

여수와 남해 연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성

고수진 · 서수현¹ · 이성훈² · 유태식² · 한경호^{2,*}

서해수산연구소, ¹함평군청, ²전남대학교 수산과학과

Species Composition of Ichthyoplankton in the Coastal Water between Yeosu and Namhae, Korea by Su-Jin KOH, Su-Hyeon SEO¹, Sung-Hoon LEE², Tae-Sik YU² and Kyeong-Ho HAN^{2,*} (National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Republic of Korea; ¹Hampyeong County Office, Hampyeong 57149, Republic of Korea; ²Department of Fisheries Sciences, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea)

ABSTRACT Species composition and seasonal variation of fish eggs and larvae were investigated from 2017 to 2018. During the study period, the fish eggs were identified as belonging to 6 taxa. The dominant species of fish eggs were *Engraulis japonicus*, *Leiognathus nuchalis*, and *Konosirus punctatus*. These three species accounted for 96% of the total number of individuals collected. The collected larval fishes were identified into 17 taxa, 11 families, and 5 orders. The dominant species of larval fish were *Engraulis japonicus*, *Leiognathus nuchalis*, and *Konosirus punctatus*. These three species accounted for 70% of the total number of individuals collected. The diversity index of the larval fishes was the highest in summer ($H' = 1.78$) and the lowest in winter ($H' = 1.34$). The economically important species in this area were *Engraulis japonicus*, *Konosirus punctatus*, *Sebastes schlegelii*, *Cynoglossus joyneri* and *Stephanolepis cirrhifer*.

Key words: Ichthyoplankton, larval fish, species composition, fish egg, Yeosu

서 론

한반도 연안 천해역은 기초생산력이 높아 먹이생물이 풍부하고 포식자들을 피할 수 있는 은신처가 많기 때문에 많은 어류들의 산란장, 생육장 및 섭이 장소로 이용되고 있다(Cha and Park, 1997).

여수와 남해 사이 연안은 여수반도와 남해도를 경계로 하여 남-북으로 길게 발달한 해협으로 동-서 거리 폭은 약 3~9 km의 범위이고, 남-북 거리는 약 17 km이다(KORDI, 2003). 한국 남해 중앙부에 위치하여 서쪽으로는 여수반도와 접해있고, 동쪽으로는 남해도, 북쪽으로는 광양만, 남쪽은 외해와 연결된다. 계절에 따라 대마난류, 중국대류 연안수, 한국 연안수 등 다양한 수괴의 영향을 받아 여러 종이 번식할 수 있는 환경이다.

여수와 남해 연안의 부유성 난 및 자치어 종조성에 관한 연구는 광양만(Cha and Park, 1994), 대도 주변(Kim, 1996), 순

천만(Han *et al.*, 2001), 금오도 연안(Seo, 2004), 가막만(Kim, 2005), 광양만 입구 해역(Seo, 2013), 남해 연안(Baek, 2014) 및 여수 낭도 주변(Kim, 2015) 등이 연구되었다.

연구해역과 맞닿아 있는 광양만은 1960년대부터 여천공단 부지 조성 매립공사를 시작으로, 광양제철소가 1982년부터 10년 동안 11개의 크고 작은 섬 등에 456만평을 매립하면서, 만 내의 조류 흐름과 퇴적상이 크게 바뀌었다(Kim *et al.*, 1996). 또한, 1986년 개항한 광양항과 연관단지, 여천석유화학단지, 울촌 제1·제2 산업공단, 여수화력, 호남화력, 현대 LNG화력, 하동화력, 삼천포화력 등 산업단지가 집중되어 공장폐수와 생활하수가 다량으로 배출되며(Lee *et al.*, 2001), 최근 광양항 확장공사 및 부대시설공사, 광양 컨테이너 부두, 울촌 3산업단지 및 컨테이너 부두 등의 연안 매립사업과 부대시설공사로 광양만에 유입되는 조석량의 감소, 만 내측의 수위가 하강되어(Choi *et al.*, 1992), 심각한 환경 변화가 진행되는 지역이다.

이 연구는 여수와 남해 사이 연안에서 2년간 부유성 난 및 자치어의 분포 특성 및 종조성을 밝히고 이전 연구와 비교하여 그동안 환경 변화에 따른 변동을 고찰하였다.

*Corresponding author: Kyeong-Ho HAN Tel: 82-61-659-7163, Fax: 82-61-659-7169, E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

재료 및 방법

난자치어 자료는 여수시와 남해군 사이의 7개 정점에서 2017년부터 2018년까지 2년에 걸쳐 계절별로 총 8회 수집하였다(Fig. 1). 각 조사 정점의 수온과 염분은 T-S meter (Type MC 5, U.S.A.)와 Salinity meter (YSI #33, U.S.A.)를 사용하여 측정했다.

부유성 난 및 자치어의 채집은 RN80 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 파도에 따라 약 1~4 knot로 5분간 표

층을 수평으로 예망하였다.

채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린에 고정하여 전남대학교 자원생물실험실로 운반하여 난과 자치어를 분리하여 해부현미경(Nikon SMZ-10, Japan)을 이용하여 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 채집된 자치어의 분류는 Kim (1981) 및 Okiyama (2014)에 따랐고, 분류체계 및 학명은 Nelson (2016)에 따랐다.

Primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994)을 이용하여 종다양성 지수를 계산하였다.

결 과

1. 수질환경

여수와 남해 연안의 표층 평균 수온은(Fig. 2), 봄철에 16.5°C, 여름철에 25°C, 가을철에 17.3°C, 겨울철에 7.8°C였다.

표층 평균 염분은 봄철에 29.3 psu, 여름철에 28.0 psu, 가을철에 28.5 psu, 겨울철에 32.0 psu였다.

2. 어류의 종조성

1) 부유성 난

연구기간 중 출현한 부유성 난은 총 6개 분류군으로, 멸치(*Engraulis japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 정어리(*Sardinops melanostictus*), 양태(*Platycephalus indicus*), 미분류 난(Unknown sp.)으로 분류되었다(Table 1).

출현한 개체수는 총 12,360 inds./1,000 m³였고, 2017년과 2018년에 각각 6,212 inds./1,000 m³와 6,148 inds./1,000 m³씩 출현하였다. 이 중 멸치가 6,922 inds./1,000 m³가 출현하여 56%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치가 2,583 inds./1,000 m³로 21%, 전어가 2,321 inds./1,000 m³로 19%를 차지하여 우점하였다.

2) 자치어

연구기간 중 출현한 자치어는 총 5목 11과 17개 분류군,

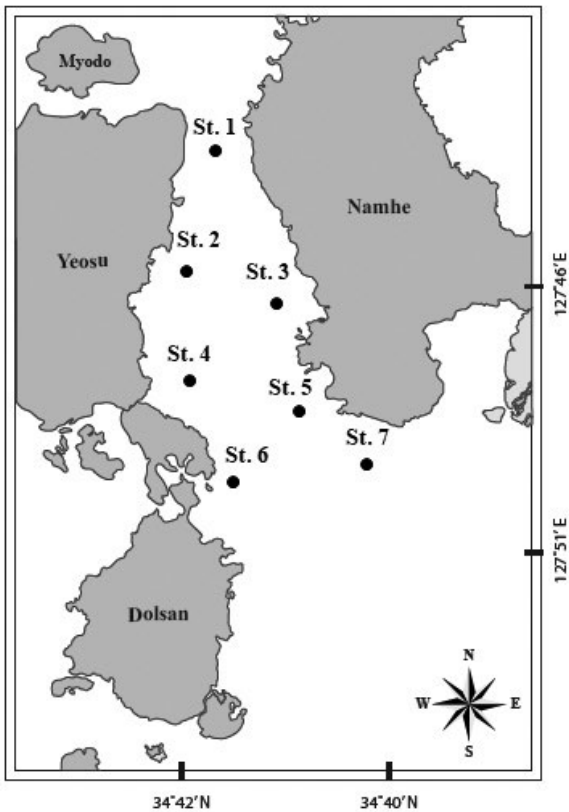


Fig. 1. Map showing the sampling sites in the coastal waters between Yeosu and Namhae.

Table 1. Seasonal variation of abundance of fish eggs in the coastal waters between Yeosu and Namhae from 2017 to 2018

Species	Season	2017				2018				Total
		Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	
<i>Engraulis japonicus</i>		2,138	1,036	349		1,837	1,159	403		6,922
<i>Konosirus punctatus</i>		897	348	38		637	401			2,321
<i>Leiognathus nuchalis</i>		402	639			539	893	110		2,583
<i>Sardinops melanostictus</i>		72	15		59	49	9		30	234
<i>Platycephalus indicus</i>		60	63			10	23			156
Unknown spp		40	29	9	18	4	22	9	13	144
Total		3,609	2,130	396	77	3,077	2,508	522	43	12,360

2,448 inds./1,000 m³가 출현하였고, 이 중 썸뱅이목 (Scorpaeniformes) 어류가 5개 분류군으로 가장 많아 우점하는 목으로 나타났으며, 다음으로 농어목 (Perciformes) 어류가 4개 분류군, 청어목 (Clupeiformes)과 복어목 (Tetraodontiformes) 어류가 3개 분류군, 가자미목 어류가 1개 분류군이 출현하였다 (Table 2).

2017년에는 총 5목 11과 15개 분류군, 1,366 inds./1,000 m³가 출현하였고, 이 중 멸치가 433 inds./1,000 m³로 32%를 차지하여 가장 우점하였다. 다음으로 주둥치가 292 inds./1,000 m³로 21%, 전어가 271 inds./1,000 m³로 20%를 차지하여 우점하는 종으로 나타났다.

2018년에는 총 5목 9과 15개 분류군, 1,082 inds./1,000 m³가 출현하였고, 이 중 멸치가 324 inds./1,000 m³로 30%를 차지

하여 가장 우점하였고, 다음으로 전어가 222 inds./1,000 m³로 21%, 주둥치가 204 inds./1,000 m³로 19%를 차지하여 우점하는 종으로 나타났다.

3. 군집분석

조사기간 동안 출현 자치어의 개체수는 조사한 두 해 모두 수온과 비슷하게 여름에 높았고 겨울에 낮았다. 출현종은 계절에 따라 서로 달랐으나 각 계절 해에 따른 차이는 거의 없었다. 계절별 종 다양도 지수는 1.34~1.78으로 여름에 11개의 분류군으로 종다양성 지수가 가장 높았다. 가을에 채집 개체수는 낮았으나 출현종들이 고르게 잡혀 종다양도지수는 1.66으로 비교적 높았다. 겨울에 멸치와 주둥치 우점율이 높아 종다양도 지수가 1.34로 낮았다 (Fig. 3).

우점도의 경우는 50.70~74.00으로 봄에 가장 높았고, 여름에 가장 낮은 값을 나타내었으며, 가을에 비교적 높게 나타나 종다양도지수 및 개체수와는 반대 경향을 나타내었다.

고 찰

이 연구는 여수와 남해 사이 연안에서 수행하였고, 이 연구보다 북쪽에 위치한 해역에서 1990년에 연구된 부유성 난 및 자치어의 분포 (Cha and Park, 1994)와 비교하여 종조성 및 우점종 변화에 대하여 고찰하였다 (Table 3). 두 연구는 약 20년 정도 차이가 있고, 연구 해역에 있어서 위치적 차이가 있었다. 또한, 광양만 해역은 20여년간 산업용 부지 확보를 위해 광양만에서 이루어진 대규모 매립에 의해 광양만 해역이 크게 축

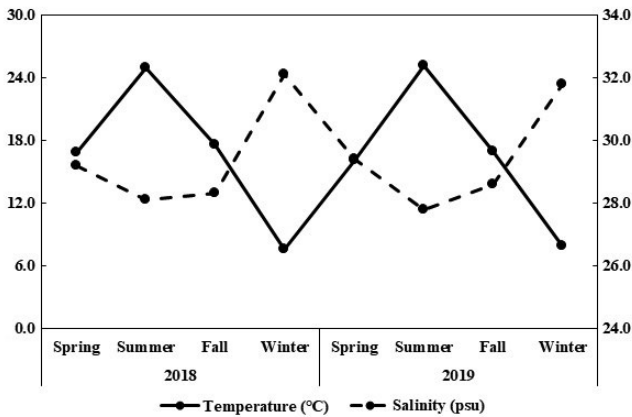


Fig. 2. Seasonal variation of mean water temperature and salinity in the coastal waters between Yeosu and Namhae.

Table 2. Seasonal variation of abundance of fish larvae and juveniles in the coastal waters between Yeosu and and Namhae from 2017 to 2018

Species	Season	2017				2018				Total
		Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	
<i>Engraulis japonicus</i>		242	147	44		190	134			756
<i>Konosirus punctatus</i>		104	167			98	124			493
<i>Sardinops melanostictus</i>		40			38	58			17	153
<i>Platycephalus indicus</i>			9				18			27
<i>Sebastes inermis</i>			14			22	16			52
<i>Sebastes schlegelii</i>								4		4
<i>Hexagrammos agrammus</i>					12				12	24
<i>Hexagrammos otakii</i>					18				15	33
<i>Sillago japonica</i>			20							20
<i>Leiognathus nuchalis</i>		88	160	44			144	60		496
<i>Pholis nebulosa</i>					24			3	17	44
Gobiidae fish		5	10	5		7	12			39
<i>Cynoglossus joyneri</i>			2	7				13		22
<i>Rudarius ercodes</i>							1			1
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>			10	15			13	15		53
<i>Takifugu niphobles</i>			18	9						27
Unknown spp		37	58	17	2	14	48	21	6	203
Total		516	615	141	94	389	510	116	67	2,448

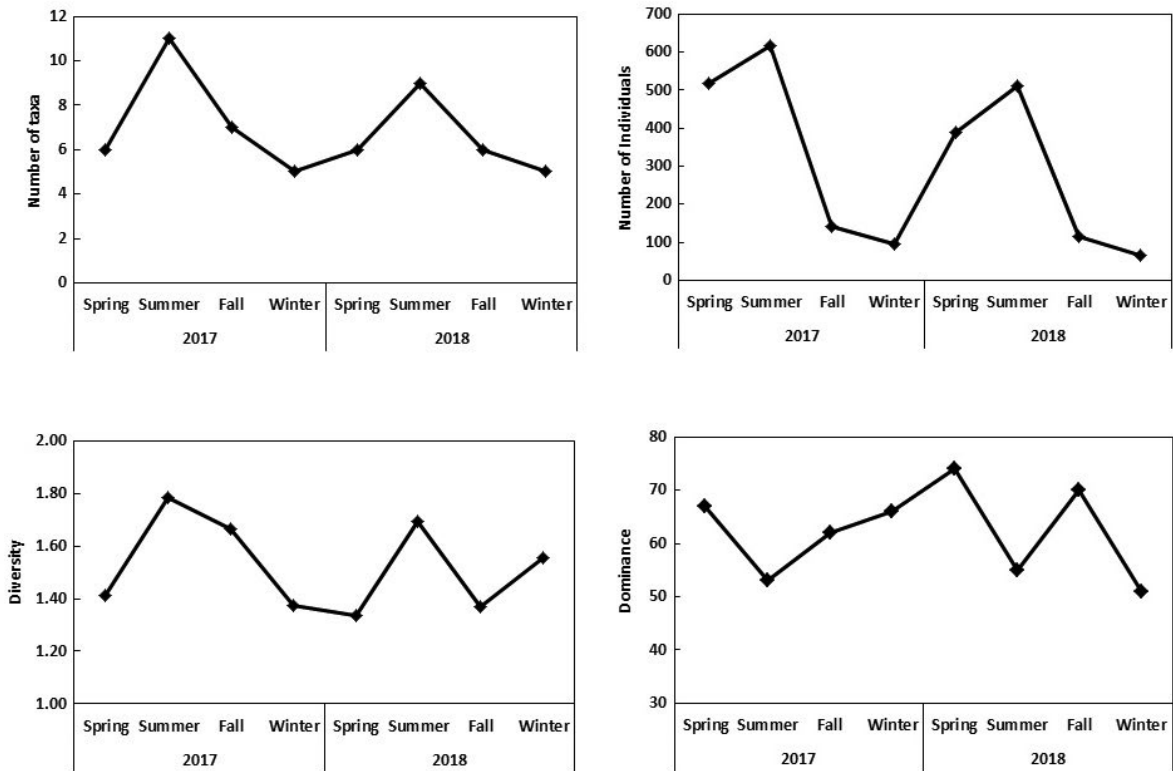


Fig. 3. Seasonal variation in number of taxa and diversity of fish larvae in the coastal waters between Yeosu and Namhae from 2017 to 2018.

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

Source	Present study	Cha and Park (1994)
Study period	2017~2018	1990
Study interval	Seasonal	Bimonthly
Mean water temperature	7.6~25.1°C	5.6~25.6°C
Number of taxa of fish eggs	6	10
Number of taxa of fish larvae	17	21
Dominant species of fish larvae (%)	<i>Engraulis japonicus</i> (31.0) <i>Leiognathus nuchalis</i> (20.3) <i>Konosirus punctatus</i> (20.2)	<i>Engraulis japonicus</i> (34.5) Gobiidae fish (24.5) <i>Konosirus punctatus</i> (12.8)

소되었다. 이에 따라 유동의 변화가 심하게 야기되었으며 유동 변화에 따른 COD 확산의 수치모형 실험결과 광양만 개발 전에는 대, 소조시의 최강 낙조시 넓은 해역에 걸쳐서 COD 확산이 이루어졌으나, 대규모 매립 후에는 광양제철소 부지와 배알도가 조류에 크게 영향을 미쳐 확산이 크게 축소되어 (Chung and Lee, 2014), 과거와 현재 사이에 많은 해양환경 변화가 있었다.

Cha and Park (1994)은 1990년 광양만 내측과 입구 해역 6개 정점에서 2월부터 12월까지 격월로 연구가 진행되었고, 채집 도구는 망구직경 60 cm, 망목 0.33 mm인 표준네트를 사용하였다. 평균 표층 수온 범위는 5.6~25.6°C로 20.0°C 차이를 보였다. 이 연구는 2017년과 2018년에 계절별로 총 8회 연구

가 진행되었고, RN80 net (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm)를 사용하였고, 평균 표층 수온 범위는 7.6~25.1°C로 17.5°C 차이를 보여 과거 연구와 비교하였을 때, 겨울철 평균 표층 수온이 약 2.0°C 상승하였다. Cha and Park (1994)에서 같은 시기(2월)에 수온은 5.6°C였고, 출현한 종은 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*)가 5 inds./1,000 m³, 흰베도라치 (*Endrias fangi*)가 7 inds./1,000 m³였다. 하지만 이 연구에서 평균 수온은 약 7.8°C였고, 정어리가 153 inds./1,000 m³, 노래미 (*Hexagrammos agrammus*)가 24 inds./1,000 m³, 쥐노래미가 33 inds./1,000 m³, 베도라치 (*Pholis nebulosa*)가 44 inds./1,000 m³ 출현한 것으로 보아 과거에 비하여 많은 자치어 출현량을 보였고, 이는 상승한 수온이 출현한 종에 영향을 끼쳤을 것이

라 판단된다.

부유성 난은 이 연구에서 멸치, 전어, 주둥치, 정어리, 양태 및 미분류 난으로 6개 분류군이 출현하였으나, Cha and Park (1994)에서 멸치, 주둥치, 전어, 보구치(*Argyrosomus argentatus*), 참서대속(*Cynoglossus* sp.), 동갈양태속(*Repomucenus* sp.), 붕넙치과(*Pleuronectidae*), 양태, 전갱이(*Trachurus japonicus*), 넙치(*Paralichthys olivaceus*)로 총 10개 분류군으로 이번 연구보다 많은 분류군이 출현하였고, 보구치, 참서대속, 동갈양태속, 붕넙치과, 전갱이, 넙치는 이번 연구에 출현하지 않았으며, 정어리가 새롭게 출현하였다.

자치어는 이 연구에서 17개 분류군이 출현하였고, Cha and Park (1994)에서 21개 분류군이 출현하였다. 이 연구에서 새롭게 출현한 종은 정어리, 볼락, 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 노래미, 베도라치, 쥐치, 복섬(*Takifugu niphobles*)으로 총 7종이었고, 과거에 출현하였으나 이 연구에 출현하지 않은 종은 보구치, 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*), 동갈양태속, 빨갱이(*Ctenotrypauchen microcephalus*), 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 갈기베도라치(*Scartella cristata*), 실고기(*Syngnathus schlegeli*), 미끈망둑속(*Luciogobius* sp.), 가자미과(*Pleuronectidae*), 흰베도라치, *Gymnapogon* sp., 개서대(*Cynoglossus robustus*), 해마(*Hippocampus aterrimus*)로 13개 분류군으로 과거와 비교해서 출현하는 어종이 많이 줄었다고 판단되었다.

우점종은 이 연구에서 멸치, 주둥치, 전어 순이었고, Cha and Park (1994)에서는 멸치, 망둑어과(*Gobiidae*) 어류, 전어로 나타났다. 과거 주둥치는 7.43%로 우점하였으나, 이 연구에서 21%로 약 13.57% 상승하여 약 20년 사이에 주둥치의 개체수가 급증한 것으로 생각되어진다. Huh and Kwak (1997)에 따르면 주둥치의 주요 먹이생물은 요각류(Copepoda)와 계의 유생(Crab larvae)이었는데, 1960년대부터 지속된 공업단지과 매립 등의 인위적인 환경압으로 인한 유기오염에 따라 대량 번성한 플랑크톤의 연쇄작용에 의해 주둥치의 먹이가 풍부해졌고, 개체수가 증가하였을 것이라 판단된다.

망둑어과 어류는 Cha and Park (1994)에서 24.5%를 차지하여 아우점하는 종으로 나타났으나, 이 연구에서 1.57%가 출현하였다. 이는 두 가지 이유로 생각되어지는데, 첫 번째는 조사 정점의 차이로, Cha and Park (1994)에서는 조사 정점이 모도를 중심으로한 광양만 내측이었고, 이 연구에서는 외해의 영향을 받는 외측으로 기수역에 서식하는 망둑어과가 이 연구에서 우점하지 않았다는 것이다. 두 번째는 대규모 매립으로 인한 망둑어과 서식지 파괴인데, 망둑어과 자치어가 Kim (2005)에서 2.8%, Kim (2015)에서 0.3%가 출현한 것으로 보아 생태계 파괴가 망둑어과 개체수에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

이 연구가 진행된 여수와 남해 연안 사이는 내만과 외해를

연결하고, 어족의 다양성이 풍부한 지역으로 생각된다. 무분별한 발전과 매립에 의하여 해양생태계에 많은 영향을 끼쳤음에도 불구하고 여전히 해양생물의 산란지, 성육지 및 서식지 역할을 하고 있으며, 경제성이 높은 어종들이 서식하고 있다고 판단된다. 과거와 비교하였을 때 출현 종수와 개체수 모두 줄었지만, 해양생태계 보존과 꾸준한 연구를 통한 어류의 자원 보존이 필요하다고 생각된다.

요 약

이 연구는 여수시와 남해군 연안에서 2017년부터 2018년까지 2년에 걸쳐 계절별로 총 8회 수집하였다. 연구기간 동안 7개의 조사지점에서 출현한 부유성 난은 총 6개 분류군으로, 우점종은 멸치, 주둥치, 전어였고, 이 3종은 총 개체수의 96%를 차지하였다. 연구기간 중 출현한 자치어는 총 5목 11과 17개 분류군으로 우점종은 멸치, 주둥치, 전어로 부유성 난과 같았으며, 이 3종은 총 개체수의 70%로 높은 비율이었다. 자치어의 다양성 지수는 여름에 가장 높았고($H' = 1.78$) 겨울에 가장 낮았다($H' = 1.34$).

사 사

이 논문은 2019년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2019040)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Baek, J.I. 2014. Distribution of ichthyoplankton in coastal waters of Namhae. Master Thesis, Chonnam Nat. Univ., Yeosu, Korea, 35pp. (in Korean)

Cha, S.S. and K.J. Park. 1994. Distribution of the ichthyoplankton in Kwangyang bay. Korean J. Ichthyol., 6: 60-70. (in Korean)

Cha, S.S. and K.J. Park. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang bay, Korea. Korean J. Ichthyol., 9: 235-243. (in Korean)

Choi, S.Y., W.C. Cho and W.H. Lee. 1992. The flow variation due to pier construction at Kwangyang bay. J. Korean Soc. Civ. Eng., 12: 115-125. (in Korean)

Chung, M. and I.H. Lee. 2014. A numerical experiments on the diffusion changes of COD by the waters reduction of the Kwangyang bay. J. Kor. Soc. Environ. Tech., 15: 309-314. (in Korean)

Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation,

- Natural Environment Research Council. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, U.K., 144pp.
- Han, K.H., D.Y. Kim, D.S. Jin, S.S. Shin, S.R. Baik and S.H. Oh. 2001. Seasonal variation and species composition of ichthyoplankton in Suncheon bay, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 13: 136-142. (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997. Feeding habits of *Leiognathus nuchalis* in eelgrass (*Zostera marina*) Bed in Kwangyang bay. *Korean J. Ichthyol.*, 9: 221-227. (in Korean)
- Kim, J.Y. 1996. Distribution of the ichthyoplankton off Daedo in Kwangyang bay during summer. Master Thesis, Chonnam Nat. Univ., Yeosu, Korea, 37pp. (in Korean)
- Kim, K.S. 2005. Distribution of ichthyoplankton in the Kamak Bay of Yeosu, Korea. Master Thesis, Yeosu Nat. Univ., Yeosu, Korea, 44pp. (in Korean)
- Kim, S.J., D.C. Kim, H.I. Yi and I.C. Shin. 1996. Changes in sedimentary process and distribution of benthic foraminifera in eastern part of Kwangyang bay, South sea of Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 1: 32-45. (in Korean)
- Kim, S.Y. 2015. Distribution of ichthyoplankton in coastal waters of Nang-island, Yeosu. Master Thesis, Chonnam Nat. Univ., Yeosu, Korea, 40pp. (in Korean)
- Kim, Y.U. 1981. Fish eggs and larvae of the coastal waters in Korea. *Inst. Mar. Sci., Natl. Fish. Univ. Pusan*, 109pp.
- KORDI. 2003. A study on the management model for environmental pollution of special management area in Namhae: (I) Kwangyang Bay study. Korea Ocean Research and Development Institute, 822pp.
- Lee, Y.S., J.S. Lee, R.H. Jung, S.S. Kim, W.J. Go, K.Y. Kim and J.S. Park. 2001. Limiting nutrient on phytoplankton growth in Kwangyang bay. *J. Korean Soc. Oceanogr.*, 6: 201-210. (in Korean)
- Nelson, J.S. 2016. *Fishes of the world* 5thed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 707pp.
- Okiyama, M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan, second edition. Tokai Univ. Press, Kanagawa, Japan, 1639pp.
- Seo, K.Y. 2004. Distribution of ichthyoplankton in coastal waters of Geumodo in Yeosu, Korea. Master Thesis, Yeosu Nat. Univ., Yeosu, Korea, 34pp. (in Korean)
- Seo, S.H. 2013. Distribution of ichthyoplankton in the mouth parts of Kwangyang bay. Master Thesis, Chonnam Nat. Univ., Yeosu, Korea, 32pp. (in Korean)