

근해장어통발어업에서 어로기술발달에 따른 어획성능지수 변동

서영일 · 정금철¹ · 차형기 · 조현수² · 이유원³ · 장충식⁴ · 안영수^{4*}

국립수산과학원 연근해자원과 연구원, ¹한국해양수산연수원 교육훈련팀 교수, ²군산대학교
해양산업-운송과학기술학부 교수, ³부경대학교 실습선 교수, ⁴경상대학교 해양산업연구소 교수

Change of relative fishing power index from technological development in the offshore conger eel pot fishery

Young-Il SEO, Geum-cheol JEONG¹, Hyung-kee CHA, Hyun-Su JO², Yoo-Won LEE³, Choong-Sik JANG⁴
and Young-Su AN^{4*}

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

¹Professor, Education planing team, Korea institute of maritime abd fisheries tecnology, Busan 49111, Korea

*²Professor, Division of Marine Industry-Transportation Science and Technology, Kunsan National University,
Gunsan 54150, Korea*

³Professor, Training Ship, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

⁴Professor, Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

The change of fishing power index was analyzed to identify the development of the vessel and gear technology that may improve the fishing efficiency of the offshore conger eel pot fishery from 1980s to 2015. Gross tonnage per fishing vessel was rapidly increased annually. The standard of pot was maintained, but the number of pot used rapidly increased by using conger eel pot hauling devices, carrying and loading devices, main line hauler, casting devices and slide type pot. Fish finder system to identify fishing ground information and the conger eel pot hauling devices were modernized, and supply rate was also increased. Therefore, the relative fishing power index in the offshore conger eel pot fishery increased from 1.0 in 1980 to 1.3 in 1990, to 1.8 in 2000 and to 2.0 in 2015. The results are expected to contribute to reasonable fisheries stock management of the offshore conger eel pot fishery.

Keywords: Fishing power index, Fishing efficiency, Offshore conger eel pot fishery, Hauling devices, Main line hauler

서론

근해장어통발어업은 플라스틱으로 된 기다란 원통에

한쪽은 막고 다른 한쪽은 깔때기 모양의 입구를 만든
통발 안에 미끼를 넣어 대상 생물을 통발 속으로 유인하

*Corresponding author: yosuan@gnu.ac.kr, Tel: +82-55-772-9041, Fax: +82-55-772-9039

여 잡는 어업이며, 조업해역은 동중국해, 흑산도, 거문도 및 제주도 주변의 수심 40~100 m 해역에서 봉장어를 약 95% 정도 어획하고 있다.

우리나라 근해장어통발어업은 1960년대 12톤 어선으로 조업을 시작하여 1970년대 후반부터 본격적으로 조업이 이루어져서 오늘에 이르고 있다. 최근 10년간(2008~2017년) 근해장어통발의 봉장어 연도별 어업생산량은 7,453~9,393톤의 범위에서 년간 평균 8,380톤으로 안정적인 생산량을 유지하고 있다(MOF, 2018).

근해장어통발어업에 대한 연구는 대부분 어획성능 향상을 위한 어획기구 및 어구개량에 관한 것으로 국내에서는 Kim et al. (1987a; 1987b; 1990c; 1990d; 1990e)과 Ha et al. (1990)의 통발 어구 및 작업시간 개선 관련 장어 통발어업의 자동기계화, Jung et al. (1998, 2000)의 장어 자동 분리기 개발, 통발 연결 장치 및 분리장치 개발을 통한 장어 통발어선의 자동화 조업장치 개발, Jang and Jang et al. (1987; 1992)의 봉장어 어체 제원과 어구 망목, Youm (1991)의 미끼의 종류에 따른 통발 어획률 및 봉장어 유인물질의 검색과 인공미끼에 관한 연구 등으로 1980년대부터 2000년대까지 다양한 연구가 이루어졌으나, 최근의 근해장어통발어업에 대한 연구는 거의 없는 실정이고, 이전의 연구들은 어획량을 증대시키기 위하여 어획기구, 어구 및 어로장비 개발을 통한 조업성능에 관한 연구가 주로 이루어졌다.

최근에는 지속적이고 효율적인 자원관리를 위한 기초 연구로 Kim et al. (2015)의 연안개량안강망어업, Jeong and Lee (2019)의 외끌이저인망어업, Oh et al. (2017; 2018)의 근해 붉은대게통발어업과 오징어채낚기어업, Seo et al. (2017; 2019)의 대형선망어업과 참조기유자망어업에서 어획성능의 정량화가 시도되었고, MOF (2003) 및 Pauly and Palomares (2010)의 어획노력량의 정량화 등이 보고되었다.

국내 근해장어통발어업에서도 기관 마력의 증가 및 어구 개량 등으로 어획성능이 증가될 것으로 예상되므로, 봉장어 어업자원을 관리하기 위해서는 근해장어통발어업의 어획성능을 평가할 필요가 있다.

이 연구에서는 봉장어를 주 어획 대상 어종으로 하는 근해장어통발어업에 대하여 단위노력당어획량(catch per unit effort: CPUE)인 척당 어획량을 시대별로 표준화하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 근해장어통발어업

에서 어선, 어구, 어로설비 및 항해계기 발달에 따른 어획성능지수의 변화에 대하여 추정하고 고찰하였다.

재료 및 방법

근해장어통발어업의 어획성능에 영향을 미칠 조사항목은 크게 어선, 어구, 어로설비, 항해계기로 분류하고, 어선에서는 어선의 총톤수와 기관 마력을, 어구에서는 통발의 구조와 통발 사용수량을, 어로설비에서는 통발 자동분리장치, 통발 운반·격납장치, 모릿줄 양승롤러, 통발투승기, 어군탐지기를, 항해계기에서는 GPS와 레이다로 정하였다.

분석에 이용한 자료 중 어선 척수, 총톤수 및 기관 마력은 해양수산부 등록어선통계(MOF, 2019) 및 근해통발수협 30년사 자료(Tongbal suhyup, 2014)를 이용하여 행하였고, 2016년까지는 근해통발과 근해장어통발어업의 명칭이 분리되지 않고 근해통발어업으로 통합하여 통계가 이루어졌기 때문에 근해통발어선으로 어선 변화를 분석하였다. 문헌조사가 불가능한 항목에 대해서는 근해통발수협의 협조를 받아서 근해장어통발어업에 종사중인 선장 및 선주 등을 대상으로 한 청취 및 설문조사를 이용하여 분석하였다. 이때, 봉장어의 자원량, 어획 및 선장의 능력은 동일하다고 가정하고 분석에서는 제외하였다.

결과 및 고찰

어선의 변화

근해통발어선의 총톤수와 기관 마력의 변화는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 근해통발어선의 척당 평균 총톤수는 1977년에 24.6톤을 나타내었다가 1979년에 33.3톤으로 증가한 이후 1881년에는 29.4톤으로 다시 감소하였으며, 1984년에 35.3톤을 나타낸 이후 점진적으로 증가하여 2000년에는 50.6톤까지 증가하였다. 2000년 이후부터 2016년까지는 50.8~59.7톤의 사이에서 증감을 보이는 정도로 유지되었으며, 이 기간 중 평균 톤수는 54.3톤으로 나타났다.

척당 평균 기관 마력은 1977년대 74.2마력을 나타내었다가 1978년에 101.5마력 이후, 1988년에는 213.1마력, 1993년에 302.8마력, 1997년엔 415.6마력, 2004년에 517.1마력, 2008년에 615.7마력, 2014년에 706.8마력, 2016년에 750.1마력으로 지속적으로 증가한 것으로 나

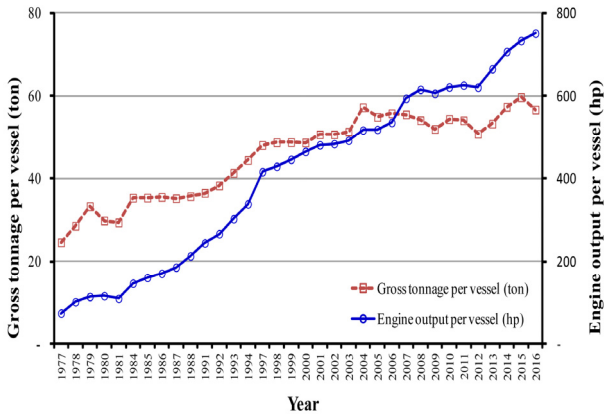


Fig. 1. Relationship between gross tonnage and engine output per vessel with the changes of the times in the offshore conger eel pot fishery.

타났다. 이러한 마력의 증가 추세는 조업구역이 연안해역에서 근해해역으로 확대되고 통발 사용 수량의 증가에 따라 기관 마력도 증가된 것으로 판단된다.

어구 및 사용량의 변화

근해장어통발어업에서 어획성능에 영향을 미칠 것으로 추정되는 시대별 통발 어구의 구조 및 재질의 변화 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 1960년대에 사용되었던 봉장어 통발은 Fig. 2의 (a)에서와 같이 무동력선이 면사망지

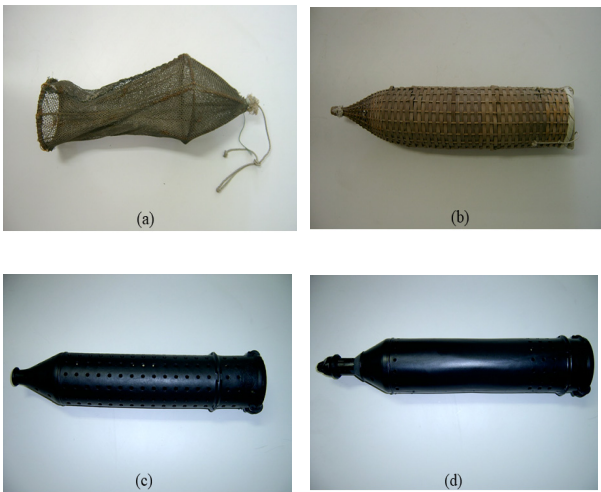


Fig. 2. Change of fishing gears in the offshore conger eel pot fishery from 1960s to 2010s, (a) 1960s, (b) 1970s, (c) 1990s, (d) 2000s.

로 된 통발을 모릿줄에 매달아서 조업하였으며, 통발의 전개는 2개의 대나무로 길이 방향 뺨침대로 사용하였고, 1970년대에는 대나무 통발과 면사망지 그물 재질 통발을 각각 사용하였으며, 대나무 통발은 Fig. 2의 (b)에서와 같이 직경이 15 cm, 길이가 62 cm이며, 제작은 길이가 62 cm 정도 되는 통대나무를 16~18개로 분리한 후 다른 대나무를 등글게 엮어서 만들었다. 면사망지 그물 통발의 구성은 굵기가 12 mm인 철사로 등글게 테를 만들고 직경이 4 mm인 철사 6가닥을 일정한 간격으로 용접하여 붙여 원형으로 만들고 그 위에다 그물감을 붙인 형태였다. 1980년대에는 통발의 재질로 대나무, 합성 섬유 그물망지 및 플라스틱 등을 각각 사용하였으며, 대나무 통발은 몇 년간 사용되었으나 플라스틱 통발이 개발되면서부터 사용이 급격하게 줄었고, 그물망을 씌운 스프링식 통발과 플라스틱 통발을 주로 사용하였다. 1990년대의 통발은 Fig. 2의 (c)에서와 같이 재질은 대나무 통발과 형태는 같으나 값이 싼 원료를 이용하여 기계적으로 제작하므로 값이 싸고 사용 기간도 길며 다루기도 편리하다는 장점 때문에 플라스틱 통발로 바뀌었다. 2000년부터는 Fig. 2의 (d)에서와 같이 플라스틱 통발을 대부분 사용하고 있으며, 통발과 모릿줄 연결하는 방식은 기존의 아릿줄에 통발을 직결하여 묶는 방식에서 슬라이드식 플라스틱 통발 개발과 더불어 모릿줄에 연결된 아릿줄에 고다리를 만들고 이 고다리에 통발의 집게 부분을 걸어주는 방식으로 변경되어 사용되고 있다. 그러나 이러한 통발 구조, 아릿줄 연결 방식의 변경, 양승 및 통발 분리 장치 등의 사용으로 통발 사용 개수는 법적 규정 수량을 초과하여 2015년부터는 일부 어선에서 16,000개까지도 사용하고 있다.

어로설비 및 항해계기의 변화

어획성능에 영향을 미칠 어로설비 및 항해계기의 변화는 Fig. 3과 같다. 1980년대 초반까지는 통발어구의 투·양승을 인력으로 하는 수동식 조업방식이었으나 최근에는 Fig. 3과 같은 어로설비의 개발로 자동화 조업방법이 도입되면서 양망시간 단축 및 생력화에 기여하였을 것으로 판단된다.

통발양승장치는 1975년까지는 개발되지 않아서 인력으로 양승하였으나 1980년대부터 수동식 양승장치가 개발되어 1990년까지 사용되었으며, 2000년부터는 슬

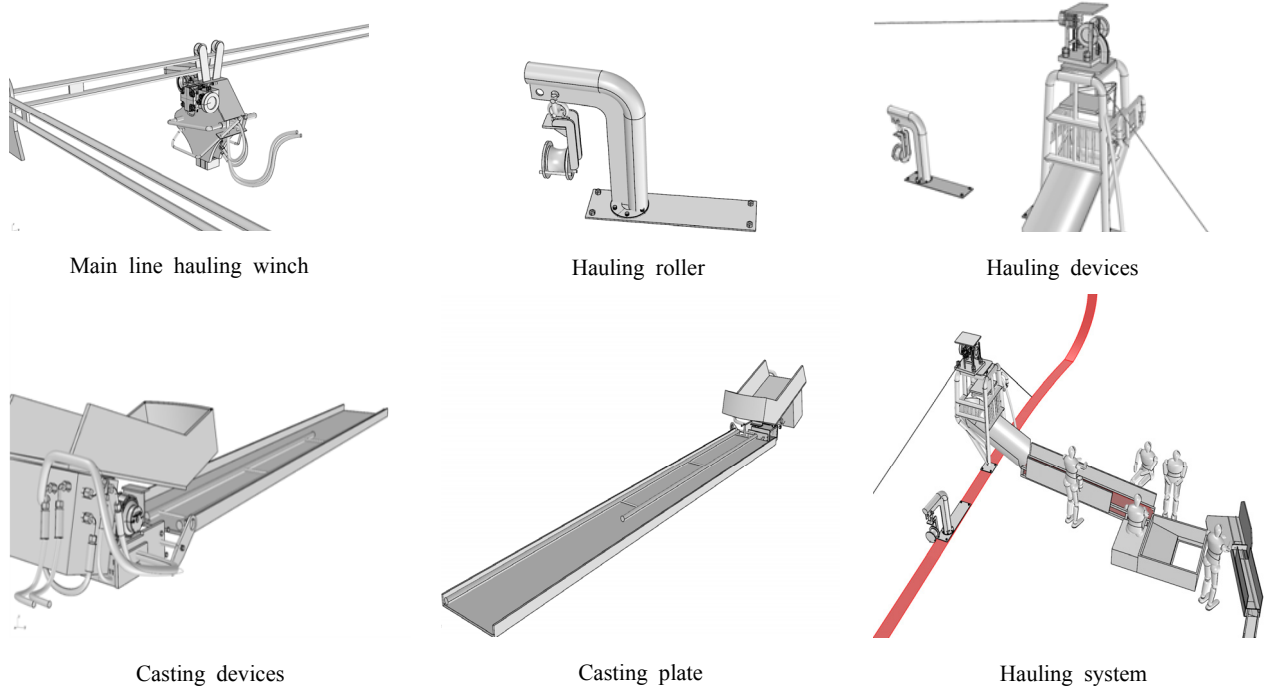


Fig. 3. Schematic of fishing equipments in the offshore conger eel pot fishery.

라이드식 플라스틱 통발의 개발과 더불어 통발자동분리 장치가 개발되어 기존의 조업방식에 비해 양망 시간 단축, 조업인력 및 노동력 절감을 통한 근해장어통발어업에서 자동화조업이 도입되어 현재까지 조업이 이루어지고 있다(Tongbal suhyup, 2014).

통발 운반·격납장치는 Fig. 4의 (a)에서와 같이 1995년대까지는 별도의 운반·격납장치 없이 아릿줄을 10개 정도의 단위로 묶어서 통발을 인력으로 운반 및 적재를 하였으나, 2000년부터는 컨베이어 형태의 통발 운반 및 격납 장치가 선박에 설치되어 조업인력 및 노동력의 절감을 이룰 수 있게 되었다(Tongbal suhyup, 2014).

통발 양승 롤러는 1975년까지는 개발되지 않아서 인력으로 양승하였으나 1980년대부터는 수동식 양승 롤러가 개발되어 현재까지도 수동으로 조업이 이루어지고 있다(Tongbal suhyup, 2014).

통발 투승 장치는 1990년대까지는 주로 인력에 의존해서 투승작업이 이루어져 왔으나 2000년대부터는 슬라이드식 플라스틱 통발 및 통발양승장치의 개발과 더불어 Fig. 4의 (b)에서와 같이 통발투승장치도 반자동식

이 도입되었으며 이로 인하여 투망시간 단축 및 조업 안전성 향상을 이룰 수 있었다(Tongbal suhyup, 2014).

어군탐지기는 여타 어업과 동일하게 1965~1975년까지는 흑백어군탐지기였으며 1980년대부터 현재까지 칼라어군탐지기가 사용되고 있으나, 근해장어통발어업에서는 타 어업에 대비하여 조업 중 어군탐지기의 어군기록 의존도가 낮은 실정으로 주로 조업어장의 수심 파악 등에 사용되고 있고, 해저 바닥에 통발어구를 투승하는 특성상



Fig. 4. The status of fishing equipments and fishing system in the offshore conger eel pot fishery. (a) carrying and loading devices, (b) casting devices.

어군탐지기의 활용도가 낮은 어업이라 할 수 있다.

항해계기의 변화에서 레이더는 1970~1990년까지는 일반레이더를 사용하였으나, 1995년부터는 알파레이더가 설치되어 현재까지 사용되고 있으며, 조업 시 선박의 항해안전, 선박 이동, 통발 투승 시의 항적 파악 등에 중요하게 활용되고 있다.

어획성능지수의 변화

근해장어통발어선의 어획성능에 영향을 줄 것으로 판단되는 연도별 조사항목별 조사결과는 Table 1과 같다. Table 1에서 어선 척당 톤수는 국가통계포털의 전체 톤수를 어선척수로 나눈 값을 척당 톤수로 이용하였으며, 조업해역이 근해해역으로 확대됨에 따라 85톤까지 지속적으로 증가하였다. 선박의 기관 마력도 1965년 215마력이었던 것이 1980년 600마력, 1990~1995년에는 900마력, 2000~2010년 1,000마력, 2015년에는 1,300마력으로

크게 증대되었다.

통발 구조는 1960년대에는 철테에 면사를 씌운 망지통발이었으나 최근에는 자동적으로 분리가 가능한 슬라이드 플라스틱 통발이 사용되고 있으며, 어구의 사용수량은 1960년 110개이었던 것이 2010년부터는 15,000개까지 사용량이 크게 증대되었다. 통발양승장치는 1975년까지는 인력으로 양승하였으나 현재에는 통발자동분리장치가 개발되었으며, 통발 운반·격납장치도 1995년대까지는 통발을 인력으로 운반 및 적재를 하였으나, 2000년부터는 컨베이어 형태의 통발 운반·격납장치가 개발되어 사용하고 있다. 통발투승기도 1990년대까지는 인력에 의존해서 수동으로 투승작업이 이루어져 왔으나 2000년대부터 통발투승기가 개발되어 고다리에 통발의 집게 부분을 걸어주는 방식으로 사용되고 있다.

Table 1의 연도별 조사항목별 변화를 1980년을 1.0이라고 하였을 때, 그 상대적인 값은 Table 2와 같이 나타났

Table 1. Summary of survey items at interval of five year in the offshore conger eel pot fishery

Items	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Number of pot	110	1,500	2,500	3,000	7,000	7,000	12,000	12,000	13,000	15,000	15,000	16,000
Hauling devices	-	-	-	-	manual	manual	manual	manual	auto matic	auto matic	auto matic	auto matic
Gross tonnage per vessel	12	12	29	30	49	49	50	69	69	69	77	85
Material	cotton yarn	cotton yarn	cotton yarn, Net	bamboo	bamboo, net, plastic	plastic	plastic	plastic	plastic (slide type)	plastic (slide type)	plastic (slide type)	plastic (slide type)
Casting devices	-	-	-	-	-	-	-	-	auto matic	auto matic	auto matic	auto matic
Fish finder	-	b/w	b/w	b/w	colour	colour	colour	colour	colour	colour	colour	colour
Main line hauler	-	-	-	-	manual	manual	manual	manual	manual	manual	manual	manual
Engine output per vessel (hp)	-	215	315	450	600	750	900	900	1,000	1,000	1,100	1,300
Radar	-	-	radar	radar	radar	radar	radar	ARPA	ARPA	ARPA	ARPA	ARPA
Carrying and loading devices	-	-	-	-	-	-	-	-	auto matic	auto matic	auto matic	auto matic

Table 2. Relative ratio of survey item in five years interval by 1980 standard

Item	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Influence rate (%)
Number of pot	0.0	0.2	0.4	0.4	1.0	1.0	1.7	1.7	1.9	2.1	2.1	2.3	26.6
Hauling devices	0.1	0.1	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.9	1.9	1.9	1.9	16.1
Gross tonnage per vessel	0.2	0.2	0.6	0.6	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7	10.5
Material	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	1.7	2.4	2.4	3.1	3.1	3.1	3.1	8.9
Casting devices	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	7.4
Fish finder	0.3	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	7.3
Main line hauler	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.9
Engine output per vessel (hp)	0.0	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.5	1.7	1.7	1.8	2.2	6.3
Radar	0.2	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	5.7
Carrying and loading devices	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.6	1.6	1.6	4.3

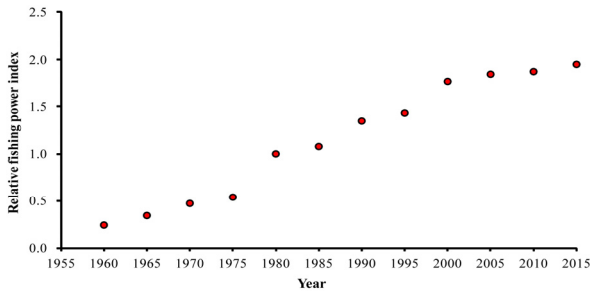


Fig. 5. Change of relative fishing power index in the offshore conger eel pot fishery.

며, 정성적인 항목에 대하여 근해장어통발어업에 종사중이거나 경험이 있는 선장 및 선주 23명의 청취조사에서 통발자동분리장치, 통발 구조, 통발 운반·격납장치, 모릿줄 양승롤러, 통발투승기, GPS 플로터, 레이더, 어군탐지기 등 각각의 어로설비 및 항해계기의 사용에 따른 어획성능 향상에 대한 응답은 각각 통발자동분리장치(89.2%), 통발 구조(71.2%), 통발 운반·격납장치 (63.6%), 모릿줄 양승롤러(76.5%), 통발투승기(76.7%), GPS 플로터(71.8%), 레이더 (75.9%), 어군탐지기(34.6%)로 조사되었다.

또한, 각 항목이 어획성능에 미치는 영향력(반영비율)도 근해장어통발어업에 종사 중인 선장과 선주의 설문조사 결과 Table 2와 같이 통발 사용수량, 통발자동분리장치, 톤수, 통발 구조, 통발 투승기, 어군탐지기, 모릿줄 양승 롤러, 기관 마력, 레이더, 통발 운반·격납장치에 대하여 각각 26.6%, 16.1%, 10.5%, 8.9%, 7.4%, 7.3%, 6.9%, 6.3%, 5.7%, 4.3%로 조사되었다.

Table 2의 결과를 이용하여 근해장어통발어선의 어획성능지수의 변화는 Fig. 5와 같이 조사되었다. 1980년대의 1.0에 대하여 1960년부터 1975년까지는 0.2~0.5로 기준연도에 비하여 낮게 추정되었다. 그리고 1985년에는 1.1, 1990~1995년에는 1.3~1.4의 범위로 완만하게 증가하였으나, 근해장어통발어업에서 통발자동화 조업이 부분적으로 이루어지기 시작한 2000년도부터는 1.8로 다소 큰 폭으로 증가하였으며, 2010년에는 1.9, 2015년부터는 기관 마력과 통발 사용수량의 증대에 따라 2.0까지 증가한 것을 확인할 수 있었다.

이 연구와 동일하게 어획성능을 추정된 어업에서 각각 1980년대를 1.0이라고 한 경우, 붉은대게통발어업과 참조기유자망어업에서 2010년에 각각 2.2, 1.9를 나타내어 근해장어통발어업과 비슷하였으나 대형선망어업과

동해구 중형트롤에서는 각각 1.6, 1.6을 나타내어 다소 낮게 나타났고, 근해대형트롤어업과 오징어채낚기어업에서는 각각 2.5, 2.5로 나타나 근해장어통발어업에 비하여 높게 나타났다.

Fitzpatrick (1996)의 보고에 의하면 통발어선에서 어획성능지수(technology co-efficient)를 1980년을 1.0이라 하였을 때, 1965년 0.3, 1995년 1.4로 보고되었다. 그러나 우리나라와 달리 유럽은 선박의 톤수를 길이 기준으로 사용하고 있으므로 Fitzpatrick (1996)의 어획성능지수와 비교하기 위하여 1980년대 근해통발어선의 톤수와 길이(등록장)를 파악한 결과, 44.0±25.3 ton, 길이 20.1±3.8 m이었다(Oh et al, 2017). 이 연구에서 길이 20.1 m 근해통발어선에서 1980년을 1.0이라 하였을 경우, 1990년은 1.4, 2000년은 1.8, 2010년은 1.9로 조사되어 Fitzpatrick (1996)의 10 m 통발어선의 1995년 어획성능지수 1.4와 유사한 값을 나타내었다.

근해장어통발어업은 1995년부터 선박의 톤수 및 기관 마력이 지속적으로 증가함에 따라 조업구역 확대, 통발 사용 수량 및 봉장어 어획량은 지속적으로 증가하였다.

현재 근해장어통발어업의 일부 어선에서는 법적 규정수량인 10,000개보다 많은 통발을 사용하고 있으며, 어획성능 분석 결과에서도 통발 사용 수량이 어획성능지수에 가장 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으므로 지속적이고 효율적인 자원관리를 위해서는 법적 규정수량 사용의 준수가 필요하다고 판단된다. 또한 선원들의 어로작업 중 노동 강도 측면에서도 통발의 법적 수량 초과 사용으로 인하여 투승작업에 소요되는 시간이 7~8시간, 양승작업에 소요되는 시간은 어획물의 과다 및 장애물 유무에 따라 7~12시간 정도 소요되고 있으며, 미끼 분쇄 작업, 어획물 이송 작업 등의 어로작업 시간까지 감안할 때 선원들의 노동 강도는 매우 높은 실정이다. 이러한 선원들의 노동 강도 저감을 위해서는 법적 규정수량 사용 및 어로시스템의 생력화 구축이 필요하다.

따라서 봉장어 자원의 적정관리와 지속 가능한 어업을 위해서는 통발 사용 수량 등 어획성능에 영향을 미치는 항목의 보완 및 정량화한 자료를 바탕으로 어획성능을 적정하게 관리할 필요가 있다고 판단된다.

결론

이 연구는 근해장어통발어업에서 적절한 어획노력당

산출을 위한 기초자료를 얻기 위하여 어선, 어구, 어로설비 및 항해계기 발달에 따른 어획성능지수의 변화에 대하여 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

근해장어통발어선은 1960년대부터 소규모로 조업하기 시작하였는데, 1965년에 총톤수는 12톤에서 통발 사용수량 증가 및 조업해역이 근해해역으로 확대됨에 따라 선박의 톤수는 85톤까지 지속적으로 증가하였다. 선박의 기관 마력도 1965년 215마력이었던 것이 1980년 600마력, 1990년 900마력, 2000년 1,000마력, 2015년 1,300마력으로 큰 폭으로 증대되었다. 봉장이 통발 구조는 1960년대에는 철테에 면사를 씌운 망지통발이었으나, 최근에는 분리형 슬라이드 플라스틱 통발을 사용하고 있으며, 어구의 사용수량은 1960년 110개이었던 것이 1965년 1,500개, 1975년에는 3,000개, 1985년 7,000개, 1990년 12,000개, 2015년 16,000개까지 사용량이 크게 증대되었다. 통발 양승작업은 1975년까지는 인력으로 양승하였으나 1980년대부터 수동식 양승 롤러가 개발되었으며, 통발 투승작업도 1990년대까지는 주로 인력에 의존해서 투승작업이 이루어져 왔으나 2000년대부터 슬라이드식 플라스틱 통발 및 통발자동분리장치의 개발로 양승작업과 투승작업에 자동화시스템이 도입되면서 조업시간 단축과 인력절감이 이루어졌다.

각 항목이 어획성능에 미치는 영향력(반영비율)은 근해장어통발어업에 종사 중인 선장 및 선주에 대한 설문 조사를 통하여 얻은 결과를 대입한 결과, 근해장어통발어업에서 어획성능지수는 1980년을 1.0이라 하였을 경우, 1960년부터 1975년까지는 0.2~0.5, 1985년 1.1, 1990~1995년 1.3~1.4이었으나, 자동화 조업이 시작된 2000년도부터는 1.8로 다소 큰 폭으로 증가하였으며, 2015년부터는 기관 마력과 통발 사용수량의 증대에 따라 2.0으로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 어획성능의 변화를 적절히 관리한다면 합리적인 어업자원 관리에 기여할 것으로 생각된다.

사 사

이 연구는 2020년도 국립수산물연구원 수산과학연구소(R2020022)의 일환으로 수행되었습니다.

References

Fitzpatrick J. 1996. Technology and fisheries legislation In:

- Precautionary approach to fisheries FAO fisheries technical paper 350, Part 2, FAO, Flome, 191-199.
- Ha JS, Kim YH and Jang CS. 1990. Mechanization of fishing operation on the sea eel pots. Bull Kor Fish Tech Soc 26, 45-50.
- Jang CS. 1987. Relationship between the body dimension of sea eel, *Astroconger myriaster* and the mesh size of fishing gears. Bull Kor Fish Tech Soc 23, 184-188.
- Jang CS, Park BS, Lee MK. 1992. Relationship between the Body Dimension Sea Eel, *Astroconger myriaster* and the mesh size of fishing gears II. Bull Kor Fish Tech Soc 28, 380-384.
- Jeong TY and Lee YW. 2019. Change of relative fishing power index from technological development in the Danish seine fishery. J Korean Soc Fish Technol 55, 363-371. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2019.55.4.363>.
- Jung YG, Park YG and Yoo KB. 1998. A study on automatic operating system for the sea eel pots from main line. Bull Kor Fish Tech Soc 34, 139-143.
- Jung YG, Kim YH and Yoo KB. 2000. Development of automatic operating system for the sea eel pots fisheries (I) -Coupling device for sea eel pot and separating system-. Bull Kor Fish Tech Soc 36, 126-131.
- Kim DA and Ko KS. 1987a. Fishing mechanism of pots and their modification 1. behavior of conger eel, *Astroconger myriaster*, to the bamboo and plastic pots. Bull Kor Fish Soc 20, 341-347.
- Kim DA and Ko KS. 1987b. Fishing mechanism of pots and their modification 2. behavior of crab, *Charybdis japonica*, to net pots. Bull Kor Fish Soc 20, 348-354.
- Kim DA and Ko KS. 1990c. Fishing mechanism of pots and their modification 3. behavior of conger eel, *Astroconger myriaster*, to net pots. Bull Kor Fish Soc 23, 238-244.
- Kim DA and Ko KS. 1990d. Fishing mechanism of pots and their modification 4. An experiment for modifying the pot for crab, *Charybdis japonica*. Bull Kor Fish Soc 23, 310-314.
- Kim DA and Ko KS. 1990e. Fishing mechanism of pots and their modification 5. An experiment for modifying the pot for conger eel, *Astroconger myriaster*. Bull Kor Fish Soc 23, 310-314.
- Kim PK, Lee KH, Kim DH, Lee GH, An HC, Kim SH and Yang YS. 2015. Estimation of fishing power and fishing

- capacity on coastal stow net fishery in the Korean waters. *J Korean Soc Fish Technol* 51, 583-591. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.4.583>.
- Ministry of Ocean and fisheries (MOF). 2003. Research on the standardization of fishing effort and the appropriate scale of fishing gear. MOF technical paper. 1-347.
- Ministry of Ocean and fisheries (MOF). 2018. Statistical yearbook of oceans and fisheries. Summary table of fishery and fishing method Information management teamed Uno design, Seoul, Korea. 184-185.
- Ministry of Ocean and fisheries (MOF). 2019. Fisheries statistics in fisheries information service. Retrieved from <http://www.mof.go.kr/statPortal/cate/statView.do>. Accessed 7 Sep 2019.
- Oh TY, Seo YI, Hwang Ks, Cha HK, Jo HS, Hwang BK, Kim SJ and Lee YW. 2017. Change of relative fishing power index by technological development in the offshore red snow crab trap fishery. *J Fish Mar Sci Edu* 29,1640-1647. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.4.1640>.
- Oh TY, Seo YI, Hwang Ks, Cha HK, Jo HS, An YS and Lee YW. 2018. Change of fishing power index by technological development in the offshore squid jigging fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 54, 224-230. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2018.54.3.224>.
- 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.
- Seo YI, Hwang KS, Cha HK, Oh TY, Jo HS, Kim BY, Ryu KJ and Lee YW. 2017. Change of relative fishing power index from technological development in the offshore large powered purse seine fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 53, 12-18. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.1.012>.
- Seo YI, Oh TY, Cha HK, Kim BY, Cho HS, Jeong TY and Lee YW. 2019. Change of relative fishing power index from technological development in the small yellow croaker drift gillnet fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 55, 198-205. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2019.55.3.198>.
- Tongbal suhyup. 2014. 30 years history of the offshore pot fishery. 51-56, 181-192, 202-217.
- Youm MG. 1991. Catching rate of trap due to the various baits. *Bull Kor Fish. Tech. Soc* 27, 232-237.
-
2020. 01. 10 Received
2020. 02. 06 Revised
2020. 02. 10 Accepted