



# 울산 남부 연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 변동

고수진<sup>†</sup> · 추보라<sup>\*</sup> · 유태식<sup>\*</sup> · 이성훈<sup>\*</sup> · 한경호<sup>\*\*</sup>

<sup>†</sup>서해수산연구소(연구원) · <sup>\*\*</sup>전남대학교(교수)

## Species Composition and Seasonal Variation of Ichthyoplankton in Coast of Southern Ulsan, Korea

Su-Jin KOH<sup>†</sup> · Bo-Ra CHU<sup>\*</sup> · Tae-Sik YU<sup>\*</sup> · Sung-Hoon LEE<sup>\*</sup> · Kyeong-Ho HAN<sup>\*\*</sup>

<sup>†</sup>National Institute of Fisheries Science(researcher) · <sup>\*\*</sup>Chonnam National University(professor)

### Abstract

Seasonal variation in species composition of fish eggs and larvae were collected in November of 2010 and February, May, and August of 2011. Samples were classified based on morphological characteristics. Fish eggs were identified as belonging to six taxa the most dominant species of fish eggs was *Engraulis japonicus*(43.3%) followed by *Maurollicus japonicus*(27.2%) and *Sillago japonica*(17.3%). These three species accounted for 87.8% of the total number of fish eggs collected. Larvae of 21 species in 13 families, and five orders were collected. The most dominant species of fish larvae was *E. japonicus*(75.5%), followed by *Ammodytes personatus*(3.8%) and *Sebastes inermis*(2.5%). The peak number of species and individuals occurred in August. The larvae of main species displayed a distinct spatial distribution and seasonal occurrence patterns. *E. japonicus* widely distributed throughout the study area. The seasonal occurrence and patterns of distribution of the larvae of main species seems were correlated with surface water temperature.

**Key words :** Ichthyoplankton, Ulsan bay, Species composition, Seasonal variation, Larvae

### I. 서론

우리나라 동해안은 남해안이나 서해안에 비해 해안선이 단조로우며 조차(<1m)와 대륙붕(평균 15~18km)의 크기가 작거나 폭이 좁지만, 수심(평균 1,840m)이 깊고, 오즈크해로부터 기원한 북한한류와 쿠로시오해류로부터 분기된 대마난류의 지류인 동한난류가 교차하고, 때때로 냉수대가 출현하여 수괴의 변화가 복잡하다(Pang et al.,

1993). 본 연구의 조사해역은 부산광역시와 울산광역시 경계에 위치하고, 서쪽으로는 육지가, 동쪽으로는 외양과 연결되어있으며, 담수의 유입이 적은 전형적인 동해 연안의 지형적 특징을 가지고 있다. 또한, 대마난류의 영향을 받는 동해 남부해역은 겨울에도 비교적 높은 수온을 나타내어 다른 해역에 비해 많은 어종들이 출현한다(Kim, 1998). 특히, 울산 주변해역에서는 100~150m 수

<sup>†</sup> Corresponding author : 061-659-7163, aqua05@jnu.ac.kr

\* 이 연구는 국립수산과학원 수산과학연구소(R2018046)의 지원으로 수행된 연구입니다.

심대가 넓어지고 경사가 완만해지는 해저지형과 동한난류에 의한 경계층경사 그리고 남서풍 등이 복합적으로 작용하여 형성되는 용승현상으로 인한 냉수대가 매년 여름철에 출현하여 독특한 해양환경을 이루고 있다(Lee et al., 1998).

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 되는데, 일반적으로 연급군의 크기는 초기 성장단계의 기아나 포식정도에 의해서 결정된다(Kim, 1991). 성장초기에는 사망률이 무척 높고 환경의 영향을 많이 받기 때문에, 성어로 가입되는 양은 해황 및 환경 변화에 따라 매년 변화한다(Saville and Schnack, 1981). 따라서 초기감소율이 높은 난기와 자치어기의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입량 변동을 예측하기 위한 기초자료로 매우 중요하다(Han and Kim, 2007).

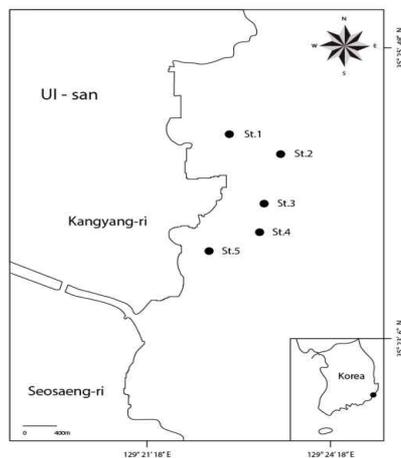
난 및 자치어에 관한 연구는 이미 100여년전부터 시작되었으며(Hempel, 1979), 우리나라에서의 부유성 난 및 자치어에 관한 연구는 황해 중동부(Cha and Shim, 1988), 동진강 하구(Cha and Park, 1991), 광양만(Cha and Park, 1994), 아산만(Kim et al., 1994), 완도 보길도(Han, 1999), 순천만(Han et al., 2001), 고흥반도(Han et al., 2002) 등의 주로 부분적인 연안과 해역을 중심으로 이루어지고 있다.

동해에서 진행되었던 부유성 난 및 자치어 분포에 관한 연구는 월성 주변 해역(Cha et al., 1991), 고리 주변 해역(Kim et al., 1994), 영일만(Han et al., 2003), 동해 연안(Chun et al., 2004), 울진 연안(Han and Kim, 2007), 울산만 주변(Kim et al., 1985) 등이 있으나, 서해와 남해에 비해 연구가 빈약하다.

동해 남부 연안에 위치한 울산연안은 울산공단의 폐수 유입 뿐만 아니라 북쪽에는 월성 원자력 발전소, 남쪽에는 온산공단 및 고리원자력발전소가 위치하고 있어 생물상의 변화가 예상되는 지역이다.

따라서 이 연구는 울산 남부 해역에서 생산되는 수산자원의 안정성과 지속 가능성을 위한 자

원생물학적 연구의 일환으로 어류의 부유성 난 및 자치어의 종조성을 밝히고, 이들 중의 계절적 양적 변동을 파악하고자 한다.



[Fig. 1] Map showing the sampling sites in coast of southern Ulsan, Korea.

## II. 재료 및 방법

채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson(1977)에 따랐고, 채집한 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정된 후 전남대학교 자원생물실험실로 이동하여 난과 자치어를 분리하였으며, 해부현미경(Nikon SMZ-10, Japan)을 이용하여 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였다. 조사기간 중 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 자치어의 생물 군집구조 분석을 위하여 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.

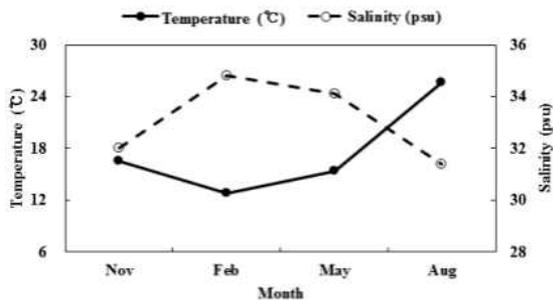
주요 우점종의 체장 조사를 위하여 개체수를 계수하였고, 각 자치어의 체장을 만능투영기로 0.1 mm까지 측정하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 이화학적 환경조사

울산 남부 연안의 표층 평균 수온 분포를 조사한 결과, 여름철인 8월에 25.8℃로 가장 높았고, 겨울철인 2월에 12.8℃로 가장 낮았다. 정점별 표층 수온은 8월에 St. 3에서 26.6℃로 가장 높았고, 2월에 St. 3에서 12.4℃로 가장 낮았다.

계절별 표층 염분은 2월에 34.8 psu로 가장 높았고, 8월에 31.4 psu로 가장 낮았다. 정점별 표층 염분은 8월에 St. 1에서 31.1 psu로 가장 낮았고, 2월에 St. 5에서 34.9 psu로 가장 높았다.



[Fig. 2] Seasonal variation of mean water temperature and salinity in coast of southern Ulsan from November 2010 to August 2011.

#### 2. 어류의 종조성

##### 1) 부유성 난

조사기간 중 채집된 부유성 난은 총 6개의 분류군으로, 멸치(*Engraulis japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 엘퉁이(*Maurolicus japonicus*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 동갈양태속

(*Repomucenus* spp.), 미동정(*Unknown* sp.) 난으로 분류되었다.

부유성 난은 총 8,103.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>이 출현하였고, 그 중 멸치가 3,505.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 전체 출현량의 43.3%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 엘퉁이가 2,206.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 27.2%, 청보리멸이 1,401.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 17.3%, 동갈양태속 어류가 662.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 8.2%, 미분류 난이 187.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 2.3%, 전어가 141.8 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 1.7%의 출현률을 보였다.

조사기간 중 출현하였던 부유성 난을 계절별 <Table 1> 및 정점별 <Table 2>로 나타내었다.

2010년 11월에는 3개의 분류군 1,002.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 이 중 멸치가 613.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 출현량의 61.2%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 엘퉁이가 347.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 34.6%, 미분류 난이 41.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 4.2%가 나타났다.

2011년 2월에는 3개의 분류군 139.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 가장 적은 출현량을 나타냈다. 그 중 엘퉁이가 76.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 54.4%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 멸치가 30.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 22.0%, 미분류 난이 33.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 23.6%가 나타났다.

2011년 5월에는 6개의 분류군 4,584.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 조사기간 중 가장 많은 출현량을 보였다. 이 중 멸치가 1,987.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 43.4%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 엘퉁이가 1,353.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 29.5%, 동갈양태속 어류가 642.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 14.0%가 나타났다.

2011년 8월에는 6개의 분류군 2,376.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 이 중 청보리멸이 976.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 출현량의 41.1%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 멸치가 872.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 36.7%, 엘퉁이가 430.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 18.1%가 나타났다.

<Table 1> Seasonal variation of abundance of fish eggs in coast of southern Ulsan from 2010 to 2011  
(unit:inds./1,000m<sup>3</sup>)

Species	2010		2011		Total	R.A
	Nov	Feb	May	Aug		
<i>Engraulis japonicus</i>	613.8	30.8	1,987.6	872.8	3,505.0	43.3
<i>Konosirus punctatus</i>			128.6	13.2	141.8	1.7
<i>Maurolicus japonicus</i>	347.0	76.0	1,353.0	430.0	2,206.0	27.2
<i>Sillago japonica</i>			424.6	976.8	1,401.4	17.3
<i>Repomucenus spp.</i>			642.4	19.8	662.2	8.2
Unknown spp.	41.8	33.0	48.4	63.8	187.0	2.3
Total	1,002.6	139.8	4,584.6	2,376.4	8,103.4	100.0
Number of species	3	3	6	6	6	

R.A, Relative Abundance

<Table 2> Abundance of dominant fish eggs species in each station in coast of southern Ulsan from 2010 to 2011  
(unit:inds./4,000m<sup>3</sup>)

Species	St. 1	St. 2	St. 3	St.4	St. 5	Total
<i>Engraulis japonicus</i>	348.6	435.6	716.9	815.1	1,188.8	3,505.0
<i>Konosirus punctatus</i>			25.4	44.3	72.1	141.8
<i>Maurolicus japonicus</i>	412.4		394.6	862.6	536.4	2,206.0
<i>Sillago japonica</i>		280.4		544.6	576.4	1,401.4
<i>Repomucenus spp.</i>		222.2		206.6	233.4	662.2
Unknown spp.	37.4	41.8	39.6	28.6	39.6	187.0
Total	798.4	980.0	1,176.5	2,501.8	2,646.7	8,103.4
Number of species	3	4	4	6	6	6

정점별로는 St. 5에서 2,646.7 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 가장 많이 출현하였고, 다음으로 St. 4에서 2,501.8 inds./4,000 m<sup>3</sup>, St. 3에서 1,176.5 inds./4,000 m<sup>3</sup>, St. 2에서 980.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>, St. 1에서 798.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하였다.

## 2) 자치어

조사기간 중 출현한 자치어는 총 5목 13과 22종으로, 멸치, 청어(*Clupea pallasii*), 엘통이, 볼락(*Sebastes inermis*), 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 쏨뱅이(*Sebastes marmoratus*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 미거지(*Liparis ingens*), 범돔(*Microcanthus strigatus*), 멍에돔(*Girella punctata*), 자리돔(*Chromis notata*), 까나리(*Ammodytes personatus*), 앞동갈베도라치

(*Omobranchus elegans*), 청베도라치(*Parablennius yatabei*), 두줄베도라치(*Petroscirtus breviceps*), 갈기베도라치(*Scartella cristata*), 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 그물코취치(*Rudarius ercodes*), 말취치(*Thamnaconus modestus*), 복섬(*Takifugu niphobles*)이었다.

농어목(Perciformes) 어류가 10개의 분류군으로 가장 많았고, 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 어류가 6개 분류군, 복어목(Tetraodontiformes) 어류가 3개 분류군, 청어목(Clupeiformes) 어류가 2개 분류군, 엘통이목(Stomiiformes) 어류가 1개 분류군이 출현하였다. 개체수는 청어목 어류가 1,089.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 가장 많이 출현하였다.

조사기간 중 출현한 자치어는 총 1,434.4

inds./4,000 m<sup>3</sup>였고, 이 중 멸치가 1,082.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 75.5%를 차지하여 가장 우점하는 종으로 나타났다. 다음으로, 까나리가 55.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 3.8%, 불락이 35.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 2.5%를 차지하여 우점하였다. 이들 3종이 차지한 비율은 전체 출현량의 81.8%를 차지하여 우점종으로 나타났다(<Table 3>).

<Table 3> Abundance of species of larvae and juveniles in coast of southern Ulsan

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

Species	2010		2011		Total	R.A
	Nov	Feb	May	Aug		
<i>Engraulis japonicus</i>	37.4		501.6	543.4	1,082.4	75.5
<i>Clupea pallasii</i>			6.6		6.6	0.5
<i>Maurolicus japonicus</i>		19.8			19.8	1.4
<i>Sebastes inermis</i>		13.2		22.0	35.2	2.5
<i>Sebastes schlegelii</i>				28.6	28.6	2.0
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	17.6				17.6	1.2
<i>Hexagrammos agrammus</i>		8.8			8.8	0.6
<i>Hexagrammos otakii</i>		4.4			4.4	0.3
<i>Liparis ingens</i>		2.2			2.2	0.2
<i>Microcanthus strigatus</i>			17.6	8.8	26.4	1.8
<i>Girella punctata</i>	4.4			13.2	17.6	1.2
<i>Chromis notata</i>				2.2	2.2	0.2
<i>Ammodytes personatus</i>		37.4	6.6	11.0	55.0	3.8
<i>Omobranchus elegans</i>			19.8		19.8	1.4
<i>Parablennius yatabei</i>			4.4		4.4	0.3
<i>Petroscirtes breviceps</i>	2.2			8.8	11.0	0.8
<i>Scartella cristata</i>				11.0	11.0	0.8
<i>Favonigobius gymnauchen</i>			24.2		24.2	1.7
<i>Acanthogobius flavimanus</i>			13.2		13.2	0.9
<i>Rudarius ercodes</i>				19.8	19.8	1.4
<i>Thamnaconus modestus</i>			8.8		8.8	0.6
<i>Takifugu niphobles</i>				15.4	15.4	1.1
Total	61.6	85.8	602.8	684.2	1,434.4	100.0
Number of species	4	6	9	11	22	

R.A, Relative Abundance

울산 남부 연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 변동

2010년 11월에는 3목 4과 4개 분류군, 61.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 전체 출현량의 4.29%를 차지하였다. 그 중 멸치가 37.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 60.71%를 차지하여 우점하였고, 솜뱅이가 17.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 28.57%, 벵에돔이 4.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 7.14%의 출현량을 보였다.

2011년 2월에는 3목 5과 6개 분류군, 85.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 전체 출현량의 5.98%를 차지하였다. 그 중 까나리가 37.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 43.59%를 차지하여 우점하였고, 엘퉁이가 19.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 23.08%, 볼락이 13.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 15.38%의 출현량을 보였다.

<Table 4> Abundance of the dominant species of larvae and juveniles for each station in coast of southern Ulsan from 2010 to 2011 (unit:inds./4,000m<sup>3</sup>)

Species	St. 1	St. 2	St. 3	St.4	St. 5	Total
<i>Engraulis japonicus</i>	114.4	211.2	211.2	292.6	253.0	1,082.4
<i>Clupea pallasii</i>		4.4				6.6
<i>Maurollicus japonicus</i>	4.4	6.6	4.4	4.4		19.8
<i>Sebastes inermis</i>			6.6	13.2	15.4	35.2
<i>Sebastes schlegelii</i>				6.6	22.0	28.6
<i>Sebastiscus marmoratus</i>				2.2	15.4	17.6
<i>Hexagrammos agrammus</i>	4.4	4.4				8.8
<i>Hexagrammos otakii</i>			2.2	2.2		4.4
<i>Liparis ingens</i>					2.2	2.2
<i>Microcanthus strigatus</i>	2.2	2.2	8.8		4.4	26.4
<i>Girella punctata</i>	2.2	6.6	6.6			17.6
<i>Chromis notata</i>					2.2	2.2
<i>Ammodytes personatus</i>	6.6	15.4	2		8.8	55.0
<i>Omobranchus elegans</i>		4.4			8.8	19.8
<i>Parablennius yatabei</i>					4.4	4.4
<i>Petroscirtes breviceps</i>	6.6					11.0
<i>Scartella cristata</i>					2.2	11.0
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	6.6				6.6	24.2
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		2.2			6.6	13.2
<i>Rudarius ercodes</i>	2.2	6.6				19.8
<i>Thamnaconus modestus</i>					4.4	8.8
<i>Takifugu niphobles</i>	4.4	4.4			6.6	15.4
Total	154.0	268.4	286.0	360.8	365.2	1,434.4
Number of species	10	11	12	12	16	22

2011년 5월에는 3목 7과 9개 분류군, 602.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 전체 출현량의 42.02%를 차지하였다. 그 중 멸치가 501.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 83.21%를 차지하여 우점하였고, 날개망둑이 24.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 4.01%, 앞동갈베도라치가 19.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 3.28%의 출현량을 보였다.

2011년 8월에는 4목 7과 11개 분류군, 684.2 inds./1,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 전체 출현량의 47.70%를 차지하였다. 그 중 멸치가 543.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 79.42%를 차지하여 우점하였고, 조피볼락이 28.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 4.18%, 볼락이 22.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>로 3.22%의 출현량을 보였다.

정점별로는 St. 1에서 5목 9과 16개 분류군, 154.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 가장 적은 출현량과 출현 종수를 보였고, 전체 출현량의 10.74%를 차지하였다. 이 중에서 멸치가 114.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 74.29%가 출현하여 가장 우점하였고, 다음으로 까나리, 두줄베도라치, 날개망둑이 각각 6.6 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 4.29%의 출현량을 보였다.

St. 2에서는 5목 10과 11개 분류군, 268.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 이 중에서 멸치가 211.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 78.69%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 까나리가 15.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 5.74%, 뽕에돔과 그물코취치가 각각 6.6 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 2.46%의 출현량을 보였다.

St. 3에서는 5목 9과 12개 분류군, 286.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 이 중에서 멸치가 211.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 73.85%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 범돔이 17.6 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 6.15%, 날개망둑과 그물코취치가 각각 11.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 3.85%의 출현량을 보였다.

St. 4에서는 5목 9과 12개 분류군, 360.8 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 이 중에서 멸치가 292.6 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 81.10%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 까나리가 15.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 4.27%, 볼락이 13.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>

로 3.66%의 출현량을 보였다.

St. 5에서는 4목 10과 16개 분류군, 365.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하였고, 이 중에서 멸치가 253.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>가 출현하여 69.28%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 조피볼락이 22.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 6.02%, 볼락이 15.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 4.22%의 출현량을 보였다.

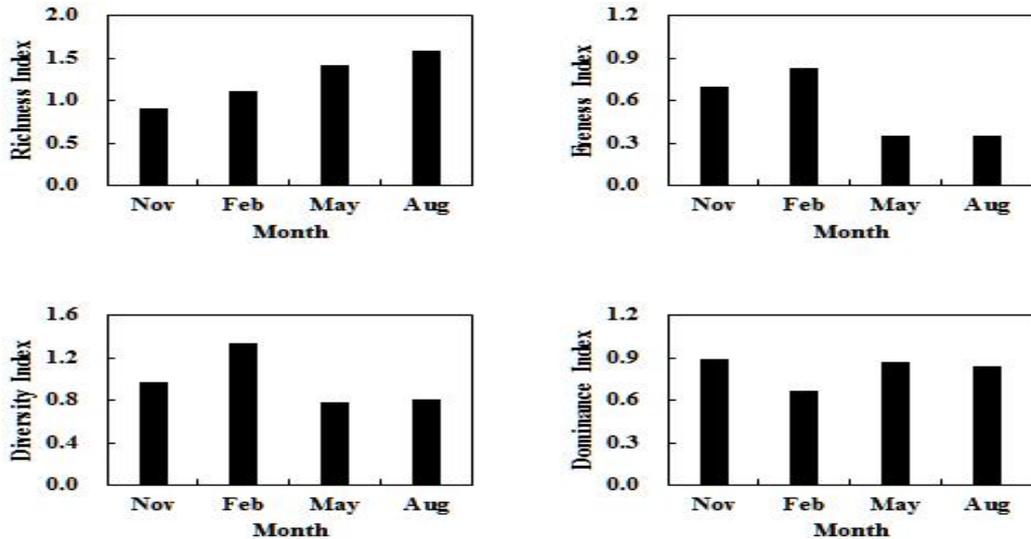
St. 5에서 365.2 inds./4,000 m<sup>3</sup>, 16종으로 가장 많은 출현량과 출현 종수가 나타났고, St. 4와 St. 3에서 각각 360.8 inds./4,000 m<sup>3</sup>, 286.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>이 출현하였으며, 12종씩 출현하였다. St. 2에서는 268.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>, 11종이 출현하였고, St. 1에서는 154.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>, 10종으로 가장 적은 출현량을 보였다. 22.0 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 6.02%, 볼락이 15.4 inds./4,000 m<sup>3</sup>로 4.22%의 출현량을 보였다.

### 3. 군집분석

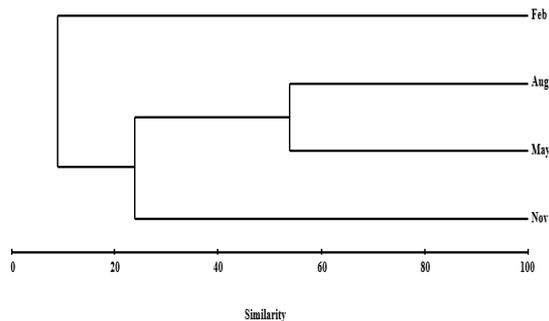
조사기간 중 출현했던 자치어의 군집구조를 나타내는 생물학적 특성의 풍부도, 균등도, 다양도, 우점도 지수를 나타내었다(Fig. 3). 풍부도 지수는 2010년 11월에 0.900으로 가장 낮게 나타났고, 2011년 8월에 1.580으로 가장 높게 나타났다. 균등도 지수는 2011년 8월에 0.353으로 가장 낮게 나타났고, 2011년 2월에 0.829로 가장 높게 나타났다. 다양도 지수는 2011년 5월에 0.778로 가장 낮게 나타났고, 2010년 11월에 0.968로 가장 높게 나타났다. 우점도는 2011년 2월에 0.667로 가장 낮게 나타났고, 2010년 11월에 0.893으로 가장 높게 나타났다.

### 4. 유사도분석

출현종수에 근거한 월별 유사도를 보면 2011년 5월과 8월에 멸치, 까나리 등이 유사어종으로 나타나 53.8%에 가까운 중간 유사성을 띄었고, 이외의 유사성은 모두 30.0% 미만으로 비교적 낮은 유사성이되었다.



[Fig. 3] Seasonal variation in richness, evenness, diversity, and dominance indices of larvae and juveniles in coast of southern Ulsan from November 2010 to August 2011.



[Fig. 4] Dendrogram based on the community similarity of each month by number of larvae and juveniles in coast of southern Ulsan.

#### IV. 고찰

이 연구는 울산 남부 연안에서 링네트를 이용하여 채집된 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 우점종을 연구하였다.

조사 해역의 수온 범위는 수온이 가장 낮은 2월에 12.4°C에서 수온이 가장 높은 26.6°C의 범위로 14.2°C의 차이를 보였고, 월성 주변 해역(Cha

et al., 1991)의 12.2~19.5°C, 고리 주변 해역(Kim et al., 1994)의 12.5~26.5°C, 울진 연안(Han and Kim, 2007)의 11.1~24.1°C, 울산만 주변(Kim et al., 1985)의 10.2~24.8°C와 약간의 차이를 보였으며, 고리 주변 해역(Kim et al., 1994)과 수온 범위가 비슷하였다.

조사 해역의 계절별 부유성 난 및 자치어의 출현량 <Table 1; Table 3>을 보면, 부유성 난과 자치어 모두 수온이 가장 낮은 2월에 가장 적은 개체수와 출현종수를 보였고, 수온이 가장 높은 8월에 가장 많은 개체수와 출현종수를 보였다. 11월과 5월을 비교했을 때, 11월에 수온이 약간 높았지만, 출현종수와 개체수는 5월에 더 많았다. 이는 다수의 어종이 수온이 낮아지는 가을보다 수온이 높아지는 봄철에 산란하는 것을 시사하고, 수온이 어류의 산란에 영향을 미친다는 것으로 판단된다.

울산만 주변(Kim et al., 1985)의 계절별 자치어의 출현을 보면 7월에 가장 많은 개체수가 출현하였고, 4월에 출현종수와 개체수가 가장 빈약하였다. 여름철에 가장 많은 개체수가 출현하는 것은 일치하였으나, 울산만 주변(Kim et al., 1985)

에서 2월에 까나리가 다량 출현하였으나, 본 조사에서 까나리 자치어의 개체수는 없었고, 부유성 난의 개체수에서 347.0 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 43.6%의 높은 출현량을 보였다. 본 조사에서 5월에 멸치의 자치어는 501.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 83.2%, 부유성 난은 1,987.6 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 43.4%의 높은 출현량을 보였으나, 울산만 주변(Kim et al., 1985)의 봄철 4월에 출현하지 않았다. 이런 결과는 멸치는 봄에서 초가을까지 긴 시간 동안 지속적으로 산란하는 어종으로 알려져 있으며(Kim and Lo, 2001; NFRDI, 2004), 최적 산란 수온은 15~20°C (Cha and Shim, 1988)이다. 울산만 주변(Kim et al., 1985)의 봄철 4월 수온은 11.5°C이었고, 본 조사의 5월 수온이 15.4°C로 지금까지 알려진 멸치의 최적 산란 수온과 비교적 비슷한 수온에서 출현하는 것으로 확인 되었다.

조사 해역의 정점별 부유성 난 및 자치어의 출현량 <Table 2; Table 4>을 보면, St. 1에서 가장 적은 개체수와 출현종수가 나타났고, St. 1에서 남쪽으로 멀어질수록 많은 개체수와 출현종수가 나타났다. 울산만 주변(Kim et al., 1985)의 정점별 자치어의 분포에서 St. 4를 제외한 St. 1~8의 개체량이 더 많은 것과 일치했다. 이 연구 해역의 서쪽에는 온산국가산업단지, 북쪽에는 울산용연공업단지, 울산석유 화학단지, 학남산업단지, 울산미포국가 산업단지가 있고, 온산항과 울산항이 위치하고 있어 선박의 잦은 출입, 주변 공단에서 배출되는 오폐수의 영향이 부유성 난 및 자치어의 출현에 영향을 미쳤을 것이라 생각된다.

울산 주변 해역 내에서 다른 시기에 링네트를 이용하여 수평으로 채집한 월성 주변 해역(Cha et al., 1991), 고리 주변 해역(Kim et al., 1994), 울진 연안(Han and Kim, 2007), 울산만 주변(Kim et al., 1985)과 비교 및 고찰하고자 한다.

울산 남부 연안에서는 2010년 11월부터 2011년 8월까지 5개의 정점에서 1 knot로 10분간 계절별로 이루어졌고, 링네트 (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm)를 사용하였다. 조사기간

중 출현한 자치어는 총 1,434.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 5목 13과 22개의 분류군으로 나타났으며, 우점종은 멸치, 까나리, 볼락, 조피볼락, 범돔이었다.

월성 주변 해역(Cha et al., 1991)은 1989년 11월부터 1990년 7월까지 10개의 정점에서 2 knots의 예망속도로 7~10분간 계절별로 이루어졌고, 링네트 (망구 직경 60 cm, 망목 333 μm)를 사용하였다. 조사기간 중 출현한 자치어는 총 339.9 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 21개의 분류군이 출현하였는데, 13개 분류군은 중 수준까지, 4개의 분류군은 속 수준까지, 4개의 분류군은 과 수준까지 동정하였다. 우점종은 멸치, 동갈양태속 어류, 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 조피볼락으로 나타났다.

고리 주변 해역(Kim et al., 1994)은 1991년 4월부터 1992년 1월까지 10개의 정점에서 1 knot로 10분간 계절별로 이루어졌고, 링네트 (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.54 mm)를 사용하였다. 조사기간 중 출현한 자치어는 총 702.8 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 15개의 분류군이었는데 이 중 12개 분류군은 중 수준까지, 3개의 분류군은 속 수준까지 동정하였다. 우점종은 멸치, 동갈양태속 어류, 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 조피볼락으로 나타났다.

울진 연안(Han and Kim, 2007)은 2002년 1월부터 10월까지 5개의 정점에서 1 knot로 10분간 계절별로 이루어졌고, 링네트 (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm)를 사용하여 이번 연구와 동일한 링네트를 사용하였다. 조사기간 중 출현한 자치어는 총 1,565.4 inds./1,000 m<sup>3</sup>, 7목 18과 25개의 분류군이 출현하였고, 그 중 22개 분류군은 중 수준까지, 1개의 분류군은 속 수준까지, 2개의 분류군은 과 수준까지 동정하였다. 우점종은 멸치, 조피볼락, 까나리, 미끈망둑(*Luciogobius guttatus*)으로 나타났다.

울산만 주변(Kim et al., 1985)은 1984년 2월부터 9월까지 17개의 정점에서 3 knots로 10분간 계절별로 이루어졌고, 링네트 (망구 직경 1 m, 망목 0.24 mm)를 사용하였다. 조사기간 중 출현한

자치어는 총 1,075 inds./1000 m<sup>3</sup>로 21과 24종의 분류군이 출현하였다. 우점종은 멸치, 앞동갈베도라치, 돛양태과(*Callionymidae*), 까나리, 볼락으로 나타났다.

다섯 개의 동해안 연구에서 출현종수, 출현개체수에서 많은 차이를 보였는데, 이는 조사시기와 예망 속도 및 시간이 다르고, 어구의 망목 등의 외부 요인의 차이로 인하여 달라졌을 것이라 생각된다. 또한, 모든 연구에서 멸치는 50% 이상을 차지하여 극우점종으로 나타났는데, 멸치는 우리나라 전 연안에 출현하는 전형적인 부어류로 (NFRDI, 2004), 높은 자원량을 차지할 뿐만 아니라, 작고, 많은 수의 난을 낳는 분리부성란을 다회 산란하는 종이기 때문인 것으로 판단된다 (Chyung, 1977).

까나리는 본 조사에서 전체 자치어의 3.8%로 차우점종으로 나타났고, 특히 2월에서 최우점종으로 나타났다. 울산만 주변(Kim et al., 1985)에서 2월에 5.0~11.6℃의 수온에서 자치어가 출현한 결과와 일치 하였으며, 까나리는 수온이 낮은 겨울에 다량 산란 하는 것으로 확인 되었다.

엘통이의 부유성 난이 27.2%로 차우점종으로 나타났고, 연중 출현하였지만 5월에 가장 많은 자원량을 보였다. 이 종은 난류성 어류이며, 자치어의 출현시기가 울진에서 4월, 영일만에서 5월에 출현(NFRDI, 2011)과 일치했다. 원양 회유성 어류(Chyung, 1977)인 엘통이의 난의 출현은 고리 주변 해역(Kim et al., 1994)에서 비교적 외해쪽에서 출현량이 높았는데, 월성 주변 해역(Cha et al., 1991)도 마찬가지로 주로 연안으로 접근하지 않고, 대마 난류의 영향을 받는 외해쪽에서 산란한다. 엘통이는 동해 서남부해 수심 100~200m에 자원량이 매우 높은 종이며, 대마난류수역에서 출현하는 대표종(Hattori, 1964)이기는 하나, 조사해역이 연안과 비교적 가까운 것을 보아 동해 서남부 해역의 표층에서 이 종의 발견은 저층냉수의 용승 때문인 것으로 생각된다.

울산만 주변(Kim et al., 1985)과 비교해서 전체

적 수온 변화로 볼 때 수온이 점점 상승하는 것을 보였고, 이는 어류의 난과 자치어의 출현에 영향을 미쳤을 것이라 생각된다. 여름철에 가장 많은 개체수가 출현하는 것을 일치하였으나, 과거에는 봄철 개체수가 가장 적었고, 본 조사에서는 겨울철 개체수가 가장 적었다. 멸치는 과거에는 여름에만 자치어가 다량 출현하지만, 겨울을 제외한 연중 다량 출현하며, 까나리는 과거에는 겨울에만 자치어가 극우점 하지만, 봄과 여름에도 출현 한 점에서 차이가 있었다. 정점의 개수와 지리적 위치에 따라 총 개체수의 변화는 확인 못하였지만, 본 조사해역에서 St. 1에서 남쪽으로 멀어질수록 많은 개체수와 종수가 출현한다는 것을 확인하였다.

일반적으로 자치어를 포함하는 부유생물은 해류 및 해양환경의 특성에서 따라 다른 분포를 보이는데, 이러한 해양생태계의 변화가 기후변동의 결과인지, 외부 요인에 의한 결과인지 파악하기 위해서 향후 지속적인 부유성 난 및 자치어의 자원 조사가 필요하다고 생각되며, 표층만 채집할 경우 이 연구와 같이 특정 어종이 극우점할 수 있으므로 다양한 수심에서의 연구가 필요할 것이라 생각된다.

## References

- Cha SS and Park KJ(1991). Spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the Mankyong-Dongjin estuary. Korean J Ichthyol 26, 47~58.
- Cha SS and Park KJ(1994). Distribution of the ichthyoplankton in Kwangyang bay. Korean J Ichthyol 6, 60~70.
- Cha SS and Shim JH(1988). Seasonal variation of the pelagic fish egg community in the mid-east coastal waters of the Yellow sea. Ocean Sci J 23, 184~193.
- 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.

- Chun YY, Hwang SJ, Hur YH and Han KH(2004). Characteristics of the distribution of ichthyoplankton along the eastern coast of Korea. *J Korean Soc Fihs Res* 6, 33~45.
- 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.
- Han KH and Kim DG(2007). Quantitative variation and species composition of ichthyoplankton in coastal waters of Uljin, Korea. *Korean J Ichthyol* 19, 332~342.
- Han KH, Hong JS, Kim YS, Jeon KA, Kim YS, Hong BK and Hwang DS(2003). Species composition and seasonal variations of ichthyoplankton in coastal waters of Yeongil bay, Korea. *Korean J Ichthyol* 15, 87~94.
- Han KH, Kim DY, Jin DS, Shin SS, Baik SR and Oh SH(2001). Seasonal variation and species composition of ichthyoplankton in Suncheon Bay, Korea. *Korean J Ichthyol* 13, 136~142.
- Han KH, Shin YH and Hwang DS(2002). Seasonal variations in species composition of Ichthyoplankton of Kohung Peninsula, Korea. *Korean J Ichthyol* 14, 45~52.
- Han KH(1999). Distribution of ichthyoplankton in the off bogil island in Wando, Korea. *Bull Fish Sci Yosu Nat'l Univ* 14, 547~552.
- Hattori S(1964). Studies on fish larvae in the Kuroshio and adjacent waters. *Bull Tokai Reg Fish Res Lab* 40, 158.
- Hempel G(1979). Early life history of marine fish: The egg stage. Univ of Washington Press, Washington, U.S.A., 70.
- Kim DJ(1998). Seasonal variation of species composition of demersal fish of Kori. Master Thesis, Pukyung University, Busan, Korea.
- Kim JK and Ryu JH(2017). Distribution map of sea fishes in Korea. Mapledesign, Busan, Korea, 365.
- Kim JM, Yoo JM, Huh HT, and Cha SS(1985). Distribution of Fish Larvae in the Ulsan Bay and its Adjacent Water, Korea. *Ocean Research* 7, 15~22.
- Kim JY and Lo N(2001). Temporal variation of seasonality of egg production and the spawning biomass of Pacific anchovy, *Engraulis japonicus*, in the southern waters of Korea in 1983-1994. *Fish Oceanogr*, 10, 297~310.
- Kim SA(1991). Fisheries resource assessment theory. Useongmunhwasa. Seoul, Korea, 75.
- Kim YU, Han KH and Kang CB(1994). Distribution of ichthyoplankton in Asan Bay, Korea. *Bull Korean Fish Soc* 27, 620~632.
- Kim YU, Han KH, Kang CB and Kho JR(1994). Distribution of Ichthyoplankton in Korea, Korea. *Bull Korean Fish Soc* 27, 633~642.
- Kim YU(1981). Fish eggs and larvae of the coastal waters in Korea. The Ocean Science Institute of National Fisheries University of Busan, Busan, Korea, 1~109.
- Lee DK, Kwon JI and Hahn SB(1998). The wind effect on the cold water formation near Gampo-Ulgi coast. *J Korean Fish Soc* 31, 359~371.
- Nelson JS(2007). Fishes of the world 4th ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., 624.
- NFRDI(2004). Commercial Fishes of the Coastal and Offshores Waters in Korea. 333.
- NFRDI(2011). An Identification Guide for Fish Eggs, Larvae and Juveniles of Korea. 350.
- Okiyama M(2014). An atlas of the early stage fishes in Japan, second edition. Tokai University Press, Kanagawa, Japan, 1639.
- Pang IC, Kim TH, Matsuno T and Rho HK(1993). On the origin of the Tsushima Current ( I ): Barotropic case. *Korean J Fish Aquat Sci* 26, 580~593.
- 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 Technical paper, 100.

- 
- Received : 31 July, 2018
  - Revised : 17 August, 2018
  - Accepted : 07 September, 2018