

전라북도 곰소만 연안조망에 어획된 수산생물의 종조성 및 군집구조

주영환 · 윤상철¹ · 최지훈¹ · 강명희² · 김진구³ · 조현수^{4*}

국립군산대학교 수산과학과 대학원생, ¹국립수산과학원 연근해자원과 연구원, ²경상국립대학교 해양경찰시스템학과 교수, ³부경대학교 자원생물학과 교수, ⁴국립군산대학교 ONSE대학 해양수산공공인재학과 교수

Species composition and community structure of aquatic organisms caught by the coastal beam trawl in the Gomso Bay, Jeollabuk-do of South Korea

Young-Hwan JOO, Sang-Chul YOON¹, Ji-Hoon CHOI¹, Myounghee KANG², Jin-Koo KIM³ and Hyun-Su JO^{4*}

Graduate Student, Department of Fisheries Science Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

¹Researcher, Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

²Professor, Department of Maritime Police and Production System, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

³Professor, Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

⁴Professor, Department of Public Service in Ocean & Fisheries, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

This study investigated the species composition and community structure of aquatic organisms captured using coastal beam trawling in Gomso Bay, Jeollabuk-do, from January to December 2022. Throughout the experimental period, a total of 20,246 individuals belonging to 94 marine species were captured, with a combined biomass of 602,828 g. Fish exhibited the highest abundance, comprising 56 species, followed by crustacea (21 species), bivalvia (8 species), cephalopoda (5 species), gastropoda (3 species), and holothuroidea (1 species). The dominant species was *Leiognathus nuchalis*, constituting 14.0% of the total individuals, followed by *Portunus trituberculatus* at 12.1%, *Oratosquilla oratoria* at 10.4%, *Crangon hakodatei* at 9.9%, and *Metapenaeus joyneri* at 7.9%. The diversity index ranged from 1.72 to 2.55, with the lowest diversity observed in March and the highest in July. Cluster analysis based on species composition of the 27 most common species showed that aquatic organisms were divided into three groups: spring and summer organisms (Group A) and summer organisms (Group B) and autumn and winter organisms (Group C).

Keywords: Gomso Bay, Coastal beam trawl, Species composition, Community structure, *Leiognathus nuchalis*

서론

곰소만은 한반도 서해안의 전라북도 부안군과 고창군의 경계에 위치한 반폐쇄적 만으로서, 수심은 대체로 10 m

미만으로 얕고, 만의 대부분에 갯벌이 매우 잘 발달되어 있는 조건대 해역이다(Chang and Choi, 1998). 특히, 북쪽에 있던 새만금 갯벌이 간척사업으로 인해 사라짐에 따라

Received 17 April 2024; Revised 21 May 2024; Accepted 23 May 2024

*Corresponding author: hyunsujo@kunsan.ac.kr, Tel: +82-63-469-1817, Fax: +82-63-469-7445

Copyright © 2024 The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology

그 중요성이 더욱 부각되고 있으며, 전라북도 지역에 유일하게 남아있는 갯벌이기 때문에 각종 훼손 행위가 금지된 습지보호구역으로 지정되어있다(MOE, 2018). 뿐만 아니라, 국제적으로도 중요한 습지로 인정받아 2010년에는 람사르 습지로도 등록되었다(KRIHS, 2010).

일반적으로 서·남해안의 만 해역은 육상에서 유입되는 퇴적물로부터 풍부한 영양염을 공급받기 때문에 기초생산력이 높고, 먹이생물이 풍부하여 다양한 수산생물의 산란장과 성육장 역할을 하고 있다(Mcintyre and Eleftheriou, 1968; Allen, 1982; Lee and Seok, 1984). 그러나 곰소만 해역에는 산업화·도시화에 따른 간척사업으로 인해 조간대 면적이 약 21% 감소하였고, 해안선의 90%가 인공해안선으로 변화하였다(Chang et al., 2007; KIGAM, 2008). 이러한 조간대 면적의 감소와 해안선의 인위적인 변화는 퇴적물의 공급을 방해하기 때문에 퇴적환경에 악영향을 끼치고, 조류의 흐름 또한 변화되게 한다. 이로 인하여 저질을 매개로 하는 저서생물에게 직접적인 영향을 미치게 되고, 결과적으로는 먹이사슬을 통한 연안 생태계 전반에 영향을 미치게 된다. 곰소만에 관한 연구로는 곰소만 조간대의 퇴적작용(Jang, 1995), 곰소만 조간대 퇴적물의 계절적 집적양상과 보존(Chang and Choi, 1998), 곰소만 조간대 해수 내 질소 성분의 시공간적 분포(Yang et al., 2003), 곰소만 조간대 퇴적물의 장기적 변화(Chang et al., 2007), 곰소만에 서식하는 바지락의 성장(Park and Kim, 2009), 곰소만에서 곰소옆새우(*Sinocorophium homoceratum*)의 계절별 현존량 변동 및 염분 내성(Ko et al., 2022) 등의 여러가지 연구가 이루어졌다. 그러나 출현종 조사에 관한 연구로는 곰소만에서 낭장망으로 채집한 어류의 종조성 및 군집분석(Lee, 2019)이 유일하지만, 어류에만 한정되어 있어 수산생물의 출현종 조사에 관한 연구는 현재까지도 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 곰소만에서 조망어구에 어획되는 수산생물을 정량적으로 조사하여 출현종의 월별 종조성을 파악하고, 군집구조를 분석함으로써 곰소만에 서식하는 수산생물들을 파악하는 것을 목적으로 한다.

재료 및 방법

본 연구는 전라북도 부안군 선적의 연안조망어업 허가를 가진 어선 98동호(6.57톤)를 이용하여 2022년

1월부터 12월까지 조금 때 매월 1회씩 총 12회에 걸쳐 조사를 실시하였다. 조사는 전라북도 곰소만 해역에 5개 정점(Fig. 1)을 설정하여 각 정점당 30분을 기준으로 약 2 knots의 속력으로 예망하였으나, 타 어선들이 조사해역에 부설해 놓은 자망이나 통발 등의 부표로 인하여 30분을 다 예망하지 못한 경우도 있었다. 그리고 조사해역의 해양환경 특성을 파악하기 위하여 각각의 조사정점 양망 위치에서 CTD (CastAway-CTD, SonTek)를 이용하여 저층수온과 염분을 각 1회씩 측정하였다.

어획시험에 사용된 조망어구는 끌어구류 중에서도 틀방그물류에 속하는 어구로써(NFRDI, 2002), 어구 규격은 빙 가로 길이 12 m, 높이 0.8 m였고, 날개그물부터 끝자루그물까지의 총 길이는 30 m였다. 그물코 크기는 날개그물 40 mm, 자루그물 35 mm, 끝자루그물 25 mm였다(Fig. 2). 어획된 모든 어획종은 군산대학교 실험실로 운반한 후 어종별로 분류하여 개체수를 구하였고, 중량은 전자저울을 사용하여 1 g 단위까지 측정하였다. 종 동정 방법은 무척추동물의 경우 NFRDI (2001, 2005), Min (2004) 및 Hong (2006)의 방법을 이용하였고, 어류는 NFRDI (2004) 및 Kim et al. (2005)의 방법을 활용하였다.

조사해역인 전라북도 곰소만의 월별 군집 특성을 알아보기 위하여 다양도 지수(Shannon and Weaver, 1949), 균등도 지수(Pielou, 1975), 우점도 지수(McNaughton, 1968) 및 풍부도 지수(Margalef, 1958)를 계산하였으며, 각 지수의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{다양도 지수} : H = - \sum_{i=1}^s P_i (\ln P_i) \quad (1)$$

(H : 다양도 지수, P_i : i 번째 종의 개체수 비율, N : 총 개체수, n_i : i 종의 개체수)

$$\text{균등도 지수} : E = H / \ln(S) \quad (2)$$

(E : 균등도 지수, H : 다양도 지수, S : 전체 종수)

$$\text{풍부도 지수} : RI = (S-1) / \ln(N) \quad (3)$$

(RI : 풍부도 지수, S : 전체 종수, N : 총 개체수)

$$\text{우점도 지수} : D = (n_1 + n_2) / N \quad (4)$$

(D : 우점도 지수, N : 총 개체수, n_1 : 첫 번째 우점종 개체수, n_2 : 두 번째 우점종 개체수)

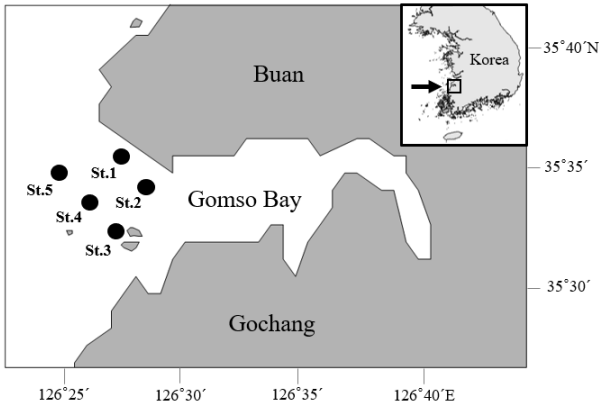


Fig. 1. A map showing the location of survey area of the Gomso Bay, Jeollabuk-do, Korea.

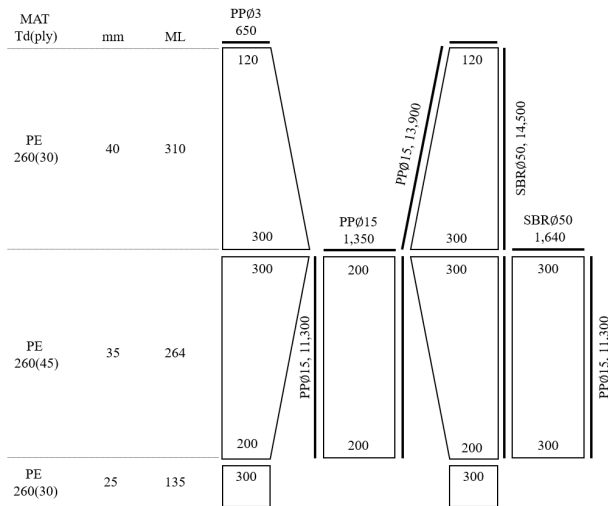


Fig. 2. Layout of net and schematic diagram for the beam trawl gear.

그리고 종간 출현시기의 유사성을 분석하기 위하여 조사기간 동안 5회 이상 출현한 27종의 수산생물을 대상으로 계층적 분석을 통한 덴드로그램(Dendrogram)에 대하여 분석하였으며, 자료 분석은 Primer (ver. 6.0)를 이용하였다.

결 과

수온 및 염분

조사기간 동안 수온 범위는 3.7~28.5℃이었다. 월별로 보면, 1월에는 4.7℃이었다가 2월에는 3.7℃로 감소하여 가장 낮게 나타났다. 이후 증가 경향을 나타내어 3월에는 8.5℃, 4월에는 14.8℃, 5월에는 19.0℃, 6월

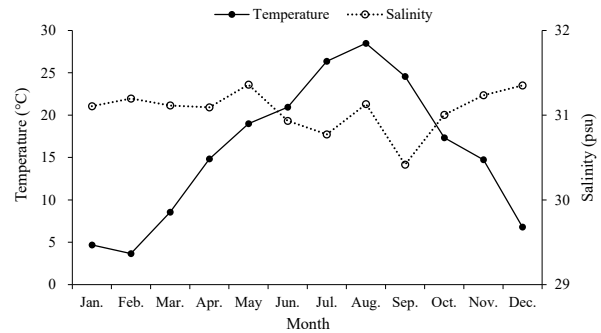


Fig. 3. Monthly variation of temperature and salinity in the Gomso Bay, Jeollabuk-do from Jan. to Dec. 2022.

는 20.9℃, 7월에는 26.4℃, 8월에는 28.5℃까지 증가하여 가장 높게 나타났다. 이후 감소 경향을 나타내어 9월에는 24.6℃, 10월에는 17.3℃, 11월에는 14.7℃, 12월에는 6.8℃까지 감소하였다. 염분 범위는 30.77~31.36 psu였다. 월별로 보면, 1~5월 동안에는 31.09~31.36 psu로 비슷한 경향이 나타났다. 이후 감소 경향을 나타내어 6월에는 30.93 psu, 7월에는 30.77 psu까지 감소하였다가 8월에는 31.13 psu로 다시 증가하였다. 그러나 9월에는 30.42 psu로 다시 감소하여 가장 낮게 나타났으나, 이후 증가 경향을 나타내어 10월에는 31.00 psu, 11월에는 31.23 psu, 12월에는 31.35 psu로 증가하였다 (Fig. 3).

분류군별 종조성 및 생체량

조사기간 동안 조망어구에 어획된 수산생물의 출현 종수는 총 24목 57과 94종이었고, 그 중 어류(Fishes)가 11목 30과 56종으로 가장 많았으며, 다음으로는 갑각류(Crustacea) 2목 14과 21종, 이매패류(Bivalvia) 4목 6과 8종, 두족류(Cephalopoda) 4목 4과 5종, 복족류(Gastropoda) 2목 2과 3종, 해삼류(Holothuroidea) 1목 1과 1종 순으로 나타났다(Table 1).

조사기간 동안 어획된 94종의 수산생물 중에서 어종별 개체수 비율이 가장 높게 나타난 종은 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)로서 전체 개체수의 14.0%를 차지하였고, 다음으로 꽃게(*Portunus trituberculatus*) 12.1%, 갯가재(*Oratosquilla oratoria*) 10.4%, 마루자주새우(*Crangon hakodatei*) 9.9%, 중하(*Metapenaeus joyneri*) 7.9% 등의 순으로 나타났다. 생체량에서는 꽃게가 32.0%로 가장

Table 1. Number of species, families and orders of aquatic organisms caught by the beam trawl in the Gomso Bay, Jeollabuk-do from Jan. to Dec. 2022

Classes	Orders	Families	Species	*R.A. (%)
Actinopteri	Aulopiformes	1	1	1.1
	Callionymiformes	1	1	1.1
	Clupeiformes	2	5	5.3
	Gobiiformes	1	1	1.1
	Lophiiformes	1	1	1.1
	Mugiliformes	1	1	1.1
	Perciformes	12	26	27.7
	Pleuronectiformes	3	8	8.5
	Scorpaeniformes	6	9	9.6
	Tetraodontiformes	1	2	2.1
Chondrichthyes	Myliobatiformes	1	1	1.1
Crustacea	Decapoda	13	20	21.3
	Stomatopoda	1	1	1.1
Bivalvia	Arcoida	1	1	1.1
	Mytiloidea	1	1	1.1
	Pterioidea	1	1	1.1
	Veneroidea	3	5	5.3
Cephalopoda	Octopoda	1	2	2.1
	Sepiida	1	1	1.1
	Sepiolida	1	1	1.1
	Teuthida	1	1	1.1
Gastropoda	Littorinimorpha	1	2	2.1
	Neogastropoda	1	1	1.1
Holothuroidea	Aspidochirotida	1	1	1.1
Total	24	57	94	100.0

*R.A.: Relative abundance.

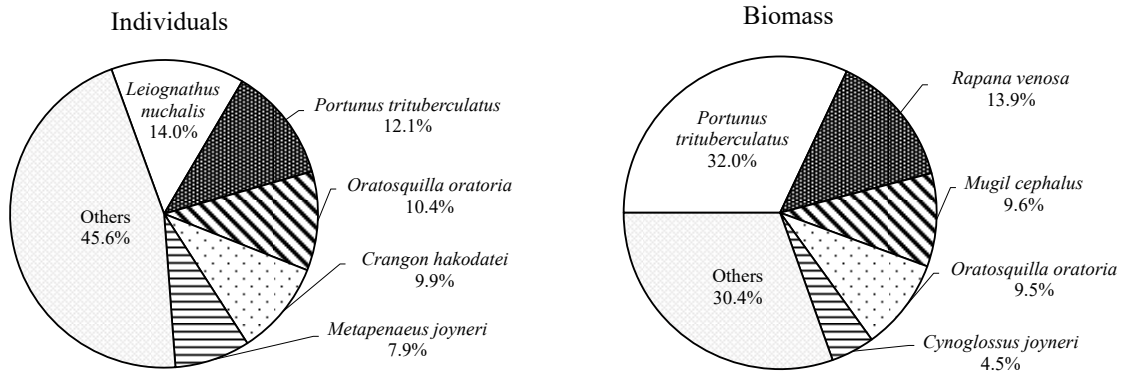


Fig. 4. Composition percentage of individuals and biomass of the dominant species caught by the beam trawl in the Gomso Bay, Jeollabuk-do from Jan. to Dec. 2022.

높았으며, 다음으로 피빨고둥(*Rapana venosa*) 13.9%, 숭어(*Mugil cephalus*) 9.6%, 갯가재 9.5%, 참서대(*Cynoglossus joyneri*) 4.5% 등의 순으로 나타났다(Fig. 4).

월별 종조성 및 생체량

월별 어획 종수는 6월에 43종으로 가장 많았고, 3월에

10종으로 가장 적게 나타났다. 분류군별로 보면, 어류는 6월에 23종으로 가장 많았고, 3월에 3종으로 가장 적었다. 갑각류는 6월에 14종으로 가장 많았고, 2월에 1종으로 가장 적었다. 두족류는 5월에 4종으로 가장 많았고, 1월에는 전무하였다. 이매패류는 11월에 4종으로 가장 많았고, 2~3월 및 12월에 1종으로 가장 적었다.

Table 2. Monthly species composition of the aquatic organisms caught by the coastal beam trawl in the Gomso Bay from Jan. to Dec. 2022

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Total					
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W				
Fishes																														
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	1	119																	5	394	15	1,047						21	1,560	
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>																1	51											1	51	
<i>Apogon lineatus</i>					1	4																						1	4	
<i>Argyrosomus argentatus</i>					7	797	4	217	3	86								3	33	5	33							22	1,166	
<i>Callionymus beniteguri</i>													19	94														19	94	
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1	19	3	68															128	1,054	172	1,114	99	1,088	403	3,342				
<i>Chelidonichthys spinosus</i>							1	85													1	53					2	138		
<i>Cociella crocodilus</i>																												1	25	
<i>Coilia nasus</i>																								10	95	10	95			
<i>Collichthys lucidus</i>							1	13																				1	13	
<i>Collichthys niveatus</i>	1	24	1	12																				27	200	29	236			
<i>Cryptocentrus flifer</i>											30	63	3	8													33	71		
<i>Ctenorhynchus microcephalus</i>																												5	34	
<i>Cynoglossus joyneri</i>			1	46			70	2,121	91	2,888	156	5,532	215	5,765	6	187	3	47	177	5,514	95	2,447	111	2,631	925	27,177				
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	1	135																									1	135		
<i>Cynoglossus semilaevis</i>									1	224						1	122				5	546	1	133	8	1,025				
<i>Dasyatis akajei</i>									1	634																	1	634		
<i>Engraulis japonica</i>											61	198							24	8							85	206		
<i>Haplogerys nitens</i>											5	36							10	56	8	25					23	117		
<i>Hemiripierus villosus</i>	2	113	14	2,333	3	593																	1	305	20	3,344				
<i>Hexagrammos otaki</i>			2	151	1	137					1	39															4	327		
<i>Inimicus japonocu</i>																												2	58	
<i>Johinus belengerii</i>																							156	3,129	229	3,721	153	1,953	8	10,687

Table 2. Continued

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Total			
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
<i>Kareius bicoloratus</i>	7	254			2	76	4	338	1	97					1	123	1	28			2	86	18	1,001				
<i>Konosirus punctatus</i>					2	56			37	687	7	126	4	44									82	1,213				
<i>Larimichthys polyactis</i>					4	66			1	28													7	145				
<i>Lateolabrax japonicus</i>					1	1,642																	1	1,642				
<i>Leiognathus nuchalis</i>			2	6	15	91	136	775	364	2,657	3	7	13	32	2,246	7,090	62	193					2,841	10,852				
<i>Liparis tanakai</i>			32	163											10	3,358	10	9,012	2	1,041	2	1,041	54	13,574				
<i>Lophius litulon</i>																	3	727					3	727				
<i>Mitchithys miyu</i>																							56	4,840				
<i>Minous monodactylus</i>					5	127	7	145	7	180				13	575	5	240	38	4,026				19	452				
<i>Mugil cephalus</i>	5	10,671	3	9,314										13	18,696							5	17,495	17	113	44	58,101	
<i>Nibea albiflora</i>											1	190	2	0										3	191			
<i>Odontamblyopus lacepedii</i>											2	11	2	47								3	45	60	1,720	67	1,824	
<i>Pagrus major</i>																								1	5,901			
<i>Pampus echinogaster</i>					4	94	2	136			1	218	102	2,007								5	157		114	2,611		
<i>Platycephalus indicus</i>			2	287	6	482	6	182	7	1,430	4	831	10	2,053	71	3,312	3	476						109	9,052			
<i>Plectorhynchus cinctus</i>														1	30									1	30			
<i>Pleuronectes yokohamae</i>	1	149	2	51							3	217	2	211	2	9					1	103		11	740			
<i>Pleuronichthys cornutus</i>											1	5	5	57										6	62			
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>											6	45										2	161		8	206		
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>					15	99	21	256	2	105					1	88							39	548				
<i>Repomucenus olidus</i>					3	21	1	19	89	1,519												121	644		214	2,203		
<i>Repomucenus ornatepinis</i>																							40	1,754		40	1,754	
<i>Saurida undosquamis</i>																						1	27	2	24		3	51
<i>Sebastes schlegelii</i>	1	46									1	37												2	83			

Table 2. Continued

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Total							
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W				
<i>Setipinna tenuifilis</i>																		34	425	4	25	3	51			41	501					
<i>Sillago japonica</i>					26	489	770	15,842	207	3,351								1	6	183	6,375	1	45			1,188	26,107					
<i>Sphyræna pinguis</i>													1	13												1	13					
<i>Takifugu niphobles</i>								1	16											1	153					2	169					
<i>Takifugu vermicularis</i>					31	1,287	9	329	2	78	4	192	1	49	5	164	340	8,194	215	3,868						607	14,159					
<i>Thryssa kammalensis</i>					28	230	29	190	72	373					18	253										147	1,047					
<i>Tridentiger barbatus</i>											3	10												16	719	19	728					
<i>Tridentiger bifasciatus</i>																							14	60	14	60						
<i>Zoarces gilli</i>	1	165																							1	165						
Crustacea																																
<i>Acetes chinensis</i>											7	4														7	4					
<i>Alpheus digitalis</i>								6	23	4	16	2	4											1	4	333	694	346	741			
<i>Alpheus japonicus</i>																				4	13	3	8	48	93	55	114					
<i>Batpenaeopsis tenella</i>											67	78														57	35	74	43	198	156	
<i>Charybdis bimaculata</i>											4	9															12	26				
<i>Charybdis japonica</i>								18	705	14	470	95	1,647	151	2,953	32	1,400	10	559	3	273	1	101	1	71	325	8,179					
<i>Crangon hakodatsei</i>														12	11					294	444	617	1,114	1,065	2,291	2,011	4,178					
<i>Enoplolambus validus</i>																											38	447				
<i>Eucrate crenata</i>	2	30																								6	71	4	39	94	1,021	
<i>Lysmata vittata</i>																										25	12					
<i>Matuta planipes Fabricius</i>																											4	81				
<i>Metapenaeus joyneri</i>																											8	49	17	91	1,603	11,974
<i>Oratosquilla oratoria</i>																											90	1,567	2,110	57,168		
Paguroidea sp.																											3	18	2	3	5	21

Table 2. Continued

Scientific name	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Total					
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W		
<i>Palaemon carinicauda</i>			1	4																										
<i>Palaemon gravieri</i>																														
<i>Paradorippe granulata</i>					1	6	4	27	14	75	5	26																		
<i>Penaeus chinensis</i>			2	146	66	4,920	6	431		6	115									5	186	5	312							
<i>Portunus trituberculatus</i>	4	176	119	1,976	359	7,022	400	11,228	690	93,962	329	44,112	294	15,890	45	10,210	144	7,593	60	719	2,444	192,887								
<i>Trachysalambria curvirostris</i>							53	116	47	150																				
<i>Upogebia major</i>																														
Bivalvia																														
<i>Atrina pectinata</i>	1	297					2	381																						
<i>Dosinia japonica</i>																														
<i>Mactra antiquata</i>																														
<i>Meretrix lusoria</i>			1	8	2	101	1	17	2	89	33	1,530	8	473																
<i>Mytilus unguiculatus</i>																														
<i>Ruditapes philippinarum</i>	1	12					3	28	2	23	2	25																		
<i>Scapharca broughtonii</i>																														
<i>Solen stricus</i>			2	79																										
Cephalopoda																														
<i>Amphioctopus fangsiao</i>			3	149																										
<i>Euprymna morsei</i>																														
<i>Loliolus japonica</i>					6	222	296	2,237	23	240	45	530	398	2,260	39	346	3	26	170	653	93	213								
<i>Octopus minor</i>																														
<i>Sepia officinalis</i>																														
Gastropoda																														
<i>Laguncula pulchella</i>																														
<i>Neverita didyma</i>	3	317	1	362	16	2,030	91	12,764	47	7,895	50	5,552	66	9,506	60	8,038	21	3,038	279	22,536	65	11,373	3	539	702	83,948				
<i>Rapana venosa</i>	4	142	3	69	11	866	3	252	2	120			2	15	1	22														
Holothuroidea																														
Holothuroidea sp.	1	22																												
Total	37	12,690	36	12,638	43	3,786	1,163	45,876	2,389	50,110	3,217	71,104	3,192	158,416	584	58,144	690	31,107	4,347	76,669	1,983	63,455	2,565	18,834	20,246	602,828				
Number of species	17	12	12	10	30	40	43	35	23	35	27	35	26	40	26	94														

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

복족류는 4월에 3종으로 가장 많았고, 6월 및 9~10월에 1종으로 가장 적었다. 해삼류는 1월에만 1종 나타났다. 전체 어획 개체수 및 생체량은 20,246개체, 602.828 g이었다. 월별 어획 개체수를 보면 10월에 총 4,347개체로써 가장 높게 나타났으며, 전체 개체수의 21.5%를 차지하였다. 반면, 1~3월은 36~43개체가 어획되어 조사기간 중 가장 낮은 개체수를 나타내어 동 시기에는 전체 개체수의 0.6%를 차지하였다. 월별 생체량을 보면 7월에 158.4 kg으로써 가장 높게 나타났으며, 전체 생체량의 26.3%를 차지하였다. 반면 3월에는 3.8 kg으로써 전체 생체량의 0.6%를 차지하여 가장 낮게 나타났다. 월별 어종별 어획 개체수를 보면, 1월의 어종별 어획 개체수는 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)가 7개체로써 가장 많았으며, 다음으로 송어 5개체, 꽃게, 큰구슬우렁이(*Neverita didyma*) 각각 4개체 등으로 나타났다. 2월의 어종별 어획 개체수는 삼세기(*Hemitripterus villosus*)가 14개체로써 가장 많았으며, 다음으로 송어, 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys stigmatias*), 주꾸미(*Amphioctopus fangsiao*), 큰구슬우렁이가 각각 3개체 등으로 나타났다. 3월의 어종별 어획 개체수는 피빨고둥이 16개체로써 가장 많았으며, 다음으로 큰구슬우렁이, 반원니꼴뚜기(*Loliolus japonica*), 삼세기 등의 순으로 나타났다. 4월의 어종별 어획 개체수는 갯가재가 430개체로써 가장 많았으며, 다음으로 반원니꼴뚜기, 꽃게, 피빨고둥 등의 순으로 나타났다. 5월의 어종별 어획 개체수는 중하가 1,082개체로써 가장 많았으며, 다음으로 갯가재, 꽃게, 민태(*Johnius belengerii*) 등의 순으로 나타났다. 6월의 어종별 어획 개체수는 청보리멸(*Sillago japonica*)이 770개체로써 가장 많았으며, 다음으로 갯가재, 꽃게, 민태 등의 순으로 나타났다. 7월의 어종별 어획 개체수는 꽃게가 690개체로써 가장 많았으며, 다음으로 반원니꼴뚜기, 주둥치, 갯가재 등의 순으로 나타났다. 8월의 어종별 어획 개체수는 꽃게가 329개체로써 가장 많았으며, 다음으로 피빨고둥, 반원니꼴뚜기, 전어(*Konosirus punctatus*) 등의 순으로 나타났다. 9월의 어종별 어획 개체수는 꽃게가 294개체로써 가장 많았으며, 다음으로 턱대(*Pampus echinogaster*), 갯가재, 민태 등의 순으로 나타났다. 10월의 어종별 어획 개체수는 주둥치가 2,246개체로써 가장 많았으며, 다음으로 국매리복(*Takifugu vermicularis*), 마루자주새우, 피빨고둥 등의 순으로 나타났다. 11월의 어종별 어획 개체수는 마루자주새우가

617개체로써 가장 많았으며, 다음으로 국매리복, 쉬쉬망둑, 갯가재 등의 순으로 나타났다. 12월의 어종별 어획 개체수는 마루자주새우가 1,065개체로써 가장 많았으며, 다음으로 큰손딱총새우(*Alpheus digitalis*), 밑새우(*Palaemon carinicauda*), 그라비새우(*Palaemon gravieri*) 등의 순으로 나타났다(Table 2).

군집구조

조사기간 동안 출현한 종수와 개체수를 기준으로 월별 군집지수를 분석한 결과, 종다양도지수(Diversity index)는 1.72~2.55의 범위로써 7월에 가장 높았고, 3월에 가장 낮게 나타났다. 균등도 지수(Evenness index)는 0.52~0.90의 범위로써 1월에 가장 높았고, 5월에 가장 낮게 나타났다. 풍부도 지수(Richness index)는 0.91~4.24의 범위로써 3월에 가장 낮았고, 6월에 가장 높게 나타났다. 우점도 지수(Dominance index)는 0.32~0.67의 범위로써 8월에 가장 높았고, 1월에 가장 낮게 나타났다(Fig. 5).

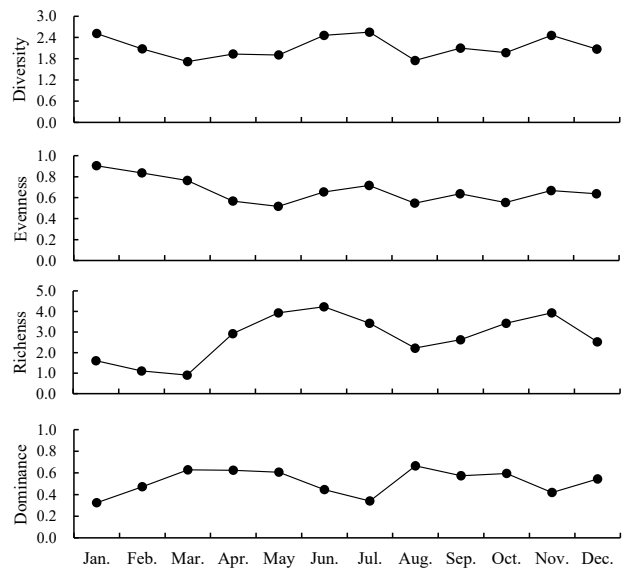


Fig. 5. Monthly variation in diversity, evenness, richness and dominance index in the Gomso Bay, Jeollabuk-do from Jan. to Dec. 2022.

유사도 분석

전체 조사기간 동안 5회 이상 출현한 수산생물 27종의 종간 유사성을 분석한 결과, 유사도 10% 수준에서 크게 3개의 그룹으로 구분되었다. A그룹은 참서대, 꽃게, 갯가재, 중하, 반원니꼴뚜기 등으로 주로 봄과 여름

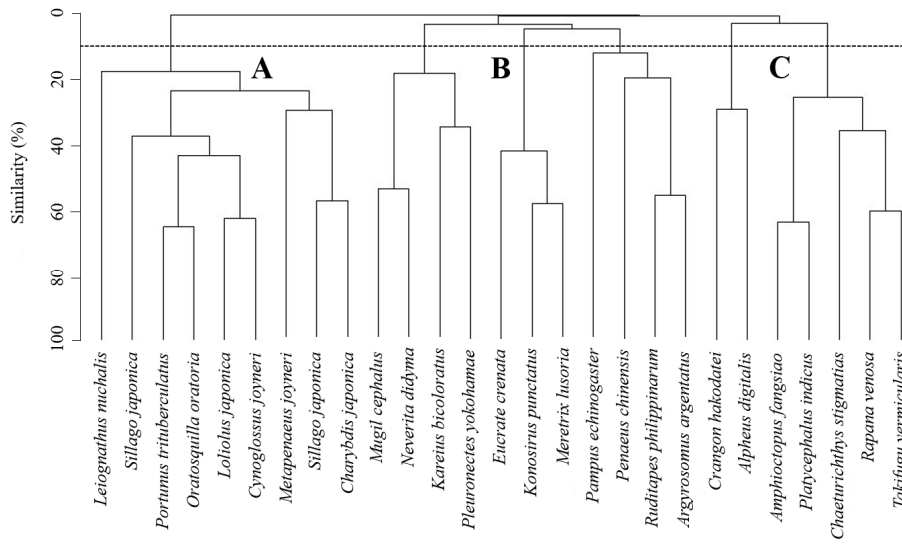


Fig. 6. Cluster analysis of the species composition of aquatic organism caught by beam trawl in the Gomso Bay, Jeollabuk-do from Jan. to Dec. 2022.

에 출현하는 종들이었다. B그룹은 청보리멸, 민꽃게, 무딘이빨게(*Eucrate crenata*), 백합(*Meretrix lusoria*) 등으로 주로 여름에만 출현하는 종들이었다. C그룹은 국매리복, 쉬쉬망둑, 양태(*Platycephalus indicus*), 마루자주새우 등으로 주로 가을과 겨울에 출현한 종들이었다(Fig. 6).

고찰

조사기간 동안 곰소만에서 어획된 수산생물은 총 94종으로 나타났는데, 이 결과는 인근 해역인 군산 연안에서 새우조망 어획시험 조사 시 어획된 91종(Han et al., 2016), 금강하구역에서 새우조망 어획시험 조사 시 어획된 94종(Lee et al., 2014), 태안 바다목장 해역에서 새우조망 어획시험 조사 시 어획된 99종(Park et al., 2013), 충청남도 연안에서 연안조망 어획시험 조사 시 어획된 96종(Kim et al., 2013)과 비교하면, 비슷한 경향으로 나타났다. 또한 인근 해역에서 어획된 최우점종의 개체수 비율을 살펴보면, 군산 연안에서는 매끈등꼬마새우(*Latreutes anoplonyx*)가 48.2%, 금강하구역에서는 밀새우(*Exopalaemon carinicauda*)가 35.3%, 충청남도 연안에서는 마루자주새우가 21.2%로써 모두 새우류가 최우점하는 경향이 나타났다. 그러나 본 연구에서는 주둥치가 14.0%를 차지하여 최우점하였는데, 일반적으로 오염을 비롯한 환경변화가 진행된 해역에는 특정 종의 우점 비율이 증가하는 경향이 나타난다고 하였다(Felly,

1987; Hyslop, 1988). 최근 우리나라 연안에는 주둥치의 출현량이 증가하고 있는 추세이고(Jung et al., 2015), 이러한 주둥치는 해양환경이 악화된 해역에서 서식하는 대표적인 오염지표종으로 알려져 있다(Min, 2012). 게다가, 다양한 연안개발로 인하여 인위적인 환경변화가 있었던 서해와 남해 연안에서 주둥치가 우점종으로 발표된 사례가 증가하고 있다(Lee, 1996; Cha and Park, 1997; Huh and Kwak, 1998; Gwak and Huh, 2003; Lee et al., 2011, Jung et al., 2013; Kim et al., 2021). 이러한 선행 연구 결과를 참고하였을 때, 곰소만 해역의 간척사업과 해안선의 인공적 변화 등 연안개발로 인해 발생한 유기오염이 본 연구에서 주둥치가 최우점한 원인으로 추측되나, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

주요 우점종의 월별 개체수를 살펴보면, 주둥치는 가을 시기인 10월에 전체 개체수의 79.0%가 어획되어 가장 높게 나타났고, 여름 시기인 6~7월에 전체 개체수의 17.6%가 어획되었으나, 8~9월은 단 20개체에 불과하였다. 주둥치는 6~8월에 연안으로 와서 산란을 하고, 이때 부화한 유어들이 가을까지 성장하는 것으로 알려져 있다(Lee and Huh, 2000). 본 연구에서 10월에 주둥치의 출현량이 급증한 이유로는 6~7월에 부화한 신규 연급군들이 8~9월 동안 성장하여 어획된 것으로 판단되지만, 산란장과 성육장을 보다 정확하게 파악하기 위해선 추

가적인 연구가 필요해 보인다.

월별 어획량을 보면, 8월과 9월은 조업 성수기 임에도 불구하고 비교적 저조하였는데, 8월의 어획 개체수 및 생체량은 각각 584개체, 58.1 kg이었고, 9월은 각각 690개체, 31.1 kg이었다. 연안조망어업의 조업기간은 5~9월으로써, 최근 3년간 전라북도 연안조망어업의 평균 어업생산량 비율을 보면 7월에 31.9%로 가장 높았고, 다음으로 6월에 16.6%로 높았다. 그러나 8월 및 9월의 경우, 각각 7.4%, 0.2%로 매우 저조하였다. 이와 반대로 연안자망어업의 평균 어업생산량 비율을 보면, 9월에 42.9%로 가장 높았고, 다음으로 8월에 22.8%로 높았다(KOSIS, 2023). 이러한 이유는 8월 21일부터 꽃게 금어기가 해제되면서 곰소만 해역에 꽃게를 어획하기 위하여 다량으로 부설해 놓은 고정자망으로 인해 예망어업을 하는 조망어구의 조업 특성상 정상적인 조업을 할 수 없었기 때문으로 판단되었다.

수산생물의 출현빈도를 보면, 가장 많이 출현하였던 종은 피빨고등으로서 조사기간 동안 항상 출현하였고, 9회 이상 지속적으로 출현한 수산생물은 참서대, 꽃게, 갯가재, 민꽃게, 무딘이빨게, 반원니꼴뚜기, 큰구슬우렁이로 나타났다. 이 중 참서대, 꽃게, 갯가재, 민꽃게는 봄~초겨울 시기에 출현하였고, 반원니꼴뚜기는 초봄~늦가을 시기에만 출현하였다. 그리고 무딘이빨게는 2월, 8월, 10월을 제외하고는 모두 출현하였고, 큰구슬우렁이는 6월 및 9~10월 외에 모두 출현하였다. 따라서 출현빈도가 높은 수산생물들의 출현 시기별 차이는 있었지만, 전반적으로 자주 나타나는 것으로 보아, 이들은 곰소만에 서식하는 거주종으로 판단되었다.

군집구조에서는 다양도 및 풍부도 지수가 유사한 경향이 나타났고, 우점도 지수는 이들과 서로 반대되는 경향이 나타났다. 다양도 지수는 군집 내 출현 종의 다양함과 개체수의 균등한 분포를 나타내는 지수로서, 여름 시기인 7월에 가장 높게 나타나 이 시기에 곰소만 수산생물의 서식환경이 가장 양호한 것으로 나타났다. 다양도 지수 값이 낮은 경우에는 특정 종의 개체수 비율이 편중되었음을 의미하는데, 3월에 가장 낮게 나타난 이유로는 이 시기에 피빨고등과 큰구슬우렁이의 개체수 비율이 전체의 64.4%를 차지하였기 때문으로 판단되었다. 이러한 결과는 인근해역인 태안 연안에서 조망어구 및 트롤어구를 이용한 어획시험 조사에서도 7월에 높게 나

타나 본 연구와 유사한 경향이 나타났다(Park et al., 2013; Jung et al., 2014).

유사도 분석 결과, 조사기간 동안 매월마다 출현하였던 어종은 피빨고등이 유일하였다. 피빨고등은 수온, 염도, 산소 결핍 및 수질오염에 대한 광범위한 생태학적 내성을 가지고 있고, 4~27℃ 사이의 수온을 견디는 것으로 알려져 있는데(Chung et al., 1993), 이는 본 연구의 수온 범위와 거의 유사한 것으로 나타났다. 가을과 겨울 시기에 주로 출현하였던 C그룹의 마루자주새우는 수온이 낮아지는 시기인 10~12월에 전체 개체수의 98.3%가 어획되었다. 마루자주새우의 산란기는 현재까지 정확하게 규명되지 않았지만, 타 새우류와 달리 저수온에서 산란을 하는 종으로 늦가을부터 연안에 포란한 개체가 출현하기 시작하였다고 보고한 연구 결과가 있다(Choi et al., 2002). 본 연구에서도 수온이 18℃ 이하로 내려가는 10월부터 12월까지 많은 개체수가 어획된 것으로 보아, 이는 선행연구 결과와 유사한 경향으로 나타났다. 그러나 본 연구의 초기 시기인 1~3월에는 마루자주새우가 전혀 어획되지 않았는데, 이러한 이유는 마루자주새우가 단년생이라서 늦가을에서 겨울 사이에 산란 후 사망하였거나 혹은 월동을 하기 위해 다른 해역으로 이동한 것인지에 대해선 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

결론

전라북도 곰소만에 출현하는 수산생물의 종조성 및 군집구조를 파악하기 위해 조망어구를 이용하여 2022년 1월부터 12월까지 총 12회에 걸쳐 어획시험 조사를 실시하였다. 조사기간 동안 어획된 수산생물의 출현종수는 총 24목 57과 94종이었고, 20,246개체, 602,828 g이 어획되었다. 이 중 어류가 56종으로 가장 많았으며, 다음으로 갑각류 21종, 이매패류 8종, 두족류 5종, 복족류 3종, 해삼류 1종 순으로 나타났다. 어획된 수산생물 중 어종별 개체수 비율이 가장 높게 나타난 종은 주둥치로서 전체 개체수의 14.0%를 차지하였고, 다음으로 꽃게 12.1%, 갯가재 10.4%, 마루자주새우 9.9%, 중하 7.9% 등의 순으로 나타났다. 생체량에서는 꽃게가 32.0%로 가장 높았으며, 다음으로 피빨고등 13.9%, 송어 9.6%, 갯가재 9.5%, 참서대 4.5% 등의 순으로 나타났다. 월별에 따른 우점종은 1월 돌가자미, 2월 삼새기, 3월 피빨고등, 4월 갯가재, 5월 중하, 6월 청보리멸, 7~9월 꽃게,

10월 주둥치, 11~12월 마루자주새우로 나타났다.

월별 생태지수를 분석하기 위하여 다양도, 균등도, 우점도 및 풍부도 지수를 산출하였다. 다양도 지수는 1.72~2.55의 범위로써 3월에 가장 낮았고, 7월에 가장 높았다. 균등도 지수는 0.52~0.90의 범위로써 5월에 가장 낮았고, 1월에 가장 높았다. 풍부도 지수는 0.91~4.24의 범위로써 3월에 가장 낮았고, 6월에 가장 높았다. 우점도 지수는 0.32~0.67의 범위로써 1월에 가장 낮았고, 8월에 가장 높았다. 조사기간 동안 5회 이상 출현한 27종에 대한 종간 유사성을 분석한 결과, 유사도 10% 수준에서 3개의 그룹으로 구분되었다. A그룹은 참서대, 꽃게, 갯가재, 중하, 반원니꼴뚜기 등으로 주로 봄과 여름에 출현하는 종들이었다. B그룹은 청보리멸, 민꽃게, 무던이빨게, 백합 등으로 주로 여름에만 출현하는 종들이었다. C그룹은 국매리복, 쉬쉬망둑, 양태, 마루자주새우 등으로 주로 가을과 겨울에 출현한 종으로 구분되어 출현시기별 출현양상이 뚜렷하게 구분되어 나타났다.

사 사

본 연구는 2024년도 국립수산과학원 연근해 어업자원 평가 및 관리 연구(R2024002)의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Allen LG. 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay, Fishery Bulletin 80, 769-790.
- Cha SS and Park kJ. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. J Ichthyol 9, 235-243.
- Chang JH and Choi JY. 1998. Seasonal accumulation pattern and preservation potential of tidal-flat sediments: Gomso Bay, west coast of Korea. Journal of the Korean Society of Oceanography 3, 149-157.
- Chang JH, Ryu SO and Jo YJ. 2007. Long-term variation of tidal-flat sediments in Gomso Bay, west coast of Korea. Jour. Korean Earth Science Society 28, 357-366.
- Choi JH, Kim JN, Kim ST and Cha HK. 2002. Population dynamics of *Crangon hakodatei* from coastal area of Geoje Island, Korea. J Korean Fish Soc 35, 380-385.
- Chung EY, Kim SY, and Kim YG. 1993. Reproductive ecology of the purple shell, *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae), with special reference to the reproductive cycle, depositions of egg capsules and hatching of larvae. Korean Journal of Malacology 9, 1-15.
- Felly JD. 1987. Nekton assemblages of three tributaries to the Calcasieu Estuary, Louisiana. Estuaries 10, 321-329.
- Gwak SN and Huh SH. 2003. Changes in species composition of fishes in the Nakdong River Estuary. J Kor Fish Soc 36, 129-135.
- Han IS, Eom KH, Kwon JN and Park KD. 2016. Species composition of community structure of demersal organisms caught by shrimp beam trawl in the coastal waters of Gunsan of west sea. JFMSE 28, 211-220. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2016.28.1.211>
- Hong SY. 2006. Marine invertebrates in Korean coasts. Academy Publishing. Co. Seoul, Korea, 1-479.
- Huh SH and Kwak SN. 1998. Seasonal variation in species composition of fish collected by an otter trawl in the coastal water off Namhae Island. Kor J Ichthyol 10, 11-23.
- Hyslop EJ. 1988. A comparison of the composition of the juvenile fish catch from the Sodoto-Rima floodplain, Nigeria in years preceding and immediately after upstream dam completion. J Fish Biol 32, 895-899.
- Jang JH. 1995. Sedimentation in the intertidal zone of Gomso Bay on the west coast of Korea. Doctor's thesis, Seoul University, Korea, 1-192.
- Jung GS, Cha BY, Im YJ, Kwon DH, Hwang HJ and Jo HS. 2014. Comparison of species composition and seasonal variation of demersal organisms caught by otter trawl in the coastal waters off the Taean peninsula, in the west sea of Korea. Kor J Fish Aquat Sci 47, 264-273. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0264>
- Jung JM, Park JM, Huh SH, Kim HJ and Back GW. 2015. Diet composition of spot Nape Ponyfish, *Leiognathus nuchalis* in the coastal waters of Gadeok-do. Kor J Ichthyol 27, 33-38.
- Jung JM, Park JM, Huh SH, Ye SJ, Kim HJ and Back GW. 2013. Seasonal variation in the species composition of fish assemblages in the coastal waters off Gadeok-do, South Sea, Korea. Kor J Fish Aquat Sci 46, 948-956. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0948>.
- KIGAM (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources). 2008. Korea's coastal topography seen from satellite.

- 1-195.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul, Korea, 1-615.
- Kim SY, Im YJ, Jo HS, Cha BY, Kwon DH and Hwang HJ. 2013. Fishing characteristic of beam trawl fishery in the coastal waters of Chungnam Province, Korea. Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety Research Paper 19, 459-466. <https://doi.org/10.7837/kosomes.2013.19.5.459>.
- Kim SY, Yu TS, Woo JJ, Lee SH and Han KH. 2021. Species composition of fish eggs and larvae in the coastal water of Nang island, Yeosu. JFMSE 33, 1038-1047. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.10.33.5.1038>.
- Ko AR, Kim JM, Chio YN, Kim HS and Jo SG. 2022. Seasonal variation in abundance and salinity tolerance of a Mudflat Amphipod, *Sinocorophium homoceratum* (Yu, 1938) in Gomso Bay, west coast of Korea. JFMSE 34, 648-658. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2022.8.34.4.648>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2023. Fishery production statistics. Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EW0005&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=K2_7&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do on Dec 11.
- KRIHS (Korea Research Institute for Human Settlements). 2010. Gochang-Buan tidal flat Ramsar wetland registration. 304, 1-59.
- Lee JH. 2019. Analysis on Species Composition and Community Collected with Winged Stow Net at Gomso Bay. Master's Thesis, Kunsan University, Korea, 1-43.
- Lee JS and Huh SH. 2000. Reproductive Biology of the Slimy, *Leigonathus nuchalis*. Kor J Ichthyol 12, 192-202.
- Lee SK, Choi MS, Seo YI and Lee JB. 2014. Seasonal species composition and cluster analysis of catches by shrimp beam trawl in Geum river estuary. J Kor Soc Fish Technol 50, 455-466. <https://doi.org/10.13000/10.3796/KSFT.2014.50.4.455>.
- Lee SK, Seo YI, Kim JI, Kim HY and Choi MS. 2011. Seasonal species composition and fluctuation of fishes by beam trawl in Yeoja Bay. Kor J Ichthyol 23, 206-216.
- Lee TW and Seok KJ. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. J Oceanol Soc Korea 19, 217-227.
- Lee TW. 1996. Change in species composition of fish in Chunsu Bay 1. demersal fish. J Kor Fish Soc 29, 71-83.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology. Gen Syst 3, 36-71.
- McIntyre AD and Eleftherious A. 1968. The bottom fauna of a flat fish nursery ground. J Mar Bio Ass U.K. 48, 113-142.
- McNaughton SJ. 1968. Relationship among functional properties of California Glassland. Nature 216, 168-144.
- Min DK. 2004. Mollusks in Korea. Min molluscan research institute. 1-566.
- Min JW. 2012. Fluctuations in Abundance and Species Composition of Fishes Collected by Fyke net Fisheries in the Jin-hae Bay, Korea. Master's thesis, Chonnam National University, Korea, 1-38.
- MOE (Ministry of Environment). 2018. The 3rd intensive survey on the wetland protected areas. 1-34.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Insititude). 2001. Shrimps of the Korean waters. 1-188.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Insititude). 2002. Fishing gear of Korea. 1-579.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Insititude). 2004. Commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea. 1-333.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Insititude). 2005. Commercial Cephalopods of the world. 1-212.
- Park J, Jo HS, Im YJ, Cha BY, Kwon DH, Ryu DK and Hwang HJ. 2013. Species composition and community structure caught by shrimp beam trawl in the marine ranching ground of Taeon, Korea. J Kor Soc Fish Tech 49, 238-249. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.49.3.238>.
- Park JS and Kim SY. 2009. Growth status of *Ruditapes philippinarum* in Komso Bay. Jour Fish Mar Sci Edu 21, 230-236.
- Pielou EC. 1975. Ecological diversity, Wiley, New York, 1-165.
- Shannon CE and Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Illinois Univ Press, Urvana, 1-117.
- Yang JS, Kim KH and Kim YT. 2003. Distribution of Nitrogen Components in Seawater Overlying the Gomso Tidal Flat. Journal of the Korean Society of Oceanography 8, 251-261.