

금강 하구역의 춘계와 하계에 어류플랑크톤 종조성과 출현량

진병선* · 김상태** · 김종수** · 박경수†
*안양대학교(교수) · **안양대학교(연구원)

Species Composition and Abundances of Ichthyol-plankton in Geum River Estuary in Spring and Summer

Byung Sun CHIN* · Sang-Tae KIM** · Jong-Su KIM** · Gyung Soo PARK†
*Anyang University(professor) · Anyang University(researcher)

Abstract

Ichthyol-plankton and the environment data were collected in Geum River Estuary in spring and summer of 2016~2018. These data were collected though “National Survey of Marine Ecosystem” project. Geum River Estuary is one of the main estuaries in the West Sea of Korea. A total of 18 taxa of fish larvae were collected. Eight taxa were collected in spring, and the mean abundance was 242 ind./1,000m³. Thirteen taxa were collected during the summer, and the mean abundances was 109 ind./1,000m³. During this study, most dominant species was Gobiidae spp. (49.4%), which was followed by whiting, *Sillago japonica* (37.3%). Yearly species composition showed Gobiidae spp. was most dominant specie except in 2018. In 2018, *Sillago japonica* was dominant in spring and anchovy (*Engraulis japonicus*) was dominant in summer. When abnormal high water temperature period (>28°C) occurred, Gobiidae spp. was not dominant.

Key words : Geum river estuary, National survey of marine ecosystem, Larvae, *Sillago japonica*

I. 서론

해양에서 어류는 다량의 어란을 산란 하지만, 성장과정 중에 그 수가 급격히 감소하고 성장 초기에 작용하는 환경요인에 따라 매년 생존에 변화를 보인다(Cha et al., 1990; Saville and Schnack, 1981). 어류 초기 생활사에 해당하는 자치어기는 이동능력이 작아서 여러 가지 외부 환경의 영향을 받기 쉽고 어류의 생활사 중에 가장 사망률이 높은 민감한 시기이다(Gray, 1993). 해양환경에서 자치어는 수온, 염분, 부유물질 등과 같은 비생물적 환경에 민감하고 먹이와 포식자의 역할을 하

는 플랑크톤 같은 생물학적 환경에도 치명적인 영향을 받을 수 있다. 일치불일치 가설에서는 영양염, 식물플랑크톤, 동물플랑크톤 및 자치어는 포식자-피식자의 관계로 주기적 변동을 나타낼 만큼 서로 연관되어 있다(Cowan, and Shaw, 2002). 또한 해양환경최적창 가설에서 자치어의 생존 전략은 비생물학적 요인과 생물학적 요인의 복합적인 중요성을 강조하고 있다(Zhang, 2010).

하구역은 육지로부터 유입에 의하여 풍부한 영양염으로 인한 유기물 함량이 매우 높다(Abookire et al., 2000; Gibson 1994). 특히, 해수와 담수가 만나는 기수역은 먹이생물이 풍부하고 기초 생산

† Corresponding author : 032-930-6029, gspark@anyang.ac.kr

* 이 논문은 국가해양생태계종합조사”의 자료를 이용하여 작성됨.

력이 높아 다양한 어종들에게 서식처를 제공하고 해양과 연결하는 역할을 한다(Jeon, 1987; Park, 2000; Pritchard 1955; Reid et al., 1976).

국가해양생태계종합조사 중 연안생태계조사는 매해 전국 연안(홀수해는 서해해역과 남해서부해역; 짝수해는 동해해역과 남해동부해역 및 제주해역)에서 5월과 8월에 생물학적/무생물학적 항목을 조사하고 있으며, 중점 해역(구명칭 핵심해역; 금강하구역, 한강하구역, 낙동강하구역, 섬진강하구역, 영산강 하구역, 동해용승해역)은 매년 4계절(2, 5, 8, 11월) 조사를 수행하고 있다. 연안생태계조사에서 생성되는 자료 중 금강하구역에서 자치어의 자료를 분석하였다. 금강 하구역은 수온변화와 염분변화가 심한 해역으로 환경을 응용할 수 있는 종들만 산란장이나 보육장으로 이용 가능성이 높다(Lee and Yang, 1997).

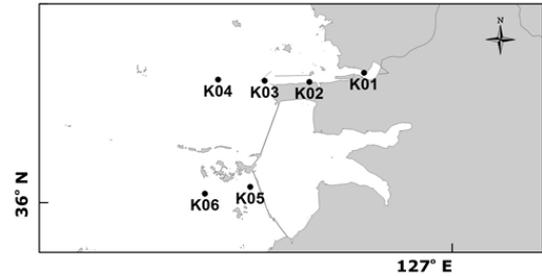
본 연구는 금강 하구역에서의 생물적 환경과 비생물적 환경이 자치어의 출현량과 종조성에 미치는 영향에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 국가 해양생태계 종합조사 중 연안생태 조사에서 생성되는 자료 중 금강 하구역의 2016년~2018년 춘계와 하계 DB 자료(data base)를 이용하였다. 해양 조사 및 분석은 해양관리공단이 제작한 “국가해양생태 종합조사 조사 지침서”(MOF and KOEM, 2016)에 따라 수행되었다.

금강 하구역의 6개 정점은 금강하구역에 4개의 정점(K01~K04)과 새만금 신시배수갑문에 2개의 정점(K05~K06)이었고 어망 구경 80 cm를 이용하여 경사예망하였다. 생성된 자료 중 수온, 염분, 부유물질(Suspended particulate matter; SPM), 동물플랑크톤의 밀도(야광충제외), 어란의 밀도 자치어 종조성을 분석에 이용하였다([Fig. 1]).

자치어 정점 군집간의 유의성을 파악하기 위해 계절별로 유사도분석(one-way analysis of



[Fig. 1] Map showing the sampling stations in the Geum River Estuary.

similarity, ANOSIM)을 실시하였다. 그 결과 유의한 차이가 있을 경우 SIMPER(similarity percentage)분석을 실시하여 각 비교군 사이의 평균 비유사도에 기여하는 각 분류군의 기여도를 구하였다(Clarke, 1993). 군집구조 분석을 위해 계절별로 출현개체수 비가 0.1%이하인 분류군은 제외하였고 망둑어과 2개 분류군은 망둑어과에 포함하여 출현량을 이용하였다. 또한 자치어 군집에 영향을 주는 환경요인을 파악하기 위하여 각 군집별(그룹별) 환경요인에 대해 상관관계를 실시하였다. ANOSIM, SIMPER 분석은 Primer 5.0을 사용하였고 Spearman's 분석은 JMP7.0(SAS)을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 조사환경

본 연구에서 측정된 수온(Temp.), 염분, 부유물질(SPM), 동물플랑크톤 개체수밀도, 어란 밀도 자료는 조사시기별로 정리하였다(<Table 1>). 춘계의 평균 수온은 연도별로 차이가 있었고 하계의 평균 수온은 연도별로 간에는 차이가 없었다. 조사기간 중 2018년 하계에는 금강하구역에 고수온 주의보가 발령되었다(국립수산과학원 기후변화연구과). 고수온 경보의 발령은 2017년부터 시작되었지만, 2016년 하계에 환경을 2017년 하계와 비교하면 매우 유사한 환경이었고 다른 환경요인은 평균 염분이 약간 낮았다.

<Table 1> Temporal distributions of abiotic- and biotic parameters in the Geum River estuary of 2016~2018

Season	Year	Temp.(°C)	Salinity(psu)		SPM(mg/L)	Zooplankton density (ind./m ³)	Fish egg density (egg/100m ³)
			Surface	Bottom			
Spring	2016	18.6±0.8	28.7±3.0	30.1±2.3	7.5±7.9	12,602.1±9,521.9	1,389.3±2,830.6
	2017	15.9±1.9	30.4±2.0	30.7±1.7	23.5±8.6	5,903.8±5,692.7	1,181.7±769.5
	2018	13.8±0.8	27.0±3.6	30.3±1.3	9.1±2.8	73,940.8±83,329.6	20.9±14.5
Summer	2016	28.6±0.7	28.9±3.0	30.4±2.2	8.2±5.7	21,532.9±20,148.2	122.8±212.8
	2017	26.9±0.5	28.7±2.0	30.6±1.4	22.2±10.7	7,702.4±5,449.2	357.0±505.6
	2018	28.6±1.1	30.4±1.2	30.5±1.3	9.1±6.8	16,558.8±8,957.2	145.9±115.5

염분은 같은 계절 내의 표층과 저층에서 모두 차이가 없었다. 부유물질은 2016년 8월과 2018년 5월에 다른 시기에 비교하여 높은 농도로 나타났다. 동물플랑크톤의 밀도는 2018년 춘계를 제외하고는 유사하게 나타났고 어란 밀도는 2018년의 춘계를 제외하고 유사하게 나타났다.

2. 종조성

조사기간 동안에 총 18개의 분류군의 자치어가 출현하였고, 춘계에는 총 8개 분류군이 출현하였으며, 하계에는 총 13개 분류군이 출현하였다 (<Table 2>).

<Table 2> Species composition of fish larvae in Geum River coastal of Korea of 2016~2018

Scientific name	(unit: ind./1,000 m ³)						Total	R.A(%)
	Spring			Summer				
	2016	2017	2018	2016	2017	2018		
<i>Callionymidae</i>					3		3	0.3
<i>Cynoglossus joyneri</i>					24	4	27	2.6
<i>Cynoglossus robustus</i>				1			1	0.1
<i>Engraulis japonicus</i>				3		12	15	1.4
<i>Gobiidae</i>	56	259		12	190	2	519	49.4
<i>Konosirus punctatus</i>		7					7	0.7
<i>Liparis tanakae</i>			7				7	0.6
<i>Luciogobius guttatus</i>	9	2			4		15	1.4
<i>Luciogobius sp.</i>			11				11	1.1
<i>Miichthys miuy</i>						11	11	1.1
<i>Nuchequula nuchalis</i>						2	2	0.2
<i>Omobranchus elegans</i>					4		4	0.4
<i>Parablennius yatabei</i>				2		5	6	0.6
<i>Pennahia argentata</i>					7		7	0.7
<i>Platycephalus indicus</i>						11	11	1.1
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>			7				7	0.7
<i>Scomber japonicus</i>			4				4	0.4
<i>Sillago japonica</i>			364	9	14	5	392	37.3
Total	64	268	393	27	246	52	1,051	100.0
Number of species	2	3	5	5	7	8	18	

R.A: relative abundance

출현한 자치어는 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 개서대(*Cynoglossus robustus*), 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 전어(*Konosirus punctatus*), 민어(*Miichthys miuy*), 꼼치(*Liparis tanakae*), 양태(*Platycephalus indicus*), 미끈망둑(*Luciogobius guttatus*), 보구치(*Pennahia argentata*), 청베도라치(*Parablennius yatabei*), 고등어(*Scomber japonicus*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 미끈망둑속(*Luciogobius* spp.), 주둥치(*Nuchequula nuchalis*), 망둑어과(*Gobiidae* spp.), 문치가지미(*Pseudopleuronectes yokohamae*) 분류군이였다. 출현한 자치어의 종조성에서 망둑어류 자치어가 전체출현 개체수의 49.4%로 가장 우점하였고 다음으로 많이 출현한 종은 청보리멸로 37.3% 출현하였다. 세 번째 많이 출현한 종은 2.6%로 참서대 이였다. 연도별 출현한 자치어의 종조성은 전 조사기간 중 2018년 춘계와 하계를 제외하고 망둑어과가 가장 우점하였다. 2018년 춘계에 청보리멸이 우점하였고 망둑어류가 차우점하였다. 하계의 2016년에 멸치가 두 번째로 많이 출현하였고, 2018년에는 멸치가 가장 우점하였다. 2017년 하계에는 서대류가 두 번째로 많이 출현하였다.

계절별 자치어의 출현량은 춘계에 평균 242 ind./1,000 m³(64~393 ind./1,000 m³)으로 하계보다 많았고, 하계에는 평균 109 ind./1,000 m³(27~246 ind./1,000 m³) 출현하였다. 연도별 자치어의 출현량은 2016년에 91 ind./1,000 m³으로 가장 적게 출현하였고, 2017년과 2018년에는 각각 514 ind./1,000 m³과 445 ind./1,000 m³로 유사하게 출

현하였다.

계절별 정점간의 종조성 분석을 위해 수행한 ANOSIM 분석결과에서 그룹간 유의한 결과를 나타냈다(R=0.616, P<0.1). 춘계의 2개 그룹(그룹A와 B)과 하계2개의 그룹(그룹C와 D)으로 총4개의 그룹으로 구분되었다. SIMPER 분석 결과, 그룹A는 청보리멸이 99.7%의 기여도에 그룹 유사도는 45.0%를 나타내었고, 그룹B는 망둑어류가 99.8%의 기여도에 그룹 유사도는 35.5%를 나타냈다 <Table 3>. 그룹C는 멸치가 100.0%의 기여도로 31.6%의 그룹유사도를 나타냈다. 그룹D는 망둑어과와 참서대과(*Cynoglossidae*) 그리고 청보리멸이 혼재되어 있었고 그룹유사도는 30.0%이었다.

춘계와 하계에 어류군집그룹별로 나타난 정점들의 환경을 정리하여 나타냈다<Table 4>. 그룹A는 춘계에 출현한 청보리멸로 2018년에 전 정점에서 출현하였다. 수온이 13.8±0.8℃로 그룹 중에서 가장 낮았고 표층에서 염분은 평균 27.0±3.6psu으로 21.6~31.1psu의 범위를 나타냈고 저층의 염분범위는 27.7~31.3psu를 나타냈다. 동물플랑크톤의 밀도(73,940.8±83,329.6ind./m³)는 다른 그룹과 비교하여 가장 높은 밀도를 나타냈다. 그룹B는 춘계의 망둑어류로 구성되었고 그룹A보다는 수온(16.6±2.5℃)이 높은 정점들이었고 저층(25.2~32.14psu)과 표층(22.6~32.1psu)의 염분의 범위가 넓게 나타났다. 다른 그룹과 비교하여 부유물질의 농도(25.4±7.4 mg/L)와 어란의 밀도(1,104.1±855.5 egg/100m³)가 높았다.

<Table 3> Results of SIMPER analysis

Group	Species	Average Abundance	Average Similarity	Contribution rate(%)	Average similarity
A	<i>Sillago japonica</i>	364	44.9	99.7	45.0
B	<i>Gobiidae</i>	272	35.4	99.8	35.5
C	<i>Engraulis japonicus</i>	24	31.6	100.0	31.6
	<i>Gobiidae</i>	156	20.8	69.5	
D	<i>Cynoglossidae</i>	20	4.1	83.2	30.0
	<i>Sillago japonica</i>	18	3.9	96.0	

<Table 4> Comparison of species group of abiotic- and biotic parameters in the Geum River estuary of 2016~2018

Season	Group	Temp.(°C)	Salinity(psu)		SPM(mg/L)	Zooplankton density (ind./m ³)	Fish egg density (egg/100m ³)
			Surface	Bottom			
Spring	A	13.8±0.8	27.0±3.6	30.3±1.3	9.1±2.8	73,940.8±83,329.6	20.9±14.5
	B	16.6±2.5	28.8±3.4	29.5±2.5	25.4±7.4	9,046.2±8,038.8	1,104.1±855.5
	None	17.9±1.1	30.1±1.4	31.2±0.7	6.1±3.9	11,130.6±8,955.8	216.9±139.0
Summer	C	29.5±0.2	30.1±1.6	30.2±1.7	9.9±8.9	22,249.7±8,793.1	48.6±29.4
	D	27.2±0.9	29.0±2.0	30.8±1.4	19.5±12.0	14,071.5±16,396.3	390.8±475.4
	None	28.5±0.7	28.8±2.9	30.1±2.1	9.6±4.5	12,476.3±14,956.5	73.8±82.1

None: stations that larvae was not collected

그룹C는 하계의 멸치로 구성되었고, 표층염분은 27.7~31.3 psu의 범위를 나타냈으며, 부유물질 농도는 그룹A(칭보리멸)와 유사하게 나타났다. 동물플랑크톤 밀도는 두 번째로 높았다. 그룹D는 망둑어류와 서대류 및 칭보리멸이 혼합으로 구성되었다. 수온은 하계의 다른 그룹과 비교하여 27.2±0.9°C로 낮았고 저층 염분은 27.7~31.8psu로 나타났으며 부유물질은 춘계의 망둑어류와 유사하게 나타났고 어란의 밀도가 높게 나타났다.

IV. 고찰

본 연구는 2016~2018년(3년간) 춘계와 하계의 금강하구역 6개 정점을 대상으로 수행된 조사에서 출현하는 자치어 종조성과 출현량을 검토하였다.

본 연구에서 이용한 국가생태계종합조사 연안생태계 조사의 자료 중에는 매년 사계절을 조사하는 금강 하구역 자료가 있지만, 금강 하구역의 동계와 추계 자료는 자치어의 채집량이 많지 않아서 본 연구에서는 춘계와 하계의 자료만을 이용하였다.

서해 연안역에서 봄과 가을에 번식하는 어종은 많지 않고 양도 작기 때문에, 봄과 가을에는 자치어의 출현량이 적어서 채집되지 않는 경우가

많다는 보고가 있다(Cha et al., 2002; Cha et al., 2004). 만경동진강 하구역과 새만금 해역에서 겨울 산란종의 가입이 끝나고 여름에 번식하는 어류의 산란이 시작되지 않는 춘계에는 자치어가 거의 출현하지 않고 자치어는 주로 하계에 출현한다고 보고 하였다(Cha and Park, 1991; Cha et al., 2004).

천수만에서 고군산군도(13정점)에 이르는 해역에서 60 cm 붕고네트를 이용하여 자치어는 1985년 7월에 19개 분류군 3,522 ind./1,000m³, 8월에 15개 분류군 314 ind./1,000 m³이 출현하였으며, 1986년 5월에 11개 분류군 34 ind./1,000m³이 출현하였다(Cha et al., 1990). 만경동진강 하구역(9정점)에서 60 cm 표준네트로 표층에망하여 1990년 5월에 자치어는 5개 분류군 2,212 ind./1,000m³이 출현하였으며, 전어가 2,058 ind./1,000 m³이 출현하여 대부분을 차지하였다(Cha and Park, 1991). 1990년 7월에 자치어는 16개 분류군 1,274 ind./1,000m³이 출현하였다. 밴댕이(*Sardinella zunasi*)가 36.4%를 차지하였고, 망둥어류가 27.0%를 차지하였으며, 풀반지류(*Trissa spp.*)가 12.4%, 멸치가 5.9%를 차지하였다. 방조제가 완성되기 이전에 새만금 해역(12정점)에서는 60 cm 표준네트로 표층에망하여 2003년 4월에는 한 개체도 채집되지 않았고 6월에 14개 분류군 180

ind./1,000m³, 7월에 7개 분류군 255 ind./1,000m³, 8월에 4개 분류군 45 ind./1,000 m³이 출현하였다 (Cha et al., 2004). 이 기간 중 망둑어류가 71.7%를 차지하였고 실고기(*Syngnathus schlegeli*)가 7.0%를 차지하였으며, 멸치와 전어는 6월에만 출현하였고 4.8%, 3.7%를 차지하였다. 영산강 하구역(6정점)에서 어구 구경 60 cm로 표층예망하여 자치어는 2001년 6월에 16개 분류군 2,667 ind./1,000m³이 출현하였으며, 8월에 33개 출현군 17,757 ind./1,000m³이 출현하였다(Kim et al., 2003). 이 기간 중 6월에 출현한 종은 두줄망둑(*Tridentiger trignocephalus*)이 90.8%로 가장 우점하였고, 8월에는 망둑어류(두줄망둑 68.1%포함)가 98.6%를 차지하여 가장 우점하였다. 인천에서 전북해안(37정점)에 이르는 해역에서 60 cm 봉고네트로 경사예망하여 자치어는 2017년 5월에 17개 분류군 4,476 ind./1,000m³이 출현하였고 8월에 22개 분류군 723 ind./1,000m³이 출현하였다(Youn et al., 2019). 이 기간 중 망둑어류가 50.1%를 차지하였고, 멸치가 33.0%를 차지하였으며, 양태가 8.2%를 차지하였다. 본 연구에서 자치어의 출현량과 분류군수는 과거연구 결과와 비교하여 천수만, 만경동진강 하구역 및 영산강 하구역보다 출현량이나 분류군수가 적게 나타났고, 새만금 해역보다 많거나 유사하였다. 춘계(4~6월)의 조사 중에 가장 점점수가 많고 조사범위가 넓었던 인천에서 전북해안에 이르는 연구가 자치어의 출현량과 분류군수가 가장 많았고 하계(7~8월)의 조사 중에는 영산강 하구역의 연구에서 출현량과 분류군수가 가장 많았다. 이전 연구를 정리하면 자치어는 춘계에 5~6월에 출현량이 많은 경향을 나타내고 하계에는 7월이 8월보다 출현량이 많은 경향을 나타냈으며, 5월과 8월을 비교하면 5월에 출현량이 많은 경향을 나타냈다. 이 결과는 본 연구에서 춘계(5월) 자치어의 출현량이 하계(8월)보다는 많은 경향을 나타내는 결과와 유사하였다.

출현량이나 종조성의 이러한 차이는 조사시기와 어망의 구경 차이(60 cm or 80 cm) 및 조사범

위(정점위치 또는 예망방법)의 차이로 판단된다 (Cha and Park, 1995; Youn et al., 2019).

또한 특이한 이벤트에 때문으로 판단되는데, 2003년 새만금 하구역 조사에서는 강수량이 다른 해보다 많아서 멸치의 출현량이 적었다고 판단되었다(Cha et al., 2004). 본 연구에서 2018년 하계에 고수온이 출현중이나 출현량에 영향을 주었다고 판단된다. 본 연구의 2016~17년 하계는 과거 연구와 유사하게 망둑어류가 우점하였고, 망둑어류(그룹C)는 어란 출현량이 상대적으로 많은 해역에 우점하였다. 고수온은 강수량 및 강의 유수량과 관계가 있는데, 2018년 하계에 수온과 염분은 다른 때보다 높았고 자치어의 출현량은 망둑어류가 3.8% 차지하였으며, 멸치, 민어, 양태가 각각 22.7%, 22.0%, 22.0% 차지하여 망둑어가 우점하지 않았다(Lee and Yang, 1997). 2018년 하계에 망둑어류가 우점하지 않은 원인은 고수온으로 판단된다.

보리멸과 어류인 청보리멸은 4월~9월에 서해에서 모래에 산란하고, 자치어는 저층에서 요각류와 다모류를 섭식한다고 보고되고 있다 (Arayama et al., 2003 and 2004; Oozeki et al., 1992; Zhang et al., 2019). 또한, 26°C 이상에서는 매일 산란하고 한다고 보고되었다. 본 연구에서 청보리멸은 2018년 춘계에 모든 정점에서 출현하였고 조사기간 중 매년 하계에 출현하였다. 청보리멸이 출현한 정점들의 염분을 보면 표층에서는 낮은 염분(21.9~31.1psu)이 나타나는 경향을 보였지만, 저층에서는 모든 염분이 27.7psu 이상이었다. 이 결과로 청보리멸은 멸치와 유사한 탁도에 저층이 >27.7psu에서 출현한다고 판단된다. 청보리멸 자치어는 대부분이 염분이 높은 해역에서 분포하고 연안에서는 담수의 유입량이 적은 저층에 분포한다(Arayama et al., 2003 and 2004). 2018년 춘계에 청보리멸 자치어의 대량 출현은 담수의 유입이 적은 요인과 저층의 낮은 수온(12.4±1.1°C; DB자료)이 요인으로 추측되고 원인 규명을 위한 조사와 연속적인관찰이 필요하다고

판단된다.

우리나라 자치어 종조성 연구에서 많은 연구는 멸치가 최우점종으로 나타나며, 망둑어류는 최우점종이거나 아우점종으로 보고되고 있다(Cha and Huh, 1988; Han et al., 2002; Jeon et al., 2000; Kim et al., 2003; Youn et al., 2019). 멸치의 자치어는 염분 <28psu이거나 >33psu일 때의 분포가 제한되고, 만경동진강 하구역에서 멸치의 산란은 >14°C에서 이루어지며, 최적 수온은 24.5°C(17~27°C) 정도이다(Cha and Park, 1991; Hwang et al., 2007; Kim and Lo, 2001; Mitani and Hasegawa, 1988).

본 연구에서 멸치 자치어가 채집된 정점은 2016년과 2018년 하계이었고 표층 수온 및 염분 분포범위는 29.1~29.6°C, 27.7~31.3psu로 기존의 연구결과와 유사하였다. 수온은 최적산란 수온을 넘었고 강우에 의하여 염분의 변동으로 8월에는 시기적으로 산란이 멈추는 시기인데도 불구하고 멸치 자치어가 출현한 이유는 고수온이 계속 유지되고 담수의 유입이 적었기 때문으로 판단된다(Cha et al., 2004).

서해 연안역에서 6~10월에 참서대와 자치어의 출현이 보고되었다(Cha and Park 1991; Cha and Park, 1995; Cha et al., 1990; Cha et al., 2004; Kim et al., 2003). 영산강 하구역에서 8월과 10월에 참서대와 개서대 자치어가 출현하고, 아산만과 새만금해역에서 각각 8월과 6~7월에 참서대의 출현을 보고하였다(Cha and Park, 1995; Cha et al., 2004; Kim et al., 2003). 황해중동부 연안역과 만경 동진강 하구역에서 각각 6~10월과 7월에 참서대와 자치어의 출현을 보고하였다(Cha et al., 1990; Cha and Park 1991). 본 연구에서는 2017년과 2018년 8월에만 출현하였고 망둑어류와 청보리멸 다음으로 많이 출현하였다.

V. 결론

이 연구에서 금강하구역의 정점에서 2016년부터

2018년까지 춘계와 하계에 어획되는 자치어를 분석하였다. 출현한 자치어의 종조성에서 망둑어류 자치어가 전체출현 개체수의 49.4%로 가장 우점하였고 차우점종은 청보리멸로 37.3% 출현하였으며 세 번째로 많이 출현한 종은 2.6%로 참서대이었다. 연도별 출현한 자치어의 종조성은 전 조사기간 중 2018년 춘계와 하계를 제외하고 망둑어과가 가장 우점하였다. 2018년 춘계는 청보리멸이 우점하였고 망둑어류가 차우점하였다. 하계의 2016년에 멸치가 두 번째로 많이 출현하였고, 2018년에는 멸치가 가장 우점하였다. 2017년 하계에는 서대류가 두 번째로 많이 출현하였다. 망둑어과 어류가 우점하지 않은 시기에는 고수온이 나타났다.

사 사

본 논문은 해양수산부와 해양환경공단이 주관하는 “국가해양생태계종합조사”의 자료를 이용하여 작성되었습니다. 국가해양생태계종합조사는 매년 입찰에 의하여 조사 기관이 선정되므로 조사 연도에 따라 자료 생산 기관이 상이하어 자료를 직접 생산한 연구자 및 조사 기관을 전부 특정할 수 없어 본 논문의 저자에서는 생략하였습니다. 본 과제의 현장 조사 및 시료 분석에 기여하신 다수의 연구자와 조사 선박을 운영하여 주신 분들께 감사드립니다.

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.
- Arayama K, Imai H, Kohno H and Fujita K(2003). Early life history of japanese whiting *Sillago japonica* occurring in the surf zone of sandy beaches, Tateyama Bay, central Japan. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 69(3),

- 359~367.
- Arayama K and Kohno H(2004). Vertical distributions of the Japanese whiting, *Sillago japonica*, larvae and juveniles and their food organisms at a sandy beach in Tateyama Bay, central Japan. *Aquaculture Science*, 52(2), 167~170.
- 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, Chun SJ, Yang JS and Choi KW(2004). Species composition and abundance of ichthyoplankton in the waters of Saemangeum. Korea 2003. *Korean Journal of Ichthyology*, 16(4), 321~330.
- Cha SS and Huh SH(1988). Variation in abundances of ichthyoplankton in the Nakdong River Estuary. *Bull. Kor. Fish. Tech. Soc.*, 24, 135~143.
- Cha SS and Park KJ(1991). Spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the Mankyong-Dongjin Estuary. *The Journal of the Oceanological Society of Korea*, 26(1), 47~58.
- Cha SS and Park MJ(1995). Proper sampling method for larval fish in the western coastal waters. *The Journal of the Korean Society of Oceanography*, 30(1), 64~68.
- Cha SS, Yoo JM and Kim JM(1990). Seasonal variation of the fish larval community in the coastal waters of the mid-east Yellow Sea. *The Sea*, 25(2), 96~105.
- Cowan JH and Shaw RF(2002). Recruitment. In: *Fishery science: The unique contributions of early life stages*. Fuiman LA and Werner RG, eds. Blackwell Science Ltd., Miami, U.S.A., 88~111.
- Gibson RN(1994). Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(2), 191~206.
- Gray CA(1993). Horizontal and vertical trends in the distribution of larval fishes in coastal waters off central New South Wales, Australia. *Marine Biology*, 116, 649~666.
- Han KH, Shin YH and Hwang DS(2002). Seasonal variations in species composition of ichthyoplankton off Kohung Peninsula, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 1, 45~52.
- Hwang SD, McFarlane GA, Choi OI, Kim JS and Hwang HJ(2007). Spatiotemporal distribution of Pacific Anchovy (*Engraulis japonicus*) eggs in the west sea of Korea. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(2), 74~85.
- Jeon SL(1987). Fish fauna of the lower area of Nakdong-River. *Kor. Nat. Cons. Res.*, 9, 77~90.
- Jeon SM, Jo YC, Byun DS, Ahn JH and Lee KS(2000). Distribution of fish larvae and juveniles in Imjado, Korea. *Gwangju Press*. Gwangju, Korea., 22~30.
- Kim JG, Choe JI, Jang DS, Na JT and Kim YE(2003). Distribution of fish eggs, larvae and juveniles around the Youngsan River Estuary. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36(5), 48~494.
- Kim JY and Lo NCH(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.*, 21, 297~310.
10.1046/j.1365-2419.2001.00175.x.
- Kim YU, Han KH, Kang CB and Koh JR(1994). Distribution of ichthyoplankton in Kori, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 27, 633~642.
- Lee YH and Yang JS(1997). 500-days continuous observation of nutrients, chlorophyll, suspended solid and salinity in the Keum estuary, Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 2(1), 1~7.
- Mitani I and Hasegawa T(1988). The Shirasu Fishing Ground formations and sea surface salinity change in Sagami Bay. *Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr.*, 52, 297~303.
- MOF and KOEM(2016). National investigation of marine ecosystem protocol, Ministry of Oceans and Fisheries. Seoul, Korea. 1~48.
- Oozeki Y, Hwang P and Hirano R(1992). Larval development of the Japanese Whiting, *Sillago japonica*. *Japan. J. Ichthyol.*, 39, 55~66.
- Park PH. (2000). *Seasonal variations of larvae and juvenile occurring in the sandy beach adjacent to Mongsanpo, Taean Peninsula*. Master thesis, Inha University.
- Pritchard DW(1955). Estuarine circulation patterns. *Proc Amer. Soc. Civil Eng.*, 81, 717.
- Reid GK and Wood RD(1976). Ecology of inland water and estuaries. D. Van Nostrand Comp, New

- York, U.S.A., 1~485.
- 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.
- 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>.
- Zhang CI(2010). Marine fisheries resource ecology, Busan, Pukyong National University Press. 164~168.
- Zhang Z, Xu S, Capinha C, Weterings R and Gao T(2019). Using species distribution model to predict the impact of climate change on the potential distribution of Japanese Whiting *Sillago japonica*. Ecological Indicators, 104, 333~340.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.05.023>.
-
- Received : 30 December, 2019
 - Revised : 31 January, 2020
 - Accepted : 07 February, 2020