

천수만 주변해역에 출현하는 부유성 어란 및 자치어의 분포특성

윤병일 · 최동혁 · 최윤석 · 이승환 · 권대현 · 김맹진*

국립수산과학원 서해수산연구소 연구원

Distribution characteristics of egg and ichthyoplankton in the Cheonsu Bay, Korea

Byoung il YOUN, Dong hyuk CHOI, Yoon seok CHOI, Seung Hwan LEE, Dae hyeon KWON and Maeng jin KIM*

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

To provide information needed for managing fish resources and protecting the ecosystem of Cheonsu Bay, bimonthly variations in species composition and abundance of fish eggs and larvae were investigated. The samples were collected by using bongo net at three different stations from February 2020 to December 2021. Fish eggs were divided into *Engraulis japonicus* and unidentified eggs, of which *Engraulis japonicus* accounted for 85.6% of the total eggs collected. A total of 21 species representing 17 families and 6 orders were collected. The three dominant species were Gobiidae spp, *Thryssa hamiltonii* and *E. japonicus* and these three species accounted for 74.1% in the total number of individuals. The number of species was highest in August, 2020 and lowest in February, 2020 and 2021; the number of individuals was highest in August, 2020 and lowest in February, 2020. Temporal changes in the abundances of pelagic eggs and larval fishes corresponded with temperature.

Keywords: Cheonsu bay, Species composition, Bongo net, Dominant species

서론

한반도 서해안에 위치하는 천수만은 충청남도 보령, 홍성, 서산, 태안군과 안면도, 효자도, 원산도 등의 섬으로 둘러싸인 남북으로 긴 반폐쇄성 내만이다. 만의 입구 폭은 약 5 km이고 만 안쪽의 폭은 대략 9 km이며, 길이는 약 35 km이다. 수면 면적은 380 km²였으나 방파제 공사 등으로 인해 180 km²로 감소하였다. 또한 수심은 10~25 m이며, 대조 시 8 m의 조차가 나타난다(Park et al., 2000; Lee et al., 2012).

난에서 부화한 어류는 성장발달단계를 걸쳐 수산자원에 가입되지만, 초기발생단계에서의 자치어는 높은 사망률을 보이며, 먹이생물과 포식자의 밀도에 영향을 받는다(Kim, 1991). 또한 성어의 가입량은 이외에도 수온과 염분, 개발공사, 해양오염 등 환경변화에 의해 영향을 받는다(Hjort, 1926; Saville and Schnack, 1981). 따라서 초기 사망률이 높은 어란기와 자치어기의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입변동을 예측하는데 매우 중요한 기초자료이다.

Received 5 July 2022; Revised 9 August 2022; Accepted 28 November 2022

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

Copyright © 2022 The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology

천수만은 1983년과 1985년에 각각 서산 A지구 방조제(간월호)와 서산 B지구 방조제(부남호)가 천수만에 완성되었으며 시간경과에 따라 1999년과 2000년에 각각 홍성 방조제(모산만)와 보령 방조제(오천만)가 추가 건설되어, 천수만 면적은 약 380 km²에서 180 km²로 감소하였다(KORDI, 1994). 또한 북쪽에 위치한 간월호와 부남호에서는 여름철 간헐적으로 담수의 대량 유입이 이루어지고 있어, 이로 인하여 천수만은 염분농도와 영양염의 급변화가 발생하고 있다. 이 외에도 여름철 수온 상승으로 인한 해수의 성층화는 저층의 저산소 및 무산소현상을 발생시켜 해역의 생태계까지 전반적으로 위협하고 있다(Lee et al., 2012). 이와 같은 천수만에 대한 연구자료는 천수만 저서성 어류 군집의 변화(Lee, 1989), 천수만 인근 해역인 황해 중동부 연안역의 부유성 어란의 계절적 변동(Cha and Shim, 1988), 황해 중동부 연안역의 부유성 난 자치어의 검색표 작성 연구(Cha et al., 1987) 등이 수행되었으나 대부분이 과거자료로 최신 정보가 부족한 실정이다.

현재 우리나라는 전국 연안어장을 체계적으로 관리할 목적으로 어장환경 실태조사를 실시하고 있고, 이번 연구해역인 천수만해역은 수산자원의 서식지 보호를 위해 수산자원보호구역으로 지정되어 관리되고 있다(Jeong et al., 2014). 따라서, 이 연구는 수산자원의 산란장으로 이용되는 천수만의 부유성 어란 및 자치어 조사를 통해 주요 출현종 및 우점종을 밝히고, 이를 통해 천수만 어류 자원의 관리 및 생태계 보호에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험방법

부유성 어란 및 자치어는 천수만해역 3개 정점에서 2020~2021년간 연 6회씩(2, 4, 6, 8, 10, 12월) 총 12회 조사를 통해서 채집되었다(Fig. 1).

조사지역에 따른 계절별 환경을 확인하기 위하여 CTD (Seabird electronics, SBE 32)를 이용하여 수온과 염분을 측정하였다. 부유성 어란 및 자치어는 붓고 네트(망구 60 cm, 망목 330 μm)를 통해 수심 7-25 m 에서부터 표층까지 2~3 knots로 경사채집을 진행하여 채집하였다. 또한 출현밀도를 확인하기 위해 붓고네트 입구에는 유량계(Hydrobios)를 설치하였다. 채집에 관한 샘플처

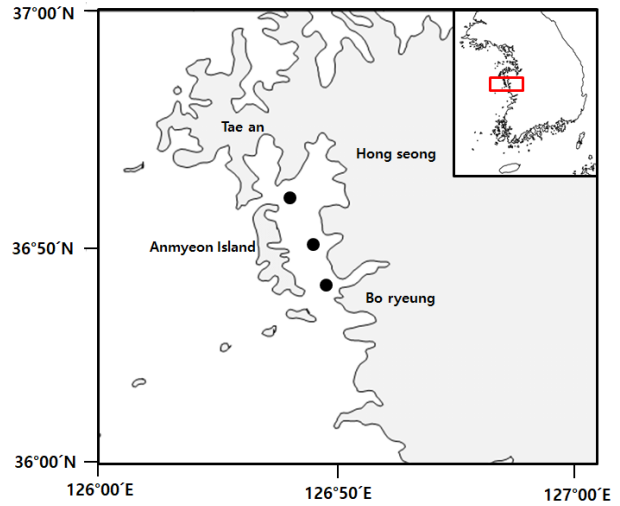


Fig. 1. Map showing the sampling area in the Cheongsu Bay, Korea in 2020-2021.

리방법은 Smith and Richardson (1977)에 의거하여 채집한 표본을 99% 에탄올을 이용하여 고정하였다. 이후 연구실로 운반하여 어종별로 동정하고 종조성 및 목록을 작성하였다. 출현개체는 양적인 변동을 비교를 위해 출현밀도(ind./1,000 m³)로 산출하였다.

어란과 자치어의 동정은 Okiyama (2014) 및 Kim et al. (2011)을 이용하여 수행하였으며, 분류 체계는 Nelson (2006)과 학명은 NIBR (2011)을 참고하였다. 형태학적으로 자치어의 동정이 어려운 경우는 과(Family), 속(Genus) 수준까지 동정하였다.

군집분석을 위한 생태학적지수는 종 다양도(H'; Shannon and Wiener, 1963), 우점도(DI; McNaughton, 1967), 균등도(E; Pielou, 1966) 및 풍부도(RI; Margalef, 1958) 지수를 월별로 구하였다.

군집유사도 분석은 Primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994)을 이용하여 월별 계통도(dendrogram)를 작성하였다.

결 과

수온 및 염분분포

조사기간 동안 2020년의 표층 수온은 8월이 24.9℃로 가장 높았으며, 2월에는 5.7℃로 낮았다. 저층 수온은 8월에 24.7℃로 가장 높았고, 2월에는 5.7℃로 가장 낮은 값을 나타내었다. 표층 염분은 2월에 31.9 psu로 가장

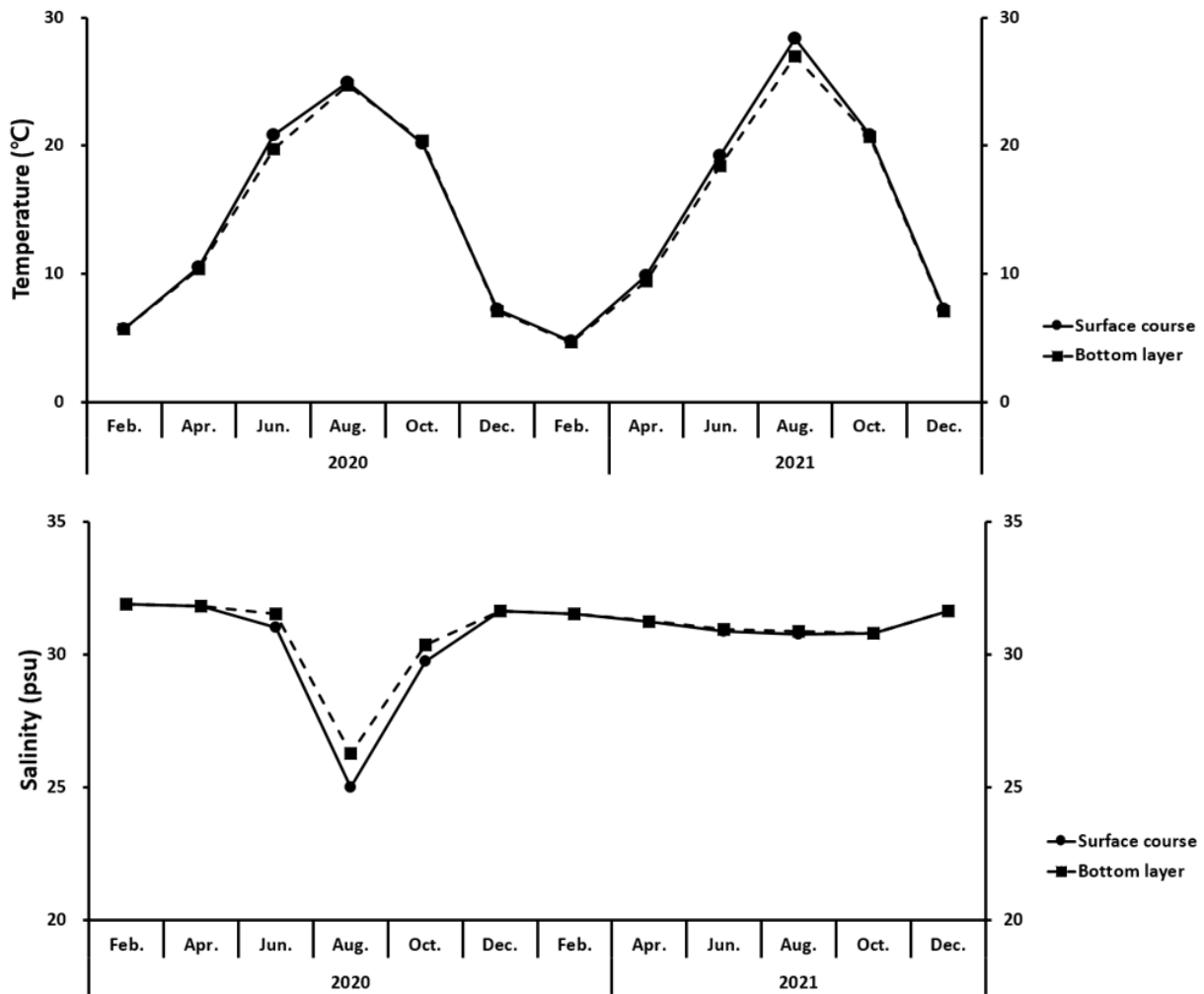


Fig. 2. The change of temperature and salinity during the season period in the Cheonsu Bay, Korea in 2020-2021.

높게 나타났으며, 8월에 25.0 psu 낮았다. 저층 염분은 2월에 31.9 psu로 높았고, 8월에 26.3 psu로 낮게 나타났다. 2021년의 표층 수온은 8월이 28.4℃로 가장 높았고, 2월에는 4.7℃로 낮았다. 저층 수온은 8월에 27.0℃로 가장 높았고, 2월에는 9.4℃로 가장 낮은 값을 나타내었다. 표층 염분은 12월에 31.6 psu로 가장 높게 나타났으며, 8, 10월에 30.8 psu 낮았다. 저층 염분은 12월에 31.6 psu로 높았고, 10월에 30.8 psu로 낮게 나타났다(Fig. 2).

부유성 어란

조사기간인 2020-2021년 격월로 붕고네트 조사를 수행한 결과, 어란은 2020년 2, 12월과 2021년 2, 4, 8, 12월에는 출현하지 않았다. 출현한 부유성 어란은 멸치

(*Engraulis japonicus*)와 미동정 어란으로 분류되었다. 월별 출현량은 2020년 4월에 미동정어란이 67 eggs/1,000 m³, 6월에는 멸치어란이 2,349 eggs/1,000 m³, 미동정어란 1,878 eggs/1,000 m³가 출현하였다. 8월에는 미동정어란이 866 eggs/1,000 m³, 10월에는 미동정어란이 22 eggs/1,000 m³가 출현하였다. 2021년에는 6월에 멸치어란이 25,861 eggs/1,000 m³, 미동정어란이 1,763 eggs/1,000 m³로 출현하였고, 10월에 미동정어란이 135 eggs/1,000 m³가 출현하였다. 전 조사기간 동안 어란은 32,942 eggs/1,000 m³가 출현하였고, 이중 멸치 어란은 28,211 eggs/1,000 m³로 전체 어란의 85.6%로 가장 우점하였으며, 미동정어란은 4,731 eggs/1,000 m³ 출현하였다(Table 1).

Table 1. Seasonal change of mean density of fish eggs in the Cheonsu Bay, Korea in 2020-2021

Year	Month	2020						2021						Total	R.A (%)
		Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.		
Species															
<i>Engraulis japonicus</i>		-	-	2,349	-	-	-	-	-	25,861	-	-	-	28,211	85.6
Unidentified spp.		-	67	1,878	866	22	-	-	-	1,763	-	135	-	4,731	14.4
Total		-	67	4,227	866	22	-	-	-	27,624	-	135	-	32,942	100.0

R.A: relative abundance.

자치어

조사기간 동안 출현한 자치어는 총 6목 17과 21종이 출현하였고, 이중 18개종은 종 수준, 3개 종은 과(family) 수준까지 동정이 되었다(Table 2;3). 출현한 자치어는 까나리(*Ammodytes personatus*), 꼼치(*Liparis tanakai*), 날뚝양태(*Repomucenus beniteguri*), 멸치, 반지(*Thryssa hamiltonii*), 보구치(*Argyrosomus argentatus*), 산호해마(*Hippocampus mohnikei*), 실고기(*Syngnathus schlegeli*), 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 열동가리돔(*Apogon lineatus*), 일지말락살치(*Minous monodactylus*), 주둥치(*Nuclequula nuchalis*), 줄비늘치(*Coelorinchus multispinulosus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 흑대기(*Paraplagusia japonica*), 흰베도라치(*Pholis fangi*), 뚝양태과(Callanthiidae) 망둑어과(Gobiidae spp), 동갈돔과(Apogonidae)였다. 분류군에 따라 농어목(Perciformes)이 11개 어종으로 가장 많이 출현하였고, 썸뱅이목(Scorpaeniformes)이 3개 어종, 가자미목(Pleuronectiformes), 청어목(Clupeiformes), 큰가시고기목(Gasterosteiformes)이 각각 2개 어종, 대구목(Gadiformes) 1개 어종으로 나타났다(Table 2).

이번 연구에서는 2020년에는 10월에 자치어가 출현하지 않았으며, 2021년은 4월, 10월에 출현하지 않았

다. 조사결과 총 6,762 ind./1,000 m³의 자치어가 출현하였으며, 망둑어과가 2,499 ind./1,000 m³으로 전체 출현량의 37.0%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 반지가 1,730 ind./1,000 m³으로 25.6%를 차지하였으며, 멸치가 11.5% (777 ind./1,000 m³), 흰베도라치가 8.8% (593 ind./1,000 m³), 민동갈돔과가 3.9% (260 ind./1,000 m³), 까나리가 2.6% (174 ind./1,000 m³), 뚝양태과 2.2% (149 ind./1,000 m³), 꼼치가 2.1% (144 ind./1,000 m³), 참서대가 1.1% (78 ind./1,000 m³), 보구치, 주둥치가 0.9% (59 ind./1,000 m³), 쥐노래미가 0.8% (56 ind./1,000 m³), 일지말락살치가 0.7% (50 ind./1,000 m³), 날뚝양태가 0.4% (27 ind./1,000 m³), 실고기가 0.3% (20 ind./1,000 m³), 산호해마가 0.2% (17 ind./1,000 m³), 앞동갈베도라치, 흑대기, 줄비늘치가 0.2% (16 ind./1,000 m³), 열동가리돔, 청보리멸이 0.2% (11 ind./1,000 m³) 순으로 출현하였다(Table 3).

2020년에는 2월에 흰베도라치(441 ind./1,000 m³) 1개 어종만이 출현하였고, 4월에는 출현한 자치어는 총 189 ind./1,000 m³로 까나리(164 ind./1,000 m³)와 흰베도라치(25 ind./1,000 m³) 2개 어종이 출현하였다. 6월은 5종의 자치어가 총 2,551 ind./1,000 m³ 출현하였는데, 망둑어과가 1,760 ind./1,000 m³으로 가장 많았고, 다음으로 멸치(658 ind./1,000 m³), 뚝양태과(100 ind./1,000 m³) 순이

Table 2. Occurrence of fish larvae and juveniles in the Cheonsu Bay, Korea

Orders	Families	Genera	Species	Total	R.A (%)
Perciformes	10	9	11	30	52.6
Scorpaeniformes	3	3	3	9	15.8
Pleuronectiformes	1	2	2	5	8.8
Clupeiformes	1	2	2	5	8.8
Gasterosteiformes	1	2	2	5	8.8
Gadiformes	1	1	1	3	5.3
Total	17	19	21	57	100.0

R.A: relative abundance.

Table 3. Temporal variation of mean abundance of larvae and juveniles in the Cheonsu Bay, Korea in 2020-2021

(ind./1,000 m³)

Species	Year		2020					2021				Total	R.A (%)
	Month		Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Dec.	Feb.	Jun.	Aug.	Dec.		
<i>Thryssa hamiltonii</i>			-	-	-	1,730	-	-	-	-	-	1,730	25.6
<i>Engraulis japonicus</i>			-	-	658	55	-	-	15	33	17	777	11.5
<i>Pholis fangi</i>			441	25	-	-	-	91	-	-	35	593	8.8
<i>Ammodytes personatus</i>			-	164	-	-	10	-	-	-	-	174	2.6
<i>Liparis tanakai</i>			-	-	-	-	78	-	-	-	66	144	2.1
<i>Cynoglossus joyneri</i>			-	-	-	78	-	-	-	-	-	78	1.1
<i>Argyrosomus argentatus</i>			-	-	-	59	-	-	-	-	-	59	0.9
<i>Nuchequula nuchalis</i>			-	-	-	59	-	-	-	-	-	59	0.9
<i>Hexagrammos otakii</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	56	56	0.8
<i>Minous monodactylus</i>			-	-	-	50	-	-	-	-	-	50	0.7
<i>Repomucenus beniteguri</i>			-	-	-	-	-	-	16	12	-	27	0.4
<i>Syngnathus schlegeli</i>			-	-	-	-	-	-	8	12	-	20	0.3
<i>Hippocampus mohnikei</i>			-	-	17	-	-	-	-	-	-	17	0.2
<i>Omobranchus elegans</i>			-	-	-	16	-	-	-	-	-	16	0.2
<i>Paraplagusia japonica</i>			-	-	-	-	-	-	-	16	-	16	0.2
<i>Coelorinchus multispinulosus</i>			-	-	-	-	-	-	16	-	-	16	0.2
<i>Apogon lineatus</i>			-	-	-	-	-	-	-	11	-	11	0.2
<i>Sillago japonica</i>			-	-	-	11	-	-	-	-	-	11	0.2
Gobiidae spp			-	-	1,760	570	-	-	153	16	-	2,499	37.0
Apogonidae			-	-	17	244	-	-	-	-	-	260	3.9
Callanthiidae			-	-	100	49	-	-	-	-	-	149	2.2
Total			441	189	2,551	2,921	88	91	207	99	174	6,762	100.0
Number of species			1	2	5	11	2	1	5	6	4	21	

R.A: relative abundance.

었다. 8월에는 11개 어종으로 가장 많은 어종이 확인되었고, 총 출현량은 2,921 ind./1,000 m³이었으며, 반지(1,730 ind./1,000 m³), 망둑어과(570 ind./1,000 m³), 민동갈돔과(244 ind./1,000 m³), 참서대(78 ind./1,000 m³) 순으로 출현량을 보였다. 12월에는 자치어 출현량이 총 88 ind./1,000 m³로, 꼼치(78 ind./1,000 m³)와 까나리(10 ind./1,000 m³) 2개 어종이 출현하였다.

2021년은 2월에 흰베도라치(91 ind./1,000 m³) 1개 어종만이 출현하였고, 6월에는 출현한 자치어는 총 207 ind./1,000 m³로 망둑어과(153 ind./1,000 m³)와 날뚝양태와 줄비늘치(16 ind./1,000 m³) 2개 어종이 출현하였다. 8월은 출현량이 어종별로 멸치(33 ind./1,000 m³), 흑대기, 망둑어과(16 ind./1,000 m³), 날뚝양태, 실고기(12 ind./1,000 m³), 열동가리돔(11 ind./1,000 m³) 순으로 총 6개 어종이 출현하여 가장 많은 어종이 확인되었고, 총 출현량은 99 ind./1,000 m³이었다. 12월은 자치어 출현량

이 총 174 ind./1,000 m³로, 꼼치(66 ind./1,000 m³), 쥐노래미(56 ind./1,000 m³), 흰베도라치(35 ind./1,000 m³), 멸치(17 ind./1,000 m³) 순으로 4개 어종이 출현하였다.

생태학적 지수

2020년 천수만에서 채집되었던 자치어의 월별 군집 분석 결과는 2월에는 1종이 출현하여 분석이 불가하였으며, 그 외 월별 종 다양도 지수가 0.354-1.353으로, 여름철인 8월에 가장 높았으며, 12월에 가장 낮았다. 풍부도 지수는 0.191-1.253로 8월에 가장 높았으며, 4월에 가장 낮았다. 균등도 지수는 0.497-0.564로, 4월과 8월에 가장 높았고, 6월에 가장 낮았다. 우점도 지수는 0.787-1.000로 4월과 12월에 가장 높았으며, 여름철인 8월에 가장 낮게 나타났다(Fig. 3).

2021년 자치어의 월별 군집분석 결과, 역시 2월에 1종만이 출현하여 분석이 불가하였고, 그 외 월별 종 다양도

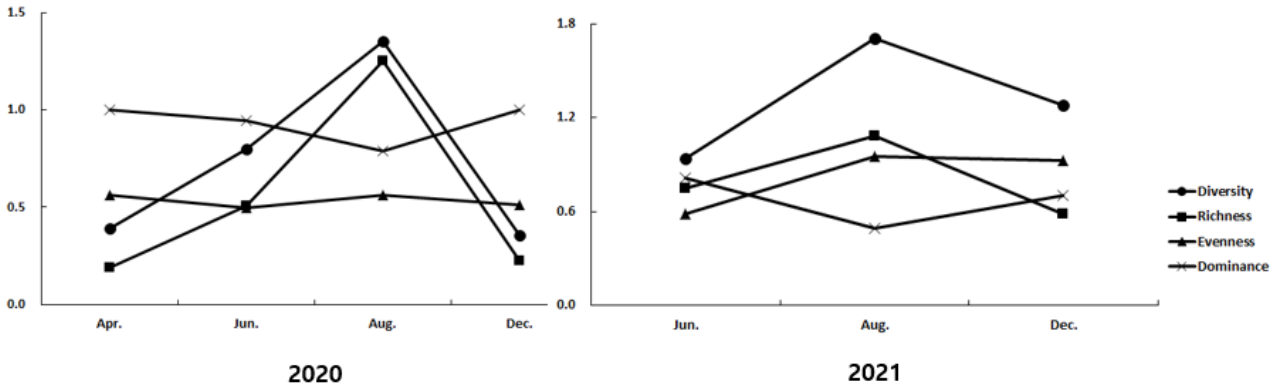


Fig. 3. Monthly diversity, richness, evenness and dominance index of fish larvae and juveniles caught by Bongo net in the Cheonsu Bay, Korea in 2020-2021.

지수가 0.935-1.704로 8월에 가장 높았고, 6월에 가장 낮았다. 풍부도 지수는 0.582-1.086로 8월에 가장 높았고, 12월에 가장 낮았다. 균등도 지수는 0.581-0.951로, 8월에 가장 높았고, 6월에 가장 낮았다. 그리고 우점도 지수는 0.490-0.813로 6월에 가장 높았으며, 8월에 가장 낮게 나타났다(Fig. 3).

유사도

자치어 군집유사도는 2020년의 경우 6월과 8월이 유사하였으며, 다음으로 2월과 4월에 유사하였다. 2021년

은 6월과 8월이 가장 유사했으며, 다음으로 2월과 12월에 유사하였다. 2020년과 2021년의 군집유사도 분석결과 유사한 경향을 보였으며, 천수만의 자치어의 군집유사도는 수온의 변동에 따라 그룹을 구분 지을 수 있었다 (Fig. 4).

고찰

이 연구는 천수만 주변해역에서 붕고 네트로 채집하여 출현한 부유성 어란과 자치어의 종조성 및 양적변동을 파악하기 위하여 수행되었다.

천수만 주변해역의 수온은 2021년 8월이 평균 28.4℃로 가장 높았고, 2월에 평균 4.7℃로 낮았으며, 계절적 영향에 따른 수온변동의 흐름이 나타났다. 염분은 월별 변동이 크게 나타나지 않았고, 2020년 8월에 비교적 낮게 나타났는데, 이는 기상청 기상자료개방포털(KMA) 기후자료를 확인하였을 때, 강수량의 증가로 염분이 낮게 측정된 것으로 판단된다.

천수만 주변해역의 연구결과와 타해역의 연구결과를 비교해보면, 천수만 주변해역은 총 21개 어종이 출현하였고, 아산만(Park, 1995)에서는 29개 어종이 출현하였으며, 보령연안(Kwon, 2013)에서는 8개의 어종이 출현하였다. 또한 보령원산도연안(Kang, 2017)에서도 8개 어종이 출현하였다. 천수만에서 자치어 출현량은 6,762 ind./1,000 m³로 나타났으며, 아산만(Park, 1995)의 16,809 ind./1,000 m³보다 적게 출현하였으며, 보령연안(Kwon, 2013)에서는 3,132 ind./1,000 m³, 원산도연안

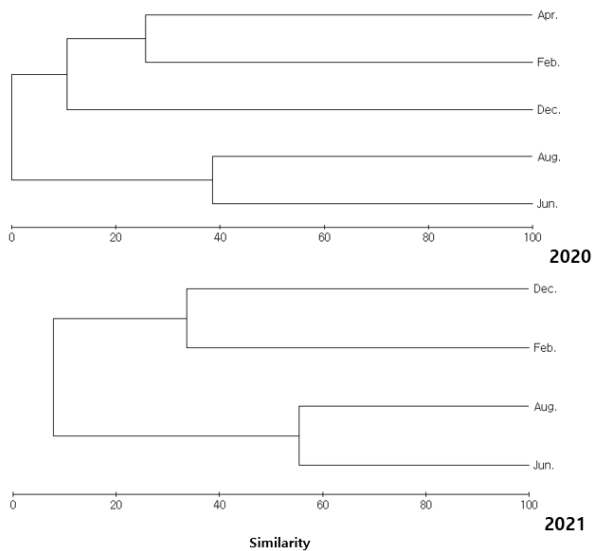


Fig. 4. Dendrogram based on cluster analysis of each year in the Cheonsu Bay, Korea in 2020-2021.

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

	Cheonsu bay	Asan bay	Bo ryeong	Wonsan-island
Source	Present study	(Park, 1995)	(Kwon, 2013)	(Kang, 2017)
Sampled year	2020 ~ 2021	1989 ~ 1993	2011	2013
Number of station	3	3	5	10
Number of sampling months	12	16	4	4
Number of species	21	29	8	8
Mean density (ind./1,000 m ³)	6,762	16,809	3,132	5,337
Dominant species	Gobiidae spp. (37.00%)	<i>Sardinella zunasi</i> (45.06%)	Gobiidae spp. (21.51%)	Gobiidae spp. (13.80%)

(Kang, 2017)은 5,337 ind./1,000 m³로 아산만을 제외한 비교연구해역보다는 많은 자치어의 출현량이 나타났다. 이러한 차이는 천수만의 지역적 위치에 따라 어류의 산란장 및 성육장으로 이용하는 산란어의 증감과 밀접한 관련이 있을 것으로 판단되기 때문에 성어의 가입량 자료와 시기별 가입변동량을 비교하여 어란 및 자치어의 출현량에 대한 근거자료를 확인할 수 있다고 생각된다. 이외도 어란 및 자치어 출현량 변화는 해황상태, 해양오염, 급격한 수온변동 및 불법어업 등에 영향을 받을 수 있다고 판단된다.

천수만 주변해역의 연구결과와 타해역의 조사방법을 비교해보면 특히 보령연안(Kwon, 2013)과 원산도연안(Kang, 2017)은 이번 연구와 근접한 정점에도 불구하고 출현종 및 출현량의 차이가 나타났다. 이러한 차이는 천수만주변해역의 연구에서는 경사채집한 반면에 보령연안과 원산도연안의 경우는 계절별로 수평조사를 진행한 결과로 생각된다. 채집방법에 따른 자치어의 상하층간에 어종의 차이가 있으므로 전 수층으로 이루어져야 하고, 또한 연간 출현량을 정확하게 파악하기 위해 환경변화의 연속성이 반영될 수 있는 월별 채집을 하여 정밀하게 조사되어야 할 것이다.

주변 인근해역에서의 우점어종을 비교한 결과 아산만(Park, 1995)에서 밴댕이(*Sardinella zunasi*)이었고, 보령연안(Kwon, 2013)과 원산도연안(Kang, 2017)에서는 이번 연구와 같이 망둑어과가 우점하여 아산만해역과 보령연안해역의 우점어종의 차이를 보였다(Table 4). 따라서 이러한 결과의 영향은 조사정점, 시기 및 방법에 따라 종수 및 출현량의 차이를 보이는 것으로 판단된다.

이 연구에서 나타난 어란 및 자치어의 격월 출현량 변동은 계절에 따른 채집시기와 수온의 변화에 영향을

받는 것으로 판단되었다. 또한 연구기간 동안 어란과 자치어 출현량이 없는 월도 나타나 이에 대한 조사지역에서의 세밀한 연구가 필요하다. 이 해역에 출현한 자치어는 돛양태류, 망둑어과, 동갈돔과, 흰배도라치, 쥐노래미 등 연안성 어종과 멸치, 청보리멸 등은 일정시기에 연안으로 회유하는 회유성 어종이었으며, 천수만해역에서 출현하는 성장초기에 어류는 연안성이나 회유성 어종이 주를 이루었고, 외양이나 대양 회유성 어종은 출현하지 않은 것으로 판단되었다.

끝으로 이번 조사를 통해 천수만 해역은 주변해역의 연구결과와 비교하였을 때, 어란 및 자치어의 종수와 출현량이 높았으며, 천수만은 정착성 및 회유성 어종의 산란 성육장의 역할을 하는 것으로 파악되었고, 이는 초기 생활사에 알맞은 환경을 가진 해역이라고 사료된다. 그러나 천수만 주변해역의 개발과 건설이 진행중인 상황이었기 때문에 서해 천수만의 주요 수산자원의 관리를 위해 천수만해역을 포함한 보령연안일대 해역에서 정밀하고 세분화된 조사와 지속적인 연구가 필요하다고 판단된다.

결론

천수만 주변해역에서 위치한 3개 정점에서 2020년부터 2021년까지 격월로 연 6회에 걸쳐 부유성 어란 및 자치어를 채집하였다. 조사기간 중 수온염분변화는 표층 수온은 8월에 28.4℃로 가장 높았으며, 2월에는 4.7℃로 낮게 나타났다. 어란은 멸치가 28,211 ind./1,000 m³로 출현량의 85.6%로 가장 우점하였고, 자치어는 망둑어과 2,499 ind./1,000 m³로 출현량의 37.0%, 다음은 반지가 1,730 ind./1,000 m³로 출현량의 25.6%가 출현하여 우점하였다. 생태학적 지수는 다양도지수가 0.354-1.704, 균등도지수는 0.497-0.951, 우점도지수는 0.490-1.000, 풍부

도지수가 0.191-1.253로 나타났으며, 자치어의 월별 유사도는 6월과 8월이 하계그룹으로 가장 유사하게 나타났다.

사 사

이 연구는 국립수산과학원 수산과학연구사업(R2022036)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Cha SS and Shim JH. 1988. Seasonal variation of the pelagic fish egg community in the mid-east coastal waters of the Yellow Sea. *J Korean Soc Oceanography* 23, 184-193.
- Cha SS, Yoo JM, Kim JM and Huh HT. 1987. Key for the identification of the Ichthyoplankton in the mid-east coastal waters of the Yellow Sea. *J Korean Soc Oceanography* 22, 236-245.
- 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 U.K., 144.
- Hjort J. 1926. Fructuations in the year classes of important food fishes. 5-38. <https://doi.org/10.1093/icesjms/1.1.5>.
- Jung RH, Seo IS, Lee WC, Kim HC, Park SR, Kim JB, Oh CW and Choi BM. 2014. Community structure and health assessment of macrobenthic assemblages at spring and summer in Cheonsu Bay, west coast of Korea. *J Korean Soc Oceanography* 19, 272-286.
- Kang GW. 2017. Distribution of Ichthyoplankton in coastal waters of Wonsando, Boryeong Korea. Chonnam University of Korea. 41.
- Kim SA. 1991. Marine Resource Evaluation Woo Sung Publishing Co., 175.
- Kim JK, Ryu JH, Kim S, Lee DW, Choi KH, Oh TY, Hwang KS, Choi JH, Kim JN, Kwun HJ, Ji HS and Oh JN. 2011. An identification guide for fish eggs, larvae and juveniles of Korea. Hangeul Graphics, Busan, Korea. 350.
- Korea Ocean Research and Development Institute. 1994. A study of the marine ecosystem on the effects of coastal zone development. BSPN 00239-737-3, 306.
- Kwon JG. 2013. Distribution of Ichthyoplankton in the coastal water of Boryeong. Korea Chonnam University of Korea. 34.
- Lee JW, Park C, Lee DB and Lee SW. 2012. Variations in plankton assemblage in a semi-closed Chunsu Bay, Korea, *The Sea, J Korean Soc of Oceanography*, 17, 95-111.
- Lee JS, Kim KH, Shim JH, Han JH, Choi YH and Khang BJ. 2012. Massive sedimentation of fine sediment with organic matter and enhanced benthic-pelagic coupling by an artificial dyke in semi-enclosed Cheonsu Bay, Korea. *Mar Pollut Bull* 64, 153-163.
- Lee TW. 1989. Seasonal fluctuation in abundance and species composition of demersal fishes in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea, *J Korean fisheries soc* 22, 1-8.
- McNaughton SJ. 1967. Relation ship among functional properties of califonia grassland, *nature* 216, 114-168.
- Margalef DR. 1958. Information theory in ecology. *gen syst* 36-71.
- Nelson JS. 2006. *Fishes of the world*(3rd ed.). John Wiley & Sons, New York, 550.
- National Institute of Biological Resources. 2011. Fish species of Korea. In: National Institute of Biological Resources, Environment of Ministry, National list of species of Korea (Vertebrates). 3-189.
- Okiyama M(ed.). 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, Tokyo, 1154.
- Park HS, Lim HS and Hong JS. 2000. Spatio- and temporal patterns of benthic environment and macrobenthos community on subtidal soft-bottom in Chonsu Bay, Korea. *J Korean Fish Soc* 33, 262-271.
- 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. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0).
- Saville A and Schnack D. 1981. Some thoughts on the currentstatus of studies of fish egg and larval distribution and abundance. *Rapp P-v Reun. Cons Int Explor Mer* 178, 153-157.
- Shannon CE and Wiener W. 1963. *The mathematical theory of communication*. urbana, University of Illinois Press, 125.
- Smith PE and Richardson SL. 1977. Standard techiques for fish egg and larve surveys. *FAO fisheries technical paper* 175, 100.