

보령 원산도 연안에 분포하는 부유성 난 및 자치어의 종조성과 계절변동

강경완 · 이성훈* · 문찬웅* · 한경호*,†

(주)하나감정평가법인 · *전남대학교 수산과학과

(2019년 11월 12일 접수, 2019년 11월 29일 수정, 2019년 12월 3일 채택)

Seasonal variation and species composition of ichthyoplankton in coastal waters off Wonsan island, Korea

Kyeong-Wan Kang · Sung-Hoon Lee* · Chan-Woong Moon* · Kyeong-Ho Han*,†

Hana appraisals and advisory, Seoul, Republic of Korea

**Department of Aqualife Science, Chonnam National University, Yeosu, Republic of Korea*

(Received 12, November 2019, Revised 29, November 2019, Accepted 3, December 2019)

Abstract

Species composition and seasonal variation of fish eggs and larvae were investigated in 2013. During the study period, the fish eggs were identified as belong to 6 taxa. A total of 3,771.8 inds./1,000 m³ fish larvae were sampled and classified into 9 species, 8 families, and 3 orders. Of the orders, Perciformes and Pleuronectiformes accounted for approximately 79.6% of the fish larvae. The dominant species of larval fish were Gobiidae, *Engraulis japonicus* and Callionymidae fishes. These three species accounted for 44.3% of the total number of individuals collected. The richness index was the highest in spring (RI=1.06) and the lowest in winter (RI=0.33). The evenness index was the highest in spring (E=0.94) and the lowest in winter (E=0.80). The diversity index was the highest in spring (H'=2.07) and the lowest in winter (H'=0.87).

Keywords : Ichthyoplankton, Species composition, Fish eggs, larval fishes, Wonsan island, Coastal waters

1. 서론

충청남도 원산도 연안은 우리나라 서해중부에 위치하며 섬의 모양은 동서방향으로 길게 뻗어져 있고, 인근에는 안면도, 삼시도, 효자도 등의 섬이 있다. 원산도 연안은 보령화력발전소, 천수만 등에서 발생하는 영양염이 남측을 따라 외양으로 확산되는 곳으로 다양

한 어류가 서식하고 분포하는 어족 번식장이다.

어류는 이동력이 커서 밤낮, 조석 계절에 따라 환경 변화에 능동적으로 대처하여 인위적 변화가 없는 해역에서도 시공간에 따른 종 조성 변화가 심한 편이다. 인위적 요인에 의하여 해수 유동이나 용존 물질이 변하면, 물리·화학적 과정을 거친 후 생태계에 영향을 미친

†Corresponding author E-mail: aqua05@jnu.ac.kr

다. 때문에 인위적인 환경 변화가 해양생물에 미치는 영향은 점진적으로 나타나면 이를 인식하기 위해서는 장기 자료가 요구된다¹⁾.

서해안 연안에서의 부유성 난 및 자치어 분포에 관한 연구는 아산만²⁾, 당진 난지도³⁾, 인천 연근해⁴⁾, 서해 연안역⁵⁾ 등이 이루어졌다.

이 연구는 원산도 연안을 산란장 및 성육장으로 이용하는 어류의 계절적 변동양상을 파악하기 위하여 부유성 난 및 자치어의 종 조성 계절적 변동을 분석하고, 이전 연구와 비교하였다.

2. 재료 및 방법

이 연구는 충청남도 보령시 원산도 주변 연안에 위치한 10개 정점에서 2013년 2월부터 11월까지 계절별로 총 4회에 걸쳐 연구를 진행하였다(Fig. 1).

수질환경 특성을 파악하기 위하여 CTD(Sea bird electronics, SBE 32)를 이용하여 수온과 염분을 측정하였다.

채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson(1977)⁶⁾에 따랐고, 채집된 표본은 선상에서 5% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실에서 종별로 동정하여 종 조성 및 목록을 작성하였다. 연구기간 중 채집된 자치어 및 어류분류는 Kim (1981)⁷⁾, Okiyama(1988)⁸⁾에 따랐으며, 분류체계 및 학명은 Nelson et al.(2016)⁹⁾, 국가생물종목록집(2018)¹⁰⁾에 따랐다.

군집의 특성을 설명하는 생태지수는 종 다양도(Diversity), 우점도(Dominance), 균등도(Evenness) 및 풍부도(Richness)지수를 계절별로 구하였다. 조사지점별 출현하는 어류군집의 유사도 분석은 Primer 5.0 program¹¹⁾을 이용하여 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 환경조사

각 계절별 평균 표층수온은 겨울철에는 4.

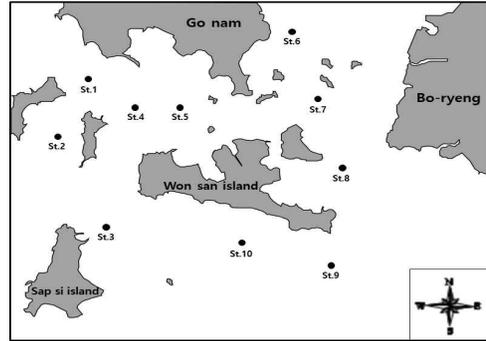


Fig. 1. Map showing the sampling area in coastal waters off Wonsan island, Korea.

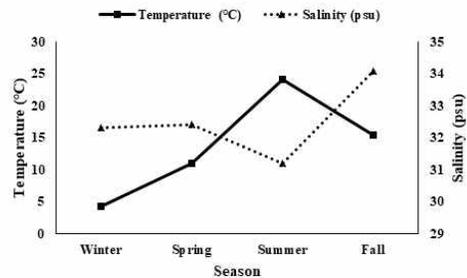


Fig. 2. Seasonal variation of mean water temperature and salinity in coastal waters off Wonsan island, Korea.

2 ° C, 봄철에는 11.0 ° C, 여름철에는 24.2 ° C, 가을철에는 15.4 ° C로 나타났다.

평균 표층염분 농도는 겨울철에는 32.3 psu, 봄철에는 32.4 psu, 여름철에는 31.2 psu, 가을철에는 34.1 psu로 나타났다(Fig. 2).

3.2. 부유성 난

연구기간 동안 출현한 부유성 난은 총 6개의 분류군으로, 청보리멸(*Sillago japonica*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 참서대속(*Cynoglossus* spp.), 돛양태과(*Callionymidae*), 전어(*Konosirus punctatus*), 및 미분류 난으로 분류되었다.

연구기간 중 총 3,555.3 inds./1,000 m³이 출현하였고, 이 중 멸치가 1,449.4 inds./1,000 m³로 출현하여 전체 출현량의 40.8%를 차지하

Table 1. Seasonal variation of mean abundance of fish eggs in coastal waters off Wonsan island, Boryeong in 2013.(Unit: inds./1,000 m³)

Species	Season	Winter	Spring	Summer	Fall	Total	*R.A.(%)
<i>Sillago japonica</i>				460.5	349.9	810.4	22.8
<i>Engraulis japonicus</i>		38.6	133.2	831.0	446.6	1,449.4	40.8
<i>Cynoglossus</i> spp.				506.7	386.8	893.5	25.1
Callionymidae		13.2			88.4	101.6	2.9
<i>Konosirus punctatus</i>			120.8			120.8	3.4
Unidentified spp.		15.1	37.2	75.6	51.7	179.6	5.1
	Total	66.9	291.2	1,873.8	1,323.4	6,300.2	100.0
	Number of taxa	3	3	4	5	6	

*R.A.; Relative abundance

여 가장 우점 하는 종으로 나타났으며, 다음으로 참서대속은 101.6 inds./1,000 m³로 25.1%를 차지하였다.

000 m³로 가장 우점하였으며, 참서대속이 386.8 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하는 종으로 나타났다.(Table 1).

3.2.1. 계절별 종조성

계절별로 보면 겨울철에는 3개의 분류군으로 66.9 inds./1,000 m³가 출현하였고, 이 중 멸치가 38.6 inds./1,000 m³로 출현하여 가장 우점하였으며, 다음으로 돛양태과가 13.2 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하는 종으로 나타났다.

봄철에는 3개의 분류군으로 291.2 inds./1,000 m³가 출현하였고, 멸치가 133.2 inds./1,000 m³로 출현하여 가장 우점 하였으며, 다음으로는 전어가 120.8 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하는 종으로 나타났다.

여름철에는 4개의 분류군으로 1,873.8 inds./1,000 m³가 출현하였고, 멸치가 831.0 inds./1,000 m³로 출현하여 가장 우점하였으며, 참서대속이 506.7 inds./1,000 m³가 출현하여 우점하는 종으로 나타났다.

가을철에는 5개의 분류군으로 1,323.4 inds./1,000 m³가 출현하였고, 멸치가 446.6 inds./1,

3.3. 자치어

연구기간동안 출현한 자치어는 총 3,771.8 inds./1,000 m³가 출현하여 3목 8과 9개의 분류군이 출현하였다. 그 중 5개 분류군은 중수준까지, 2개 분류군은 과 수준까지 1개 분류군은 속까지 동정이 되었다.

농어목(Perciformes)어류가 5개 분류군으로 가장 많았고, 다음으로 가자미목(Pleuronectiformes) 어류가 2개 분류군, 청어목(Clupeiformes)어류가 1개의 분류군이 출현하였다.

연구기간 동안 출현한 자치어는 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 앞동갈베도라치 (*Omobranchus elegans*), 청보리멸, 멸치, 흰베도라치(*Polihis fangi*), 망둑어과(*Gobiidae*), 돛양태과, 넙치속(*Paralichthys* spp.), 미동정 분류군이었다. 망둑어과가 736.5 inds./1,000 m³가 채집되어 19.5 %를 차지하여 가장 우점 하였고, 다음으로 멸치가 527.8 inds./1,000 m³가 채집되어 14.0 %, 돛양태과 어류가 470.6 inds./1,000

Table 3. Seasonal variation of mean abundance of larvae and juveniles in coastal waters off Wonsan island, Boryeong in 2013.
Unit: inds./1,000 m³

Species	Season	Winter	Spring	Summer	Fall	Total	*R.A.(%)
<i>Cynoglossus joyneri</i>			107.7	160.0		267.7	7.1
Gobiidae			267.7	356.7	112.1	736.5	19.5
<i>Omobranchus elegans</i>			134.6	111.2	173.2	419.0	11.1
Callionymidae			174.5	163.4	132.7	470.6	12.5
<i>Sillago japonica</i>			390.0	62.3		452.3	12.0
<i>Engraulis japonicus</i>		275.5	252.3			527.8	14.0
<i>Paralichthys</i> spp.			242.2			242.2	6.4
<i>Pholis fangi</i>		120.0	343.4			463.4	12.3
Unidentified spp.		42.7	51.1	62.3	36.2	192.3	5.1
Total		438.2	1,963.5	915.9	454.2	3,771.8	100
Number of taxa		3	9	6	4	9	

*R.A.(%); Relative abundance

m³로 12.5 %를 차지하였다.

계절별로는 겨울철에 2목 2과 3개의 분류군, 438.2 inds./1,000 m³로 출현하여 가장 적게 출현하였고, 멸치가 275.5 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였으며, 다음으로 흰베도라치가 120.2 inds./1,000 m³로 출현하였다.

봄철에는 3목 8과 1속 9개의 분류군, 1,963.5 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 많이 출현하였고, 청보리멸이 390.0 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였으며 다음으로 흰베도라치가 343.4 inds./1,000 m³로 출현하였다.

여름철에는 2목 5과 6개의 분류군, 915.9 inds./1,000 m³가 출현하였고, 망둑어과 어류가 356.7 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였으며, 다음으로 돛양태과가 163.4 inds./1,000 m³가 출현하였다.

가을철에는 1목 3과 4개의 분류군, 454.2 inds./1,000 m³가 출현하였고 앞동갈베도라치가 173.2 inds./1,000 m³가 출현하여 가장 우점하였으며, 다음으로 돛양태과가 132.7 inds./1,000 m³ 출현하였다.

3.4. 군집분석

보령 원산도 연안에서 채집되었던 자치어의 계절별 군집분석은 다음과 같았다. 종 다양도 지수는 봄철에 2.07로 가장 높았고, 겨울철에 0.87로 가장 낮았다. 균등도 지수는 봄철에 0.94로 가장 높았고, 겨울철에 0.80으로 가장 낮았다. 풍부도 지수는 봄철에 1.06로 가장 높았고, 겨울철에 0.33로 가장 낮았다. 우점도 지수는 겨울철에 90.26 %로 가장 높았고, 봄철에 37.35 %로 가장 낮았다(Fig. 3).

자치어의 계절별 유사도는 가을과 여름에 망둑어과, 앞동갈베도라치, 참서대과 등이 유사 어종으로 나타나 69.09 % 유사성을 보였다. 봄과 여름에 청보리멸, 망둑어과, 참서대과 등이 유사 어종으로 나타나 65.41 %의 유사성을 보였다. 겨울과 여름에 12.48 %로 나타나 대체적으로 낮은 유사성을 보였다(Fig. 4).

3.5. 고찰

이 연구는 원산도 연안에서 2013년 2월부터 11월까지 계절별 난과 자치어의 종조성 및 양적변동에 대하여 연구하였다. 이 연구

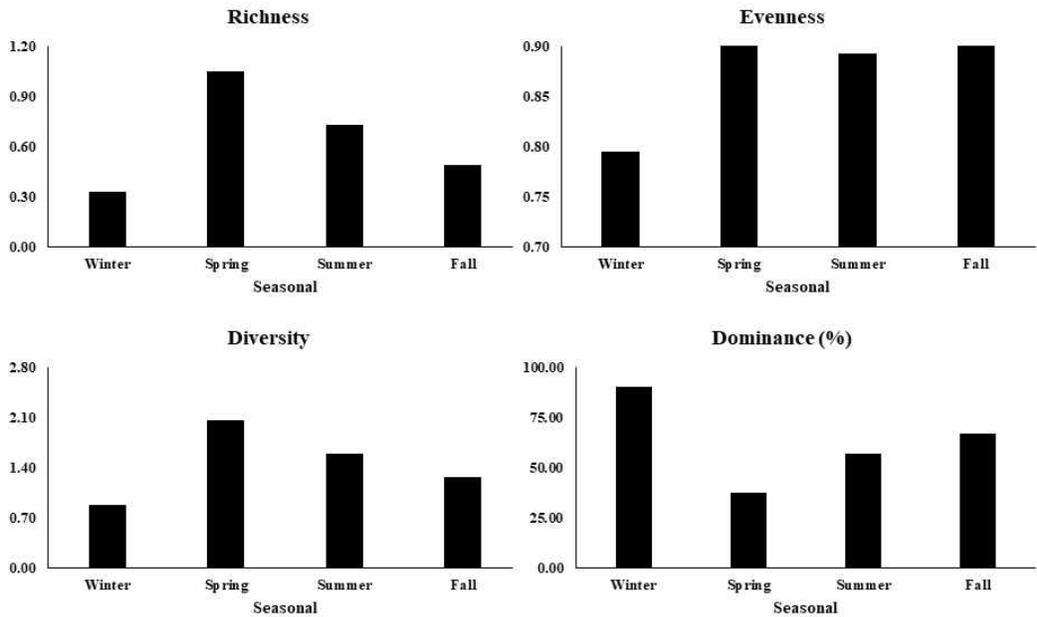


Fig. 3. Seasonal variation of richness, evenness, dominance and diversity index of fish larvae in coastal waters off Wonsan island, Korea.

보다 북쪽에 위치한 해역에서 1995년에 연구된 부유성 난 및 자치어의 분포 아산만²⁾과 비교하여 계절별 종조성 및 우점종 변화에 대하여 고찰하였다.

아산만²⁾은 1989년 11월부터 1993년 8월까지 계절별로 3개의 정점에서 연구가 진행되었고, 채집도구는 망구 직경 60 cm, 망목 333

μ m인 붕고 네트를 사용하였다.

이 연구는 2013년 계절별로 총 4회 연구가 진행되었고, 채집도구는 RN 80net(망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm)를 사용하였다.

부유성 난은 이 연구에서 청보리멸, 멸치, 참서대속, 뚝양태과, 전어 및 미분류 난으로

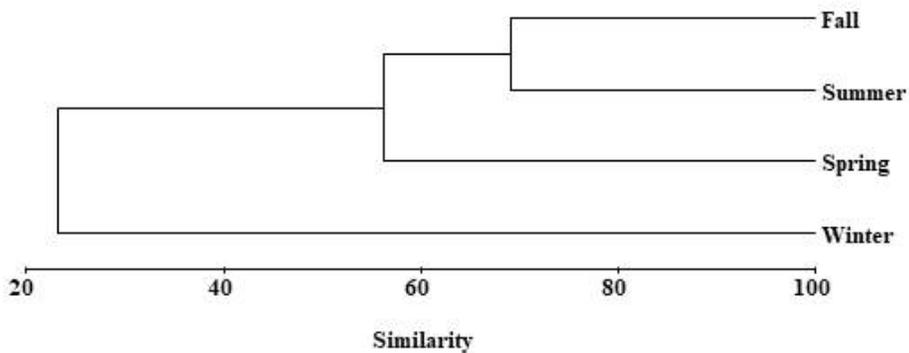


Fig. 4. Dendrogram based on cluster analysis of each season in coastal waters off Wonsan island, Korea.

6개의 분류군이 출현 하였으나, 아산만²⁾에서 전어, 멸치, 돛양태과, 참서대과, 승어과(*Mugilidae*), 민어과(*Sciaenidae*), 주둥치(*Nuchequula nuchalis*), 농어(*Leteolabrax japonicus*), 삼치(*Scomberomorus niphonius*), 갈치(*Trichiurus lepturus*), 청보리멸 및 미분류 난으로 총 12개 분류군으로 이번 연구보다 많은 분류군이 출현하였고, 승어과, 민어과, 주둥치, 농어, 삼치, 갈치는 이번 연구에 출현하지 않았다.

자치어는 이 연구에서 9개의 분류군이 출현하였고, 아산만²⁾에서는 총 21개 분류군이 출현하였다. 이 연구에서는 참서대, 앞동갈베도라치, 청보리멸, 멸치, 흰베도라치, 망둑어과, 돛양태과, 넙치류, 미동정 분류군으로 이번 연구에서 참서대, 넙치속으로 2개 분류군이 새롭게 출현하였다. 과거에는 출현하였으나 이 연구에 출현하지 않은 종은 망둑어과, 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 참서대류, 민어과, 실고기(*Syngathus schlegelii*), 전어, 보리멸(*Sillago sihama*), 삼치, 볼락(*Sebastes inermis*), 갈치, 덕대(*Pampus echinogaster*), 해마(*Hippocampus haema*), 군평선이(*Hapalogenys mucronatus*), 승어과, 갈기베도라치(*Scartella emarginata*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)로 16개 분류군으로 나타나, 과거에 비해 출현하는 어종이 줄었다. 우점종은 이 연구에서 망둑어과 어류, 멸치, 돛양태과 순이었고, 아산만²⁾에서는 망둑어과 어류, 밴댕이, 멸치 순이었다(Table. 4).

이번 연구에서는 과거 연구의 경우 연구기간이 5년이고 이 연구의 경우 연구 기간이 1년이기 때문에 채집하는 기간이 4년 이상 차이가 있었다. 아산만²⁾ 계절별 평균 수온의 경우 겨울에는 2.9 °C, 봄에는 15.0 °C, 여름에는 23.2 °C, 가을에는 14.5 °C 측정되었고, 이 연구에서 계절별 평균 수온은 겨울에는 4.2 °C 봄에는 11.0 °C, 여름에는 24.2 °C, 가을에는 15.4 °C로 측정되었다. 아산만²⁾의 봄의 평균 수온을 제외한 현재 연구에서 여름, 가을, 겨울 평균 수온이 높게 나타났다. 수온의 변

화로어류의 서식장소가 바뀌어 출현하는 어종이 변화했다고 판단된다(Fig. 5).

산업발전 및 인구밀집에 의한 산업 및 생활오염원의 유입으로 인한 연안 수질 악화, 간척, 매립으로 인한 연안어장의 축소 등 인위적 생태계 교란이 어업자원의 재생산에 부정적영향을 주고 있으며¹²⁾ 연안환경의 변화와 과도한 어획이 주요 원인으로 감소하고 있다. 수온변화로 인해 과거와 비교하면 출현종수, 개체 수는 모두 감소하는 추세로 지속적인 연구와 자원보전이 필요하다고 생각된다.

4. 결론

이 연구는 보령 원산도에서 2013년 계절별로 총 4회에 채집된 어류의 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 양적변동을 연구하였다. 연구기간동안 4개 계절에서 출현한 부유성 난은 총 11개의 분류군으로, 우점종은 멸치였다. 연구기간 중 출현한 자치어는 총 3목 5과 9개의 분류군으로 우점종은 멸치였다. 자치어의 다양성 지수는 가을철에 가장 높았고($H' = 2.128$), 여름철에 가장 낮았다($H' = 1.045$). 우점도 지수는 겨울철에 가장 높았고($D = 90.26$), 봄철에 가장 낮았다($D = 37.35$).

References

1. Kwon, J. G.(2013), Distribution of ichthyoplankton in the castal water of Boryeng, Ph. D. Dissertation, National University of Chonnam, Yeosu, pp. 27-31.
2. Park, M. J.(1995), Seasonal variation in the distribution in Asan Bay, Ph. D. Dissertation, National University of Chonnam, Yeosu, pp. 44.
3. Yoon, B. I.(2018), Distribution of ichthyoplankton in costal waters of Nanji-island, Ph. D. Dissertation, National University of Chonnam, Yeosu, pp. 44.

- nam, Yeosu, pp. 34.
4. Han, C. H.(2000), Distribution of fish eggs and larvae in the coastal waters near Incheon, Ph. D. Dissertation, University of Inha, Incheon, pp. 55.
 5. Cho, S. H.(2011), Summer distribution of ichthyoplankton in the coastal waters of western Korea, Ph. D. Dissertation National University of Kunsan, Kunsan, pp. 63.
 6. Smith, P. E., and Richardson, S. L.(1977), Standard techniques for fish eggs and larvae surveys, FAO Fisheries Preport, pp. 100.
 7. Kim, Y. U.(1981), Fish eggs and larvae of the coastal waters in Korea. Inst. Mar. Sci., Natl. Fish. University. Pusan, pp. 109.
 8. Okiyama. M.(1988), An Atlas of the early stage fishes in Japan, Tokai University Press, pp. 1154.
 9. Nelson, J. S., Grande, T. C., and Wilson, M. K.(2016), Fishes of the world 5th ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., pp. 707.
 10. National Biodiversity Center(2018), <http://www.kbr.go.kr>.
 11. Clarke, K. R., and Warwick, R. M.(2001), Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation 2nd edition, Natural Environment Research Council. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, U.K., pp. 176.
 12. Hwang, H. J.(2010), Spatio-temporal distributions of larval and demersal fish in the eastern Yellow sea, Ph. D. Dissertation, University of Inha, Incheon, pp. 133.