

하동연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성과 계절변동

김승한 · 이성훈* · 김진* · 한경호*†

한국수산자원공단 · *전남대학교 수산과학과

(2019년 11월 15일 접수, 2019년 11월 29일 수정, 2019년 12월 3일 채택)

Distribution of Ichthyoplankton in Coastal Waters of Hadong, Korea

Seung-Han Kim · Sung-Hoon Lee* · Jin Kim* · Kyeong-Ho Han*†

Korea Fisheries Resources Agency, Busan, Republic of Korea

*Department of Aqualife Science, Chonnam National University, Yeosu, Republic of Korea

(Received 15, November 2019, Revised 29, November 2019, Accepted 3, December 2019)

Abstract

Species composition and seasonal variation of fish eggs and larvae were investigated from 2017. During the study period, the fish eggs were identified as belonging to 11 taxa. The dominant species of fish eggs were *Leiognathus nuchalis* and *Engraulis japonicus*, *Konosirus punctatus*. These three species accounted for 91.3% of the total number of individuals collected. The collected larval fishes were identified into 15 taxa and 11 families, 3 orders. The dominant species of larval fish were *Leiognathus nuchalis* and *Engraulis japonicus*, *Omobranchus elegans*. These three species accounted for 83.7% of the total number of individuals collected. The diversity index of the larval fishes was the highest in summer ($H' = 1.352$) and the lowest in fall ($H' = 0.656$). The dominance index of the larval fishes was the highest in fall ($D = 0.688$) and the lowest in winter ($D = 0.104$).

Keywords : Ichthyoplakton, larval fish, fish egg, Hadong, Coastal waters, species composition

1. 서론

경상남도 하동연안은 우리나라 남해중부에 위치하여 동쪽으로는 노량해협을 통해 진주만으로 연결되고, 남쪽으로는 광양만과 연결되어 외해로 통하고 있는 곳으로, 주변은 육지로 둘러싸여있다.

일반적으로 만은 육지에서 유입되는 영양

염이 외해로 확산되는 것이 제한되어 영양염의 농도가 높고, 수심이 얕아 영양염의 순환 속도가 빨라 일차생산력을 증가시키기 때문에 만 내에는 어류의 먹이가 되는 플랑크톤이나 미세 저서생물이 풍부하다. 그리고 어린 어류에게 은신처를 제공함에 따라 많은 어종의 산란장 및 성육장으로 이용되고 있다¹⁾
2).

†Corresponding author E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

하동 연안은 섬진강이 만대로 흘러들어와 영양염이 풍부한 담수의 유입이 있으며, 생산성이 높아, 많은 어류들의 중요한 산란장, 성육장, 섭이장으로 이용되었던 곳이다. 그러나 1983년에 시작된 광양제철소 건립을 위한 삼각주매립부터 최근 갈사산업단지 조성 등으로 인하여 하동 연안역의 조류의 흐름이 변하고, 이와 함께 산업폐수와 각종 오염물질의 물리·화학적인 환경 변화로 인하여 해양 생태계가 크게 변하기 시작하였는데, 이러한 변화는 해양환경의 변화를 가속화 시키고, 생물군집 구조의 영향을 받는다³⁾.

남해안 연안에서의 부유성 난 및 자치어 분포에 관한 연구는 통영 앞바다⁴⁾, 순천만⁵⁾, 고흥반도 연안⁶⁾, 진해만 북부 해역⁷⁾ 등이 있다.

이 연구는 하동 연안을 산란장 및 성육장으로 이용하는 어류의 계절적 변동양상을 파악하기 위하여 부유성 난 및 자치어의 종조성 계절적 변동을 분석하고, 이전 연구와 비교하여 그동안에 환경 변화에 따른 변동을 고찰하였다.

2. 재료 및 방법

부유성 난과 자치어 자료는 경상남도 하동 연안에서 2017년 계절별로 만조시 총4회에 걸쳐 4개의 정점에서 채집하였다(Fig. 1).

각 조사 정점의 수온과 염분은 T-S meter (Type MC 5, U.S.A.)와 Salinity meter(YSI #3 3, U.S.A.)를 사용하여 측정하였으며, 각 정점별로 표층 평균 수온과 염분을 구하였다.

부유성 난 과 자치어의 채집은 RN 80 net (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm)를 사용하였고, 정량적 분석을 위해 네트의 입구에 유량계(General oceanics, Inc., U.S.A.)를 부착하였으며, 예망속도는 약 1 Knot로 10분간 수심 1 m에서 수평으로 예망하였다.

채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린에 고정하여 전남대학교 자원생물실험실로 운반하여 난과 자치어를 분리하여 해부현미

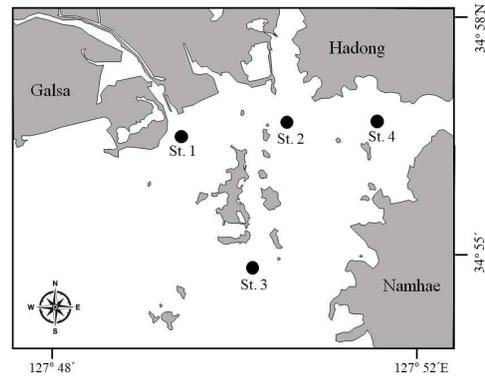


Fig. 1. Map showing the sampling area in coastal waters off Hadong in 2017.

경(Nikon SMZ_10, Japan)을 이용하여 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 채집된 자치어의 분류는 Kim(1981)⁸⁾ 및 Okiyama(2014)⁹⁾에 따랐고, 분류체계 및 학명은 Nelson(2016)¹⁰⁾에 따랐다.

연구기간 중 채집된 생물군집 구조 분석은 primer 5.0 program(Clarke and Warwick, 1994)을 이용하여 종다양성 지수를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수온 및 염분

이 해역에서의 계절별 평균 수온을 조사한 결과, 수온은 봄철에 19.1 °C, 여름철에 25.1 °C로 가장 높았고, 가을철에 14.4 °C, 겨울철에 8.9 °C로 가장 낮았다.

계절별 평균 염분은 봄철에 29.6 psu로 가장 낮았고, 여름철에 30.4 psu, 가을철에 30.2 psu, 겨울철에 31.1 psu로 가장 높았다.

3.2. 부유성 난

연구기간 동안 출현한 부유성 난은 총 10개 분류군으로는 멸치(*Engraulis japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 정어리(*Sardinops melanostictus*), 보리멸(*Sillago sihama*), 주둥치(*Leiognathus nuc*

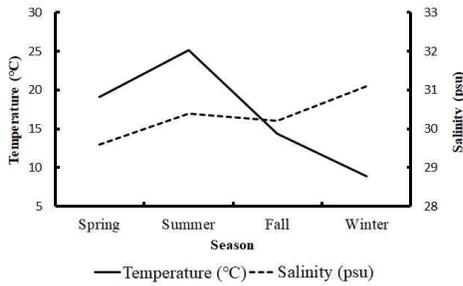


Fig. 2. Seasonal variation of temperature and salinity at sampling area.

halis), 노랑촉수(*Upeneus japonicus*), 돛양태과(*Callionymidae*) 어류의 난, 동갈양태속(*Repomucenus*) 어류의 난, 양태(*Platycephalus indicus*), 및 미분류 난으로 분류되었다.

연구기간 중 총 2,038.4 inds./1,000m³가 출현하였고, 이 중 주둥치 난이 1,017.5 inds./1,000m³가 출현하여 전체 출현량의 49.9%를 차지하여 가장 우점 하는 종으로 나타났으며, 다음 멸치 난이 722.3 inds./1,000m³로 35.4%, 전어 난이 121.5 inds./1,000m³로 2.7%가 출현하여 연구기간 동안 우점 하는 종들로 나타났다(Table 1).

계절별로 보면, 봄철에는 8개 분류군으로 총 1,743.4 inds./1,000m³가 출현하였고, 주둥

치가 925.5 inds./1,000m³로 가장 우점 하였으며, 다음으로 멸치가 602.1 inds./1,000m³, 전어 89.4 inds./1,000m³가 출현하였다. 여름철에는 6개 분류군으로 총 268.4 inds./1,000m³가 출현하였고, 멸치가 103.2 inds./1,000m³로 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치 92.0 inds./1,000m³, 전어가 32.1 inds./1,000m³가 출현하였다. 가을철에는 2개 분류군으로 총 4.7 inds./1,000m³가 출현하였다. 겨울철에는 4개 분류군으로 총 21.9 inds./1,000m³가 출현하였고, 멸치가 17.0 inds./1,000m³로 가장 우점 하였다.

3.3. 자치어

연구기간 동안 출현한 자치어는 총 339.5 inds./1,000m³가 출현하여 3목 11과 15개의 분류군이 었고, 그 중 13개 분류군은 종 수준까지, 1개분류군은 속 수준까지, 1개 분류군은 과 수준까지 동정되었으며, 출현한 자치어는 멸치, 전어, 보리멸, 주둥치, 보구치(*Pennahia argentata*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 청베도라치(*Parablennius yatabei*), 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 두줄베도라치(*Petros cirtes breviceps*), 동갈양태속 어류, 미끈망둑

Table 1. Seasonal variation of abundance of fish eggs in the coastal waters off Hadong from 2017(inds./1,000m³)

Species	Season				Total	R.A.(%)
	Spring	Summer	Fall	Winter		
<i>Engraulis japonicus</i>	602.1	103.2		17.0	722.3	35.4
<i>Konosirus punctatus</i>	89.4	32.1			121.5	6.0
<i>Sardinella zunasi</i>				1.7	1.7	0.1
<i>Sardinops melanostictus</i>	45.0				45	2.2
<i>Sillago sihama</i>	34.0	15.0			49	2.4
<i>Leiognathus nuchalis</i>	925.5	92.0			1,017.5	49.9
<i>Upeneus japonicus</i>	3.3				3.3	0.2
Callionymidae spp.				2.4	2.4	0.1
<i>Repomucenus</i> sp.			3.1		3.1	0.2
<i>Platycephalus indicus</i>	31.0	23.0			54	2.6
Unknown spp.	13.1	3.1	1.6	0.8	18.6	0.9
Total	1,743.4	268.4	4.7	21.9	2,038.4	100.0

R.A.: Relative Abundance.

(*Luciogobius guttatus*), 망둑어과(*Gobiidae*) 어류, 양태, 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)였다. 농어목(*Perciformes*) 어류가 10개 분류군으로 가장 많았고, 다음으로 쏨뱅이목(*Scorpaeniformes*) 어류가 3개 분류군, 청어목(*Clupeiformes*) 어류가 2개 분류군이 출현하였다. 개체수는 농어목 어류가 255.1 inds./1,000m³로 가장 많은 양을 보였다. 다음으로는 청어목 어류가 69 inds./1,000m³, 쏨뱅이목 어류가 15.4 inds./1,000m³이 출현하였다.

계절별 보면, 봄철에는 3목 5과 6개 분류군으로 가장 많은 출현량을 보였고, 184.3 inds./1,000m³가 출현하였으며, 그 중 주둥치가 98.1 inds./1,000m³로 가장 우점 하였다. 여름철에는 2목 7과 7개 분류군으로 가장 많은 출현 분류군을 보였고, 133.1 inds./1,000m³가 출현하였으며, 주둥치가 67.2 inds./1,000m³로 가장 우점 하였다. 가을철에는 2목 2과 2개 분류군으로 가장 적은 출현 분류군을 보였고, 12.5 inds./1,000m³가 출현하였으며, 청베도라치가

9.9 inds./1,000m³로 가장 우점 하였다. 겨울철에는 2목 4과 4개 분류군으로 가장 적은 출현량을 보였고, 9.6 inds./1,000m³가 출현하였으며, 노래미가 3.8 inds./1,000m³로 가장 우점 하였다.

3.4. 군집분석

연구기간 동안 출현한 자치어의 분류군 개수는 조사한 계절 중 여름철에 가장 많았고, 겨울철에 가장 적었다. 개체수는 봄철에 가장 높았고 겨울철에 가장 낮았다. 종 다양도 지수는 0.656~1.352로 여름철에 7개 분류군으로 가장 높았고, 가을철에 2개 분류군으로 가장 낮았다. 우점도는 0.217~0.688 가을철에 가장 높았고, 겨울철에 가장 낮았다(Fig. 3).

3.5. 고찰

이 연구는 하동군 인근연안을 조사하였고, 1990년에 연구된 부유성 난 및 자치어의 분포¹¹⁾와 비교하여 종조성 및 우점종 변화에

Table 2. Seasonal variation of mean abundance of larvae and juveniles in the coastal waters off Hadong from 2017(inds./1,000m³)

Species	Season				Total	R.A.(%)
	Spring	Summer	Fall	Winter		
<i>Engraulis japonicus</i>	23.0	38.3			61.3	18.1
<i>Konosirus punctatus</i>		7.7			7.7	2.3
<i>Leiognathus nuchalis</i>	98.1	67.2			165.3	48.7
<i>Repomucenus</i> sp.		4.5			4.5	1.3
<i>Sillago sihama</i>		7.7			7.7	2.3
<i>Pennahia argentata</i>		4.5			4.5	1.3
<i>Pholis nebulosa</i>				1.1	1.1	0.3
<i>Parablennius yatabei</i>			9.9		9.9	2.9
<i>Petroscirtes breviceps</i>				1.6	1.6	0.6
<i>Omobranchus elegans</i>	54.3	3.2			57.5	16.9
<i>Luciogobius guttatus</i>	0.6				0.6	0.2
Gobiidae sp.	2.1				2.1	0.6
<i>Platycephalus indicus</i>	6.2				6.2	1.8
<i>Hexagrammos agrammus</i>			1.3	3.8	5.1	1.5
<i>Hexagrammos otakii</i>			1.3	2.8	4.1	1.2
Total	184.3	133.1	12.5	9.3	339.2	100

R.A.: Relative Abundance.

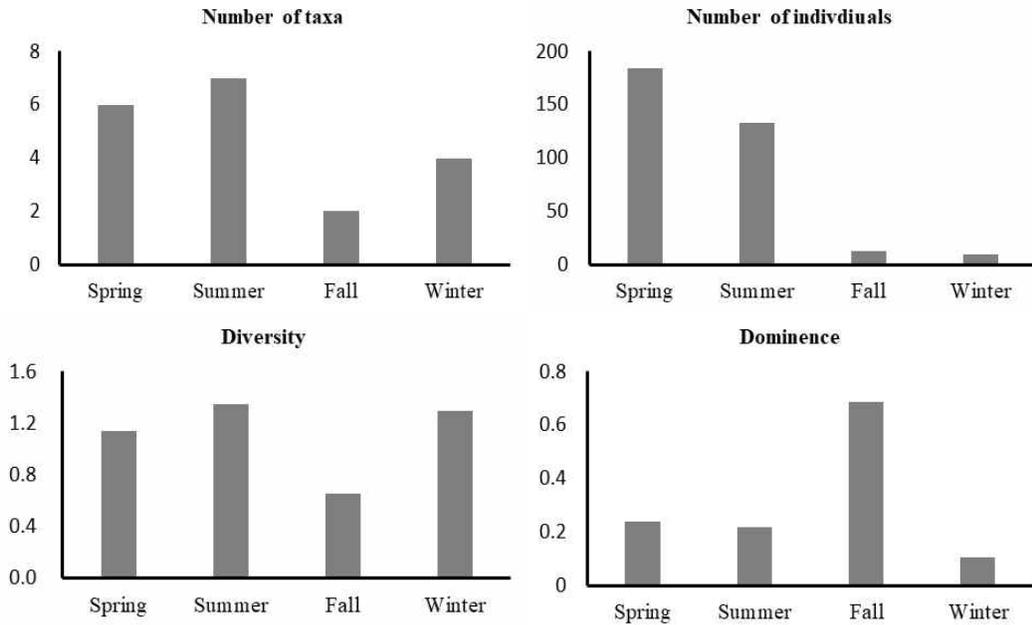


Fig. 3. Seasonal variation in number of taxa and diversity of fish larvae in the coastal waters off Hadong from 2017.

대하여 비교 고찰하였다(Table 3). 두 연구는 27년간의 시간적 차이와 위치적 차이가 있었지만 1983년부터 시작된 광양제철 부지 조성을 위한 매립지역이라는 공통점이 존재하였다. 광양만 일대 해역은 20여 년간 산업용 부지확보를 위해 광양만에서 이루어진 대규모 매립에 의해 광양만 해역이 크게 축소되었다¹⁾ 2). 이에 따라 유동의 변화가 심하게 야기되었으며, 유동 변화에 따른 COD 확산의 수치모형 실험결과 광양만 개발 전에는 대, 소조시의 최강 낙조 시 넓은 해역에 걸쳐서 COD 확산이 이루어졌으나, 대규모 매립 후에는 광양제철소 부지와 배알도가 조류에 크게 영향을 미쳐 확산이 크게 축소되었다¹³⁾.

광양만¹¹⁾은 6개 정점에서 2월부터 12월까지 격월로 연구가 진행되었다. 평균 표층 수온은 5.6~25.6°C로 20.0°C 차이를 보였다. 이 연구는 2017년에 계절별로 총 4회 연구가 진행되었다. 평균 표층 수온은 8.9~25.1°C로 16.2°C 차이를 보였다. 광양만¹¹⁾과 비교 하였을 때, 겨울 평균 표층 수온이 3.3°C 상승하였다.

광양만에서 같은 시기 2월에 출현한 자치어는 쥐노래미가 9 inds./1,000m³, 흰베도라치(*Enedrias fangi*)가 4 inds./1,000m³가 출현 하였다. 이 연구에서는 노래미가 3.8 inds./1,000m³, 쥐노래미가 2.8 inds./1,000m³, 두줄베도라치가 1.9 inds./1,000m³, 베도라치 1.1 inds./1,000m³가 출현한 것을 보아 광양만¹¹⁾에 비하여 자치어의 출현량이 적고 출현 종 수가 많은걸 알 수 있었다. 이는 매립지 건설 등으로 인한 성육·산란 장소가 적어져 출현량이 적어졌다고 생각되며, 출현종 수는 수온이 상승함에 따라 겨울철 출현종 수에 영향을 끼쳤을 거라고 생각된다.

부유성 난은 이 연구에서 멸치, 전어, 밴댕이, 정어리, 양태, 보리멸, 주둥치, 노랑측수, 돛양태과 어류의 난, 동갈양태속 어류의 난 및 미분류 난으로 11개 분류군이 출현하였고, 광양만¹¹⁾에서는 멸치, 주둥치, 전어, 보구치, 참서대속(*Cynoglossus* sp.) 어류의 난, 동갈양태속 어류의 난, 붕넙치과(*Pleuronectidae*) 어류의 난, 넙치(*Paralichthys olicaceus*)로 총 10

Table 3. Comparison of present study to the previous one in coastal waters off Gwangyang

Source	Present study	Cha and Park(1994)
Study period	2017	1990
Study area	Hadong	Gwangyang bay
Study interval	Seasonal	Bimonthly
Mean water temperature	8.9~25.1°C	5.0~ 25.6°C
Number of taxa of fish eggs	11	10
Number of taxa of fish larvae	15	21
Dominant species of fish larvae(%)	<i>Leiognathus nuchalis</i> (48.7) <i>Engraulis japonicus</i> (18.1) <i>Omobranchus elegans</i> (16.9)	<i>Engraulis japonicus</i> (34.5) <i>Gobiidae fish</i> (24.5) <i>Konosirus punctatus</i> (12.8)

개 분류군으로 이번 연구보다 적은 분류군이 출현하였고, 보구치, 참서대속, 붕넙치과, 넙치는 이번 연구에 출현하지 않았으며, 보리멸이 새롭게 출현하였다.

자치어는 이 연구에서 15개 분류군이 출현하였고, 광양만¹¹⁾에서 21개 분류군이 출현하였다. 이 연구에서 새롭게 출현한 종은 청베도라치, 보리멸, 노래미, 보구치, 두줄베도라치, 베도라치, 미끈망둑 총 8종이었고, 광양만¹¹⁾에서 출현하였으나 이 연구에 출현하지 않은 분류군은 보구치, 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 빨갱이(*Ctenotrypauchen microcephalus*), 갈기베도라치(*Scartella cristata*), 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 실고기(*Syngnathus schlegelii*), 미끈망둑속(*Luciogobius* sp.), 어류, 가자미과(*Pleuronectidae*) 어류, *Gymnapogon* sp., 개서대(*Cynoglossus robustus*), 해마(*Hippocampus aterrimus*)로 13개 분류군으로 과거와 비교해서 출현하는 어종이 많이 줄었다고 생각된다.

자치어의 우점종은 이 연구에서 주둥치, 멸치, 앞동갈베도라치 순이었고, 광양만¹¹⁾에서는 멸치, 망둑어과 어류, 전어 순으로 출현하였다. 과거 주둥치는 7.43%로 출현비율보다 낮아졌다. 이 연구에서는 48.7% 매우 높은 출현율을 보였다. 주둥치의 출현 비율이 비약적으로 높아진 것으로 보아 이는 황해 천수만의 어류군집에 대한 연구에서 주둥치는 인위적인 환경변화에 따라 양적 변동이 심한 종으

로 보고¹⁴⁾¹⁵⁾된 것과 일치하며, 최근 심화되고 있는 해양 오염, 부영양화 등 다양한 해양생태 환경변화와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다.

이 연구가 진행된 하동 연안은 내만의 육수와 외해를 연결하고 있는 해역으로써 어족 자원의 성육 및 산란 장소에 매우 중요한 지리적 위치를 가지고 있는 장소이다. 최근 하동연안의 항만 개설 및 발전소 건설 등으로 인하여 잇따른 매립은 경제적으로 가치가 높은 어류의 난 및 자치어의 감소를 야기하고 있다고 생각된다. 하동연안은 인위적 환경변화가 많고, 넓은 만을 가지는 특성 때문에 정착성 어종보다 소수 회유성 어종인 멸치, 주둥치 등의 우점도가 높은 경향을 보였다. 수산자원은 일반적으로 환경에 따라 끊임없이 변하는 특징을 가지는데 이를 고려할 때 수질환경과 수산자원의 회복 및 관리에 지속적인 노력이 필요할 것으로 생각된다.

4. 결론

이 연구는 경상남도 하동연안에서 2017년 계절별로 총 4회에 채집된 어류의 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 양적변동을 연구하였다. 연구기간 동안 4개의 정점에서 출현한 부유성 난은 11개 분류군으로, 우점종은 주둥치, 멸치, 전어였고, 이 3종은 전체 개체수의 91.3%를 차지하였다. 연구기간 중 출현한 자

치어는 총 3목 11과 15개 분류군으로 우점종은 주둥치, 멸치, 앞동갈베도라치였고, 이 3종은 전체 개체수의 83.7%를 차지하였다. 자치어의 다양성 지수는 여름에 가장 높았고($H' = 1.352$), 가을에 가장 낮았다($H' = 0.656$). 우점도는 가을에 가장 높았고($D = 0.688$), 겨울에 가장 낮았다($D = 0.104$).

참고문헌

1. McIntyer, A.D. and Eleftherious, A. 1968. The bottom fauna of a flat fish nursery ground. *J. Mar. bio. Ass. U.K.*, 48, pp. 113-142.
2. Allen, L.G., 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay. *fishery bulletin*, 80(4), pp. 769-790.
3. Chu, H.G. 1997. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl around Daedo Island in Kwangyang Bay. *pukyong National University, Busan, Master Thesis*, pp. 59.
4. Kim, Y.U. and Myeong, J.G., Kang, C.B., Kim, J.G., Park K.D. 1998. Distribution of ichthyoplankton in coastal waters of Tongyeong, Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 10(1), pp. 144-145.
5. Han, K.H. and Oh, S.H., Shin, S.S., Jin, D.S., Kim, D.Y., Baek, S.R. 2001. Seasonal variation and species composition of ichthyoplankton in Suncheon Bay, Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 13(2), pp. 136-142.
6. Han, K.H. and Shin, Y.H., Hwang, D.S. 2002. Seasonal variations in species composition of ichthyoplankton off Kohung Peninsula, Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 14(1), pp. 45-52.
7. Han, K.H. and Yu, T.S., Lee, J., Lee, S.H. 2018. Seasonal variation in species composition of ichthyoplankton in Northern Jinhae Bay, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 51(1), pp. 72-78.
8. Kim, Y.U. 1981. Fish eggs and larvae of the coastal waters in Korea. *Inst. Mar. Sci., Natl. Fish. Univ. Pusan*, pp. 109.
9. Okiyama, M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan, second edition. Tokai Univ. Press, Kanagawa, Japan, pp. 1639.
10. Nelson, J.S. 2016. *Fishes of the world* 5th ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., pp. 707.
11. Cha, S.S. and Pakr, K.J. 1994. Distribution of the ichthyoplankton in Kwangyang Bay. *Korean Journal of Ichthyology*. 6(1), pp. 60-70.
12. Koh, S.J. and Seo, S.H., Lee, S.H., Yu, T.S., Han, K.H. 2019. Species composition of ichthyoplankton in the Coastal water between Yeosu and Namhae, Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 31(3), pp. 159-164.
13. Chung, M. and Lee, I.H. 2014. A numerical experiment on the diffusion changes of COD by the water reduction of the Gwangyang Bay. *J. Kor. Soc. Environ. Tech.*, 15, pp. 309-314.
14. Lee, T.W. 1996. 1. Demersal fish = change in species composition of fish in Chonsu Bay. *Korean J Fish Aquat Sci*, 29(1), pp. 71-83.
15. Lee, T.W. and Moon, H.T., Choi, S.S. 1997. (2) Surf zone fish = change in species composition of fish in Chonsu Bay. *Korean Journal of Ichthyology*, 9(1), pp. 79-90.