

광양만 연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성과 양적변동

추보라 · 이성훈¹ · 유태식 · 황태용² · 한경호^{1*}

전남대학교 수산과학과 학생, ¹전남대학교 수산과학과 교수, ²(주)오션 대표

Quantitative fluctuation and species composition of ichthyoplankton in Gwangyang Bay, Korea

Bo-Ra CHU, Sung-Hoon LEE¹, Tae-Sik YU, Tae-Yong HWANG² and Kyeong-Ho HAN^{1*}

Student, Department of Aqualife Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

¹Professor, Department of Aqualife Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

²Representative, Ocean Co., Ltd., Yeosu 59633, Korea

Species composition and yearly variation of fish eggs and larval fishes were investigated from 2014 to 2016. During the study period, the fish eggs were identified as belonging to 14 taxa. The dominant species of fish eggs were *Leiognathus nuchalis*, *Engraulis japonicus*, and *Konosirus punctatus*. These three species accounted for 97.4% of the total number of individuals collected. The collected larval fishes were identified into 37 taxa, 22 families, and seven orders. The dominant species of larval fish were *Leiognathus nuchalis*, and Gobiidae fishes. These three species accounted for 85.4% of the total number of individuals collected. The diversity index of the larval fishes was the highest in 2014 ($H' = 1.60$) and the lowest in 2015 ($H' = 1.15$). The evenness index was the highest in 2016 ($J = 0.51$) and the lowest in 2015 ($J = 0.39$). The dominance index was the highest in 2015 ($D = 83.5\%$) and the lowest in 2016 ($D = 70.9\%$). In addition, the economically important species in this area were *Engraulis japonicus*, *Konosirus punctatus*, *Hippocampus coronatus*, *Sebastes schlegelii*, *Acanthopagrus schlegelii*, and *Cynoglossus joyneri*.

Keywords : Ichthyoplankton, Larval fish, Gwangyang Bay, Species composition, Fish egg

서론

삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 해양을 이용하여 다양한 해양생물을 자원으로 활용하고 있으며, 특히 연안의 바다에서 해양생물을 포획하여 생계를 유지하는 어민들이 많다. 또한, 한반도 연안은 기초 생산력이 높아 먹이 생물이 풍부하고 포식자들로부터 피할 수

있는 은신처가 많기 때문에 많은 어류들의 산란장, 생육장 및 먹이 섭이 장소로 이용되고 있다(Kim, 2011). 어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 되며, 성장초기에는 사망률이 무척 높고 환경의 영향을 많이 받기 때문에, 성어로 가입되는 양은 해황 및 환경 변화에 따라 매년 변화한다(Saville and Schnack,

*Corresponding author: aqua05@jnu.ac.kr, Tel: +82-61-659-7163, Fax: +82-61-659-7169

1981). 따라서 초기 감모율이 높은 난기와 자치어의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입량 변동을 예측하기 위한 기초자료로 매우 중요하다(Kim, 1991). 특히, 부유성 어란이나 유영력이 미약한 자치어는 정량적 채집이 가능하여 환경의 변화에 따른 어류의 양적변동을 정확하게 파악할 수 있어 수산자원량을 파악하는데 이용되고 있다(Cha, 2002).

광양만 연안에서 부유성 난 및 자치어의 분포에 관한 연구는 부유성 난 자치어의 분포(Cha and Park, 1994), 여름철 대도 주변 부유성 난 자치어의 분포(Kim, 1996), 난 자치어의 종조성 및 초기 섭식생태(Park, 1999) 및 입구 해역의 부유성 난 및 자치어의 분포(Seo, 2013)가 이루어졌다. 광양만은 남해 중앙부에 위치하고, 다양한 수괴와 연안수의 세력의 영향을 받는 곳으로 어족 번식상 최적의 해양환경을 갖추고 있는 천해의 어장이다. 하지만, 1970년대에 여천화학공업단지 조성을 시작으로, 1980년대에는 광양제철소 부지조성사업, 1990년대에 울촌공업단지 부지조성사업, 초남공단 부지조성사업 등의 광양만권 내의 확장단지가 조성되는 과정에서 대규모 매립사업이 수반되었으며, 이와 같은 대규모 매립사업은 해양의 물리·화학적 변화를 야기시켜 조류소통 및 유속의 변화로 인한 퇴적환경의 변화와 개발 후 각종 오염물질의 해양유입으로 해양환경의 변화를 가속시킨다(Oh, 2003).

따라서, 이 연구는 과거 광양만이 어류의 산란장과 성육장으로 중요한 가치가 있다고 판단하였으나, 인위적인 환경 변화로 인하여 해양생태계가 빠르게 변화하고 있는 광양만에 출현하는 부유성 난 및 자치어의 분포 특성을 토대로 3년간 난 및 자치어 분포 특성 및 종조성을 밝히고 이들 중의 변동과 이전 연구와 비교 및 고찰하고자 한다.

재료 및 방법

이 연구는 광양만 연안에서 출현하는 부유성 난 및 자치어의 종조성을 파악하기 위하여 8개 정점에서 2014년부터 2016년까지 계절별로 총 12회에 걸쳐 조사하였다(Fig. 1). 연구가 진행되었던 정점의 수온과 염분을 측정하기 위하여 T-S meter (Type MC 5, U.S.A.)와 Salinity meter (YSI #33, U.S.A.)를 사용하였다.

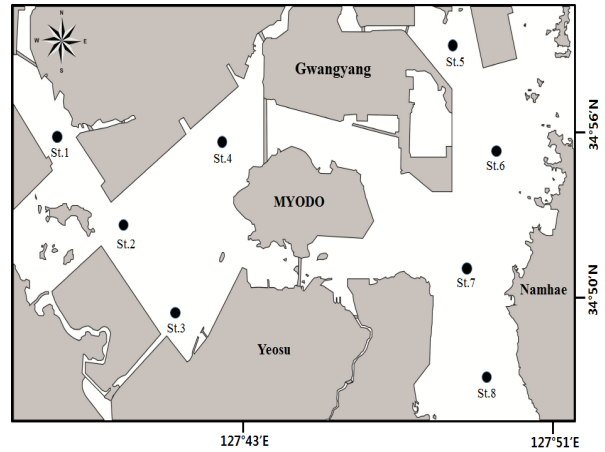


Fig. 1. Map showing the sampling area in Gwangyang bay from 2014 to 2016.

부유성 난 및 자치어의 채집은 RN 80 net(망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.340 mm)를 사용하였고, 정량적 분석을 위하여 네트의 입구에 유량계(General oceanics. Inc., U.S.A.)를 부착하였으며, 예망속도는 약 3 Knot로 10분간 표층을 수평으로 예망하였다. 채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정된 후 실험실로 운반하여 난과 자치어만을 분리하였다. 그 후 해부 현미경(Nikon SMZ-10, Japan)을 이용하여 종별로 동정한 후 종조성 및 목록을 작성하였다. 채집된 자치어의 분류는 Kim (1981) 및 Okiyama (2014)에 따랐으며, 분류 체계 및 학명은 Nelson (2007)에 따랐다.

연구기간 중 채집된 생물군집 구조 분석을 연도별로 비교하기 위해 종 다양도(Diversity), 우점도(Dominance), 균등도(Evenness) 및 풍부도(Richness) 지수를 구하였으며, 연도별 유사성을 파악하기 위한 유사도(Similarity)를 구하기 위하여 Primer 5.0 program(Clarke and Warwick, 1994)을 이용하였다.

결과

수온 및 염분

광양만 연안에서 표층 평균 수온과 염분을 조사한 결과, 평균 수온은 가을철에 15.8℃, 겨울철에 7.9℃, 봄철에 17.2℃, 여름철에 25.9℃로 나타났다. 평균 염분은 가을철에 28.5 psu, 겨울철에 31.5 psu, 봄철에 28.6 psu, 여름철에 26.3 psu로 나타났다(Fig. 2).

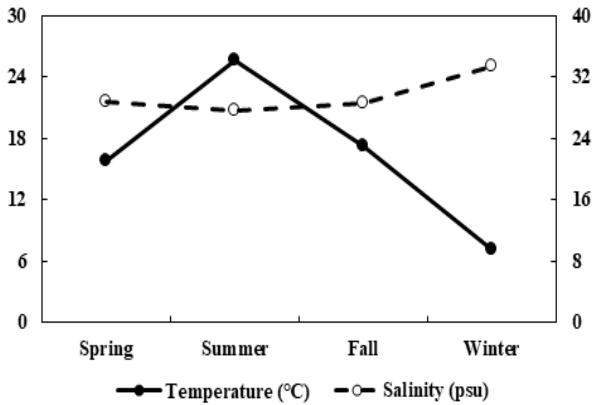


Fig. 2. Seasonal variation of mean water temperature and salinity in Gwangyang bay from 2014 to 2016.

부유성 난

연구기간 동안 출현한 부유성 난은 총 14개의 분류군으로, 멸치(*Engraulis japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 정어리(*Sardinops melanostictus*), 얼퉁이(*Maurolicus muelleri*), 양태(*Platycephalus indicus*), 돛양태과(*Callionymidae* spp.) 어류, 청보리멸(*Sillago japonica*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 보구치(*Pennahia argentata*), 동갈양태속

(*Repomucenus* spp.) 어류, 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 납서대과(*Soleidei*) 어류, 개서대속(*Cynoglossus* sp.) 어류 및 미분류 난으로 분류되었다.

연구기간 중 총 155,869.9 inds./1,000 m³이 출현하였고, 이 중 주둥치가 104,681.8 inds./1,000 m³가 출현하여 전체 출현량의 67.16%를 차지하여 가장 우점하는 종으로 나타났으며, 다음으로 멸치가 30,599.6 inds./1,000 m³로 19.63%, 전어가 16,469.8 inds./1,000 m³로 10.57%가 출현하여 연구기간 동안 우점하는 종들로 나타났다.

연도별 종조성

연도별로 보면(Table 1), 2014년에 9개 분류군, 35,992.1 inds./1,000 m³이 출현하였고, 그 중 주둥치가 23,313.8 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였으며, 다음으로 멸치가 12,271.8 inds./1,000 m³, 청보리멸이 104.6 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하였다.

2015년에는 8개 분류군, 57,958.6 inds./1,000 m³이 출현하였고, 그 중 주둥치가 37,661.3 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였으며, 다음으로 멸치가 10,997.2 inds./1,000 m³, 보구치가 1,438.1 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하였다.

Table 1. Yearly variation in abundance of fish eggs in Gwangyang bay from 2014 to 2016

Species	(unit: inds./1,000 m ³)					
	Year	2014	2015	2016	Total	R.A.(%)
<i>Engraulis japonicus</i>		12,271.8	10,997.2	7,330.6	30,599.6	19.63
<i>Konosirus punctatus</i>		56.0	7,603.6	8,810.2	16,469.8	10.57
<i>Sardinops melanostictus</i>		0.0	0.0	37.0	37.0	0.02
<i>Maurolicus muelleri</i>		16.9	0.0	0.0	16.9	0.01
<i>Platycephalus indicus</i>		0.0	0.0	41.2	41.2	0.03
<i>Callionymidae</i> spp.		8.8	0.0	0.0	8.8	0.01
<i>Sillago japonica</i>		104.6	50.3	41.5	196.4	0.13
<i>Leiognathus nuchalis</i>		23,313.8	37,661.3	43,706.7	104,681.8	67.16
<i>Argyrosomus argentatus</i>		0.0	1,438.1	1,833.9	3,272.0	2.10
<i>Repomucenus</i> spp.		38.1	160.3	0.0	198.4	0.13
<i>Paralichthys olivaceus</i>		0.0	5.9	3.3	9.2	0.01
<i>Soleidei</i> spp.		7.9	0.0	0.0	7.9	0.01
<i>Cynoglossus</i> sp.		0.0	0.0	10.2	10.2	0.01
Unknown spp.		174.2	41.9	104.6	320.7	0.21
Total		35,992.1	57,958.6	61,919.2	155,869.9	100.00
Number of taxa		9	8	10		14

R.A.; Relative Abundance.

2016년에는 10개 분류군, 61,919.2 inds./1,000 m³이 출현하였고, 그 중 주둥치가 43,706.7 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 전어가 8,810.2 inds./1,000 m³, 멸치가 7,330.6 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하였다.

계절별 종조성

계절별로 보면(Table 2), 봄철에 4개 분류군, 137.8 inds./1,000 m³가 출현하였고, 정어리가 37.0 inds./1,000 m³로 가장 우점하였으며, 다음으로 양태가 29.3 inds./1,000 m³, 엘통이가 16.9 inds./1,000 m³가 출현하였다.

여름철에는 총 10개 분류군, 82,304.2 inds./1,000 m³가 출현하였고, 주둥치가 41,067.7 inds./1,000 m³로 가장 우점하였으며, 다음으로 멸치가 24,371.8 inds./1,000 m³, 전어가 15,138.3 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하는 종으로 나타났다.

가을철에는 총 9개 분류군, 73,350.7 inds./1,000 m³가 출현하였고, 주둥치가 63,614.1 inds./1,000 m³로 가장 우점하였으며, 멸치가 6,277.8 inds./1,000 m³, 보구치가 1,733.0 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하는 종으로 나타났다.

겨울철에는 미분류 난이 77.2 inds./1,000 m³가 출현하였다.

연구기간 동안 출현하였던 우점종(주둥치, 멸치, 전어)들의 여름과 가을에 출현한 비율을 살펴본 결과 여름에 총 80,577.8 inds./1,000 m³가 출현하여 97.90%를 차지하였고, 가을에는 71,173.4 inds./1,000 m³가 출현하여 97.03%를 차지하여 이들 세 종이 여름과 가을에 극우점하는 종들로 나타났다.

자치어

연구기간동안 출현한 자치어는 총 7목 22과 32개의 분류군이 출현하였고, 그 중 29개 분류군은 종 수준까지 분류되었고, 2개 분류군은 속 수준까지, 1개 분류군은 과 수준까지 동정되었다.

농어목(Perciformes) 어류가 16개 분류군으로 가장 많았고, 다음으로 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 5개 분류군, 청어목(Clupeiformes) 어류와 큰가시고기목(Gasterosteiformes) 어류가 각각 3개 분류군, 가자미목(Pleuronectiformes) 어류와 복어목(Tetraodontiformes) 어류가 각각 2개 분류군, 엘통이목(Stomiiformes) 어류

Table 2. Seasonal variation of abundance of fish eggs in Gwangyang bay from 2014 to 2016

(unit: inds./1,000 m³)

Species \ Season	Spring	Summer	Fall	Winter	Total
<i>Engraulis japonicus</i>	0.0	24,371.8	6,227.8	0.0	30,599.6
<i>Konosirus punctatus</i>	0.0	15,138.3	1,331.5	0.0	16,469.8
<i>Sardinops melanostictus</i>	37.0	0.0	0.0	0.0	37.0
<i>Maurolicus muelleri</i>	16.9	0.0	0.0	0.0	16.9
<i>Platycephalus indicus</i>	29.3	11.9	0.0	0.0	41.2
Callionymidae spp.	0.0	8.8	0.0	0.0	8.8
<i>Sillago japonica</i>	0.0	0.0	196.4	0.0	196.4
<i>Leiognathus nuchalis</i>	0.0	41,067.7	63,614.1	0.0	104,681.8
<i>Argyrosomus argentatus</i>	0.0	1,539.0	1,733.0	0.0	3,272.0
<i>Repomucenus</i> spp.	0.0	49.0	149.4	0.0	198.4
<i>Paralichthys olivaceus</i>	0.0	9.2	0.0	0.0	9.2
Soleidei spp.	0.0	5.9	2.0	0.0	7.9
<i>Cynoglossus</i> sp.	0.0	0.0	10.2	0.0	10.2
Unknown spp.	54.6	102.6	86.3	77.2	320.7
Total	137.8	82,304.2	73,350.7	77.2	155,869.9
Number of taxa	4	10	9	1	14

가 1개 분류군이 출현하였다(Table 3). 개체수는 농어목 어류가 10,837.1 inds./1,000m³로 가장 많은 양을 보였다. 종별로는 주둥치가 연구기간 중 출현한 자치어의 59.87%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 멸치가 15.98%, 망둑어과(Gobiidae) 어류가 9.54%를 차지하였다.

연도별 종조성

연도별로 보면, 2014년에 7목 21과 29개 분류군, 4,816.4 inds./1,000 m³가 출현하였고, 그 중 주둥치가 2,687.9 inds./1,000 m³로 55.81%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 멸치가 917.6 inds./1,000 m³로 19.05%, 망둑어과 어류가 387.7 inds./1,000 m³로 8.05%의 출현량을 보였다.

2015년에는 7목 15과 19개 분류군, 5,574.2 inds./1,000 m³가 출현하여 3년 중 가장 많은 출현량을 보였다. 그 중 주둥치가 3,871.6 inds./1,000 m³로 69.46%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 멸치가 780.1 inds./1,000 m³로 13.99%, 전어가 387.9 inds./1,000 m³로 6.96%의 출현량을 보였다.

2016년에는 6목 16과 21개 분류군, 3,789.1 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 적은 출현량을 보였다. 그 중 주둥치가 1,930.4 inds./1,000 m³로 50.95%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 망둑어과 어류가 756.2 inds./1,000 m³로 19.95%, 멸치가 568.0 inds./1,000 m³로 14.99%의 출현량을 보였다.

연구기간 중 출현하였던 자치어 출현량은 수온이 비교적 높았던 2015년에 39.31%로 가장 많았고, 주둥치가 매년 우점종으로 나타났다.

계절별 종조성

계절별로는 봄에 2목 4과 6개 분류군, 405.5 inds./1,000 m³가 출현하였고, 그 중 망둑어과가 279.8 inds./1,000 m³로 69.00%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 베포라치가 38.8 inds./1,000 m³로 9.57%, 쥐노래미가 31.2 inds./1,000 m³로 7.69%의 출현량을 보였다.

여름에 7목 15과 21개 분류군으로 가장 많은 출현 분류군을 보였고, 4,944.2 inds./1,000 m³가 출현하였으며, 그 중 주둥치가 2,751.8 inds./1,000 m³로 55.66%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 전어가 613.2

inds./1,000 m³로 12.40%, 망둑어과 어류가 597.6 inds./1,000 m³로 12.09%의 출현량을 보였다.

가을에 6목 13과 20개 분류군, 8,716.9 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 많은 출현량을 보였고, 그 중 주둥치가 5,738.1 inds./1,000 m³로 65.83%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 멸치가 1,738.4 inds./1,000 m³로 19.94%, 망둑어과 어류가 406.5 inds./1,000 m³로 4.66%의 출현량을 보였다.

겨울에는 2목 4과 6개 분류군, 113.1 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 적은 출현 분류군과 출현량을 보였고, 그 중 망둑어과 어류가 68.6 inds./1,000 m³로 60.65%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 쥐노래미가 15.9 inds./1,000 m³로 15.90%, 까나리(*Ammodytes personatus*)가 11.0 inds./1,000 m³로 9.73%의 출현량을 보였다.

군집분석

연구기간 중 출현하였던 자치어의 군집구조를 나타내는 생물학적 특성의 출현 분류군, 균등도, 다양도, 우점도 지수를 나타내었다(Fig. 3). 출현 종수는 2014년에 29개 분류군으로 가장 많이 출현하였고, 2015년에 19개 분류군으로 가장 적었다. 균등도 지수는 2016년에 0.51로 가장 높은 값을, 2015년에 0.39로 가장 낮은 값을 나타냈다. 다양도 지수는 2014년에 1.60으로 가장 높은 값을, 2015년에 1.15로 가장 낮은 값을 나타냈다. 우점도는 2015년에 83.5%로 가장 높은 값을, 2016년에 70.9%로 가장 낮은 값을 나타냈다(Fig. 3).

유사도 분석

출현종에 근거한 연도별 유사도를 보면 2014년과 2016년에 진질해마(*Hippocampus aterrimus*), 양태, 보구치, 청베도라치(*Parablennius yatabei*) 등이 유사어종으로 출현하여 80.1%의 중간 유사성을 띄었고, 2014년과 2015년에 엘퉁이, 흰베도라치(*Pholis fangi*), 문치가자미(*Limanda yokohamae*) 등이 유사어종으로 출현하여 78.9%의 중간 유사성을 띄었으며, 2015년과 2016년에 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*) 등이 유사어종으로 출현하여 75.9%의 중간 유사성을 띄었다(Fig. 4).

Table 3. Yearly variation of mean abundance of larvae and juveniles in Gwangyang bay from 2014 to 2016

Species	(unit: inds./1,000 m ³)					
	Year	2014	2015	2016	Total	R.A. (%)
<i>Engraulis japonicus</i>		917.6	780.1	568.0	2,265.7	15.98
<i>Thrissa hamiltoni</i>		47.9	0.0	0.0	47.9	0.34
<i>Konosirus punctatus</i>		179.6	387.9	137.5	705.0	4.97
<i>Maurolicus muelleri</i>		14.0	8.1	0.0	22.1	0.16
<i>Hippocampus coronatus</i>		19.4	0.0	0.0	19.4	0.14
<i>Hippocampus aterrimus</i>		4.9	0.0	2.7	7.6	0.05
<i>Syngnathus schlegeli</i>		38.1	20.5	9.8	68.4	0.48
<i>Sebastes schlegelii</i>		10.2	0.0	0.0	10.2	0.07
<i>Sebastiscus marmoratus</i>		0.0	0.0	2.9	2.9	0.02
<i>Platycephalus indicus</i>		33.8	0.0	15.6	49.4	0.35
<i>Hexagrammos otakii</i>		12.9	15.9	18.3	47.1	0.33
<i>Hexagrammos agrammus</i>		15.9	8.7	10.6	35.2	0.25
<i>Lateolabrax japonicus</i>		1.8	0.0	0.0	1.8	0.01
<i>Sillago japonica</i>		73.6	40.6	29.6	143.8	1.01
<i>Sillago sihama</i>		0.0	27.5	0.0	27.5	0.19
<i>Coryphaena hippurus</i>		1.6	0.0	0.0	1.6	0.01
<i>Leiognathus nuchalis</i>		2,687.9	3,871.6	1,930.4	8,489.9	59.87
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>		5.6	8.2	13.5	27.3	0.19
<i>Nibea sp.</i>		2.5	0.0	0.0	2.5	0.02
<i>Argyrosomus argentatus</i>		113.6	0.0	85.6	199.2	1.40
<i>Pholis fangi</i>		7.9	18.0	0.0	25.9	0.18
<i>Pholis nebulos</i>		21.1	17.6	10.5	49.2	0.35
<i>Ammodytes personatus</i>		11.0	0.0	0.0	11.0	0.08
<i>Omobranchus elegans</i>		88.0	66.8	50.6	205.4	1.45
<i>Parablennius yatabei</i>		10.3	0.0	5.8	16.1	0.11
<i>Scartella cristata</i>		34.8	25.6	46.2	106.6	0.75
<i>Repomucenus sp.</i>		59.1	49.5	68.2	176.8	1.25
Gobiidae spp.		387.7	208.6	756.2	1,352.5	9.54
<i>Limanda yokohamae</i>		7.9	5.6	0.0	13.5	0.10
<i>Cynoglossus joyneri</i>		1.0	7.8	8.3	17.1	0.12
<i>Rudarius ercodes</i>		6.7	5.6	16.5	28.8	0.20
<i>Takifugu niphobles</i>		0.0	0.0	2.3	2.3	0.02
Total		4,816.4	5,574.2	3,789.1	14,179.7	100.00
Number of taxa		29	19	21		32

R.A.; Relative Abundance.

Table 4. Seasonal variation of mean abundance of larvae and juveniles in Gwangyang bay from 2014 to 2016

Species	(unit: inds./1,000 m ³)					
	Season	Spring	Summer	Fall	Winter	Total
<i>Engraulis japonicus</i>		0.0	527.3	1,738.4	0.0	2,265.7
<i>Thrissa hamiltoni</i>		0.0	47.9	0.0	0.0	47.9
<i>Konosirus punctatus</i>		0.0	613.2	91.8	0.0	705
<i>Maurolicus muelleri</i>		0.0	22.1	0.0	0.0	22.1
<i>Hippocampus coronatus</i>		0.0	3.5	15.9	0.0	19.4
<i>Hippocampus aterrimus</i>		0.0	2.1	5.5	0.0	7.6
<i>Syngnathus schlegeli</i>		0.0	40.2	28.2	0.0	68.4
<i>Sebastes schlegelii</i>		0.0	10.2	0.0	0.0	10.2
<i>Sebastiscus marmoratus</i>		0.0	2.9	0.0	0.0	2.9
<i>Platycephalus indicus</i>		0.0	18.4	31.0	0.0	49.4
<i>Hexagrammos otakii</i>		31.2	0.0	0.0	15.9	47.1
<i>Hexagrammos agrammus</i>		30.1	0.0	0.0	5.1	35.2
<i>Lateolabrax japonicus</i>		1.8	0.0	0.0	0.0	1.8
<i>Sillago japonica</i>		0.0	10.5	133.3	0.0	143.8
<i>Sillago sihama</i>		0.0	12.8	14.7	0.0	27.5
<i>Coryphaena hippurus</i>		0.0	0.0	1.6	0.0	1.6
<i>Leiognathus nuchalis</i>		0.0	2,751.8	5,738.1	0.0	8,489.9
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>		0.0	27.3	0.0	0.0	27.3
<i>Nibea sp.</i>		0.0	0.0	2.5	0.0	2.5
<i>Argyrosomus argentatus</i>		0.0	34.4	164.8	0.0	199.2
<i>Pholis fangi</i>		23.8	0.0	0.0	2.1	25.9
<i>Pholis nebulos</i>		38.8	0.0	0.0	10.4	49.2
<i>Ammodytes personatus</i>		0.0	0.0	0.0	11.0	11.0
<i>Omobranchus elegans</i>		0.0	89.7	115.7	0.0	205.4
<i>Parablennius yatabei</i>		0.0	0.0	16.1	0.0	16.1
<i>Scartella cristata</i>		0.0	33.9	72.7	0.0	106.6
<i>Repomucenus sp.</i>		0.0	81.0	95.8	0.0	176.8
Gobiidae spp.		279.8	597.6	406.5	68.6	1,352.5
<i>Limanda yokohamae</i>		0.0	13.5	0.0	0.0	13.5
<i>Cynoglossus joyneri</i>		0.0	0.0	17.1	0.0	17.1
<i>Rudarius ercodes</i>		0.0	3.9	24.9	0.0	28.8
<i>Takifugu niphobles</i>		0.0	0.0	2.3	0.0	2.3
Total		405.5	4,944.2	8,716.9	113.1	14,179.7
Number of taxa		6	21	20	6	32

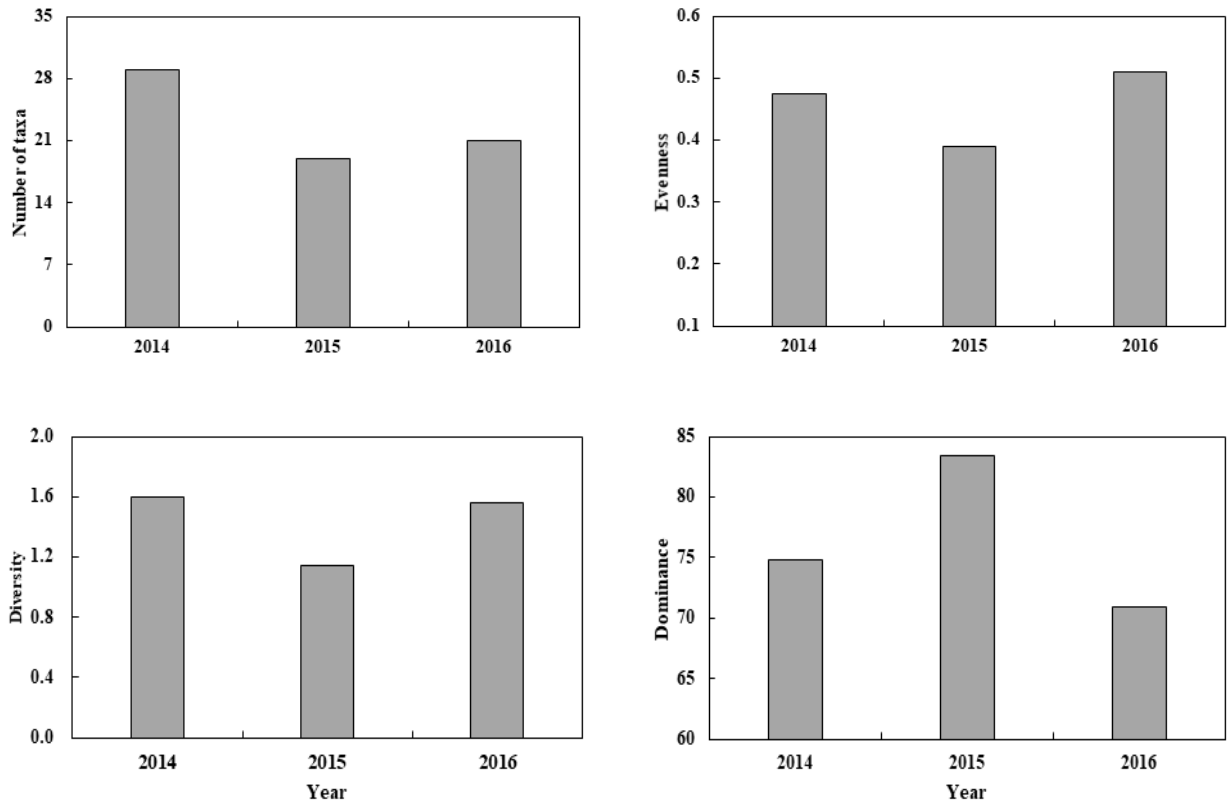


Fig. 3. Yearly variation in number of taxa, evenness, diversity, and dominance index of larvae in Gwangyang bay from 2014 to 2016.

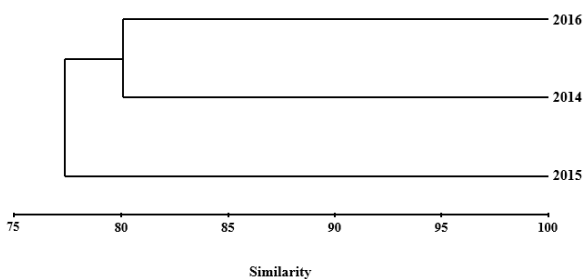


Fig. 4. Dendrogram based on the community similarity of each year by number of larvae in Gwangyang bay from 2014 to 2016.

고찰

이 연구는 2014년부터 2016년까지 광양만 연안에서 채집된 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 양적변동에 대하여 연구하였다.

연도별 변동을 보면, 부유성 난은 2014년부터 2016년까지 매년 증가하는 현상을 보였다. 자치어는 2014년부

터 2015년까지 증가하였다가 2016년에 감소하는 현상을 보였다. 계절별로는 부유성 난이 봄과 겨울에는 거의 출현하지 않았지만, 여름과 가을에 급격히 많은 출현량을 보였다. 자치어는 봄과 겨울에 각각 405.5 inds./1,000 m³와 113.1 inds./1,000 m³의 출현량을 보인 반면 여름과 가을에 각각 4,944.2 inds./1,000 m³와 8,716.9 inds./1,000 m³로 많은 출현량을 보였다. 이는 연구가 진행되었던 봄철과 여름철 평균 수온이 매년 증가하였고, 평균 염분은 2014년에서 2015년에 증가하였다가 2016년에 감소하였다. 수온이 높아질수록 어류의 산란 시기가 빨라지며, 염분이 높아졌을 때 성어가 다수 출현하는 경향으로 보아, 이 연구의 결과는 환경요소가 결과에 많은 영향을 끼쳤을 것이라 생각된다.

광양만 연안에서 연구기간 중 출현한 부유성 난과 자치어 출현량을 보면, 부유성 난 출현량은 연구기간 중 매년 증가하는 현상을 보였고, 자치어 출현량은 2015년에 증가하였다가 2016년에 감소하는 현상을 보였다. 주

요 출현종을 살펴보면, 멸치의 난과 자치어는 연구기간 중 매년 감소하였고, 전어와 주둥치의 난은 계속 증가하였으나 자치어는 2016년에 감소하는 현상을 보였다. 특히, 2016년에 자치어 출현량이 줄어든 현상은 전어 및 주둥치 등의 감소로 생각된다. 어류의 발생은 수온이 올라가면 발생 시간이 짧아지는 수온과 밀접한 관계를 가지고 있는데, 여름~가을의 수온이 2016년에 비하여 2015년에 높아 전어와 주둥치의 발생이 빨리 진행되어 난보다 자치어 채집 비율이 많이 채집된 것으로 판단된다.

인간 활동에 의해 물리·화학적 해양 환경이 변하게 되면 어류 군집의 변화가 초래된다(Felly, 1987). 따라서, 소극적인 방법이기도 하지만 한반도 연안에서 육수의 영향을 받는 지역에서 진행된 부유성 난 및 자치어의 종조성에 대한 과거 연구(Youn et al., 2016; Han et al., 2016)와 비교 및 고찰하고자 한다.

수온 범위는 이 연구에서 계절별 평균 수온이 7.1℃에서 25.6℃의 범위를 보였고, Youn et al. (2016)의 연구에서 12.1℃에서 23.8℃의 범위를 보였으며, Han et al. (2018)의 연구에서는 8.7℃에서 27.8℃의 범위를 보였다. 다른 연구와 비교하여 볼 때, 이 연구에서 최저 수온은 다른 연구에 비하여 낮은 경향을 보였고, 이는 부유성 난과 자치어의 출현에 있어 영향을 미쳤을 것이라 판단된다.

출현한 부유성 난은 이 연구에서 총 14개 분류군이었고, Youn et al. (2016)에서 8개 분류군, Han et al. (2018)에서 5개 분류군이 출현하였다. 자치어는 이 연구에서 7목 22과 37개 분류군, Youn et al. (2016)에서 5목 16과 20개 분류군, Han et al. (2018)에서 6목 13과 17개 분류군이 출현하여 이 연구에서 출현한 부유성 난과 자치어가 가장 많은 출현 분류군을 보였다. 각 연도별 출현 분류군 수를 보면, 부유성 난은 2014년에 9개, 2015년에 8개, 2016년에 10개였고, 자치어는 2014년에 29개 분류군, 2015년에 19개 분류군, 2016년에 21개 분류군이 출현하였다. 이는 해양환경 및 기후변화, 해수 유동 등에 따른 요인으로 판단되는데, Youn et al. (2016)에서 겨울철 평균 수온이 12.1℃로 높은 반면, 여름철에는 23.8℃로 수온이 낮았고, 진해만 북부는 광양만에 비하여 수온이 높은 경향을 보였다. 또한, 염분 농도가 이 연구에서 가장 낮은 경향을 보여 출현하는 난 및 자치어에 영향을 끼쳤을 것이라 판단된다.

자치어 우점종을 비교해 보면 광양만 연안에서는 주

둥치, 멸치, 망둑어과 어류 순으로 나타났고, Youn et al. (2016)에서는 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 베도라치, 멸치가 우점종으로 나타났으며, Han et al. (2018)에서는 멸치, 주둥치, 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*) 순으로 나타났다. 세 연구에서 모두 멸치가 우점종으로 나타났는데, 이는 멸치가 우리나라 전 연안에 출현하는 전형적인 부어류로(NFRDI, 2004), 안정된 자원량을 보이며 높은 자원량을 차지할 뿐만 아니라 크기가 작고, 많은 수의 난을 낳는 분리부성란을 다회 산란하는 종이기 때문인 것으로 판단된다(Chyung, 1977). 또한, 이 연구에서 부유성 난과 자치어에서 가장 우점한 종으로 나타난 주둥치는 인위적 연안 환경 변화에 따라 증가하는 종으로 추정되고 있는데(Lee, 1996), 광양만 연안의 공업단지 조성, 대규모 매립사업 등의 이유로 해양 환경이 계속해서 변화되어 주둥치의 출현량에 영향을 끼쳤을 것이라 추정된다. 이 연구에서 주둥치의 부유성 난 67.2%, 자치어 59.8%가 출현하였다는 것과 광양만 소형기선저인망에서 어획된 어류의 종조성(Park et al., 2019)에서 주둥치가 62.5%로 최우점하였다는 것을 고려하였을 때 이 지역이 주둥치의 산란장 및 성육장 역할을 하는 것으로 생각된다.

광양만은 1970년대부터 여러 인위적인 영향으로 인하여 해양환경이 크게 변화하고 있으며, 이에 따라 광양만에 서식하는 어류의 종조성 및 산란장의 변화가 예상된다. 연구가 진행된 해역은 다른 지역에 비하여 주둥치의 출현 비율이 높았고, 여전히 광양만은 경제성이 높고 생태학적으로 중요한 종들이 많이 포함되어 있어 산란장과 성육장으로써 가치가 있는 천해의 어장으로 판단된다. 따라서 이 지역의 해양 환경 보존 및 어류 자원을 위해 지속적인 모니터링과 다양한 어구를 이용하여 어획한 성어의 종조성 연구를 통하여 어류의 산란지 및 서식지에 대한 자원 연구가 필요하다고 판단된다.

결론

2014년부터 2016년까지 광양만 연안에서 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 양적변동에 대하여 연구하였다. 연구기간 중 출현한 부유성 난은 14개 분류군으로, 주둥치가 가장 우점하였고, 다음으로 멸치와 전어가 우점한 종으로 나타났다. 자치어는 총 7목 22과 32개 분류군이 출현하였고, 주둥치가 가장 우점하였으며, 다음으로 멸

치와 망둑어과 어류가 우점한 종으로 나타났다.

군집분석을 보면, 2014년에 29개 분류군으로 가장 많은 출현 분류군을 보였고, 2015년에 19개 분류군으로 가장 적었다. 균등도는 2016년에 높았고($E=0.51$), 2015년에 가장 낮았으며($E=0.39$), 다양도는 2014년에 가장 높았고($H'=1.60$), 2015년에 가장 낮았다($H'=1.15$).

References

- Cha SS. 2002. Review on the studies of ecology of fish in their early life stages off Korea. *Korean J Ichthyol* 14, 76-82.
- 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, U.K., 144.
- Felly JD. 1987. Nekton assemblages of three tributaries to the Calcasieu Estuary, Louisiana Estuaries 10, 321-329.
- Han KH, Yu TS, Lee J and Lee SH. 2018. Seasonal variation in species composition of ichthyoplankton in northern Jinhae bay, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 51, 72-78. (DOI: 10.5657/KFAS.2018.0072).
- Kim HJ. 2011. The fluctuation in the abundance and species composition of fish collected by shrimp beam trawl in the coastal water of Namhae. Master Thesis, Chonnam National University, Korea, 42.
- Kim JY. 1996. Distribution of the ichthyoplankton off Daedo in Kwangyang bay during summer. Master Thesis, Chonnam National University, Korea, 33.
- 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, 109.
- Lee TW. 1996. Change in species composition of fish in Chonsu bay. *Bull Korean Fish Soc* 29, 71-83.
- Nelson JS. 2007. Fishes of the world 5thed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 624.
- NFRDI. 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. 333.
- Oh SH. 2003. Species composition and community structure of fishes in Kwangyang bay, Korea. Ph.D. Thesis, Chonnam National University, Korea, 220.
- Okiyama M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan, second edition. Tokai University Press, Japan, 1639.
- Park KJ. 1999. Species composition of the ichthyoplankton and feeding ecology of early stage in Kwangyang bay, Korea. Ph.D. Thesis, Chonnam National University, Korea, 131.
- Park SB, Lee SH, Kim J and Han KH. 2019. Species composition and quantitative fluctuation of fishes collected by a small otter trawl in Kwangyang bay. *Bull Inst Fish Tech* 12, 53-60.
- Saville A and Schnack D. 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.
- Seo SH. 2013. Distribution of ichthyoplankton in the mouth parts of Kwangyang bay. Master Thesis, Chonnam National University, Korea, 32.
- Youn BI, Han KH and Lee SH. 2016. Distribution of Ichthyoplankton in coastal waters of Nanji Island. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 54, 287-295. (DOI: 10.3796/KSFOT.2018.54.4.287).

2019. 05. 15 Received

2019. 07. 23 Revised

2019. 08. 09 Accepted