

근해대형선망어업에서 어로기술개발에 따른 어획성능지수 변동

서영일 · 황강석 · 차형기 · 오택윤¹ · 조현수² · 김병엽³ · 류경진⁴ · 이유원^{4*}

국립수산과학원 연근해자원과, ¹국립수산과학원 독도수산연구센터, ²군산대학교 해양생산학과,
³제주대학교 해양산업경찰학과, ⁴한국해양수산연수원 교육운영팀

Change of relative fishing power index from technological development in the offshore large powered purse seine fishery

Young-Il SEO, Kang-Seok HWANG, Hyung-Kee CHA, Taeg-Yun OH¹, Hyun-Su JO²,
Byung-Yeob KIM³, Kyong-Jin RYU⁴ and Yoo-Won LEE^{4*}

Fisheries Resources Management Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Dokdo Fisheries Research Center, National Institute of Fisheries Science, Pohang 37709, Korea

²Department of Marine Production, Kunsan National University, Kunsan 54150, Korea

³Department of Marine Industrial and Maritime Police, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

⁴Education Management Team, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 49111, Korea

Lots of fishery stocks are overexploited and the overcapacity exists in Korean fishing fleets. One of the reasons is technological development, which increases the efficiency of the vessels continuously. The analysis was conducted to identify the change of fishing power index to develop the vessel and gear technology that may have improved the fishing efficiency of the offshore large powered purse seine fishery from 1960s to 2010s. Gross tonnage and horse power per fishing vessel was increased annually. Fishing gear material was changed to the knotless webbing to settle faster. Fishing equipments was modernized and supply rate was also increased. Therefore the relative fishing power index in the offshore large powered purse seine fishery increased from 0.4 in 1970 to 1.0 in 1980, to 1.5 in 2000 and to 1.6 in 2010, but the rate of increase slowed down gradually. The results are expected to contribute to reasonable fishery stock management.

Keywords : Fishing power index, Offshore large powered purse seine fishery, Fishing vessel, Fishing gear, Fishing equipments

서론

최근 10년간 우리나라 연도별 어업총생산량은 2005년 271.4만 톤에서 점차 증가하여 2014년에는 330.5만 톤을 기록하였다. 그 중 일반해면어업의 생산량은

109.7만 톤에서 증가하다가 2008년 128.5만 톤을 정점으로 서서히 감소하여 2014년에는 105.9만 톤을 나타내어 어업총생산량에서 차지하는 비율은 32.0%이었다. 반면 천해양식어업의 생산량은 104.1만 톤에서 지속적

*Corresponding author: yoowons@seaman.or.kr, Tel: +82-51-620-5815, Fax: +82-51-620-5853

으로 증가하여 2014년에 154.7만 톤을 나타내어 46.8%를 차지하였다. 2006년 이전에는 어업총생산량에서 일반해면어업이 천해양식어업보다 높은 비율을 나타내었으나, 2006년 두 어업 간 차지하는 비율이 역전된 이후 2.9~7.5% 유지되다가 최근 3년 동안은 12.5~15.0%로 그 차이가 더 크게 나타났다 (MOF, 2015).

이와 같은 현상은 천해양식어업의 기술발달로 인한 생산량 증대도 하나의 원인이라 할 수 있지만, 자원남획 및 환경오염 등에 의한 자원고갈로 일반해면어업의 생산량 감소가 중요한 원인이라 할 수 있다. 이에 정부에서는 수산자원관리법 제8조 및 동법 시행령 제3조에 따라 수산자원관리 기본계획을 수립하여 수산자원의 과학적인 관리 및 TAC (total allowable catch, 총허용어획량)를 포함한 어업관리 등을 시행하고 있다.

어업관리에 관한 연구로서는 어구 규제를 위한 다양한 어구와 어중에 대한 선택성에 관한 연구 (Kim et al., 2015; Kim et al., 2012; Kim et al., 2010; Kim et al., 2009; Jeong et al., 2009; Park et al., 2014), 감사·감독을 위한 불법어업 단속제도와 불법어업에 대한 해상 집행기관의 역할에 관한 연구 (Lee, 2010; Jung et al., 2014), 혼획·투기에 관한 연구 (Shin et al., 2010), 어획성능 및 어획노력량의 정량화에 관한 연구 (An et al., 2007; Kim et al., 2007; Kim et al., 2015a; Lee et al., 2012; Lee, 1991; MOF, 2003) 등 다양한 연구가 이루어졌으나, 장기간 (1970~2010년대)에 걸친 어선, 어구, 항해계기 및 어로설비 발달에 따른 어획성능의 비교 등에 대한 연구는 거의 찾아보기 어려운 실정이다. 반면 국외에서는 다양한 어업에서 1960년대에서 1990년까지의 연대별 어획성능의 상대적인 비교와 최대 120년에 걸쳐 트롤선 및 어구 등의 변화에 따른 어획성능의 변동에 대한 다양한 연구가 이루어졌다 (Engelhard, 2008; Fitzpatrick, 1996; Pauly and Palomares, 2010).

우리나라 연근해어업의 자원은 한정되어 있는 데 반해, 어선 톤수와 기관 마력의 증대, 어구의 대형화와 항해계기 및 어로설비의 발달로 어업자원은 감소되고 있으므로 어업자원을 회복하기 위해서는 적절한 어획노력량을 유지할 필요가 있다. 그래서 본 연구에서는 2014년 일반해면어업 생산량 109.9만 톤 중 주요 어업별 생산량에서 19.5%로 가장 많은 부분을 차지하는 근해대형선망어업에 대하여 적절한 어획노력량 산출을

위한 기초자료를 얻기 위하여 근해대형선망어업에서 어선, 어구, 항해계기 및 어로설비 발달에 따른 어획성능지수의 변화에 대하여 추정하고 고찰하였다.

재료 및 방법

어획성능지수 추정을 위한 자료 수집에 앞서, 근해대형선망어업의 어획성능지수에 영향을 미칠 조사항목을 먼저 분류하였다. 근해대형선망어업의 어획성능에 영향을 미칠 조사항목은 크게 어선, 어구, 항해계기 및 어로설비 분야로 분류하고, 어선에서는 어선의 톤수와 선속을, 어구에서는 어구의 규모 (뚝줄의 길이 등)와 어구재료를, 항해계기에서는 레이더와 측위장치 (LORAN (long range navigation), GPS (global positioning system) 플로터 등)를, 어로설비에서는 어군탐지기 및 소나, 양망기 (넷 홀러와 파워 블럭 포함) 및 망심계로 정하였다.

분석에 이용한 자료 중 어선 척수 및 마력수는 통계청 국가통계포털을 (Statistics, 2016), 어업생산 통계는 수산정보포털 (MOF, 2016)에서 제공하는 2015년까지의 통계를 이용하여 비교·분석하였다. 또한 어구 관련 자료는 국립수산과학원에서 발행한 어구도감 (NFRDA, 1970, 1989; NIFS, 2002, 2008) 및 연근해어업 총조사 (NIFS, 2004)를 분석하였으며, 항해계기 및 어로설비에 관한 도입 시기 등에 관해서는 대형선망수산업협동조합에서 발행한 한국선망어업사 (FCLPPSF, 1992), 청취조사 및 설문조사를 이용하였다.

결과 및 고찰

어선의 변화

근해대형선망 어선의 톤급, 척수 및 마력의 변화 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 어선척수는 1979년까지 470척까지 증가하였으나, 1979년부터 20톤 이하의 선박이 없어지면서 1980년부터 일정한 척수가 유지되다가 1990년 367척 이후 감소되기 시작하여 2014년에는 144척을 나타내었다.

전 선박의 총톤수는 1971년까지 10,000 ton 이하를 나타내다가 점차 증가하여 1978년에는 24,860 ton, 1987년 39,945 ton, 1990년 47,228 ton을 정점으로 점차 감소하여 2014년 22,901 ton을 나타내었다.

한편 전체 마력수는 1960년대 중반까지 7,000 hp를 나타내었으나, 1969년부터 서서히 증가하여 1970년대

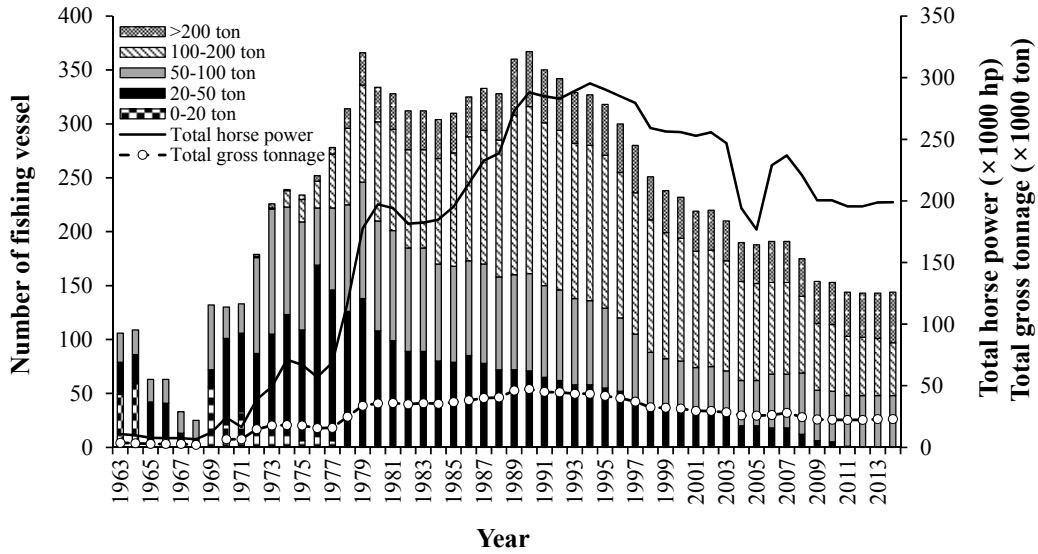


Fig. 1. Number of fishing vessel by vessel tonnage class, total gross tonnage and total horse power in the offshore large powered purse seine fishery from 1963 to 2014.

중반과 1980년대 초에 다소 감소하는 기간도 있었으나, 그 후 다시 증가하여 1994년 최대 295,383 hp를 나타낸 후, 감척사업으로 어선척수 감소와 함께 전체 마력수도 감소하여 2014년 198,900 hp를 나타내었다.

어구의 변화

어구의 변화 분석은 어구도감의 두리어구류 중 주로 고등어, 전갱이 선망어구를 이용하였는데, 어구규모의 변화는 1970년과 1989년 이후로 나눌 수 있었다.

1970년 어구는 85 ton, 310 hp과 80 ton, 350 hp 2종류로, 뜰줄 길이는 각각 830 m, 950 m이었고, 최대 깊이 즉 설방향의 망지는 284 m, 310 m를 나타내었다 (NFRDA, 1970). 한편, 1989년 이후 발행된 어구도감에서는 고등어, 전갱이 선망 (A/B)로 구분하여 사용하고 있는데, 뜰줄 길이는 약 900~1,000 m이고, 최대 깊이, 즉 설이 약 200~300 m이었다 (NFRDA, 1989; NIFS, 2002, 2008).

한편, 선망어구의 그물실은 비중과 항장력이 크고, 유체 저항이 작으며, 물이 잘 빠져야 한다. 과거에는 비중이 크다는 이유로 쿠라론 (PVA, 비중 1.26~1.30)을 썼고, 쿠라론의 생산이 줄자 나이론 (PA, 비중 1.14)을 콜타르로 염색한 것을 썼으나, 1990년대 중반 이후부터 대부분 폴리에스테르 (PES, 비중 1.38) 무결절망을 쓰

고 있다 (Kim et al., 2012).

항해계기 및 어로설비의 변화

항해계기 및 어로설비의 보급률을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 어군탐지기 및 소나는 1974년까지 약 35%를 유지하다가 그 후 증가하여 1978년 이후에는 100%를 나타내었다. 어군탐지기 및 소나의 보급률은 어군탐지기 및 소나의 대수를 근해대형선망 어선수로 나누어서 구한 것이나, 근해대형선망 선단 내에서 어군탐지와 어로활동에 종사하는 본선과 등선은 60년대 초부터 대부분 설치되었고, 운반선은 그보다 다소

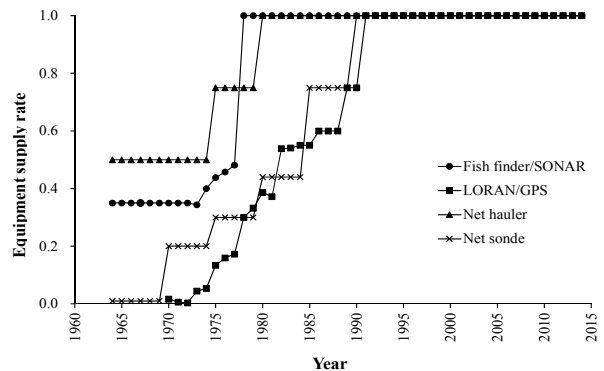


Fig. 2. Supply rate of navigation and fishing equipments.

늦은 1970년대부터 설치되기 시작한 것으로 조사되었다. 한편, 근해대형선망의 주 대상어인 고등어, 전갱이와 같이 유영속도가 빠른 어류의 포획에는 소나의 역할이 중요한데, 소나는 초기에 서치라이트 소나가 이용되었으나, 1970년 후반부터 서치라이트 소나의 단점인 맹목구간을 보완하여 현재 사용되고 있는 스캐닝 소나가 도입되기 시작하였다. 그 후 저, 중 주파수대 2대 이상의 소나를 어로에 활용하고 있다.

위치를 측정하는 장치는 1970년 초에 Loran이 보급되기 시작하여 1990년까지 지속적으로 증가되어 거의 100% 보급률을 나타내었고, 1990년 초에 GPS가 보급되면서 GPS가 Loran을 점차 대체하기 시작하였으며, 그 후 GPS에 플로터 기능이 강화된 GPS플로터 (GPS plotter)가 보급되어 현재까지 사용 중에 있다.

양망기의 보급률은 양망기 대수를 근해대형선망 선단 내의 본선 (그물배)의 척수로 나눈 값을 이용하였는데, 1960년대 초부터 1974년까지 약 50% 보급률을 나타내었으나, 그 후 점차 증가하여 1980년에는 100% 보급률을 나타내었다.

망심계는 투명한 어구의 침강심도를 파악하기 위한 장치로 1970년 이전에는 거의 사용되지 않았으나, 1970년 이후부터 점차 사용되기 시작하여 1990년 이후부터 거의 100% 보급률을 나타내었다.

어획성능지수의 변화

어선, 어구, 항해계기 및 어로장비의 변화를 5년 간격으로 요약하면 Table 1과 같다. 척당 총톤수는 Fig. 1의 근해대형선망 어선의 전체 총톤수를 어선척수로 나눈 값을 이용하는데, 1975년까지 척당 약 44.0 ton을 나타내었으나, 그 후 지속적으로 증가하여 1980년 106.7 ton, 1990년 128.7 ton, 2000년 135.2 ton, 2010년 146.1

ton을 나타내었다.

또한 척당 마력수는 전체 마력수를 어선척수로 나눈 값을 이용하였는데, 1970년까지 89.7 hp를 나타내었으나, 그 후 지속적으로 증가하여 1980년 590.1 hp, 1990년 784.7 hp, 2000년 1103.1 hp, 2010년 1310.0 hp를 나타내었다. 한편, 어획성능에 본선 (그물배)의 역할이 중요하지만, 대형선망어업은 본선 1척의 어획성능만이 아니라 본선 1척, 등선 2척, 운반선 2-3척으로 구성되는 1통이 유기적으로 각 선박의 역할을 하여야 어획성능을 향상시킬 수 있으므로 본선 1척의 톤수나 마력이 아닌 근해대형선망어선 선단 전체 선박의 톤수와 마력수를 이용하여 분석에 이용하였다.

어구의 뜰줄 길이는 1970년 830~950 m에서 1989년 이후 발행된 어구도감에서는 약 900~1,000 m로 뜰줄 최대 길이의 증가율은 약 5.3%이었으나, 최대 깊이, 즉 설은 모두 약 200~300 m로 어구의 규모는 크게 증가하지 않았다. 그러나 어구재료에서는 보다 빠른 침강력을 위하여 1990년대부터 대부분 폴리에스테르 (PES, 비중 1.38) 무결절망을 이용하는 것이 큰 변화이었다.

항해계기 및 어로장비의 보급은 선단 내 각 선박의 역할에 따라 설치시기에 차이가 있으나, 본선을 기준으로 어군탐지기 및 소나는 1960년대 초부터 설치되어 사용되었고, 양망기도 약 50%의 보급률을 나타내었다. 망심계는 1966년부터 일부 선박에서 사용되고는 있었으나, 일반화되지 못하다가 1970년대부터 점차 증가하기 시작하여 1980년대부터 거의 대부분 선박에 보급되게 되었다.

Table 1의 연도별 조사항목별 변화를 1980년을 1.0이라고 하였을 경우, 그 상대적 값은 Table 2와 같다. 척당 톤수와 척당 마력수는 1980년의 값에 대한 상대적인 비로 구하였다.

Table 1. Summary of survey items at interval of five years in the offshore large powered purse seine fishery

Items	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Tonnage per vessel		44.0	44.0	43.8	106.7	118.2	128.7	131.0	135.2	136.5	146.1	159.0
Horse power per vessel		89.7	89.7	165.8	590.1	630.1	784.7	913.7	1103.1	1103.1	1310.0	1381.3
Fishing gear		knot webbing	knot webbing	knot webbing	knot webbing	knot webbing	knotless webbing	knotless webbing	knotless webbing	knotless webbing	knotless webbing	knotless webbing
Fish finder/ SONAR		search light sonar	search light sonar	search light sonar	scanning sonar	scanning sonar	scanning sonar	scanning sonar	scanning sonar	scanning sonar	scanning sonar	scanning sonar
Net hauler		net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler	net hauler
Net sonde			net sonde	net sonde	net sonde	net sonde	net sonde	net sonde	net sonde	net sonde	net sonde	net sonde

어구규모 및 재료는 규모에서는 큰 차이가 없었으므로 동일하다고 가정하고, 무결절망지의 사용에 따른 어획성능의 향상은 근해대형선망 선단 24통 중 17통의 어로장 및 본선 선장의 설문조사를 통하여 16.0% (표준편차 6.9%)로 조사되어 1.2로, 어군탐지기 특히 소나의 스캔방식의 차이에 따른 어획성능 향상은 설문조사를 통하여 18.0% (표준편차 7.0%)로 조사되어 1.2로 사용하였다. 갑판 어로장비인 양망기와 망심계는 순수하게 보급률을 구하여 사용하였다.

한편, 각 항목이 어획성능에 미치는 영향력 (반영비율)은 근해대형선망 선단 24통 중 17통의 어로장 및 본선 선장의 설문조사를 통하여 Table 2와 같이 척당 톤수, 척당 마력수, 어구규모 및 재료, 어군탐지기/소나, 양망기, 망심계에 대하여 각각 18.5% (표준편차 4.9%), 30.0% (표준편차 6.1%), 15.9% (표준편차 5.9%), 11.6% (표준편차 4.2%), 12.5% (표준편차 5.3%), 11.5% (표준편차 4.9%) 조사되었다.

Table 2의 결과를 이용하여 대형선망어선의 어획성능지수의 변화는 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서와 같이 1980년을 1.0이라 하면 1970년은 0.4, 1990년은 1.3, 2000년은 1.5, 2010년은 1.6으로 증가하지만 그 증가폭이 점차 둔화되는 경향을 나타내었다.

Fitzpatrick (1996)는 45.0 m 선망선에서 어획성능지수 (technology co-efficient, 기술계수)를 1980년을 1.0이라 하면, 1965년 0.6, 1995년 2.0으로 보고하였고, 65 m 다랑어 선망선에서는 동일한 방법으로 1995년 1.6으로 보고하였다.

일반적으로 우리나라는 선박을 나타낼 때 톤수를 기준으로 사용하는데 비하여 유럽 등에서는 선박 길이를 기준으로 사용하고 있으므로, 이미 보고된 지수와 비교하기 위하여 1980년 선단 내의 모든 선박의 길이정보를

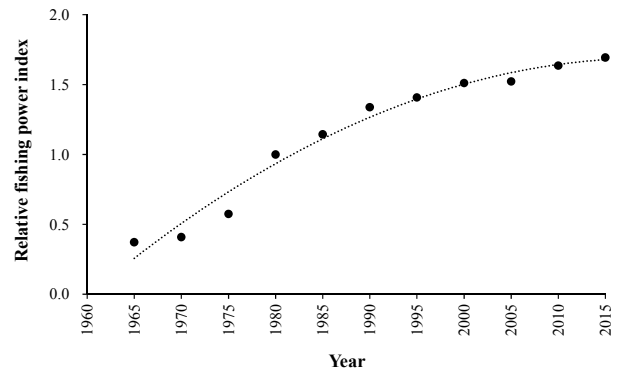


Fig. 3. Change of relative fishing power index in the offshore large powered purse seine fishery.

파악하기는 곤란하여 본선 (그물배)의 톤수와 길이 (등록장)를 파악한 결과, 100.2 ton (표준편차 13.5), 길이 27.8 m (표준편차 2.2)이었다. 즉 본 연구에서는 길이 27.8 m 선망선에서 1980년을 1.0이라 하였을 경우, 1970년은 0.4, 1990년은 1.3, 2000년은 1.5, 2010년은 1.6으로 조사되었다. 이 어획성능지수는 Fitzpatrick (1996)가 보고한 값과 비교하여 다소 저평가된 것으로 볼 수도 있겠으나, 어획성능지수는 1980년도에 대한 상대적인 값이므로 역으로 1980년도의 어획성능지수가 고평가되었다고 볼 수도 있을 것이다.

2000년 이전 우리나라 어업기술은 어선의 크기 및 마력수의 증대와 어구의 대형화 등으로 어획량을 증대시키는 방향으로 발전되어 왔다. 어획량 증대 경쟁은 자원남획에 따른 자원감소를 초래하였고, 이러한 자원감소에 의한 생산성 저하를 어획노력량 증대로 해결하고자 하는 악순환의 연속이었다. 그러나 어업자원은 유한하지만 자율갱신자원이므로 이와 같은 연구 자료를 바탕으로 어획성능을 적절히 관리한다면 합리적으로 어업자원을 관리할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2. Relative conversion of survey items at interval of five years by 1980 standard

Items	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Influence rate (%)
Tonnage per vessel		0.4	0.2	0.4	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	18.5
Horse power per vessel		0.2	0.2	0.3	1.0	1.1	1.3	1.5	1.9	1.9	2.2	2.3	30.0
Fishing gear		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	15.9
Fish finder/ SONAR		0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	11.6
Net hauler		0.5	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.5
Net sonde		0.0	0.5	0.7	1.0	1.7	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	11.5

결론

본 연구는 근해대형선망어업에 대하여 적절한 어획 노력량 산출을 위한 기초자료를 얻기 위하여 근해대형선망어업에서 어선, 어구, 항해계기 및 어로설비 발달에 따른 어획성능지수의 변화에 대하여 분석한 결과는 다음과 같다.

어선의 척당 톤수는 1975년까지 척당 약 44.0 ton을 나타내었으나, 그 후 증가하여 1980년 106.7 ton, 1990년 128.7 ton, 2000년 135.2 ton, 2010년 146.1 ton을 나타내었고, 척당 마력수는 1970년까지 89.7 hp를 나타내었으나, 그 후 증가하여 1980년 590.1 hp, 1990년 784.7 hp, 2000년 1103.1 hp, 2010년 1310.0 hp를 나타내어 선박은 점차 커지고 마력 증가로 선속이 증가하였다.

어구의 뜰줄 길이는 1970년 830~950 m에서 1989년 이후 발행된 어구도감에서는 약 900~1,000 m로 뜰줄 최대 길이의 증가율은 약 5.3%이었다. 최대 깊이, 즉 설은 모두 약 200~300 m로 어구의 규모는 크게 증가하지 않았다. 그러나 어구재료에서는 보다 빠른 침강력을 위하여 1990년대부터 대부분 폴리에스테르 (PES, 비중 1.38) 무결절망을 이용하는 것이 큰 변화이었다.

항해계기 및 어로장비의 보급은 선단 내 각 선박의 역할에 따라 설치시기에 차이가 있으나, 본선을 기준으로 어군탐지기 및 소나는 1960년대 초부터 설치되어 사용되었고, 양망기도 약 50%의 보급률을 나타내었다. 망심계는 1966년부터 일부 선박에서 사용되고는 있었으나, 일반화되지 못하다가 1970년대부터 점차 증가하기 시작하여 1980년대부터 거의 대부분 선박에 보급되게 되었다.

각 항목이 어획성능에 미치는 영향력은 근해대형선망선단 24통 중 17통의 어로장 및 본선 선장의 설문조사를 통하여 얻은 결과를 대입한 결과, 근해대형선망어업에서 어획성능지수는 1980년을 1.0이라 하였을 경우, 1970년은 0.4, 1990년은 1.3, 2000년은 1.5, 2010년은 1.6으로 증가하지만 그 증가폭이 점차 둔화되는 경향을 나타내었다. 이와 같은 어획성능의 변화를 적절히 관리한다면 합리적인 어업자원 관리에 기여할 것으로 생각된다.

사사

본 연구는 2017년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업 (R2017026)의 일환으로 수행되었습니다.

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 Koran Soc Fish Technol 43(3), 176-182. (DOI:10.3796/ksft.2007.43.3.176)
- Englhard GH. 2008. One hundred and twenty years of change in fishing power of English North Sea trawlers. In: Advances in fisheries science: 50 years on from Beverton and Holt (eds. Payne A, Cotter J and Potter T), Blackwell Publishing, Oxford, 1-25.
- Fisheries cooperatives of large powered purse seine fishery (FCLPPSF). 1992. History of Korean purse seine fishery. 1-431.
- Fitzpatrick J. 1996. Technology and fisheries legislation. In: Precautionary approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 350, Part 2, FAO, Rome, 191-199.
- Kim CW, Kim YW, Lee JH, Kim OT, Lee JH and Kim YH. 2012. Purse seine fishing gear and fishing method. Hangul Graphics, 1-269.
- 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 Koran Soc Fish Technol 43(4), 339-346. (DOI:10.3796/ksft.2007.43.4.339)
- Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY, Cha BJ and Lee GH. 2015. Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon trammel net for marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea. J Koran Soc Fish Technol 51(3), 302-311. (DOI:10.3796/KSFT.2015.51.3.302)
- Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY and Cha BJ. 2010. Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon gill net for Marbled sole (*Pleuronectes yokohamae*) in the western sea of Korea. J Koran Soc Fish Technol 46(4), 281-291. (DOI:10.3796/KSFT.2010.46.4.281)
- Kim PK, Lee KH, Kim DH, Lee GH, An HC, Kim SH and Yang YS. 2015a. Estimation of fishing power and fishing capacity on coastal stow net fishery in the Korean waters. J Koran Soc Fish Technol 51(4), 583-591. (DOI:10.3796/KSFT.2015.51.4.583)
- Kim SH, Park SW, Bae JH and Kim YH. 2009. Mesh selectivity of drift gill net for Yellow Croaker, *Larimichthys polyactis*, in the coastal sea of Gageo-do. Kor J Fish Aquat Sci 42(5), 518-522. (DOI:10.5657/kfas.2009.42.5.518)

- Kim SH, Park SW, Lee KH and Yang YS. 2012. The estimation of the optimum mesh size selectivity of a drift net for yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) using by the SELECT model. Bull Korean Soc Fish Tech 48(1), 10-19. (DOI:10.3796/KSFT.2012.48.1.010)
- Jeong EC, Park HH, Bae BS, Chang DS, Kim CS, Choi SH and Cha HK. 2009. Size selectivity of gill net for male Japanese Sandfish (*Arctoscopus japonicus*) off Gangwon in winter. Kor J Fish Aquat Sci 42(1), 78-82. (DOI: 10.5657/kfas.2009.42.1.078)
- Jung BK, Choi JH and Lim SW. 2014. A study on the role of maritime enforcement organization as response of illegal fishing. Jour Fish Mar Sci Edu 26(4), 769-788. (DOI:10.13000/JFMSE.2014.26.4.769)
- 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 Korean Soc Fish Technol 48(1), 29-39 (DOI:10.3796/ksft.2012.48.1.029).
- Lee JU. 1991. Estimation on optimum fishing effort of walleye pollock fishery in the east coast of Korea: based on the economic analysis between danish seine fishery and trawl fishaery for walleye pollock. J Fish Bus Admin 22(2), 75-99.
- Lee ZK. 2010. A study on the unlawful fishery control system. Jour Fish Mar Sci Edu 22(3), 3030-315.
- Ministry of Ocean and Fisheries (MOF). 2003. Research on the standardization of fishing effort and the appropriate scale of fishing gear. MOF. 1-347.
- Ministry of Ocean and Fisheries (MOF). 2015. Major statistics of ocean and fisheries. Cree communication. 1-395.
- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF). 2016. Fisheries statistics in fisheries information service. <http://www.fips.go.kr> Accessed 27 Sep, 2016.
- National Fisheries Research and Development Agency (NFRDA). 1970. Fishing gear of Korea (No. 3). Asung Printing co., 1-240.
- National Fisheries Research and Development Agency (NFRDA). 1989. Modern fishing gear of Korea. Yemoonsa, 1-624.
- National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2002. Fishing gear of Korea. Hangul Graphics, 1-579.
- National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2008. Fishing gear of Korea (revised edition). Hangul Graphics, 1-580.
- National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2004. Korean coastal and offshore fishery census (Busan). Hangul Graphics, 1-223.
- Park CD, Bae Jh, Cho SK and Kim IO. 2014. Mesh selectivity of a dome-shaped pot for finely-striate buccinum *Buccinum striatissimum* in the eastern coastal waters of Korea. J Korean Soc Fish Technol 50(3), 284-291. (DOI:10.3796/KSFT.2014.50.3.284)
- Pauly D and Palomares MLD. 2010. An empirical equation to predict annual increases in fishing efficiency. Fisheries Centre Working Paper #2010-07, UBC, Vancouver. 1-12.
- Shin HH, Jung SB, Oh TY, Shin JG, Cho YB, Kim HS. 2010. Investigation of bycatch and discards of funnel net in the coastal waters of Yeosu. J Korean Soc Fish Technol 46(4), 324-334. (DOI:10.3796/ksft.2010.46.4.324)
- Statistics. 2016. Fishing fleet statistics in Korean statistical information service. <http://kosis.kr> Accessed 27 Sep, 2016.
-
2017. 01. 19 Received
 2017. 02. 03 Revised
 2017. 02. 05 Accepted