

연안개량안강망 어업의 어획성능 및 어획능력 추정

김병관 · 이경훈^{1*} · 김도훈² · 이건호³ · 안희춘 · 김성훈 · 양용수

국립수산과학원 수산공학과, ¹전남대학교 해양기술학부, ²부경대학교 해양수산경영학과,
³국립수산과학원 서해수산연구소 자연환경과

Estimation of fishing power and fishing capacity on coastal stow net fishery in the Korean waters

Pyungkwan KIM, Kyounghoon LEE^{1*}, Dohoon KIM², Geonho LEE³, Heui-Chun AN,
Seonghun KIM and Yongsu YANG

Fisheries Engineering Division, National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI), Busan, 46083, Korea

¹*School of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu, 59626, Korea*

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

³*Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 22383, Korea*

The coastal stow net (stow net hereafter) in Korea is one of the major fishing methods for yellow croaker (*Larimichthys polyactis*), ribbon fish (*Trichiurus lepturus*), and anchovy (*Engraulis japonicus*). In terms of energy efficiency, the stow net fishery is more competitive than towing fishing gears such as trawl gears. The fishing vessels in stow net fishery have consumed less fossil fuel and also have had less carbon dioxide emission into the atmosphere. However, the stow net fishery is necessary to be regulated due to its increased output of the fleet. Therefore, it is required for fisheries authorities to manage the fishing capacity or fishing power for the assurance of fishery's sustainability. For fisheries management authorities, it is necessary to quantify data related to fishing capacity and fishing power to deploy fishery policy in a sustainable way. In terms of data for decision-making, Data envelopment analysis (DEA) method was conducted to estimate fishing capacity. Fishing power index (FPI) was also applied to calculate relative fishing power to approach the problem in a quantitative way.

Keywords : Fishing capacity, DEA, Coastal stow net fishery, FPI

서 론

우리나라의 연안개량안강망 (이하 “안강망”) 어법은 참조기, 갈치, 멸치 등의 어족자원을 어획하는데 유용한 어법이다. 기본적으로 조류가 빠른 곳에서 어구를

맞으로 고정시킨 후, 어군이 조류에 떠밀려 끝자루까지 이동하도록 하여 어획하는 강제 함정류 어구의 형태이다. 이러한 안강망 어업은 에너지 효율적 측면에서 보면 동일 어장에서 조업하는 기선저인망 어법이나 트롤

*Corresponding author: khlee71@jnu.ac.kr, Tel: +82-61-659-7124, Fax: +82-61-659-7129

어법에 비하여 생산의 관점에서 효율적인 어업이며, 조류가 강한 곳에서도 조업 할 수 있는 어선 어업으로서의 장점을 가지고 있다 (Kim, 2006).

안강망 어업은 시기별 어종별 어로 과정에 대한 정량적 분석을 기반으로 적절한 어업 규제가 이루어진다면 어업 관리적 측면에서 지속가능성을 확보할 수 있는 대표적 어업이다. 우선, 유류 소모와 이산화탄소 배출의 관점에서 보면, 예망 어구류에 비하여 상대적으로 높은 효율성을 확보하고 있다. 또한 어업 관리의 측면에서는 어구의 규모가 크고, 어군의 분포에 따라 정적인 조업 패턴을 유지하고 있어 체계적인 어업 관리 시스템이 적용된다면 어업의 지속 가능성을 확보할 수 있다. 그러나 어업규제와 안강망 어업의 지속성 확보를 위한 어업에 대한 기초 자료인 어획 성능 (Fishing power)과 어획 능력 (Fishing capacity)에 대한 정량적 평가가 이루어지고 있지 않다.

본 연구에서는 우리나라 안강망 어업의 어획 성능과 어획 능력을 정량적으로 규명하기 위하여 실제 조업선에 승선하여 어로의 전 과정을 관찰하였고, 각 과정별 어획 특성을 분석하였다. 또한 표본 어선을 선정하여 어선별 어획성능지수 (Fishing Power Index, FPI)를 평가하였다. 또한, 세계식량농업기구 (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) 기술 지침에 따라 자료포락분석 (Data Envelopment Analysis; DEA) 기법을 활용하여 어획 능력을 추정하였다 (FAO, 2000; FAO, 2003).

재료 및 방법

안강망 어업의 현황

안강망 어구의 규모·형태·사용량 등은 수산업법시행령 [별표 1의2]에서 세부 사항을 규정하고 있다 (Fig. 1). 어구의 규모의 측면에서, 안강망 어구는 부설하는 어장의 수심에 따라 망구 높이가 결정되고, 이에 따라 어구의 규모가 결정된다. 안강망 어업의 주요 조업해역은 대부분 수심이 비슷하기 때문에 어구의 규모에서 차이는 없다. 다만, 수산업법시행령 제45조의3 제3항에 따라 그물코의 크기가 근해안강망어업은 35 mm 이상을, 연안개량안강망어업의 경우이면, 25 mm 이상을 사용하도록 규정하고 있다. 어기와 주요 대상 어종을 어구 사용량 측면에서 보면, 봄 어기 (3월~5월)에는 조

기류, 가자미류 등을 대상으로 새벽 3시경에 출항하여 설치된 어구 중 3통에서 4통의 어구를 양망하여 위관전에 입항하는 형태의 조업을 한다. 이 시기에는 어획량이 적고 침지시간에 따라 어획량이 늘어날 것을 기대하여 어업인들은 5통 이상의 어구를 사용하고 있다. 그러나 가을 어기 (9월~10월)가 되면 멸치를 대상으로 조업하며, 신선도 유지와 어구의 파손을 최소화하기 위하여 4통의 어구만 사용하고 있다. 저녁 7시에 출항하여 새벽 4시에 입항할 때까지 설치된 어구를 돌아가면서 양망하는 형태로, 1통을 양망하여 선박에서 멸치를 삶는 데 걸리는 시간은 1시간 30분에서 2시간 정도이다. 금어기 (7월) 이후 11월 중순까지는 어구의 통수를 1~2통을 사용하며, 주 대상 어획물은 멸치이다. 12월경에는 어구 통수 10통 내외를 사용하여 잡어 등을 어획하고 있다.

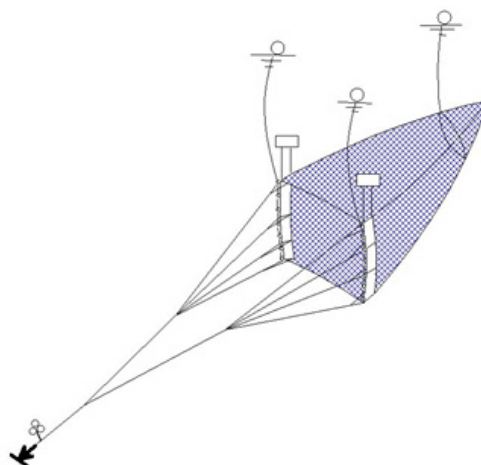


Fig. 1. The schematic structure of a coastal stow net in enforcement decree of fisheries act.

표본 어선의 조업 분석자료

표본 어선은 2009년부터 2011년까지 충남 서천 인근 해역 (Fig. 2)에서 조업하는 안강망 어선 17척을 대상으로 조사하였으며, 어업경영 및 조업환경의 어려움으로 인해 어획 데이터가 일정하게 확보되지 않은 어선은 제외하고 정기적으로 조업하는 어선 10척을 표본으로 선정하였다. 이들 표본 어선의 자료를 이용하여 평균 CPUE (kg/통수·조업일수)를 계산하여 어선별 어획성능지수 (Fishing Power Index; FPI)를 산정하였다. 조사대상 표본 어선의 평균 톤수는 7.93톤, 승선인원은 2~3

명, 평균 어구 사용량은 10~25통 이며, 주 어획 대상 어종은 가자미류, 꽃게, 주꾸미, 갯가재, 아귀 등이었다. 부수적으로 우럭, 대하, 낙지, 꼴뚜기 등을 어획하고 있으나 각 어종별 시기별 어획량의 변동은 큰 편으로 나타났다. 표본 어선의 평균 CPUE는 15.57 (kg/통수·조업일수)로 나타났다.

어획능력 (Fishing capacity)의 추정은 안강망 어업의 연도별 조업실적 자료를 이용하였다. 투입 요소는 연도별 척수, 통수, 마력수 자료를 이용하였으며, 산출 요소로는 연도별 어획량을 이용하였다. 각 어선에 대한 최대 어획량 수준이 도출되었으며, 이를 실제 어획량 수준과 비교하여 CU (Capacity Utilization) 값을 계산하였다.

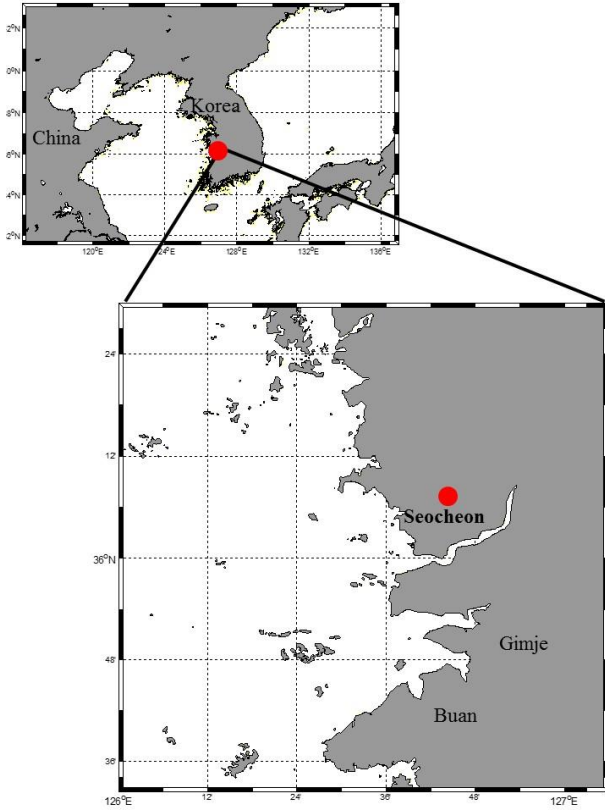


Fig. 2. Survey area for a coastal stow net fishery.

어획성능 평가방법

어획성능 (Fishing power)은 어획량 데이터를 기반으로 어구, 어선의 형태, 시간에 대한 상대적인 효율을 측정하기 위한 개념이다. 일반적으로 대상 어종을 어획하

는 능력을 의미하지만, 특정 선박을 기준으로 하여 어획량이나 단위노력당 어획량을 비교하기도 한다 (Mastuda, 1991; An et al., 2007; Lee et al., 2012).

본 연구에서는 표준 어선의 어획 성능과 표본 어선의 어획 성능을 산출하기 위하여 다음과 같은 조건에서 계산하였다. 동일 어기, 동일 어종을 대상으로 같은 어구를 사용하는 복수의 어선이 조업한 경우, i 일에 조업한 어선 j 의 CPUE를 y_{ji} , 어선 j 의 어획 성능을 a_j 라 하면, 어획 성능 1을 갖는 임의의 어선 x 의 제 i 일 어획량을 x_i 로부터 y_{ji} 는 x_i 에 비례하여 그 계수를 FPI a_j 로 나타낼 수 있다. 따라서, 편차의 제곱($y_{ji} - a_j x_i$)²을 표본 어선별 일정 어기에 계산하여 최소값으로부터 각 어선에 대한 어획성능지수 (FPI) a_j 를 추정하였다 (Table 1).

즉, $\frac{\partial}{\partial a_j} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (y_{ji} - a_j x_i)^2 = 0$ 로부터 a_j 에 관하여 편미분 하여

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_j y_{ji}}{\sum_{j=1}^n a_j^2} \quad (1)$$

$\frac{\partial}{\partial x_i} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (y_{ji} - a_j x_i)^2 = 0$ 로부터 x_i 에 관하여 편미분 하여

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^p (y_{ji} \sum_{i=1}^n \frac{y_{ji}}{n})}{\sum_{i=1}^p x_i^2} \quad (2)$$

이를 (p+n) 개의 연립방정식으로 하여 x_i 와 a_j 를 산출하였다 (Lee et al., 2012).

본 연구에서도 어획 성능의 추정은 대상 수산자원량이 조사 해역에서 균일하게 분포하고 있는 것으로 가정하여, 표본 어선의 어구 사용량에 따른 어획량의 지표인 CPUE 값, 조업일수 등을 이용하여 어획성능지수 (FPI)를 추정하였다.

Table 1. Fishing power index table based on daily yield from sampled vessels

Day(i)	Vessel(j)						Standard vessel (X)
	1	2	3	...	n		
1	y_{11}	y_{21}	y_{31}	...	y_{n1}		x_1
2	y_{12}	y_{22}	y_{32}	...	y_{n2}		x_2
3	y_{13}	y_{23}	y_{33}	...	y_{n3}		x_3
4	y_{14}	y_{24}	...		y_{n4}		x_4
...			
p	y_{1p}	y_{2p}	y_{3p}	...	y_{np}		x_p
Fishing Power Index (FPI)	a_1	a_2	a_3	...	a_n		1

어획능력 평가방법

어획능력 (Fishing capacity)은 일반적으로 ‘어느 한 척의 어선 혹은 선단이 어획할 수 있는 능력’으로 정의될 수 있는데, 선행 연구 등에서 어획능력은 크게 생산적인 개념 (Production definition)과 경제적인 개념 (Economic definition)으로 구분하고 있다. 생산적인 개념의 어획능력은 생산 최대화에 근거하여 주어진 시장여건, 자원상태, 기술적 상황 하에서 조업 활동에 아무런 제약 조건이 없을 경우 일정기간 동안 어선 혹은 선단이 산출할 수 있는 최대 생산량을 의미한다 (Kirkley et al., 2001; Nelson, 1989; Kim, 2006; Kim et al., 2007).

경제적인 개념의 어획능력은 분석을 위한 정량적 자료를 수집하는 것이 현실적으로 어려워 일반화되어 있지 않다. 또한 세계식량농업기구 (FAO)에서도 기술 지침서 등을 통하여 어획능력을 생산적인 개념으로 일반화하고 있다.

생산적 개념에서 어업의 어획능력을 측정하는데 널리 활용되고 있는 자료포락분석법은 선형계획법 (Linear programming)에 근거한 효율성 측정방법으로 일련의 제약조건 하에서 생산가능곡선 (Production possibility frontier)에 평가 대상의 투입 요소와 산출 요소간의 자료를 이용 기술 효율성 (Technical efficiency)을 평가하여 상대적 효율치를 산출하는 비모수적 프로그래밍 기법이다. 이는 Charnes et al. (1978)에 의해 최초로 제안되었으며 Kirkley et al. (1998)에 의해 어선어업을 포함한 수산분야에 활용되기 시작하였다.

이는 모든 비교 대상 의사결정단위 (Decision Making Unit, DMU)의 효율성은 1보다 작거나 같다는 제약 조건 하에서 피평가 대상인 DMU의 효율성을 극대화하

는 수리모델로써 다음의 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$MAX \sum_{m=1}^M z_m u_{jm} / \sum_{n=1}^N z_n x_{jn} \quad (3)$$

s.t.

$$\sum_{m=1}^M z_m u_{jm} / \sum_{n=1}^N z_n x_{jn} \leq 1$$

$$z_m, z_n \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, J$$

위의 식에서 M 은 측정하고자 하는 대상 DMU의 산출 요소의 수이고, N 은 투입 요소의 수이다. u_{jm} 과 x_{jn} 은 DMU의 투입물과 산출물의 실측치 (Observed values) 이며 z_m 과 z_n 은 대상 DMU의 각 산출과 투입 요소의 가중치를 의미한다. 위로부터 선형계획법에 기반하여 분석 대상 어선들의 어획 노력 투입량과 최대 프론티어 생산량과의 관계식을 도출하게 된다 (Kim et al., 2007; Lee et al., 2012).

Färe (1989)는 DEA와 관련하여 실제 투입요소에 따른 최대 생산능력 추정을 위한 DEA 수리모형을 식 (4)와 같이 설명하였다.

$$MAX \theta \quad (4)$$

s.t.

$$\theta u_{jm} \leq \sum_{j=1}^J z_j u_{jm}, \quad \forall m$$

$$\sum_{j=1}^J z_j x_{jn} \leq x_{jn}, \quad n \in F_x$$

$$\sum_{j=1}^J z_j x_{jn} = \lambda_{jn} x_{jn}, \quad n \in V$$

$$z_j \geq 0, \quad \forall j$$

$$\lambda_{jn} \geq 0, \quad n \in V_x$$

여기서, θ 는 개별 어선이 투입 요소를 활용하여 얼마만큼 생산량을 증가시킬 수 있는지를 보여주는 목적 함수 값의 스칼라 (scalar)이고, 이를 어획량에 θ 를 곱하여 최대 어획량 수준을 추정하였다.

결과 및 고찰

어획성능지수 (FPI) 평가

충남 서천 인근 해역에서 조업하는 안강망 표본 어선의 월 평균 조업일수는 16일이며 평균 CPUE는 15.57 (kg/통·조업일수)로 조사되었다. 표준 어선에 근접한 표본어선은 어선1 (1.13), 어선3 (0.94)으로 평가되었다. 이들 표본선의 평균 CPUE 비교한 결과, 4.02 (kg/통·조업일수)으로 차이가 있었으나, 평균 어구 사용량은 18 통으로 유사하게 나타났다. 또한, 어획성능지수가 높은 어선4 (2.70)와 어선11 (2.35)은 사용 어구 통수는 평균 값과 큰 차이를 보였다. 이는 조사지역의 표본 어선의 경우, 평균 7톤 내외의 어선을 이용하여 3~5명의 인원이 연중 조업하는 형태이므로, 어구사용 통수와와의 관계보다 조업일지 등을 고려할 때 조업 해역 및 조업 효율적 측면에서 영향이 있는 것으로 판단된다.

어획성능은 대상 선박의 어로 효율 수준을 평가하는 기준으로써 예망어구를 사용하는 어업의 경우는 선박의 기관출력과 어획성능이 비례하는 것이 일반적이다. 그러나 자망과 같은 소극적인 어법의 경우는 어구의 적재능력, 통수 등에 큰 영향을 받지 않는다 (Lee et al., 2012). 이는 조사대상인 충남 서천군 안강망 표본 어선의 경우에서도 선행 연구에서와 같이 어획성능과 관련하여 어선별 통수, 전장과 너비 등이 큰 영향을 주지 않는 것으로 조사되었다. 또한, 조업 일수 (Fig. 4), 어구 사용량 (Fig. 5) 등과 어획성능과의 관계에서도 상관관계를 나타내지 않았다.

Table 2. Estimated fishing power index from sampled fishing vessels

Vessel No.	Average C.P.U.E.	Average gear usage	Average days fished	FPI
1	18.51	18.00	16.80	1.13
2	7.02	23.80	20.30	0.44
3	14.49	18.30	14.80	0.94
4	40.85	25.50	20.50	2.70
7	5.76	10.00	11.50	0.34
8	10.85	22.30	19.00	0.64
11	33.92	16.30	15.50	2.35
12	6.85	16.00	18.80	0.38
14	5.58	16.00	15.00	0.30
16	11.93	22.50	15.50	0.70
Average	15.57	18.87	16.77	1.00

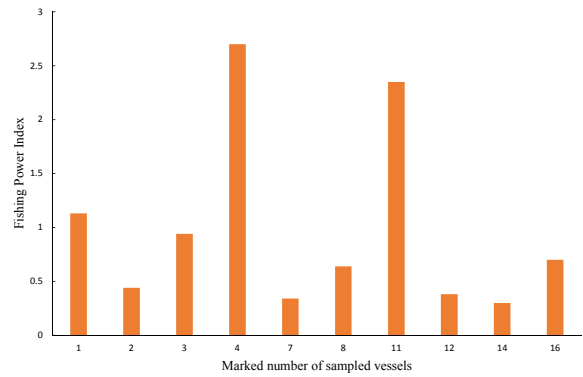


Fig. 3. Estimated fishing power index of sampled fishing vessels.

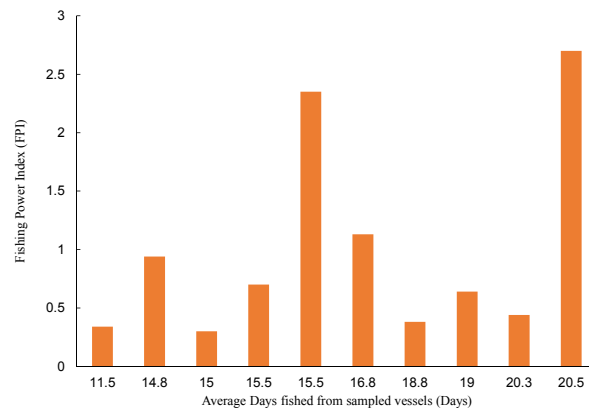


Fig. 4. The variation of fishing power index by days fished.

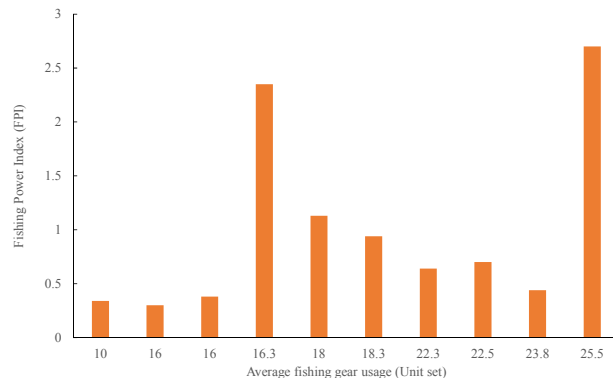


Fig. 5. The variation of fishing power index by fishing gear usage.

어획능력 평가

어획능력은 1992년 이후의 안강망 어업의 연도별 조업실적 자료를 이용하여 평가하였다. 투입 요소로서는 연도별 척수, 통수, 마력수 자료를 이용하였고 산출 요

소로는 연도별 어획량을 이용하였다. 안강망에 대한 어획능력 측정 결과, Fig. 6과 같이 최대 어획량 수준이 도출되었으며, 이를 실제 어획량 수준과 비교하여 추정된 CU 값은 Fig. 7과 같다.

CU 값이 1 (100%)로 추정되어 기술효율적인 생산이 이루어진 연도는 1992년, 1994년, 2000년 등으로 어획능력이 완전 이용 (fully utilized) 되는 것으로 평가되어 전체적으로 효율적인 조업이 이루어지고 있는 것으로 추정할 수 있다. 1997년 0.54 (54%), 2004년 0.59 (59%), 2008년 0.52 (52%), 2012년 0.38 (38%), 2013년 0.37 (37%)의 경우는 가장 효율적인 연도에 비해 비효율적인 조업이 이루어진 것으로 평가되었다.

1997년 0.45 (45%)를 제외하고 높은 효율성을 보이던 안강망 어업은 2000년의 1 (100%)을 기점으로 계속적으로 하락하여 2013년에는 0.36 (36%)의 CU 값을 나타냄으로써 효율성이 낮은 것으로 평가되었다. 이는 가장 효율적인 연도에 비해 64% 가량의 초과 어획능력

이 나타나고 있다. 1992년 이후부터 2013년까지 평균 CU 값은 0.73 (73%)으로 전체적인 효율성은 상대적으로 높은 상태이나, 평균 27%의 초과 어획능력 수준을 나타내었다. 단위 시간 10년을 기준으로 1992년부터 2002년까지의 평균 CU는 0.84 (84%)였고 2003년부터 2013년까지의 평균 CU는 0.64 (64%)로 나타났다. 1992년부터 2013년까지 CU 값은 감소 추세이며 이는 유희 어획능력의 증가하고 있음을 의미한다. 어업관리의 측면에서 증가하고 있는 유희 어획능력에 대한 관리가 필요하며 이는 투입 또는 산출 요소에 대한 제도적 관리가 필요하다는 것을 의미한다. 이 제도적 관리와 관련한 안강망 어업 현황은 다음과 같다.

안강망 어업의 제도적 관리는 수산업법시행령을 기반으로 어업관리를 위한 규제적 접근이 이루어지고 있다. 우선, 수산업법시행령 [별표 1의2] 어업별 어구의 규모·형태·사용량 및 사용방법에 따라 어구 사용량 및 어구의 구성 등을 규제하고 있다. 그물코 크기의 경우,

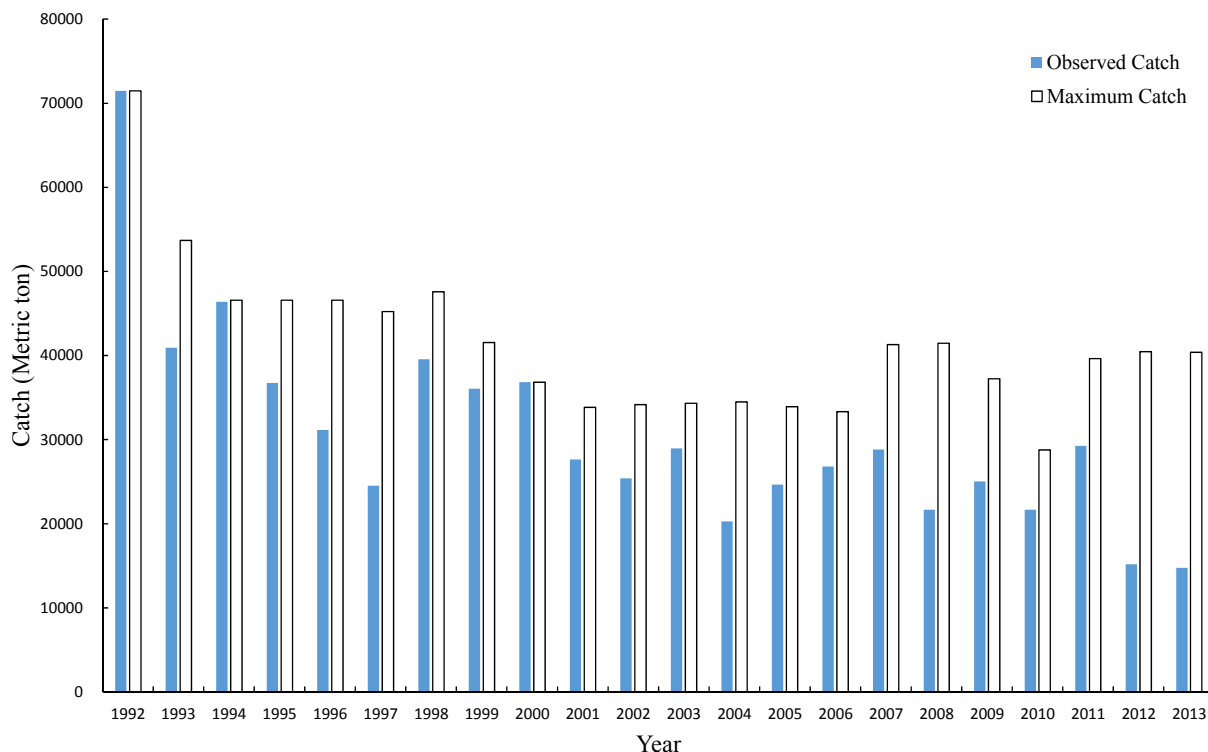


Fig. 6. Observed and maximum catch of a coastal stow net fishery by year.

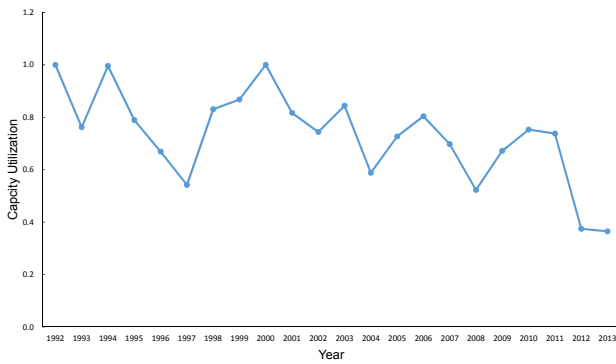


Fig. 7. Capacity utilization in a coastal stow net fishery.

수산업법시행령 [별표 3의4]에 따라 25 mm 이하를 사용하도록 하고 있다. 더불어, 자루그물의 경우 2중 이상 어망 사용금지를 함께 규정하고 있다.

수산업법시행령 제45조의3제2항에 따라 금어기를 5월 16일부터 6월 15일까지로 규정하고 있으며, 인천, 경기, 충남, 전북, 전남 영광-신안 지역의 경우는 7월1일부터 7월31일까지로 금어기를 별도로 규정하고 있다. 선체의 경우는 톤수 (선복량)를 수산업법시행령 제45조

의2제1항 [별표 3의2]에 따라 톤수를 제한하고 있다.

1992년부터 2012년까지 20년간 어선의 척수 (Fig. 8) 와 톤수 (Fig. 9)는 지속적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 선박 엔진의 출력의 경우, 어선의 수가 감소함에도 불구하고 Fig. 10과 같이 계속 증가하는 추세를 보이고 있다. 1992년 기준 척당 평균 마력수는 66 마력이었으나 2012년의 경우 평균 405 마력으로 6.1배 증가하였다. 이는 현재의 제도 하에서 안강망 어선의 기관 출력에 대한 규제가 없는 것이 한 요인이라 할 수 있다. 기관 출력의 증대는 현재 우리나라의 어업 여건 하에서 어장의 광역화, 어장 이동시간 단축, 조업시간 연장 등 어획 노력량을 증가시킬 수 있는 요인이 될 수 있다. 이는 충남 서천지역의 표본 어선의 경우에서도 총톤수, 길이, 넓이 등은 유사한 값을 가지고 있었으나, 엔진 출력 (마력수)의 경우는 표본 어선별 차이를 나타내었다. 2004년 이후 증가하고 있는 유희 어획능력은 기관 출력이 하나의 요인이라 추정할 수 있다. 이에 대한 효율적인 어획능력관리를 위하여 제도적 보완이 필요할 것으로 판단한다.

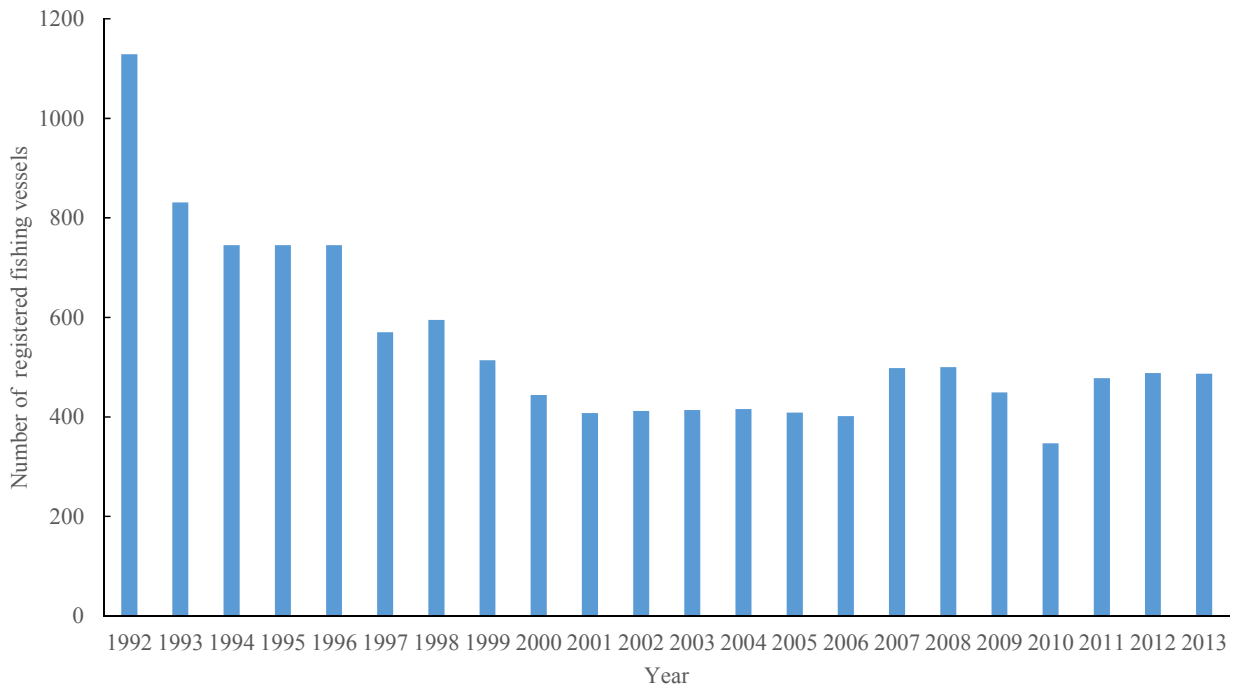


Fig. 8. Annual number of registered fishing vessels in a coastal stow net fishery.

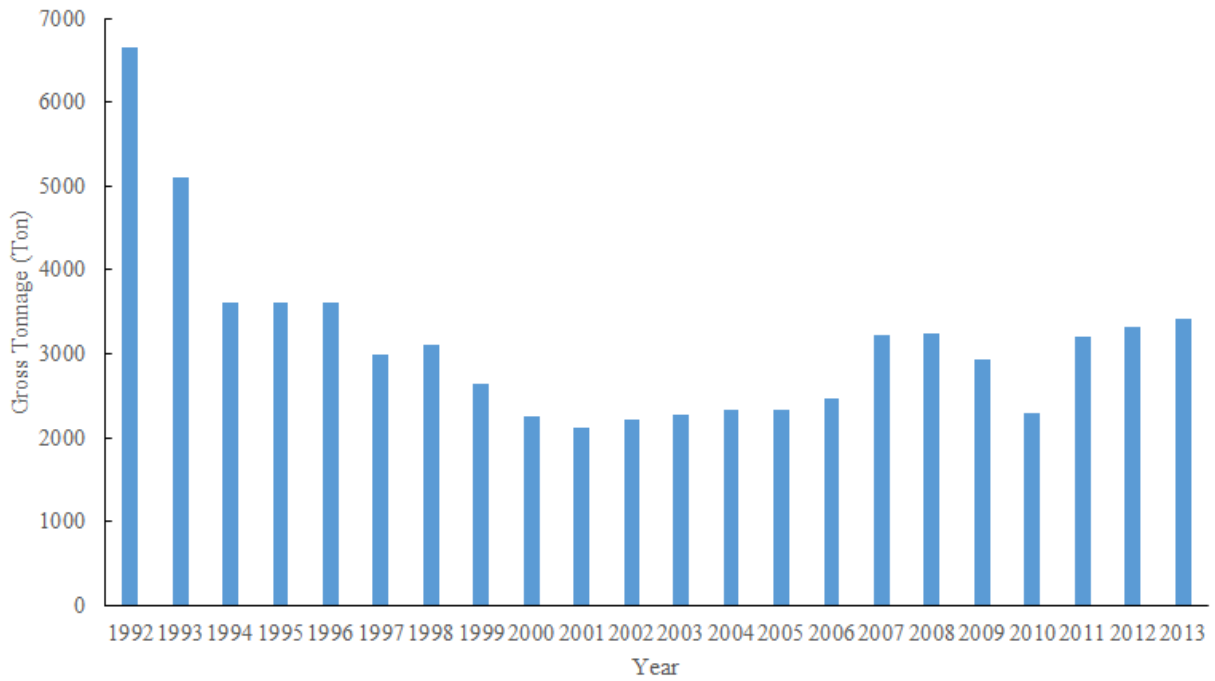


Fig. 9. Gross tonnage of registered fishing vessels in a coastal stow net fishery.

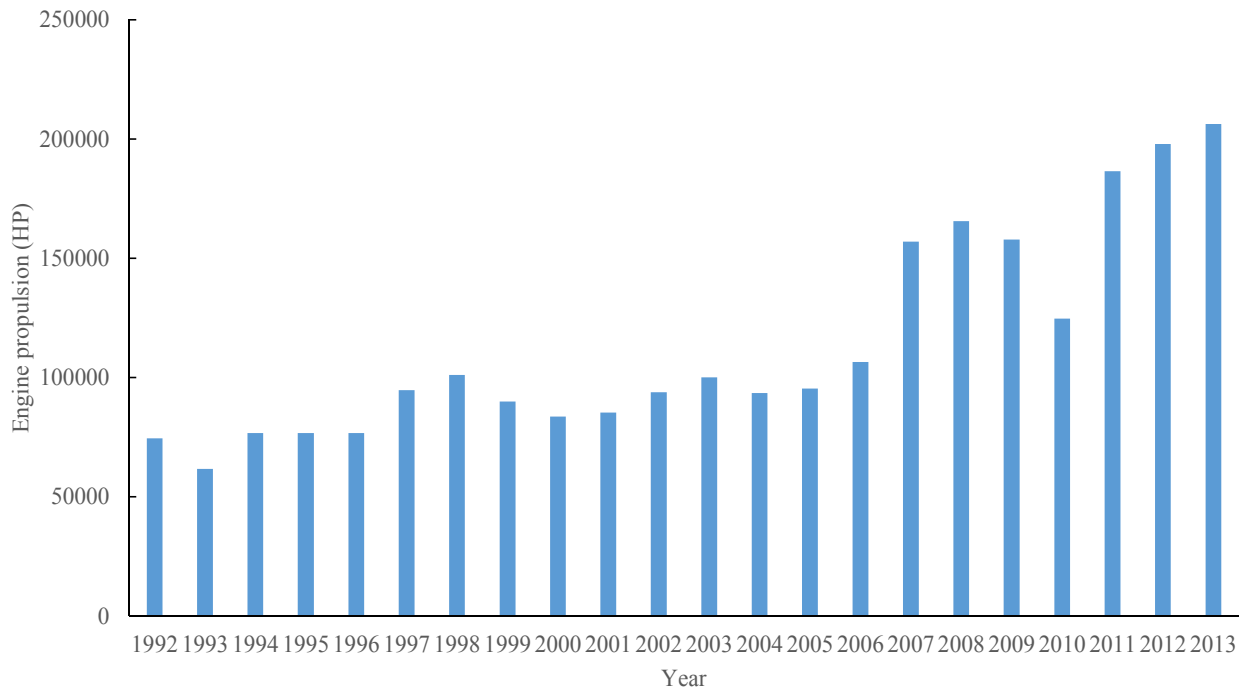


Fig. 10. Gross engine propulsion of registered fishing vessels in a coastal stow net fishery.

결론

본 논문에서 안강망 어업의 어획성능은 어획성능지수 (FPI)가 1과 근접한 평균 0.99로 나타났다. 이는 표준 어선과 근접한 효율적인 산출 결과를 나타내고 있다는 의미로 해석할 수 있다. 이중 어획성능지수가 높은 표본 어선 4와 11의 경우, 어구 사용량은 평균값과 큰 차이를 나타내어 어구 사용량과의 관계보다 조업해역 및 조업 효율적 측면에서 영향이 있는 것으로 판단된다. 이는 이들 표본 어선들의 톤수 및 조업인원 등을 고려할 때 그 차이가 크지 않다는 것을 의미한다.

DEA 기법을 활용하여 어획 능력을 측정한 결과, 평균 CU 값은 0.73 (73%)로 나타나 효율적인 생산에 기반한 조업이 이루어지고 있는 것으로 추정할 수 있다. 그러나 조사기간 중 5개년의 경우 비효율적인 조업이 이루어진 것으로 평가되었다. 단위기간 10년을 기준으로 1992년부터 2002년까지 평균 CU는 0.82였으나, 2003년부터 2013년까지의 평균 CU는 0.64로 평가되었다. 이는 유희 어획이 1992년 이후 증가하고 있는 것으로 판단할 수 있다. 이는 지역별 어선별 투입 요소와 산출 요소를 조사하여 각 요소별 민감도 분석 등을 통하여 효율적인 어획능력관리가 필요한 것으로 판단할 수 있다. 지난 20년간 안강망 관련 통계 데이터를 분석한 결과 어선의 톤수와 척수는 감소하였으나 어선의 마력수의 경우 계속 증가하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 수산업법을 기반으로 하고 있는 어업관리제도 하에서 기관출력 (마력 수)에 대한 관리를 위한 규제가 필요할 것으로 판단된다.

사사

본 논문은 국립수산과학원 수산과학연구사업 (R2015044)의 지원에 의해 수행된 연구이며, 현장 조사 수행에 도움을 주신 관련 연구원님들과 본 논문의 높은 완성도를 위해 사려 깊게 검토하여 주신 심사위원님들과 편집위원님께 감사드립니다.

References

- An HC, Lee KH, Park SW, Park CD and Shin JK. 2007. Assessment of fishing power of common octopus(*Octopus minor*) trap fishery. J Kor Soc Fish Tech 43(3), 176–182. (doi:10.3796/ksft.2007.43.3.176)
- Charnes A, Cooper W and Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. Eur J oper res 2, 429-444.
- FAO. 2000. Report of the Technical Consultation on the Measurement of Fishing Capacity. FAO Fisheries Report No. 615, 23-31.
- FAO. 2003. Measuring capacity in fisheries. FAO Fisheries technical paper No. 445, 35-43.
- Färe R. 1989. Measuring plant capacity utilization and technical change: a non-parametric approach, International Economic Review vol. 30
- Kirkley JE, Fare R, Grosskopf S, McConnell K, Squires DE and Strand I. 2001. Assessing capacity and capacity utilization in fisheries when data are limited. N Am J Fish Manage 21, 482-497. (doi:10.1577/1548-8675(2001)021<0482:acacui>2.0.co;2)
- Kirkley J, Squires D and Strand I. 1998. Characterizing managerial skill and technical efficiency in a fishery. J Prod Anal 9(2), 145-160.
- Kim DH. 2006. Measurement of fishing capacity of offshore fisheries in Korea. J Fish Econ 37, 1–24.
- Kim DH, An HC, Lee KH and Hwang JW. 2007. Fishing capacity assessment of the octopus coastal trap fishery using data envelopment analysis(DEA). J Kor Soc Fish Tech 43(4), 339–346. (doi:10.3796/ksft.2007.43.4.339)
- Lee KH, Kim PK, Kim DH, An HC and Lee CW. 2012. Assessment of fishing power and fishing capacity of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) gillnet fishery in the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 48(1), 29-39. (doi: 10.3796/ksft.2012.48.1.029)
- Mastuda K. 1991. Quantification of fishing gear and method, Seizando Press, Tokyo, pp. 102-123.
- Nelson R. 1989. On the measurement of capacity utilization. J ind econ XXXVII (3), 273-286.

2015. 10. 08 Received

2015. 11. 19 Revised

2015. 11. 20 Accepted