

# 진해만 북부 해역에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 양적변동

한경호 · 유태식 · 이진 · 이성훈\*

전남대학교 해양기술학부

## Seasonal Variation in Species Composition of Ichthyoplankton in Northern Jinhae Bay, Korea

Kyeong-Ho Han, Tae-Sik Yu, Jin Lee and Sung-Hoon Lee\*

Marine Technology Undergraduate, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

Fish eggs and larvae were collected in July and November of 2013 and January and May of 2014 to determine seasonal variation in the species composition of ichthyoplankton. Samples were classified based on morphological characteristics. Fish eggs were identified as belonging to five taxa; the most dominant species of fish eggs was *Engraulis japonicus* (62.05%) followed by *Sardinops melanostictus* (21.02%) and *Leiognathus nuchalis* (13.71%). These three species accounted for 96.8% of the total number of fish eggs collected. Larvae of 17 species in six families, and six orders were collected. The most dominant species of fish larvae was *E. japonicus* (51.79%), followed by *L. nuchalis* (12.59%) and *Omobranchus elegans* (12.08%). These three species accounted for 76.46% of the total number of larvae collected. Jinhae Bay was identified as a major spawning and nursery ground for fish species inhabiting in the south coast of Korea, such as *E. japonicus*, *L. nuchalis*, *S. melanostictus*, and *Omobranchus elegans*. Therefore, management of marine fish resources in the South Sea should necessarily include the ecological management of Jinhae Bay.

Key words: Ichthyoplankton, Jinhae bay, Species composition, Seasonal variation, Larvae

### 서론

진해만은 한국 남해 동부해역의 거제시, 통영시, 고성군, 창원시에 의해 둘러싸인 반폐쇄만으로 해수유동이 약하고 생산성이 높아 오래 전부터 연안어업과 양식어업이 발달하여 왔다. 진해만과 같은 연안 해역은 외해와 달리 수심이 얕고 육상으로부터 공급되는 유기물이 많아 기초 생산력이 높다. 또한 먹이 생물이 풍부하고 포식자를 피할 수 있는 은신처가 많기 때문에 많은 어종들의 산란장 및 생육장으로써 중요한 역할을 한다. 특히, 대구(*Gadus macrocephalus*), 꼼치(*Liparis tanakae*) 등의 어종이 대표적으로 진해만을 산란장으로 이용하는 것으로 알려져 있다 (Chyung, 1977; Zhang, 1984).

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 되는데, 일반적으로 연급군의 강도는 초기 성장 단계의 기아나 포식 정도에 의해서 결정된다(Kim, 1991). 그래서 성장초기에는 사망률이 무척 높고 환경의 영향을 많이 받기 때문에, 성어로 가입

되는 양은 해황 및 환경변화에 따라 매년 변화한다(Saville and Schnack, 1981). 따라서 초기 감소율이 높은 난기와 자치어의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입량 변동을 예측하기 위한 기초자료로 매우 중요하다(Han and Kim, 2007).

우리나라에서 1970년대 이후 부유성 난 및 자치어 분포에 관한 연구는 한국 근해 (Lim et al., 1970), 광양만(Cha and Park, 1994), 제주도 함덕(Go et al., 1991), 월성 주변(Cha et al., 1991), 여자만(Yoo et al., 1993), 남해 창선해협(Kim, 1983), 한국 동해남부 해역(Kim and Kang, 1995), 완도 보길도(Han, 1999) 및 여수 가막만 연안(Han, 1999) 등의 주로 만이나 부분적인 연안과 해역을 중심으로 이루어지고 있다.

진해만에서 진행된 부유성 난 및 자치어 분포에 관한 연구는 진해만(Yoo et al., 1992), 남서부(Huh et al., 2011), 동부해역(Kim, 2016)에 관한 연구가 있으나, 북부 해역에 관한 연구는 없는 실정이다.

진해만 북부 해역은 좁은 내만에 위치해 있고, 마산 수출자유

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0072>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 51(1) 72-78, February 2018

Received 21 November 2017; Revised 6 December 2017; Accepted 17 January 2018

\*Corresponding author: Tel: +82. 61. 659. 7163 Fax: +82. 61. 659. 7163

E-mail address: wahun@jnu.ac.kr

지역 형성으로 인한 잦은 선박의 출입, 주변 공단에서 배출되는 오폐수 및 양식업 등으로 인해 적조 발생이 빈번하며, 해양환경 오염이 심화되고 있는 해역이다. 진해만이 경제학적으로나 생태학적 측면에서 어류의 산란장 및 성육장으로써 중요한 가치를 지니고 있다고 판단되어 진행된 연구로, 진해만 북부에 출현하는 부유성 난 및 자치어의 분포 특성 및 종조성을 밝히며, 이들 종의 계절 변화에 대하여 분석하여 자원관리와 생태계 보전 프로그램에 이용하는 것이 그 목적이다.

**재료 및 방법**

이 조사는 진해만 북부에 출현하는 부유성 난 및 자치어의 종조성을 파악하기 위하여 9개 정점에서 2013년 7월부터 2014년 5월까지 계절별로 총 4회에 걸쳐 조사하였다(Fig. 1). 각 정점의 환경 특성을 파악하기 위하여 수온, 염분을 각각 T-S meter (Type MC 5, USA), Salinity meter (YSI #33, USA)를 사용하여 측정하였다. 부유성 난 및 자치어의 채집은 링네트(망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.340 mm)를 사용하였고, 정량적 분석을 위하여 네트의 입구에 유량계(General oceanics. Inc., USA)를 부착하였으며, 예망속도는 약 3 Knot로 10분간 표층을 수평으로 예망하였다.

채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson (1977)

에 따랐고, 채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정 후 실험실에서 난과 자치어만을 분리하였으며, 해부현미경(Nikon SMZ-10, Japan)을 이용하여 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 채집된 자치어의 분류는 Kim (1981) 및 Okiyama (2014)에 따랐으며, 분류 체계 및 학명은 Nelson (2007) 및 Kim and Ryu (2017)에 따랐다.

조사기간 중 채집된 생물군집 구조 분석을 위해 종 다양도(Diversity), 우점도(Dominance), 균등도(Evenness) 및 풍부도(Richness) 지수를 구하였다. 생물 군집의 연도별 유사성을 파악하기 위하여 Primer 5.0 program (Clarke and Warwick, 1994)을 이용하여 조사기간 중 총 출현한 개체수를 토대로 군집간의 유사도(Similarity)를 산출하였다.

**결 과**

**수질환경**

진해만 북부 연안의 표층 평균 수온 분포를 조사한 결과 여름철인 7월에 27.8℃로 가장 높았으며, 겨울철인 1월에 8.7℃로 가장 낮게 나타났다. 계절별 표층 평균 염분은 1월에 35.1 psu로 가장 높았으며, 7월에 30.9 psu로 가장 낮게 나타났다(Fig. 2).

**어류의 종조성**

**부유성 난**

본 조사 해역에 출현한 부유성 난은 총 5개의 분류군으로, 멸치(*Engraulis japonicus*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 돛양태과(Callionymidae spp.), 정어리(*Sardinops melanostictus*) 및 미분류(Unknown sp.) 난으로 분류되었다.

부유성 난은 총 2,276.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>이 출현하였고, 그 중 멸치가 412.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 전체 출현량의 62.05%를 차지하여 가장 우점하는 종으로 나타났으며, 다음으로 정어리가 478.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 21.02%, 주둥치가 312.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 13.71%, 미분류 난이 69.9 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 나타났으며, 그 외



Fig. 1. Map showing the sampling site in northern Jinhae bay.

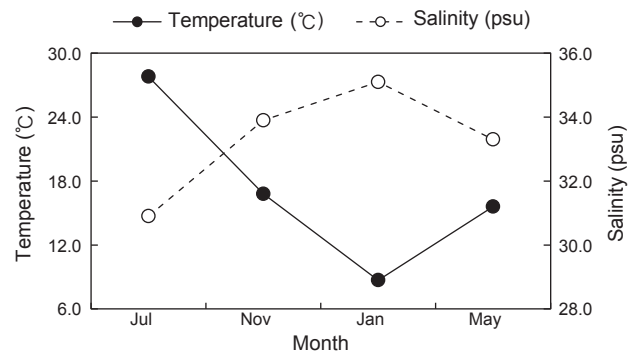


Fig. 2. Seasonal variation of mean water temperature and salinity northern Jinhae bay from July 2013 to May 2014.

의 난이 0.14%의 출현률을 보였다.

조사기간 중 출현하였던 계절별 분류군을 Table 1에, 정점별 분류군을 Table 2에 나타내었다. 2013년 7월에는 3개의 분류군 1,627.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 가장 많은 종수와 출현량을 보였고, 이 중 멸치가 1,275.1 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 출현량의 78.37%를 차지하여 가장 우점하는 종으로 나타났다. 주둥치가 312.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 19.19%를 차지하였고, 미분류 난이 39.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 2.44%를 차지하였다. 정점별로는 St. 5에서 2개 분류군이 출현하였고, 850.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 52.29%가 출현하여 가장 많은 출현량을 보였으며, St. 3에서 234.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 14.39%가 나타났다.

2013년 11월에는 2개의 분류군 21.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 그 중 미분류 난이 18.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 출현량의 85.12%를 차지하여 가장 우점하였으며, 돛양태과 어류가 14.88 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 14.88%를 차지하였다. 정점별로는 St. 3에서 1개 분류군이 출현하였고, 13.1 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 60.93%를 차지하였으며, St. 1에서 3.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 15.81%가 나타났다.

2014년 1월에는 1개의 분류군으로 미분류 난이 2.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하였다. 정점별로는 St. 6에서 1.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 52.17%를 차지하였고, St. 5에서 0.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 30.43%가 나타났다.

2014년 5월에는 3개의 분류군 625.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 그 중 정어리가 478.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 76.49%를 차지하였다. 멸치가 137.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 21.98%를 차지하였고, 미분류 난이 9.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 1.53%를 차지하였다. 정점별로는 St. 3에서 3개의 분류군이 모두 출현하였고, 150.9 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 24.12%를 차지하였으며, St. 4에서 107.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 17.15%가 나타났다.

정점별로는 St. 5에서 942.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 가장 많은 출현량을 보였고, 다음으로, St. 3에서 398.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>, St. 4에서 255.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하였다. 마산항과 가깝고 선박의 출입이 잦은 St. 7, St. 8, St. 9에서는 100.0 inds./1,000 m<sup>3</sup> 미만의 출현량을 보였다.

#### 자치어

본 조사해역에 출현한 자치어는 총 6목 13과 17개의 분류군이 출현하였고, 그 중 16개의 분류군은 종 수준까지, 1개의 분류군은 속 수준까지 동정되었으며, 출현한 자치어는 멸치, 정어리, 전어(*Konosirus punctatus*), 실고기(*Syngnathus schlegelii*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 주둥치, 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 감성돔(*Acanthopagrus schlegelii*), 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 청베도라치(*Parablennius yatabei*), 양태(*Platycephalus indicus*), 갈기베도라치(*Scartella cristata*), 미끈망둑(*Luciogobius*

Table 1. Seasonal variation of mean abundance of fish eggs in northern Jinhae bay from 2013 to 2014

(unit: inds./1,000 m<sup>3</sup>)

Species	Month	2013		2014		Total	R.A (%)
		Jul	Nov	Jan	May		
<i>Engraulis japonicus</i>		1,275.1	-	-	137.5	1,412.6	62.05
<i>Leiognathus nuchalis</i>		312.2	-	-	-	312.2	13.71
Callionymidae spp.		-	3.2	-	-	3.2	0.14
<i>Sardinops melanostictus</i>		-	-	-	478.6	478.6	21.02
Unknown sp.		39.7	18.3	2.3	9.6	69.9	3.07
Total		1,627.0	21.5	2.3	625.7	2,276.5	100.00

R.A, Relative Abundance.

Table 2. Abundance of dominant fish eggs species in each station in northern Jinhae bay from 2013 to 2014

(unit: inds./1,000m<sup>3</sup>)

Species	Station	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	Total
		<i>Engraulis japonicus</i>	35.9	37.8	183.6	176.5	868.7	57.0	38.9	13.1	1.1
<i>Leiognathus nuchalis</i>	93.4	114.5	71.5	-	-	11.5	21.3	-	-	312.2	
Callionymidae spp.	-	-	-	1.9	1.3	-	-	-	-	3.2	
<i>Sardinops melanostictus</i>	1.0	31.2	124.8	64.9	59.2	37.1	22.0	51.1	87.3	478.6	
Unknown spp.	6.7	6.3	18.3	11.7	13.1	12.5	1.3	-	-	69.9	
Total		137.0	189.8	398.2	255.0	942.3	118.1	83.5	64.2	88.4	2,276.5

R.A, Relative Abundance.

*guttatus*), 망둑어과(Gobiidae) 어류, 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 그물코쥐치(*Rudarius ercodes*)였다.

농어목(Perciformes) 어류가 7종으로 가장 많았고, 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 4개의 분류군, 청어목(Clupeiformes) 어류가 3개 분류군이 출현하였으며, 큰가시고기목(Gasterosteiformes) 어류와 가자미목(Pleuronectiformes)

어류, 복어목(Tetraodontiformes) 어류가 각각 1개 분류군이 출현하였다. 개체수는 청어목 어류가 189.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 가장 많은 양을 보였다. 멸치가 전체 자치어의 51.79%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 주둥치가 12.59%, 앞동갈베도라치가 12.08%로 이들 3종이 76.46%를 차지하였다.

2013년 7월에는 6목 9과 10개 분류군, 258.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>

Table 3. Monthly variation of mean abundance of larvae and juveniles in northern Jinhae bay from 2013 to 2014

(unit: inds./1,000 m<sup>3</sup>)

Species	2013		2014		Total	R.A(%)
	Jul	Nov	Jan	May		
<i>Engraulis japonicus</i>	137.6	1.2	-	35.2	174.0	51.79
<i>Sardinops melanostictus</i>	-	-	-	4.3	4.3	1.28
<i>Konosirus punctatus</i>	11.1	-	-	-	11.1	3.30
<i>Syngnathus schlegelii</i>	3.5	-	-	-	3.5	1.04
<i>Hexagrammos agrammus</i>	-	-	4.6	-	4.6	1.37
<i>Hexagrammos otakii</i>	-	-	3.1	-	3.1	0.92
<i>Leiognathus nuchalis</i>	39.7	-	-	2.6	42.3	12.59
<i>Sebastes schlegelii</i>	-	1.0	-	-	1.0	0.30
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	-	-	-	2.1	2.1	0.63
<i>Omobranchus elegans</i>	36.8	-	-	3.8	40.6	12.08
<i>Parablennius yatabei</i>	-	7.8	-	-	7.8	2.32
<i>Platycephalus indicus</i>	1.8	-	-	-	1.8	0.54
<i>Scartella cristata</i>	15.7	-	-	2.6	18.3	5.45
<i>Luciogobius guttatus</i>	-	-	-	1.2	1.2	0.36
Gobiidae	4.5	1.3	1.5	4.9	12.2	3.63
<i>Cynoglossus joyneri</i>	0.7	-	-	-	0.7	0.21
<i>Rudarius ercodes</i>	7.4	-	-	-	7.4	2.20
Total	258.8	11.3	9.2	56.7	336.0	100.00
Number of species	10	4	3	8	17	

R.A, Relative Abundance.

Table 4. Comparison with dominant species among previous studies collected in Jinhae bay

Source	Present study	Yoo et al. (1992)	Yoo et al. (1992)	Huh et al. (2011)	Kim (2016)
Study period	2013-2014	1987-1988	1990-1991	2009	2010-2011
Study area	Northern Jinhae bay	Jinhae bay	Jinhae bay	Southernwest Jinhae bay	Eastern Jinhae bay
Study interval	Seasonal	Bi-monthly	Seasonal	Monthly	Monthly
Fishing gear	Ring Net	Ring Net	Ring Net	Ring Net	Ring Net
Dominant species (%)	<i>Engraulis japonicus</i> (51.8)	<i>Engraulis japonicus</i> (31.5)	<i>Konosirus punctatus</i> (19.3)	<i>Clupea pallasii</i> (40.1)	<i>Clupea pallasii</i> (28.3)
	<i>Leiognathus nuchalis</i> (12.6)	<i>Hexagrammos otakii</i> (17.1)	<i>Engraulis japonicas</i> (17.6)	<i>Hexagrammos otakii</i> (18.5)	<i>Hexagrammos otakii</i> (20.1)
	<i>Omobranchus elegans</i> (12.1)	<i>Leiognathus nuchalis</i> (15.8)	<i>Pholis fangi</i> (16.0)	<i>Konosirus punctatus</i> (12.0)	<i>Pholis fangi</i> (11.7)
	<i>Scartella cristata</i> (5.5)	<i>Omobranchus elegans</i> (9.0)	<i>Omobranchus elegans</i> (15.9)	<i>Engraulis japonicus</i> (8.9)	<i>Engraulis japonicus</i> (7.7)

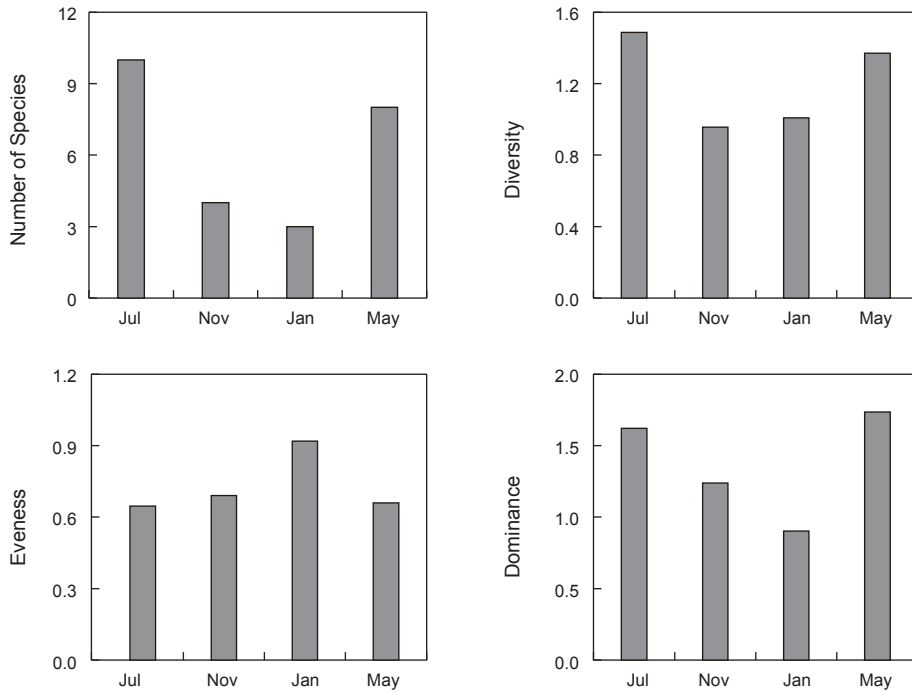


Fig. 3. Seasonal variation in number of species, diversity, evenness and dominance index of larvae in northern Jinhae bay from 2013 to 2014.

가 출현하여 전체 출현량의 77.02%를 차지하여 가장 많은 양이 출현하였고, 그 중 멸치가 137.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 53.17%를 차지하여 우점하였으며, 다음으로 주둥치가 39.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 15.34%, 앞동갈베도라치가 36.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 14.22%의 출현량을 보였다.

2013년 11월에는 3목 4과 4개의 분류군, 11.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 전체 출현량의 3.36%가 출현하였고, 7월에 비하여 개체수가 감소하였다. 그 중 청베도라치가 7.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 69.03%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 망둑어과 어류가 1.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 11.50%가 출현하였으며, 멸치가 1.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 10.62%의 출현량을 보였다.

2014년 1월에는 2목 2과 3개의 분류군, 9.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 전체 출현량의 2.74%가 출현하여 가장 적은 출현 종수와 개체수를 보였다. 그 중 노래미가 4.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 50.00%가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 쥐노래미가 3.1 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 33.70%가 출현하였으며, 망둑어과 어류가 1.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 16.30%의 출현량을 보였다.

2014년 5월에는 2목 6과 8개 분류군, 56.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 전체 출현량의 16.88%가 출현하였다. 그 중 멸치가 35.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 62.08%를 차지하여 가장 우점하였고, 망둑어과 어류가 5.9 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 8.64%가 출현하였으며, 정어리가 4.3 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 7.58%의 출현량을 보였다.

자치어의 출현량은 수온이 낮은 1월에 9.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 연중 출현량의 2.74%로 가장 낮았고, 수온이 상

승하기 시작하는 5월에는 56.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 16.88%를 차지하여 출현량이 증가하였으며, 수온이 높았던 7월에는 258.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 77.02%가 출현하여 봄철인 5월에 비하여 출현량이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있었다. 월별 출현 양상은 7월에 가장 많은 10종의 출현 종수를 보였고, 다음으로 5월에 8종, 수온이 낮은 11월과 1월에 각각 4종과 3종의 출현 종수를 나타냈다(Table 3).

군집분석

조사기간 중 출현했던 자치어의 군집구조를 나타내는 생물학적 특성의 출현 종수, 다양도, 균등도, 우점도 지수를 나타내었다. 출현 종수는 2014년 1월에 3종으로 가장 적게 나타났고, 2013년 7월에 10종으로 가장 많이 나타났다. 다양도 지수는 2013년 11월에 0.957로 가장 낮은 값을, 2013년 7월에 1.487로 가장 높은 값을 나타냈다. 균등도 지수는 2013년 7월에 0.646으로 가장 낮은 값을, 2014년 1월에 0.918로 가장 높은 값을 나타냈다. 우점도 지수는 2014년 1월에 0.901로 가장 낮은 값을, 2014년 5월에 1.734로 가장 높은 값을 나타냈다(Fig. 3).

유사도 분석

출현 종수에 근거한 월별 유사도를 보면 5월과 7월에 멸치, 주둥치, 앞동갈베도라치 등이 유사 어종으로 나타나 45.44%에 가까운 중간 유사성을 띄었고, 1월과 11월에 망둑어과 어류 등이 유사 어종으로 나타나 20.44%의 낮은 유사성을 띄었다(Fig. 4).



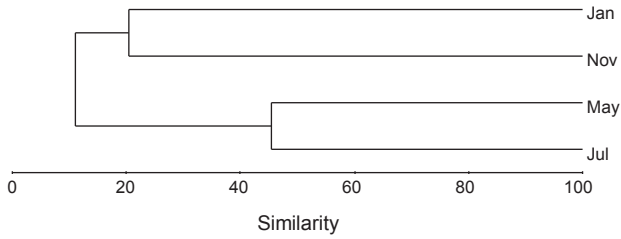


Fig. 4. Dendrogram based on the community similarity of each month by number of larvae in northern Jinhae bay.

## 고찰

이 연구는 진해만 북부 연안에서 링네트를 이용하여 채집된 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 우점종을 연구하였다.

이 해역의 수온 범위는 수온이 가장 낮은 1월에 8.7°C에서 7월의 27.8°C의 범위로 19.1°C의 차이를 보였고, 진해만 동부해역 (Kim, 2016)의 수온 범위는 7.3°C에서 25.4°C의 범위를 보였으며, 진해만(Yoo et al., 1992)의 수온 범위는 4.5°C에서 24.5°C의 수온 범위를 보여 서로 다른 수온 분포를 보였다. 전체적 수온 변화로 볼 때 과거에 비해 수온이 점점 상승하는 것을 보였고, 이는 어류의 난과 자치어의 출현에 영향을 미쳤을 것이라 생각된다.

연구 해역에서의 부유성 난 출현량(Table 2)을 보면, 100.0 inds./1,000 m<sup>3</sup> 이상이 출현한 St. 1부터 St. 6과 100.0 inds./1,000 m<sup>3</sup> 이하가 출현한 St. 7부터 St. 9까지 두 그룹으로 나누어지는걸 확인할 수 있었다. 이 그룹들은 진해만의 외측과 내측으로 구분이 되는데, 마산자유무역지역과 마산항과 가깝게 위치해 선박의 출입이 잦은 내측에 비해 외해의 영향을 받는 외측에 많이 출현하는 것으로 보아 어류의 산란장이 염분과 환경에 영향을 받는다는 것으로 판단된다. 이는 Yoo et al. (1992)의 결과와 유사한 경향을 보였는데, 이 연구에서도 여름에는 진해만 내측에도 부유성 난이 출현하였지만, 대부분의 난이 외해의 영향을 받는 외측에 출현하였다.

계절별 부유성 난과 자치어가 출현한 데이터를 보면 수온이 상승하는 5월과 7월에 부유성 난은 2,252.7 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 자치어는 315.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현한 것에 비해, 수온이 하강하는 11월과 1월에 부유성 난은 23.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 자치어는 20.5 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 많은 차이를 보였다. 이는 다수의 어류의 산란이 수온이 상승해지는 여름에 이루어지고 있다는 것을 시사한다.

이 연구는 소극적인 방법이지만 진해만 해역 내에서 다른 시기에 링네트를 이용하여 수평으로 채집한 진해만의 부유성 어란과 자치어 분포(Yoo et al., 1992), 진해만 남서부에 출현하는 자치어 군집의 종조성 및 계절변동(Huh et al., 2011), 진해만 동부 해역에 출현한 자치어(Kim, 2016)과 비교 및 고찰하고자 한다(Table 4).

진해만 북부에서는 2013년 7월부터 2014년 5월까지 계절별로 이루어졌고, 링네트(망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.340 mm)를 사용하였다. 조사기간 중 출현한 자치어는 총 6목 13과 17개의 분류군으로 나타났으며, 우점종은 멸치, 주둥치, 앞동갈베도라치, 갈기베도라치, 망둑어과 어류였다. 진해만 남서부에 출현한 자치어(Huh et al., 2011)는 2009년에 1년동안 월별로 이루어졌고, 링네트를 사용하였으나 측장과 망목에 관한 정보는 없었다. 조사기간 중 출현한 자치어는 총 7목 24과 46개의 분류군이 출현하였으며, 우점종은 청어(*Clupea pallasii*), 쥐노래미, 전어, 멸치, 청베도라치였다. 진해만의 부유성 어란과 자치어 분포(Yoo et al., 1992)는 링네트(망구 직경 60 cm, 망목 505 μm)를 사용하였고, 1987년 6월부터 1988년 2월까지 격월로, 1990년 10월부터 1991년 1월까지 계절별로 조사가 이루어졌다. 첫 번째 조사에서는 총 6목 16과 27개 분류군이 출현하였고, 우점종은 멸치, 쥐노래미, 주둥치, 앞동갈베도라치, 실고기였다. 두 번째 조사에서는 총 5목 10과 14개 분류군이 출현하였고, 우점종은 전어, 멸치, 흰베도라치(*Pholis fangi*), 앞동갈베도라치, 쥐노래미였다. 진해만 동부 해역에 출현한 자치어(Kim, 2016)는 총 9목 26과 45개 분류군이었고, 우점종은 청어, 쥐노래미, 흰베도라치, 멸치, 문질망둑속으로 나타났다. 각 연구마다 출현 종수와 출현개체수에서 많은 차이를 보였는데, 이는 조사시기와 빈도에 따른 차이로 인해 출현종수가 달라졌고, 각 연구별 지리적 위치에 따른 어류의 산란장의 위치와 외부요인이 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

대부분의 해역에서 우점종이 비슷한 양상으로 출현한 것을 확인할 수 있었으며, 이 중 멸치는 모든 해역에서 우점하는 종으로 나타났다. 이는 멸치가 남해 연안에 연중 분포하고, 안정된 자원량을 보이며 높은 자원량을 차지할 뿐만 아니라 크기가 작고, 많은 수의 난을 낳는 분리부성란을 다회 산란하는 종이기 때문인 것으로 판단된다(Chyung, 1977). 이와 같이 풍부한 자원량과 다회 산란하기 때문에 난 및 자치어의 연구에서 가장 우점하는 분류군으로 나타날 수 있었다.

연구기간 중 출현한 어종들을 살펴보면 멸치, 전어, 참서대 등 경제성이 높고 생태학적으로 중요한 종들이 많이 포함되어 있었고, 진해만 외측에 많은 난과 자치어가 출현한 것으로 보아 진해만이 어류의 산란장과 성육장으로 이용되고 있는 것으로 보인다. 또한, 다른 연구들과 비교해 보았을 때 출현하는 어종이 매년 변하여 어류의 자원이 변동하고 있는 것으로 보아, 추후 부유성 난과 자치어, 어류의 산란장의 자원 조사에 있어 꾸준한 연구가 필요하다고 생각된다.

## References

- Cha SS, Park KJ, Yoo JM and Kim YU. 1991. Distribution of ichthyoplankton in the adjacent waters of Wolsong, Korea. Korean J Ichthyol 3, 11-23.
- Cha SS and Park KJ. 1994. Distribution of the ichthyoplankton

- in Kwangyang bay. Korean J Ichthyol 6, 60-70.
- Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. Ilji Publishing, Seoul, Korea, 727.
- Clarke KR and Warwick RM. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, Natural Environment Research Council. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK, 144.
- Go YB, Go GM and Kim JM. 1991. Occurrence of fish larvae at Hamduck coastal area, northern part of Cheju Island. Korean J Ichthyol 3, 24-35.
- Han KH. 1999. Distribution of ichthyoplankton in the off bogil island in Wando, Korea. Bull Fish Sci Yosu Nat'l Univ 14, 547-552.
- Han KH. 1999. Distribution of ichthyoplankton in the Kamak bay of Yosu. Bull Fish Sci Yosu Nat'l Univ 8, 111-119.
- Han KH and Kim DG. 2007. Quantitative variation and species composition of ichthyoplankton in coastal waters of Uljin, Korea. Korean J Ichthyol 19(4), 332-342.
- Han KH, Lee SH, Hwang JH, Yeon IH, Kim HJ and Oh SJ. 2011. Early developmental morphology of the Pacific herring, *Clupea pallasii*. Bull Fish Sci Inst Chonnam Nat'l Univ 19, 17-22.
- Hempel G. 1979. Early life history of marine fish: the egg stage. Washington Sea Grant, Washington, U.S.A., 70.
- Huh SH, Han MI, Hwang SJ, Park JM and Baek GW. 2011. Seasonal variation in species composition and abundance of larval fish assemblages in the southwestern Jinhae bay, Korea. Korean J Ichthyol 23, 37-45.
- Kim HJ. 2016. Characteristics of the distribution and dominant species of feeding habits with larval fishes in the Eastern Jinhae Bay, Korea. Ph. D. Thesis, Gyeongsang National University, Jinju, Korea, 104.
- Kim JK and Ryu JH. 2017. Distribution map of sea fishes in Korea. Mapledesign, Busan, Korea, 365.
- Kim JY and Kang YS. 1995. Vertical Distribution of Eggs and Larvae of *Maurolicus muelleri* in the Southeastern waters of Korea. Korean J Ichthyol 7, 64-70.
- Kim SA. 1991. Fisheries resource assessment theory. Useongmunhwasa. Seoul, Korea, 75.
- Kim YU. 1981. Fish eggs and larvae of the coastal waters in Korea. National Fisheries University of Pusan The ocean science institute, 1-109.
- Kim YU. 1983. Fish larvae of Changson channel in Namhae, Korea. Bull Korean Fish Soc 16, 163-180.
- Lim JY, Jo MK and Lee MJ. 1970. The occurrence and distribution of the fish eggs and larvae in the Korean adjacent sea. Rep Fish Kes 8, 7-29.
- Nelson JS. 2007. Fishes of the world 4<sup>th</sup>ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 624.
- Okiyama M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan, second edition. Tokai University Press, Japan, 1639.
- Saville A and D Schnack. 1981. Some thoughts on the current status of studies of fish egg and larval distribution and abundance. Rapp P-v Reun. Cons Int Explor Mer 178, 153-157.
- Smith PE and Richardson SL. 1977. Standard techniques for fish eggs and larvae surveys. FAO Fisheries Report, 100.
- Yoo JM, Kim S, Lee EK and Lee JS. 1992. The distribution of Ichthyoplankton in Chinhae bay. Ocean Research 14, 77-87.
- Yoo JM, Kim S and Lee EK. 1993. The effect of fresh water input on the abundances of fish eggs and larvae during on rainy season in Yoja Bay, Korea. Ocean Research 15, 37-42.
- Zhang CJ. 1984. Pacific cod of South Korean Waters. INPFC Bull 42, 116-129.