

서해 5도 주변해역의 어류군집 특성에 관한 연구

윤병일 · 최동혁 · 임양재¹ · 김정년¹ · 김맹진*

국립수산과학원 서해수산연구소 연구원, ¹국립수산과학원 수산자원센터 연구원

A study on the characteristics of fish community in the coastal water of the Five West Sea Islands in Korea

Byoung il YOUN, Dong Hyuk CHOI, Yang Jae IM¹, Jung Nyun KIM¹ and Maeng Jin KIM*

Researcher, West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Korea

¹Researcher, Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Korea

Species composition and seasonal variations of fish in the Five West Sea Islands in Korea, were investigated by using otter trawls and bongo nets from 2014 to 2015. During the surveyed period using an otter trawl, a total of 53 species, 147,253 ind./km² and 2,721,296 g/km² of fish were collected by otter trawls. The individual dominant species were *Chaeturichthys stigmatias* (30.3%), *Coilia nasus* (18.2%), *Engraulis japonicus* (12.3%), and *Setipinna tenuifilis* (12.2%). Moreover, the biomass dominant species in biomass were *Liparis tanakae* (21.3%), *Beringraja pulchra* (18.5%), *Engraulis japonicus* (8.3%) and *Okamejei kenojei* (8.1%). Eggs by bongo nets included 1,748 ind./1,000 m³ of *Engraulis japonicus* and 64,691 ind./1,000 m³ of unidentified species. A total of 15 species and 2,015 ind./1,000 m³ of fish larvae were collected, and the dominant species were *Johnius belengerii* and *Pholis fangi*.

Keywords: Species composition, Community structure, Five West Sea Islands, Otter trawl

서론

서해 5도는 우리나라 서해 중북부연안에 위치하고 있는 백령도, 대청도, 소청도, 연평도, 우도를 포함하는 섬으로, 군사적 요충지이자 수산업으로 중요한 어업 전진 기지이다. 이곳 주변의 해양환경은 계절에 따라 큰 변화를 보이고 있으며, 이에 따라 내유하는 수산생물의 종류 및 생물량의 차이를 보인다. 뿐만 아니라 서해 5도는 다양한 수산자원생물의 어획으로 인해 수산자원으로서 어업인의 소득뿐만 아니라 서해 북쪽 위치로 인하여 수

산자원 및 생태계의 중요한 해역이다(NIFS, 2015).

서해 5도 주변해역에 서식하고 있는 수산생물에 대한 연구논문은 백령도 연안 통발 자원조사(Park et al., 2018) 백령·대청해역 까나리 자원조사 보고서(NIFS, 2011) 등이 있을 뿐 이 해역의 수산자원의 분포 및 생태에 대한 연구는 아직도 매우 부족한 실정이다.

트롤어업은 여러 가지 연구방법 중 저인망 어구로, 어구의 아래 부분이 해저에 닿도록 한 뒤 배로 어구를 끌어서 해양생물을 잡는 능동적인 어구로 어망이 끌리

*Corresponding author: kimmj0106@korea.kr, Tel: +82-32-745-0617, Fax: +82-32-745-0569

는 구역 내에 있는 어류는 종류를 가리지 않고 어획되기 때문에 어류군집 연구에 적합한 어구라 할 수 있다 (Sainsbury, 1996). 지금까지 우리나라 연안에서 트롤을 이용한 연구는 여수 소리도 주변해역(Han et al., 2017), 부산 기장연안(Hwang and Park, 2017), 월성 원자력발전소 주변해역(Choi et al., 2014), 여수 돌산연안(Lee, 2004) 등에서 수행된 바 있다.

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 되며, 일반적으로 연급군의 강도는 초기 성장단계의 기아나 포식 정도에 의해서 결정된다(Kim, 1991). 성장초기에는 사망률이 무척 높고 환경의 영향을 많이 받기 때문에, 성어로 가입되는 양은 해황 및 환경변화에 따라 매년 변화한다(Hjort, 1926; Saville and schnack, 1981). 어란 및 자치어에 대한 연구는 이미 100여년 전 부터 시작되었으며(Hempel, 1979), 우리나라에서는 한국 근해에서 어란 및 자치어 연구를 시작하였다. 이후 서해안에서의 주요 연구로는 황해중동부(Cha and Sim, 1987), 인천(Han, 2000), 봄철 동중국해(Kim et al., 2005) 등이 있다.

따라서 이 연구는 서해 5도 해역에서의 어류자원 관리를 위해서 저층 트롤과 봉고네트를 이용하여 서해 5도 주변해역에 출현하는 어류 자원에 대한 조사를 수행하여 어류의 계절적 변동양상 및 어류의 군집구조 특성을 밝히고자 목적을 두었다.

재료 및 방법

서해 5도 주변해역에 출현하는 어류의 종조성 및 군집의 계절별 변동을 알아보기 위해 조사는 2014년부터 2015년까지 2월, 5월, 8월, 11월에 수행하였고 조사해역의 11개의 정점별 환경 특성을 파악하기 위하여 CTD (Sea-Bird SBE 21)를 이용하여 평균수온과 염분을 측정하였다(Fig. 1). 트롤 조사정점은 연평도와 대청도 사이에 거리를 고려하여 3개의 정점을 설정하였으며 조사선은 서해수산연구소의 탐구2호(90 GT)를 사용하였다. 저층트롤 어획조사는 길이 31 m, 폭 12 m, 끝자루 망목 18 mm의 저층트롤을 사용하였으며, 각 정점에서 약 2.5 knot의 속도로 약 30분간 예망하였다(Fig. 2). 채집된 어류 표본은 선상에서 개체수와 생체량을 측정하였으며, 종동정은 Masuda et al. (1984)과 Kim et al. (2005)을 이용하여 종 수준까지 동정하였다. 생체량은 습중량으로 최소 1 g 단위까지 측정하였고, 이때 개체수와 생체

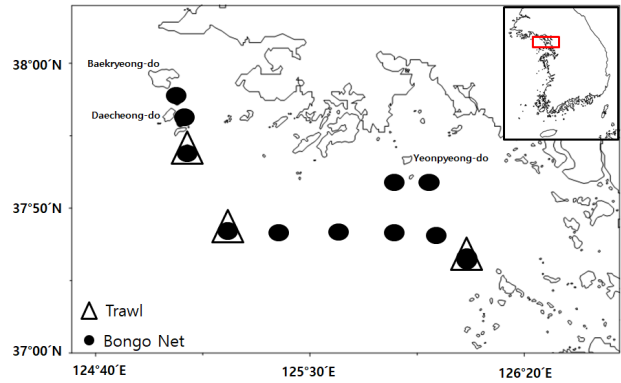


Fig. 1. Map showing the studied areas around the five West Sea islands in Korea.

량은 소해 면적법을 사용하여 자원밀도로 구하였다. 그리고 군집의 특성을 설명하는 생태학적 지수는 Primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1944)의 유사도 분석을 이용하여 다양지수(Shannon and Wiener, 1963), 균등도지수(Pielou, 1966), 풍부도(RI; Margalef, 1958) 및 우점도지수(DI; McNaughton, 1967)를 계절별로 구하였다.

난·자치어조사는 330 μm 과 500 μm 크기 망목의 네트가 부착된 봉고네트를 사용하여 정사 채집방법으로 수행되었다. 시료 채집 시 유량계(General Oceanics Co.)를 네트에 직경의 3분의 1지점에 장착하였고, 1.5~2 knot의 속도로 인망하였다. 채집된 난·자치어 시료는 선상에서 중성포르말린으로 즉시 고정한 후 실험실로 옮긴 다음 현미경(Olympus-SZX12)으로 동정·계수하였다. 330 μm 과 500 μm 에서 계수된 개체수는 단위 체적 당 1,000 m^3 개체수로 환산하였으며, 환산된 계수는 평균으로 표시하였다. 채집된 자치어의 동정은 Okiyama (2014)의 문헌을 참고하여 수행하였으며, 분류 체계는 Nelson (2006), 학명은 NIBR (2011)에 따랐다.

결과

수온 및 염분 변동

조사기간 동안 2014년도에 측정된 표층수온은 8월 20.51 $^{\circ}\text{C}$ 로 가장 높았고, 2월에는 3.4 $^{\circ}\text{C}$ 로 가장 낮았다(Fig. 2). 2015년도 표층수온은 8월 22.0 $^{\circ}\text{C}$ 로 가장 높았고, 2월에 4.3 $^{\circ}\text{C}$ 로 가장 낮게 측정되었다. 염분농도는 2014년 5월에 32.0 psu로 가장 높게 나타났으며, 8월에 31.1 psu 가장 낮았다. 2015년도 염분농도는 11월에

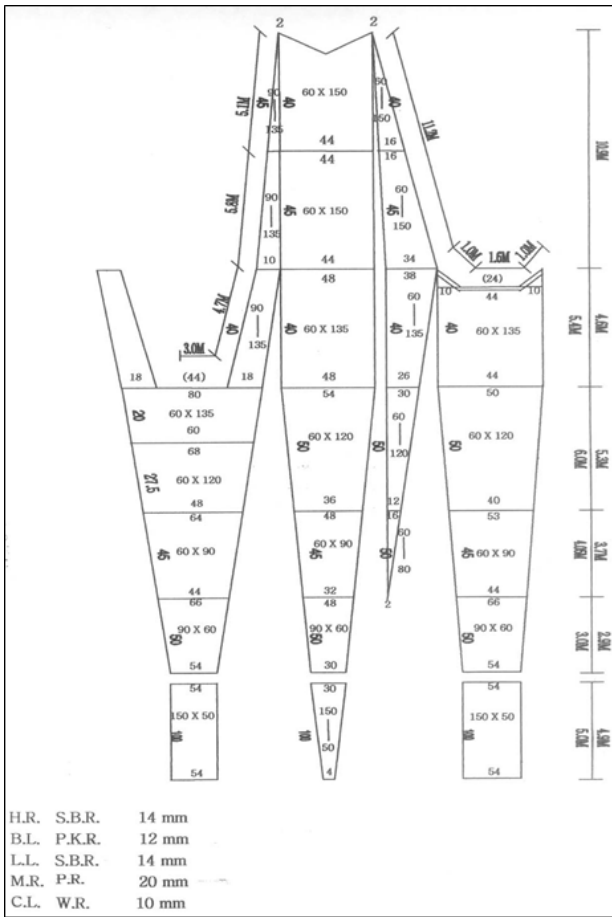
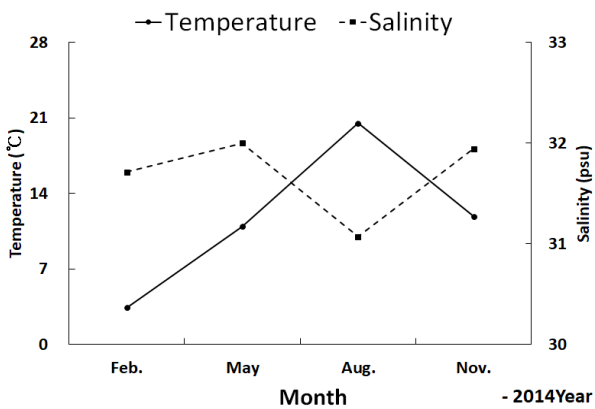


Fig. 2. Schematic diagram of both sides otter trawl.



32.4 psu로 가장 높았고, 8월에 31.3 psu로 가장 낮게 나타났다(Fig. 3).

트롤 조사에 의한 종조성 및 출현량 변동

조사기간 동안 채집된 어류의 계절 변동을 살펴보면, 2014년에는 5월과 8월에 각 20종으로 많은 종이 채집되었고, 2월에 13종으로 가장 적은 종이 채집되었다. 채집 개체수는 11월에 35,652 ind./km²로 많은 개체수를 보였고, 5월에 2,639 ind./km²로 적은 개체를 보였다. 생체량은 11월에 860,392 g/km²으로 높은 생체량을 보였고, 2월에 65,607 g/km²으로 낮은 생체량을 보였다. 계절별 우점종을 살펴보면 2월에 잉어(*Coilia mystus*) 잉어, 쉬쉬망둑, 황강달이(*Collichthys lucidus*)가 개체수와 생체량으로 모두 우점하였고, 5월에는 개체수에 대한 우점종은 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 민태(*Johnius belengerii*), 눈강달이(*Collichthys niveatus*)가 우점하였고, 생체량으로는 참홍어, 삼세기(*Hemitripterus villosus*), 등가시치(*Zoarces gillii*)가 출현하였다. 8월에는 개체수 우점종은 쉬쉬망둑, 황강달이, 민태가 우점하였고, 생체량으로는 민태, 쉬쉬망둑, 꼼치가 출현하였다. 11월에는 개체수에 대한 우점종은 잉어, 눈강달이, 쉬쉬망둑이 우점하였고, 생체량으로는 꼼치, 잉어, 홍어가 출현하였다(Table 1).

2015년도에서는 11월에 25종으로 가장 많은 종수를 보였고, 2월에 9종으로 가장 적은종이 채집되었다. 채집

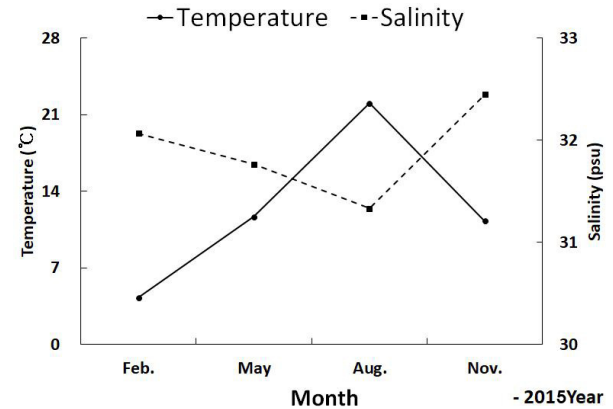


Fig. 3. Seasonal variations of the surface and bottom water temperature and salinity in the coastal waters of the five West Sea islands in Korea.

Table 1. Species, number of individuals (N) and biomass (W) of the fish caught by otter trawls in the coastal waters of the five West Sea islands in Korea in 2014

Scientific name	Feb.		May		Aug.		Nov.		N	N (%)	W	W (%)
	N	W	N	W	N	W	N	W				
<i>Ammodytes personatus</i>	20	120	94	375					114	0.1	495	0.0
<i>Liparis tanakae</i>	20	2,800	125	838	191	27,097	330	548,956	666	0.9	579,691	38.9
<i>Repomucenus ornatipinnis</i>							30	240	30	0.0	240	0.0
<i>Paralichthys olivaceus</i>							30	300	30	0.0	300	0.0
<i>Collichthys niveatus</i>			212	4,538	874	3,580	5,310	57,595	6,396	8.3	65,713	4.4
<i>Gadus macrocephalus</i>			31	1,873					31	0.0	1,873	0.1
<i>Pampus echinogaster</i>					375	3,520	180	4,500	555	0.7	8,020	0.5
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>					2,001	1,118			2,001	2.6	1,118	0.1
<i>Kareius bicoloratus</i>			31	7,774	32	16,202			63	0.1	23,975	1.6
<i>Zoarcetes gillii</i>	24	851	229	16,146					253	0.3	16,997	1.1
<i>Engraulis japonicus</i>							360	5,400	360	0.5	5,400	0.4
<i>Johnius belengerii</i>			613	5,821	2,512	38,145			3,125	4.1	43,965	2.9
<i>Setipinna tenuifilis</i>					22	267			22	0.0	267	0.0
<i>Hemitripterus villosus</i>	20	2,000	57	16,546	32	7,624	60	6,299	169	0.2	32,470	2.2
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	594	11,750	63	1,100	18,419	32,252	1,080	8,699	20,156	26.3	53,801	3.6
<i>Coilia mystus</i>	2,872	22,556	42	933	111	1,131	202	6,974	3,227	4.2	31,596	2.1
<i>Lophiogobius ocellicauda</i>	77	823							77	0.1	823	0.1
<i>Tarphops oligolepis</i>			21	42					21	0.0	42	0.0
<i>Cynoglossus abbreviatus</i>					44	13,116	22	4,500	66	0.1	17,615	1.2
<i>Coilia nasus</i>	1,168	13,865	21	233	44	1,327	24,838	108,081	26,071	34.0	123,506	8.3
<i>Konosirus punctatus</i>							30	1,500	30	0.0	1,500	0.1
<i>Cottiusculus schmidtii</i>					159	1,322			159	0.2	1,322	0.1
<i>Sebastes schlegelii</i>			31	937			30	1,200	61	0.1	2,136	0.1
<i>Hexagrammos otakii</i>	73	2,165	830	5,007	286	21,816	60	9,599	1,249	1.6	38,587	2.6
<i>Repomucenus koreanus</i>	19	19			937	1,592			956	1.2	1,611	0.1
<i>Cynoglossus joyneri</i>	20	840	85	1,481	133	1,292	180	4,050	418	0.5	7,662	0.5
<i>BeringRaja pulchra</i>			31	309,069					31	0.0	309,069	20.7
<i>Onigocia macrolepis</i>			29	57					29	0.0	57	0.0
<i>Erisphex pottii</i>							30	30	30	0.0	30	0.0
<i>Okamejei kenojei</i>	40	520	31	9,366	31	768	150	90,443	252	0.3	101,096	6.8
<i>Collichthys lucidus</i>	536	7,298	42	783	6,713	5,822	30	1,575	7,321	9.5	15,477	1.0
<i>Sebastes koreanus</i>					31	1,027			31	0.0	1,027	0.1
<i>Pholis fangi</i>					32	38			32	0.0	38	0.0
<i>Takifugu pseudommus</i>			21	3,173					21	0.0	3,173	0.2
<i>Thryssa kammalensis</i>							2,700	450	2,700	3.5	450	0.0
Total	5,483	65,607	2,639	386,092	32,979	179,056	35,652	860,391	76,753	100.0	1,491,142	100.0

Table 2. Species, number of individuals (N) and biomass (W) of the fish caught by otter trawls in the coastal waters of the five West Sea islands in Korea in 2015

Scientific name	Feb.		May		Aug.		Nov.		N	N (%)	W	W (%)
	N	W	N	W	N	W	N	W				
<i>Trichiurus lepturus</i>			43	589					43	0.1	589	0.0
<i>Scomber japonicus</i>					318	10,429			318	0.5	10,429	0.8
<i>Ammodytes personatus</i>	458	6,011	90	180					548	0.8	6,191	0.5
<i>Sphyræna pinguis</i>					21	32			21	0.0	32	0.0
<i>Liparis tanakae</i>			1,028	1,195	212	17,419	100	192,538	1,340	1.9	211,152	17.2
<i>Repomucenus ornatipinnis</i>			21	94					21	0.0	94	0.0
<i>Repomucenus beniteguri</i>							51	3,505	51	0.1	3,505	0.3
<i>Lateolabrax japonicus</i>							26	23,784	26	0.0	23,784	1.9
<i>Collichthys niveatus</i>	209	3,252	214	2,613	107	671	1,748	28,446	2,278	3.2	34,981	2.8
<i>Pampus echinogaster</i>			21	489	1,114	9,936			1,135	1.6	10,424	0.8
<i>Repomucenus lunatus</i>							25	50	25	0.0	50	0.0
<i>Zoarces gillii</i>					53	1,628			53	0.1	1,628	0.1
<i>Engraulis japonicus</i>					16,225	226,367	386	252	16,611	23.6	226,619	18.4
<i>Johnius belengerii</i>			107	1,656	1,071	4,236			1,178	1.7	5,893	0.5
<i>Cynoglossus semilaevis</i>			21	570					21	0.0	570	0.0
<i>Setipinna tenuifilis</i>					16,070	15,984			16,070	22.8	15,984	1.3
<i>Sardinella zunasi</i>					257	694			257	0.4	694	0.1
<i>Takifugu niphobles</i>							26	602	26	0.0	602	0.0
<i>Hemirhamphus villosus</i>			22	67					22	0.0	67	0.0
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1,402	20,824			22,391	29,149	200	2,776	23,993	34.0	52,750	4.3
<i>Syngnathus schlegelii</i>					30	77			30	0.0	77	0.0
<i>Coilia mystus</i>	670	9,307	1,371	16,994	107	1,472	617	5,576	2,765	3.9	33,348	2.7
<i>Platycephalus indicus</i>			45	20					45	0.1	20	0.0
<i>Uranoscopus japonicus</i>	105	2,179							105	0.1	2,179	0.2
<i>Coilia nasus</i>	63	3,418	107	2,788	214	10,261	103	8,675	487	0.7	25,142	2.0
<i>Konosirus punctatus</i>							180	7,516	180	0.3	7,516	0.6
<i>Lateolabrax maculatus</i>							51	147,845	51	0.1	147,845	12.0
<i>Cottiusculus schmidti</i>							26	406	26	0.0	406	0.0
<i>Sebastes schlegelii</i>							26	5,142	26	0.0	5,142	0.4
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	21	224							21	0.0	224	0.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	53	3,655	112	463					165	0.2	4,118	0.3
<i>Repomucenus koreanus</i>					236	450	26	36	262	0.4	486	0.0
<i>Takifugu chinensis</i>					21	9,460	26	2,492	47	0.1	11,951	1.0
<i>Cynoglossus joyneri</i>	188	3,286					100	3,865	288	0.4	7,152	0.6
<i>Larimichthys polyactis</i>					686	7,210	26	823	712	1.0	8,033	0.7
<i>BeringRaja pulchra</i>			67	25,614			51	169,701	118	0.2	195,315	15.9
<i>Thryssa kammalensis</i>			43	139	21	229	386	1,098	450	0.6	1,466	0.1
<i>Erisphex pottii</i>							25	25	25	0.0	25	0.0
<i>Okamejei kenoei</i>			86	43,865	90	55,651	257	20,588	433	0.6	120,104	9.8
<i>Collichthys lucidus</i>							26	339	26	0.0	339	0.0
<i>Lophius litulon</i>							154	52,980	154	0.2	52,980	4.3
<i>Pholis fangi</i>			22	223			25	25	47	0.1	248	0.0
Total	3,169	52,155.7	3,420	97,559.7	59,244	401,355	4,667	679,085	70,500	100.0	1,230,154	100.0

개체수는 8월에 59,244 ind./km²로 가장 많은 개체수를 보였고, 2월에 3,169 ind./km²로 가장 적은 개체수를 보였다. 생체량은 11월에 679,085 g/km²으로 가장 높은 생체량을 보였고, 2월에 52,156 g/km²으로 가장 낮은 생체량을 보였다. 계절별 우점종을 살펴보면 2월에 쉬쉬망둑, 싱어, 까나리가 많은 개체수와 높은 생체량을 보였으며, 5월에는 개체수에 대한 우점종은 싱어, 꼼치, 눈강달이 개체가 많이 출현하여 우점하였고, 홍어, 참홍어, 싱어가 높은 생체량을 보였다. 8월에는 개체수 우점종은 쉬쉬망둑, 반지, 멸치(*Engraulis japonicus*)가 우점하였고, 멸치, 홍어, 쉬쉬망둑이 높은 생체량을 보였다. 11월에는 개체수에 대한 우점종은 눈강달이, 싱어, 멸치가 우점하였고, 꼼치, 참홍어, 점농어가 높은 생체량을 보였다(Table 2).

서해 5도 주변해역 트롤조사의 계절별 군집분석결과는 Fig. 4와 같다. 종 다양도 지수는 1.122-2.331로, 봄철

에 가장 높았으며, 가을철에 가장 낮은 값으로 나타났다. 풍부도 지수는 1.688-3.034로, 봄철에 가장 높았으며, 겨울철에 가장 낮게 나타났다. 균등도 지수는 0.380-0.865로, 봄철에 가장 높았으며, 가을에 가장 낮게 나타났다. 그리고 우점도 지수는 0.455-0.873으로 가을철에 가장 높았으며, 봄철에 가장 낮게 나타나 다양도 지수와는 반대 경향을 보였다.

봉고네트에 의한 어란 및 자치어 종조성 및 출현량 변동

난·자치어에서 출현한 어란은 부유성 어란은 멸치와 미동정 어란으로 분류되었다. 조사결과, 총 66,440 ind./1,000 m³의 어란이 출현하였고, 멸치 어란은 2,513 ind./1,000 m³ 미동정 어란은 63,927 ind./1,000 m³ 이 출현하였다(Table 3). 자치어의 밀도는 총 2,014 ind./1,000 m³로 나타났고, 이 중 민태가 893 ind./1,000 m³로 가장 우점하였다. 다음으로 흰베도라치(*Pholis fangi*), 멸치, 쉬쉬망둑, 참서대(*Cynoglossus*

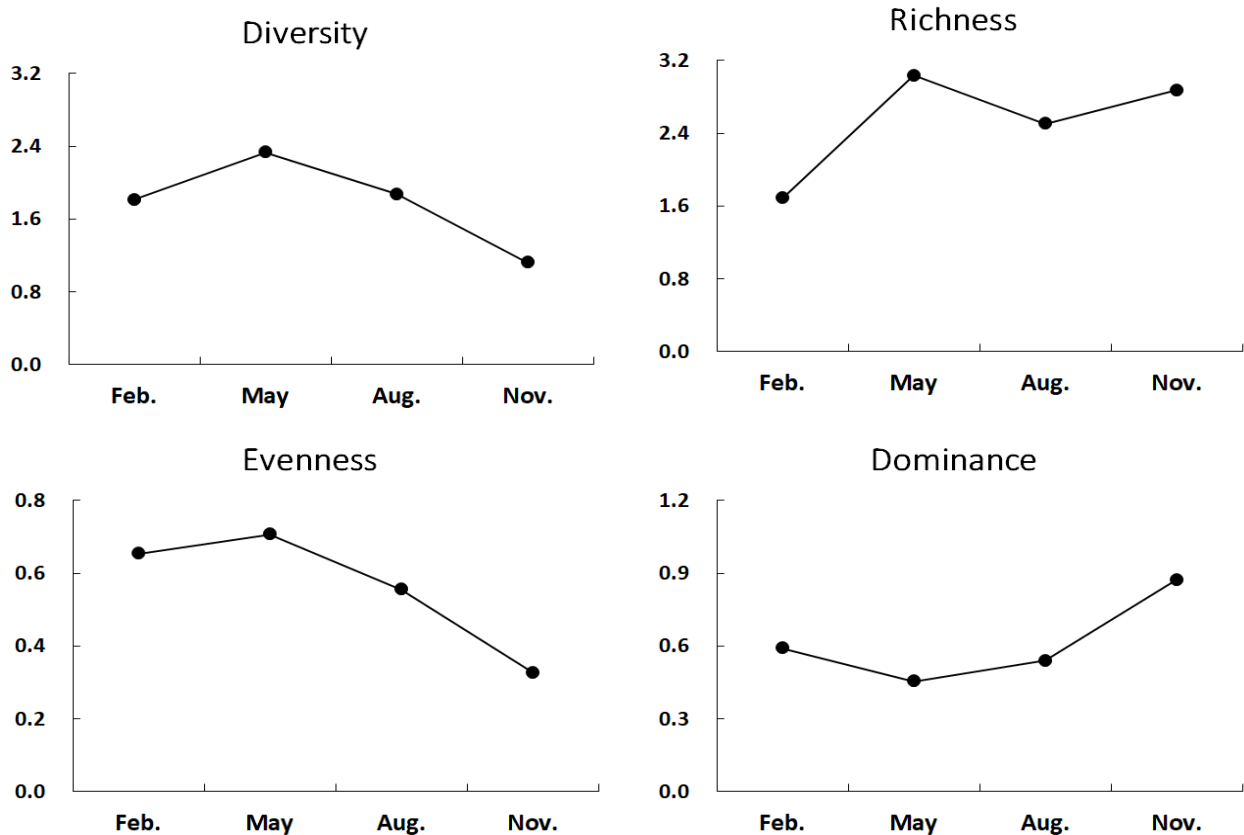


Fig. 4. Seasonal diversity, richness, evenness and dominance indexes of fish caught by otter trawls in the coastal waters of the five West Sea islands in Korea.

joyneri) 외 11종 순으로 출현하였다.

조사기간 동안 계절별 출현량을 보면 2014년 2월에는 2개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 154 ind./1,000 m³으로 그 중 흰베도라치가 우점하였으며, 다음 농어가 출현하였다. 5월에는 1개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 14 ind./1,000 m³으로 흰베도라치가 출현하였다. 8월에는 8개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 1,495 ind./1,000 m³으로 민태가 우점하였고, 다음으로 멸치, 쉬쉬망둑 순으로 출현하였다. 11월에는 2개의 분류군이

출현하였다. 출현량은 24 ind./1,000 m³으로 쥐노래미가 우점하였고, 그 다음으로 멸치가 많이 출현하였다. 2015년 2월에는 3개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 56 ind./1,000 m³으로 그 중 흰베도라치가 우점하였으며, 다음으로 까나리, 꼼치가 출현하였다. 5월에는 5개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 43 ind./1,000 m³으로 흰베도라치가 우점하였으며, 까나리, 망둑어과 어류 순으로 출현하였다. 8월에는 6개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 224 ind./1,000 m³으로 돛양태(*Repomucenus lunatus*)

Table 3. Seasonal changes of mean density of fish eggs in the coastal waters of the five West Sea islands in Korea between 2014-2015
(eggs/1,000 m³)

Year	Species	Season				Total	R.A (%)
		Feb.	May	Aug.	Nov.		
2014	<i>Engraulis japonicus</i>		1,156	17		1,173	1.8
	Unidentified spp.		50,395	12,948	9	63,352	95.4
2015	<i>Engraulis japonicus</i>		565	10		1,340	2.0
	Unidentified spp.		408	932		575	0.9
Total			52,524	13,907	9	66,440	100.0

Table 4. Spatial variation of mean abundance of larvae and juveniles in the coastal waters of the five West Sea islands in Korea in 2014-2015
(ind./1,000 m³)

Species	Season	Feb.	May	Aug.	Nov.	Total	R.A (%)
	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>			21		21	1.3
	<i>Lateolabrax japonicus</i>	10				10	0.6
	<i>Callionymidae</i>			72		72	4.3
	<i>Engraulis japonicus</i>			196	6	202	12.0
	<i>Johnius belengerii</i>			871		871	51.6
	<i>Setipinna tenuifilis</i>			11		11	0.6
	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>			158		158	9.4
	<i>Hexagrammos otakii</i>				18	18	1.1
	<i>Cynoglossus joyneri</i>			96		96	5.7
	<i>Pholis fangi</i>	144	14			158	9.3
	<i>Gobiidae spp.</i>			70		70	4.1
2015							
	<i>Ammodytes personatus</i>	3	2			5	1.6
	<i>Liparis tanakae</i>	1	1			2	0.5
	<i>Favonigobius gymnauchen</i>			1		1	0.2
	<i>Repomucenus lunatus</i>		1	66		67	20.5
	<i>Johnius belengerii</i>			22		22	6.7
	<i>Hexagrammos otakii</i>				1	1	0.2
	<i>Cynoglossus joyneri</i>			20		20	6.1
	<i>Pholis fangi</i>	52	38		3	92	28.2
	<i>Gobiidae spp.</i>		2	1		3	1.0
	Unidentified spp.			114		114	34.8
Total		210	58	1,719	28	2,014	100.0
Number of species		5	5	10	3	15	

가 우점하였고, 민태 순으로 출현하였다. 11월에는 2개의 분류군이 출현하였다. 출현량은 4 ind./1,000 m³으로 흰베도라치, 쥐노래미가 출현하였다(Table 4).

고 찰

서식어종, 종수 및 개체수의 변동은 수온, 염분 등 물리적인 요인과 지질, 지형 등 저서 환경적 요인에 의해서 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 이로 인해서 다양한 어종들은 서로 서식지를 달리하면서 서식하거나 분포하고 있다(NIFS, 2004). 또한 서식하는 수산자원 생물이 효과적인 어획을 위해서는 그 대상해역에 적합한 어구를 선정하여 조업을 해야만 대상 어종의 어획량 증가 및 어민의 소득향상에 기여 할 수 있다.

이 연구는 서해 5도 주변해역에서 어류의 종조성 및 계절 변동을 알아보기 위하여 수행하였다. 저층 트롤에서 어획된 출현한 어류는 11목 31과 53개의 분류군이 출현하였고, 이 결과는 금오도(Kim, 2007)의 72개 분류군보다 적었고, 황해 중부해역(Joo, 2006)의 38개 분류군보다 많았다(Table 5). 이 조사에서 어류는 147,253 ind./km²가 출현하였는데, 금오도(Kim, 2007)에서는 5,999 ind./km²로 적게 출현하였고, 황해 중부해역(Joo, 2006)은 2,341 ind./km²으로 비교하였을 때, 본 조사의 개체가 훨씬 많았다. 생체량으로는 이 조사에서 2,720,846

g/km²이었으며, 금오도(Kim, 2007)에서는 287,902 g/km², 황해 중부해역(Joo, 2007)은 205,348 g/km²이 나타났다. 따라서 서해 5도 해역이 다른 2개의 해역(황해 중부, 금오도)보다 높은 자원밀도를 보이는 것을 알 수 있었으며, 이러한 차이는 조사 위치뿐만 아니라 조사 횟수에 차이로 나타나는 것으로 생각된다.

이 연구의 우점어종은 꼼치, 참홍어, 멸치 등이 우점하였다. 금오도해역(Kim, 2007)에서는 주둥치(*Nuchequula nuchalis*), 전어(*Konosirus punctatus*) 순으로 우점하였고, 황해 중부해역(Joo, 2006)에서는 멸치, 부세(*Pseudosciaena crocea*), 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*) 순으로 우점하는 것으로 나타나 이 연구와 차이를 보였다. 이는 서식하는 어종의 적합한 해양환경에 차이에 따른 결과로 생각된다.

난·자치어조사에서 채집된 자치어는 4목 10과 15종의 분류군이 출현하였다. 이 결과는 인천 연근해(Han, 2000)의 26개 분류군으로 보다 많은 종수를 보였고, 경기만과 아산만(Lim, 2003)에서는 12개 분류군으로 적은 종수가 나타났다(Table 6). 자치어 출현량은 2,015 ind./1,000 m³로 인천 연근해(Han, 2000)의 3,769 ind./1,000 m³보다 적게 출현하였고, 경기만과 아산만(Lim, 2003)에서는 18,886 ind./1,000 m³로 본 연구보다 훨씬 많은 출현량을 보였다. 출현어종의 비율은 경기만과 아산만(Lim, 2003)이 흰베도라치(*Pholis fangi*)가 우점하였으며, 인천 연근해(Han,

Table 5. Comparison of estimated with the fishes collected at different localities by using otter trawl. N and W represent the number of individuals and biomass in gram

Study sites	Source	Sampled year	No. of species	N	W (g)	Dominant species
The five West Sea islands	Present study	2014-2015	53	147,253	2,720,846.2	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>
Kumohdo in Yeosu	(Kim, 2007)	2002-2005	72	5,999	287,902.1	<i>Leiognathus nuchalis</i>
Middle of Yellow sea	(Joo, 2006)	2000	38	2,341	205,348.0	<i>Engraulis japonicus</i>

Table 6. Comparison of species composition in collected larvae among different studies at different localities in Korea

	The five West Sea islands	Kyunggi bay and Asan bay	Incheon
Source	Present study	(Han, 2003)	(Han, 2000)
Sampled year	2014 - 2015	2001 - 2002	1997 - 1998
Number of station	12	23	14
Number of sampling months	8	11	12
Number of species	15	12	26
Mean density (ind./1,000 m ³)	2,015	18,886	3,769
Dominant species	<i>Johnius belengerii</i> (44.30%)	<i>Pholis fangi</i> (98.50%)	<i>Pholis fangi</i> (80.00%)

2000)에서도 흰베도라치가 우점하였다. 이 연구에서는 난자치어 조사를 통한 민태가 우점하였다는 것을 알 수 있었다. 이에 인천 연근해와 아산만에서의 다른 우점종을 보이는 결과, 민태가 서식하기 좋은 개체의 적합한 환경을 가진 해역으로 판단하였다. 각 월별 나타나는 부유성 어란 및 자치어의 개체의 변동은 해류의 변동, 산란어의 개체에 따라 나타나며, 봄철에서 가장 많은 자치어가 출현하여 산란어 개체와 초기 성장단계의 먹이생물이 분포가 높다는 것을 알 수 있었으며, 개체의 초기생활사에 적합한 환경을 가진 정점이라고 파악된다. 따라서 서해 5도의 일반적인 수산자원은 계절적 해양환경변화에 따라 어획 및 자연사망, 개체의 성장과 재생산 등에 의하여 끊임없이 증가 감소하는 특성이 있음을 고려할 때, 인위적 환경변화가 많은 서해 5도 해역의 효율적인 자원관리를 위해서는 지속적으로 수질환경 및 자원동태를 파악하고, 자원량이 감소하는 원인을 정확하게 규명하여 자원의 회복 및 관리에 노력해야 할 것으로 생각된다. 또한, 서해주요 자원의 회복 및 관리에 기여하기 위해 서해연안해역을 포함한 서해 5도의 대한 다각도의 연구와 지속적인 조사가 필요하다고 판단된다.

결론

서해 5도 연안에 출현하는 어류의 종조성 및 군집의 계절별 변동을 알아보기 위해 2014년부터 2015년까지 2월, 5월, 8월, 11월에 난자치어 및 어획 조사를 실시하였으며, 조사기간 동안 출현한 어류는 총 11목 31과 53종의 분류군이 출현하였고, 전체 조사기간 중 어획된 총 개체수는 $137,392 \text{ ind./km}^2$, 생체량은 $2,720,846.2 \text{ g/km}^2$ 이었다. 개체수 기준 우점종을 살펴보면, 쉬쉬망둑(30.3%), 웅어(18.2%), 멸치(12.3%), 반지(12.2%)였다. 생체량 기준 우점어종은 꼼치(21.3%), 참홍어(18.5%), 멸치(8.3), 홍어(8.1%) 순으로 나타났다. 붕고네트에서 채집된 멸치 어란은 $1,748 \text{ ind./1,000 m}^3$ 미동정 어란은 $64,691 \text{ ind./1,000 m}^3$ 이 출현하였다. 자치어에서는 총 4목 10과 15종의 분류군이 출현하였다. 자치어는 총 $2,015 \text{ ind./1,000 m}^3$ 출현하였고, 그 중 민태와 흰베도라치가 우점하였다.

사사

본 연구는 국립수산물과학원 시험연구사업(R2020027)

의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Cha SS and Shim JH. 1987. Articles : Seasonal variation of the pelagic fish egg community in the mid-east coastal waters of the yellow sea. 184-193.
- Choi JH, Kim JY, Kim JG and Kim JB. 2014. Seasonal variation of species composition of fish in the coastal waters of Wolsong nuclear power plant, East Sea of Korea by otter trawl survey. 645-653.
- Clarke KR and Warwick RM. 1944. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E Ltd., Plymouth marine laboratory, Plymouth, UK, 144.
- Han CH. 2000. Distribution of fish eggs and larvae in the coastal waters near Incheon. 55.
- Han KH, Lee SH, Kim SJ and Youn BI. 2017. Seasonal fluctuation in abundance and species composition of fishes in Sorido Island of Yeosu coast, Korea. 646-654.
- Hempel G. 1979. Early life history of maine fish. Univ. of Washington Press, Washington, 70.
- Hjort J. 1926. Fructuations in the year classes of important food fishes. [https://doi.org/ 5-38.10.1093/icesjms/1.1.5](https://doi.org/10.1093/icesjms/1.1.5).
- Hwang CH and Park YJ. 2017. Seasonal variation of species composition of fish by otter trawl in the coastal waters of Gijang, Busan, Korea. 429-436.
- Joo H. 2006. Variation in abundance and species composition of fishes by bottom otter trawl in the middle of yellow sea, Korea. 43.
- Kim CH. 2007. Species composition and community structure of fishes collected by an otter trawl in the coastal waters of the Geumo Islands, Yeosu. 19-50.
- Kim JK, Kang CB, Kim YU, An G, Daiju O and Osame T. 2005. Distribution of fish larvae and juveniles in the east china sea and the yellow sea in spring during 1994-1997. Bull Korean Fish Soc 38, 29-38.
- 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 SA. 1991. Marine resource evaluation woo sung publishing Co. 175.
- Lee DG. 2004. Fluctuation in abundance and species

- composition of fishes by small scale trawl in Dolsan Yeosu. Master dissertation, Yeosu University, 38.
- Lim JB. 2003 Seasonal variation and the distribution of the ichthyoplankton in Kyunggi bay and Asan bay. 76.
- Masuda H, Amaoka k, Araga C, Uyeno T and Yoshino T. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 437.
- Margalef DR. 1958. Information theory in ecology. gen. syst. 36-71.
- McNaughton S.J. 1967. Relation ship among functional properties of califonia Grassland, Nature, 216. 114-168.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world (3rd ed.). John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 550.
- NIBR. 2011. Fish species of Korea. In: National institute of biological resources, ministry of environment, national list of species of Korea. (vertebrates) 3-189.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2004. Korean coastal and offshore fishery census: Kyunggi and Incheon. 280.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2011. Report of ammodytes personatus resources in the Baekryeong-do and Daecheong-do. 38.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2015. Evaluation report of survey of fishery resources in the Baekryeong-do, Daecheong-do, Socheong-do, Taeyonpyong-do and Soyeonpyeong-do. 46.
- Okiyama M (ed.). 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 1154.
- Park J, Jeong GS, Kim JN, Lim YJ and Kim MJ. 2018. Species composition and seasonal variation of aquatic organism caught by fish pots in the coastal waters of Baekryeong-do, Korea. (54) 4, 306-314.
- Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. J. Theoret. Biol 13, 131~144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0).
- Saville A and D Schnack. 1981. Some thoughts on the current status of studies of fish egg and larval distribution and abundance. 153-157.
- Shannon CE and Wiener W. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana, USA, 125.
- Sainsbury JC. 1996. Commercial fishing methods: An introduction to vessels and gears. Fishing News Books, Oxford, U.K, 359.
-
2020. 04. 13 Received
2020. 05. 14 Revised
2020. 06. 18 Accepted