

여수 잠수기어업의 어구 종류별 어획성능 및 해양환경 영향 비교 검토 연구

강다영 · 차봉진* · 배봉성 · 구명성 · 서태호¹

국립수산과학원 수산공학과, ¹연안생산연구소

Comparative Study on the Effect of Diving Apparatus Fishing Performance Index and Marine Environment in Yeosu, Korea

Da-Young Kang, Bong-Jin Cha*, Bong-Seong Bea, Myung-Sung Koo and Tae-Ho Seo¹

Fisheries Engineering Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Coastal Production Institute, Yeosu 59699, Korea

Diving fishermen are demanding permission to use an inspirator that can efficiently catch Manila clam; however, coastal fishermen argue that the use of inspirator devastates the seabed and depletes fishery resources. Therefore, the aim of this study was to evaluate the fishing power of diving gears and its effect on coastal fishing grounds. The average time taken to fish in the seabed (4 m²) with a rake, water gun, and an inspirator was 11.17 min, 13.33 min and 7.81 min, respectively. The values of catch per unit time with a rake, water gun, and an inspirator were 3.35 kg/min, 2.26 kg/min, and 3.83 kg/min, respectively. Suspended sediments were observed the most in the water gun fishing area, and were observed more in April when fishing was not carried out than in February when fishing was carried out. However, the difference in the amount of sediment deposited in the fishing area using the three-fishing gears was very small. For an accurate analysis of the impact of the fishing gears on the seabed, supplementary tests such as grain size analysis and changes in benthic organisms need to be conducted.

Keywords: Diving apparatus fishing, Fishing performance index, Marine environment, Yeosu

서 론

잠수기어업은 허가어업 중 근해어업으로, 1척의 동력어선에 공기압축기, 공기호스 등의 장비를 설치하여 손이나 도구를 사용하여 패류 등의 정착성수산동식물을 포획 또는 채취하는 어업이다(South Korean Government, 2021). 2010년에서 2020년까지 연평균 어획량이 10,266톤이었고, 2020년에는 전체 근해어업 생산량의 약 1.5%인 14,063톤의 어획량을 기록하였다. 최근 10년간 시도별 평균 어획량은 충청남도가 3,707톤(36%)으로 가장 많았고, 다음으로 경상남도 3,542톤(35%), 전라남도 1,780톤(17%) 순으로 주로 남해안에서 생산량이 많았다. 주 어획 대상종은 키조개, 바지락, 개조개로 잠수기어업 전체 어획량의 80% 이상을 차지하고 있다(KOSIS, 2010-2020). 조업구역은 강원도 연해를 제1구, 경상북도 연안을 제2구, 부산·울산·경상남도 연안을 제3구, 전라남도 연안을 제4구, 인천·

경기도·충청남도·전라북도 연안을 제5구로 구분되어 관리되었다(South Korean Government, 2021).

잠수기어업은 잠수부가 해저에 묻혀 있는 패류를 갈퀴 또는 호미로 파내어 포획하는 방법과 분사기로 고압의 물을 모래나 펄에 분사하여 제거한 후 패류를 포획하는 방법 그리고 흡입기로 패류만 망태에 흡입되도록 하는 조업방법이 있다. 최근에는 어가고령인구 비율(KOSIS, 2020)이 점점 높아지고 있으므로 어업인들은 잠수기어업의 주요 채취 어종인 바지락을 효율적으로 채취할 수 있는 흡입기에 대한 사용 허가를 요구하고 있다. 국제적으로 수산자원의 회복에 대한 필요성이 증가하고 있으며, 감소된 수산자원의 회복을 위한 다양한 어업관리정책들이 추진되고 있다. 그러나 총허용어획량 대상 어종에 대한 잠수기어업의 관리를 위해서는 어획노력량 및 어획성능에 관한 조사와 합리적인 어획노력량 설정 및 어획량 배분이 필요하다. 이를 위해서는 어획능력을 적정수준 이하로 줄여야 하므로 정

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2570 Fax: +82. 51. 720. 2586

E-mail address: holdu@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.1030>

Korean J Fish Aquat Sci 54(6), 1030-1035, December 2021

Received 25 June 2021; Revised 14 July 2021; Accepted 14 September 2021

저자 직위: 강다영(연구사), 차봉진(연구관), 배봉성(연구관), 구명성(연구사), 서태호(소장)

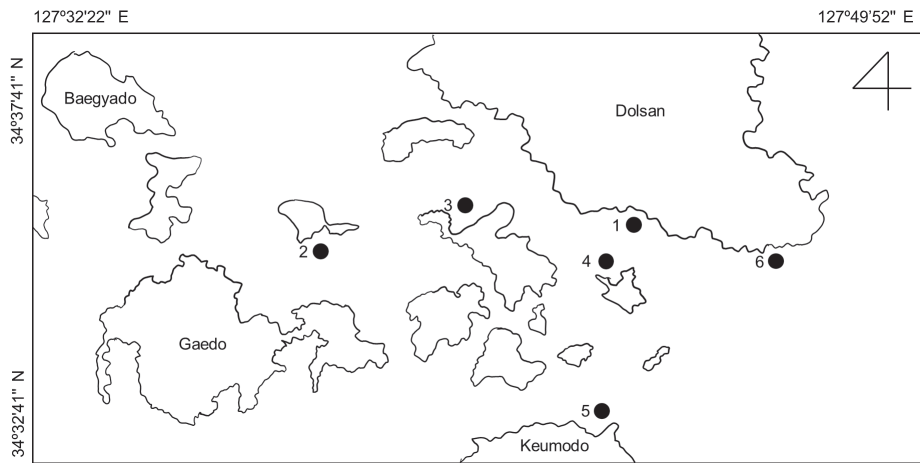


Fig. 1. Location of experimental area for fishing power test in Yeosu, Korea.

성적 정량적 기법으로 특정 어업에 대한 어획능력을 추정하고, 어획성능의 정량화 연구가 필요하다(FAO, 1998; FAO, 2000; Kim, 2006). 어획성능의 분석은 단위노력당어획량(catch per unit effort, CPUE)를 기준으로 이루어지는데, 어획노력에는 선박의 규모 및 마력, 어구의 종류 및 규모, 조업시간, 조업경비 등 수많은 요소들이 있으므로 이를 동시에 분석하는 것이 어렵다. 따라서 실제 분석 시에는 어획노력의 요소를 시험단계에서 동일하게 하여 분석을 용이하게 한다. 따라서, 어획성능은 대상어종을 어획하는 능력을 의미하며 대체로 같은 어장에서 반복적인 어획시험을 통하여 어구의 종류별 또는 사용 선박별 어획성능을 산출하는 연구가 많이 수행되었다(Mastuda, 1991; Bae et al., 2009; Kim et al., 2015). 본 연구에서는 잠수기어업의 성능을 조업시간, 조업면적 등 어획노력 요소를 최대한 일치시키면서 실제 바지락 채취 시간을 측정하여 노력량을 계산하는 방법으로 잠수기어업에서 사용하는 세가지 어구인 갈퀴, 분사기, 흡입기에 대한 어획성능을 추정하였고, 잠수기어업이 마을어장에 미치는 영향을 분석하기 위해 조업 시 발생하는 부유물질의 확산 정도를 비교하는 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

어획성능 시험

잠수기어업은 잠수부가 해저로 잠수하여 대상물을 손이나 도

구로 직접 채취하는 방식이므로 수중으로 그물 등 어구를 내려 사용하는 타 어업에 비해, 어획물을 채취할 수 있는 조업시간, 한달 중 조업이 가능한 시기, 사용할 수 있는 어구의 규모, 해저에서 어구를 사용하는 면적 등이 상대적으로 짧거나 작다. 이러한 특성을 가진 어업의 어획성능 시험을 위해 2021년 3월부터 5월까지 잠수기어업의 중심 조업구역인 전라남도 여주시 남면의 대항간도 연안에서 조업이 가능한 물때(조금-4물)에 맞춰 시험조업을 수행하였다. 정확한 조업구역은 대항간도 내에서 패류자원이 서식하는 해역을 Fig. 1과 같이 6개 구역으로 나눈 곳이며, 동일 조업면적(4 m²)에서 갈퀴, 분사기 그리고 흡입기의 어획성능 차이를 비교하였다. 동일 조업면적에서 시험을 수행하기 위해 방형구(steel, 2 m × 2 m)를 해저에 설치하였고, 각 어구별로 방형구 안의 패류 자원을 모두 채취하는데 걸리는 시간(min)을 측정하였다. 잠수부들이 해저에 있을 때 선상으로 신호를 보내는 신호기를 이용하여 작업 시작 시점과 종료 시점에 올리는 신호음으로 조업시간을 기록하였다. 월 1회씩 3회의 시험을 수행하였고, 1회마다 동일한 시간에 잠수기어선 3척이 각각 갈퀴, 분사기, 흡입기를 사용하여 6개 구역을 2개 구역으로 나누어 조업하였다. 시험조업에 사용한 선박과 어구 규격은 Table 1과 같다. 같은 연안일지라도 지역에 따라 채취할 수 있는 패류 자원은 차이가 있으므로 구역에 따른 패류 자원량의 차이가 어구별 어획성능 추정에 미치는 영향을 최소화하기 위해 시험마다 각 어선의 조업시험 정점을 달리하였다(Table 1, Table 2).

Table 1. Experimented fishing boats and gears

Boat name	Tonnage	Gear type	Gear power	Diameter of nozzle
Jeong-jin-2	4.99	Rake	3 rows/140 mm	-
Hea-seong-2	9.77	Water gun	8 HP	Ø 9 mm
Cheong-hea	4.98	Inspirator	8 HP	Ø 6 mm (out) Ø 150 mm (in)

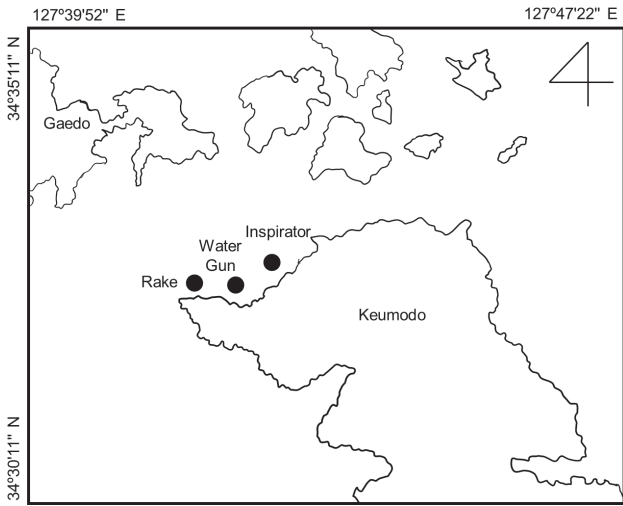


Fig. 2. Location of experimental area for marine environmental impact test in Yeosu, Korea.

해양환경영향 시험

잠수사에 의한 갈퀴, 분사기, 흡입기의 사용이 연안 어장에 미치는 영향을 알아보기 위해 2021년 2월 5일부터 2021년 2월 25일까지 약 20일간 여수시 남면 금오도 해역에서 어구에 따른 환경영향 시험조업을 수행하였다(Fig. 2). 시험조업은 어획성능 시험 해역과 멀지 않은 곳에 환경영향 조사구역을 설정하여, 연안 어장이 잠수기조업 외 다른 어업의 영향을 받지 않도록 조치하여 수행하였다.

환경영향 조사는 시험조업구역에서 약 30 m 이내 금오도 육지방향으로 퇴적물 포집장치(sediment trap, Ø 100 mm)를 각 어선이 조업하는 구역마다 1개씩 총 3개를 설치하여 부유사의 양을 측정하는 방법으로 조업 시 발생하는 부유사가 확산되는 양을 분석하였다. 사용한 어구와 어선은 Table 1과 같으며, 갈퀴, 분사기, 흡입기에 대하여 조사하는 각각의 구역에서 각 1척의 어선을 사용하여 동일 시간대에 조사하였다. 조사기간 동안 포집된 부유사는 건조시킨 후 전체 무게를 측정된 뒤, 조업일수로 나누어 하루동안 쌓인 부유사를 계산하였다(gdry/day). 또한 어구의 영향이 아닌 일반적인 유속의 흐름에 따른 부유사의 확

Table 2. Monthly experimented area by gear type

Experimented Area	March	April	May
St. 1	Inspirator	Rake	Rake
St. 2	Water gun	Inspirator	Inspirator
St. 3	Inspirator	Inspirator	Inspirator
St. 4	Inspirator	Rake	Rake
St. 5	Rake	Inspirator	Water gun
St. 6	Rake	Inspirator	Water gun

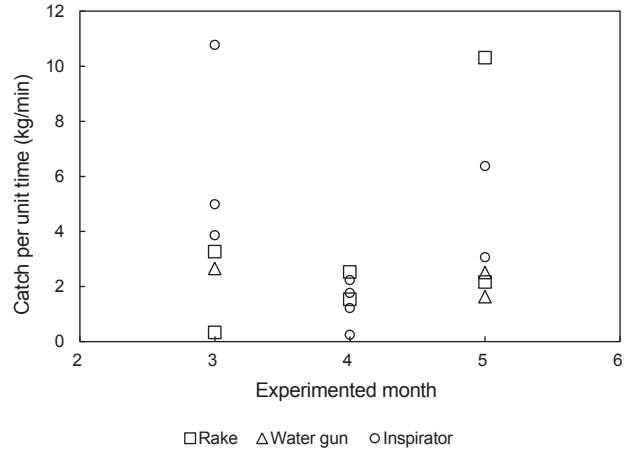


Fig. 3. Catch per unit time by gear of the diving apparatus fishing in Yeosu, Korea.

산을 조사하기 위해, 앞의 시험과 같은 구역에 퇴적물 포집기를 각 어선이 조업하는 구역마다 2개씩 총 6개를 2021년 4월 7일부터 2021년 4월 24일까지 설치하여 조업 중일 때와 아닐 때의 부유사 확산 변화를 비교 분석하였다.

결 과

어획성능 시험

갈퀴, 분사기, 흡입기를 이용한 잠수기어선 3척이 여수시 남면 대항간도 연안 6개 구역에서 3회 조업한 결과는 다음과 같다. 갈퀴, 분사기, 흡입기에서 어획된 608.7 kg 중 바지락(*Ruditapes philippinarum*)이 600.0 kg으로 전체 어획량 중 98%를 차지하였고, 갈색고랑조개(*Megacardita ferruginosa*)가 3.2 kg (5%), 키조개(*Atrina pectinate*)가 1.3 kg (2%) 어획되었다. 분류하지 못한 생물종을 제외하고 총 31종이 어획되었으며, 갈퀴 어구에서 220.9 kg (25종), 분사기 어구에서 95.7 kg (18종), 흡입기 어구에서 292.2 kg (24종)이 어획되었다(Table 3). 갈퀴로 해저 면적 4 m²를 조업하는데 걸린 평균 시간은 11.17분이었고, 분사기는 13.33분, 흡입기는 7.81분이었으며, 단위시간당 어획량(catch per unit time)은 갈퀴 3.35 kg/min, 분사기 2.26 kg/min, 흡입기 3.83 kg/min으로 측정되었다(Table 4).

조업시험 1회차인3월의 총 어획량은 305.8 kg이었고, 2회차 4월은 96.4 kg, 3회차 5월은 197.7 kg이었다. 조업시험 월별로 흡입기 어구의 단위시간당 어획량이 대부분 높았으나, 4월 4번 구역과 5월 4번 구역에서 조업한 갈퀴 어구의 단위시간당 어획량이 각각 2.53 kg/min과 10.3 kg/min으로 높게 나타났다(Table 4, Fig. 3).

해양환경영향 시험

잠수기어업이 연안 어장에 미치는 영향을 조사하기 위해 갈

퀴, 분사기, 흡입기 등, 어구별 시험어선의 조업구역에서 연안방향으로 설치한 퇴적물 포집기를 회수하여 부유사의 확산 변화를 분석한 결과는 다음과 같다. 조업 중 부유물질의 양은 갈퀴를 이용한 조업구역의 연안에서 1.872 gdry/day, 분사기를 이용한 조업구역의 연안에서 2.305 gdry/day, 흡입기를 이용한 조업구역의 연안에서 1.989 gdry/day로 분석되어 분사기를 이용한 조업구역의 부유 퇴적물이 다른 어구의 조업구역에 비해 높게 측정되었다. 조업 중 부유 퇴적물이 확산되는 양의 분석을 위해 설치한 3개의 퇴적물 포집기에 추가로 연안어장에서 조업구역 방향으로 3개를 더 설치하여 비 조업 중의 부유물질 확산을 조사하였다. 갈퀴를 이용한 조업구역에서 연안 방향으로 설치한 순서대로 2.458, 1.965 gdry/day, 분사기를 이용한 조업구역에서 2.723, 2.293 gdry/day, 흡입기를 이용한 조업구역에서 2.601, 2.321 gdry/day로 나타나 비 조업 중일 때에도 분사기를 이용한

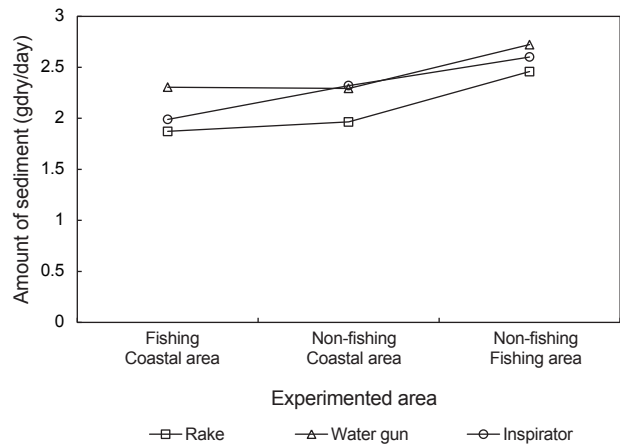


Fig. 4. Analysis result of sediment trap by investigation period.

Table 3. Species and catch (kg) caught by fishing gear in diving apparatus fishing

Rake		Water gun		Inspirator	
Species	Catch (kg)	Species	Catch (kg)	Species	Catch (kg)
<i>Ruditapes philippinarum</i>	216.64	<i>Ruditapes philippinarum</i>	95.03	<i>Ruditapes philippinarum</i>	288.35
<i>Megacardita ferruginosa</i>	1.32	<i>Megacardita ferruginosa</i>	0.31	<i>Megacardita ferruginosa</i>	1.59
<i>Atrina (Servatrina) pectinata</i>	1.27	<i>Urechis unicinctus</i>	0.12	<i>Rapana venosa</i>	0.69
<i>Urechis unicinctus</i>	0.49	<i>Ceratostoma burnetti</i>	0.07	<i>Urechis unicinctus</i>	0.26
<i>Fusinus forceps</i>	0.27	<i>Rapana venosa</i>	0.05	<i>Polychaeta</i>	0.17
<i>Sydaphera spengleriana</i>	0.14	<i>Actiniaria</i>	0.02	<i>Protothaca jedoensis</i>	0.17
<i>Protothaca jedoensis</i>	0.14	Unidentified <i>Bivalvia</i>	0.02	<i>Pentacta doliolum</i>	0.15
<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>	0.1	<i>Protothaca jedoensis</i>	0.02	<i>Ceratostoma burnetti</i>	0.15
<i>Ceratostoma burnetti</i>	0.09	<i>Sydaphera spengleriana</i>	0.01	<i>Halimede fragifera</i>	0.09
<i>Asterias amurensis</i>	0.07	<i>Polychaeta</i>	0.01	<i>Actiniaria</i>	0.09
<i>Phascolosoma scolops</i>	0.07	<i>Halimede fragifera</i>	0.01	<i>Phascolosoma scolops</i>	0.09
<i>Polychaeta</i>	0.05	Unidentified	0.01	<i>Sydaphera spengleriana</i>	0.07
<i>Platylambrus validus</i>	0.04	<i>Paguridae</i>	0.01	Unidentified <i>Echiura</i> sp.	0.07
<i>Paguridae</i>	0.04	<i>Aphrodita aculeata Linnaeus</i>	0	<i>Asterias amurensis</i>	0.07
<i>Actiniaria</i>	0.03	<i>Fusinus perplex</i>	0	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	0.04
<i>Pentacta doliolum</i>	0.03	<i>Medaeops granulosis</i>	0	<i>Platylambrus validus</i>	0.03
<i>Glossaulax didyma ampla</i>	0.02	<i>Asterias amurensis</i>	0	<i>Patinopecten yessoensis</i>	0.02
<i>Aphrodita aculeata Linnaeus</i>	0.01	Unidentified <i>Echiura</i> sp.	0	<i>Aphrodita aculeata Linnaeus</i>	0.02
<i>Halimede fragifera</i>	0.01			<i>Gobiidae</i>	0.02
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	0.01			<i>Paguridae</i>	0.02
Unidentified <i>Echinodermata</i>	0.01			<i>Volutharpa ampullacea perryi</i>	0.01
<i>Holothuroidea</i>	0.01			<i>Fusinus perplex</i>	0.01
<i>Medaeops granulosis</i>	0			<i>Ophiuroids</i>	0
<i>Charybdis (Gonionoptunus) bimaculata</i>	0				
<i>Eucrate crenata</i>	0				
25 species	220.9	18 species	95.7	23 species	292.2

조업구역에서 부유 퇴적물이 다른 어구의 조업구역에 비해 많이 발생하는 것으로 나타났다. 또한 연안에 설치한 퇴적물 포집기에서 측정된 부유 퇴적물의 양은 조업 시기인 2월과 비 조업 시기인 4월을 비교했을 때, 큰 차이를 보이지 않았으며, 조업구역에서 연안으로 갈수록 부유 퇴적물의 양이 적어졌다(Fig. 4).

고 찰

남해안 여수 연안의 잠수기어업에서 2월에서 5월까지 주로 어획되는 어종은 바지락으로 확인되었다. 갈퀴, 분사기, 흡입기 어구 중 갈퀴에서 26종으로 다른 2개 어구에 비해 많은 어종이 어획되었고, 갈퀴 어구에서만 체장이 200 mm 이상인 키조개가 어획되었다. 이는 어법의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. 즉 갈퀴는 해저를 직접 파낸 뒤 손으로 쓸어 담는 방법이므로 어종의 무게와 체장에 상관없이 어획이 가능하나, 분사기는 고압의 물을 분사하므로 작거나 가벼운 어종은 어획되기 어렵고, 흡입기 또한 흡입구의 크기와 흡입력에 제한이 있으므로 키조개와 같이 체장이 흡입구 크기 이상이거나 흡입력 이상의 무게를 가진 어종은 어획되지 못한 것으로 판단된다. 수산자원이 어종과 개체크기에 상관없이 무분별하게 남획되는 것을 방지하고 목표어종과 성숙한 개체만을 어획하기 위해서 어구에 대한 선택성 연구가 중요하다. 자망어구의 망목선택성에 대한 연구는 어구별, 어종별, 망지 재료별(Kim and Lee, 2002; Kim et

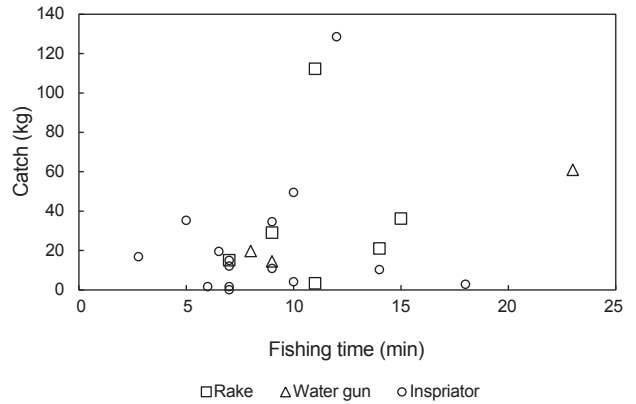


Fig. 5. Graph of change in catch according to fishing time.

al., 2010; Kim et al., 2012)로 많이 수행되어왔고, 트롤(Lee et al., 1993; Kim et al., 2019)과 새우조망(Oh et al., 2004) 등 끝 어구류에 대해서도 꾸준히 연구되고 있다. 잠수기어업 또한 갈퀴, 분사기, 흡입기 등 어구별로 목표어종에 대한 적정 마력과 어구 규격 등 선택성 연구가 어획성능 시험과 함께 수행된다면 어업관리 및 정책제도 제정에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 해저 면적 4 m²를 조업하는데 걸린 평균 시간은 갈퀴가 흡입기보다 3.36분 더 소요되었고, 단위시간당어획량 또한 흡입기

Table 4. Result of monthly fishing power test

St. No.	March				April				May			
	Gear	Time (min)	Catch (kg)	Catch per unit effort (kg/min)	Gear	Time (min)	Catch (kg)	Catch per unit effort (kg/min)	Gear	Time (min)	Catch (kg)	Catch per unit effort (kg/min)
1	Inspirator	12	128.5	10.77	Rake	14	20.9	1.54	Rake	7	15.0	2.16
2	Water gun	23	60.9	2.65	Inspirator	7	14.9	2.23	Inspirator	2.78	16.8	6.37
3	Inspirator	9	34.6	3.86	Inspirator	7	12.0	1.77	Inspirator	6.52	19.5	3.07
4	Inspirator	10	49.5	4.98	Rake	15	36.2	2.53	Rake	11	112.2	10.30
5	Rake	11	3.3	0.34	Inspirator	7	1.6	0.25	Water gun	8	19.7	2.50
6	Rake	9	29.0	3.26	Inspirator	9	10.8	1.21	Water gun	9	14.5	1.62
	Average time (min)				Total catch (kg)				Average catch per unit (kg/min)			
	Rake				220.9				3.35			
	Water gun				95.7				2.26			
	Inspirator				292.2				3.83			

Table 5. Regression analysis of fishing time and catch

Dependent variable	Independent variable	Standard error	β	t score	P-value	tolerance
Catch (kg)	constant	16.268		0.424	0.676	
	Time (min)	1.506	0.280	1.367	0.185	1.000
R=0.280, R ² =0.078, adjusted R ² =0.036						
F=1.869, p=0.185, Durbin-Watson=1.086						

보다 0.5 kg/min만큼 적었다. 동일한 면적을 서로 다른 어구로 조업한다면 시간이 적게 걸릴수록, 어획량이 많을수록 어획성능이 높다고 할 수 있으므로 흡입기, 갈퀴, 분사기 순으로 어획성능이 높다고 판단할 수 있다. 조업시간과 어획량의 상관관계(Fig. 5)를 분석하기 위해 조업시간을 독립변인으로, 어획량을 종속변인으로 설정하고 회귀분석을 실시하였다(Table 5). 회귀 모형의 F값은 유의확률이 $p=0.185$ 에서 1.869의 값으로 회귀모형에 적합하지 않고, 회귀식에 대한 $R^2=0.078$ 으로 어획량에 조업시간은 7.8% (수정계수에 의하면 3.6%)의 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 조업시간과 어획량 사이에는 선형 상관관계가 없었고 조업시간이 길어지더라도 어획량이 증가하지는 않는다고 볼 수 있다. 또한 4월 4번 구역과 5월 4번 구역에서 조업한 갈퀴 어구의 단위시간당어획량이 흡입기 어구보다 높게 측정되었는데(Fig. 3), 이는 1번부터 6번까지 조업구역별로 채취할 수 있는 현존량에 차이가 있었기 때문이라고 판단된다.

잠수기어업에서 분사기와 흡입기의 사용이 해저의 자원을 고갈시키고 연안의 마을어장에 해저 퇴적물을 쌓이게 한다는 의견을 확인하기 위해 어구별로 조업 중 일어나는 퇴적물의 확산에 대한 실험을 수행하였다. 어구 중 분사기에서 가장 많은 퇴적물이 분석되었으나 갈퀴, 흡입기와 비교했을 때 쌓인 양의 차이가 크지 않고 연안의 유속이 빠른 관점에서는 조업보다 해양의 조류와 해류의 영향이 크다는 앞선 연구(Cha et al., 2009)와 조업 중이 아닐 때에도 분사기로 조업한 구역에서 가장 많은 퇴적물이 측정된 것을 근거로 고려하면, 잠수기어업의 조업활동이 연안어장의 해양환경에 영향을 미친다고 판단하기는 어렵다. 이는 앞으로 예정 중인 조업 전후 입도와 해저 생물의 변화 분석 등 추가 시험 수행을 통해 증명될 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

이 연구는 2021년 해양수산부 정책연구사업(P2021017)과 국립수산물과학원 수산시험연구사업(R2021044)의 지원에 의해 수행되었습니다. 시험연구 수행을 적극적으로 함께해주신 제3·4구잠수기수협과 조합원분들께 감사인사를 드립니다.

References

- Bae BS, Park HH, Jeoung EC, An HC, Yang YS and Chun YY. 2009. An analysis on catch and fishing power of trammel nets by fishing ground. J Kor Soc Fish Tech 45, 96-105. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2009.45.2.096>.
- Cha BJ, Yoon SP, Lee JS, Kim SG, Jung RH, Yoon WD and Shin JK. 2009. A primary study on the effect of artificial disturbance on a fishing area by shrimp beam trawl. J Kor Soc Fish Tech 45, 223-233. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2009.45.4.223>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. Report of FAO technical working group on the management of fishing capacity. FAO Fisheries Report, Rome, Italy, 57-58.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2000. Report of the technical consultation on the management of fishing capacity. FAO Fisheries Report 615, Rome, Italy, 92-93.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2010-2020. Statistic database for fisheries production. Retrieved from https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01&outLink=Y&entrType=#content-group on Aug 22, 2021.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2020. Changes in the structure of fisheries in statistics. Retrieved from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=386579&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt="](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=386579&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=) on Nov 18, 2021.
- Kim SH and Lee JH 2002. Mesh selectivity in trammel net for flat fish. Bull Korean Soc Fish Tech 38, 91-100.
- Kim DH. 2006. Measurement of fishing capacity of offshore fisheries in Korea. J Fish Eco 37, 1-24.
- Kim IO, Park CD, Cho SK, Kim HY and Cha BJ. 2010. Mesh selectivity of monofilament and multifilament nylon gillnet for marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the western sea of Korea. J Kor Soc Fish Tech 46, 281-291. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2010.46.4.281>.
- 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 polyacis* using by the SELECT model. J Kor Soc Fish Tech 48, 10-19. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.1.010>.
- 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>.
- Kim BG, Park CD, Lee CW and Kim HS. 2019. Retention probability of trawl codend for silver croaker *Argyrosomus argentatus*. J Korean Soc Fish Ocean Technol 55, 1-6. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.1.001>.
- Lee JH, Kim SG and Kim MS. 1993 A study on the selectivity of the trawl net for the demersal fishes in the east china sea-III. Bull Korean Fish Tech Soc 29, 177-182.
- Mastuda K. 1991. Quantification of fishing gear and method. Seizando Press., Tokyo, Japan, 102-123.
- Oh TY, Cho YB Park GJ and Jeong SB. 2004. Mesh selectivity of beam trawl for shrimps. Bull Korean Soc Fish Tech 40, 86-94. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2004.40.1.086>.
- South Korean Government. 2021. Enforcement decree of the fisheries act. Retrieved from <https://www.law.go.kr/> on Aug 22, 2021.