

낙동강 하구역에 출현한 부유성 난 및 자치어의 종조성 및 변동

한경호 · 이성훈[†] · 윤병일 · 백정익

전남대학교 수산과학과

(2016년 12월 8일 접수, 2016년 12월 19일 수정, 2016년 12월 21일 채택)

Species Composition and Seasonal Variations of Ichthyoplankton in Coastal Waters of Nakdong River Estuary

Kyung-Ho Han · Sung-Hoon Lee[†] · Byeong-Il Youn · Jeong-Ik Baek

Department of Aqualife Science, Chonnam National University

(Received 8, December 2016, Revised 19, December 2016, Accepted 21, December 2016)

Abstract

The ichthyoplanktons in coastal waters of Nakdong River Estuary were sampled during four different months(January, April, July, October, 2004) to study their distribution. The collected fish eggs were identified as belonging to 7 species. The most dominant species *Engraulis japonicus* accounted for 66.20%, of the total fish eggs, followed by *Sillago* spp.(17.76%), and Callionymidae(11.71%), The collected larvae and juveniles were identified into taxonomical is 24 species, 21 families, 6 orders. The dominant species were *Konosirus punctatus* accounted for 27.67% of the total larvae and juveniles, followed by *Clupea pallasii* (24.83%), Gobiidae spp. (12.69%), *Sardinops melanostictus* (9.80%) and *Coilia nasus* (9.30%). The diversity, evenness, richness index, dominance were 1.388~1.676, 0.600~0.865, 1.182~1.799, 0.587~0.767 respectively.

Keywords : Nakdong river estuary, Species composition, RN80 net, Larvae and juveniles, Seasonal variation

1. 서론

낙동강은 총 연장 525 km, 유역면적 23,852 km²에 달하는 우리나라에서 가장 긴 강으로 영남지방의 농업, 공업 및 생활용수의 공급원으로 중요한 역할을 담당할 뿐만 아니라, 하구역은 오래전부터 어족자원이 풍부한 해역으로 어업생산성이 매우 높은 곳이다. 낙동강 하구역에는 각종 용수를 염수의 피해 없이

지속적으로 공급할 목적으로 하구둑이 1983년 착공되어 1987년 11월에 완성되었는데, 하구둑 건설로 인한 주변환경변화(어류의 이동통로의 차단, 탁도의 증가, 유량 및 유속의 변화, 저질 및 수층의 물리·화학적 변화, 먹이생물의 변화 등)로 낙동강 하구역 생태계는 서서히 변화되고 있다고 보고되었다¹⁻⁴⁾.

특히 하구둑 건설은 담수유입을 제한하고 조석류를 차단함으로써 하구역 특유의 생태

[†]Corresponding author E-mail: formailn100@hanmail.net

특성을 제한하는 주요 원인이 되었고, 주요어 종의 변화와 무척추동물의 생산력이 현저히 감소하는 결과를 보였다¹⁾.

낙동강 하구역에서의 연구는 하구둑이 건설되기 이전 하류역 철새도래지의 어류상⁵⁾, 저인망에 어획된 어류의 종조성 및 계절변동³⁾, 하구의 어류상과 어도에서 어류의 이동⁶⁾, 하구둑 건설이후 어류의 종조성 변화⁴⁾, 새우조망으로 채집된 생물의 계절별 종조성⁷⁾ 및 Trawl 어구로 채집된 어류의 종조성 비교⁸⁾ 등과 같은 주로 어류상에 대한 연구가 있으며, 부유성 난과 자치어에 대한 연구는 출현량 변동⁹⁾ 및 종조성의 시·공간 변동¹⁰⁾ 등이 있다.

이 연구는 낙동강 하구역에서 계절별로 종조성을 파악하였고, 부유성 난 및 자치어의 계절별 양적변동 비교를 주된 목적으로 하였다.

2. 재료 및 방법

이 연구는 낙동강 하구역 을숙도와 가덕도 사이의 3개 정점에서 2004년 1월, 4월, 7월 및 10월에 어획되는 부유성 난 및 자치어를 현장에서 채집하였다.

부유성 난 및 자치어의 채집은 RN 80Net (망구 직경 80 cm, 측장 320 cm, 망목 0.34 mm; Fig. 1)를 사용하였고, 예망속도는 약 2 knot로 10분간 예망하였다. 채집에 관한 일반적인 사항들은 Smith and Richardson(1977)¹¹⁾

에 따랐으며, 채집한 표본은 선상에서 10% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실에서 종별로 동정하여 종조성 및 목록을 작성하였고, 조사시기별로 출현종수, 개체수(1,000 m³ 당)를 산출하여 양적인 변동을 비교하였다.

난과 자치어의 분류는 Okiyama(1988)¹²⁾을 참고하였으며, 분류체계 및 학명은 Nelson(1994)¹³⁾ 및 한국동물분류학회(1997)¹⁴⁾에 따랐다.

군집의 특성을 설명하는 생태지수는 종 다양도(H'; Shannon and Wiener, 1963)¹⁵⁾, 우점도(DI; McNaughton, 1967)¹⁶⁾, 균등도(E; Pielou, 1966)¹⁷⁾ 및 풍부도(RI; Margalef, 1958)¹⁸⁾ 지수를 조사시기별 및 정점별로 구하였다. 조사지점별 출현하는 어류군집의 유사도 분석은 Primer 5.0 program(Clarke and Warwick, 1994)¹⁹⁾을 이용하여 수행하였다.

각 지수의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{종 다양성 지수} : H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$$

$$P_i = i\text{번째 종의 점유율}$$

$$\text{우점도 지수} : D = (Y_1 + Y_2) / Y$$

$$Y = \text{총 개체수}$$

$$Y_1 = \text{첫 번째 우점종의 개체수}$$

$$Y_2 = \text{두 번째 우점종의 개체수}$$

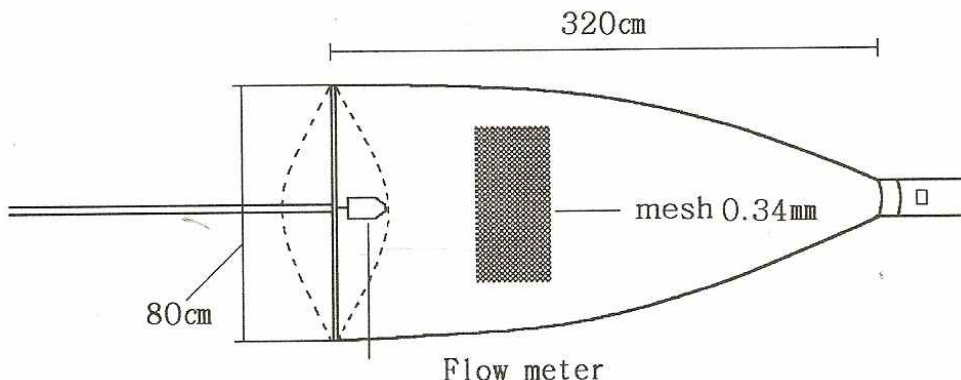


Fig. 1. Schematic diagram of bongo net(RN 80Net).

종균등도지수 : $J = H' / \ln(S)$ (Pielou, 1966)¹⁷⁾

종풍부도지수 : $RI = (S-1) / \ln(N)$

RI : 풍부도
 S : 전체종수
 N : 총개체수

$$\text{유사도지수} : A_{ij} = \sum \frac{(P_{ih} \times P_{jh})}{\sqrt{\sum P_{ih}^2 \times \sum P_{jh}^2}}$$

i, j : 비교하고자 하는 2개의 종
 h : 각각의 달
 P : 1년 동안 채집된 한 종의 총개체수에
 대한 어느 특정한 달에 채집된 개체의 비율

3. 결 과

3.1. 부유성 난

3.1.1. 종조성

조사에 출현한 부유성 난은 총 4목 7과 7종, 2,964.3 inds./1,000 m³로 그 중 농어목(Perciformes), 청어목(Clupeiformes), 가자미목(Pleuronectiformes)이 2과 2종으로, 가장 우점하는 목들로 나타났으며, 쏨뱅이목(Scorpaeniformes) 1종이 출현하였다(Table 1).

1월에 출현한 어류는 총 1목 1과 1종, 40.1 inds./1,000 m³로 가자미목이 1과 1종, 미동정난이 출현하였다.

4월에 출현한 어류는 총 3목 5과 5종, 704.8 inds./1,000 m³로 그 중 농어목이 2과 2종, 청어목이 2과 2종, 가자미목 1종이 출현

하였다.

7월에 출현한 어류는 총 4목 5과 5종, 1,948.2 inds./1,000 m³로 그 중 청어목이 2과 2종, 농어목, 가자미목, 쏨뱅이목이 1과 1종씩 출현하였다.

10월에 출현한 어류는 총 4목 4과 4종, 272.1 inds./1,000 m³로 청어목, 농어목, 쏨뱅이목, 가자미목이 각각 1과 1종씩 출현하였다.

3.1.2. 출현종

본 해역에서는 부유성 난은 총 4목 7과 7개의 분류군으로 2,964.3 inds./1,000 m³가 출현하였고, 그중 멸치(*Engraulis japonicus*)가 전체 부유성 난의 66.20%로 가장 우점하였고, 보리멸류(*Sillago* spp.)가 17.76%를 차지하였으며, 양태과어류(Callionymidae)가 11.71%, 밴댕이(*Sardinella zunasi*)가 1.27%, 주둥치가(*Leiognathus nuchalis*)가 1.18%, 참서대과어류(Cynoglossidae)가 0.52%, 가자미과어류(Pleuronectidae)가 0.42%, 미동정난이 0.93%를 차지하였다(Table 2).

계절별로는 1월에는 40.1 inds./1,000 m³가 출현하였으며 조사기간 중 가장 적은 출현량이 나타났으며, 그중 가자미과어류가 12.5 inds./1,000 m³로 31.17%, 미동정난이 27.6 inds./1,000 m³로 68.83%를 차지하였다

4월에는 704.8 inds./1,000 m³가 출현하였으며, 그중 양태과어류(Callionymidae)가 325.6 inds./1,000 m³로 46.20%를 차지하였고, 멸치가 318.8 inds./1,000 m³로 45.23%, 주둥치가 35 inds./1,000 m³, 4.97%, 밴댕이가 20 inds.

Table 1. Occurrence of egg in coastal waters of Nakdong River Estuary

Class	Orders	Families	Species
Osteichthyes	Clupeiformes	2	2
	Scorpaeniformes	1	1
	Perciformes	2	2
	Pleuronectiformes	2	2
Total	4	7	7

Table 2. Seasonal variation of mean abundance of fish eggs in coastal waters of Nakdong River estuary

Species \ Season	Jan.	Apr.	Jul.	Oct.	Total	Dominance(%)
<i>Leiognathus nuchalis</i> (주둥치)	-	35.0	-	-	35	1.18
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)	-	318.8	1,567.2	76.5	1,962.5	66.20
<i>Sillago</i> spp(보리멸류)	-	5.4	350.5	170.6	526.5	17.76
<i>Sardinella zunas</i> (밴댕이)	-	20.0	17.6	-	37.6	1.27
Callionymidae(양태과어류)	-	325.6	7.5	14.5	347.6	11.71
Cynoglossidae(참서대과어류)	-	-	5.4	10.5	15.9	0.52
Pleuronectidae(가자미과어류)	12.5	-	-	-	12.5	0.42
Unknown	27.6	-	-	-	27.6	0.93
Number of individuals	40.1	704.8	1,948.2	272.1	2,964.2	100.00
Dominance(%)	23.78	65.69	9.18	1.35	100.00	
Number of Species	5	5	4	2	8	

/1,000 m³로 2.84% 순이었다.

7월에는 1,935.3 inds./1,000 m³로 조사기간 중 가장 많은 출현량이 나타났으며, 그중 멸치가 1,567.2 inds./1,000 m³로 80.44%, 보리멸류가 350 inds./1,000 m³로 17.99%, 밴댕이가 17.6 inds./1,000 m³로 0.90% 순이었다.

10월에는 272 inds./1,000 m³가 출현하였으며, 그중 보리멸류가 170.6 inds./1,000 m³로 62.70%를 차지하였고, 멸치가 76.5 inds./1,000 m³로 28.11%, 양태과어류가 14.5 inds./1,000 m³로 5.33% 순이었다.

3.2. 자치어

3.2.1. 종조성

조사에 출현한 자치어는 총 6목 21과 24종, 1,962.2 inds./1,000 m³로 그 중 농어목이 8과 9종으로 가장 우점하는 목으로 나타났으며, 다음으로 쏨뱅이목이 5과 5종, 청어목이 3과 5종, 가자미목, 복어목(Tetraodontiformes)이 2과 2종, 미분류 자치어가 출현하였다(Table 3).

1월에 출현한 어류는 총 4목 8과 9종, 257.8 inds./1,000 m³로 농어목, 쏨뱅이목이 3과 3종, 청어목이 1과 2종, 가자미목이 1과 1종, 미분류 자치어가 출현하였다.

4월에 출현한 어류는 총 4목 8과 9종,

Table 3. Occurrence of fish larvae and juveniles in coastal waters of Nakdong River estuary

Class	Orders	Families	Species
Osteichthyes	Clupeiformes	3	5
	Scorpaeniformes	5	5
	Perciformes	8	9
	Pleuronectiformes	2	2
	Tetraodontiformes	2	2
	Syngnathiformes	1	1
Total	6	21	24

Table 4. Seasonal variation of mean abundance of fish larvae and juveniles in coastal waters of Nakdong River estuary

Season	Jan.	Apr.	Jul.	Oct.	Total	Dominance(%)
Species						
<i>Clupea pallasii</i> (청어)	130.5	356.8	-	-	487.3	24.83
<i>Konosirus punctatus</i> (전어)	-	162.5	380.5	-	543	27.67
<i>Engraulis japonicus</i> (멸치)	-	37.5	60.5	3.5	101.5	5.17
<i>Omobranchus elegans</i> (앞동갈베도라치)	-	-	5.5	-	5.5	0.28
<i>Coilia nasus</i> (웅어)	-	12.5	170.0	-	182.5	9.30
<i>Syngnathus schlegelii</i> (실고기)	-	1.5	-	1.5	3.0	0.15
<i>Sardinops melanostictus</i> (정어리)	67.3	125.0	-	-	192.3	9.80
<i>Lateolabrax japonicus</i> (농어)	-	2.0	-	-	2.0	0.10
Callionymidae(돛양태과어류)	-	-	20.0	10.5	30.5	1.55
<i>Platycephalus indicus</i> (양태)	-	-	2.0	-	2.0	0.10
Gobiidae spp.(망둑어과어류)	-	145.5	103.5	-	249.0	12.69
<i>Sebastes pachycephalus</i> (개불락)	1.5	-	-	-	1.5	0.08
<i>Acanthogobius flavimanus</i> (문절망둑)	3.0	18.2	-	-	21.2	1.08
<i>Hexagrammos otakii</i> (쥐노래미)	24.0	-	-	-	24.0	1.22
<i>Pholis fangi</i> (흰베도라치)	3.0	-	-	-	3	0.15
<i>Sebastiscus marmoratus</i> (쏨뱅이)	-	-	5.5	10.5	16.0	0.82
<i>Sillago japonica</i> (청보리멸)	-	-	16.5	-	16.5	0.84
<i>Liparis tanaka</i> (꼼치)	20.5	8.0	-	-	28.5	1.45
Cynoglossidae(참서대과어류)	-	-	20.0	-	20.0	1.02
Pleuronectidae(가자미과어류)	5.0	-	-	-	5.0	0.25
<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)	-	-	2.0	-	2.0	0.10
<i>Thamnaconus modestus</i> (말취치)	-	-	1.5	-	1.5	0.08
<i>Ammodytes personatus</i> (까나리)	-	12.4	-	-	12.4	0.63
<i>Leiognathus nuchalis</i> (주둥치)	1.5	2.0	-	-	3.5	0.18
Unknown	1.5	1.5	2.0	3.5	8.5	0.43
Number of individuals	257.8	885.4	789.5	29.5	1,962.2	100.00
Dominance(%)	13.14	45.12	40.24	1.50	100.00	
Number of Species	10	13	13	5	25	

885.4inds./1,000 m³로 그 중 농어목이 4과 5종, 청어목이 2과 5종, 쏨뱅이목, 실고기목이 1종, 미분류 자치어가 출현하였다.

7월에 출현한 어류는 총 5목 11과 12종, 789.5 inds./1,000 m³로 그 중 농어목이 4과 4종, 청어목이 2과 3종, 쏨뱅이목, 복어목이 2과 2종, 가자미목 1과 1종, 미분류 자치어가 출현하였다.

10월에 출현한 어류는 총 4목 4과 4종, 29.5 inds./1,000 m³로 청어목, 농어목, 쏨뱅이목, 실고기목(Syngnathiformes)이 각각 1과 1종, 미분류 자치어가 출현하였다.

3.2.2. 출현종

본 해역에서는 자치어는 총 6목 21과 24종, 1,962.2 inds./1,000 m³가 출현하였고, 그중 전어(*Konosirus punctatus*)가 전체 자치어의 27.67%로 가장 우점하였고, 청어(*Clupea pallasii*)가 24.83%를 차지하였으며, 망둑어과어류(Gobiidae spp.)가 12.69%, 정어리(*Sardinops melanostictus*)가 9.80%, 웅어(*Coilia nasus*)가 9.30%, 멸치가 5.17%, 돛양태어류(Callionymidae)가 1.55%, 꼼치(*Liparis tanakai*)가 1.45%, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가

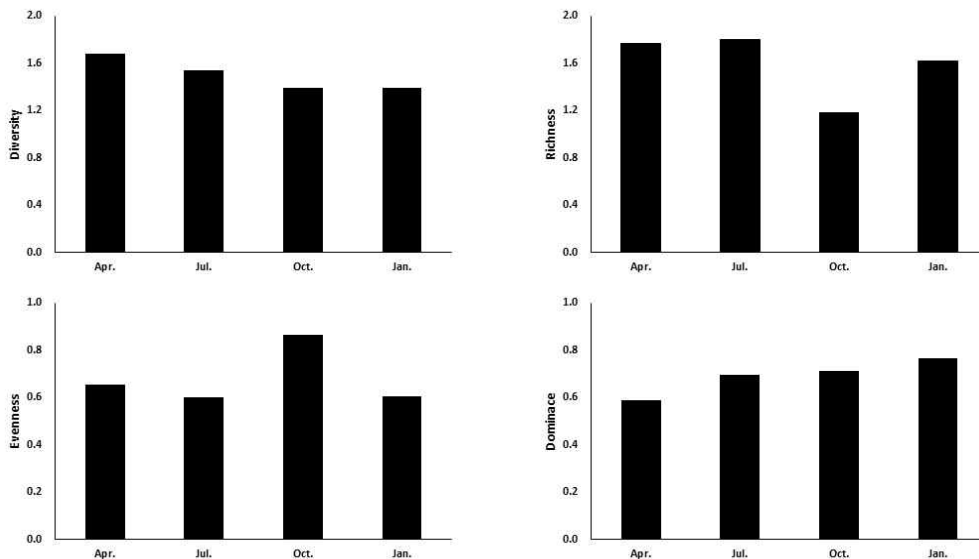


Fig. 2. Seasonal variation of diversity, richness, evenness and dominance index of fish larvae and juveniles caught by Bongo net in Nakdong River estuary.

1.22%, 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)이 1.08%, 참서대과어류가 1.02% 순으로 차지하였다(Table 4).

계절별로는 1월에는 257.8 inds./1,000 m^3 가 출현하였으며, 그중 청어가 130.5 inds./1,000 m^3 로 50.62%, 정어리가 67.3 inds./1,000 m^3 로 26.11%, 쥐노래미가 24.0 inds./1,000 m^3 로 9.31%, 꼼치가 20.5 inds./1,000 m^3 로 7.95%, 가자미과어류가 5.0 inds./1,000 m^3 로 1.94% 순으로 차지하였다.

4월에는 885.4 inds./1,000 m^3 가 출현하였으며, 조사기간 중 가장 많은 출현량이 나타났고, 그중 청어가 356.8 inds./1,000 m^3 로 40.30%를 차지하였고, 전어가 162.5 inds./1,000 m^3 로 18.35%, 망둑어과어류가 145.5 inds./1,000 m^3 로 16.43%, 정어리가 125.0 inds./1,000 m^3 로 14.12%, 멸치가 37.5 inds./1,000 m^3 로 4.24%, 문절망둑이 18.2 inds./1,000 m^3 로 2.06%, 웅어가 12.5 inds./1,000 m^3 로 1.41% 순이었다.

7월에는 789.5 inds./1,000 m^3 로 그중 전어가 380.5 inds./1,000 m^3 로 48.20%, 웅어가 170.0 inds./1,000 m^3 로 21.53%, 망둑어과어류

가 103.5 inds./1,000 m^3 로 13.11%, 멸치가 60.5 inds./1,000 m^3 로 7.66%, 돗양태과어류, 참서대과어류가 20.0 inds./1,000 m^3 로 2.53%, 청보리멸(*Sillago japonica*)이 16.5 inds./1,000 m^3 로 2.09% 순이었다.

10월에는 29.5 inds./1,000 m^3 가 출현하였으며, 조사기간 중 가장 적은 출현량이 나타났고, 그중 돗양태과어류, 쏜뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)가 10.5 inds./1,000 m^3 로 35.59%를 차지하였고, 멸치, 미동정 난이 3.5 inds./1,000 m^3 로 11.86%, 실고기(*Syngnathus schlegelii*)가 1.5 inds./1,000 m^3 로 5.08% 순이었다.

3.3. 생태학적 지수

생태학적 특성을 나타내는 군집구조는 다음과 같았다(Fig. 2).

계절별로 분석한 중 다양도지수는 1.388~1.676으로, 겨울에 가장 높은 값을 나타냈으며, 봄에 가장 낮았으며, 균등도지수는 0.600~0.865로 가을에 가장 높은 값을 보였고, 여름에 가장 낮게 나타났다.

풍부도지수는 1.182~1.799로 여름에 가장

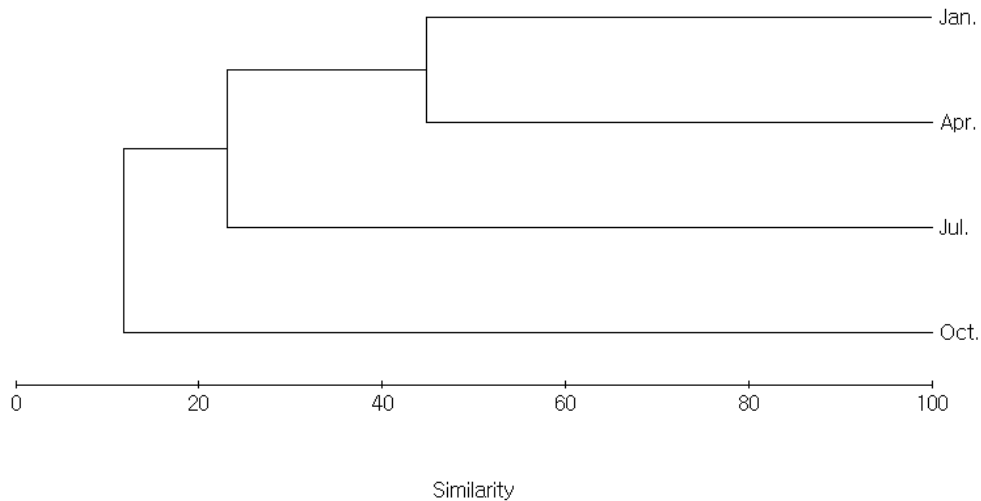


Fig. 3. Dendrogram based on cluster analysis of each seasonal in the Nakdong River estuary.

높은 값을 보였고, 가을에 가장 낮은 값이 나타났다.

우점도지수는 0.587~0.767로 겨울에 가장 높은 값을 보였고, 봄에 가장 낮은 값을 나타냈다.

3.4. 계절별 출현종 유사도

조사기간 동안 정점별 유사도는 겨울철과 봄철에서 44.82%로 가장 높은 유사도가 나타났으며, 다음으로는 겨울철, 봄철 유사도와 여름철에서 23.03%, 그리고 겨울철, 봄철, 여름철 유사도 와 가을철에서 11.72%로 유사하게 나타났다(Fig. 3).

4. 고 찰

이 연구는 낙동강 하구역 을숙도와 가덕도 사이의 3개 정점에서 어획되는 부유성 난 및 자치어를 계절별 종조성을 파악하였고, 시·공간에 다른 부유성 난 및 자치어의 종조성과 지역적 환경별 종조성을 비교하였으며, 계절별 양적변동 비교 조사하여 고찰하였다.

2004년 4차례에 걸쳐 조사한 부유성 난은 총 4목 7과 7종, 자치어는 총 6목 21과 24종

으로 나타났고, 같은낙동강 하구부근(Cha and Huh, 1988)⁹⁾에서 부유성 난은 총 8개의 분류군의 부유성 난이 출현하였고 자치어는 26개의 분류군이 출현하여, 현 조사결과와 비슷한 양상을 보이는 것으로 확인되었다.

이 기간 동안 우점한 부유성 난은 멸치, 보리멸류, 양태과어류 등이 우점하였는데, 같은 곳에서 Cha and Huh (1988)⁹⁾에 의하면, 보리멸류, 웅어류, 돛양태류, 멸치 등이 우점하여 차이를 보였다.

이 기간 동안 우점한 자치어는 청어, 전어, 멸치, 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 웅어, 실고기, 정어리, 농어(*Lateolabrax japonicus*), 돛양태어류, 양태(*Platycephalus indicus*), 망둑어과 어류, 개불락(*Sebastes pachycephalus*), 문절망둑, 쥐노래미 등이 우점하였고, 같은 곳에서 Cha and Huh (1988)⁹⁾에 의하면 멸치, 망둑어과 어류, 돛양태 어류, 웅어류, 쥐노래미, 앞동갈베도라치, 까나리, 쏨뱅이 등이 우점하여 우점종은 앞동갈베도라치, 멸치, 웅어, 쥐노래미, 돛양태어류 등 대체적으로 비슷한 양상을 보이는 것으로 확인하였다.

낙동강 하구역 부유성 자치어 종조성(Choi et al., 2015)¹⁰⁾에서 2010년 9월부터 2011년 8월까지 채집된 분류군은 43종으로 현 조사보

Table 5. Comparisons of dominant species caught in the coast of Nakdong River estuary

Nakdong River Estuary	Dominance Species
Present study	<i>Clupea pallasii</i> , <i>Konosirus punctatus</i> , <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Coilia nasus</i> , <i>Syngnathus schlegeli</i> , <i>Sardinops melanostictus</i> , <i>Gobiidae</i> spp., <i>Hexagrammos otakii</i> , <i>Cynoglossidae</i>
Cha and Huh, 1988 ⁹⁾	<i>Engraulis japonicus</i> , <i>Gobiidae</i> spp., Dragonets, <i>Coilia nasus</i> , <i>Hexagrammos otakii</i> , <i>Omobranchus elegans</i> , <i>Ammodytes personatus</i> , <i>Sebastiscus marmoratus</i>
Choi et al., 2015 ¹⁰⁾	<i>Gobiidae</i> spp., <i>Clupea pallasii</i> , <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Sardinops melanostictus</i> , <i>Konosirus punctatus</i> , <i>Coilia nasus</i>

Table 6. Comparisons of dominant species caught in the coast of Nakdong River estuary

Fishing site	Dominance Species
Nakdong river, Estuary (Present study)	<i>Clupea pallasii</i> , <i>Konosirus punctatus</i> , <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Coilia nasus</i> , <i>Syngnathus schlegeli</i> , <i>Sardinops melanostictus</i> , <i>Gobiidae</i> spp., <i>Hexagrammos otakii</i> , <i>Cynoglossidae</i>
Asan bay (Kim et al., 1994) ²⁰⁾	<i>Nibea</i> spp., <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Callionymus</i> spp., <i>Gobiidae</i> spp., <i>Anguilla japonica</i> , <i>Ammodytes personatus</i> , <i>Syngnathus schlegeli</i> ,
Yeongil bay (Han et al., 2003) ²¹⁾	<i>Ammodytes personatus</i> , <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Callionymus</i> spp.

다 종수가 많은 것으로 확인되었고, 우점종은 망둑어과, 청어, 멸치, 정어리, 전어, 웅어 등이 우점하였다(Table 5).

아산만 해역의(Kim et al., 1994)²⁰⁾ 부유성 난과 자치어에서는 부유성 난은 민어속어류(*Nibea* spp.), 멸치, 동갈양태속어류(*Callionymus* spp.), 등이 우점하여 이 연구에서 출현한 부유성 난과 출현종의 차이를 보였다. 아산만 해역의(Kim et al., 1994)²⁰⁾ 자치어는 민어속어류, 멸치, 동갈양태류, 망둑어과, 뱀장어(*Anguilla japonica*), 까나리, 실고기, 병어류(*Pampus* spp.), 양볼락과(*Scorpaenidae*), 흰배도라치(*Pholis fangi*), 국메리복(*Takifugu vermicularis*), 전어과어류(*Dorosomatidae*) 등이 출현하여 차이를 보였다.

영일만 해역의(Han et al., 2003)²¹⁾ 부유성 난과 자치어에서는 부유성 난은 멸치, 까나리(*Ammodytes personatus*), 정어리, 동갈양태속어류, 돌가자미(*Kareius bicoloratus*), 벤자리(*Parapristipoma trilineatum*), 청보리멸, 엘통이(*Maurollicus muelleri*) 등이 우점하여 이 연

구에서 출현한 부유성 난과 출현종의 차이를 보였다. 영일만 해역의(Han et al., 2003)²¹⁾ 자치어는 까나리, 멸치, 동갈양태속어류, 등이 우점하여, 이 연구에서 출현한 종과 차이를 보였다(Table 6).

5. 결론

이 연구는 낙동강 하구역에서 계절별로 종조성을 파악하였고, 부유성 난 및 자치어의 계절별 양적변동 비교를 주된 목적으로 하여, 지역적, 환경차이에 따른 어종의 차이를 비교 분석 하였고, 어류의 계절별 종 조성은 부유성 난은 총 4목 7과 7종, 2,964.3 inds./1,000 m³로 그 중 농어목, 청어목, 가자미목이 2과 2종으로, 가장 우점하는 목들로 나타났으며, 멸치가 전체 부유성 난의 66.20%로 가장 우점하였고, 보리멸류가 17.76%를 차지하였으며, 양태과어류가 11.71% 순으로 우점 하였다. 자치어는 총 6목 21과 24종, 1,962.2 inds./1,000 m³가 출현하였고, 그중 전어가 전

체 부유성 난의 27.67%로 가장 우점하였고, 청어가 24.83%를 차지하였으며, 망둑어과 어류가 12.69%, 정어리가 9.80%, 웅어가 9.30% 순으로 우점하였다. 종 다양도지수는 1.388~1.676, 풍부도지수는 1.182~1.799, 균등도지수는 0.600~0.865, 우점도지수는 0.587~0.767로 나타났다.

References

1. 장인권, 김창현(1992), 낙동강 하구연 건설에 의한 연체동물상 및 갑각류상의 변화에 관한 연구, 한국수산학회지, 25, pp. 265-281.
2. 홍성윤, 마채우, 임형식(1994), 낙동강 하구 철새도래지 저서동물의 생태 연구, 한국수산학회, A-12, pp. 24-25.
3. 허성희, 정석근(1999), 낙동강 하구해역에서 저인망에 의해 어획되는 어류의 종조성 및 계절 변동, 한국어업기술학회, 35 (2), pp. 178-195.
4. 박석남, 허성희(2003), 낙동강 하구역 어류의 종조성 변화. 한국수산학회지, 36, pp. 129-135.
5. 김용익, 홍성윤(1980), 낙동강하류 철새도래지의 어류상. 자연보존연구보고서, 2, pp. 137-146.
6. 양홍준, 김구환, 금지돈(2001), 낙동강하구의 어류상과 댐의 어도에서 어류의 이동, 한국육수학회, 34 (3), pp. 251-258.
7. 이종희, 이재봉, 김정년, 이동우, 신영재, 장대수(2009), 낙동강 하구에서 새우조망으로 채집된 생물의 계절별 종 조성, 한국어류학회, 21 (3), pp. 177-190.
8. 이종희, 이재봉, 최영민, 연인자, 이동우 (2012), 낙동강 하구 해역의 트롤어구로 채집된 어류의 종조성 비교, 한국어류학회지, 24 (2), pp. 84-93.
9. Cha S.S, Huh S,H(1988), Variation in Abundances of Ichthyoplankton in the Nakdong River Estuary, Kor Fish Tech Soc, 24 (4), pp. 135-143.
10. Choi H.S, Park J.M, Huh S,H(2015), Spatio-temporal Variations in Species Composition and Abundance of Larval Fish Assemblages in the Nakdong River Estuary, J. Kor Fish Soc, 27 (2), pp. 104-115.
11. Smith, P. E. and S. L. Richardson(1977), Standard techniques for fish egg and larve surveys. FAO Fisheries Technical paper, 175, pp. 100.
12. Okiyama, M.(ed.)(1988), An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, Tokyo, pp. 1154.
13. Nelson, J. S(1994), Fishes of the world(3rd ed.). John Wiley & Sons, NewYork, pp. 550.
14. 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집(곤충제외). 한국동물분류학회 편, pp. 489.
15. Shannon, C.E. and W. Wiener(1963), The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Univ. of Illinois Press, pp. 125.
16. McNaughton, S.J.(1967), Relation ship among functional properties of califonia Grassland, Nature, 216, pp. 114-168.
17. Pielou, E.M.(1966), The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collection. J. Theoret. Bool., 13 pp. 131-144.
18. Margalef, D.R.(1958), Information theory in ecology, Gen. Syst., 3, pp. 36-71.
19. Clarke, K.R. and R.M. Warwick(1994), Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, Natural Environment Research Council, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK, 144 p.
20. Kim Y.U, Han K.H, Kang C.B(1994), Distribution of Ichthyoplankton in Asan Bay , Korea, Bull Kor Fish Soc, 27 (5), pp.

620-632.

21. Han K.H, Hong J.S, Kim Y.S, Jun K.A(2003).
Species Composition and Seasonal Variations
of Ichthyoplankton in Coastal Waters of
Yeongil Bay, Korea J. Kor Ichthyol, 15 (2),
87-94.