

황해 주요해역에서 저층트롤을 활용한 수산자원의 종 조성 및 변동 특성

임병권 · 박치완^{1*} · 김상규² · 최상준³ · 양수정⁴ · 오우석⁵ · 박경동⁶ · 박근창⁵ · 이사라⁵ · 김지연⁵ · 이경훈⁷

한국수산자원공단 수산자원본부 자원회복실, ¹국립부경대학교 해양생산관리학부 수산물리학전공, ²한국수산자원공단 제주본부 사업관리실, ³한국수산자원공단 수산자원본부 생명자원실, ⁴한국수산자원공단 동해본부 사업관리실, ⁵국립부경대학교 어업기술안전연구소, ⁶주수산자원생태연구소, ⁷국립부경대학교 해양생산시스템관리학부

Species Composition and Variation of Fishery Resources Collected by Bottom Trawling in the Yellow Sea of Korea

Byunggwon Lim, Chiwan Park^{1*}, Sanggyu Kim², Sangjoon Choi³, Sujeong Yang⁴, Wooseok Oh⁵, Kyeongdong Park⁶, Geunchang Park⁵, Sara Lee⁵, Jiyeon Kim⁵ and Kyounghoon Lee⁷

Division Division of Fisheries Resource Recovery, Korea Fisheries Resources Agency (FIRA), Busan 46041, Republic of Korea

¹Division of Marine Production Management Major of Fisheries Physics, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

²Division of Business Management, Jeju Sea Branch, Korea Fisheries Resources Agency (FIRA), Jeju 63012, Republic of Korea

³Division of Aquatic Living Resources, Korea Fisheries Resources Agency (FIRA), Busan 46041, Republic of Korea

⁴Division of Business Management, East Sea Branch, Korea Fisheries Resources Agency (FIRA), Pohang 37556, Republic of Korea

⁵Institute of Low-Carbon Marine Production Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

⁶Institute of Fisheries Resources Ecology, Busan 48498, Korea

⁷Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

In this study, we investigated species composition and variation of fishery resources in the central Yellow Sea of Korea through bottom trawl surveys conducted in May and November 2022 and 2023, and June and November 2024. Twenty sampling stations were surveyed to analyze species diversity, biomass, and environmental factors including temperature and salinity. Results revealed significant interannual and seasonal fluctuations. Total species numbers increased from 41 in 2022 and 31 in 2023 to 55 in 2024, while total individuals rose sharply from 762 and 684 to 2,409, respectively. However, total catch weight decreased from 311,798.9 g in 2022 and 260,944.8 g in 2023 to 173,392.2 g in 2024, indicating a shift toward smaller-sized species. Dominant species composition also changed notably. *Lophius litulon* and *Liparis tanakae* dominated in 2022, while *L. litulon* remained dominant in 2023. By 2024, *Crangon affinis*, *Scomber japonicus* and *Engraulis japonicus* increased substantially. Environmental analysis showed decreased mean bottom temperature and slightly increased salinity by 2024, influencing species distribution and biomass patterns. These findings suggest that combined effects of climate variability, habitat conditions, and fishing pressure are reshaping species composition and stock structure, providing valuable insights for sustainable management and conservation of Yellow Sea fishery resources.

Keyword: Yellow Sea, Bottom trawl, Fishery resources, Species composition, Environmental variation

서 론

우리나라 황해는 반 폐쇄성 해역으로, 한반도와 중국에 둘러싸여 있으며 해저지형이 단순하고 강한 조류의 영향으로 인해

해수의 수질·수평 혼합이 활발하게 이루어진다(Edmond et al., 1985; Son et al., 2003; Lee et al., 2005; Lee and Kim, 2007).

황해는 남쪽으로부터 유입되는 고온·고염의 쿠로시오 해류의 지류인 대마 난류수와 제주해협 서쪽을 통해 유입되는 저염의

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5889 Fax: +82. 51. 629. 5886

E-mail address: clubpalace@nate.com

 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.2025.0597>

Korean J Fish Aquat Sci 58(5), 597-611, October 2025

Received 22 September 2025; Revised 2 October 2025; Accepted 17 October 2025

저자 직위: 임병권(과장), 박치완(대학원생), 김상규(실장), 최상준(실장), 양수정(대리), 오우석(연구원), 박경동(대표), 박근창(연구원), 이사라(연구원), 김지연(대학원생), 이경훈(교수)

황해 연안수 및 남해 연안수 등 다양한 수괴가 공존한다(Son et al., 2003; Lee and Kim, 2007; Son et al., 2013). 이러한 복합적인 수괴의 발달로 인해 황해는 수산자원의 서식, 산란, 성장에 최적의 어장 환경을 제공한다.

황해의 주요자원생물의 경우 중국과 한반도 전체의 황해를 회유하는 경계왕래자원(transboundary stock)이자, 경계자원(straddling stock)으로 구성되어 여러 국가의 관할권 내에 위치하기 때문에 효과적 관리를 위한 국가 간 협력과 합의가 필요하며, 자원 분포의 변동은 어업 관리에 영향을 미치고, 갈등의 원인이 될 수도 있다(Lee, 2014). 1996년 유엔해양법 비준과 배타적 경제수역(Exclusive Economic Zone) 설정 이후 1999년부터 2001년까지 한·중·일 3국 간 어업협정이 체결되었으나 이로 인하여 전체 어장 면적이 약 21% 감소('90 86,000-'96 69,000 km²)하였고, 근해·연안 업종 간 조업 경쟁이 심화되었다. 조업 어장의 축소, 과도한 어업활동, 불법조업, 해양 생태계 오염 등의 문제로 어업자원량은 지속적으로 감소하였다. 또한, 2000년 대 중반 중국의 대형 댐 건설 및 산업·인적 요인으로 육상기원에 의한 화학적 물질의 유입 변화에 의한 해양환경 변화는 황해 해역 생물에 대한 영향력을 더욱 증폭시켰다. 아울러 이상기후와 폭염, 혹한, 계절풍 등에 의한 황해저층냉수대와 물성구조가 다른 난류수 유입에 의한 역전구조의 형성 및 분포 변동과 같은 환경변화는 수산자원에 강한 영향을 미쳐, 기후변화와 인위적 요인이 해양 생태계 및 어업자원에 복합적으로 작용하고 있다(Yoon et al., 2005; Go et al., 2006; Choi, 2011; Jang et al., 2011; Liu, 2013; Kim, 2014, 2015, 2020; Kim and Yu, 2022).

해당 수역에 대해서는 공동조업과 낮은 우리나라 어선 비율, 외국 어선의 조업 현황 및 정확한 자료확보의 어려움이 있다. 또한 선행 연구들은 황해 연안 중심의 해양보호구역(Marine Protected Area) 및 생태계 연결성, 관리 효과성에 대한 분석을 주로 수행하였으며(Cha and Park, 1997; Huh and Kwak, 1998; Kim et al., 2011), 황해저층냉수대를 비롯한 황해 및 동중국해의 수괴 분포 특성과 같은 해양환경에 대한 연구들은 있지만 황해 중부 해역의 어업자원 및 어류 군집의 공간적 분포 및 생물량 변동과 관련한 연구는 상대적으로 부족한 상황이다(Lee and Kim, 2007; Son et al., 2012; Koh et al., 2016). 이러한 배경에서 본 연구는 2022년 5월과 11월, 2023년 5월과 11월, 2024년 6월과 11월에 황해 중부 해역에서 수행한 저층트롤 조사 자료를 바탕으로, 급격히 변화하는 해양환경 속에서 수산자원 군집의 종 조성과 개체군 변동 양상을 정밀하게 분석하였다. 특히 본 연

구는 단순한 자원량 평가를 넘어, 수온을 비롯한 환경 요인의 변동이 우점종의 출현과 전체 수산자원 구성에 미치는 영향을 다각도로 규명함으로써, 황해 생태계의 구조적 변화 메커니즘을 심층적으로 이해하고자 하였다. 본 연구 결과는 황해 중부 해역의 수산자원 지속가능성 확보를 위한 과학적 관리와 보전 전략 수립에 필수적인 기초 자료를 제공할 뿐만 아니라, 한중 양국 간 자원 관리 협력의 객관적 근거로 활용될 수 있을 것이다. 나아가 지속적인 어업 압력과 가속화되는 기후변동이 복합적으로 작용하는 현 상황에서, 황해 해역 생태계의 적응 메커니즘과 회복 탄력성을 이해하는 데 중요한 과학적 기반을 마련하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2022년과 2023년 5월과 11월에 제주대학교 실습선 아라호(2,996 tons)와 2024년 6월과 11월에 국립부경대학교 실습선 백경호(3,997 tons)를 이용하여 황해중앙해역 약 30 nm 간격의 20개 정점에서 해양환경조사와 어획조사를 통해 수산자원의 현황과 밀도를 파악하였다(Fig. 1, Table 1).

해양환경조사는 서식환경에 따른 채집자료와의 관계를 파악하기 위하여 conductivity-temperature-depth (CTD) 센서(SBE 911 plus; Sea-Bird Scientific, Bellevue, WA, USA)를 이용하였으며, 관측시에는 정점에 정선하여 표층(수심 2~3 m)에서 장비를 안정화한 뒤, 수심에 따라 수심기준 해저바닥의 5 m 상부 수중까지의 해양환경정보를 수집하였다.

어류자원조사는 저층트롤을 이용하였으며, 각 정점에서 1.4~2.2 knot의 속력으로 평균 30분간 예망하였으며, 양 선박 모두 동일한 규격의 같은 저층트롤 어구를 사용하였다. 그물의 길이는 40.6 m이었으며, 높이는 3.5 m, 폭은 22.5 m, 끝자루의 길이는 8.6 m, 폭은 4.6 m이었다. 끝자루는 안쪽에 56 mm, 바깥쪽에 150 mm 크기의 결절망을 사용하였다. 뜰줄의 길이는 38.9 m이고, NY-SWR Ø14 mm로 되어 있으며, 발줄의 길이는 50.5 m이고, wire rope Ø22 mm로 되어 있다. 상단에 그물과 함께 접합되는 fishing line은 compound rope Ø22 mm를 사용하였고, 해저에 닿는 ground part는 rubber bobbin, rubber bobbin clip 사이에 들어가는 M.R.B (M type rubber bobbin)을 compound rope로 연결하는 로프는 nylon rope Ø14 mm를 사용하였다(Fig. 2).

채집된 어획물은 현장에서 아이스박스에 드라이아이스 처리하여 실험실로 운반하여 Chyung (1977), Masuda et al. (1984)

Table 1. Information of vessel and period for survey

Research Area	Organisation	Vessel's information	Research period
Yellow Sea 20 spots	Jeju National University	T/S A-RA (2,996 G/T)	2022: May, November 2023: May, November
	Pukyong National University	T/S BAEKKYUNG (3,997 G/T)	2024: June, November

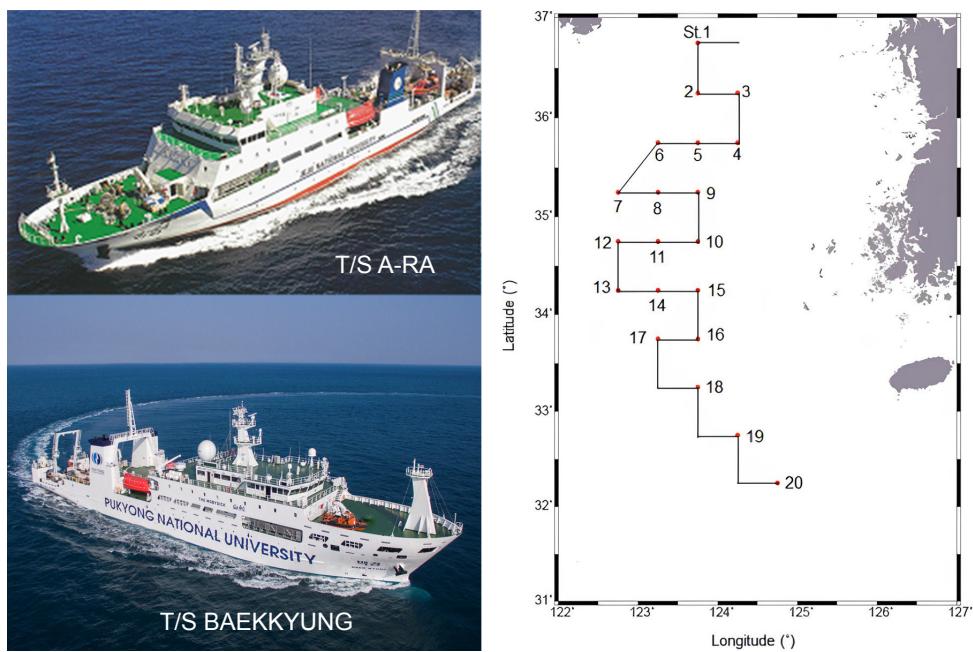


Fig. 1. The appearance of the research vessels (left) and bottom trawl survey station to determine distribution of fisheries resource in Yellow Sea (right).

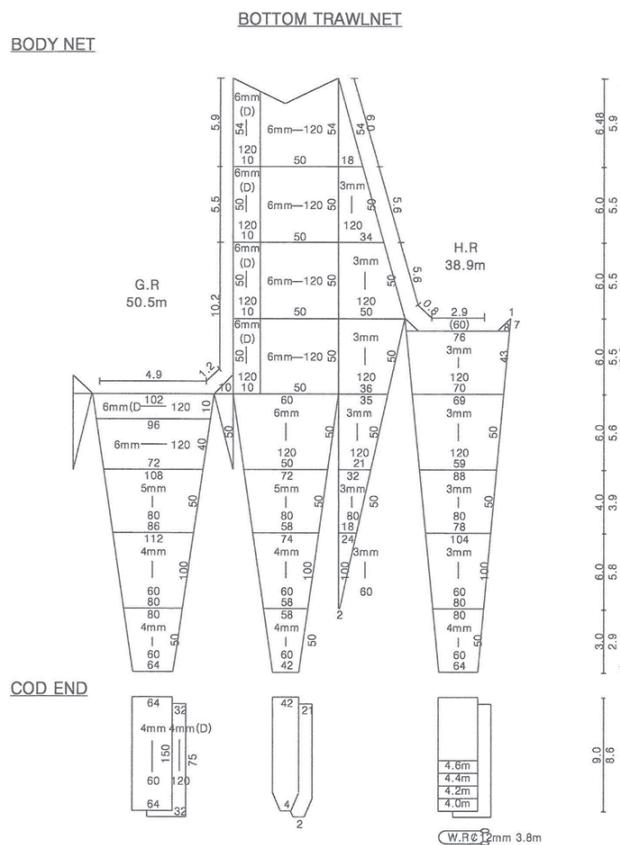


Fig. 2. Arrangement of the bottom trawl net for survey.

그리고 Yoon (2002)에 따라 동정하였고, 동정된 시료는 종류에 따라 체장과 전장, 항문장, 가랑이체장, 두문장 등을 0.1 cm까지 측정하였고, 체중은 습중량 0.1 g까지 측정하였다.

결 과

해양환경

연도별 평균 수온을 살펴보면 표층(수심 5 m)의 경우, 2022년 5월에는 15.7°C, 11월에는 15.6°C로 나타났고, 2023년 5월에는 16.2°C, 11월에는 18.9°C로 나타났으며, 2024년 6월에는 23.5°C, 11월에는 18.8°C로 나타났다. 저층의 경우, 2022년 5월에는 13.8°C, 11월에는 15.5°C로 나타났고, 2023년 5월에는 13.5°C, 11월에는 13.1°C로 나타났으며, 2024년 6월에는 11.3°C, 11월에는 12.5°C로 나타났다. 2024년 6월의 경우 표층과 저층의 수온차이가 극명하여 강한 성층화를 보여준다(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Table 2, Table 3).

연도별 평균 염분을 살펴보면 표층의 경우, 2022년 5월에는 31.7 psu, 11월에는 31.6 psu로 나타났고, 2023년 11월에는 31.0 psu로 나타났으며, 2024년 6월에는 31.3 psu, 11월에는 31.5 psu로 나타났다. 저층의 경우, 2022년 5월에는 32.5 psu, 11월에는 31.8 psu로 나타났고, 2023년 11월에는 32.8 psu로 나타났으며, 2024년 6월에는 33.1 psu, 11월에는 32.6 psu로 나타났다. 2022년의 일부 정점과 2023년 5월에는 센서의 이상으로 측정을 못하였고 측정결과가 비정상적인 정점은 고려하지

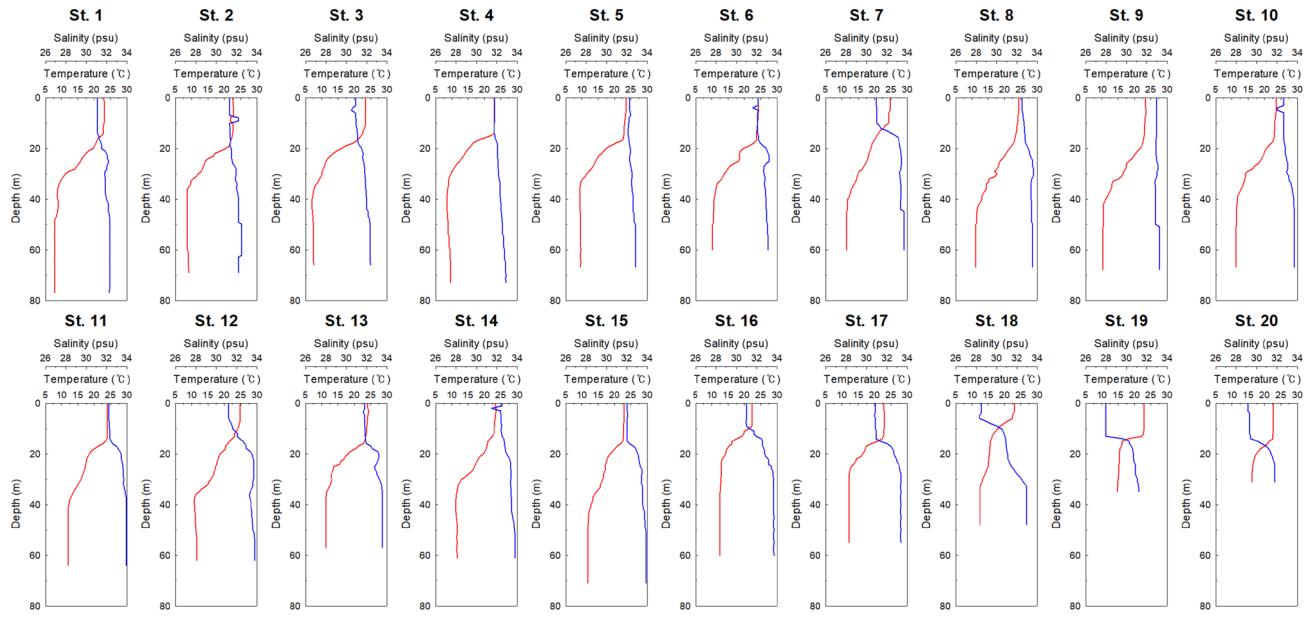


Fig. 3. Distribution of water temperature with salinity on survey stations in June 2024.

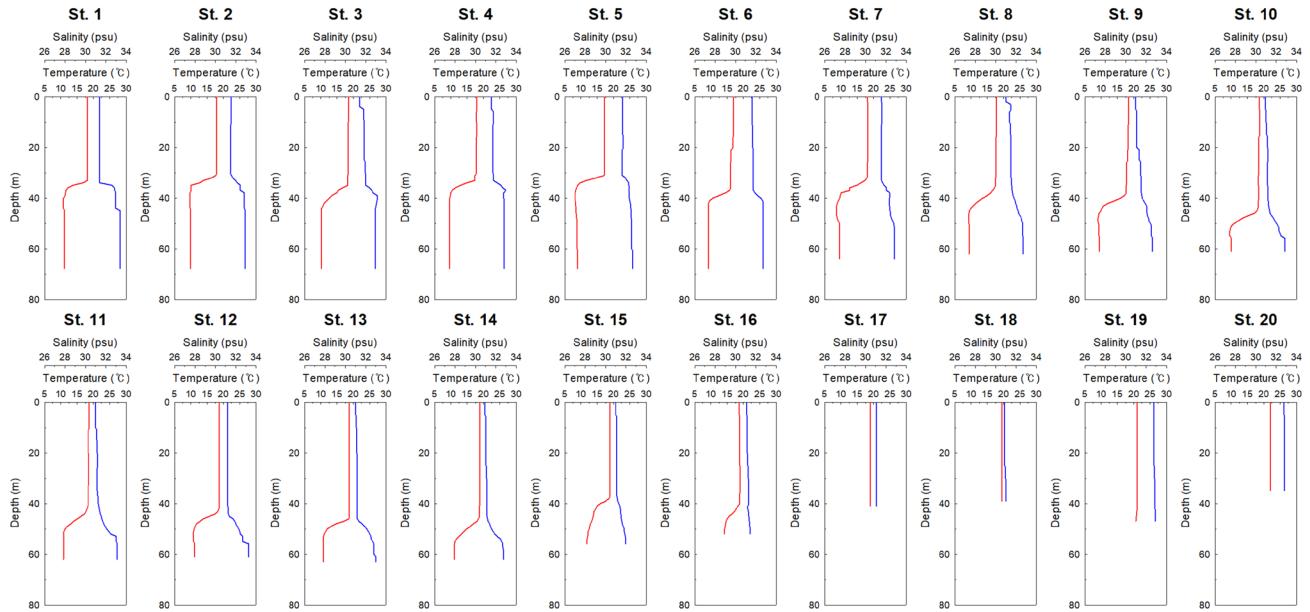


Fig. 4. Distribution of water temperature with salinity on survey stations in November 2024.

않았다(Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Table 2, Table 3).

어획자료

출현종수

조사해역에서 출현한 생물의 출현종 수를 살펴본 결과 2022년에는 총 41종이 출현하였으며 어류(Fishes)가 31종, 갑각

류(Crustaceans)가 7종, 두족류(Cephalopods)가 2종, 복족류(Gastropods)가 1종 출현하였다. 월별로 살펴보면 5월 조사에서 출현한 종은 총 34종으로 어류 25종, 갑각류 6종, 두족류 2종, 복족류 1종이었으며, 11월 조사에서 출현한 종은 총 33종으로 어류 25종, 갑각류 7종, 두족류 1종이었다.

2023년에는 총 31종이 출현하였으며 어류가 21종, 두족류가

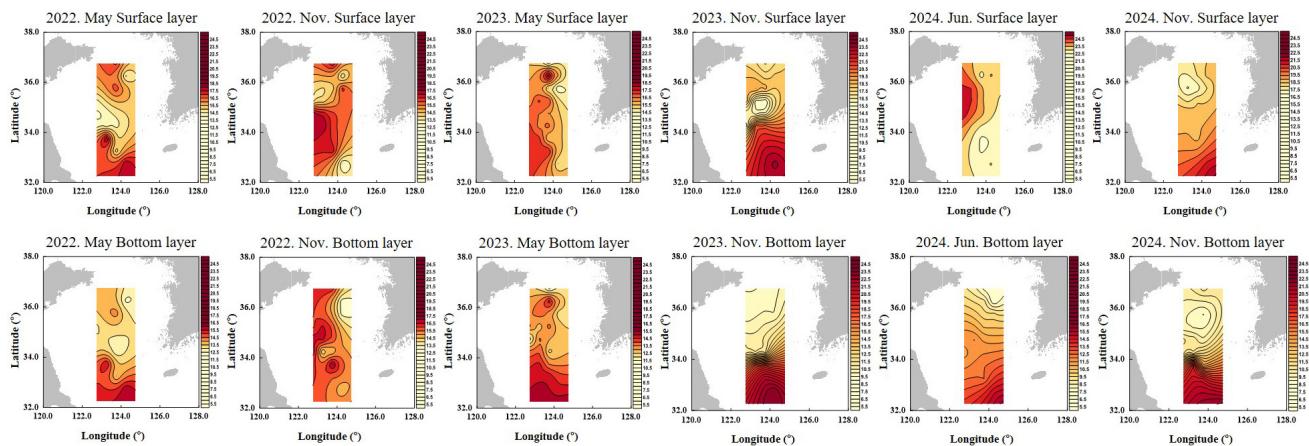


Fig. 5. Distribution of water temperature (surface, bottom) by period on survey stations.

Table 2. Data of water temperature (surface and bottom) by sampling stations in the middle of the Yellow Sea from 2022 to 2024 (surface data is 5 meters below water surface)

Sampling information		Temperature (°C)											
		Surface (5 m)						Bottom					
Station	Depth (m)	2022		2023		2024		2022		2023		2024	
		May	Nov	May	Nov	Jun	Nov	May	Nov	May	Nov	Jun	Nov
St.1	67.0 (±6)	17.1	16.9	14.2	16.9	23.2	18.2	13.6	16.3	11.4	9.6	7.9	11.2
St.2	66.0 (±3)	16.2	15.0	18.3	17.7	22.8	18.0	13.6	15.0	14.7	9.8	9.2	10.0
St.3	66.7 (±1)	14.5	13.6	16.0	18.1	23.6	18.6	12.4	13.3	13.1	10.0	7.6	10.2
St.4	69.0 (±3)	15.8	16.2	14.2	18.0	23.0	18.0	13.2	13.4	12.2	10.0	9.7	9.7
St.5	65.7 (±3)	16.8	14.4	15.0	18.7	23.6	17.3	14.2	14.9	13.2	10.1	9.7	9.0
St.6	63.5 (±4)	16.0	14.0	16.0	19.0	24.5	16.9	13.9	15.7	13.7	9.9	10.3	9.4
St.7	59.8 (±3)	14.4	14.0	16.2	18.8	24.7	18.4	12.9	15.9	13.5	10.1	11.4	9.7
St.8	62.8 (±3)	-	14.3	17.1	15.8	24.5	17.9	-	16.6	12.8	10.3	11.1	9.4
St.9	64.5 (±3)	-	15.0	17.0	15.7	23.6	18.5	-	15.8	13.6	10.7	10.5	9.5
St.10	65.0 (±3)	-	16.1	16.0	16.6	23.7	18.6	-	15.9	13.0	11.3	11.4	10.1
St.11	63.0 (±2)	-	16.8	16.5	16.3	24.2	18.8	-	16.7	13.6	10.8	12.0	10.9
St.12	61.3 (±2)	13.9	17.3	16.7	16.7	24.9	18.8	13.0	16.7	11.8	11.0	11.7	11.2
St.13	60.0 (±3)	14.3	17.5	17.1	16.3	24.1	18.8	13.4	16.8	13.6	11.4	11.3	10.9
St.14	60.8 (±3)	14.4	17.3	16.4	20.8	23.5	18.9	13.4	14.1	14.0	11.2	11.7	11.2
St.15	64.8 (±6)	14.4	16.2	16.7	20.7	23.0	18.9	12.6	14.6	12.4	11.5	12.0	11.9
St.16	61.0 (±5)	15.2	16.4	15.6	21.8	22.4	18.9	13.7	17.1	13.5	19.0	12.5	14.2
St.17	51.2 (±7)	18.0	16.7	17.1	21.2	23.0	19.1	15.5	15.6	14.6	18.1	12.2	19.1
St.18	47.0 (±5)	14.8	16.7	17.4	22.7	22.4	19.6	13.5	15.6	14.8	21.9	12.5	19.5
St.19	38.5 (±8)	18.0	13.0	15.0	23.7	23.0	21.1	15.9	14.7	14.7	23.4	14.8	20.6
St.20	33.7 (±3)	17.6	13.8	16.0	23.0	22.7	22.1	15.8	15.5	15.4	22.8	16.3	22.2
Ave.	-	15.7	15.6	16.2	18.9	23.5	18.8	13.8	15.5	13.5	13.1	11.3	12.5

5종, 갑각류가 4종, 복족류가 1종 출현하였다. 월별로 살펴보면 5월 조사에서 출현한 종은 총 21종으로 어류 11종, 두족류 5종,

갑각류 4종, 복족류 1종이었으며, 11월 조사에서 출현한 종은 총 19종으로 어류 17종, 갑각류와 두족류가 각각 1종씩이었다.

Table 3. Data of salinity (surface and bottom) by sampling stations in the middle of the Yellow Sea from 2022 to 2024 (surface data is 5 meters below water surface)

Sampling information		Salinity (psu)											
		Surface (5 m)						Bottom					
Station	Depth (m)	2022		2023		2024		2022		2023		2024	
		May	Nov	May	Nov	Jun	Nov	May	Nov	May	Nov	Jun	Nov
St.1	67.0 (± 6)	32.4	31.9	-	30.6	31.2	31.5	32.7	31.8	-	32.9	32.3	33.4
St.2	66.0 (± 3)	32.2	32.0	-	31.7	31.3	31.6	32.8	31.8	-	33.0	32.2	33.0
St.3	66.7 (± 1)	29.9	31.9	-	31.7	30.5	31.8	32.6	31.3	-	33.1	32.4	33.0
St.4	69.0 (± 3)	33.0	31.2	-	31.9	31.8	31.6	33.0	31.2	-	33.1	32.9	32.8
St.5	65.7 (± 3)	32.5	31.7	-	31.8	32.3	31.7	32.5	31.7	-	33.2	32.9	32.7
St.6	63.5 (± 4)	32.5	31.8	-	31.5	32.2	31.7	32.7	31.7	-	33.0	33.1	32.8
St.7	59.8 (± 3)	32.6	31.9	-	31.5	31.0	31.6	32.9	31.8	-	33.0	33.7	32.8
St.8	62.8 (± 3)	-	32.1	-	31.2	32.6	31.5	-	31.9	-	33.0	33.6	32.7
St.9	64.5 (± 3)	-	32.0	-	31.8	33.0	31.0	-	32.0	-	33.3	33.3	32.7
St.10	65.0 (± 3)	-	31.7	-	31.6	32.1	31.0	-	31.6	-	33.5	33.7	32.9
St.11	63.0 (± 2)	-	31.9	-	31.4	32.3	31.1	-	31.6	-	33.1	34.0	33.1
St.12	61.3 (± 2)	33.3	-	-	31.4	31.2	31.3	33.0	31.7	-	32.7	33.8	33.3
St.13	60.0 (± 3)	33.0	32.2	-	31.2	31.8	31.1	33.0	31.7	-	32.6	33.6	33.0
St.14	60.8 (± 3)	32.9	-	-	31.3	32.4	31.0	33.0	31.6	-	33.2	33.8	32.8
St.15	64.8 (± 6)	-	31.9	-	31.3	32.1	31.0	32.2	32.4	-	33.4	33.9	32.0
St.16	61.0 (± 5)	32.3	29.4	-	28.1	31.0	31.1	32.9	32.0	-	28.0	33.7	31.5
St.17	51.2 (± 7)	31.6	-	-	27.2	30.8	31.1	31.6	31.9	-	-	33.4	31.1
St.18	47.0 (± 5)	-	-	-	-	28.3	30.9	30.7	31.9	-	-	33.0	31.0
St.19	38.5 (± 8)	27.5	32.3	-	-	28.0	32.8	-	32.1	-	-	31.2	32.9
St.20	33.7 (± 3)	27.5	30.1	-	-	29.4	32.8	-	32.2	-	-	31.8	32.9
Ave.	-	31.7	31.6	-	31.0	31.3	31.5	32.5	31.8	-	32.8	33.1	32.6

2024년에는 총 55종이 출현하였으며 어류 35종, 갑각류가 13종, 두족류가 6종, 완족동물류(Brachiopods)가 1종이었다. 6월 조사에서 출현한 종은 총 42종으로 어류 27종, 갑각류 11종, 두족류 3종, 완족동물류 1종이었다. 11월 조사에서 출현한 종은 총 36종으로 어류 27종, 갑각류 5종, 두족류 4종이었다(Table 4, Fig. 6).

개체수와 어획량

조사해역에서 어획된 생물의 분류군별 개체수 및 어획량을 살펴보면 2022년에는 총 762개체였으며 어류가 618개체, 81.1% 이었고, 다음으로 두족류가 72개체, 9.5%, 갑각류가 71개체, 9.3%, 복족류가 1개체, 0.1%이었다. 총 어획량은 311,798.9 g 이었으며, 어류가 304,268.7 g으로 97.6%이었고, 다음으로 갑각류가 4,706.5 g, 1.51%, 두족류가 2,674.6 g, 0.9%, 복족류가 149.2 g, 0.1% 미만이었다.

2023년에는 총 684개체였으며 어류가 626개체, 91.5%이었고, 다음으로 갑각류가 41개체, 6%, 두족류가 15개체, 2.2%,

복족류가 2개체, 0.3%이었다. 총 어획량은 260,944.8 g이었으며, 어류가 256,070.1 g으로 98.1%이었고, 다음으로 갑각류가 3,127.1 g, 1.2%, 두족류가 1,596 g, 0.6%, 복족류가 151.6 g, 0.1%이었다.

2024년에는 총 2,409개체였으며 어류가 1,703개체, 70.7% 이었고, 다음으로 갑각류가 645개체, 26.8%, 두족류가 60개체로 2.5%, 완족동물류가 1개체로 0.1% 미만이었다. 총 어획량은 173,392.2 g이었으며, 어류가 163,006.6 g으로 94.0%이었고, 다음으로 갑각류가 8,189.0 g, 4.7%, 두족류가 2,175.4 g, 1.3%, 완족동물류가 21.2 g, 0.1% 미만이었다(Fig. 6, Table 5).

출현종별 출현량

갑각류

2022년 한중잠정조치역에서 어획된 갑각류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 꽃게(*Portunus trituberculatus*)로 총 47개체, 66.2%이었고, 긴집게발게(*Oregonia gracilis*)가 8개체, 11.2%, 깨다시꽃게(*Ovalipes punctatus*)가 6개체, 8.4%, 원승

Table 4. The Species of taxon collected had used a bottom trawl in Yellow Sea

Year	Month	Crustaceans	Cephalopods	Gastropods	Fishes	Brachiopods	Total
2022	May	6	2	1	25	-	34
	November	7	1	0	25	-	33
	Total	7	2	1	31	-	41
2023	May	4	5	1	11	-	21
	November	1	1	0	17	-	19
	Total	4	5	1	21	-	31
2024	June	11	3	-	27	1	42
	November	5	4	-	27	0	36
	Total	13	6	-	35	1	55

Table 5. The individuals with catch (g) of taxon collected had used a bottom trawl in Yellow Sea

Year	Species	Individual (inds.)	Abundance rate (%)	Catch (g)	Abundance rate (%)
2022	Crustaceans	71	9.3	4,706.5	1.5
	Cephalopods	72	9.5	2,674.6	0.9
	Gastropods	1	0.1	149.2	0.0
	Fishes	618	81.1	304,268.7	97.6
	Total	762	100.0	311,798.9	100.0
2023	Crustaceans	41	6.0	3,127.1	1.2
	Cephalopods	15	2.2	1,596.0	0.6
	Gastropods	2	0.3	151.6	0.1
	Fishes	626	91.5	256,070.1	98.1
	Total	684	100.0	260,944.8	100.0
2024	Crustaceans	645	26.8	8,189.0	4.7
	Cephalopods	60	2.5	2,175.4	1.3
	Fishes	1,703	70.7	163,006.6	94.0
	Brachiopods	1	0.0	21.2	0.0
	Total	2,409	100.0	173,392.2	100.0

이개(*Carcinoplax longimanus*)가 3개체, 4.2%, 두드러기은행개(*Romaleon gibbosulum*)와 북방참집개(*Pagurus ochotensis*)가 각각 2개체, 2.8%, 민꽃개(*Charybdis japonica*), 긴발가락참집개(*Pagurus minutus*)와 점박이꽃개(*Portunus sanguinolentus*)가 각각 1.4% 순이었다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 꽃개로 3,309.3 g으로 총 70.3%를 차지하였고, 긴집개발개가 932.7 g, 8.3%, 깨다시꽃개가 312.3 g, 6.6%, 원승이개가 191.1 g, 4.2%, 점박이꽃개가 138.3 g, 1.4%, 민꽃개가 125.6 g, 1.9%, 두드러기은행개가 92.6 g, 2.0%, 북방참집개가 77.4 g, 2.6%, 긴발가락참집개가 67.3 g, 1.6% 순이었다.

2023년 한중잠정조치수역에서 어획된 갑각류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 꽃개로 총 30개체, 73.2%이었고, 깨다시꽃개가 5개체, 12.2%, 박뿔개(*Hyastenus elongatus*)가 4개체, 9.8%, 은행개(*Anatolikos japonicus*)가 2개체, 4.9% 순이었

다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 꽃개로 총 2,606.4 g으로 52.9%이었고, 박뿔개가 217.8 g, 19.7%, 깨다시꽃개가 204 g, 18.5%, 은행개가 98.9 g, 9.0% 순이었다.

2024년 한중잠정조치수역에서 어획된 갑각류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 자주새우(*Crangon affinis*)로 총 488개체, 75.7%이었고, 꽃개가 76개체, 11.8%, 대롱수염새우(*Solenocera melantho*)가 24개체, 3.7%, 꽃새우(*Trachysalambria curvirostris*)가 22개체, 3.4%, 두점박이민꽃개(*Charybdis bicolor*)가 12개체, 1.9%, 갯가재(*Oratosquilla oratoria*)가 7개체, 1.1%, 은행개가 4개체, 0.6%, 깨다시꽃개가 총 3개체, 0.5%, 매끈자주새우(*Crangon dalli*)가 3개체, 0.5%, 북방참집개가 2개체, 0.3%, 중하(*Metapenaeus joyneri*)가 2개체, 0.3%, 고마은행개(*Glebocarcinus amphioctetus*)가 1개체, 0.2%, 민꽃개가 1개체, 0.2% 순이었다. 어획량에서 가장 우점하였던 종

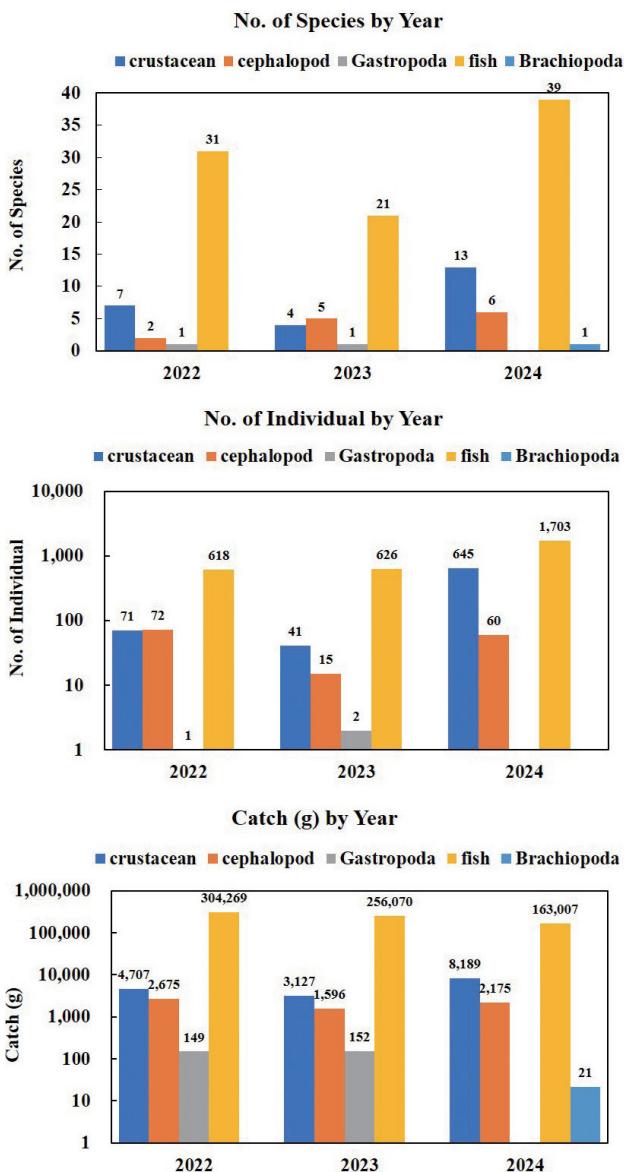


Fig. 6. Comparison chart of the number of species, individual, and catch (g) by year. The axis values of “no. of individual by year” and “catch(g) by year” graphs in figure were represented on a logarithmic scale for the efficient presentation of data spanning a wide range.

은 꽃게로 총 6,334.1 g이 출현하여 77.3%이었고, 자주새우가 1,195.8 g, 14.6%, 대롱수염새우가 142.9 g, 1.7%, 은행게가 121.7 g, 1.5%, 꽃새우가 120.9 g, 1.5%, 깨다시꽃게가 94.9 g, 1.2%, 두점박이민꽃게가 46.4 g, 0.6%, 갯가재가 46.3 g, 0.6%, 북방참집게가 41.1 g, 0.5%, 민꽃게가 14.9 g, 0.2%, 매끈자주새우가 10.9 g, 0.1%, 중하가 9.9 g, 0.1%, 꼬마은행게가 9.2 g, 0.1% 순이었다(Table 6).

두족류

2022년 한중잠정조치수역에서 어획된 두족류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 참꼴뚜기(*Loligo beka*)로 69개체, 95.8%이었고, 살오징어(*Todarodes pacificus*)가 3개체, 4.2% 순이었다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 참꼴뚜기로 2,496.2 g, 95.8%이었고, 살오징어가 178.4 g, 6.7% 순이었다.

2023년 한중잠정조치수역에서 어획된 두족류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 반원니꼴뚜기(*Loliolus japonica*)로 11개체, 73.3%이었고, 살오징어가 3개체, 20.0%, 낙지(*Octopus minor*)가 1개체, 6.7% 순이었다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 살오징어로 762.3 g, 47.8%이었고, 반원니꼴뚜기가 485.3 g, 30.4%, 낙지가 348.4 g, 21.8% 순이었다.

2024년 한중잠정조치수역에서 어획된 두족류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 살오징어로 46개체, 76.7%이었고, 반원니꼴뚜기(*L. japonica*)가 5개체, 8.3%, 좀귀오징어(*Sepiola birostrata*)가 4개체, 6.7%, 낙지가 2개체, 3.3%, 참갑오징어(*Sepia esculenta*)가 2개체, 3.3%, 문어(*Enteroctopus dofleini*)가 1개체, 1.7% 순이었다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 살오징어로 총 1,408.5 g, 64.7%이었고, 낙지가 429.3 g, 19.7%, 문어가 248.3 g, 11.4%, 참갑오징어가 58.9 g, 2.7%, 반원니꼴뚜기가 25.9 g, 1.2%, 좀귀오징어가 4.5 g, 0.2% 순이었다(Table 7).

어류

2022년 한중잠정조치수역에서의 어획된 어류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 황아귀(*Lophius litulon*)로 448개체, 72.5%이었고, 꼼치(*Liparis tanakae*)가 61개체, 9.9%, 갈치(*Trichiurus lepturus*)가 13개체, 2.1%, 민어(*Miichthys miuiy*)가 12개체, 2.0%, 풀미역치(*Erisphe pottii*)가 10개체, 1.6%, 고등어(*Scomber japonicus*)가 9개체, 1.5%, 병어(*Pampus argenteus*)가 7개체, 1.1%, 대구횟대(*Gymnophanths herzensteini*), 물천구(*Harpodon nehereus*), 용가자미(*Hippoglossoides piernetorum*)가 각각 6개체, 0.1%로, 이상의 10종이 전체의 93.5%를 차지하였다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 황아귀로 230,363.12 g, 75.7%이었고, 꼼치가 35,686.1 g, 11.7%, 대구(*Gadus macrocephalus*)가 7,018.8 g, 2.3%, 민어가 6,508.6 g, 2.1%, 곱상어(*Squalus suckleyi*)가 5,300.0 g, 1.7%, 갈치가 2,780.7 g, 0.9%, 흥어(*Okamejei kenojei*)가 2,200.8 g, 0.7%, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 2,087.5 g, 0.7%, 고등어가 1,726.5 g, 0.6%, 청어(*Clupea pallasii*)가 1,375.2 g, 0.5%, 임연수어(*Pleurogrammus azonus*)가 1,168.6 g, 0.4%로, 이상의 11종이 전체의 97.3%를 차지하였다.

2023년 한중잠정조치수역에서의 어류에서 개체수에서 우점하였던 종은 황아귀로 488개체, 78.0%이었고, 꼼치가 35개체, 5.6%, 참조기(*Larimichthys polyactis*)가 28개체, 4.5%, 고등어가 20개체, 3.2%, 민어가 8개체, 1.3%, 갈치가 7개체, 1.1%, 등가시치(*Zoarces gillii*)가 7개체, 1.1%, 삼세기(*Hemitripterus*

Table 6. Crustaceans species composition (inds.) with catch (g) of survey in Yellow Sea

2022	May		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>Portunus trituberculatus</i>	2	305.1	45	3,004.2	47	3,309.3	66.2	70.3
<i>Oregonia gracilis</i>	7	341.5	1	51.2	8	392.7	11.3	8.3
<i>Ovalipes punctatus</i>	2	115.6	4	196.7	6	312.3	8.5	6.6
<i>Carcinoplax longimanus</i>	-	-	3	191.0	3	191.1	4.2	4.1
<i>Romaleon gibbosulum</i>	-	-	2	138.3	2	138.3	2.8	3.0
<i>Pagurus ochotensis</i>	-	-	2	125.6	2	125.6	2.8	2.7
<i>Charybdis japonica</i>	1	92.6	-	-	1	92.6	1.4	2.0
<i>Pagurus minutus</i>	1	77.4	-	-	1	77.4	1.4	1.6
<i>Portunus sanguinolentus</i>	-	-	1	67.3	1	67.3	1.4	1.4
Total	13	932.2	58	3,774.3	71	4,706.5	100.0	100.0
2023	May		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>P. trituberculatus</i>	10	584.3	20	2,022.1	30	2,606.4	73.2	52.9
<i>O. punctatus</i>	5	204.0	-	-	5	204.0	12.2	18.5
<i>Hyastenus elongatus</i>	4	217.8	-	-	4	217.8	9.8	19.8
<i>Anatolikos japonicus</i>	2	98.9	-	-	2	98.9	4.9	9.0
Total	21	1,105.0	20	2,022.1	41	3,127.1	100.0	100.0
2024	June		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>P. trituberculatus</i>	3	271.4	73	6,062.7	76	6,334.1	11.8	77.3
<i>Crangon affinis</i>	271	420.5	217	775.3	488	1,195.8	75.7	14.6
<i>Solenocera melantho</i>	24	142.9	-	-	24	142.9	3.7	1.7
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	18	112.5	4	8.4	22	120.9	3.4	1.5
<i>A. japonicus</i>	4	121.7	-	-	4	121.7	0.6	1.5
<i>O. punctatus</i>	-	-	3	94.9	3	94.9	0.5	1.2
<i>Oratosquilla oratoria</i>	7	46.3	-	-	7	46.3	1.1	0.6
<i>Charybdis bimaculata</i>	12	46.4	-	-	12	46.4	1.9	0.6
<i>P. ochotensis</i>	2	41.1	-	-	2	41.1	0.3	0.5
<i>C. japonica</i>	-	-	1	14.9	1	14.9	0.2	0.2
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	1	9.2	-	-	1	9.2	0.2	0.1
<i>Crangon dalli</i>	3	10.9	-	-	3	10.9	0.5	0.1
<i>Metapenaeus joyneri</i>	2	9.9	-	-	2	9.9	0.3	0.1
Total	347	1,232.8	298	6,956.2	645	8,189.0	100.0	100.0

villosum)가 7개체, 1.1%, 성대(*Chelidonichthys spinosus*)가 6개체, 1%, 대구가 4개체, 0.6%, 보구치(*Argyrosomus argenteus*)가 3개체, 0.5%, 불불락(*Sebastes thompsoni*)이 3개체, 0.5%, 수조기(*Nibea albiflora*)가 2개체, 0.3%, 용가자미가 2개체, 0.3%, 꼬치고기(*Sphyraena pinguis*)가 1개체, 0.2%, 꿩치(*Cololabis saira*)가 1개체, 0.2%, 덕대(*Pampus echinogaster*)가 1개체, 0.2% 순이었다. 어획량에서 우점하였던 종은 황아

귀로 206,206 g, 80.5%였고, 꼼치가 18,852.7 g, 7.4%, 별상어(*Mustelus manazo*)가 13,200 g, 5.2%, 고등어가 3,717.5 g, 1.5%, 등가시치가 3,269.2 g, 1.3%, 민어가 2,751.8 g, 1.1%, 대구가 1,546.5 g, 0.6%, 참조기가 1,342.5 g, 0.5%, 성대가 1,204 g, 0.5%, 갈치가 874.6 g, 0.3%, 꽁치가 515.2 g, 0.2%, 홍어가 445.9 g, 0.2%, 수조기가 424.6 g, 0.2%, 꼬치고기가 392.1 g, 0.2%, 삼세기가 387.9 g, 0.2%, 불불락이 339.6 g, 0.1%, 보구

Table 7. Cephalopods species composition (inds.) with catch (g) of survey in Yellow Sea

2022	May		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>Loligo beka</i>	65	2,470.9	4	25.3	69	2,496.2	95.8	93.3
<i>Todarodes pacificus</i>	3	178.4	-	-	3	178.4	4.2	6.7
Total	68	2,649.3	4	25.3	72	2,674.6	100.0	100.0
2023	May		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>Octopus minor</i>	1	348.4	-	-	1	348.4	6.7	39.7
<i>Loliolus japonica</i>	11	485.3	-	-	11	485.3	73.3	55.3
<i>T. pacificus</i>	1	43.5	2	718.8	3	762.3	20.0	5.0
Total	13	877.2	2	718.8	15	1,596	100.0	100.0
2024	June		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>O. minor</i>	-	-	2	429.3	2	429.3	3.3	19.7
<i>Enteroctopus dofleini</i>	1	248.3	-	-	1	248.3	1.7	11.4
<i>L. japonica</i>	-	-	5	25.9	5	25.9	8.3	1.2
<i>T. pacificus</i>	44	548.8	2	859.7	46	1,408.5	76.7	64.7
<i>Lusepiola birostrata</i>	4	4.5	-	-	4	4.5	6.7	0.2
<i>Sepia esculenta</i>	-	-	2	58.9	2	58.9	3.3	2.7
Total	49	801.6	11	1,373.8	60	2,175.4	100.0	100.0

치가 288.9 g, 0.1% 순이었다.

2024년 한중잠정조치수역에서 어획된 어류의 개체수에서 가장 우점하였던 종은 고등어로 315개체, 18.5%이었고, 멸치가 246개체, 14.4%, 황아귀가 220개체, 12.9%, 문질망둑(*Acanthogobius flavimanus*)이 152개체, 8.9%, 참조기가 145개체, 8.5%, 꼼치가 129개체, 7.6%, 갈치가 120개체, 7%, 풀미역치가 93개체, 5.5%, 봉장어(*Conger myriaste*)가 47개체, 2.8%, 성대가 41개체, 2.4%, 용가자미가 34개체, 2%, 반딧불게르치(*Acropoma japonicum*)가 22개체, 1.3%, 전갱이(*Trachurus japonicus*)가 21개체, 1.2%, 물천구가 18개체, 1.1%로, 이상의 14종이 전체의 94.1%를 차지하였다. 어획량에서 가장 우점하였던 종은 황아귀로 49,264.6 g, 30.2%이었고, 고등어가 41,897.4 g, 25.7%, 꼼치가 20,929.5 g, 12.8%, 갈치가 12,191.4 g, 7.5%, 참조기가 7,025.7 g, 4.3%, 봉장어가 5,642.3 g, 3.5%, 흥어가 5,422.6 g, 3.3%, 곱상어가 4,870.0 g, 3.0% 민어가 2,411.6 g, 1.5%, 덕대가 2,218.7 g, 1.4%, 용가자미가 2,168.1 g, 1.3%, 멸치(*Engraulis japonicus*)가 2,053.0 g, 1.3%, 등가시치가 1,930.8 g, 1.2%로, 이상의 13종이 전체의 97.0%를 차지하였다(Table 8.).

고 찰

본 연구는 2022년부터 2024년에 걸쳐 황해 중부 해역에서 실

시된 저층트롤 어획 조사 결과를 바탕으로, 수산자원의 계절적·연도별 변동 양상과 그 원인에 대해 종합적으로 분석한 연구 결과를 다룬다. 특히 2024년에 관찰된 종수·개체수 증가와 어획량 감소라는 상반된 변화 패턴의 생태학적 의미와 해양환경 변동과의 연관성을 중심으로 고찰하고자 한다. 2024년 조사에서는 총 55종, 총 2,409개체(2023년 대비 24종, 1,725개체 증가), 총 어획량 173.4 kg(2023년 대비 87.6 kg 감소)라는 특이한 변화 패턴이 관찰되었다. 이는 풍부도(종 다양성 및 개체수)와 어획량 간의 불일치를 보여주는 전형적인 군집 소형화라는 군집구조의 정량적 변화로 해석된다. 군집의 우점종 구성에서 도 현저한 변화가 나타났다. 2022년과 2023년에는 황아귀(*L. litulon*)와 꼼치(*L. tanakae*) 중심의 대형 저서성 어류가 우점했으나, 2024년에는 자주새우(*C. affinis*), 멸치(*E. japonicus*), 고등어(*S. japonicus*)의 비중이 크게 상승하였다. 이러한 변화는 소형·중소형 개체와 갑각류·소형어류의 비중 확대로 인한 군집의 소형화를 명확히 보여준다.

2024년의 해양환경은 독특한 수질 구조를 보였다. 6월과 11월 표층 평균수온은 2022년과 2023년 대비 상승한 반면, 저층 평균수온은 평균적으로 낮았다. 이는 따뜻한 표층·차가운 저층의 강한 성층 구조를 형성하여, 소형 부유성·기회주의 종에게 유리한 환경을 조성했을 것으로 판단된다. 2023년의 기록적 고수온의 지속적인 영향과 하계 태풍에 의한 해양 혼합 약화는 성층을 심화시켰고, 난류의 강세가 이를 더욱 가속화했다. 이후 계

절 냉각 국면에서 저층이 상대적으로 차가운 상태를 유지하면서, 수직 대비가 2024년 봄·초여름까지 지속된 것으로 추정된다. 염분은 31~33 psu로 소폭 상승하며 안정 경향을 보였다. 특히 2023년 이후 보고된 빈산소수괴의 조기·장기화 경향은 대형 저서성 어류의 서식지 압박과 회피행동, 성장 저하를 야기하는 주요 요인으로 작용했을 것으로 분석된다(Jin et al., 2003; Yoon et al., 2005).

황어의 경우 산란기(1~6월)와 부화 조건을 고려할 때, 황

어의 산란한 알들은 젤라틴 덩어리 형태로 표충에 부유하며, 부화 및 서식에 적합한 수온 범위는 12~20°C이다(Cha et al., 1997, 1998; Park et al., 2000; Kim et al., 2020, 2022; Zhang et al., 2022). 그러나 2024년 6월 표면 평균수온이 23.5°C에 달하여 부화 조건과 불일치하였고, 이는 충분한 부화 조건 미충족, 먹이사슬 구조 변화, 서식환경 수용 한계치 지속으로 인한 스트레스 등 다양한 요소에 의한 개체수 증가 저해로 작용했을 가능성이 높다. 꼼치의 경우 1년생 다회 산란 어종으로서 수중 해

Table 8. Fishes species composition (inds.) with catch (g) of survey in Yellow Sea

2022	May		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>Lophius litulon</i>	50	41,803.6	398	188,559.6	448	230,363.2	72.5	75.7
<i>Liparis tanakae</i>	-	-	61	35,686.1	61	35,686.1	9.9	11.7
<i>Trichiurus lepturus</i>	3	49.6	10	2,731.1	13	2,780.7	2.1	0.9
<i>Miichthys miiuy</i>	1	4,350	11	2,158.6	12	6,508.6	1.9	2.1
<i>Erisphex pottii</i>	10	38.1	-	-	10	38.1	1.6	0.0
<i>Scomber japonicus</i>	9	1,726.5	-	-	9	1,726.5	1.5	0.6
<i>Pampus argenteus</i>	1	117.2	6	575	7	692.2	1.1	0.2
<i>Gymnacanthus herzensteini</i>	6	933.9	-	-	6	933.9	1.0	0.3
<i>Harpodon nehereus</i>	6	87.9	-	-	6	87.9	1.0	0.0
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	4	518.5	2	207	6	725.5	1.0	0.2
<i>Gadus macrocephalus</i>	4	7,018.8	-	-	4	7,018.8	0.7	2.3
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	-	-	4	981.9	4	981.9	0.7	0.3
<i>Pleurogrammus azonus</i>	4	1,168.6	-	-	4	1,168.6	0.7	0.4
<i>Hexagrammos otakii</i>	4	2,087.5	-	-	4	2,087.5	0.7	0.7
<i>Clupea pallasii</i>	4	1,375.2	-	-	4	1,375.2	0.7	0.5
<i>Okamejei kenojei</i>	3	2,200.8	-	-	3	2,200.8	0.5	0.7
<i>Pholis nebulosa</i>	2	672.3	-	-	2	672.3	0.3	0.2
<i>Hemitripterus villosus</i>	2	344.4	-	-	2	344.4	0.3	0.1
<i>Tanakius kitaharae</i>	1	67.5	-	-	1	67.5	0.2	0.0
<i>Squalus suckleyi</i>	1	5,300	-	-	1	5,300.0	0.2	1.7
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	1	130.8	-	-	1	130.8	0.2	0.0
<i>Pampus echinogaster</i>	1	304.4	-	-	1	304.4	0.2	0.1
<i>Zoarces gillii</i>	1	389.2	-	-	1	389.2	0.2	0.1
<i>Argyrosomus argentatus</i>	1	145.2	-	-	1	145.2	0.2	0.1
<i>Sebastes thompsoni</i>	1	90.6	-	-	1	90.6	0.2	0.0
<i>Sebastes schlegelii</i>	1	481.1	-	-	1	481.1	0.2	0.2
<i>Todarodes hamiltonii</i>	1	33.7	-	-	1	33.7	0.2	0.0
<i>Konosirus bicoloratus</i>	-	-	1	862.3	1	862.3	0.2	0.3
<i>Scomberomorus niphonius</i>	-	-	1	935.9	1	935.9	0.2	0.3
<i>Engraulis japonicus</i>	-	-	1	10.7	1	10.7	0.2	0.0
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	-	-	1	125.1	1	125.1	0.2	0.0
Total	122	71,435.4	496	232,833.3	618	304,268.7	100.0	100.0

Table 8. Continued

2023	May		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>T. lepturus</i>	4	306.8	3	567.8	7	874.6	1.1	0.3
<i>S. japonicus</i>	15	2,797.3	5	920.2	20	3,717.5	3.2	1.5
<i>Sphyraena pinguis</i>	-	-	1	392.1	1	392.1	0.2	0.2
<i>L. tanakae</i>	1	57.6	34	18,795.1	35	18,852.7	5.6	7.4
<i>Cololabis saira</i>	-	-	1	515.2	1	515.2	0.2	0.2
<i>G. macrocephalus</i>	4	1,546.5	-	-	4	1,546.5	0.6	0.6
<i>P. echinogaster</i>	-	-	1	74.3	1	74.3	0.2	0.0
<i>Z. gillii</i>	6	2,932.2	1	337.0	7	3,269.2	1.1	1.3
<i>Thamnaconus modestus</i>	-	-	1	21.4	1	21.4	0.2	0.0
<i>M. miiuy</i>	-	-	8	2,751.8	8	2,751.8	1.3	1.1
<i>Mustelus manazo</i>	1	13,200.0	-	-	1	13,200.0	0.2	5.2
<i>A. argentatus</i>	3	288.9	-	-	3	288.9	0.5	0.1
<i>S. thompsoni</i>	3	339.6	-	-	3	339.6	0.5	0.1
<i>H. villosus</i>	-	-	7	387.9	7	387.9	1.1	0.2
<i>C. spinosus</i>	1	185.6	5	1,018.4	6	1,204	1.0	0.5
<i>Nibea albiflora</i>	1	329.9	1	94.7	2	424.6	0.3	0.2
<i>H. pinetorum</i>	-	-	2	215.4	2	215.4	0.3	0.1
<i>Larimichthys polyactis</i>	-	-	28	1,342.5	28	1,342.5	4.5	0.5
<i>O. kenojei</i>	-	-	1	445.9	1	445.9	0.2	0.2
<i>L. litulon</i>	57	36,487.0	431	169,719	488	206,206.0	78.0	80.5
Total	96	58,471.4	530	197,598.7	626	256,070.1	100.0	100.0

조류에 부착식 산란을 한다(Kawasaki et al., 1983; Choi et al., 2015; Song et al., 2021). 고수온과 유해조류 발생에 의한 서식지 파괴는 꼼치 개체수에 직접적인 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 저서성 어류(꼼치 등)의 개체수 감소는 생태계 내 포식-피식 관계에 변화를 가져왔다. 꼼치가 자주새우와 같은 새우류, 요각류를 주로 섭식하는 상위 포식자 역할을 하는데(Jin et al., 2023), 이들의 감소로 인한 포식압 완화가 절지동물 개체수 증가의 한 요인으로 작용했을 가능성이 있다. 표충 난류와 고수온 기화장, 그리고 연안-외양 간 교란이 소형 회유성 어류(멸치·고등어·유어)의 일시적 유입과 체류를 증가시켜 트롤 조사에서의 포획 확률을 높였을 가능성도 배제하기 어렵다.

표충 영양염 및 기초생산력 저하와 빈산소수과 조기화는 대형 저서성 어류에게는 불리하고 소형 갑각류·소형어류에게는 상대적으로 유리한 환경 구조를 형성하였다(Chin and Shin, 1992). 연근해 대형 개체군의 체장 구조 악화와 서식처 질 저하가 누적되면서, 환경 충격에 대한 회복탄력성이 저하되었다. 이는 개체수는 많으나 중량이 작은 군집으로의 전이 가능성을 높이는 요인으로 작용하였다.

본 연구에는 몇 가지 한계가 존재하며, 향후 조사·분석 과정에서의 개선이 요구된다. 우선, 해양환경 데이터의 경우 11월 조

사는 연도 간 비교가 가능하였으나, 2022-2023년은 5월, 2024년은 6월에 수행되어 연간 변동성 비교에서 시기적 불일치가 발생하였다. 또한 2023년 5월에는 센서 이상으로 염분 값이 결측되어, 환경 요인과 자원 변동 간의 인과관계 규명에 제약이 있었다. 조사 선박 역시 2022, 2023년에는 아래호, 2024년에는 백경호를 사용하여 동일 어구·해역 조건을 유지했음에도 예망 속도의 넓은 범위로 예망면적의 표준화 필요성이 제기된다. 이러한 점들을 고려할 때, 향후에는 매년 동일 시기의 정기 조사와 조사 주기의 확대를 통해 일관성 있는 장기 데이터베이스 확보와 어획자료 분석 과정에서 소해면적과 예망시간을 표준화하고, CPUE (m^2/h) 지표를 병행 제시하는 것이 하는 것이 요구된다. 더불어 다양도(H'), 균등도(J'), 우점곡선 및 ABC(W) 등 정량적 군집 구조 분석 지표를 활용하여 고도화할 필요가 있으며, 저충 수온·염분과 같은 해양환경 요인을 변수로 한 다변량 모델(GAM, DistLM 등)의 적용을 통해 환경-자원 간 연계를 강화할 수 있을 것을 사료된다(Kang et al., 2008; Heo et al., 2015; Koh et al., 2016; Shin et al., 2023).

본 조사에서 2024년에 관측된 종수와 개체수의 증가와 총 어획량의 감소는 군집이 소형화·경량화 방향으로 재편되고 있음을 보여준다. 이러한 변화는 2023년 기록적 고수온 이후 강화

Table 8. Continued

2024	June		November		Total		Dominant rate (%)	
	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)	inds.	Catch (g)
<i>T. lepturus</i>	31	653.9	89	11,537.5	120	12,191.4	7.0	7.5
<i>Cynoglossus robustus</i>	3	156.4	0	0	3	156.4	0.2	0.1
<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	0	0	1	2.9	1	2.9	0.1	0
<i>S. japonicus</i>	123	11,899.0	192	29,998.4	315	41,897.4	18.5	25.7
<i>S. suckleyi</i>	1	4,870.0	0	0	1	4,870	0.1	3.0
<i>L. tanakae</i>	105	7,066.5	24	13,863.0	129	20,929.5	7.6	12.8
<i>Doederleinia berycoides</i>	1	66.9	0	0	1	66.9	0.1	+
<i>G. macrocephalus</i>	0	0	3	164.5	3	164.5	0.2	0.1
<i>P. echinogaster</i>	2	502.5	14	1,716.2	16	2,218.7	0.9	1.4
<i>Z. gillii</i>	10	1,797.9	1	132.9	11	1,930.8	0.6	1.2
<i>E. japonicus</i>	83	777.0	163	1,276	246	2,053	14.4	1.3
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	152	206.3	0	0	152	206.3	8.9	0.1
<i>H. nehereus</i>	3	88.4	15	278.3	18	366.7	1.1	0.2
<i>M. miiuy</i>	1	514.9	6	1,896.7	7	2,411.6	0.4	1.5
<i>Acropoma japonicum</i>	21	87.1	1	9	22	96.1	1.3	0.1
<i>Anguilla japonica</i>	0	0	1	67.9	1	67.9	0.1	0
<i>A. argentatus</i>	3	117.3	1	6.2	4	123.5	0.2	0.1
<i>Conger myriaster</i>	31	4,296	16	1,346.3	47	5,642.3	2.8	3.5
<i>T. jarbua</i>	0	0	2	64.5	2	64.5	0.1	+
<i>Psenopsis anomala</i>	0	0	3	407.2	3	407.2	0.2	0.2
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	34	595.2	7	416.3	41	1,011.5	2.4	0.6
<i>C. stigmatias</i>	1	3.3	0	0	1	3.3	0.1	+
<i>Acanthurus lineatus</i>	10	64.0	2	8.3	12	72.3	0.7	+
<i>H. pinetorum</i>	8	438.4	26	1,729.7	34	2,168.1	2.0	1.3
<i>Trachurus japonicus</i>	0	0	21	1,015.4	21	1,015.4	1.2	0.6
<i>Nuchequula nuchalis</i>	1	1.3	0	0	1	1.3	0.1	+
<i>H. otakii</i>	0	0	2	70.2	2	70.2	0.1	+
<i>L. polyactis</i>	66	2,494.5	79	4,531.2	145	7,025.7	8.5	4.3
<i>Sillago japonica</i>	9	59.0	0	0	9	59.0	0.5	+
<i>Xenocephalus elongatus</i>	0	0	1	148.2	1	148.2	0.1	0.1
<i>E. pottii</i>	85	686.92	8	14	93	700.9	5.5	0.4
<i>Thryssa hamiltonii</i>	1	3.6	2	55.7	3	59.3	0.2	+
<i>O. kenojei</i>	7	5,066.3	2	356.3	9	5,422.6	0.5	3.3
<i>L. litulon</i>	165	14,740.6	55	34,524	220	49,264.6	12.9	30.2
<i>Pholis fangi</i>	9	116.6	0	0	9	116.6	0.5	0.1
Total	966	57,369.8	737	105,636.8	1,703	163,006.6	100.0	100.0

된 성층과 빈산소 등 해양환경 변동, 누적된 어업압력, 그리고 단기 저층 수온 하강이 복합적으로 맞물린 결과로 해석된다. 동 시관측과 환경-군집 결합모형을 통한 인과관계 및 예측 정량화가 요구되며, 이를 통해 황해 중부 해역의 지속가능한 수산자원

관리 기반을 마련할 필요가 있다. 특히 기후변화와 해양환경 변동이 가속화되는 상황에서, 생태계 기반 관리 접근법의 도입과 함께 장기적 모니터링 체계의 구축이 필수적이라 할 수 있다.

사 사

이 논문은 한국수산자원공단 수산자원본부 생명자원실의 재원 "2025년 민간어업협력사업 수산자원조사 및 경제적 가치 추정" 및 2022년도 정부(해양수산부)의 재원으로 해양수산과학기술진흥원-과학기술기반 해양환경영향평가 기술개발 사업 지원을 받아 수행된 연구이며(KIMST-20210427). 또한, 본 논문을 사려 깊게 검토하여 주신 심사위원님들과 편집위원님께 감사드립니다.

References

- Cha BY, Hong BQ, Jo HS, Sohn HS, Park YC, Yang WS and Choi OI. 1997. Food habits of the yellow goosefish, *Lophius litulon*. J Korean Fish Soc 30, 95-104.
- Cha BY, Park YC and Huh SH. 1998. Age and growth of the yellow goosefish, *Lophius litulon*. J Korean Fish Soc 31, 529-534.
- Cha SS and Park KJ. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. Korean J Ichthyol 9, 235-243.
- Chin P and Shin YK. 1992. Effect of starvation on the total metabolism of *Crangon affinis*. Bull Korean Fish Soc 25, 371-382.
- Choi HC, Huh SH, Park JM, Baeck GW and Suh YS. 2015. Feeding habits of larval *Liparis tanakae* from the Nakdong River estuary, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 48, 368-376. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0368>.
- Choi YC. 2011. The characteristics of Yellow Sea bottom cold water in September, 2006. J Fish Mar Sci Educ 23, 425-432.
- Chyung MK. 1977. The Fishes of Korea. Il Ji Sa Publishing Co., Seoul, Korea.
- Edmond JM, Spivack A, Grant BC, Hu MH, Chen Z, Chen S and Zeng X. 1985. Chemical dynamics of the Changjiang estuary. Cont Shelf Res 4, 17-36. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(85\)90019-6](https://doi.org/10.1016/0278-4343(85)90019-6).
- Go WJ, Kim SW and Kim DS. 2006. A relationship between oceanic conditions and meteorological factors in the western Sea of Korea in winter. Korean Soc Mar Environ Saf 12, 23-32.
- Heo Y, Lee H, Choi JH and Cha HK. 2015. Comparison of the distribution of demersal fish biomass determined by bottom trawl and hydroacoustic surveys in the Northern East China Sea in winter, 2014. Korean J Fish Aquat Sci 48, 960-968. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0960>.
- Huh SH and Kwak SN. 1998. Seasonal variations in species composition of fishes collected by an otter trawl in the coastal water off Namhae Island. Korean J Ichthyol 10, 11-23.
- Jang ST, Lee JH, Kim CH, Jang CJ and Jang YS. 2011. Movement of cold water mass in the northern east china sea in summer. J Korean Soc Oceanogr 16, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114071>.
- Jin SY, Kang DY, Seong GC, Kim DG, Kim HS, Kim HJ, Lee JH and Baeck GW. 2023. Diet composition of Tanaka's snailfish, *Liparis tanakae* in the Yellow Sea, Korea. Korean J Ichthyol 35, 354-360. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.4.17>.
- Jin X, Xu B and Tang Q. 2003. Fish assemblage structure in the East China Sea and southern Yellow Sea during autumn and spring. J Fish Biol 62, 1194-1205. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00116.x>.
- Kang DH, Im YJ, Lee CW, Yoo JT and Myoung JG. 2008. Hydroacoustic survey of spatio-temporal distribution of demersal fish aggregation near the West Coast of Jeju Island Korea. Ocean Polar Res 30, 181-191. <https://doi.org/10.4217/OPR.2008.30.2.181>.
- Kawasaki T, Hashimoto H, Honda H and Otake A. 1983. Selection of life histories and its adaptive significance in a snailfish *Liparis tanakai* from Sendai Bay. Bull Japan Soc Sci Fish 49, 367-377. <https://doi.org/10.2331/suisan.49.367>.
- Kim DG, Im YJ, Kim JN, Lee HW, Jin S, Choi YJ and Baeck GW. 2020. Maturity and spawning of the yellow goosefish *Lophius litulon* in the coastal waters of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 53, 67-73. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0067>.
- Kim DG, Jeong JM, Lee SJ, Kang S, Seong GC, Kang DY, Jin S and Baeck GW. 2022. Comparison of stomach contents of yellow goosefish *Lophius litulon*, in the South Sea and Yellow Sea, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 55, 714-720. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0714>.
- Kim DY. 2014. A study on the transition of Korean-China fisheries agreement and improvement of fisheries-relation issues between two countries. J Fish Bus Adm 45, 19-37. <https://doi.org/10.12939/FBA.2014.45.3.019>.
- Kim DY. 2015. Research on the implementation of the bilateral fisheries order in the East China Sea after Establishing the China-Japan fisheries agreement. J Fish Mar Sci Educ 27, 1053-1062. <https://doi.org/10.13000/JFMS.2015.27.4.1053>.
- Kim HY, Hwang BK, Lee YW, Shin HO, Kwon JN and Lee KH. 2011. Hydro-acoustic survey on fish distribution and aggregated fish at artificial reefs in marine ranching area. J Kor Soc Fish Tech 47, 139-145. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2011.47.2.139>.
- Kim SH. 2020. Characteristics of water temperature inversion observed in a region west of Jeju Island in April 2015. Ocean Polar Res 42, 97-113. <https://doi.org/10.4217/OPR.2020.42.2.097>.
- Kim SL and Yu OH. 2022. Benthic polychaete community structure in the Yellow Sea Bottom Cold Water zone (YSBCW): Species diversity, temporal-spatial distribution, and feeding guilds. Mar Pollut Bull 183, 114071. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114071>.
- Koh EH, Joo HW, Lee DW, Cha KH and Choi JH. 2016. Com-

- munity composition and distribution of fish species collected by bottom trawl from the middle of the Yellow Sea in summer (2008-2014). *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 849-855. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0849>.
- Lee and Kim. 2007. Numerical simulation of residual currents and low salinity dispersions by changjiang discharge in the Yellow Sea and the East China Sea. *J Korean Soc Mar Environ Energy* 10, 67-85.
- Lee DI, Cho HS, Yoon YH, Choi YC and Lee JH. 2005. Summer environmental evaluation of water and sediment quality in the South Sea and East China Sea. *J Korean Soc Mar Environ Energy* 8, 83-99.
- Lee MW. 2014. Ecosystem-based stock assessment and fisheries management in the west coast of Korea. Ph. D. Dissertation, Pukyong National University of Fisheries and Oceanography, Busan, Korea.
- Liu JY. 2013. Status of marine biodiversity of the China Seas. *PIOS One* 8, e50719. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050719>.
- Masuda H, Uyeno T and Yoshino T. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Vol. 1. Amaoka K and Araga C, eds. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 1-437.
- Park YC, An DH and Cha BY. 2000. Distributional characteristics of *Lophius litulon* (Jordan) in Korean waters. *J Korean Soc Fish Res* 3, 60-67.
- Shin HH, Lee JK, Park GC, Lim BG, Hwang DJ and Lee KH. 2023. Understanding the seasonal status of fisheries resource in the East China Sea by using bottom trawl. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 59, 231-241. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2023.59.3.231>.
- Son YB, Jang CJ and Kim SH. 2013. Seasonal difference in linear trends of satellite-derived chlorophyll-a in the East China Sea. *Ocean Polar Res* 35, 147-155. <https://doi.org/10.4217/OPR.2013.35.2.147>.
- Son YB, Ryu JH, Noh JH, Ju SJ and Kim SH. 2012. Climatological variability of satellite-derived sea surface temperature and chlorophyll in the South Sea of Korea and East China Sea. *Ocean Polar Res* 34, 201-218. <https://doi.org/10.4217/OPR.2012.34.2.201>.
- Son YT, Lee SH, Lee JC and Kim JC. 2003. Water masses and frontal structures in winter in the Northern East China Sea. *J Korean Soc Oceanogr* 8, 327-339.
- Song SH, Lee HW, Jeon BS, Kim HJ, Jung JM and Oh TY. 2021. A study on change of reproductive biology and fishing business of snailfish, *Liparis tanakae* in Korea. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 57, 78-91. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.1.078>.
- Yoon CH. 2002. Fishes of Korea with Pictorial Key and Systematic List. Academy Publication Co., Seoul, Korea, 1-747.
- Yoon HY, Park JS, Park YG, Soh HY and Hwang DJ. 2005. A characteristics of thermohaline structure and phytoplankton community from southwestern parts of the East China Sea during early summer, 2004. *J Korean Soc Fish Tech* 41, 129-139. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2005.41.2.129>.
- Zhang Z, Wang Y, Liu S, Liang C and Xian W. 2022. Assessing the distribution and sustainable exploitation of *Lophius litulon* in marine areas off Shandong, China. *Front Mar Sci* 9, 759591. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.759591>.