

울진 연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 양적변동

한 경 호* · 김 동 기

전남대학교 수산해양대학 해양기술학부

Quantitative Variation and Species Composition of Ichthyoplankton in Coastal Waters of Uljin, Korea

Kyeong-Ho Han* and Dong-Gi Kim

Division of Fisheries and Ocean Sciences, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

Species composition and quantitative and body length composition of the ichthyoplankton were investigated by samples collected from the coastal waters of uljin in January, April, July and October, 2002. During the study, the collected fish eggs were identified as belonging to 7 taxa. The most of dominant species *Engraulis japonicus*, were accounted for 38.34% of the total fish eggs, followed by *Sillago sihama* (25.84%). The collected larvae and juveniles were identified into 25 taxa, 18 families, 7 orders. The dominant species *Engraulis japonicus* accounted for 90.46% of the total larvae and juveniles, followed by *Sebastes schlegeli* 2.04%. These 2 taxa constituted 92.50% of the total collected larvae and juveniles. The diversity index of species per months of the collected juveniles the coastal water of Uljin, 2002 was 0.0878~2.3855 and the evenness index was 0.0451~0.9300. in case of dominance index was 0.3000~0.9914 against the evenness index. The analyzed species diversity index by the each stations was 0.3035~0.7440 and the dominance index was 0.8919~0.9669 against the species diversity index. The similarity of community structure per season was very high because of the relative difference (0.010), which was the least in Summer and Fall. In addition, the community structure was very similar in state 1 and state 4 out of each stations because the relative difference was the least, 0.139.

Key words : Ichthyoplankton, coastal water of Uljin, egg, larvae, juveniles

서 론

우리나라 동해에 위치한 울진은 동해와 동중국해에 연결되는 해류와 수괴가 상존하며, 연안수의 세력에 영향을 받는 곳으로 다양한 종류의 어류가 서식, 분포하는 어장이다.

동해 연안은 해안선이 단조롭고 저질이 모래로 이루어져 있으며, 여름철에는 쿠로시오 난류의 영향을 받지만 겨울에는 북한 한류의 영향을 받아 계절에 따라 이 두 수괴에 서식하는 어류가 다른 조성을 보일 것으로 예상된다 (Hwang *et al.*, 1997).

또한 계절과 기상예 따라 수온전선의 위치가 바뀌고 저층수의 용승현상 및 냉수대 현상이 수시로 나타나고 있다. 이처럼 동해 특유의 해양환경을 보이고 있어 연안

*Corresponding author: aqua05@chonnam.ac.kr

정착성어류와 함께 계절별로 해류를 따라 회유해 오는 회유성 어족 및 산란기에 심해를 왕래하는 어종을 포함하여 다양한 어류상이 분포한다(Han *et al.*, 2002).

어류는 난에서 부화하여 자어와 치어를 거쳐 성어가 된다. 일반적으로 연급군의 강도는 초기 발육단계의 기아나 포식 정도에 의해 결정된다. 그러므로 성장초기에는 사망률이 매우 높고, 환경의 영향을 많이 받기 때문에 성어로 가입되는 양은 해황 및 환경변화에 따라 매년 변화하는 것이다(Hjort, 1926; Saville and Schnack, 1981). 따라서 초기 감모율이 높은 난기와 자치어의 종조성 및 출현량 변동은 성어의 가입량 변동을 예측하기 위한 기초 자료로 매우 중요하다.

우리나라에서 1970년대 이후 부유성 난 및 자치어 분포에 관한 연구는 한국근해에 있어서 난, 자치어(Lim *et al.*, 1970), 제주도 북방함덕 연안(Go *et al.*, 1991), 월성 주변 해역(Cha *et al.*, 1991), 여자만(Yoo *et al.*, 1993), 남해창선 해협(Kim, 1983), 광양만(Cha and Park, 1994), 한국 동해남부 해역(Kim and Kang, 1995), 광양만 묘도 해역(Han *et al.*, 1998), 완도 보길도 연안(Han, 1999) 및 여수 가막만 연안(Han, 1999) 등 주로 만이나 부분적인 연안과 해역을 중심으로 이루어지고 있다.

따라서 이 연구는 울진연안 해역에서 생산되는 수산 자원의 안정성과 지속 가능성을 위한 어류의 자원생물학적 연구 일환으로 어류의 부유성 난 및 자치어의 종조성을 밝히고, 이들 중의 계절적 양적 변동, 우점도 및 종 다양성 지수를 구하여 어류 군집구조 특성을 밝히고자 한다.

재료 및 방법

이 연구는 경상북도 울진 연안에 위치한 5개 정점(Fig. 1)에서 2002년 1월부터 10월까지 계절별(1월, 4월, 7월, 10월)로 총 4회에 걸쳐 만조시 연구를 실시하였다.

1. 환경

정점별 환경 특성을 파악하기 위하여 T-S meter (Hydro-bios, type MC 5)기를 사용하여 수심 1m의 표층 수온과 염분을 측정하였다.

2. 종조성 및 양적변동

부유성 난과 자치어의 채집은 RN 80 Net (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm)를 사용하였고, 정량적 분석을 위하여 네트의 입구에 유량계(General ocean-

ics. Inc.)를 부착하였으며, 예망속도는 약 1 Knot로 10분간 예망하였다.

채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson(1977)에 따랐으며, 채집한 표본은 선상에서 10% 중성 포르말린으로 고정된 후 실험실에서 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였고, 월별로 출현종수, 개체수(1,000 m³당)를 산출하여 양적인 변동을 비교하였다.

어획된 종의 분류는 Kim(1981)과 Okiyama(1988)에 따랐고, 분류체계 및 학명은 Nelson(1994)과 Kim and Kim(1997)에 따랐다.

채집된 자치어를 월별로 출현종수, 개체수(1,000 m³당)를 산출하여 양적인 변동을 비교하였다.

3. 생태학적 지수

군집의 특성을 설명하는 생태지수는 종 다양도(Shannon and Wiener, 1963), 우점도(Simpson, 1949) 및 균등도(Pielou, 1966) 지수를 계절별, 정점별로 구하였다. 유사도는 Rescaled Distance Cluster Combine(Pianka, 1966)으로 중복도 공식을 이용하여 거리를 구한 다음 가중평균 결합법에 의해 수지도(Dendrogram)를 작성하였다.

각 지수의 계산식은 다음과 같았다.

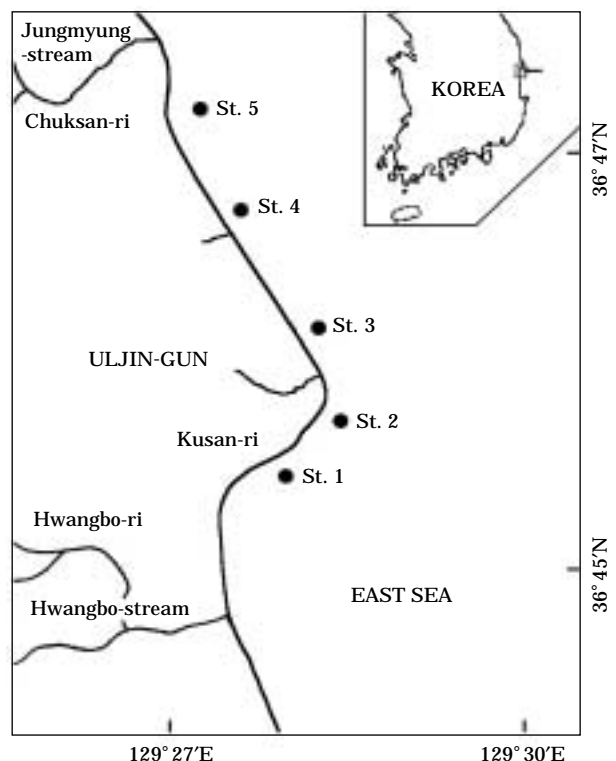


Fig. 1. Map showing the sampling area in coastal waters of Uljin, Korea.

종 다양도 (Diversity): $H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$

P: i번째 種의 점유율

우점도 (Evenness): $\frac{Y_1+Y_2}{P}$

Y: 총개체수

Y₁: 첫 번째 우점종의 개체수

Y₂: 두 번째 우점종의 개체수

균등도 (Dominance): $J = \frac{H'}{\ln(S)}$

유사도 (Similarity): $A_{ij} = \frac{\sum (Iih \times Pjh)}{\sqrt{\sum (Iih^2 \times Pjh^2)}}$

i, j: 비교하고자 하는 2개의 종

h: 각각의 달

p: 1년 동안 채집된 한 종의 총 개체수에 대한 어느 특정한 달에 채집된 개체의 비율

결 과

1. 환경

1) 수온

이 연구해역의 표층 수온은 1월에 평균 11.6°C로 가장 낮았고, 4월에 평균 12.5°C로 다소 상승하였으며, 7월에는 평균 22.8°C로 가장 높게 나타났다. 10월에는 평균 21.4°C로 다시 하강하기 시작하였다.

1월은 정점 1에서 11.1°C로 가장 낮았고, 7월은 정점 4에서 24.1°C로 가장 높았다 (Table 1).

2) 염분

연구 해역의 계절별 염분 분포는 정점 1에서 32.1~34.8‰로 7월에 32.1‰로 가장 낮았고, 1월에 34.8‰로 가장 높았다. 정점 2에서는 32.3~34.8‰로 7월에 32.3‰로 가장 낮았고, 1월에 34.3‰로 가장 높았다.

정점 3에서는 33.5~34.6‰로 10월에 33.5‰로 가장 낮았고, 1월에 34.6‰로 가장 높았다. 정점 4에서는 32.5~35.0‰로 7월에 32.5‰로 가장 낮았고, 1월에 35.0‰로 가장 높았다. 정점 5에서는 32.6~34.1‰로 10월에 32.6‰로 가장 낮았고, 4월에 34.1‰로 가장 높았다 (Table 2).

2. 출현종의 종조성 및 양적변동

1) 부유성 난

출현한 부유성 난은 총 7개 분류군, 1,194.7 ind./1,000 m³이 출현하여 멸치 (*Engraulis japonicus*), 보리멸 (*Sillago sihama*), 까나리 (*Ammodytes personatus*), 참가자미속 어류 (*Limanda* sp.), 정어리 (*Sardinops melanostictus*), 앨통이 (*Maurolicus muelleri*) 및 기타 난 등으로 분류되었다.

부유성 난의 출현량을 보면, 멸치의 난이 458.1 ind./

Table 1. Surface water temperature (°C) in coastal waters of Uljin, Korea in 2002

Month	Stations					Mean
	1	2	3	4	5	
January	11.1	11.9	11.2	11.6	12.1	11.6
April	12.9	12.8	12.6	12.2	12.0	12.5
July	22.2	22.9	22.6	24.1	22.0	22.8
October	22.5	21.8	20.9	21.4	20.3	21.4

Table 2. Surface water salinity (‰) in coastal waters of Uljin, Korea in 2002

Month	Stations					Mean
	1	2	3	4	5	
January	34.8	34.3	34.6	35.0	32.8	34.3
April	33.7	33.9	34.5	34.5	34.1	34.1
July	32.1	32.3	33.8	32.5	32.8	32.7
October	33.4	33.2	33.5	33.3	32.6	33.2

Table 3. Mean abundance of fish eggs in coastal waters of Uljin, Korea in 2002

(ind./ 1,000 m³)

Species	Month				Total	Abundance (%)
	Jan.	Apr.	Jul.	Oct.		
<i>Engraulis japonicus</i>	—	43.3	414.8	—	458.1	38.34
<i>Sardinops melanostictus</i>	—	6.8	—	—	6.8	0.57
<i>Ammodytes personatus</i>	59.3	—	—	—	59.3	4.96
<i>Limanda</i> sp.	4.4	—	—	—	4.4	0.37
<i>Maurolicus muelleri</i>	—	6.6	—	—	6.6	0.55
<i>Sillago sihama</i>	—	—	308.7	—	308.7	25.84
Unknown spp.	7.8	5.9	259.8	77.3	350.8	29.36
Total	71.5	62.6	983.3	77.3	1,194.7	100.00
Number of species	3	4	3	1	7	

Table 4. Mean abundance of fish eggs in coastal waters of Uljin in January (ind./ 1,000 m³)

Species	Station					Total	Abundance (%)
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5		
<i>Ammodytes personatus</i>	10.2	9.5	7.6	11.6	20.4	59.3	82.94
<i>Limanda</i> sp.	–	1.2	0.9	–	2.3	4.4	6.15
Unknown spp.	1.6	2.0	–	0.6	3.6	7.8	10.91
Total	11.8	12.7	8.5	12.2	26.3	71.5	100.00
Number of species	2	3	2	2	3	3	

Table 5. Mean abundance of fish eggs in coastal waters of Uljin in April (ind./ 1,000 m³)

Species	Station					Total	Abundance (%)
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5		
<i>Engraulis japonicus</i>	10.2	2.9	4.0	11.9	14.3	43.3	69.17
<i>Sardinops melanostictus</i>	0.9	1.8	–	1.4	2.7	6.8	10.86
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	0.8	–	2.3	2.1	1.4	6.6	10.54
Unknown spp.	0.1	–	1.6	1.8	2.4	5.9	9.43
Total	12.0	4.7	7.9	17.2	20.8	62.6	100.00
Number of species	4	2	3	4	4	4	

Table 6. Mean abundance of fish eggs in coastal waters of Uljin in July (ind./ 1,000 m³)

Species	Station					Total	Abundance (%)
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5		
<i>Engraulis japonicus</i>	9.2	59.7	143.0	85.3	117.5	414.8	42.18
<i>Sillago sihama</i>	70.2	61.9	54.2	48.0	74.4	308.7	31.39
Unknown spp.	56.6	53.4	18.1	69.0	62.7	259.8	26.42
Total	136.0	175.0	215.0	202.0	255.0	983.3	100.00
Number of species	3	3	3	3	3	3	

1,000 m³으로 연구기간 중 전체 출현량에 38.34%를 차지하여 가장 우점하는 종으로 나타났으며, 다음으로 보리멸의 난이 308.7 ind./1,000m³로 25.84%, 까나리의 난이 59.3 ind./1,000m³로 4.96%, 미분류된 난이 350.8 ind./1,000 m³로 29.36%로 나타났으며, 그 외의 난은 1% 미만의 출현률을 보였다(Table 3).

월별 출현량을 보면 1월에 총 71.5 ind./1,000 m³의 출현량을 보였고, 그 중 까나리의 난이 59.3 ind./1,000 m³로 1월 출현량의 82.94%를 차지하여 최우점하였다(Table 4).

4월에는 총 62.6 ind./1,000 m³가 출현하였으며, 이 중 멸치 난이 43.3 ind./1,000 m³으로, 전 출현량의 69.17%를 차지하여 최우점하였다(Table 5).

7월에는 총 983.3 ind./1,000 m³이 출현하였으며, 이 중 멸치가 414.8 ind./1,000m³으로 전 출현량의 42.18%를 차지하였고, 보리멸이 308.7 ind./1,000 m³로 전 출현량의 31.39% 차지하였다(Table 6).

10월에는 총 77.3 ind./1,000 m³이 출현하였으나, 모든

난들이 미분류 난이었다.

정점별 출현량은 1월에 까나리와 참가자미속 어류, 기타 난이 출현하였고, 까나리 난은 모든 정점에서 출현하였으며, 참가자미속 어류는 정점 2, 3, 5에서 출현하였다(Table 4).

4월에는 모든 정점에서 멸치 난이 출현하였고, 정어리는 정점 3을 제외한 정점에서 출현하였으며, 앨퉁이와 기타 난은 정점 2를 제외한 정점에서 출현하였다. 정점별 출현종 중 모든 정점에서 멸치가 우점하였다(Table 5).

7월에서는 멸치와 보리멸, 기타 난이 모든 정점에서 출현하였고, 1월과 4월에 출현하였던 까나리와 참가자미속 어류, 정어리, 앨퉁이의 난은 출현하지 않았으며, 멸치 난이 정점 3, 4, 5에서 각각 143.1 ind./1,000 m³, 85.3 ind./1,000 m³, 117.5 ind./1,000 m³로 우점하였다(Table 6).

4월, 7월에서 멸치의 난이 출현하였으나, 10월에서는 출현하지 않았고, 4월에는 출현종이 가장 많았으며, 7월에는 출현량이 가장 많았다.

Table 7. Mean abundance of larvae and juveniles in coastal waters of Uljin, Korea in 2002 (ind./ 1,000 m³)

Species	Month				Total	Abundance (%)
	Jan.	Apr.	Jul.	Oct.		
<i>Engraulis japonicus</i>	—	519.2	893.9	2.8	1,415.9	90.46
<i>Sillago sihama</i>	—	—	3.4	—	3.4	0.22
<i>Scomber japonicus</i>	—	—	1.8	—	1.8	0.11
<i>Chromis notatus</i>	—	—	1.4	3.9	5.3	0.34
<i>Petroscirtes breviceps</i>	—	—	1.3	3.8	5.1	0.33
<i>Scorpaenidae</i> sp.	—	—	2.2	—	2.2	0.14
<i>Rudarius ercodes</i>	—	—	1.1	2.7	3.8	0.24
<i>Trachinocephalus myops</i>	—	—	—	1.2	1.2	0.08
<i>Labracoglossa argentiventris</i>	—	—	—	1.0	1.0	0.06
<i>Lophiomus setigerus</i>	—	—	—	1.1	1.1	0.07
<i>Microcanthus strigatus</i>	—	—	—	6.2	6.2	0.40
<i>Girilla punctata</i>	—	—	—	1.6	1.6	0.10
<i>Pomacentridae</i>	—	—	—	4.9	4.9	0.31
<i>Takifugu niphobles</i>	—	—	—	6.4	6.4	0.41
<i>Scartella cristata</i>	—	—	—	5.2	5.2	0.33
<i>Ammodytes personatus</i>	23.8	—	—	—	23.8	1.52
<i>Hexagrammos agrammus</i>	5.3	—	—	—	5.3	0.34
<i>Hexagrammos otakii</i>	5.9	—	—	—	5.9	0.38
<i>Sebastes pachycephalus</i>	4.3	3.6	—	—	7.9	0.50
<i>Liparis tessellatus</i>	5.6	—	—	—	5.6	0.36
<i>Arctoscopus japonicus</i>	3.5	—	—	—	3.5	0.22
<i>Limanda yokohamae</i>	5.5	—	—	—	5.5	0.35
<i>Sebastes schlegeli</i>	—	32.0	—	—	32.0	2.04
<i>Luciogobius guttatus</i>	—	9.6	—	—	9.6	0.61
<i>Urocampus nanas</i>	—	—	—	1.2	1.2	0.08
Total	53.9	564.4	905.1	42.0	1,565.4	100.00
Number of species	7	4	7	13	25	

3. 자치어의 종조성 및 양적변동

1) 종조성

(1) 계절별

연구기간 동안 출현한 자치어는 총 7목 18과 25개의 분류군이 출현하였고, 그 중 22개 분류군은 종 수준까지, 1개 분류군은 속 수준까지, 2개 분류군은 과 수준까지 동정되었다(Table 8).

청어목 (Clupeiformes), 멸치과 (Engraulidae)에 속하는 멸치가 연구기간 동안 출현한 자치어의 90.46%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 썸벵이목 (Scorpaeniformes), 양볼락과 (Scorpaenidae)에 속하는 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*)이 2.04%를 차지하였으며, 이들 2종이 전체 출현량의 92.50%를 차지하여 나머지 23종들에 비해 우점하는 종들이었다.

월별 출현 양상을 보면 1월에 3목 6과 7종의 자치어가 출현하였고, 출현종 중 까나리가 23.8 ind./1,000 m³ 출현하여 1월 전체 출현량의 44.15%를 차지하였고, 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*)가 5.9 ind./1,000 m³ 출현하

여 10.96%를 차지하였으며, 물메기 (*Liparis tessellatus*)가 5.6 ind./1,000 m³ 출현하여 10.39%를 차지하였다.

4월에는 3목 3과 4종의 자치어가 출현하여 연중 가장 적은 출현종수를 보였고, 출현량의 경우에는 564.4 ind./1,000 m³ 출현하여 많은 개체수를 보였다. 그 중 멸치가 519.2 ind./1,000 m³ 출현하여 전체 출현량의 91.99%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 조피볼락이 32.0 ind./1,000 m³ 출현하여 5.67%를 차지하였다.

7월에는 4목 7과 7종이 출현하였고, 출현량은 905.1 ind./1,000 m³로 연구 기간 중 가장 많은 개체가 출현하였다. 출현종은 멸치가 893.9 ind./1,000 m³ 출현하여 7월 출현량의 98.76%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 보리멸이 3.4 ind./1,000 m³ 출현하여 0.38%를 차지하였다.

10월에는 6목 9과 13종이 출현하여 연중 가장 다양한 자치어가 출현하였다. 그 중 복섬 (*Takifugu niphobles*)이 6.4 ind./1,000 m³ 출현하여 10월 출현량의 15.24%를 차지하여 가장 우점하였고, 다음으로 범돔 (*Microcanthus strigatus*)이 6.2 ind./1,000 m³ 출현하여 14.76%, 갈기베도라치 (*Scartella cristata*)가 5.2 ind./1,000 m³ 출현하여

12.38%를 차지하여 우점하였다.

(2) 정점별

자치어의 정점별 출현종은 정점 1에서 4목 10과 12종의 자치어가 출현하여 가장 많은 종이 나타났다. 그 중 멸치가 205.8 ind./1,000 m³ 출현하여 출현량의 83.93%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 조피볼락이 11.1 ind./1,000 m³ 출현하여 4.53%를 차지하였으며, 물메기가 5.6 ind./1,000 m³ 출현하여 2.28%를 차지하였다.

정점 2에서는 5목 10과 11종이 출현하였으며, 그 중 멸치가 376.9 ind./1,000 m³로 출현량의 94.69%로 최우점하였고, 다음으로 개볼락 (*Sebastes pachycephalus*)이 5.2 ind./1,000 m³ 출현하여 1.31%, 도루묵 (*Arctoscopus japonicus*)이 3.5 ind./1,000 m³ 출현하여 0.88%를 차지하였다.

정점 3에서는 5목 8과 10종이 출현하였고, 그 중 멸치가 174.5 ind./1,000 m³가 출현하여 90.46%로 최우점하였으며, 다음으로 쥐노래미가 4.9 ind./1,000 m³ 출현하여 2.54%, 범돔과 복섬이 각각 2.4 ind./1,000 m³ 출현하여

1.24%를 차지하였다.

정점 4에서는 4목 8과 11종의 자치어가 출현하였고, 그 중 멸치가 362.9 ind./1,000 m³ 출현하여 88.55%를 차지하여 가장 우점하였으며, 다음으로 조피볼락이 20.9 ind./1,000 m³ 출현하여 5.10%, 까나리가 10.1 ind./1,000 m³ 출현하여 2.46%를 차지하였다.

정점 5에서는 4목 7과 9종의 자치어가 출현하여 가장 적은종이 나타났으며, 그 중 멸치가 295.8 ind./1,000 m³로 출현량의 92.58%를 차지하여 최우점하였고, 다음으로 까나리가 8.3 ind./1,000 m³ 출현하여 2.59%를 차지하였다 (Table 8).

2) 양적변동

자치어의 출현량은 수온이 낮은 1월에 53.9 ind./1,000 m³ 출현하여 연중 출현량에 3.44%로 나타났고, 수온이 상승하기 시작한 4월에는 564.4 ind./1,000 m³의 자치어가 출현하여 전체 출현량의 36.06%로 나타났으며, 1월에 비하여 출현량이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있었다.

여름철인 7월에는 905.1 ind./1,000 m³ 출현하여 전체

Table 8. The list and individual numbers of fish larvae and juveniles collected at each station in coastal waters of Uljin, Korea in 2002 (ind./1,000 m³)

Species	Station					Total	Abundance (%)
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5		
<i>Engraulis japonicus</i>	205.8	376.9	174.5	362.9	295.8	1,415.9	90.45
<i>Sillago sihama</i>	1.1	-	-	-	2.3	3.4	0.22
<i>Scomber japonicus</i>	-	1.8	-	-	-	1.8	0.11
<i>Chromis notatus</i>	-	1.4	-	1.5	2.4	5.3	0.34
<i>Petroscirtes breviceps</i>	1.7	1.3	1.0	1.1	-	5.1	0.33
<i>Scorpaenidae sp.</i>	-	-	-	2.2	-	2.2	0.14
<i>Rudarius ercodes</i>	1.6	1.1	1.1	-	-	3.8	0.24
<i>Trachinocephalus myops</i>	-	-	-	-	1.2	1.2	0.08
<i>Labracoglossa argentiventris</i>	-	1.0	-	-	-	1.0	0.06
<i>Lophiomus setigerus</i>	-	1.1	-	-	-	1.1	0.07
<i>Microcanthus strigatus</i>	2.3	1.5	2.4	-	-	6.2	0.40
<i>Girlla punctata</i>	1.6	-	-	-	-	1.6	0.10
<i>Pomacentridae</i>	-	-	1.1	2.8	1.0	4.9	0.31
<i>Takifugu niphobles</i>	2.8	-	2.4	1.2	-	6.4	0.41
<i>Scartella cristata</i>	-	-	1.9	-	3.3	5.2	0.33
<i>Ammodytes personatus</i>	5.4	-	-	10.1	8.3	23.8	1.52
<i>Hexagrammos agrammus</i>	-	3.2	2.1	-	-	5.3	0.34
<i>Hexagrammos otakii</i>	-	-	4.9	1.0	-	5.9	0.38
<i>Sebastes pachycephalus</i>	2.0	5.2	-	0.7	-	7.9	0.50
<i>Liparis tessellatus</i>	5.6	-	-	-	-	5.6	0.36
<i>Arctoscopus japonicus</i>	-	3.5	-	-	-	3.5	0.22
<i>Limanda yokohamae</i>	-	-	1.5	-	4.0	5.5	0.35
<i>Sebastes schlegeli</i>	11.1	-	-	20.9	-	32.0	2.04
<i>Luciogobius guttatus</i>	4.2	-	-	5.4	-	9.6	0.61
<i>Urocampus nanas</i>	-	-	-	-	1.2	1.2	0.08
Total	245.2	398.0	192.9	409.8	319.5	1,565.4	100.00
Number of species	12	11	10	11	9	25	

출현량의 57.82%로 가장 높게 나타나, 연중 최고치의 출현량을 보였으며, 봄철인 4월에 비하여 출현종수와 출현량이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있었다.

가을철인 10월에는 수온이 하강하여 출현량은 42.0 ind./1,000 m³ 출현하였고, 전체 출현량의 2.68%를 차지하였으며, 연중 가장 낮은 출현량을 보여 여름철인 7월에 비하여 출현종수는 증가 한 것을 볼 수 있었다.

계절별 출현한 자치어를 종별로 살펴보면 봄철에는 총 4종이 출현하였고, 그 중 멸치가 519.2 ind./1,000 m³ 출현하여 출현량의 91.99%를 차지하여 최우점하였으며, 다음으로 조피볼락이 32.0 ind./1,000 m³ 출현하여 5.67%, 미끈망둑 (*Luciogobius guttatus*)이 9.6 ind./1,000 m³ 출현하여 1.70%를 차지하여 이 해역에서 봄철 산란에 참여 하는 종으로 나타났다. 기타 개볼락이 3.6 ind./1,000 m³ 0.64%를 차지하였다.

여름철에는 총 7종이 출현하였고, 그 중 멸치가 893.9 ind./1,000 m³ 출현하여 여름철 출현량의 98.76%로 최우점하였으며, 다음으로 보리멸이 3.4 ind./1,000 m³ 출현하여 0.38%, 양볼락과 어류가 2.2 ind./1,000 m³ 출현하여 0.24%, 고등어 (*Scomber japonicus*)가 1.8 ind./1,000 m³ 출현하여 0.20%, 자리돔 (*Chromis notatus*)과 두줄베도라치 (*Petroscirtes breviceps*), 그물코쥐치 (*Rudarius ercodes*)가 각각 0.15, 0.14, 0.12%를 차지하였다.

가을철에는 13종이 출현하였으며, 그 중 복섬이 6.4 ind./1,000 m³ 출현하여 출현량의 15.24%를 차지하여 우점하였고, 범돔이 6.2 ind./1,000 m³ 출현하여 14.76%, 갈기베도라치가 5.2 ind./1,000 m³ 출현하여 12.38%, 자리돔과 어류가 4.9 ind./1,000 m³ 출현하여 11.67%를 차지하였다.

겨울철에는 총 7종의 자치어가 출현하였고, 그 중 까나리가 23.8 ind./1,000 m³ 출현하여 출현량의 44.15%를 차지하여 우점하였고, 쥐노래미가 5.9 ind./1,000 m³ 출현하여 10.96%를 차지하였으며, 물메기가 5.6 ind./1,000 m³ 출현하여 10.39%, 문치가자미가 5.5 ind./1,000 m³ 출현하여 10.20%를 차지하였다.

이러한 결과로 볼 때 이 해역은 봄과 여름철에는 멸치가 많이 출현하여 주 산란기임을 알 수 있었으며, 가을철에는 복섬과 범돔, 갈기베도라치, 겨울철에는 까나리, 쥐노래미, 물메기, 문치가자미가 산란기임을 알 수 있었다.

4. 생태학적 지수

1) 군집구조

울진 연안에서 채집되었던 자치어의 계절별 출현종수,

다양도 (Diversity), 균등도 (Evenness) 및 우점도 (Dominance) 지수는 Fig. 2와 같았다.

종 다양도지수 (H)는 0.0878~2.3855로, 가을철과 겨울철에 비교적 높은 값을 보였고, 봄과 여름에 낮은 값을 보여 출현종수와 변화가 비슷한 양상을 보였으며, 균등도지수는 0.0451~0.9300으로 10월에 가장 높은 값을 보였고, 여름철에 가장 낮게 나타나서 종 다양도지수와 유사한 경향을 보였다.

우점도지수는 0.3000~0.9914로 여름철에 가장 높았

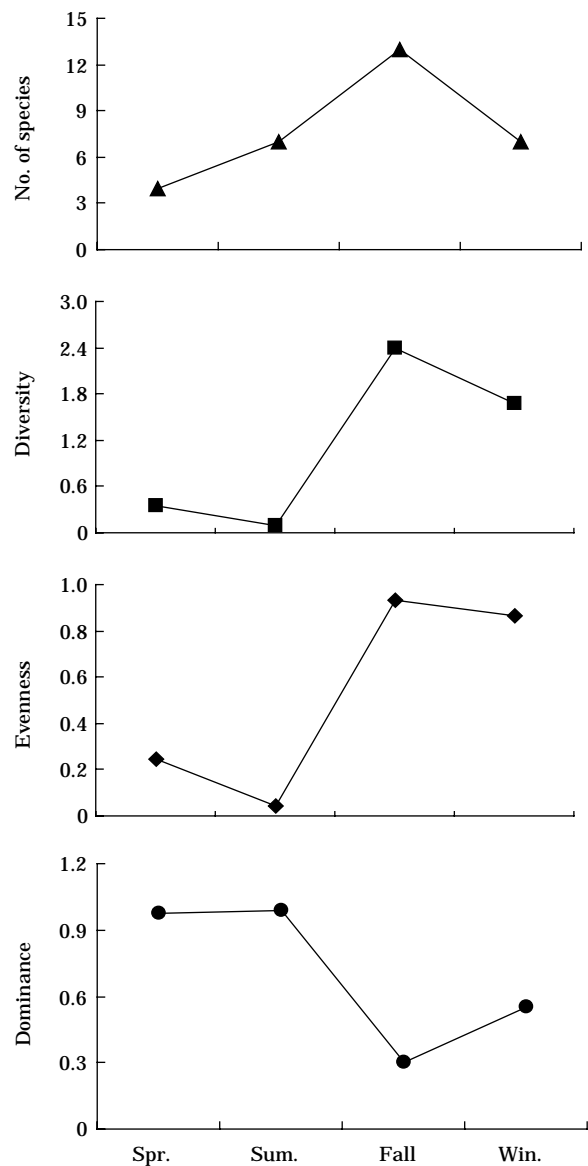


Fig. 2. Monthly variations in number of species, diversity index, evenness and dominance of fish larvae collected by plankton net in coastal waters of Uljin from January to October 2002.

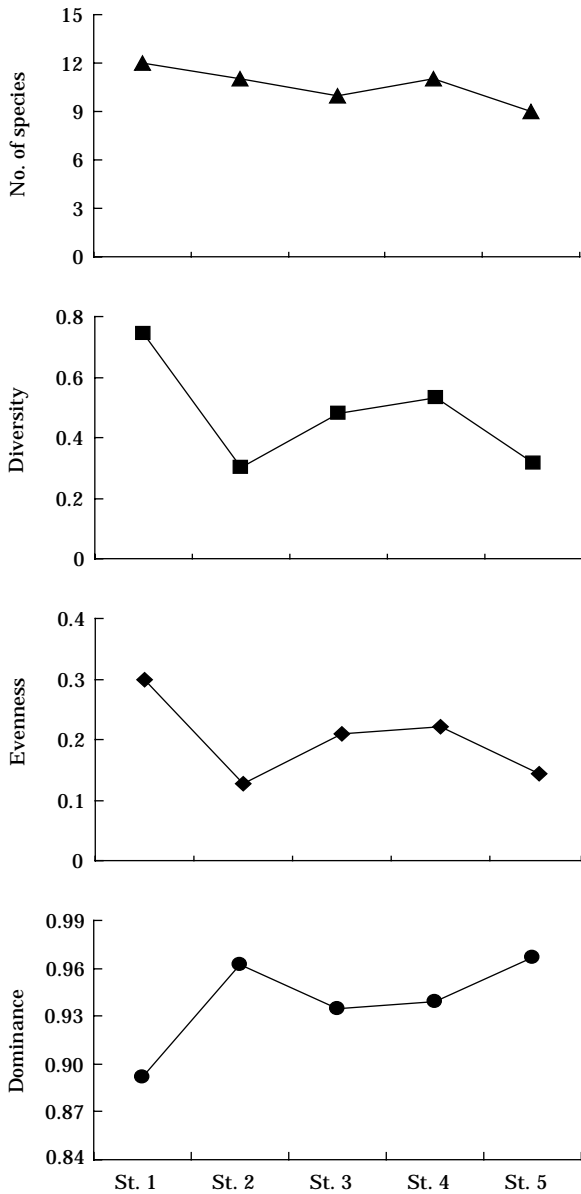


Fig. 3. Stations diversity, evenness and dominance index in coastal waters of Uljin, 2002.

고, 가을철에 가장 낮은 값을 나타내어 종 다양도지수와 균등도 지수와는 반대 경향을 보였다.

정점별 종 다양도지수(H)는 0.3035~0.7440으로, 정점 1에서 가장 높았고, 정점 2에서 가장 낮은 값을 보였으며, 균등도지수는 0.1266~0.2996으로 정점 1에서 가장 높은 값을 보였고, 정점 2에서 가장 낮게 나타나서 종 다양도지수와 유사한 경향을 보였다.

우점도지수는 0.8919~0.9669로 정점 5에서 가장 높았고, 정점 1에서 가장 낮은 값을 나타내어, 종 다양도 지수와 균등도 지수와는 반대 경향을 보였다 (Fig. 3).

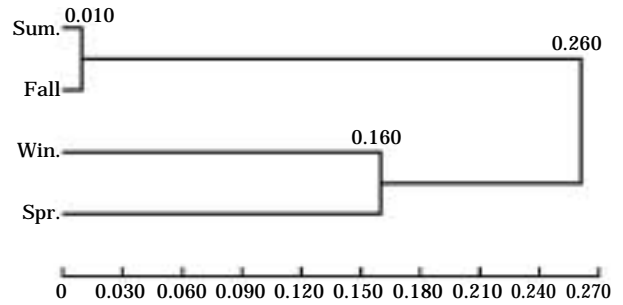


Fig. 4. Dendrogram based on cluster analysis of the each seasons in coastal waters of Uljin, Korea.

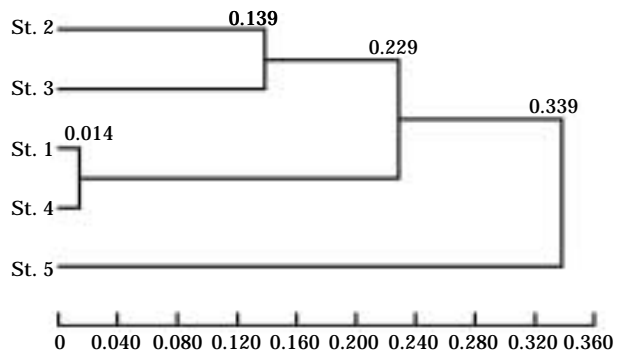


Fig. 5. Dendrogram based on cluster analysis of the each seasons in coastal water of Uljin, Korea.

2) 유사도

자치어의 계절별 군집의 유사도를 보면, 여름과 가을에는 멸치와 자리돔, 두줄베도라치가 출현한 점이 비슷하여 상대거리차가 0.010으로 매우 유사하였으며, 겨울과 봄에는 개불락이 출현한 점이 유사하여 상대 거리차가 0.160으로 유집되어 계절별 군집상에 차이가 있었다. 그리고 겨울과 여름에는 우점종과 출현종이 유사하지 않아 상대 거리차가 0.260으로 군집상에 차이가 가장 컸다 (Fig. 4).

정점별 군집의 유사도를 보면 멸치, 조피불락, 까나리 등의 출현종이 비슷하여 정점 1과 정점 4에서 가장 적은 상대거리 차이인 0.014를 보여 군집상이 매우 유사하였고, 다음은 정점 2와 정점 3에서 0.139로 비교적 적은 상대거리 차이를 보여 유사하게 나타났다. 정점 1과 정점 2에서는 0.229를 보였다. 정점 1, 2, 3, 4와 정점 5가 뚜렷하게 구별되어 크게 두 개의 군집으로 나누어 볼 수 있었다 (Fig. 5).

고 찰

이 연구는 RN 80 net를 이용하여 울진 연안에서 채집

된 부유성 난·자치어의 종조성, 양적변동 및 우점종을 연구하였다.

이 해역의 수온 범위는 1월에 11.1°C에서 7월의 24.1°C의 범위로 13.0°C의 차이를 보였고, 영일만 해역(Han *et al.*, 2003)은 9.5~21.6°C, 월성 주변 해역(Cha *et al.*, 1991)은 12.2~19.5°C로 나타났으며, 고리 해역(Kim *et al.*, 1994)은 12.5~26.5°C로 가장 비슷한 수온분포를 보였다.

이 연구 해역에 출현한 부유성 난은 총 7개 분류군이 출현하였으며, 1991년 고리 해역에서 채집한 4개 분류군(Kim *et al.*, 1994), 1990년 월성 주변 해역에서 채집한 5개 분류군(Cha *et al.*, 1991)보다는 많았고, 영일만(Han *et al.*, 2003)의 9개 분류군보다는 낮은 수준으로 나타났다.

연구기간 동안의 부유성 난의 출현량을 보면 1,194.7 ind./1,000 m³로, 고리 해역의 22,936.88 ind./1,000 m³(Kim *et al.*, 1994), 월성 주변 해역의 1,459.2 ind./1,000 m³(Cha *et al.*, 1991), 영일만(Han *et al.*, 2003)의 2,295.3 ind./1,000 m³보다는 훨씬 적은 양이 채집되었다.

또한 출현한 자치어를 보면 총 7목 18과 25개 분류군

이 채집되어, 월성 주변 해역(Cha *et al.*, 1991)의 21개 분류군, 고리 주변해역(Kim *et al.*, 1994)의 15개 분류군보다 많이 채집되었고, 영일만 해역(Han *et al.*, 2003)의 37종보다는 적은 수의 종이 채집 되었다.

연구기간 동안 이 해역에서 채집된 자치어의 출현량을 보면 1,565.4 ind./1,000 m³로, 월성 주변해역(Cha *et al.*, 1991)의 399.9 ind./1,000 m³, 고리 주변해역(Kim *et al.*, 1994)의 702.7 ind./1,000 m³보다는 많은 양이 채집되었고, 영일만 해역(Han *et al.*, 2003)의 2,258.1 ind./1,000 m³보다는 적은양이 채집되었다(Table 9).

출현 분류군에 있어서 이 해역은 영일만 다음으로 출현 분류군이 많았으며, 영일만의 경우 연안에 포함시와 홍해읍 동해면, 대보면이 위치하고, 형산강이 이곳으로 흘러들어 유역 일대와 하구 부근에 영양염류가 풍부하여 수산생물의 종조성이 다양하게 나타난 것으로 생각 된다.

또한 출현량의 경우 본 연구 해역의 정점이 5개 정점, 고리 해역 10개 정점, 월성 해역 10개 정점, 영일만이 8개 정점으로 본 해역의 정점 수가 적었기 때문에 전체 출현량이 적은 것으로 판단되며, 각 정점에 따른 출현량

Table 9. Comparison of species composition of collected planktonic egg, fish larvae and juveniles to those obtained from the other coastal waters of Korea

	Uljin	Yeongil Bay	Kori	Wolsong
Source	Present study	Han <i>et al.</i> (2003)	Kim <i>et al.</i> (1994)	Cha <i>et al.</i> (1991)
Sampled year	2002	2001	1991	1990
Sampling period	Season	Season	Season	Season
Number of station	5	8	10	10
Temperature (°C)	11.1~24.1	9.5~21.6	12.5~26.5	12.2~19.5
Number of species (planktonic egg)	7	9	4	5
Total collected individual (ind./1,000m ³) (planktonic egg)	1,194.7	2,295.3	22,936.88	1,459.2
Dominant species (planktonic egg)	<i>Engraulis japonicus</i> (38.34%) <i>Sillago sihama</i> (25.84%)	<i>Engraulis japonicus</i> (63.40%) <i>Ammodytes personatus</i> (23.70%)	<i>Engraulis japonicus</i> (79.52%) <i>Maurolicus muelleri</i> (1.86%)	<i>Maurolicus muelleri</i> (60.10%) Callionymidae sp. (13.70%)
Number of species (larvae and juveniles)	25	37	15	21
Total collected individual (ind./1,000m ³) (larvae and juveniles)	1,565.4	2,258.1	702.79	339.9
Dominant species (larvae and juveniles)	<i>Engraulis japonicus</i> (90.46%) <i>Sebastes schlegeli</i> (2.04%) <i>Ammodytes personatus</i> (1.52%) <i>Luciogobius guttatus</i> (0.61%)	<i>Ammodytes personatus</i> (22.70%) <i>Engraulis japonicus</i> (16.70%) <i>Repomucenus</i> sp. (14.10%) <i>Hexagrammos agrammus</i> (5.70%)	<i>Engraulis japonicus</i> (52.39%) <i>Callionymus</i> sp. (29.36%) <i>Stephanolepis cirrhifer</i> (6.36%) <i>Sebastes schlegeli</i> (3.16%)	<i>Engraulis japonicus</i> (61.20%) Callionymidae sp. (11.90%) <i>Maurolicus muelleri</i> (6.90%) Gobiidae sp. (5.10%)

은 타 해역에 비해 비교적 높은 것으로 조사되었다.

이 해역에서 출현한 부유성 난을 살펴보면 멸치와 청보리멸이 각각 38.34%, 25.84%로 우점하여, 영일만 해역 (Han *et al.*, 2003)의 우점종인 멸치와 까나리, 고리 주변 해역 (Kim *et al.*, 1994)의 멸치와 엘통이와 비교하여 우점종이 같았고, 월성 주변해역 (Cha *et al.*, 1991)의 우점종인 엘통이, 돛양태류와는 다르게 나타났다.

이 해역의 자치어 출현종은 멸치가 가장 우점 하였고, 조피볼락, 까나리, 미끈망둑 등이 출현하였으며, 고리 주변해역 (Kim *et al.*, 1994)의 경우 멸치, 돛양태, 쥐치, 조피볼락 등, 월성 주변해역 (Cha *et al.*, 1991)의 경우 멸치, 돛양태, 엘통이, 망둑어과 어류 등의 순으로 각 해역마다 멸치가 가장 우점하는 것을 알 수 있었다.

그러나 영일만 해역 (Han *et al.*, 2003)의 경우 까나리가 22.70%로 가장 우점하였고, 동갈양태속 어류, 쥐노래미, 멸치 등이 나타났으며, 멸치의 출현율이 비교적 낮은 것을 알 수 있었다.

부유성 난 및 자치어의 계절 변화에 있어서 부유성 난의 출현량은 1월에 5.98%, 4월에는 5.24%, 7월에 82.31%, 10월에 6.47%로 나타났으며, 자치어의 경우 1월과 4월에 각각 3.44%와 36.06%, 7월과 10월에는 각각 57.82%와 2.68%로 나타나 본 해역에서 부유성 난 및 자치어의 주 출현 시기는 봄과 여름으로 조사되었다.

따라서 이 연구 결과로 이 해역의 부유성 난 및 자치어의 산란기를 추정 할 수 있었으며, 연구기간 동안 가장 우점하였던 멸치와 청보리멸의 경우 7월이 주 산란 시기로 판단되었다.

적 요

이 연구는 경상북도 울진 연안 해역에서 2002년 1월, 4월, 7월 및 10월까지 계절별로 총 4회에 걸쳐 만조시에 채집된 부유성 난·자치어의 종조성, 양적변동을 연구하였다.

연구기간 동안 채집된 부유성 난은 총 7개 분류군이 출현하여 멸치, 정어리, 까나리, 참가자미속 어류, 엘통이, 보리멸, 기타 난 등으로 분류되었고, 출현량을 보면, 멸치 난이 연구기간 동안 출현한 부유성 난의 38.34%를 차지하여 가장 우점도가 높았으며, 보리멸 난이 25.84%를 차지하였다.

연구기간 동안 출현한 자치어는 총 7목 18과 25개의 분류군이 출현하였고, 멸치가 연구기간 동안 출현한 자치어의 90.46%를 차지하여 최우점종이었으며, 다음으로 조피볼락이 자치어의 2.04%를 차지하였다. 이들 2종이

차지한 비율은 92.49%이었으며, 나머지 23개 분류군은 7.51%를 차지하였다.

2002년 울진에서 계절별 종 다양도지수(H')는 0.0878 ~ 2.3855였고, 균등도지수는 0.0451 ~ 0.9300로 나타났다. 우점도의 경우는 0.3000 ~ 0.9914로 종 다양도지수와 균등도지수와는 반대 경향을 보였다. 정점별로 분석한 종 다양도지수는 0.3035 ~ 0.7440으로 정점 2에서 가장 낮은 값을 나타냈고, 정점 1에서 가장 높은 값을 보였다. 우점도의 경우는 0.8919 ~ 0.9669로 종 다양도지수와 균등도지수와는 반대 경향을 보였다.

계절별 군집의 유사도는 여름과 가을에 상대거리 차 (0.010)가 가장 적어 군집상이 매우 유사하였고, 정점별로는 정점 1과 정점 4에서 가장 적은 상대거리 차 (0.014)를 보여 군집상이 매우 유사하였다.

인 용 문 헌

- Cha, S.S., K.J. Park, J.M. Yoo and Y.U. Kim. 1991. Distribution of ichthyoplankton in the adjacent waters of Wolsong, Korea J. Ichthyol., 3(1) : 11 ~ 23.
- Cha, S.S and K.J. Park. 1994. Distribution of the ichthyoplankton in Kwangyang bay. Korean J. Ichthyl., 6(1) : 60 ~ 70.
- Go, Y.B., G.M. Go and J.M. Kim. 1991. Occurrence of fish larvae at Hamduck coastal area, northern part of Cheju Island. Korean J. Ichthyol., 3(1) : 24 ~ 35.
- Han, K.H. 1999. Distribution of ichthyoplankton in the off bogil island in Wando, Korea. Bull. Fish. Sci. Yos. Nat. Univ., 14(2) : 547 ~ 552.
- Han, K.H. 1999. Distribution of ichthyoplankton in the Kamak bay of Yos. Bull. Fish. Sci. Yos. Nat. Univ., 8 : 111 ~ 119.
- Han, K.H., J.S. Hong, Y.S. Kim, K.A. Jeon, Y.S. Kim, B.K. Hong and D.S. Hwang. 2003. Species composition and seasonal variations of ichthyoplankton in coastal waters of Yeongil bay, Korean J. Ichthyl., 15(2) : 87 ~ 94.
- Han, K.H., J.C. Son, D.S. Hwang and S.H. Choi. 2002. Species collected and quantitative fluctuation of fishes collected by trammel net in coastal waters of Seokbyeong, Pohang. J. Korean Fish. Soc., 14(2) : 109 ~ 120.
- Han, K.H., Y.M. Yoon and H.C. Yang. 1998. Seasonal variation in abundance and species composition of fishes community off Myodo in Kwangyang Bay, Korea. Bull. Fish. Sci. Inst., Yos. Nat. Univ., 13(2) : 1025 ~ 1046.
- Hwang, S.D., Y.J. Park, S.H. Choi and T.W. Lee. 1997. Species collected by trammel net off Heunghae, Korea.

- J. Korean Fish. Soc., 30(1) : 105~113.
- Hjort, J. 1926. Fructuations in the year classes of important food fishes. J. Cons. int. Expior. Mer., 1 : 5~38.
- Kim, Y.U. 1981. Fish Eggs and Larvae of the coastal waters in Korea. National Fisheries University of Pusan The ocean science institute. 109 pp.
- Kim, Y.U. 1983. Fish larvae of Changson channel in Namhae, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 16(3) : 163~180.
- Kim, Y.U and I.S. Kim 1997. Pisces. In list of Animals in Korea (excluding insects). Korean Soc. Syst. Zool. ed. Seoul, 243~281.
- Kim, Y.U., K.H. Han. C.B. Kang and J.R. Koh. 1994. Distribution of ichthyoplankton in Kori, Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 27(5) : 633~642.
- Kim, J.Y. and Y.S. Kang. 1995. Vertical Distribution of Eggs and Larvae of *Maurolicus muelleri* in the South-eastern Waters of Korea. Korean J. Ichthyol., 7(1) : 64~70.
- Lim, J.Y., M.K. Jo and M.J. Lee. 1970. The occurrence and distribution of the fish eggs and larvae in the Korean adjacent sea. Rep. Fish. Kes., 8 : 7~29.
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World (3rd ed.). New York, John Wiley & Sons, 550 pp.
- Okiyama, M.(ed.) 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai University Press., 1154 pp.
- Pielou, E.C. 1966. An Interduction to Mathematical Ecology. Wiley & Sons, Inc, New York, 286 pp.
- Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. Amer. Natur., 100: 33~46.
- 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.
- Shannon, C.E. and W. Winer. 1963. The mathematical theory of communication. Uni. Illinois Press, Urbana, 177 pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. Nature, 163, 688 pp.
- Smith, P.E. and S.L. Richardson. 1977. Standard Techiques for Fish Egg and Larve Surveys. FAO Fisheries Technical paper No. 175, 100 pp.
- Yoo, J.M., S. Kim and E.K. Lee. 1993. The effect of freshwater input on the abundances of fish eggs and larvae during on rainy season in Yoja Bay, Korea. Ocean Research., 15(1) : 37~42.

Received : August 7, 2007

Accepted : November 6, 2007