 어업수입은 식 (5)에서와 같이 사회적 할인율(δ) 5.5%를 가정한 현재가치(NPV)의 합으로 계산하였다.

1. 분석 결과(1) : 현 상태 유지(Status Quo)

현 상태 유지는 도루묵 자원회복계획의 현재 상황이 지속됨으로써 생물적·경제적 효과를 평가함과 동시에 도루묵 TAC 정책 연간 물량별 변

화 효과를 비교하기 위한 기준으로 분석되었다. 현행 도루묵 수산자원회복계획 하에서는 도루묵 산란장 보호수면이 지정·운영되어 오고 있으며, 난 수거 및 부화, 방류사업이 지속적으로 이루어지고 있다. 그 결과, 앞의 Fig. 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 도루묵 어획량은 수산자원회복계획 사업추진 이후 꾸준히 증가되었다.

하지만 수산자원회복사업 추진 이후 2013년 어획량 최고치를 기록한 후 2014년도 어획량은 감소되었는데, 생물경제모델 분석 결과에 있어서도 Table 4에서 보는 바와 같이, 자원량과 어획량이 감소하는 것으로 추정되었다. 구체적으로 2013년 자원량 22,676톤은 2025년 18,384톤으로 감소하고, 2013년 어획량 6,799톤은 5,629톤 수준으로 감소하는 것으로 평가되었다. 어업별 어획량의 경우 연안자망 2,512톤 그리고 동해구기선저인망 2,780톤으로 추정되었다. 어업별 어업수입의 NPV는 연안자망 84,642백만 원, 동해구기선저인망 35,625백만 원으로, 전체 어업수입은 120,267백만 원으로 분석되었다.

2. 분석 결과(2) : TAC 1,500톤 설정

동해구기선저인망 도루묵 어획량에 대한 TAC 1,500톤을 설정한 생물경제모델 분석 결과, 우선 도루묵 자원량은 증가추세로 돌아서 2013년 22,676톤에서 2025년에는 22,858톤으로 증가할

Table 4. Results of Sandfish bioeconomic analysis

	Stock Biomass (ton)	Catch (ton)			NPV (million won)		
		Coastal Gillnet	Danish Seine	Total	Coastal Gillnet	Danish Seine	Total
Status Quo	18,384	2,512	2,780	5,629	84,642	35,625	120,267
TAC 1,500ton	22,858	3,123	1,500	4,918	89,561	31,993	121,554
TAC 2,500ton	19,523	2,667	2,500	5,497	86,393	36,441	122,835
TAC 3,500ton	15,302	2,091	3,500	5,947	80,958	38,880	119,837
TAC 4,000ton	12,530	1,712	4,000	6,076	76,911	37,854	114,765

것으로 추정되었다. 어업별 어획량의 경우 동해구기선저인망 어획량이 1,500톤으로 제한되어 있어 연안자망의 어획량은 현 상태 유지(status quo, SQ) 하에서보다 증가하는 것으로 분석되었다. 하지만 어업 전체 어획량은 4,918톤으로 SQ 하에서보다는 감소한 것으로 나타났다.

어업별 어업수입으로 동해구기선저인망의 NPV는 31,993백만 원으로, 어획량 제한으로 인해 SQ와 비교해 감소되었다. 연안자망의 NPV는 89,561백만 원으로, 자원회복에 따른 어획량 증대에 힘입어 SQ 하에서보다 증가되는 것으로 평가되었다. 그리고 어업 전체 NPV는 121,554백만 원으로, SQ와 비교해 소폭 증가하는 것으로 분석되었다.

3. 분석 결과(3) : TAC 2,500톤 설정

동해구기선저인망 도루묵 어획량에 대한 TAC 2,500톤을 설정한 생물경제모델 분석 결과, 우선 도루묵 자원량은 2013년 22,676톤에서 2025년에는 19,523톤으로 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 SQ와 비교해서는 자원량 수준이 다소 높은 것으로 추정되었다. 어업별 어획량의 경우 동해구기선저인망 어획량이 2,500톤으로 제한되어 있어 연안자망의 어획량은 SQ 하에서보다 증가하는 것으로 분석되었다.

어업별 어업수입은 동해구기선저인망 NPV는 36,441백만 원으로, SQ와 비교해 소폭 증가되었다. 연안자망의 NPV는 86,393백만 원으로, 도루묵 어획량 증대에 힘입어 SQ 하에서보다는 증가되지만, TAC 1,500톤 시나리오와 비교해서는 감소하는 것으로 평가되었다. 그리고 어업 전체 NPV는 122,835백만 원으로, SQ와 TAC 1,500톤 시나리오와 비교해 증가하는 것으로 분석되었다.

4. 분석 결과(4) : TAC 3,500톤 설정

동해구기선저인망 도루묵 어획량에 대한 TAC 3,500톤을 설정한 생물경제모델 분석 결과, 동해구기선저인망의 과도한 어획으로 도루묵 자

원량은 2013년 22,676톤에서 2025년에는 15,302톤으로 크게 감소하는 것으로 분석되었다. SQ와 비교해서도 향후 자원량은 더욱 감소하는 것으로 평가되었다. 구체적으로 어업별 어획량의 경우 동해구기선저인망 어획량을 3,500톤으로 제한하면 도루묵 자원량 감소에 따라 연안자망의 어획량은 2,091톤으로, SQ와 비교해 크게 감소하는 것으로 분석되었다. 어업 전체 어획량은 2025년 기준 5,947톤으로 SQ 5,629톤과 비교해서 어획량 수준이 높아지는 것으로 추정되었지만, 어업자원량 감소가 심각하게 일어나고 있어 자원남획에 따른 향후 어획량 급감이 발생할 우려가 크다.

어업별 어업수입의 경우 동해구기선저인망 NPV는 38,880백만 원으로, SQ와 비교해 증가되는 반면, 어획량이 감소한 연안자망의 NPV는 80,958백만 원으로 SQ 하에서보다 감소하는 것으로 평가되었다. 어업 전체 NPV는 119,837백만 원으로, SQ와 TAC 1,500톤과 2,500톤 시나리오 하에서보다 적은 것으로 나타났는데, 이는 동해구기선저인망의 어업수입은 증가한 반면, 도루묵 가격이 상대적으로 높은 연안자망의 어획량이 크게 감소하였기 때문이다.

5. 분석 결과(5) : TAC 4,000톤 설정

동해구기선저인망 도루묵 어획량에 대한 TAC 4,000톤을 설정한 생물경제모델 분석 결과, 동해구기선저인망의 과도한 어획으로 도루묵 자원량은 2013년 22,676톤에서 2025년에는 12,530톤으로 약 45% 정도 크게 감소되는 것으로 추정되었다. SQ와 비교해서도 향후 자원량은 약 32% 정도보다 심각하게 감소하는 것으로 분석되었다. 어업별 어획량 변화를 살펴보면, 동해구기선저인망 어획량을 4,000톤으로 제한할 경우 도루묵 자원량 감소에 따라 연안자망의 어획량은 크게 감소하여 1,712톤에 이를 것으로 추정되었다. 이는 SQ와 비교해 약 32% 정도 감소된 수준이다. 어업 전체 어획량은 2025년도 기준 6,076톤으로,

SQ 수준과 비교해 어획량 수준이 높아지는 것으로 추정되었다. 하지만 TAC 3,500톤 시나리오에서와 마찬가지로 도루묵 어업자원량 감소가 심각하게 일어나고 있어 자원남획에 따른 향후 어획량 급감이 발생할 우려가 크다.

어업별 어업수입 변화를 살펴보면, 동해구기선저인망의 NPV는 37,854백만 원으로 어획량 증가에 따라 SQ와 비교해 증가되는 것으로 분석되었다. 하지만 TAC 3,500톤 시나리오와 비교해서는 오히려 동해구기선저인망의 NPV가 감소된 것으로 나타났는데, 이는 어획량 증가에 따른 도루묵 시장가격 하락으로 어업수익은 오히려 감소하였기 때문이다. 연안자망의 NPV는 어획량 감소에 따라 76,911백만 원으로 SQ 하에서보다 감소하는 것으로 평가되었다. 어업 전체 NPV는 114,765백만 원으로, SQ와 다른 TAC 시나리오 하에서보다 가장 적은 것으로 나타났는데, 이는 어획량은 증가되었지만 오히려 시장가격 하락에 따라 동해구기선저인망의 어업수입이 감소하였고, 연안자망의 어획량 수준이 크게 떨어져 어업수입이 감소하였기 때문이다.

6. 분석 결과 비교

이상의 도루묵 생물경제모델 분석 결과를 비교해 보면, Table 4와 Fig. 2에서 정리된 바와 같

이 도루묵 자원량을 가장 크게 회복시킬 수 있는 방안은 동해구기선저인망 도루묵 TAC 물량을 1,500톤 수준으로 제한하는 것이다. 어획량 수준을 살펴보면, TAC 물량을 3,500톤 그리고 4,000톤 수준으로 설정했을 경우 2025년에는 가장 큰 효과를 거둘 수 있을 것으로 추정되었다. 하지만 어업자원량 감소가 크게 일어나고 있으므로 중장기적으로는 자원남획에 따른 어획량 급감이 발생할 가능성이 크다.

다음으로 경제적 효과로 어업수입을 살펴보면, TAC 물량을 2,500톤 수준으로 설정할 경우 전체 어업의 어업수입이 가장 크게 증가되었다. 이는 동해구기선저인망 어획량을 일정 수준 제한함으로써 상대적으로 높은 시장가격을 거둘 수 있고, 어획량 증가를 도모할 수 있는 연안자망의 어업수입이 증가될 수 있기 때문이다. 이에 반해, TAC 물량을 3,500톤 수준으로 설정하게 되면 동해구기선저인망의 어업수입은 증가되지만 상대적으로 시장가격이 높은 연안자망의 경우 어획량이 크게 감소됨에 따라 전체 어업수입은 감소하게 된다. 또한 TAC 물량을 4,000톤 수준으로 설정하게 되면 연안자망의 어획량 수준 저하에 따른 어업수입 감소와 동해구기선저인망의 과도 어획에 따른 시장가격 하락으로 전체 어업수입이 크게 하락하는 것으로 평가되었다.

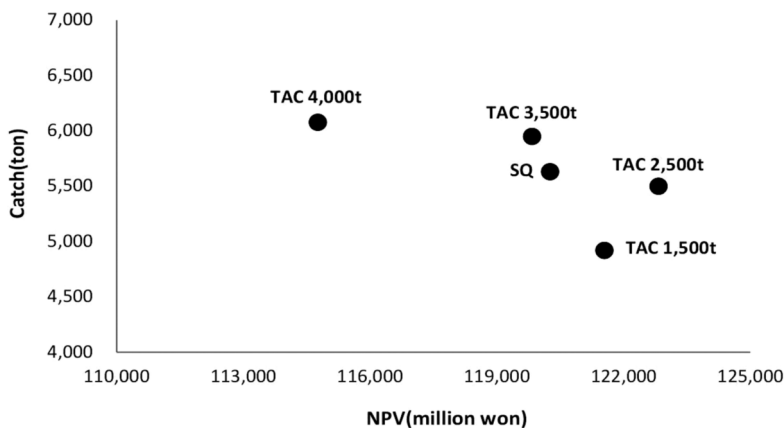


Fig. 2. Comparison of sandfish bioeconomic model results.

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 도루묵 수산자원의 회복 및 관리를 위한 정책적 방안으로 TAC 정책을 평가해 보고자 하였다. 수산자원회복계획 추진 이후 도루묵 자원량 및 어획량은 지금까지 꾸준히 증가한 것으로 평가되고 있지만, 2014년도부터는 어획량의 감소 현상이 나타나고 있어 도루묵 어업 자원의 지속적이고 안정적인 이용을 위해서는 보다 효과적인 관리방안 마련이 필요한 시점이다.

현재 도루묵 TAC 정책은 동해구기선저인망이 주 대상어업으로 추진되고 있고, 매년 TAC 물량은 증가추세에 있다. 하지만 실제어획량 수준은 TAC 물량에 미치지 못하는 실정으로 현행 TAC 정책의 운용에 대해서는 미흡한 부분이 많다. 향후 TAC 물량 설정에 있어서는 도루묵 자원의 실질적인 관리와 향후 지속적인 이용을 위한 조건 하에서 보다 효과적으로 연간 TAC 물량이 결정되고, 정책적 운용이 효과적으로 추진되어야 할 것이다.

본 연구에서는 동해구기선저인망 도루묵 연간 TAC 물량을 1,500톤, 2,500톤, 3,500톤, 그리고 4,000톤 수준으로 나누어 각각의 효과를 평가해 보았다. 분석 결과, TAC 1,500톤 설정 하에서 현 상태가 유지되는 상황(status quo)과 비교해 자원량 증대 효과가 가장 크게 나타났다. 그리고 TAC 2,500톤 설정 하에서 동해구기선저인망과 연안자망의 전체 어업수입이 가장 크게 증가할 수 있는 것으로 평가되었다. TAC 물량을 3,500톤 그리고 4,000톤 수준으로 설정하게 될 경우에는 연안자망의 어획량 감소와 동해구기선저인망의 과도 어획에 따른 도루묵 시장가격 하락으로 전체 어업수입이 크게 감소하는 것으로 분석되었다.

선행연구인 Choi and Kim(2012)에서는 동해구기선저인망의 최적 어획량 수준을 시장가격 변화에 따라 추정하였는데, 시장가격이 하락할수록 최적 어획량은 감소하는 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 도루묵 어업에 있어 연안자망을 함께 고려함으로써 동해구기선저인망의 도루묵 TAC 정책에 따른 전체 어업의 어업수입 효과가 가장 크게 나타나는 TAC 물량은 2,500톤 전후 수준인 것으로 평가되었다. 특히 어획량이 증가하게 되면 도루묵 시장가격의 급격한 하락이 일어나 어업수입이 크게 감소할 수 있는 점은 TAC 물량 산정 시 반드시 고려되어야 사항이다.

꾸준한 어획량 증가에 힘입어 도루묵은 수산자원회복계획의 성공적인 사례로 널리 소개되어 오고 있다. 하지만 향후 경영 안정적이고 지속적인 생산을 위해서는 효과적인 관리정책이 꾸준히 수립되고 운영되어야 할 것이다. 수산자원회복계획의 목표를 계속 향상시키기보다는 효과적인 어획량 제한과 다양한 자원회복수단의 적용을 통해 도루묵 어업생산을 지속적으로, 어업경영을 안정적으로 유지할 수 있는 수준에서 결정해 나가야 할 것이다.

이미 앞의 분석 자료 부분에서 언급된 바와 같이, 도루묵 어획량에 대한 정확한 자료가 확보되지 않고 있으며, 통계적인 수치가 실질적인 어획량과 크게 다른 실정이다. 이러한 부정확한 자료를 바탕으로 자원회복수단의 효과를 분석하는데에는 한계점이 분명히 존재하며, 나아가 효과적인 자원회복계획의 수립과 운영 또한 불가능하다. 향후 도루묵을 포함한 다른 어종들에 대한 수산자원회복계획 추진에 있어서는 무엇보다도 철저히 행해져야 할 것이다. 그리고 이러한 기초 어획량 자료를 바탕으로 어업관리 정책수단들에 대한 효과 분석이 이루어져 실질적인 수산자원의 회복과 관리가 도모되어야 할 것이다.

REFERENCES

- Anderson, L. G. (1986), *The Economics of Fisheries Management*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

- Choi, J. Y. and Kim, D. H. (2012), "An Exploratory study on determining optimal fishing effort and production levels of danish seine fishery under the sandfish stock rebuilding plan," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 43 (1), 1–9.
- Clark, C. (1990), *Mathematical Bioeconomics*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Conrad, J. (1999), *Resource Economics*, Cambridge University Press.
- Davis, J. C. (2010), *Rebuilding fisheries : Challenges for fisheries managers*, The Economics of Rebuilding Fisheries Workshop Proceedings, OECD.
- Haddon, M. (2001), *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*, Chapman & Hall/CRC.
- Holland, D. (2010), *Economic considerations and methods for evaluating fishery rebuilding strategies*, The Economics of Rebuilding Fisheries Workshop Proceedings, OECD.
- Kim, D. H. (2003), "A bioeconomic analysis on the effectiveness of Total Allowable Catch(TAC) policy under the rebuilding plan," *Environmental and Resource Economics Review*, 12 (4), 663–686.
- Kim, D. H. (2004), "A bioeconomic analysis on the evaluation of alternative management policies in the multispecies fishery," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 35 (1), 1–22.
- Kim, D. H. (2004), *The concept of fish stock rebuilding plan and its application*, KMI Report 2004–5, Korea Maritime Institute.
- Khwaja, S. and Cox, A. (2010). *Rebuilding Fisheries: An overview of issues and policy approaches in the OECD*. The Economics of Rebuilding Fisheries Workshop Proceedings, chapter 2. OECD.
- Lee, D. J., Larkin, S. L. and Adams, C. M. (2000), "A bioeconomic analysis of management alternatives for the U.S. North Atlantic Swordfish fishery," *Marine Resource Economics*, 15 (2), 77–96.
- Lee, S. I., Yang, J. H., Yoon, S. C., Chun, Y. Y., Kim, J. B., Cha, H. K., and Choi, Y. M. (2009), "Biomass estimation of sailfin sandfish in Korea waters," *Kor J Fish Aquat Sci*, 42(5), 487–493.
- MOF(Ministry of Oceans and Fisheries). (2005), *A study on mid- and long-term implementation of fish stock rebuilding plan*, Ministry of Oceans and Fisheries.
- MOF(Ministry of Oceans and Fisheries). (2014a), *Fisheries Production Statistics*, Ministry of Oceans and Fisheries.
- MOF(Ministry of Oceans and Fisheries). (2014b), *Report of Fish Stock Rebuilding Plan Regional Scientific Committee*, Ministry of Oceans and Fisheries.
- MOF. *Fisheries Information Portal* (www.fips.go.kr)
- NFFC. (2014), *Report of Fishing Business Survey*, National Federation of Fisheries Cooperatives.
- NFRDI(National Fisheries Research & Development Institute). (2012), *Stock Assessment of major coastal and offshore fish species in Korea*, SP-2012-FR-002, National Fisheries Research & Development Institute.
- NFRDI(National Fisheries Research & Development Institute). (2014), *The Status of Fish Stock Rebuilding Plan*, Report of Fish Stock Rebuilding Plan Regional Scientific Committee, Ministry of Oceans and Fisheries.
- Seo, Y. I., Chung, Y. H. and Kim, D. H. (2014), "An analysis on the relationship between prices and catch amounts of sandfish using a cointegration test," *J Kor Soc Fish Technol*, 50 (4), 502–510.