

한강 하구역의 춘계와 하계에 어류플랑크톤의 종조성과 출현량(2017~2019년)

진병선* · 이한샘

†안양대학교(교수) · 안양대학교(학생)

Species Composition and Abundance of Ichthyol-Plankton in Han River Estuary in Spring and Summer of 2017~2019

Byung Sun CHIN* · Han Saem LEE

†Anyang University(professor) · Anyang National University(student)

Abstract

This study was conducted to provide the basic information on environment effects on appearance of ichthyoplankton in the Han River Estuary in spring and summer from 2017 to 2019. Data were obtained from the database of “Coastal ecosystem” in “National Survey of Marine Ecosystem”. Species composition showed Gobiidae spp. ichthyoplankton species, comprised of 51.4% of total abundance. And second dominated species was Callionymidae sp. With 25.3% of total abundance. Yearly, in spring, Pleuronectidae sp. was abundant in 2017, Liparis tanakae was abundant in 2018, and Gobiidae spp. was abundant in 2019. In Summer, Gobiidae spp. and Callionymidae sp. were abundant in 2018 comprised of 49.5% and 38.6% respectively, and Gobiidae spp. was predominant (84.1%) in 2019. In summer of 2017, discharge of Han River was sufficient to alter salinity in the study area causing low distribution of ichthyoplankton. Cluster analysis result show a composition differentiated between spring and summer. However, the similarity was lower than 20% showing variety of species composition among year in seasons.

Key words : Han river estuary, National survey of marine ecosystem, Discharge, Salinity

I. 서론

해양에서 어란을 산란하는 다양한 어류는 초기 생활사에 해당하는 자치어기에 높은 사망률을 나타내는 민감한 시기를 보내고 성어 집단으로 가입한다(Gray, 1993). 가입하는 양은 해양환경 요인이 미치는 영향에 따라 초기 성장에 작용하여 변화를 나타내고. 해양환경에서 자치어는 유영능력이 없거나, 약한 특성 때문에 비생물적 환경요인들(수온과 염분 및 해류에 의한 수송)과 생물학적 요인(먹이유무)에 민감하기에 치명적인 영

향을 받을 수 있다(Chambers and Trippel, 1997; Choi et al., 2020; Fuiman and Werner 2002; Saville and Schnack, 1981). 해수와 담수가 만나는 하구역은 육지로부터 유입된 풍부한 영양염으로 먹이생물이 풍부하여 서식처를 제공하며, 산란장과 성육장으로 이용하고 있는 다양한 어류가 분포한다(Abookire et al., 2000; Park, 2000; Yang et al., 2001). 자치어 분포 조사는 군집구성 및 시공간적 분포에 대한 다양한 정보를 제공하고 어류의 산란장과 성육장을 식별하는 자료로 활용될 수 있고 수산자원의 가입량 변동예측과 보호 관

* Corresponding author : 032-930-6029, hkhachin@anyang.ac.kr

리 및 평가를 연구하는데 중요한 기초자료를 제공한다(Fuiman and Werner, 2002; Makrakis, 2019; Moon et al., 2018).

법정조사인 국가해양생태계종합조사 중 연안생태계조사는 생태계 모니터링을 위하여 2년동안에(홀수년 서해와 남해서부; 짝수년 동해와 남해동부 및 제주) 전국 연안에서 5월과 8월에 생물학적 항목과 무생물학적 항목을 조사수행하고 있으며, 중점 해역은 매년 조사를 수행하고 있고 본 연구에서는 매년 수행하는 중점해역의 한강하구역에서 자료를 분석하였다. 어란 및 자치어의 조사는 사계절 조사가 원칙이고 동계와 춘계 및 하계 조사는 필수적이다(Lee 2004; Yeo et al., 2020). 특히 우리나라의 자치어는 다른 계절과 비교하여 하계가 상대적으로 출현개체수가 많고 출현빈도가 높다.

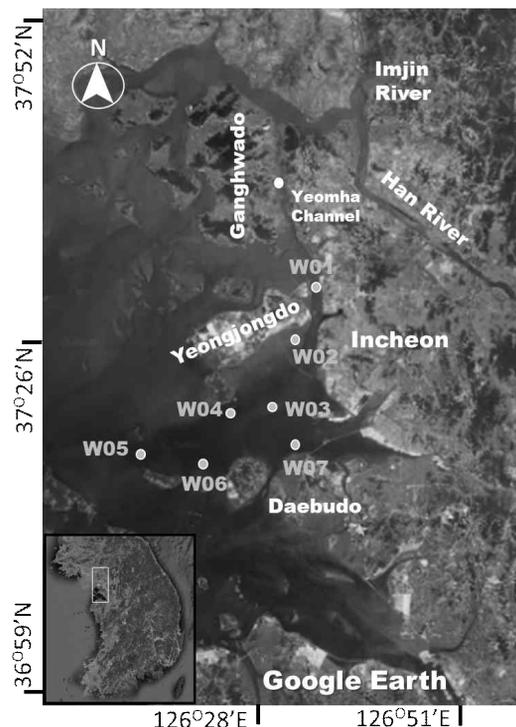
경기만은 서해 북부 위치하고 다수의 섬에 둘러싸여 있고 한강과 임진강 및 예성강을 통하여 담수의 영향을 받는 해역이고 특히 한강에 담수 유출량이 지배적인 해역이다(Lee et al., 2021; Park et al., 2002). 경기만에서 한강과 임진강으로 유출된 담수는 강화도 북부 수로와 염하수로를 통하여 각각 85%, 15%의 비율로 유출이 된다(Lee et al., 2021). 본 연구해역인 한강하구역은 한강수가 염화수로 유입되어 영향을 받는 해역이다.

본 연구에서는 한강하구역에서 생물적 환경/비생물적 환경이 자치어의 종조성 및 출현개체수 변동에 미치는 영향에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

연안생태 조사에서 매년 조사를 수행하여 생성되는 자료 중 한강하구역의 2017년~2019년 춘계와 하계 DB자료를 이용하였다. 한강하구역의 7개 정점은 영종도 남부와 대부도 북부 사이에 5개

정점과 자월도와 영흥도 부근에 2개 정점이 있다([Fig. 1]). 해양 조사 및 분석은 해양환경공단이 제작한 ‘국가해양생태종합조사 조사지침서’(MOF and KOEM, 2016; <https://www.meis.go.kr>)에 따라 수행되었다. 환경자료로 비생물 자료는 표층/저층 수온과 염분을 이용하였고 생물자료는 동물플랑크톤의 밀도, 어란의 밀도, 자치어 밀도 및 종조성을 분석에 이용하였다. 동물플랑크톤은 2회이상 수직예망(망구 60cm, 망목 200 μ m)을 수행하였고 어란 및 자치어 조사는 ring net(망구 80cm, 망목 300 μ m)를 이용하여 10분간 경사에망을 수행하였다. 환경자료를 보완하는 자료로 강우량을 기상청의 인천으로 본 조사 이전 14일간 누적 강우량 자료를 이용하였다. 또한 국가수자원관리 종합정보시스템(WAMIS)로부터 조사일부터 이전 30일에 대한 한강대교의 일단위 유량 자료를 이용하였다.



[Fig. 1] Map showing the study stations in the Han River Estuary.

환경자료를 이용한 요인 분석은 같은 계절의 연도별로 통계적 유의성을 알아보기 위하여 Tukey test를 수행하였고 비생물 환경자료 및 로그 치환한 생물자료를 로그 치환한 자치어와 Pearson 상관관계 분석을 수행하였고 SPSS25 (IBM Corp.)을 이용하여 수행하였다.

자치어의 종 동정은 Kim et al.(2011)과 Okiyama(2014)의 문헌을 참고하여 종 수준까지 하였으며, 분류체계와 학명은 국가 해양수산생물종 목록집(MOF and MABIK, 2023)과 WORMS (World Register of Marine Species)를 참고하였다.

자치어 정점 군집간의 유의성을 파악하기 위해 계절별, 정점별로 구분하여 유사도분석(one-way analysis of similarity, ANOSIM)을 실시하여 그 결과 유의한 차이가 있으면 SIMPER(similarity percentage) 분석을 수행하였고 분류군명과 출현 개체수를 이용하였다. Primer 6.0 (Primer-e Ltd)을 사용하여 ANOSIM, SIMPER 분석을 수행하였다.

III. 연구 결과

1. 해양환경

해양환경을 표/저층의 수온(Temperature; Temp.)과 염분, 강우량(Precipitation; Preci.), 유량(Discharge), 어란 밀도와 동물플랑크톤의 밀도를

나타냈다(<Table 1>). 춘계에 수온은 표층과 저층에서 2019년에 가장 높았고(P<0.05) 염분은 연도별 계절별 비교에서 표층과 저층 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 2017년 하계에 강수량도 많았고 유량도 1,217 m³/s로 높은 값을 나타내어 정점 W01(13.8psu)와 W02(22.8psu)에서는 낮은 염분을 나타냈다. 어란의 밀도는 2019년 춘계(P<0.01)에 가장 많았고 하계에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 동물플랑크톤의 밀도는 2018년 춘계에 가장 많았고 하계에 가장 적었다(P<0.01).

2. 환경과의 상관관계

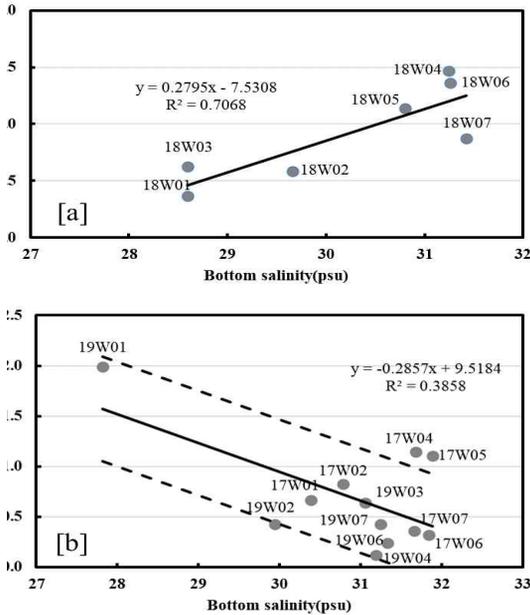
춘계에 모든 환경변수와 상관관계를 수행한 결과, 자치어의 출현개체수는 저층 염분과 2018년에는 양의 상관관계(P=0.02)를 나타냈고 2017년과 2019년에 역상관관계인 음의 상관관계(P=0.03)를 나타냈다([Fig. 2a], [Fig. 2b]). 동일시기의 정점별 염분은 염하수로에 인접한 정점에서 낮은 염분을 나타내는 경향을 나타냈다. 염분과 자치어 밀도의 관계에서 염분이 증가함에 따라서 자치어의 밀도가 증가하였는데 2017년과 2019년 자료에서 음의 상관관계를 나타내지만, 자치어의 출현빈도와 총 출현개체수는 높은 염분에서 나타나는 현상을 나타냈다. 2018년에 2배의 표준편차(SD;

<Table 1> Environment parameters in the Han Rive estuary of 2017~2019

Season	Date	Surface		Bottom		Preci. (mm/hr)	Discharge (m ³ /s)	Fish egg density (egg/100m ³)	Zooplankton density (ind./m ³)
		Temp. (°C)	Salinity (psu)	Temp. (°C)	Salinity (psu)				
Spring (May)	2~4, May, 2017	12.5±1.5 ^a	31.4±0.6	12.0±1.6 ^{ab}	31.4±0.6	0.1±0.0	177.8±6.3	104.5±64.5 ^a	2,426±1,666 ^a
	1~2, May, 2018	11.5±1.6 ^a	30.2±1.3	11.4±1.7 ^a	30.2±1.3	67.4±2.0	362.7±6.1	103.5±97.7 ^a	11,058±3,876 ^b
	15-17, May, 2019	14.9±2.0 ^b	30.6±1.3	14.3±2.0 ^b	30.7±1.3	0.0±0.0	250.8±15.7	2,263.9±3,577.3 ^b	6,006±2,988 ^{ab}
Summer (July -Aug)	23-24, July, 2017	24.6±1.3	26.5±6.2	24.3±1.4	28.7±2.7	212±42	1,216.8±21.7	2,226.3±1,636.4	6,212±3,621 ^a
	1-2, Aug., 2018	25.6±1.9	29.9±0.9	24.7±1.7	29.9±1.0	0±0	660.2±57.2	1,430.2±1,249.4	180±90 ^b
	23-25, July, 2019	23.8±1.4	31.1±0.4	23.6±1.5	31.0±0.7	61.6±3.3	193.3±7.2	1,258.8±817.4	8,010±2,391 ^a

Different letters in value superscript indicate statistical differences(P<0.05)

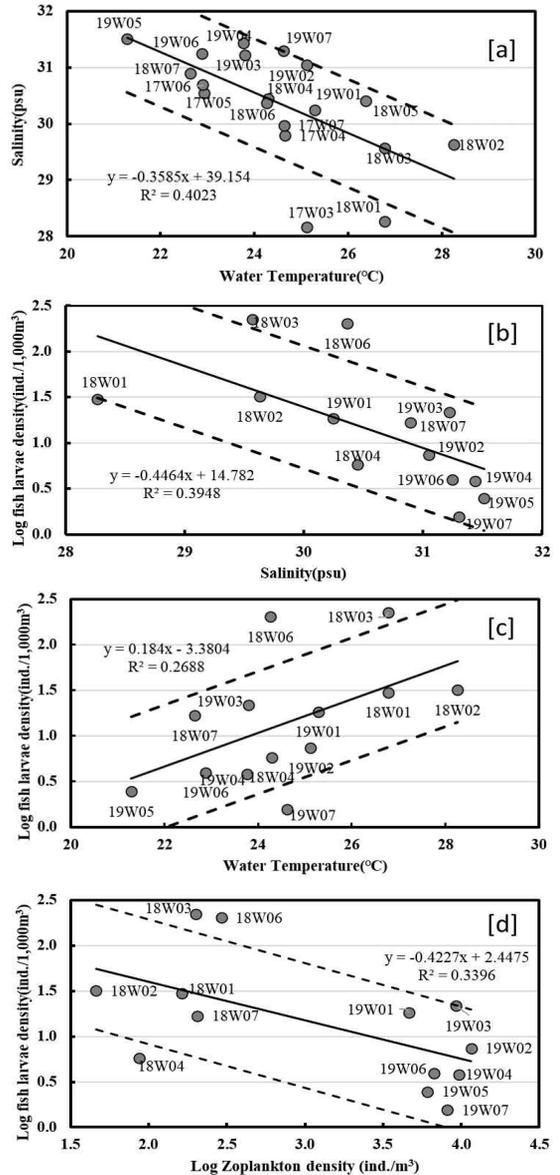
standard deviation)를 범위를 넘어가는 수치가 없었으나, 2017년과 2019년의 상관관계에서는 2017년 정점 W04(17W04)와 정점 W05(17W05)가 초과하였고 가자미과(Pleuronectidae sp.) 자치어의 출현개체수가 많아서 초과되었다.



[Fig. 2] Correlation between environment parameters in the Han River estuary in spring of 2017~2019. Solid line is trend line between parameters and dot line indicates standard deviation. Label indicate year and station.

하계에 표층 수온과 염분은 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 나타냈었다($P < 0.05$), [Fig 3a]. 하계의 2017년 정점 W01~W03과 2018년 정점 W01에서 염분이 낮게 나타나서 2SD 범위에 미달하였다. 하계의 2017년에 자치어가 2개 정점(W03, W05)에서만 출현하여 분석에서 제외하였다. 자치어의 밀도는 염분과 음의 상관관계를 나타냈고 춘계와 동일하게 출현빈도와 총 출현개체수는 염분이 높은 정점에서 높았다($P = 0.02$) [Fig 3b]. 2SD범위를 초과한 2018년 정점 W03(18W03)

는 망둑어과 자치어의 출현개체수가 많았고 정점 W06(18W06)은 돛양태과 자치어의 출현개체수가



[Fig. 3] Correlation between environment parameters in the Han River estuary in summer of 2017~2019. Solid line is trend line between parameters and dot line indicates standard deviation. Label indicate year and station.

많아서이었으며, 정점 W01(18W01)은 미달하였는데 망둑어과가 출현하지 않았다. 춘계에 염분이 높은 정점에서 자치어의 출현개체수가 증가하였는데 외해역에서 이입되는 가자미과, 까나리(*Ammodytes japonicus*), 꼼치(*Liparis tanakae*) 자치어 등의 출현개체수가 많아서 염분이 높은 정점에서 출현개체수나 빈도가 높게 나타났다고 판단되었다.

자치어 밀도는 하계 표층 수온과는 양의 상관관계를 나타냈지만, 통계적으로 유의하지 않았다($P=0.08$), [Fig 3c]. 2018~2019년의 하계의 동물플랑크톤 밀도와 자치어 밀도는 음의 상관관계($P=0.04$)를 나타냈고 자치어 밀도는 연도별로 유

사하였지만(<Table 2>), 동물플랑크톤의 출현개체수가 2018년에 2019년보다 많아서 나타난 현상으로 판단되었다([Fig. 3d], <Table 1>). 2018년 정점 W04(18W04)가 미달되었고 2018년 정점 중에 망둑어과 자치어 출현하지 않은 정점을 제외하면 출현개체수가 가장 적었다.

3. 종조성

조사기간 중에 자치어는 총 17개 분류군이 출현하였고 춘계와 하계 모두 각각 총 12개 분류군이 출현하였고 연도별로는 춘계에 4~9 분류군이, 하계에 3~8 분류군이 출현하였다(<Table 2>).

<Table 2> Species composition of ichthyoplankton in Han River Estuary of 2017~2019

Scientific name	Spring			Summer			Total	R.A(%)
	2017	2018	2019	2017	2018	2019		
<i>Engraulis japonicus</i>			7.1		14.8	14.1	35.9	0.5
<i>Hippocampus</i> sp.					159.6	13.2	172.9	2.2
<i>Ammodytes japonicus</i>	2.3	36.5	142.2				181.0	2.3
<i>Omobranchus elegans</i>				6.8			6.8	0.1
<i>Parablennius yatabei</i>			3.3	5.3		7.4	15.9	0.2
Callionymidae Sp.			2.3		1,956.2	8.4	1,966.8	25.3
Gobiidae spp.	49.6	158.8	838.2	10.6	2,507.3	440.5	4,005.1	51.4
Labridae Sp.					210.2		210.2	2.7
<i>Pholis fangi</i>		149.5				2.5	151.9	2.0
<i>Pholis nebulosa</i>		21.3	5.6				26.9	0.3
<i>Pennahia argentata</i>					174.9		174.9	2.2
<i>Cynoglossus joyneri</i>					38.7		38.7	0.5
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	249.8	4.7					254.5	3.3
<i>Liparis tanakae</i>		394.2					394.2	5.1
Platycephalidae sp.			5.6				5.6	0.1
<i>Platycephalus indicus</i>			2.3			27.6	29.8	0.4
Sebastidae spp.	53.2	4.7	36.6			10.4	104.9	1.3
Unidentified	9.8						9.8	0.13
Total	364.7	769.6	1,043.1	22.7	5,061.7	524.0	7,785.7	100.00
Mean±SD	61±52 ^a	110±105 ^b	174±388 ^{ab}	11±6 ^a	844±1,001 ^b	75±82 ^{ab}		
Number of species	4	7	9	3	7	8	17	

R.A: relative abundance;
Different letters in value superscript indicate statistical differences ($P<0.05$)

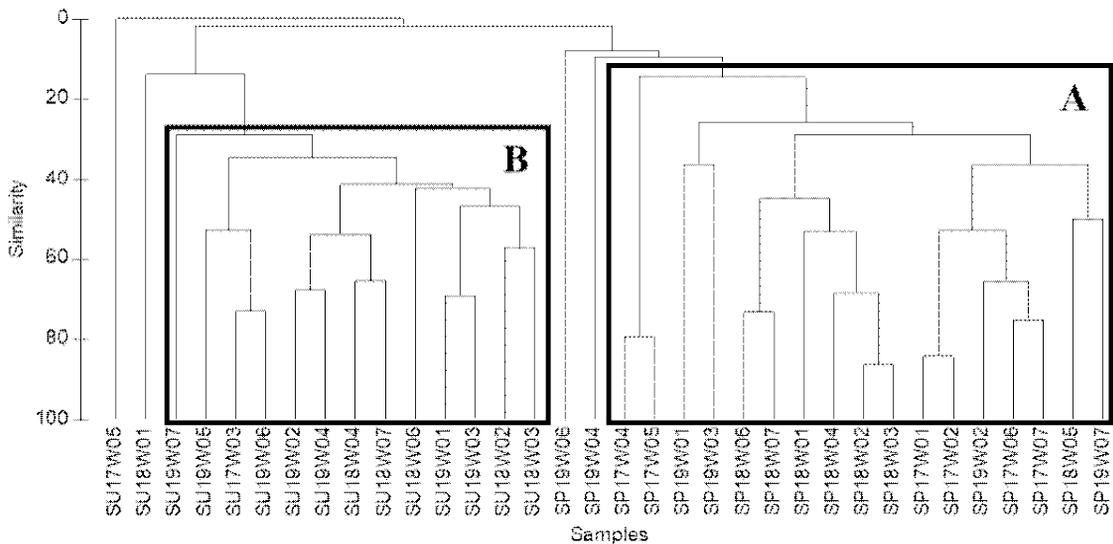
출현한 자치어는 멸치(*Engraulis japonicus*), 까나리, 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 청베도라치(*Parablemmius yatabei*), 돛양태과(*Callionymidae* sp.), 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 망둑어과(*Gobiidae* spp.), 놀래기과(*Labridae* sp.), 꼼치, 흰베도라치(*Pholis fangi*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 양태과(*Platycephalidae* sp.), 양태(*Platycephalus indicus*), 가자미과, 보구치(*Pennahia argentata*), 양볼락과(*Sebastidae* spp.), 해마(*Hippocampus* sp.) 분류군이 었다.

총계에 자치어의 출현개체수는 9개 분류군에 2019년(1,043 ind./1,000m³)에 가장 많았고 3개 분류군에 2017년(365 ind./1,000m³)에 가장 적었다. 하계에 7개 분류군에 2018년(5,062 ind./1,000m³)에 가장 많고 3개 분류군에 2017년(23 ind./1,000m³)에 가장 적었다. 2018년에 제외하면 총계에 자치어의 출현개체수가 하계보다 많았다. 총계에 우점종은 2017년에 가자미과 자치어가 전체 출현개체수의 68.5%를 차지하며 우점하였고 망둑어과와 양볼락과 자치어가 각각 14.6%, 13.6%를 차지하였다. 2018년에는 꼼치 자치어가 전체 출현개체

수의 51.2%로 우점하였고 망둑어과와 흰베도라치 자치어가 각각 전체의 20.6%, 19.4%를 차지하였다. 2019년에는 망둑어과 자치어가 전체 출현개체수의 80.4%를 차지하였다. 하계에 우점종은 2017년에 망둑어과 자치어가 전체 49.5%를 차지하였고 앞동갈베도라치와 청베도라치 자치어가 각각 30.0%와 23.3%를 차지하였다. 2018년에 망둑어과가 자치어 전체 출현개체수의 49.5%를 차지하였고 돛양태과 자치어가 38.6%를 차지하였으며, 2019년에 망둑어과 자치어가 전체 출현개체수의 84.1%를 차지하였고 양태가 5.3%를 차지하였다.

4. 군집분석

수행한 ANOSIM 분석결과에서 정점 간의 종조성이 차이가 있고 그룹간 유의한 결과를 나타냈다(R=0.73, P<0.01, [Fig. 4]). 그룹간 유사도는 15.3% 이상 유사하지 않은 군집으로 구분되었고 총 2개의 그룹으로 구분되었다(<Table 3>). 그룹A는 총계의 17개 정점에서 망둑어과(하계)와 흰베도라치, 가자미과, 꼼치 자치어로 구성되어 90.5%의



[Fig. 4] Dendrogram based on the classification of the periods(year, season) and stations in the Han River Estuary. Samples abbreviation indicates season-year-station number (SP: spring; SU: summer).

<Table 3> Summary of results by SIMPER analysis

Group	Species	Average Similarity	Contribution rate%	Accumulation (%)	Average similarity
A	Gobiidae(Spring)	13.09	72.02	72.02	18.2
	<i>Pholis fangi</i>	1.37	7.52	79.54	
	Pleuronectidae sp.	1.09	6.01	85.55	
	<i>Liparis tanakae</i>	1.04	5.73	91.28	
B	Gobiidae(Summer)	16.71	84.25	84.25	19.8
	<i>Hippocampus</i> sp.	1.23	6.22	90.47	

기여도를 나타냈고 18.2%의 유사도를 나타냈으며, 그룹B는 하계의 13개 정점에서 망둑어과(하계)와 해마 자치어로 구성되었고 90.5%의 기여도에 19.8% 유사도를 나타냈다.

IV. 결론

경기만에서 염하수에서 한강유량에 따른 담수 영향 범위의 모델에 의하면 30일 평균 유량이 1,000 m³/s이면 하계 홍수기에 속하고 영종도 동부(본 연구에서 정점 W01과 W02)까지 염분변화에 영향을 준다고 보고하였다(Lee et al., 2021). 하계 2017년에 한강 평균 유량은 1,217 m³/s이었고 정점들의 염분에 영향을 주어 전체적으로 자치어 출현개체수도 감소하였다고 판단되었다. 본 연구에서 춘계에 저층에서 염분이 높은 정점에서 자치어의 출현개체수와 빈도가 높았다. 염분변화는 저층에서 생활하는 가자미과, 꼼치 등의 자치어와 광염성이 많은 망둑어과 자치어는 영향이 상대적으로 낮다고 판단되지만, 멸치, 까나리, 보구치 자치어 등과 같은 외해역에서 연안으로 이동하는 자치어는 염분 28psu 이상에서 분포하기에 저염분에 의한 분포의 제한이 있다고 판단된다(Chin et al., 2020; Choi et al., 2020; Kim and Han, 1990; Jin et al., 2003; Song et al., 2021).

2018년에 동물플랑크톤의 밀도는 2019년보다 낮아서 자치어의 밀도와 음의 상관관계를 나타냈

는데 두 연도의 수온과 염분은 유사한 환경이었다. 상이한 환경항목으로 2018년에 한강의 유량이 2019년보다 많아서 동물플랑크톤의 출현개체수가 적었던 원인으로 판단되었지만, 2017년에 유량이 2배 많았던 부분을 고려하면 옳지 않다. 자치어의 출현개체수가 많아서 동물플랑크톤을 많이 섭식하여 나타난 현상으로 추측되지만, 위 내용물을 분석한 자료가 없다. 춘계와 다른 연도의 하계를 비교해도 극단적으로 낮은 동물플랑크톤의 밀도는 지속적인 모니터링과 연구가 필요하다고 판단된다.

서해 연안역에서 춘계와 추계에 생식활동을 하는 어종은 많지 않고 출현개체수도 많지 않기에 이 시기에는 자치어의 출현개체수가 적고 채집되지 않는 경우가 많다고 보고되었다(Cha et al., 2002). 인천에서 전북해안에 이르는 해역의 37개 정점에서 2017년 5월에 자치어는 17개 분류군(4,476 ind./1,000m³)이 출현하였고 8월에 22개 분류군(723 ind./1,000m³)이 출현하였다(Youn et al., 2019). 하계보다는 춘계에 출현개체수가 많았고 망둑어과와 멸치 및 양태 자치어가 우점군이 변동하며 출현하였다. 본 연구와 비교하면 정점수가 많아서 비교가 어렵지만, 전체 출현 분류군수는 본 연구에서 3년간 누적 출현분류군수보다 많았지만, 누적 출현한 개체수와 유사하였다. 본 연구에서 2018년 하계와 2019년 춘계에 자치어의 출현 개체수가 많아서 연도에 따른 계절의 출현 개체수는 크게 차이가 있다고 판단되었다.

천수만의 3개의 정점에서 2년간(2020~2021년) 총 17개 분류군 3,210 ind./1,000m³가 출현하였다(Youn et al., 2022). 4월에 2개 분류군 189 ind./1,000m³이 출현하였고 8월에 15개 분류군 3,021 ind./1,000m³이 출현하였다. 우점한 분류군은 4월에 까나리가 전체 출현개체수의 86.8%를 차지하였고 흰베도라치가 13.2%를 차지하였다. 2020년 8월에는 반지(*Thryssa hamiltonii*)가 전체 출현개체수의 57.3%를 차지하고 망둑어과가 19.4%를 차지하였다. 2021년 하계(8월)에는 멸치가 출현개체수의 33.3%를 차지하며 우점하였다. 본 연구와 비교하여 적은 정점에서 많은 분류군과 출현개체수가 있었고 2년간 출현한 우점분류군의 양상이 변화하였다. 본 연구에서는 연도별 출현한 양상이 달랐고 춘계에 수온이 높을수록 어란 출현개체수와 자치어의 출현하는 분류군수와 출현개체수가 많아지는 경향을 나타냈다. 하계에는 망둑어과가 우점하였지만, 춘계에는 2017년에 가지미과가 우점하였고 2018년에 썸치 그리고 2019년에 망둑어과가 우점하여 해마다 우점하는 분류군이 다르게 나타나는 경향을 나타냈다.

서해5도 주변해역 11개 정점에서 2014~15년 자치어는 5월에 총 5개 분류군에 58 ind./1,000m³이 출현하였고 8월에 총 10개 분류군 1,719 ind./1,000m³가 출현하였다(Youn et al., 2020). 5월에 우점한 분류군은 흰베도라치로 전체 89.7%를 차지하였고 8월 우점한 민태(*Johnius belengerii*)는 전체 51.9%를 차지하였고 멸치(11.4%)가 차우점하였다. 본 연구에서 춘계에 겨울의 산란하는 까나리, 흰베도라치 등의 출현은 천수만, 서해5도 주변해역 등에서 나타나는 유사한 양상으로 판단되었다. 우리나라에서 수행된 자치어 종조성 연구에서 망둑어과 자치어가 최우점종으로 나타나고 멸치 자치어는 최우점종이거나 아우점종으로 보고되는 연구가 많이 있다(Cha and Huh, 1988; Chin et al., 2020; Chin et al., 2021; Han et al., 2002; Kim et al., 2021; Koh et al., 2018; Youn et al., 2022). 망둑어과는 작은 자치어의 동정이 어

려워서 춘계와 하계로 구분하여 군집분석을 수행한 결과, 춘계와 하계로 나누어지는 결과를 나타냈다. 본 연구에서 망둑어과는 전체출현개체수의 51.4%를 차지하며 우점하였고 차우점종은 돛양태과(38.6%)이었지만, 이 해역을 성육장으로 이용하는 다양한 분류군이 출현하였고 연도와 계절마다 출현하는 양상이 상이하여 군집분석에서 춘계와 하계 모두 유사도가 낮은 20%이하를 나타냈다고 판단되었다. 본 연구해역은 하계에 한강수가 염하수로를 통하여 유입되어 담수의 영향을 받는다고 판단되고 홍수기에는 염분의 변동폭이 크게 나타날 것으로 추측된다. 본 연구 해역은 한강수 유입에 의하여 외해역에서 이입되는 분류군수 및 출현개체수의 변동이 있고 다양한 분류군이 이용하는 성육장으로 판단된다. 한강수 유입에 의한 자치어의 분포와 출현 변동에 미치는 영향에 관하여 지속적인 연구가 필요하다고 판단된다.

References

- Abookire AA, Piatt JF and Robards MD(2000). Nearshore fish distributions in an Alaskan Estuary in relation to stratification, temperature and salinity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51, 45~59.
<https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0615>
- Cha SS(2002). Review on the studies of ecology of fish in their early life stages off Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 14(1), 76~82.
- Cha SS and Huh SH(1988). Variation in abundances of ichthyoplankton in the Nakdong River Estuary. *Bull. Kor. Fish. Tech. Soc.*, 24, 135~143.
- Chambers RC and Trippel EA(1997). Early life history and recruitment: Legacy and challenges. In: Chambers, RC and Trippel, EA (eds.) *Early life history and recruitment in fish populations*. London: Chapman and Hall.
- Chin BS, Han S, Kim TH and Park GS(2021). Species composition and seasonal variation of larval fishes in Nakdong River Estuary. *JFMSE*, 33(1), 168~180.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.2.33.1.168>

- Chin BS, Kim ST, Kim JS and Park GS(2020). Species composition and abundances of ichthyoplankton in Geum River Estuary in spring and summer. JFMSE, 32(1), 65~73.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2020.2.32.1.65>
- Choi B, Jo H, Park K and Kwak IS(2020). Isotopic evidence for ontogenetic shift in food resource utilization during the migration of the slipmouth *Leiognathus nuchalis* in Gwangyang Bay, Korea. Kor. J. Ichthyol., 32(2), 84~90.
<http://dx.doi.org/10.35399/ISK.32.2.7>
- Choi J, Lee KW, Han GS, Byun SG, Lim HJ and Kim HS(2020). Influence of salinity on hatching rate of fertilization eggs and larval survival of walleye pollock *Gadus chalcogrammus*. JFMSE, 32(3), 725~731.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2020.6.32.3.725>
- Fuiman LA and Werner RG(2002). Fishery science: The unique contributions of early life stages, Blackwell Science Ltd., Miami, 326p.
- Gray CA(1993). Horizontal and vertical trends in the distribution of larval fishes in coastal waters off central New South Wales, Australia. Mar. Biol., 116, 649~666.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00355483>
- Han KH, Shin YH and Hwang DS(2002). Seasonal variations in species composition of ichthyoplankton off Kohung Peninsula, Korea. Korean J. Ichthyol., 14(1), 45~52.
- Jin DS, Han KH and Park JW(2003). Spawning behavior and morphological development of larvae and juvenile of the naked-headed goby, *Favonigobius gymnauchen* (Bleeker). Korean J. Fish. Aqua. Sci., 36(2), 136~143.
- Kim JK, Ryu JH, Kim S, Lee DW, Choi KH, Oh TY, Hwang KS, Choi JH, Kim JN, Kwun HJ, Ji HS and Oh JN (eds.)(2011). An identification guide for fish eggs, larvae and juveniles of Korea, Seoul: Hankook Graphics.
- Kim SY, Yu TS, Woo JJ, Lee SH and Han KH(2021). Species composition of fish eggs and larvae in the coastal water of Nang Island, Yeosu. JFMSE, 33(5), 1038~1047.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.10.33.5.1038>
- Kim YU and Han KH(1990). Early life history and spawning behavior of the gobiid fish, *Tridentiger trigonocephalus*(gill) reared in the laboratory. Korean J. Ichthyol., 2(1), 53~62.
- Koh SJ, Chu BR, Yu TS, Lee SH and Han KH(2018). Species composition and seasonal variation of ichthyoplankton in coast of southern Ulsan, Korea. JFMSE, 30(5), 1652~1662.
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2018.10.30.5.1652>
- Lee HM, Song JI, Kim JW, Choi JY, Yoon BI and Woo SB(2021). Numerical modeling for region of freshwater influence by Han River discharge in the Yeomha Channel, Gyeonggi bay. 33(4), 148~159.
<https://doi.org/10.9765/KSCOE.2021.33.4.148>
- Lee JH(2004). Suggest on standardization of ecological survey methods in the Korean watershed. Korean J. Environ. Biol., 22(1), 1~11.
- Makrakis S(2019). Tributaries as biodiversity preserves: An ichthyoplankton perspective from the severely impounded upper Paraná River. 29(2), 258~269.
<https://doi.org/10.1002/aqc.3037>
- MABIK(2023). National list of marine species, Namu Press, Seochun, Korea, 147 pp.
- MOF and KOEM(2016). National investigation of marine ecosystem protocol, Ministry of Oceans and Fisheries, Seoul, Korea, 48 pp.
- Moon SY, Lee JH, Choi JH, Ji HS, Yoo JT, Kim JN and Im YJ(2018). Seasonal variation of larval fish community in Jinhae Bay, Korea. Korean J. Environ. Biol., 36(2), 140~149.
<http://dx.doi.org/10.11626/KJEB.2018.36.2.140>
- Okiyama M(2014). An atlas of the early stage fishes in Japan, Tokai University Press.
- Park K, Oh JH, Kim HS and Im HH(2002). Case study: Mass transport mechanism in Kyunggi Bay around Han River mouth, Korea. Journal of Hydraulic Engineering, 128(3), 257~267.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2002\)128:3\(257\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2002)128:3(257))
- Park PH(2000). Seasonal variations of larvae and juvenile occurring in the sandy beach adjacent to Mongsanpo, Taean Peninsula. Master thesis, Inha University.
- Saville A and Schnack D(1981). Some thoughts on the current status of studies of fish egg and larval distribution and abundance. Rapp. P. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 178, 153~157.
- Song SH, Lee HW, Jeon BS, Kim HJ, Jung JM and

- Oh TY(2021). A study on change of reproductive biology and fishing business of snailfish, *Liparis tanakae* in Korea. J. Korean Soc. Fish. Ocean. Technol., 57(1), 78~91.
<https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.1.078>
- Yang HJ, Kim KH and Kum JD(2001). The fish fauna and migration of the fishes in the fish way of the Nakdong River mouth dam. Korean J. Limnol., 34(3), 251~258.
- Yeo MY, Kim JK and Lee DI(2020). Analysis and improvement of marine fish and fishery resources based on the environmental impact assessment items by ocean developmental project. J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy, 23(1), 13~22.
<https://doi.org/10.7846/JKOSMEE.2020.23.1.13>
- Youn BI, Choi DH, Choi YS, Lee SH, Kwon DH and Kim MJ(2022). Distribution characteristics of egg and ichthyoplankton in the Cheonsu bay, Korea. J. Korean Soc. Fish. Ocean. Technol., 58(4), 326~333.
<https://doi.org/10.3796/KSFOT.2022.58.4.326>
- Youn BI, Choi DH, Im YJ, Kim JN and Kim MJ(2020). A study on the characteristics of fish community in the coastal water of the five west sea islands in Korea. J. Korean Soc. Fish. Ocean. Technol., 56(3), 213~222.
<https://doi.org/10.3796/KSFOT.2020.56.3.213>
- Youn BI, Lee SJ, Sohn MH, Han SH, Lee HB, Kim MJ and Han KH(2019). Distribution of ichthyoplankton in the west coastal waters of Korea. J Korean Soc Fish Ocean Technol, 55(3), 243~251.
<https://doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.3.243>
-
- Received : 23 January, 2024
 - Revised : 11 March, 2024
 - Accepted : 21 March, 2024