

서해안 근해형망 어업의 혼획저감 방안

김석태* · 김현영¹

국립수산과학원 서해수산연구소 기후환경자원과 연구사, ¹국립수산과학원 수산공학과 연구관

Bycatch reduction plan of offshore dredge in the western sea, Korea

Sug-Tai Kim* and Hyun-Young Kim¹

Researcher, Environment and Fisheries Resources Research Division, West Sea Fisheries Research Institute, NIFS, Incheon 22383, Korea

¹Researcher, Division of Fisheries Engineering, NIFS, Busan 46083, Korea

This study aimed to identify the actual catch situation of offshore dredge gear which is newly regulated in the legislation. It's also conducted to identify the species composition, weight of the catch including the target species and incidental catches, and to provide the basic information necessary for the resource management of aquatic organisms caught by offshore dredge. During the investigation period (from September 2022 to May 2023), a total of 61 species appeared in the test operation sea of Boryeong, Chungcheongnam-do and Gunsan, Jeollabuk-do, with 31 species of fishes, 11 species of malacostraca, six species of gastropoda, five species of bivalvia, three species of cephalopoda, three species of asteroidea, one species each of asteroidea and holothuroidea appeared. According to the results of the test operation conducted in September and November 2022, the non-catch season of *Atrina (Servatrina) pectinata*, 1,203 shellfishes were caught out of 2,979 caught in number, showing a bycatch rate of 59.6%, and by weight, 157.9 kg of shellfish was caught out of the total catch of 448.4 kg, showing a bycatch rate of 64.8%. On the other hand, in February and May 2023, the catch season for *Atrina (Servatrina) pectinata*, 3,692 fishells were caught out of the 4,232 catches in total, showing a bycatch rate of 12.8%, and by weight, 1,185.0 kg of shellfish was caught out of the total catch of 1,293.2 kg, showing an 8.3% bycatch rate.

Keywords: Offshore dredge, Bycatch rate, *Atrina (Servatrina) pectinata*

서론

「수산업법」 제3장 제24조에서는 근해형망 어업을 1척의 동력어선으로 형망을 사용하여 패류를 포획하는 어업으로 정의하고 있으며, 동법 시행령 별표2와 별표3에서 해당 어업에서 사용되는 어구, 목표어종 및 혼획

허용 범위에 대하여 규정하고 있다(MGL, 2023). 먼저 근해형망 어구는 일정한 모양의 고정틀과 자루그물로 구성되며 자루그물은 고정틀에 직접 부착되어 있고 고정틀 밑면에는 일정 간격의 갈퀴가 부착된 어구로 규정되어 있다. 그리고 근해형망 어업의 목표어종을 패류로

Received 18 October 2023; Revised 13 November 2023; Accepted 27 November 2023

*Corresponding author: kst0317@korea.kr, Tel: +82-32-745-0631, Fax: +82-32-745-0619

Copyright © 2023 The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology

제한하고 있으며, 비목표어종의 혼획 허용 범위를 10%로 제한하고 혼획저감장치를 사용하도록 규정하고 있다. 그러나 현행 법령상의 근해형망 어구는 자루그물 밑판이 파손되고, 무거운 무게로 인한 안전사고 발생 가능성 등에 대한 우려로 어민들로부터 어구에 대한 개선 요구가 지속되어 왔다. 이에 따라 해양수산부에서는 어업 규제완화 시범사업의 일환으로 변형된 근해형망 어구의 사용을 허용하고 있다(MOF, 2023). 변형된 근해형망 어구의 주요 특징을 살펴보면, 자루그물의 하부가 고정틀의 밑면에서 12 m 이내로 떨어질 수 있고, 하부 자루그물의 앞쪽에 30 m 이하의 발줄을 사용할 수 있으며, 기간에 따라 고정틀과 하부 자루그물 사이에 2~3개의 체인을 사용할 수 있도록 하였다.

근해형망 조업은 12~5월까지의 키조개를 주 포획 대상으로 하고 있으며, 8~11월까지의 피빨고둥, 피조개 등을 대상으로 조업이 이루어지고 있다. 2022년 기준 근해형망 어업의 등록 건수는 총 42건이며, 전라북도와 충청남도가 각각 25건, 13건으로 대부분을 차지하고 있다(KOSIS, 2023).

근해형망어업의 주대상어종인 키조개(*Atrina (Servatrina) pectinata*)는 분류학적으로 연체동물문(Phylum Mollusca), 이매패강(Class Bivalvia), 홍합목(Order Mytiloidea), 키조개과(Family Pinnidae)에 속하는 대형 패류이다. 키조개의 분포는 우리나라, 일본, 대만, 인도, 태평양 연안에 걸친 광범위한 해역이며, 우리나라에서는 남해안의 가막만, 여자만, 득량만 연안, 남해도 연안과 서해안의 충남연안, 위도근해, 인천의 선감도 근해 등지에서 많이 서식하고 있으며, 주된 서식수층은 조하대의 얇은 바다부터 수심 40 m의 깊은 곳까지 널리 분포한다(Sohn, 2003).

형망어업의 실태 및 관리에 관한 선행연구로는 Cho (1997), Park and Kim (2000), Kim and Jo (2001), Kim et al. (2005), An et al. (2014, 2015), Yoon et al. (2014), Hong et al. (2016) 등을 통해 형망어구의 어획선택성 및 어획물의 종조성 등에 대한 연구, Park et al. (2019)에 의한 형망어선의 개량 연구가 이루어졌으며, Sohn (2003), Choi et al. (2017)은 키조개 등 패류의 어장분포와 생태학적 특성 및 자원관리 방안 연구를 수행하였다. 특히, Choi (2017)는 전라북도에서 행해지는 형망어업의 실태 조사를 수행한 바 있다. 그러나, 해당 연구에서는 시험조업이 6~9월에 이루어진 관계로 현재 형망어업

의 주어획어종인 키조개 어획시기에 대한 조사가 미미하다는 한계점을 가지고 있다. 또한 어업 규제완화 시범사업에서 규정된 근해형망 어구는 새로이 규정된 것이므로 해당 어구를 이용시 어획강도, 혼획률 등을 조사하는 것은 자원관리를 위한 기초 자료의 확보에 의미가 있는 것으로 판단된다.

따라서, 이 연구에서는 충청남도 보령, 전라북도 군산 연안에서 행해지는 근해형망 어업의 실태조사를 통해 근해형망 어구에 어획되는 생물의 종조성과 어획실태 그리고 혼획저감장치 부착시 혼획률의 변화에 관한 연구를 통해 수산생물들의 자원관리 연구에 필요한 기초 자료를 제공하기 위한 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

시험어구

본 연구에 사용된 어구는 해양수산부 어업 규제완화 시범사업 공고문에 규정된 내용을 참고하여 제작하였다(MOF, 2023). 어구의 앞쪽에 위치하는 형틀은 어업인들이 실제 사용하는 크기(가로 8 m × 높이 0.8 m)를 사용하였다. 고정틀과 자루그물의 윗그물은 연결되어 있고 아래쪽은 분리되어 있으며, 아래쪽 자루그물의 밑판에는 길이 30 m의 발줄을 설치하였다. 또한, 고정틀과 자루그물 사이에는 지름 9 mm의 체인을 설치하였다. 9월과 11월에는 2가닥의 체인을 설치하였고, 키조개 어획 시기인 2월과 5월에는 3가닥의 체인을 설치하여 시험조업을 수행하였다. 자루그물은 PE 120합사 망목 57 mm를 끝자루는 PE 240합사 망목 57 mm 망지를 사용하여 제작하였다. 혼획 저감장치는 2종을 제작하였다. 첫 번째 혼획저감장치는 경사그물과 탈출구로 구성하였다. 탈출구는 끝자루 연결부위에서 입구쪽으로 7 m 떨어진 곳에 위치하며, 각 변의 길이가 0.87 m인 삼각형 모양을 가지도록 제작되었다. 경사그물은 PE 240합사 망목 500 mm 망지를 이용하여 제작하고 밑판에서 등판쪽으로 상향 경사지도록 하여 탈출구의 아래쪽으로 연결되도록 설치하였다. 두 번째 혼획저감장치는 경사그물 없이 탈출구만으로 구성되며, 끝자루 연결부위에서 입구쪽으로 7 m 떨어진 위치에 각변의 길이가 1.5 m인 삼각형 모양으로 제작하여 설치하였다. 이러한 형상은 어업인들이 폐통발 등 해양쓰레기가 어구로 유입될 경우 경사그물이 있을 경우 쓰레기들이 여기에 걸리게 되므로 어로할

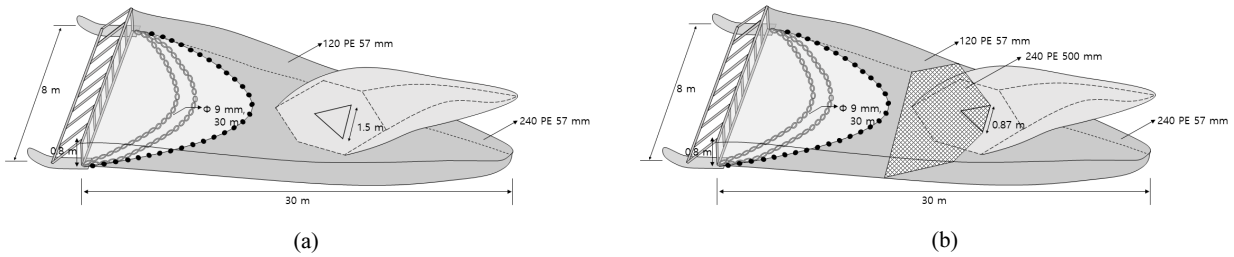


Fig. 1. Schematic diagram of experimental dredge nets. a, Dredge net with the original bycatch reduction device; b, Dredge net with the changed bycatch reduction device.

동에 많은 불편함을 초래한다고 주장하여 고려된 것이다. 그러나 단순히 경사그물만 제거할 경우 혼획저감효과가 줄어들 수 있으므로 경사그물을 제거하는 대신 탈출구의 크기는 증가시켜 혼획저감효과에 변화가 있는지 확인하기 위한 것이다. 각 시험어구의 탈출구에는 덮그물을 부착하여 탈출구로 빠져나가는 어획물을 수집할 수 있도록 하였다(Fig. 1).

시험조업 및 어획물 측정

근해형망의 어획 조사는 2022년 9월부터 2023년 5월에 걸쳐 전북 군산 및 충남 서천 인근 해역에서 수행하였다(Fig. 2). 2022년 전라북도 군산 소재의 근해형망 어선 A와 B호를 이용하여, 9월 28일 각 어선당 2회씩, 11월 3일 각 어선당 3회씩 투·양망을 수행하였다. 2023년의 경우 2월 22일 충청남도 서천에서는 근해형망 어선 C와 D호를 용선하여 각 어선당 4회씩 투·양망을 수행하였으

며, 5월 11일 전라북도 군산에서는 E와 F호를 용선하여 각 어선당 3회씩 투·양망을 수행하였다.

시험조업시 예망시간은 약 1시간, 예망속력은 약 4.5 노트, 끌줄길이는 270 m로 하였다. 시험방법은 두 종류의 어구를 나누어 2척의 어선 선미에 적재한 후 어장에 도착하면 2척의 선박에서 동시에 선미에서 시험어구를 투망하고 예망시간이 경과하면 동시에 우현측에서 양망하였다. 예망은 시험어구의 형틀 양현측과 연결된 끌줄 2줄을 내어 선미에서 예망하였고, 양망 후 자루그물과 덮그물에 어획된 어획물을 조사하였다. 어획물 조사는 조업현장에서 시험어구 종류 및 조업 차수별로 어획물을 분리 및 구분한 후 어획물 종류별로 측정하였다. 종의 동정은 국립수산물과학원 수산생명자원센터의 생물종검색 서비스를 이용하여 종 단위까지 분류하였다(NIFS, 2023). 개체 측정은 어획물의 종류에 따라 그에 맞게 측정하였다. 어류의 경우 체장(Total length: TL) 및 습중량(Total weight: TW)을 측정하였으며, 목표 어종인 패류에 대해서는 각고(Shell height: SH)와 습중량을 측정하고 특히 주 관심어종인 키조개에 대해서는 각장(Shell length: SL) · 각고 · 각폭(Shell width: SW)과 습중량을 측정하였다. 다만, 불가사리의 경우 별불가사리, 아무르불가사리, 검은 불가사리가 같이 어획되었으나 상업적 가치가 없는 것으로 판단하여 측정을 수행하지는 않았다.

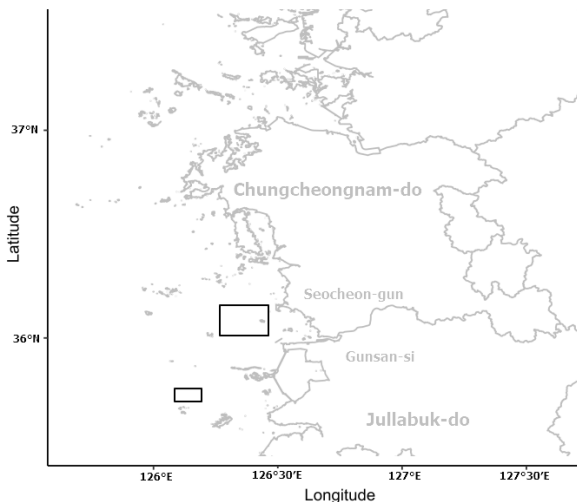


Fig. 2. Location of the test operations in the western sea of Korea.

혼획률 및 혼획저감장치 성능 분석

근해형망의 목표어종은 패류로 제한되어 있어 어로활동 시 목표어종이 어느 정도의 비중으로 어획되는지는 매우 중요한 요소이다. 본 연구에서는 이대패류와 복족류를 목표어종인 패류로 분류하였고 그 외의 종들은 혼획으로 하여 조사 및 분석을 수행하였다.

근해형망의 주대상어종은 키조개이다. 이에 따라 어획물의 종조성은 키조개 어획시기와 비어획시기로 구분하여 분석을 수행하였다. 9월과 11월에 수행된 시험조업의 경우 키조개는 어획되지 않아 2월과 5월에 수행된 시험조업을 통해 어획된 키조개의 각고, 각장, 각폭 및 무게에 대한 조성을 분석하였다. 혼획저감장치 성능 분석을 위해서는 목표어종인 패류가 덮그물을 통해 탈출한 비율을 식 (1)과 같이 어획 손실률로 정의하고, 전체 어획물 중 비목표어종 어획물이 탈출구로 탈출한 비율을 식 (2)와 같이 탈출률로 정의한 후 혼획저감장치 두 종류의 성능을 분석하였다.

$$L = Vs/(Cs+Vs) \times 100 \quad (1)$$

여기서, L은 목표어종인 패류의 어획 손실률, Cs는 자루그물에 어획된 패류의 어획량, Vs는 덮그물에 어획된 패류의 어획량이다.

$$E = Vo/(Ct+Vt) \times 100 \quad (2)$$

여기서, E는 비목표어종의 탈출률, Ct는 자루그물에 어획된 전체 어획량, Vt는 덮그물에 어획된 전체 어획량, Vo는 덮그물에 어획된 비목표어종의 어획량이다.

결 과

어획물의 종조성

조사 기간 동안 충남 보령, 전북 군산의 시험조업 해역에서 출현한 저서동물은 총 61종으로 어류가 31종으로 가장 많았고, 갑각류 1종, 복족류 6종, 이매패류 5종, 두족류 3종, 불가사리류 3종, 성게류와 해삼류가 각각 1종이 어획되었다(Table 1).

분류군별 개체수 비율을 보면, 이매패류 및 복족류가 각각 49.1%, 18.8%로 목표어종인 패류는 67.9%를 차지하였고, 다음으로 갑각류 13.4%, 두족류 10.3%, 어류 8.4% 등으로 나타났다. 중량 비율에서도 목표어종인 이매패류 및 복족류가 각각 67.8%, 9.3%로 전체 중량의 77.1%를 차지하였으며, 다음으로 갑각류 9.7%, 어류 7.9%, 두족류 5.3% 등으로 나타났다(Table 2).

어종별 어획 구성을 살펴보면, 개체수 기준으로 키조

Table 1. Species composition of the catches collected by offshore-dredge in the western sea of Korea

Phylum	Class	Number of Species
Mollusca	Bivalvia	5
	Gastropoda	6
Arthropoda	Cephalopoda	3
	Malacostraca	11
Chordata	Fishes	31
	Echinoidea	1
Enchinodermata	Holothuroidea	1
	Asteroidea	3

Table 2. Species composition of the catches collected by offshore dredge in the western sea of Korea

Species Scientific Name	N	N (%)	W	W (%)
Bivalvia	3,540	49.1	1,180,171	67.8
<i>Atrina pectinata</i>	3,288	45.6	1,158,968	66.5
<i>Scapharca broughtonii</i>	102	1.4	11,021	0.6
<i>Solecurtus divaricatus</i>	138	1.9	8,162	0.5
<i>Crassostrea gigas</i>	10	0.1	1,880	0.1
<i>Dosinia japonica</i>	2	0.0	140	0.0
Gastropoda	1,355	18.8	162,700	9.3
<i>Rapana venosa</i>	926	12.8	140,790	8.1
<i>Neptunea cumingii</i>	69	1.0	4,846	0.3
<i>Neverita didyma</i>	297	4.1	14,543	0.8
<i>Phalium flammiferum</i>	9	0.1	150	0.0
<i>Glossaulax didyma ampla</i>	51	0.7	2,275	0.1
<i>Cryptonatica andoi</i>	3	0.0	96	0.0

Table 2. Continued

Species Scientific Name	N	N (%)	W	W (%)
Malacostraca	963	13.4	169031	9.7
<i>Portunus trituberculatus</i>	826	11.5	165,110	9.5
<i>Penaeus chinensis</i>	34	0.5	2,075	0.1
<i>Charybdis japonica</i>	7	0.1	470	0.0
<i>Oratosquilla oratoria</i>	19	0.3	485	0.0
<i>Enoplolambrus validus</i>	23	0.3	360	0.0
<i>Romaleon gibbosulum</i>	20	0.3	410	0.0
<i>Paradorippe granulata</i>	25	0.3	110	0.0
<i>Charybdis (Gonioneptunus) bimaculata</i>	6	0.1	8	0.0
<i>Pinnotheres pholadis</i>	1	0.0	1	0.0
<i>Echinoecus pentagonus</i>	1	0.0	1	0.0
<i>Arcania undecimspinosa</i>	1	0.0	1	0.0
Cephalopoda	746	10.3	92125	5.3
<i>Sepia esculenta</i>	482	6.7	64,580	3.7
<i>Amphioctopus fangsiao</i>	257	3.6	25,545	1.5
<i>Octopus minor</i>	7	0.1	2,000	0.1
Fishes	602	8.4	137406	7.9
<i>Coilia nasus</i>	1	0.0	20	0.0
<i>Platycephalus indicus</i>	71	1.0	14,685	0.8
<i>Saurida macrolepis</i>	2	0.0	690	0.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	5	0.1	1,445	0.1
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	87	1.2	7,700	0.4
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1	0.0	235	0.0
<i>Pennahia argentata</i>	17	0.2	1,325	0.1
<i>Liparis tanakae</i>	9	0.1	1,425	0.1
<i>Pagrus major</i>	3	0.0	135	0.0
<i>Takifugu poecilonotus</i>	7	0.1	1,100	0.1
<i>Uranoscopus japonicus</i>	1	0.0	250	0.0
<i>Lophius litulon</i>	48	0.7	22,945	1.3
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	66	0.9	9,350	0.5
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	36	0.5	8,595	0.5
<i>Kareius bicoloratus</i>	19	0.3	2,620	0.2
<i>Paralichthys olivaceus</i>	26	0.4	36,570	2.1
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	143	2.0	16,640	1.0
<i>Cynoglossus robustus</i>	5	0.1	385	0.0
<i>Paraplagusia japonica</i>	18	0.2	2,200	0.1
<i>Callionymus beniteguri</i>	6	0.1	140	0.0
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	3	0.0	130	0.0
<i>Myersina filifer</i>	1	0.0	1	0.0
<i>Zoarces gillii</i>	3	0.0	840	0.0
<i>Ammodytes personatus</i>	1	0.0	10	0.0
<i>Collichthys lucidus</i>	2	0.0	30	0.0
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	1	0.0	50	0.0
<i>Liparis chefuensis</i>	1	0.0	10	0.0
<i>Scomber japonicus</i>	1	0.0	60	0.0
<i>Minous monodactylus</i>	2	0.0	290	0.0
<i>Okamejei kenojei</i>	8	0.1	4,545	0.3
<i>Dasyatis akajei</i>	8	0.1	2,985	0.2
Echinoidea	2	0.0	20	0.0
<i>Echinoidea</i>	2	0.0	20	0.0
Holothuroidea	1	0.0	170	0.0
<i>Stichopus japonicus (Selenka)</i>	1	0.0	170	0.0

* N and W represent the number of individuals and biomass in gram.

개 3,288개체, 피빨고둥 926개체, 꽃게 826개체 순으로 어획되었고, 중량 기준으로는 키조개 1,159 kg, 꽃게 165 kg, 피빨고둥 141 kg 순으로 어획되었다.

조업시기별 주요 우점종

시기별 출현 양상을 살펴보면, 2022년 9월에는 갑각류 426개체 99 kg, 어류 339개체 47 kg, 두족류 298개

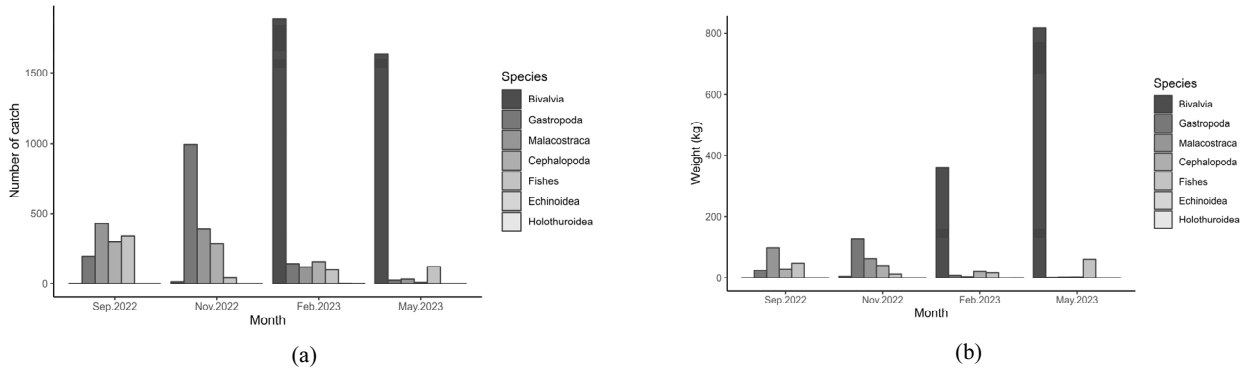


Fig. 3. Composition of catches collected by offshore dredge. a, Population composition; b, Weight composition.

체 29 kg, 이매패류 1개체 0.3 kg, 복족류 194개체 25 kg이 어획되었으며, 어종은 꽃게 99 kg, 참갑오징어 27 kg 순으로 어획되었다. 2022년 11월에는 이매패류 13개체 5 kg, 복족류 995개체 128 kg, 갑각류 389개체 64 kg, 두족류 285개체 40 kg, 어류 40개체 12 kg이 어획되었으며, 피빨고둥 116 kg, 꽃게 62 kg, 참갑오징어 36 kg 순으로 어획되었다. 2023년 2월에는 이매패류 1,888개체 360 kg, 복족류 142개체 8 kg, 두족류 155개체 20 kg, 어류 100개체 16 kg, 갑각류 120개체

4 kg이 어획되었으며, 키조개 342 kg, 주꾸미 20 kg 순으로 어획되었다. 2023년 5월에는 이매패류 1,638개체 815 kg, 복족류 24개체 2 kg, 어류 122개체 62 kg, 두족류 9개체 3 kg, 갑각류 31개체 3 kg이 어획되었으며, 키조개 813 kg, 넙치 31 kg, 황아귀 17 kg 순으로 어획되었다(Fig. 3).

주요 어획종의 체장 조성

근해형망의 목표어종은 패류로 제한되어 있으므로 주

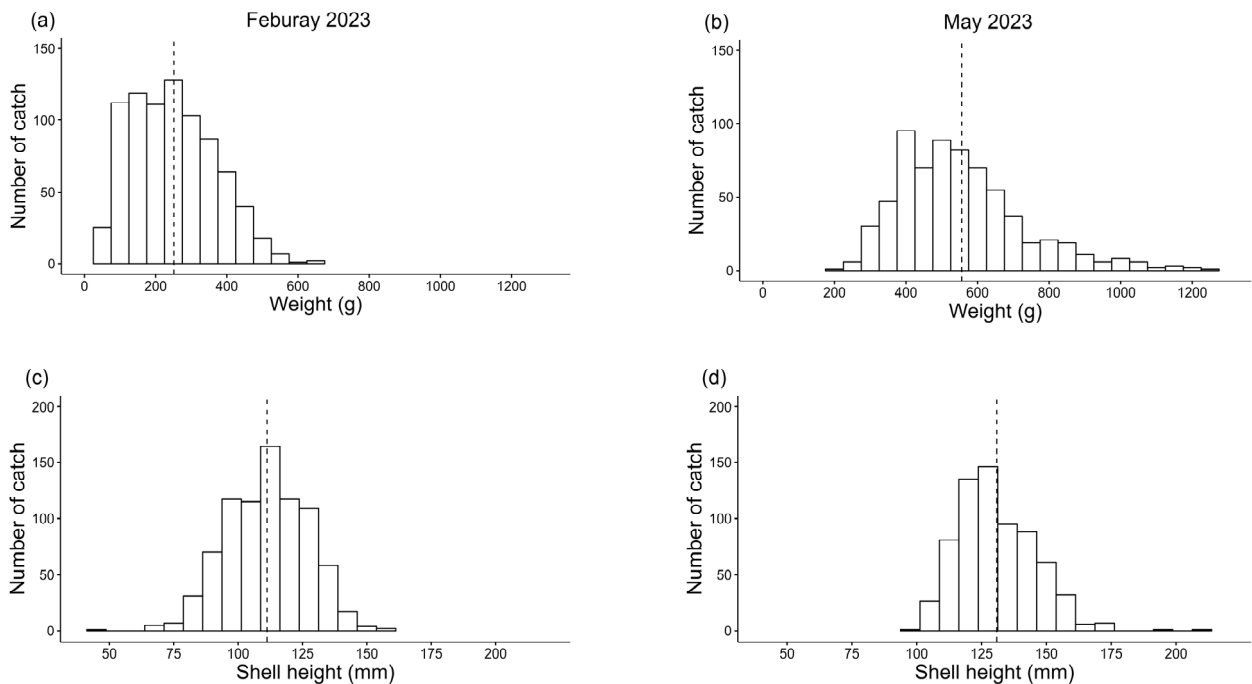


Fig. 4. Composition of *Atrina pectinata* according to the operation period.

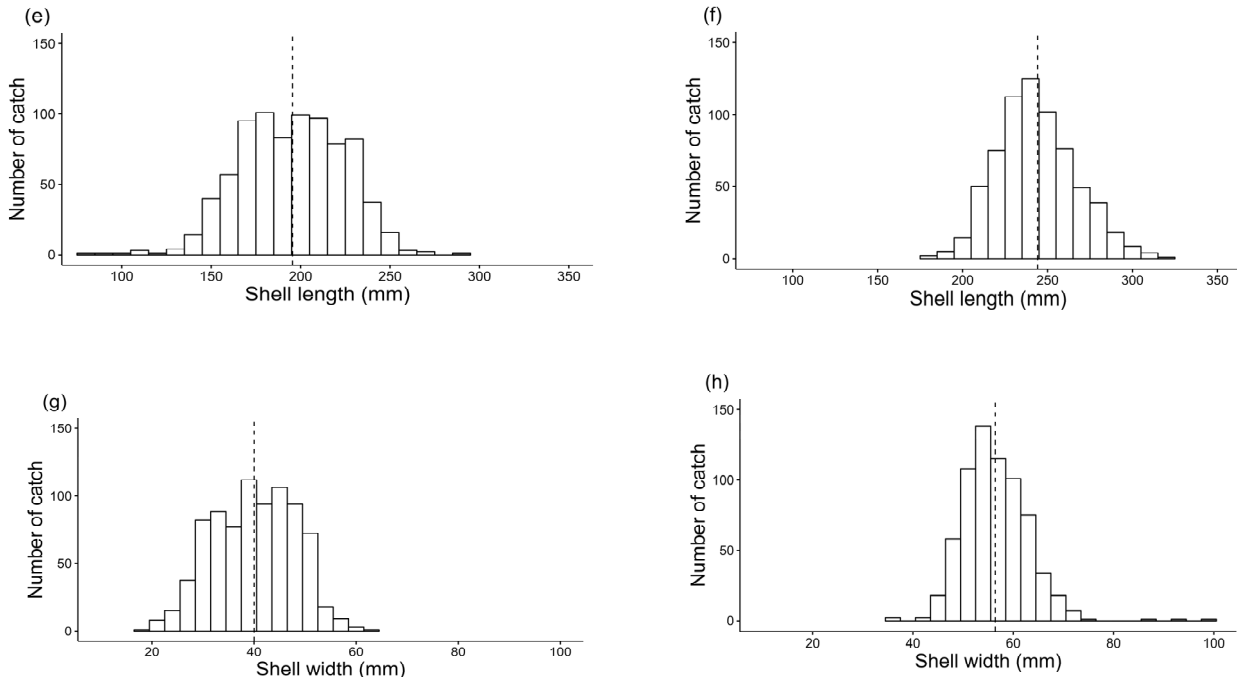


Fig. 4. Continued

어획어종인 키조개에 대하여 체장 조성을 분석하였다. 키조개의 경우 2월과 5월에 주로 어획되었으며, 어획된 개체들의 각장, 각고, 각폭 및 중량을 확인했을 때 시기 별로 살펴보면, 먼저 2월에 어획된 개체들의 경우 중량은 40~650 g의 범위로서, 평균 251.4 g이었다. 각고는 48.6~161.0 mm의 범위로서 평균 111.2 mm였고, 각장은 83.0~289.0 mm의 범위로서 평균 195.5 mm이었다. 그리고 각폭은 18.1~62.2 mm의 범위로 평균 40.0 mm이었다. 반면, 5월에 어획된 개체들을 살펴보면 중량은 200~1,275 g의 범위로서, 평균 555.7 g이었다. 각고는 98.0~213.0 mm의 범위로, 평균 130.9 mm, 각장은 180.0~319.0 mm의 범위로, 평균 244.2 mm 그리고 각폭은 37.1~97.6 mm범위로 평균 56.4 mm의 개체들이 어획

되었다(Fig. 4).

혼획률

근해형망의 목표어종은 패류로 제한되어 있어 어로활동 시 목표어종인 패류의 어획 비율이 중요하다. 그리고 키조개는 근해형망에서 어획되는 패류 중에서도 그 상업적 가치가 가장 높다. 그러므로 본 연구에서는 키조개 어획시기(12~5월)와 비어획시기(9~11월)로 나누어 혼획률(bycatch rate)을 조사하였다. 먼저 키조개 비어획시기인 2022년 9월과 11월에 수행된 시험조업 결과를 보면, 어획된 2,979 개체 중 패류는 1,203개체가 어획되어 혼획률은 59.6%를 보였으며, 중량 기준으로는 448 kg의 전체 어획량 중 158 kg의 패류가 어획되어 64.8%의 혼

Table 3. Bycatch rate of the offshore dredge according to the operation period

Species ScientificName	2H. 2022				1H. 2023			
	N	N (%)	W (g)	W (%)	N	N (%)	W (g)	W (%)
Bivalvia	14	0.5	5,140	1.1	3,526	83.3	1,175,031	90.9
<i>Atrina pectinata</i>	6	0.2	4,360	1.0	3,282	77.6	1,154,608	89.3
<i>Scapharca broughtonii</i>	3	0.1	480	0.1	99	2.3	10,541	0.8
<i>Solecurtus divaricatus</i>	5	0.2	300	0.1	133	3.1	7,862	0.6
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0.0	0	0.0	10	0.2	1,880	0.1
<i>Dosinia japonica</i>	0	0.0	0	0.0	2	0.0	140	0.0

Table 3. Continued

Species ScientificName	2H. 2022				1H. 2023			
	N	N (%)	W (g)	W (%)	N	N (%)	W (g)	W (%)
Gastropoda	1,189	39.9	152,753	34.1	166	3.9	9,947	0.8
<i>Rapana venosa</i>	885	29.7	137,120	30.6	41	1.0	3,670	0.3
<i>Neptunea cumingii</i>	15	0.5	1,215	0.3	54	1.3	3,631	0.3
<i>Neverita didyma</i>	278	9.3	13,753	3.1	19	0.4	790	0.1
<i>Phalium flammiferum</i>	1	0.0	50	0.0	8	0.2	100	0.0
<i>Glossaulax didyma ampla</i>	10	0.3	615	0.1	41	1.0	1,660	0.1
<i>Cryptonatica andoi</i>	0	0.0	0	0.0	3	0.1	96	0.0
Malacostraca	815	27.3	162,450	36.2	151	3.6	6,581	0.5
<i>Portunus trituberculatus</i>	778	26.1	160,280	35.7	51	1.2	4,830	0.4
<i>Penaeus chinensis</i>	33	1.1	2,050	0.5	1	0.0	25	0.0
<i>Charybdis japonica</i>	0	0.0	0	0.0	7	0.2	470	0.0
<i>Oratosquilla oratoria</i>	4	0.1	120	0.0	15	0.4	365	0.0
<i>Enoplolambrus validus</i>	0	0.0	0	0.0	23	0.5	360	0.0
<i>Romaleon gibbosulum</i>	0	0.0	0	0.0	20	0.5	410	0.0
<i>Paradorippe granulata</i>	0	0.0	0	0.0	25	0.6	110	0.0
<i>Charybdis (Gonioneptunus) bimaculata</i>	0	0.0	0	0.0	6	0.1	8	0.0
<i>Pinnotheres pholadis</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	1	0.0
<i>Echinoecus pentagonus</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	1	0.0
<i>Arcania undecimspinosa</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	1	0.0
Cephalopoda	582	19.5	68,830	15.3	164	3.9	23,295	1.8
<i>Sepia esculenta</i>	479	16.1	63,135	14.1	3	0.1	1,445	0.1
<i>Amphioctopus fangsiao</i>	103	3.5	5,695	1.3	154	3.6	19,850	1.5
<i>Octopus minor</i>	0	0.0	0	0.0	7	0.2	2,000	0.2
Fishes	379	12.7	59,265	13.2	222	5.2	78,141	6.0
<i>Coilia nasus</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	20	0.0
<i>Platycephalus indicus</i>	27	0.9	6,865	1.5	44	1.0	7,820	0.6
<i>Saurida macrolepis</i>	2	0.1	690	0.2	0	0.0	0	0.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	2	0.1	365	0.1	3	0.1	1,080	0.1
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	87	2.9	7,700	1.7	0	0.0	0	0.0
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1	0.0	235	0.1	0	0.0	0	0.0
<i>Pennahia argentata</i>	11	0.4	1,110	0.2	6	0.1	215	0.0
<i>Liparis tanakae</i>	1	0.0	1,150	0.3	8	0.2	275	0.0
<i>Pagrus major</i>	3	0.1	135	0.0	0	0.0	0	0.0
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<i>Takifugu poecilonotus</i>	7	0.2	1,100	0.2	0	0.0	0	0.0
<i>Uranoscopus japonicus</i>	1	0.0	250	0.1	0	0.0	0	0.0
<i>Lophius litulon</i>	21	0.7	4,635	1.0	27	0.6	18,310	1.4
<i>Okamejei kenojei</i>	4	0.1	2,690	0.6	4	0.1	1,855	0.1
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	30	1.0	4,055	0.9	36	0.9	5,295	0.4
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	1	0.0	820	0.2	35	0.8	7,775	0.6
<i>Kareius bicoloratus</i>	7	0.2	1,445	0.3	12	0.3	1,175	0.1
<i>Paralichthys olivaceus</i>	4	0.1	4,035	0.9	22	0.5	32,535	2.5
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	142	4.8	16,420	3.7	1	0.0	220	0.0
<i>Cynoglossus robustus</i>	2	0.1	290	0.1	3	0.1	95	0.0
<i>Paraplagusia japonica</i>	16	0.5	1,940	0.4	2	0.0	260	0.0
<i>Dasyatis akajei</i>	8	0.3	2,985	0.7	0	0.0	0	0.0
<i>Konosirus punctatus</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
<i>Callionymus beniteguri</i>	0	0.0	0	0.0	6	0.1	140	0.0
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	0	0.0	0	0.0	3	0.1	130	0.0
<i>Myersina filifer</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	1	0.0
<i>Zoarces gillii</i>	0	0.0	0	0.0	3	0.1	840	0.1
<i>Ammodytes personatus</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	10	0.0
<i>Collichthys lucidus</i>	0	0.0	0	0.0	2	0.0	30	0.0
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	50	0.0
<i>Liparis chefuensis</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	10	0.0
<i>Scomber japonicus</i>	1	0.0	60	0.0	0	0.0	0	0.0
<i>Minous monodactylus</i>	2	0.1	290	0.1	0	0.0	0	0.0
Echinoidea	0	0.0	0	0.0	2	0.0	20	0.0
<i>Echinoidea</i>	0	0.0	0	0.0	2	0.0	20	0.0
Holothuroidea	0	0.0	0	0.0	1	0.0	170	0.0
<i>Stichopus japonicus (Selenka)</i>	0	0.0	0	0.0	1	0.0	170	0.0
Total	2,979		448,438		4,232		1,293,185	

획률을 보였다. 반면 키조개 어획시기인 2023년 2월과 5월에 수행된 시험조업 결과를 살펴보면, 어획된 4,232 개체 중 패류는 3,692개체가 어획되어 혼획률은 12.8%를 보였으며, 중량 기준으로는 1,293 kg의 전체 어획량 중 1,185 kg의 패류가 어획되어 8.3%의 혼획률을 보였다. 또한 해당 시기에 전체 어획물 중 키조개의 비중은 개체수 기준으로 77.6%, 무게 기준으로 89.3%를 차지하여 어획물의 대부분을 키조개가 차지하였다(Table 3). 특이사항으로 혼획어종 중 주꾸미의 경우 대부분 키조

개 패각에 은닉한 상태로 어획되었다.

혼획저감장치 성능 분석

혼획저감장치의 성능을 살펴보면, 목표어종인 패류의 경우 덮그물에 수집된 개체는 거의 없어 어획 손실률은 두 종류의 탈출장치 모두 0.0~1.0% 범위의 손실률을 보여 매우 미미한 것으로 나타났다. 반면, 전체 어획물 중 탈출구로 빠져나간 비목표어종 어획물의 비율인 탈출률은 시기별로 다른 양상을 보였다. 2022년 9월에 수행된

Table 4. Performance comparison of the offshore dredge with the different types of the bycatch reduction device

Month (location)	Net type	Dredge net with the original excluder device				Dredge net with the changed excluder device			
		Cod end		Cover net		Cod end		Cover net	
	Species	N	W (g)	N	W (g)	N	W (g)	N	W (g)
Sep.2022 (Gunsan)	Bivalvia	1	260	0	0	0	0	0	0
	Gastropoda	18	1,155	0	0	176	23,480	1	240
	Malacostraca	326	74,000	110	20,760	100	24,840	104	18,950
	Cephalopoda	59	6,115	34	2,845	238	23,150	22	2,465
	Fishes	115	15,885	21	3,395	224	31,230	108	16,915
	Echinoidea	0	0	0	0	0	0	0	0
	Holothuroidea	0	0	0	0	0	0	0	0
	Catch loss rate (L)				0.0	0.0			0.6
Escape rate (E)				24.1	21.7			24.1	27.1
Nov.2022 (Gunsan)	Bivalvia	1	700	0	0	12	4,180	0	0
	Gastropoda	434	54,880	0	0	561	73,238	0	0
	Malacostraca	155	29,150	2	200	234	34,460	4	320
	Cephalopoda	118	14,865	0	0	167	24,700	3	460
	Fishes	15	6,730	0	0	25	5,420	2	280
	Echinoidea	0	0	0	0	0	0	0	0
	Holothuroidea	0	0	0	0	0	0	0	0
	Catch loss rate (L)				0.0	0.0			0.0
Escape rate (E)				0.3	0.2			0.9	0.7
Feb.2023 (Seocheon)	Bivalvia	699	144,273	0	0	1,189	215,475	0	0
	Gastropoda	38	2,100	0	0	104	6,047	0	0
	Malacostraca	16	1,000	0	0	104	2,841	0	0
	Cephalopoda	69	7,695	0	0	86	12,580	0	0
	Fishes	37	7,485	0	0	63	8,981	0	0
	Echinoidea	0	0	0	0	2	20	0	0
	Holothuroidea	1	170	0	0	0	0	0	0
	Catch loss rate (L)				0.0	0.0			0.0
Escape rate (E)				0.0	0.0			0.0	0.0
May2023 (Gunsan)	Bivalvia	875	420,088	2	790	763	395,195	0	0
	Gastropoda	4	225	0	0	20	1,575	0	0
	Malacostraca	1	260	2	185	30	2,480	0	0
	Cephalopoda	3	1,130	2	740	6	1,890	0	0
	Fishes	9	10,010	6	3,500	113	51,665	0	0
	Echinoidea	0	0	0	0	0	0	0	0
	Holothuroidea	0	0	0	0	0	0	0	0
	Catch loss rate (L)				0.2	0.2			0.0
Escape rate (E)				1.1	1.0			0.0	0.0

시험조업에서 탈출률은 개체수 기준으로 기존 혼획저감장치 24.1%, 변형 혼획저감장치 24.1%의 탈출률을 보였으며, 중량기준으로 기존혼획저감장치 21.7%, 변형 혼획저감장치 27.1%의 탈출률을 보였다. 2022년 11월, 2023년 2월 및 5월에 수행한 시험조업에서는 덮그물에 수집되는 어획물이 거의 관찰되지 않았으며, 탈출률 또한 0.0~1.1%로 매우 낮게 관찰되었다(Table 4). 시기별·조업장소별 손실률과 탈출률은 두 종류의 혼획저감장치에서 유사한 경향을 보여주었다. 이러한 결과는 기존의 혼획저감장치에서 경사그물을 제거함으로써 발생하는 혼획저감장치의 성능 감소가 탈출구의 크기 증대로 인해 어느 정도 상쇄될 수 있었던 영향으로 판단된다.

고 찰

시험조업 결과로부터 근해형망 어업의 어획물 조성은 어획시기별로 큰 차이를 보였다. 9월과 11월에 수행된 시험조업에서 무게기준 혼획률이 64.8%로 매우 높았던 반면 2월과 5월에 수행된 시험조업에서는 8.3%로 상당히 낮은 혼획률을 보였다. 혼획저감장치 성능의 경우 두 종류의 혼획저감장치가 시기별로 유사한 손실률과 탈출률을 보여 주었다. 이를 통해 어로활동의 불편함을 해소시켜 줄 수 있다는 측면에서 경사그물이 없는 형태의 혼획저감장치 적용은 의미가 있어 보인다. 다만, 2월과 5월의 경우 탈출구를 통해 수집되는 어획물은 거의 관찰되지 않았으며, 특히 패각에 은닉한 채로 혼획되고 있는 주꾸미의 경우 현재와 같은 구조의 혼획저감장치로는 혼획을 막기 어려워 보인다. 따라서 어구 측면에서 혼획저감 성능 개선을 위해서는 경사그물의 그물코 크기·형태, 탈출구의 크기·형태 등에 대한 추가적인 고려가 필요해 보이며, 근해형망 어업의 혼획률 관리를 위해서는 어획시기별로 다른 접근방법이 필요할 것으로 판단된다.

결 론

수산자원의 효율적인 관리를 위해 어업에서 발생하는 혼획과 투기를 줄이는 것은 매우 중요하다. 특히, 근해형망과 같이 목표어종을 제한하는 업종에서 그 중요성은 더욱 크다고 할 수 있다. 본 연구에서는 우리나라 서해연안에서 행해지는 상업 근해형망 어업의 실태조사를 통해 근해형망 어구의 실제적인 혼획상황을 파악하고, 어획대상 종과 부수적 어획물 등의 종 조성, 생물량과

혼획저감장치의 성능 등을 조사 및 분석하였다.

조사 기간 동안(2022-2023년) 충남 서천, 전북 군산의 시험조업 해역에서 어획된 저서동물은 총 61종이 어획되었으며, 시기별로 보면 9월 꽃게, 11월 피뽕고동, 2월과 5월은 키조개가 가장 많이 어획되었다. 혼획률은 키조개 비어획시기인 2022년 9월과 11월에 수행된 시험조업 결과에서는 어획된 2,979개체 중 패류는 1,203개체가 어획되어 혼획률은 59.6%를 보였으며, 중량 기준으로는 448 kg의 전체 어획량 중 158 kg의 패류가 어획되어 64.8%의 혼획률을 보였다. 반면 키조개 어획시기인 2023년 2월과 5월에 수행된 시험조업 결과에서 전체 어획된 4,232개체 중 패류는 3,692개체가 어획되어 혼획률은 12.8%를 보였으며, 중량 기준으로는 1,293 kg의 전체 어획량 중 1,185 kg의 패류가 어획되어 8.3%의 혼획률을 보여 어획 시기별 혼획률은 큰 차이를 보였다.

혼획저감장치의 성능을 살펴보면, 목표어종인 패류의 경우 덮그물에 수집된 개체는 거의 없어 어획 손실률은 두 종류의 탈출장치 모두 미미한 것으로 나타났다. 반면, 비목표어종 탈출률은 개체수 기준으로 기존 혼획저감장치 16.1%, 변형 혼획저감장치 14.9%를 보였으며, 중량 기준으로 기존 혼획저감장치 15.3%, 변형 혼획저감장치 14.9%를 보여 두 종류의 탈출장치가 비슷한 성능을 보였다.

본 연구의 결과에서 혼획저감장치를 통한 혼획률 저감 효과는 미미한 것으로 보인다. 특히, 키조개 조업철인 2월, 5월의 시험조업 결과에서는 혼획저감장치를 통해 탈출하는 어획물은 거의 관찰되지 않았다. 이는 유영능력이 떨어지는 패류가 어획물의 대부분을 차지하는 영향으로 보인다. 반면, 어획시기별 혼획률은 명확히 다른 결과를 보였다. 키조개 어획시기가 아닌 9월, 11월의 시험조업 결과에서는 매우 높은 혼획률을 보였으나 키조개 어획시기인 2월, 5월 시험조업 결과에서는 중량기준 목표어종인 패류가 90% 이상 어획되고 있었다.

앞서 언급되었듯이 현행 법령에서 근해형망의 목표어종의 혼획은 10% 미만으로 제한되어 있다. 시험조업 결과를 살펴보면 키조개 비어획시기 혼획률은 64.8%로 매우 높은 비율을 보인다. 반면, 키조개 어획시기 중량 기준 혼획률은 8.3%를 보였다. 혼획저감장치의 성능 비교에서는 유도망을 제거한 변형된 혼획저감장치의 성능과 유도망이 있는 기존 혼획저감장치는 큰 성능차이를 보

이지 않았다. 다만, 키조개 비어획시기의 중량 기준 혼획률은 64.8%로 현행 법령에서 제시하는 10%를 큰 차이로 만족시키지 못한다. 이러한 결과를 볼 때 어로활동의 불편을 해소하기 위한 혼획저감장치의 변경은 의미가 있을 것으로 보이나, 근해형망의 혼획률을 10% 이하로 유지하기 위해서는 추가적인 고려가 필요해 보인다. 특히 키조개 비어획시기의 혼획률은 현행법률에서 제시하는 혼획률 대비 지나치게 높은 상태이므로 어획시기별로 다른 접근 방법이 필요해 보인다. 즉, 혼획이 많이 발생하는 키조개 비어획시기의 경우 어업인들의 자율적인 자원관리, 금어기를 포함한 어획시기 조정 등을 통한 자원관리 방안의 고려가 필요해 보이며, 혼획이 비교적 적은 키조개 어획시기에는 혼획저감장치를 포함한 어구의 성능 개선을 통한 혼획률 관리 방안 등에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 2023년도 국립수산물과학원 수산시험연구소 사업(R2023007)의 지원으로 수행된 연구입니다.

References

- An HC, Park HH, Park JM, Hong SE, Yoon BS, Park CD and Bae JH. 2015. Catch and Bycatch of Dredge in the Yeongil Bay, Pohang. *J Korean Soc Fish Technol* 51, 493-503. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.4.493>.
- An HC, Bae JH, Park JM, Park CD and Hong SE. 2014. Species composition and cluster analysis of the communities caught by dredge in relation to tooth spacing and mesh size in the coastal waters of Gangneung, Korea. *J Korean Soc Fish Technol* 50, 530-541. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.4.530>.
- Cho BK. 1997. On the tooth selectivity of ark shell dredge. *Bull Korean Soc Fish Tech* 33, 1-8.
- Choi JD. 2017. A study on the dredge fishery in Jeollabuk-do, Korea. Ph.D. Thesis, Kunsan National University, Korea, 123.
- Choi JD, Ryu DK and Lee MH. 2017. Influence on the catch of shellfish by offshore dredge fishery according to change fishing area to the construction of the Samangeum Dike in Jeollabuk-do, Korea. *J Korean Soc Fish* 53, 266-275. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.3.266>.
- Hong SE, Bae JH, Park CD, Park JM, Yoon BS and An HC. 2016. Species composition and distribution property of dredge fishery in Yeongil Bay, Korea. *J Korean Soc Fish Technol* 52, 48-55. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.1.048>.
- Kim IO and Jo TH. 2001. The selectivity of venus clam Dredge. *Bull Nat'l Fish Res Dev Inst Korea* 59, 43-53.
- Kim IO, Mituhasi T, Jo TH, Park CD and Tokai T. 2005. Effect of tooth spacing on the contact selection and available selection of a dredge for the equilateral Venus clam *Gomphina melanaegis*. *Fish Sci* 71, 173-720. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01020.x>.
- KOSIS (Korea Statistical Information Service). 2023. Korean statistical information system. Fishery production trend survey. Retrieved from <https://kosis.kr>. Accessed 10 Nov 2023.
- MGL (Korea Ministry of Government Legislation). 2023. Enforcement Decree of the Fisheries Industry Act. Retrieved from <https://www.moleg.go.kr>. Accessed 10 Nov 2023.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2023. Public Notice No. 2023-424. Retrieved from <https://www.mof.go.kr>. Accessed 10 Nov 2023.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2023. Fisheries Resource Information Center. Retrieved from <https://www.nifs.go.kr/frcenter>. Accessed 26 Jul 2023,
- Park HH and Kim SH. 2000. Tooth selectivity on venus clam (*Gomphina melanaegis*) dredge. *Bull Korean Soc Fish Tech* 36, 267-273.
- Park SJ, Jang CS, An YS, Jin SH and Cho YH. 2019. The improvement of the shellfish dredge vessel in Jeonnam province. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 55, 162-171. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.2.162>.
- Sohn MH. 2003. Stock assessment and management implications of pen shell, *Atrian (Servatrina) Pectinata* in the western sea of Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Korea, 139.
- Yoon BS, Park JH, Yoon SC, Yang JH and Sohn MO. 2014. Community structure of fisheries resources caught by dredge in the Uljin marine ranching area, Korea. *Lor J Fish Aqua Sci* 47, 935-944. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0935>.