

서해연안 해역에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 분포특성

윤병일 · 이승중* · 손명호 · 한송헌¹ · 이형빈 · 김맹진 · 한경호²

국립수산과학원 서해수산연구소 연구원, ¹국립수산과학원 제주수산연구소 연구원, ²전남대학교 수산과학과 교수

Distribution of ichthyoplankton in the West coastal waters of Korea

Byoung-Il YOUN, Seung-Jong LEE*, Myoung-Ho SOHN Song-hun HAN¹,

Hyung-been LEE, Maeng-jin KIM and Kyung-Ho HAN²

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

¹Researcher, Fisheries Resources and Environment Division, Jeju Fisheries Research Institute Jeju 63068, Korea

²Professor, Chonnam National University, Department of Aqualife Science Yeosu 59626, Korea

The ichthyoplanktons were sampled by Bongo net to study the distribution of the eggs and larvae in the West coastal waters of Korea during the study period (February, May, August and October of 2017). Collected fish eggs were divided into *Engraulis japonicus* and unidentified species. The most dominant species, *Engraulis japonicus* accounted for 79.52% of the total fish egg, which was followed by unidentified species (20.48%). The total of 36 taxa in fish larvae were identified based on morphological and molecular characteristics. Fish larvae were dominant by Gobiidae species. 48.30% of the total catch in abundance, which was followed by *Engraulis japonicus* (31.86%). These two taxa composed 80.16% of the total collected fish larvae. The seasonal diversity index of species from the collected fish larvae in the West coastal waters in 2017 was 0.625-1.883 and the evenness index was 0.380-0.865. In addition, dominance index was 0.618-0.920 and richness was 0.573-3.189.

Keywords : West coastal waters, Species composition, Bongo net, Dominant species

서론

서해는 육지로 둘러싸인 반 폐쇄성 해양으로 수심이 낮고 대기의 영향을 크게 받아 동계에는 5°C 이하, 하계에는 25°C 이상의 수온이 나타난다. 해안선은 단순하고, 수많은 섬과 조류에 의해 형성된 소규모의 해저골과 사골(sand ridge) 등을 가지고 있다(KORDI, 1998). 이러한 환경적 요인으로 인하여 시공간에 따른 부유생물의 분포

범위는 심한 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(Park, 1990; Lee, 1991; Lee, 1996). 또한 조류가 강하여 해수의 수직-수평 혼합이 활발하게 이루어져 있어 서해에 서식하는 많은 어종들은 황해-동중국해를 해류 및 계절에 따라 회유하고 있다. 서해연안은 넓은 갯벌이 형성되어 있는 내만형태의 천해로서 많은 어업자원들의 산란 및 성육장으로 이용되고 있어 황해-동중국해 어업자원의 재

*Corresponding author: sjlee1225@korea.kr, Tel: +82-32-745-0616, Fax: +82-32-745-0569

생산에 중요한 역할을 하고 있는 해역이다(KORDI, 1998).

어란 및 자치어에 대한 연구는 이미 100여년 전부터 시작되었으며(Hempel, 1979), 우리나라에서는 한국 근해에서 어란 및 치어 연구가 시작되었다. 서해안에서의 주요 난자치어 연구로는 아산만(Park, 1995), 황해중동부(Cha and Sim, 1987), 인천(Han, 2000), 봄철 동중국해(Kim et al., 2005)에서 수행되어진바 있다.

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 되며, 일반적으로 연급군의 강도는 초기 성장단계의 기아나 포식 정도에 의해서 결정된다(Kim, 1991). 성장초기에는 사망률이 매우 높고, 환경의 영향을 많이 받기 때문에, 성어로 가입되는 양은 해황 및 환경변화에 따라 매년 변화한다(Hjort, 1926; Saville and Schnack, 1981). 따라서 초기 감모율이 높은 난기와 자치어기의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입량 변동을 예측하기 위한 기초 자료로 매우 중요하다.

따라서, 이 연구는 서해연안 주요 수산자원의 산란장으로 이용되는 서해의 난·자치어 분포 조사를 통해 서해연안의 주요 자치어 출현종과 출현량을 밝히고, 이를 통해 서해 어류자원의 관리와 산란장 보호를 위해 기초 자료로 활용하기 위해서 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

실험방법

이 연구는 인천부터 전북해역까지의 서해연안에 위치한 37개 정점에서 2017년 2월부터 5월, 8월, 10월까지로 총 4회에 걸쳐 계절별로 어획되는 부유성 어란 및 자치어를 채집하였고, 채집된 장소는 Fig. 1과 같다.

조사해역의 계절별 환경 특성을 파악하기 위하여 CTD (Seabird electronics, SBE 32)를 이용하여 수온, 염분을 측정하였다. 부유성 어란 및 자치어의 채집은 봉고넷트(Ø 60 cm, 길이 3 m)를 사용하였으며, 채집은 각 정점에 따라 수심 10~50 m에서부터 표층까지 2~3 knot로 약 10분간 경사(oblique) 예망으로 이루어졌다. 조사시 정량 분석을 위하여 net 입구에는 유량계(Hydrobios)를 설치하였고, 채집 수심을 알아보기 위하여 봉고넷트 윗부분의 와이어에 TDR (Temperature Depth Recorder; RBR Ltd., RBRduet T.D)를 고정하여 수행하였다. 채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson

(1977)에 따랐으며, 채집한 표본은 선상에서 에탄올로 고정하였고, 실험실로 운반한 후 종별로 동정하여 목록을 작성하였고, 계절별로 출현종수와 출현밀도(ind./1,000 m³ 당)를 산출하여 양적인 변동을 비교하였다.

채집된 어란과 자치어의 동정은 Okiyama (2014)의 문헌을 참고하여 수행하였으며, 분류 체계는 Nelson (2006), 학명은 NIBR (2011)에 따랐다. 형태학적으로 동정이 어려운 개체는 Han et al. (2017)의 방법에 따라 미토콘드리아 DNA 내 Cytochrome Oxydase Subunit I (COI)를 증폭하여 염기서열을 분석하였다. 분석된 염기서열을 바탕으로 NCBI genbank 자료 및 기준에 갖고 있는 성어의 염기서열 자료와 비교하여 동정을 수행하였다. 그러나 형태 및 분자학적 방법으로 동정이 안 된 일부어종에 대해서는 과(Family) 또는 속(Genus) 수준까지 동정하였다.

군집의 특성을 설명하는 생태지수는 종 다양도(H'; Shannon and Wiener, 1963), 우점도(DI; McNaughton, 1967), 균등도(E; Pielou, 1966) 및 풍부도(RI; Margalef, 1958) 지수를 조사시기별 및 정점별로 구하였다.

각 지수의 계산식은 다음과 같다.

종 다양성지수 : $H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$

P_i : I번째 종의 점유율

우점도지수 : $D = (Y_1 + Y_2) / Y$

Y : 총개체수

Y_1 : 첫 번째 우점종의 개체수

Y_2 : 두 번째 우점종의 개체수

종 균등도지수 : $J = H' / \ln(S)$ (Pielou, 1966)

풍부도지수 : $RI = (S-1) / \ln(N)$

RI : 풍부도

S : 전체 종 수

N : 총 개체수

유사도 지수 : $A_{ij} = \sum (P_{ih} \times P_{jh}) / \sqrt{(\sum P_{ih2} \times P_{jh2})}$

i, j : 비교하고자 하는 2개의 종

h : 각각의 달

P : 1년 동안 채집된 한 종의 총 개체수에 대한 어느 특정한 달에 채집된 개체의 비율

그리고 조사 지점별 출현하는 어류군집의 유사도 분석은 Primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994)을 이용하여 수행하였다.

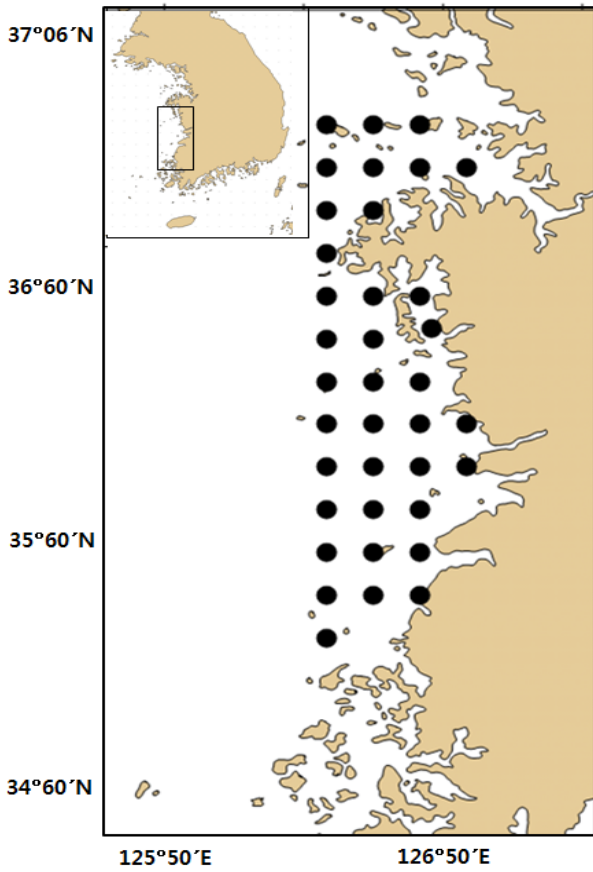
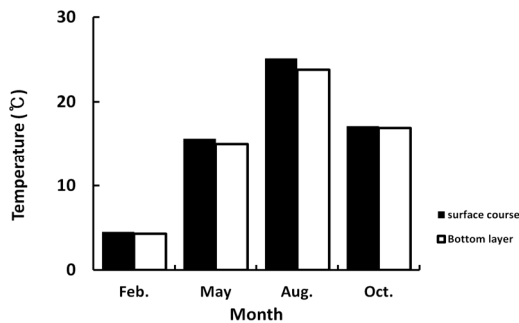


Fig. 1. Map showing the sampling area in West coastal waters of Korea.

결 과

수온 및 염분분포

조사기간 동안 계절별로 측정된 표층수온은 2017년 8월이 25.1℃로 가장 높았고, 2월에는 4.5℃로 낮았다.



저층수온은 8월에 23.8℃로 가장 높았고, 2월에는 4.3℃로 가장 낮은 값을 나타냈다. 표층염분농도는 2015년 2월에 32.0 psu로 가장 높게 나타났으며, 8월에 30.6 psu 낮았다. 저층염분농도는 2월에 32.0 psu로 높았고, 8월에 31.1 psu로 낮게 나타났다(Fig. 2).

부유성 어란

조사기간인 2017년 2월, 5월, 8월, 10월까지 4차례 조사를 수행한 결과, 출현한 부유성 어란은 멸치(*Engraulis japonicus*)와 미동정 어란으로 분류되었다(Table 1).

조사결과 총 16,256 ind./1,000 m³의 어란이 출현하였고, 이 가운데 멸치 어란은 12,925 ind./1,000 m³으로 전체 출현량의 79.52%를 차지하여 가장 우점하였고, 미동정 어란은 3,329 ind./1,000 m³이 출현하였다.

Table 1. Seasonal change of mean density of fish eggs in West coastal waters of Korea in 2017

Species	Season				Total	R.A (%)
	Feb.	May	Aug.	Oct.		
<i>Engraulis japonicus</i>	-	12,925	-	2	12,926	79.52
Unidentified spp	-	2,947	358	24	3,329	20.48
Total	-	15,872	358	26	16,255	100.00

R.A: relative abundance.

자치어

조사기간 동안 출현한 자치어는 총 9목 25과 36종의 분류군이 출현하였고, 그 중 34개 분류군은 종 수준까지, 2개 분류군은 과 수준까지 동정이 되었으며, 미동정 분류군도 있었다. 출현한 자치어는 멸치, 양태(*Platycephalus indicus*), 흰베도라치(*Pholis fangi*), 도화

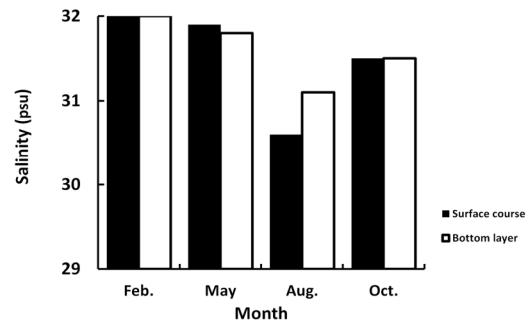


Fig. 2. The change of temperature and salinity during the season period in West coastal waters of Korea in 2017.

뱅어(*Neosalanx anderssoni*), 날뚝양태(*Repomucenus beniteguri*), 보구치(*Argyrosomus argentatus*), 눈강달이(*Collichthys niveatus*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 빨갱이(*Ctenotrypauchen microcephalus*), 황해볼락(*Sebastes koreanus*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 좁넙치(*Tarphops elegans*), 가숭어(*Chelon haematocheilus*), 부세(*Pseudosciaena crocea*), 꼼치(*Liparis tanakai*), 골베도라치(*Omobranchus punctatus*), 삼치(*Scomberomorus niphonius*), 까나리(*Ammodytes personatus*), 열동가리돔(*Apogon lineatus*), 도다리(*Pleuronichthys cornutus*), 흑대기(*Paraplagusia japonica*), 실고기(*Syngnathus schlegeli*), 청베도라치(*Parablennius yatabei*), 꼬치고기(*Sphyræna pinguis*), 일지말락술치(*Minous monodactylus*), 산호해마(*Hippocampus mohnikei*), 주둥치(*Nuclequula nuchalis*), 가라지(*Decapterus maruadsi*), 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 풀반지(*Thryssa hamiltonii*), 풀미역치(*Erisphex pottii*), 복섬(*Takifugu niphobles*), 학공치(*Hyporhamphus sajori*), 망둑어과(Gobiidae spp), 동갈돔과(Apogonidae) 그리고 미동정 분류군이였다. 분류군별로 살펴보면 농어목(Perciformes)이 17개 분류군이 가장 많이 출현하였고, 썸뱅이목(Scorpaeniformes)이 6개 분류군, 가자미목(Pleuronectiformes)이 5개분류군, 청어목(Clupeiformes), 실고기목(Gasterosteiformes)이 2개 분류군, 동갈치목(Beloniformes), 바다빙어목(Osmeriformes), 숭어목(Mugiliformes), 복어목(Tetraodontiformes)이 각각 1개 분류군으로 나타났다(Table 2).

조사결과 총 5,394 ind./1,000 m³의 자치어가 출현하였다. 망둑어과가 2,605 ind./1,000 m³으로 전체 출현량의 48.30%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 멸치

가 1,718 ind./1,000 m³으로 31.86%를 차지하였으며, 양태가 426 ind./1,000 m³로 7.89%, 흰베도라치가 172 ind./1,000 m³으로 3.19%, 도화뱅어가 78 ind./1,000 m³으로 1.45%, 황해볼락이 58 ind./1,000 m³으로 1.07%, 보구치가 52 ind./1,000 m³으로 0.95%, 좁넙치가 44 ind./1,000 m³으로 0.81%, 참서대가 35 ind./1,000 m³으로 0.65%, 가숭어가 29 ind./1,000 m³으로 0.53%, 삼치가 27 ind./1,000 m³으로 0.50%, 넙치가 25 ind./1,000 m³으로 0.46%, 꼼치가 21 ind./1,000 m³으로 0.38%, 빨갱이, 청보리멸이 16 ind./1,000 m³으로 0.30%, 까나리, 동갈돔과가 14 ind./1,000 m³으로 0.26%, 흑대기가 7 ind./1,000 m³으로 0.14%, 눈강달이가 6 ind./1,000 m³으로 0.11%, 열동가리돔이 5 inds./1,000 m³으로 0.10%, 일지말락술치, 도다리, 실고기가 4 ind./1,000 m³으로 0.07%, 골베도라치가 3 ind./1,000 m³으로 0.06%, 날뚝양태, 학공치, 가라지, 풀미역치, 조피볼락, 복섬, 부세, 청베도라치, 주둥치, 산호해마, 풀반지, 꼬치고기, 미동정 분류군에서 각 1 ind./1,000 m³으로 0.02% 순으로 출현하였다. 조사결과 중 DNA 내 Cytochrome Oxydase Subunit I (COI)를 증폭하여 염기서열을 분석한 어종은 참서대, 도다리, 골베도라치, 동갈돔과로 분석되었다(Table 3).

2월에는 4개의 분류군으로 가장 적은 분류군이 출현하였다. 출현량은 188 ind./1,000 m³으로 그 중 흰베도라치가 154 ind./1,000 m³로 81.52%가 우점 하였으며, 다음 꼼치가 20 ind./1,000 m³로 10.45%였으며, 까나리가 14 ind./1,000 m³으로 7.50%, 미동정 분류군이 1 ind./1,000 m³으로 0.53%가 나타났다.

5월에는 17개의 분류군이 출현하였고, 자치어는 총

Table 2. Occurrence of fish larvae and juveniles in the West coastal waters of Korea

Orders	Families	Genera	Species	Total	R.A (%)
Perciformes	12	15	17	44	47.83
Scorpaeniformes	4	5	6	15	16.30
Pleuronectiformes	3	5	5	13	14.13
Clupeiformes	1	1	2	4	4.35
Gasterosteiformes	1	1	2	4	4.35
Mugiliformes	1	1	1	3	3.26
Osmeriformes	1	1	1	3	3.26
Tetraodontiformes	1	1	1	3	3.26
Beloniformes	1	1	1	3	3.26
Total	25	31	36	92	100.00

R.A: relative abundance.

Table 3. Spatial variation of mean abundance of larvae and juveniles in the West coastal waters of Korea

Species	Season					Total	R.A (%)
	Feb.	May	Aug.	Oct.			
<i>Engraulis japonicus</i>	-	1,640	77	1	1,718	31.86	
<i>Platycephalus indicus</i>	-	138	287	-	426	7.89	
<i>Pholis fangi</i>	154	19	-	-	172	3.19	
<i>Neosalanx anderssoni</i>	-	78	-	-	78	1.45	
<i>Sebastes koreanus</i>	-	58	-	-	58	1.07	
<i>Argyrosomus argentatus</i>	-	-	52	-	52	0.95	
<i>Tarphops elegans</i>	-	4	40	-	44	0.81	
<i>Cynoglossus joyneri</i> *	-	1	34	-	35	0.65	
<i>Chelon haematocheilus</i>	-	29	-	-	29	0.53	
<i>Scomberomorus niphonius</i>	-	27	-	-	27	0.50	
<i>Paralichthys olivaceus</i>	-	25	-	-	25	0.46	
<i>Liparis tanakae</i>	20	1	-	-	21	0.38	
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	-	-	16	-	16	0.30	
<i>Sillago japonica</i>	-	-	16	-	16	0.29	
<i>Ammodytes personatus</i>	14	-	-	-	14	0.26	
<i>Paraplagusia japonica</i>	-	-	7	-	7	0.14	
<i>Collichthys niveatus</i>	-	6	-	-	6	0.11	
<i>Apogon lineatus</i>	-	-	5	-	5	0.10	
<i>Minous monodactylus</i>	-	-	4	-	4	0.07	
<i>Pleuronichthys cornutus</i> *	-	-	-	4	4	0.07	
<i>Syngnathus schlegeli</i>	-	3	1	-	4	0.07	
<i>Omobranchus punctatus</i> *	-	-	3	-	3	0.06	
<i>Repomucenus beniteguri</i>	-	-	-	1	1	0.03	
<i>Hyporhamphus sajori</i>	-	1	-	-	1	0.02	
<i>Decapterus maruadsi</i>	-	-	1	-	1	0.02	
<i>Erisphex pottii</i>	-	-	1	-	1	0.02	
<i>Sebastes schlegelii</i>	-	1	-	-	1	0.02	
<i>Takifugu niphobles</i>	-	-	1	-	1	0.02	
<i>Pseudosciaena crocea</i>	-	1	-	-	1	0.01	
<i>Parablennius yatabei</i>	-	-	-	1	1	0.01	
<i>Nuchequula nuchalis</i>	-	-	1	-	1	0.01	
<i>Hippocampus mohnikei</i>	-	-	1	-	1	0.02	
<i>Thryssa hamiltonii</i>	-	-	1	-	1	0.02	
<i>Sphyaena pinguis</i>	-	-	1	-	1	0.02	
Gobiidae spp.	-	2,444	160	1	2,605	48.30	
Apogonidae spp.*	-	-	14	-	14	0.26	
Unidentified spp.	1	-	-	-	1	0.02	
Total	189	4,476	723	8	5,396	100.00	
Number of species	4	17	22	5	36		

R.A: relative abundance, *: DNA analysis.

4,474 inds./1,000 m³로 조사기간 중 가장 많은 출현량이 나타났다. 그 중 망둑어과 2,444 ind./1,000 m³로 54.63%가 출현하여 우점 하였으며, 다음 멸치가 1,640 ind./1,000 m³로 36.65%, 양태가 138 ind./1,000 m³로 3.09%, 도화뱅어가 78 ind./1,000 m³로 1.75%, 황해볼락이 58 ind./1,000 m³로 1.30%, 가숭어 29 ind./1,000 m³로 0.64%, 삼치가 27 ind./1,000 m³로 0.59%, 넙치가 25 ind./1,000 m³로 0.55%, 흰베도라치가 19 ind./1,000 m³로 0.41%, 눈강달이가 6 ind./1,000 m³로 0.13%, 쯤넙치가 4 ind./1,000 m³로 0.08%, 실고기가 3 ind./1,000 m³로 0.06%, 참서대 외 4종이 1 ind./1,000 m³로 0.05%의 출현량을 보였다.

8월에는 22개의 분류군이 출현하여 가장 많은 분류군을 보였고, 자치어는 총 724 ind./1,000 m³으로 그 중 양태가 287 ind./1,000 m³로 39.72%가 출현하여 우점하였다. 다음 망둑어과 160 ind./1,000 m³으로 22.13%, 멸치가 77 ind./1,000 m³으로 10.71%, 보구치가 52 ind./1,000 m³으로 7.12%, 쯤넙치가 40 ind./1,000 m³으로

로 5.51%, 참서대가 34 ind./1,000 m³으로 4.66%, 빨갱이가 16 ind./1,000 m³으로 2.27%, 청보리멸이 16 ind./1,000 m³으로 2.17%, 동갈돔과 14 ind./1,000 m³으로 1.96%, 흑대기가 7 ind./1,000 m³으로 1.01%, 열동가리돔이 5 ind./1,000 m³으로 0.75%, 일지말락솔치가 4 ind./1,000 m³으로 0.54%, 골베도라치가 3 ind./1,000 m³으로 0.42%, 가라지 외 7종이 1 ind./1,000 m³으로 각 0.35%의 출현량을 보였다.

10월에는 5개의 분류군이 출현하여 가장 적은 출현량을 보였고, 자치어는 총 8 ind./1,000 m³으로 그 중 도다리가 4 ind./1,000 m³로 48.04%가 출현하여 우점 하였다. 날뚝양태가 1 ind./1,000 m³로 18.63%, 멸치, 망둑어과 1 ind./1,000 m³으로 12.58%, 청베도라치가 1 ind./1,000 m³으로 8.17%의 출현량을 보였다.

생태학적 지수

서해 연안에서 채집되었던 자치어의 계절별 군집분석은 다음 Fig. 3와 같다. 종 다양도 지수는 0.625-1.883으

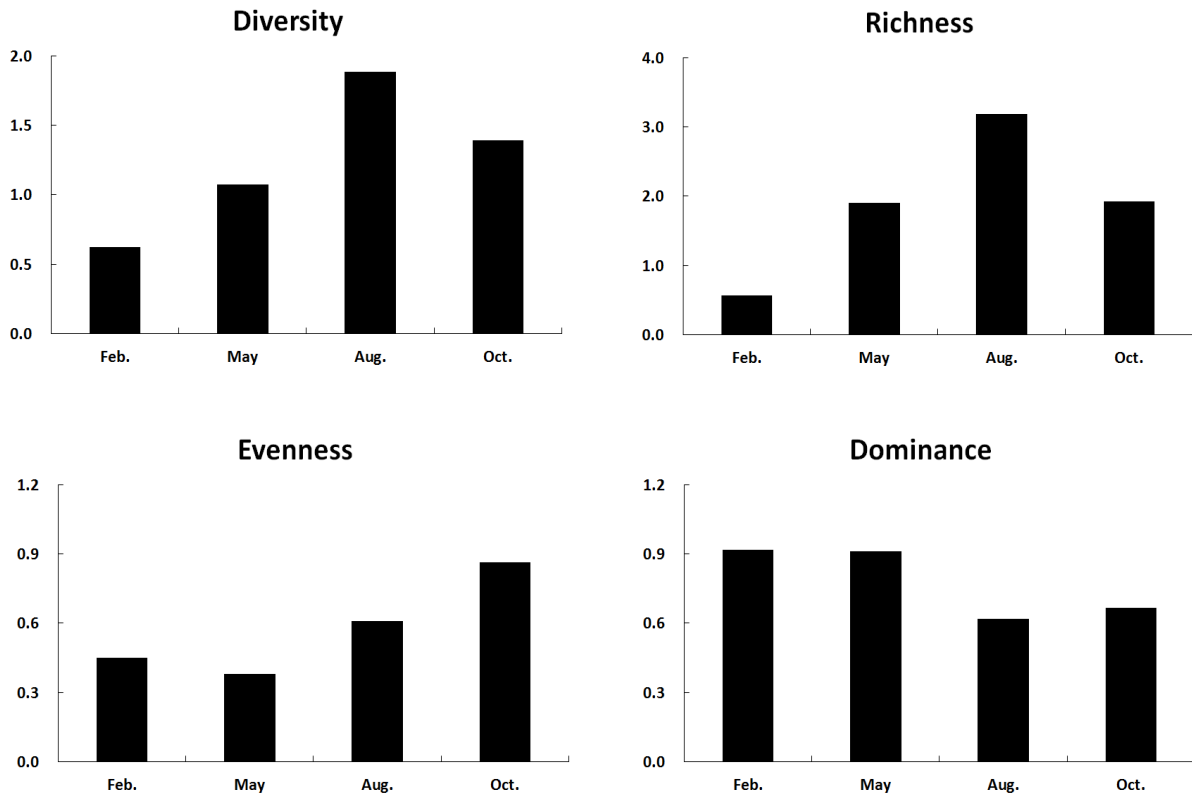


Fig. 3. Seasonal diversity, richness, evenness and dominance index of fish larvae and juveniles caught by Bongo net in West coastal waters of Korea.

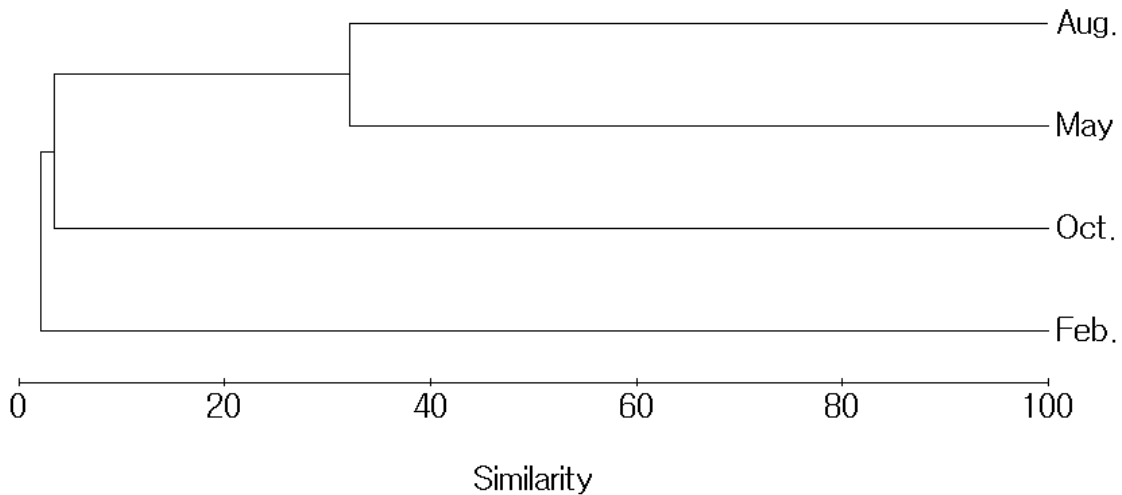


Fig. 4. Dendrogram based on cluster analysis of each year in West coastal waters of Korea.

로, 여름철에 가장 높았으며, 겨울철에 가장 낮은 값으로 나타났다. 풍부도 지수는 0.573-3.189로, 여름철에 가장 높았으며, 겨울철에 가장 낮게 나타나 종 다양도 지수와 비슷한 양상을 보였다. 균등도 지수는 0.380-0.865으로, 가을철에 가장 높았으며, 봄철에 가장 낮게 나타났다. 그리고 우점도 지수는 0.618-0.920로 겨울철에 가장 높았으며, 여름철에 가장 낮게 나타나 풍부도 지수와는 반대 경향을 보였다.

유사도

자치어의 월별 군집의 유사도는 5월과 8월에 가장 유사했으며, 5월과 2월에는 우점종과 출현종이 상이하여 군집상의 차이가 가장 컸다(Fig. 4).

고찰

이 연구는 서해연안 주변해역에서 표준 네트를 이용하여 채집된 부유성 어란과 자치어의 종조성 및 양적변동을 알아보기 위해 수행되어졌다.

조사해역에서의 수온변화는 2017년 8월이 평균 25.1℃로 가장 높았고, 2월이 평균 4.5℃로 가장 낮았다. 월별 염분변화는 계절별로 측정된 염분농도는 2015년 2월에 평균 32.0 psu로 가장 높게 나타났으며, 8월에 평균 30.6 psu로 가장 낮았다.

이 연구에서 자치어는 9목 25과 36개의 분류군이 출현하였고, 이 결과는 아산만(Park, 1995)의 29개 분류군, 인천연근해(Han, 2000)의 26개 분류군 보다 많은 종수

를 보였는데, 그 이유는 조사범위가 넓어 더 많은 종수가 출현되었다고 생각되고 또한 시기별 조사에서도 서해연안역의 하계 난자치어분포(Cho, 2011)에서는 어란 및 자치어의 분류군이 2008년도에서는 32종, 2009년에는 23종이 출현하였으며, 본 조사에서도 8월의 22종으로 유사한 종수를 형성하였다.

자치어 출현량은 5,396 ind./1,000 m³로 아산만(Park, 1995)의 16,809 ind./1,000 m³보다 적게 출현하였고, 인천연근해(Han, 2000)의 3,769 ind./1,000 m³보다 많은 자치어의 출현량이 나타났다. 서해연안역의 하계 난자치어분포(Cho, 2011)에서는 2008년에 13,408 ind./1,000 m³, 2009년은 15,101 ind./1,000 m³로 본 연구보다 훨씬 많은 출현량을 보였다. 다만 정점 수에 비하여 서해연안역의 하계 난자치어분포(Cho, 2011)의 출현량이 높게 나타난 것은 조사시기와 조사횟수 정점위치로 인하여 자원량이 변화가 있다고 생각하였으며, 이외의 해황상태, 해양오염, 적조현상 및 불법어업 등에 따른 전체적인 연근해 어업자원의 감소에 산란어의 개체수와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다(Table 4).

출현어종의 비율은 아산만(Park, 1995) 해역에서 밴댕이(*Sardinella zunasi*)가 우점하였으며, 인천연근해(Han, 2000)에서 베도라치(*Pholis nebulosa*)가 우점하였다. 서해연안역의 하계 난자치어분포(Cho, 2011)에서는 2008년, 2009년에 망둑어과가 최우점하였고, 다음으로 멸치가 우점하는 것으로 보고되고 있는데, 이 연구에서도 망둑어과와 멸치가 가장 우점하는 어종으로 나타났다.

Table 4. Comparison of species composition of larvae collected to those obtained from the other coastal waters of Korea

	Yellow sea	Asan bay	Incheon	Yellow sea
Source	Present study	(Park, 1995)	(Han, 2000)	(Cho, 2011)
Sampled year	2017	1989 ~ 1993	1997 ~ 1998	2008 ~ 2009
Number of station	37	3	14	2008 year, 15 2009 year, 12
Number of sampling months	4	4	12	2
Number of species	36	29	26	2008 year, 32 2009 year, 23
Mean density (ind./1,000 m ³)	5,396	16,809	3,769	2008 year, 13,408 2009 year, 15,101
Dominant species	Gobiidae spp. (48.30%)	<i>Sardinella zunasi</i> (45.06%)	<i>Pholis nebulosa</i> (80.00%)	Gobiidae spp. (91.10%) (68.00%)

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 서해주요 자원의 회복 및 관리에 기여하기 위해 서해연안해역의 대한 다각도의 연구와 지속적인 조사가 필요하다고 판단된다.

결론

이 연구는 서해연안주변해역에서 위치한 37개 정점에서 2017년 2월부터 10월까지 계절별로 총 4회에 걸쳐 어획되는 부유성 난 및 자치어를 채집하였다. 조사기간 중 어란은 멸치 난이 12,926 ind./1,000 m³으로 전체 출현량의 79.52%를 차지하여 가장 우점하였고, 자치어는 망둑어과 2,605 ind./1,000 m³으로 전체 출현량의 48.30%, 다음으로 멸치가 1,718 ind./1,000 m³으로 전체 출현량의 31.86%를 차지하여 우점하였다.

사사

이 연구는 국립수산과학원 수산과학연구사업(R2019025)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.
 Cho SH. 2011. Summer distribution of Ichthyoplankton in the

coastal waters of western Korea. Kunsan University of Korea, 53.
 Clarke KR and Warwick RM. 1944. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, natural environment research council, plymouth marine laboratory, plymouth UK, 144.
 Han CH. 2000. Distribution of fish eggs and larvae in the coastal waters near Incheon, 55.
 Han SH, Kim MJ, Kim JS and Song CB, 2017. Molecular identification and bimonthly abundance of fish eggs collected in the coastal waters of Sagye, Jeju Island. Fish Aquat Sci 50, 830-831.
 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. (DOI:5-38.10.1093/icesjms/1.1.5).
 Kim SA. 1991. Marine resource evaluation, Woo Sung Publishing Co. 175.
 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.
 KORDI. 1998. Yellow Sea large marine ecosystem 53-55.
 Lee TW. 1991. The demersal fishes of Asan Bay, I. Optimal sample size. Bull Korean Fish Soc 24, 248-254.
 Lee TW. 1996. Change in species composition of fishes in Chonsu Bay. I. Demersal fish. J Korean Fish Soc 31, 654-664.
 NIBR. 2011. Fish species of Korea. In: National Institute of Biological Resources, Environment of Ministry, National

- list of species of Korea (Vertebrates), 3-189.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world (3rd ed.). John Wiley & Sons, New York, 550.
- 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.
- Okiyama M (ed.). 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press Tokyo, 1154.
- Park C. 1990. Day-night differences in zooplankton. catches in the coastal area of active tidal mixing. *J Oceanol Soc Korea* 25, 151-159.
- Park MJ. 1995. Seasonal variation in the distribution of the ichthyoplankton in Asan Bay. 44.
- Pielou EM. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *J Theoret Biol* 13, 131-144. (DOI:10.1016/0022-5193(66)90013-0).
- Saville A andD 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. urbana, Univ. of Illinois Press, 125.
- Smith PE and Richardson SL. 1977. Standard techiques for fish egg and larve surveys. FAO fisheries technical paper 175, 100.
-
2019. 04. 11 Received
2019. 05. 24 Revised
2019. 07. 26 Accepted