pISSN 2671-9940
eISSN 2671-9924
J Korean Soc Fish Ocean Technol, 56(2), 094-104, 2020
https://doi.org/10.3796/KSFOT.2020.56.2.094

KSFOT FISHERIES OCEAN TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr
〈Original Article〉

거제 구조라 및 망치 연안에 출현하는 자치어의 분포 특성

강다연 · 남기문[1] · 최옥인[2] · 김병섭[2] · 연인호[2] · 김기둥[2] · 백근욱[3]*
경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터 학생,
[1]부경해양생물연구소 대표, [2]한국수산자원관리공단 남해본부 연구원,
[3]경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터 교수

Distributional pattern of larval fish in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje, Korea

Da-Yeon Kang, Ki-Mun Nam[1], Ok-In Choi[2], Byeong Seop Kim[2], In-Ho Yeon[2], Ki-Doong Kim[2] and Gun Wook Baeck[3]*

Student, Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea
[1]Director, Pukyong Marine Life Institute, Sacheon 52540, Korea
[2]Researcher, Korea Fisheries Resources Agency, South Sea Branch, Yeosu, Korea
[3]Professor, Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

An ecological study for species composition and abundance of the fish assemblages in the coastal waters of Gujora and Mangchi of Geoje, Korea was conducted using monthly larval collection by an RN80 net from June, 2018 to May, 2019. A total of the 5 Orders, 15 Families, 21 species were collected. The dominant species were *Ammodytes japonicus* and *Engraulis japonicas*. Gobiidae was the most dominant species in June, *Spratelloides gracilis* in July, *Chelidonichthys* sp. in August, Gobiidae in September, *Repomucenus beniteguri* in October, *Sebastiscus marmoratus* in November, *Sebastiscus marmoratus* and *Hexagrammos otakii* in December of 2018, *Pleuronectes yokohamae* in January, *Ammodytes japonicus* in Febraury, *Engraulis japonicus* in March, *Sebastes* sp. and Gobiidae in April and *Engraulis japonicus* in May of 2019. The highest number of species and individuals were found in July and the smallest in August. Thus, the diversity index was the highest in July and the lowest in August. As a result of the similarity by month was divided into Group I in January and February and Group II in April, June and September. The most dominant species in the Group I were the *Ammodytes japonicus* and *Sebastes inermis,* and the most dominant species in the Group II was Gobiidae.

Keywords: Composition of larval fishes, Distribution, Geoje, *Ammodytes japonicus*

*Corresponding author: gwbaeck@gnu.ac.kr, Tel: +82-55-772-9156, Fax: +82-55-772-9159

서 론

거제 구조라 및 망치 연안이 위치한 남해안은 지형적으로 수심이 얕고, 해수의 유출입이 원활하여 비교적 외해의 영향을 직접적으로 받는 해역이다(Lim et al., 2006). 또한, 대한해협으로 흘러 들어가는 대마 난류가 통과하고, 내해는 육상으로부터 많은 영양염류가 유입되어 기초 생산력이 높다. 이와 같은 특성으로 인해 어류의 산란장 및 자치어의 성육장으로써 가치가 매우 높고, 다양한 정착성 어류가 서식하며, 계절별로 회유성 어류가 출현하기에 좋은 서식환경 조건을 가지고 있다(Cha, 1999; Lie and Cho, 2002; Lee et al., 2011).

지금까지 거제 연안에서 이루어진 선행연구로는 성어를 대상으로 한 종 조성에 관한 연구(Cha, 1999; Lee et al., 2011; Kim, 2006; Kim and Gwak, 2006; Kim et al., 2011; Lee et al., 2011; Lee et al., 2012; Jung et al., 2014)와 식성에 관한 연구(Kim, 2013; Kim et al., 2016a; Kim et al., 2016b), 저서군집에 관한 연구(Yoon et al., 2009; Lim et al., 2006; Jung et al., 2016; Yoon et al., 2009) 등 다수의 연구가 이루어졌으나, 자치어를 대상으로 한 종 조성에 관한 연구는 매우 부족하다.

어류는 다량의 난을 산출하지만 초기 성장기에 먹이생물, 수온, 해류 등과 같은 서식환경의 영향으로 성장과정 중 급감하기 때문에 연급군의 강도는 생활사의 초기에 결정된다(Hjort, 1926; Ahlstrom, 1954; May, 1974; Sassa et al., 2008; Kim, 2016). 따라서 초기 감모율이 높은 자치어기의 지리적 분포에 관한 연구는 성장단계에서의 환경 영향과 성어의 가입변동을 예측하는데 중요한 자료가 된다(Park et al., 2005).

이번 연구는 수산자원생태학적 가치가 높은 거제 구조라 및 망치 연안을 산란장 및 성육장으로 이용하는 자치어에 대한 시공간적 변동 양상과 군집구조의 특성을 분석하여 수산자원의 효율적인 관리에 필요한 자원생태학적 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

이번 연구는 경남 거제 구조라 및 망치 연안에서 2018년 6월부터 2019년 5월까지 매월 1회 시료를 채집하였다(Fig. 1). 또한, 조사 정점은 총 3개였으며, RN80 Net (망구 0.8 m, 망목 330 ㎛)를 표층에서 수평 인망하여 1 m/sec의 속도로 실시하였다. 각 정점 당 5분, 3회 반복

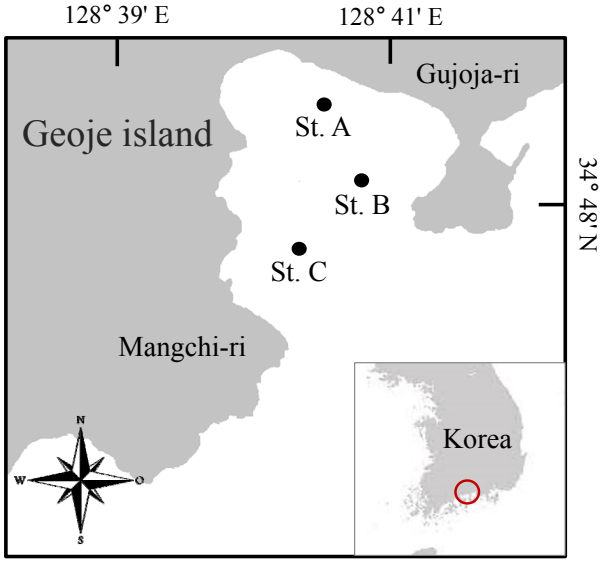

Fig. 1. Location of sampling sites in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019.

채집하였으며, 정량채집을 위해 망구 1/3지점에 유량계(Hydro-Bios, 2031H)를 부착하여 단위부피당 개체수(ind./1,000 m^3)로 표준화시켰다. 자치어의 출현에 영향을 미치는 수온과 염분을 측정하기 위해 매월 조사 시, Orion star a329 Thermo scientific를 이용하여 표층 수온과 염분을 측정하였고 그 평균값을 이용하였다.

채집된 시료는 99.9% 에탄올로 고정한 뒤, 실체현미경(Motic SMZ-171)을 이용하여 가능한 종 수준까지 동정하였다. 종 동정은 Okiyama (1988)와 Kim et al. (2011)의 방법으로 종 동정을 하였으며, 분류 체계 및 학명은 Kim et al. (2005)을 따랐다.

월별 자치어의 종 조성은 출현한 어종별 개체수를 이용하였고, 생태학적 특성치는 Shannon and Weaver (1949)의 종다양도지수(H′)를 이용하였다.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(n_i/N)\ln(n_i/N)$$

자치어의 군집 간의 유사도를 분석하기 위해 어종의 개체수를 이용하여 Similarity matrix 후, Bray-Curtis 유사도 지수와 다차원척도법(nMDS)을 이용하였다(Somerfield, 2008; Bray and Curtis, 1957). 또한, 분리된 군집간의 유의도를 알아보기 위하여 분산분석(Analysis of variance,

ANOVA)을 실시하였다.

결 과

연구 기간 동안 해양 환경 변화를 분석하기 위해 표층 수온과 염분을 측정한 결과(Fig. 2), 표층 수온은 12.1-29.3℃의 범위를 보였는데, 8월에 29.3℃로 가장 높았으며, 1월에 12.1℃로 가장 낮았다. 또한, 표층 염분은 31.7-35.6 psu의 범위를 보였는데, 4월에 35.6 psu로 가장 높았으며, 6월에 31.7 psu로 가장 낮았다.

거제 구조라 및 망치 연안에 출현한 자치어는 총 5목 15과 21종으로 나타났다(Table 1). 그 중 농어목(Perciformes)이 6과, 7개 분류군이 출현하였고, 총 782 (ind./1,000 m³) 개체로 전체의 53.1%를 차지하여 가장 우점하였다.

그 다음으로 쏨뱅이목(Scorpaeniformes)이 4과, 7개 분류군이 출현하였고, 복어목(Tetraodoniformes)이 2과, 4개 분류군, 청어목(Clupeiformes)이 2과, 2개 분류군, 가자미과(Pleuronectiformes)가 1과, 1개 분류군이 출현하였다. 출현한 자치어의 종 조성 및 현존량을 살펴보면, 농어목 까나리과에 속하는 까나리(*Ammodytes japonicus*)가 279 (ind./1,000 m³)개체로 전체의 19.0%를 차지하여 가장 우점하여 출현하였다. 그 다음으로는 청어목 멸치과에 속하는 멸치(*Engraulis japonicus*)가 228개체로 전체의 15.5%를 차지하여 두 번째로 우점하였다. 그 외에 샛줄멸(*Spratelloides gracilis*) 14.3%, 청보리멸(*Sillago japonica*) 9.6%, 망둑어과(Gobiidae) 8.4%, 날돛양태(*Repomucenus beniteguri*) 7.6% 등의 순으로 우점하여 출현하였다. 월별 출현량을 살펴보면, 2018년 6월에 망둑어과가 30개체로 가장 높은 출현량을 보였고, 7월에 샛줄멸이 208개체로 가장 높았으며, 8월에는 성대속(*Chelidonichthys* sp.)이 4개체, 9월에는 망둑어과가 9개체, 10월에는 날돛양태가 11개체, 11월에는 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*)가 40개체, 12월에는 쏨뱅이와 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 각각 3개체로 가장 높은 출현량을 보였다.

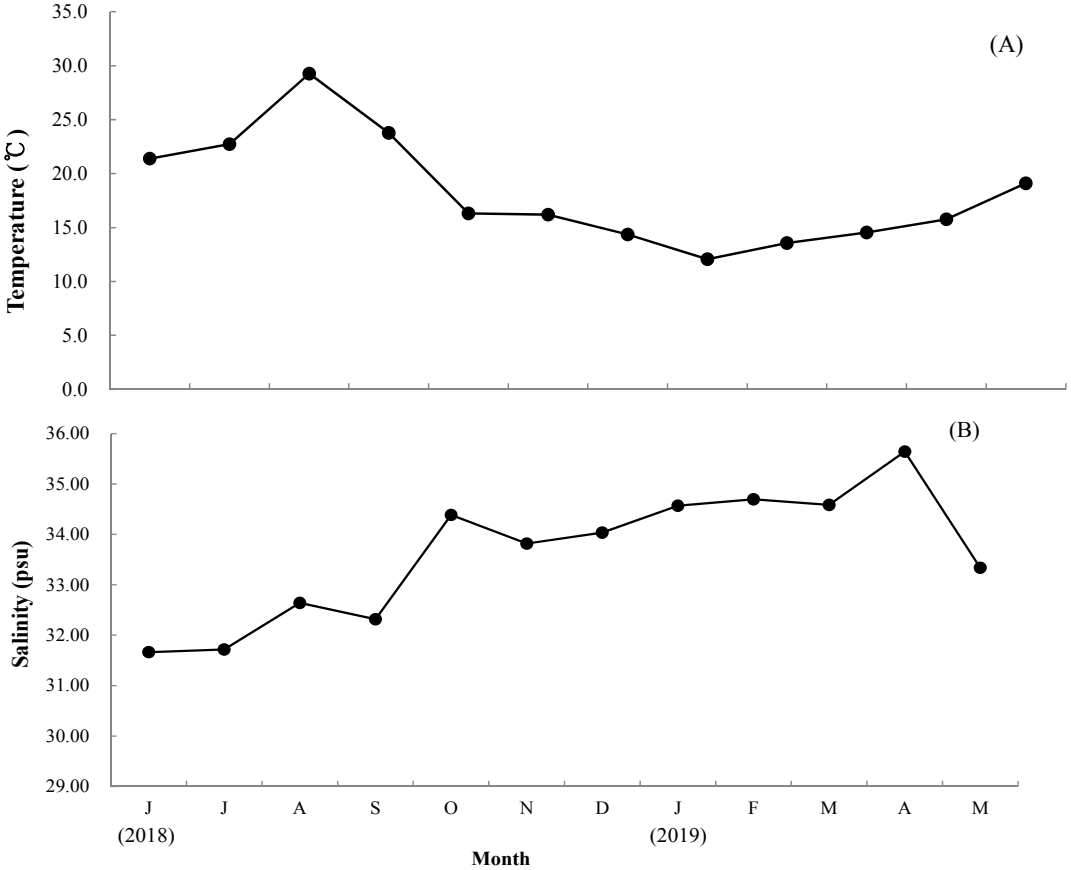

Fig. 2. Monthly variation in water temperature (A) and salinity (B) in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019.

Table 1. Species composition of larval fishes in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019 (ind./1,000 m^3)

Species/Month		Jun. (2018)	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. (2019)	Feb.	Mar.	Apr.	May	Total	%
Perciformes	Ammodytidae														
	Ammodytes japonicus								35	244				279	18.9
	Blenniidae														
	Omobranchus elegans		42		1									43	2.9
	Parablennius yatabei	11	48		1									60	4.1
	Callionymidae														
	Repomucenus beniteguri		85			11							16	112	7.6
	Gobiidae														
	Unidentified Gobiidae	30	68		9	1			3	4		9		124	8.4
	Pholidae														
	Pholis sp.	23												23	1.6
	Sillaginidae														
	Sillago japonica		141											141	9.6
Tetraodontiformes	Monacanthidae														
	Rudarius ercodes		8		2									10	0.7
	Tetratodontidae														
	Takifugu niphobles		18											18	1.2
	T. poecilonotus		4											4	0.3
	T. sp.		1										6	7	0.5
Pleuronectiformes	Sillaginidae														
	Pleuronectes yokohamae								39	3				42	2.9
Scorpaeniformes	Hexagrammidae														
	Hexagrammos agrammus								4	1				5	0.3
	H. otakii							3		3				6	0.4
	Platycephalidae														
	Platycephalus indicus		36			1								37	2.5
	Scorpaenidae														
	Sebastes inermis								11	24				35	2.4
	S. sp.		22									9	5	36	2.4
	Sebastiscus marmoratus						40	3			1	5		49	3.3
	Triglidae														
	Chelidonichthys sp.			4										4	0.3
Clupeiformes	Clupeidae														
	Spratelloides gracilis		208		2									210	14.3
	Engraulidae														
	Engraulis japonicus								1		11	5	211	228	15.5
	Total	64	681	4	15	13	40	6	93	279	12	28	238	1,473	100.0

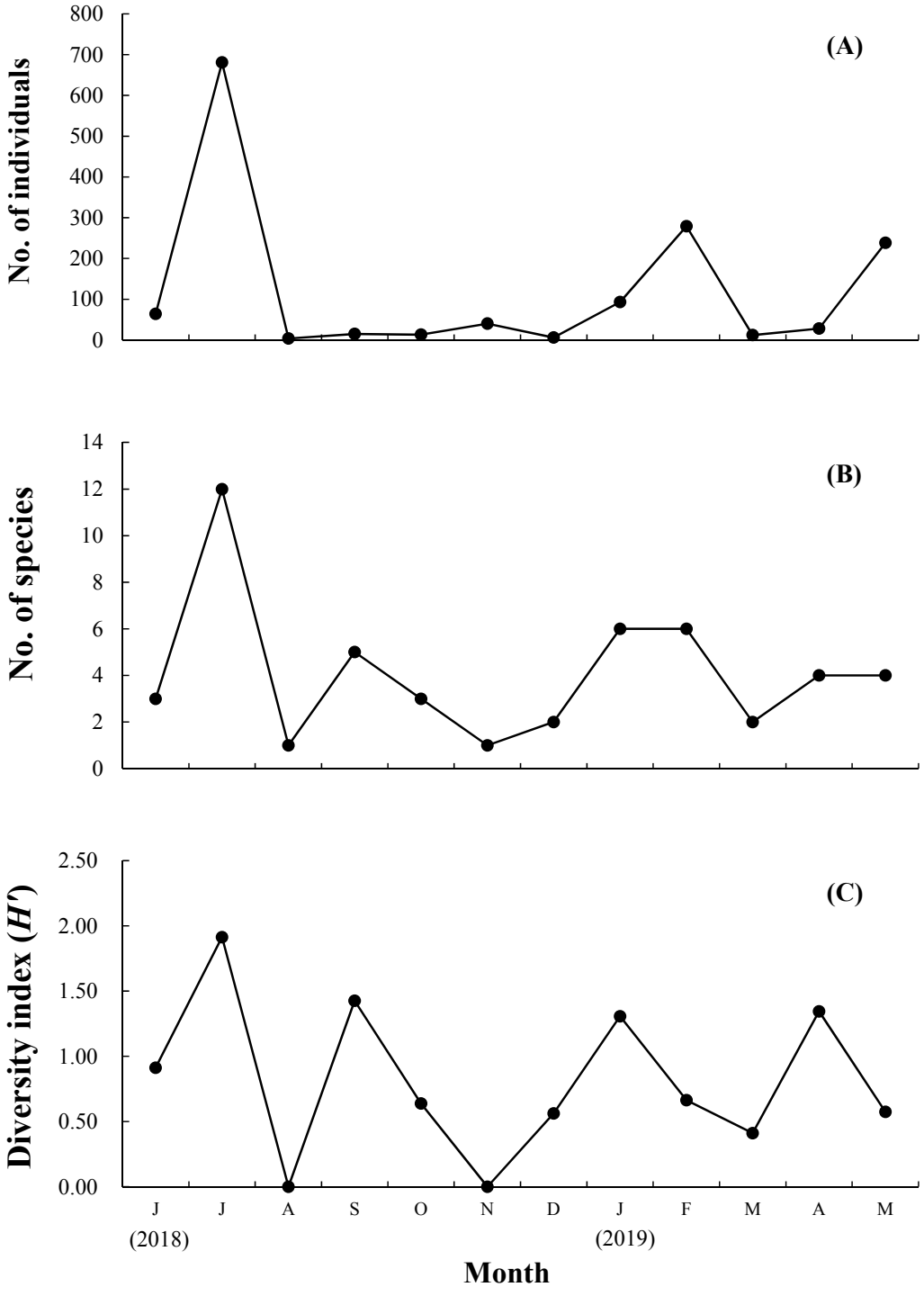

Fig. 3. Monthly variation in number of individuals (A), number of species (B) and diversity index (C) of larval fishes in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019.

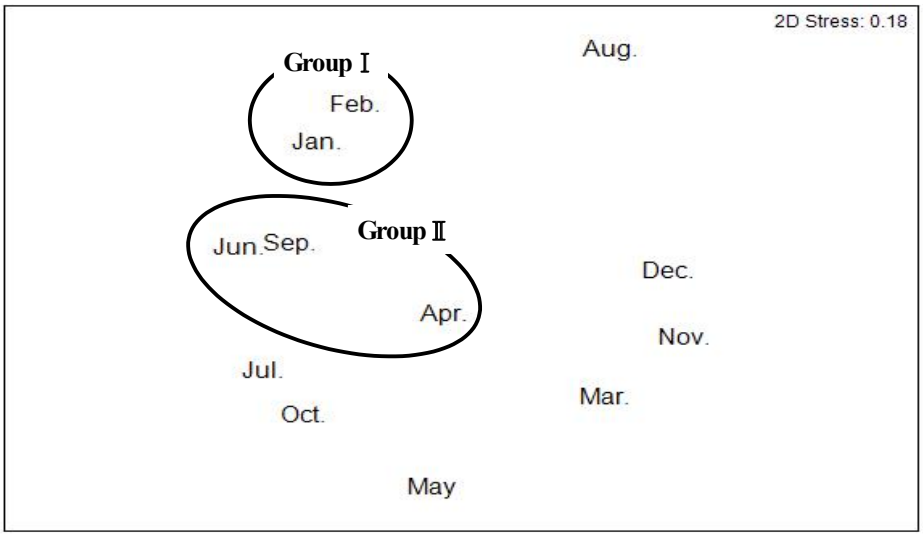

Fig. 4. nMDS ordination illustrating the classification of monthly larval fishes assemblage in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019.

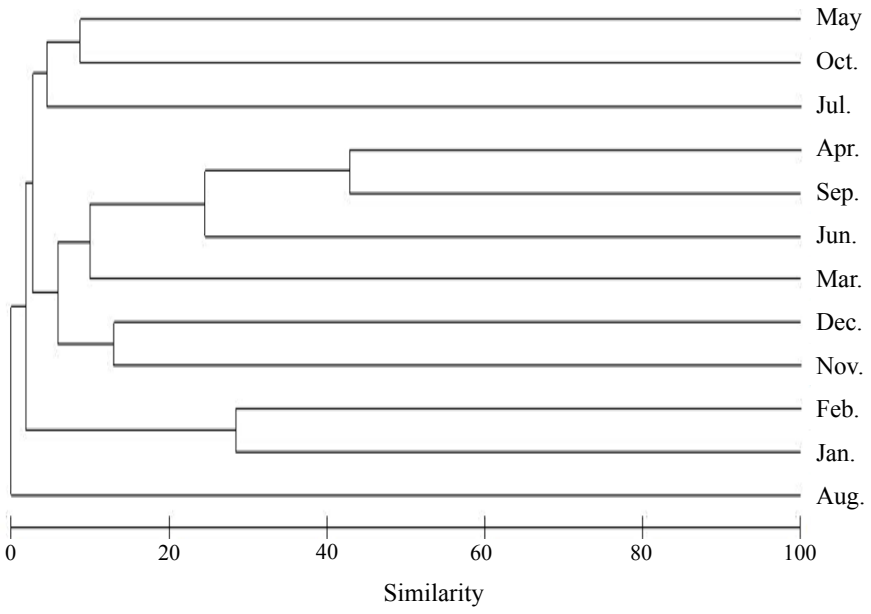

Fig. 5. A dendrogram illustrating the classification of sampling month in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019.

Table 2. Species composition of larval fishes in each station in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019 (ind./1,000 m^3)

Species/Month		A	B	C	Total	%
Perciformes	Ammodytidae					
	Ammodytes japonicus	162	45	72	279	18.9
	Blenniidae					
	Omobranchus elegans	23	19	1	43	2.9
	Parablennius yatabei	47	1	12	60	4.1
	Callionymidae					
	Repomucenus beniteguri	22	33	57	112	7.6
	Gobiidae					
	Unidentified Gobiidae	37	39	48	124	8.4
	Pholidae					
	Pholis sp.	23			23	1.6
	Sillaginidae					
	Sillago japonica	89	23	29	141	9.6
Tetraodontiformes	Monacanthidae					
	Rudarius ercodes	2	1	7	10	0.7
	Tetratodontidae					
	Takifugu niphobles	4	8	6	18	1.2
	T. poecilonotus	4			4	0.3
	T. sp.	1		6	7	0.5
Pleuronectiformes	Sillaginidae					
	Pleuronectes yokohamae	10	30	2	42	2.9
Scorpaeniformes	Hexagrammidae					
	Hexagrammos agrammus	2	3		5	0.3
	H. otakii		3	3	6	0.4
	Platycephalidae					
	Platycephalus indicus	21	4	12	37	2.5
	Scorpaenidae					
	Sebastes inermis	4	15	16	35	2.4
	S. sp.		9	27	36	2.4
	Sebastiscus marmoratus	20	16	13	49	3.3
	Triglidae					
	Chelidonichthys sp.			4	4	0.3
Clupeiformes	Clupeidae					
	Spratelloides gracilis	24	27	159	210	14.3
	Engraulidae					
	Engraulis japonicus		90	138	228	15.5
	Total	495	366	612	1,473	100.0

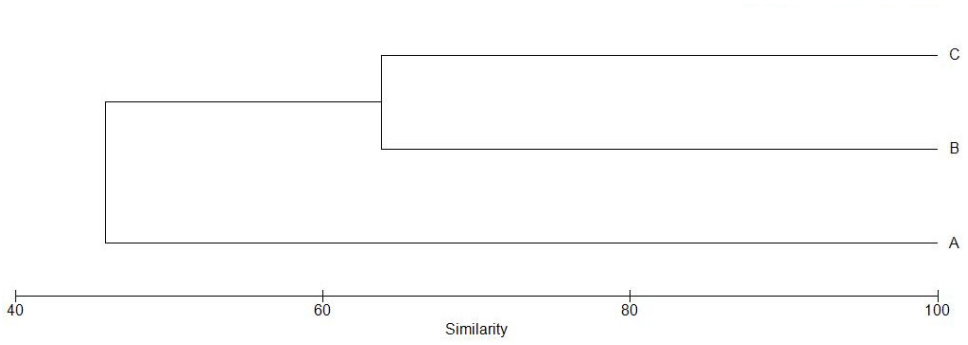

Fig. 6. A dendrogram illustrating the classification of sampling stations in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje from June, 2018 to May, 2019.

2019년 1월에는 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*)가 39개체로 가장 높은 출현량을 보였고, 2월에 까나리가 244개체, 3월에 멸치가 11개체, 4월에는 볼락속(*Sebastes* sp.)과 망둑어과가 각각 9개체, 5월에는 멸치가 211개체로 가장 높은 출현량을 나타냈다.

자치어의 월별 출현양상을 살펴보면 개체수의 경우, 7월에 681개체로 가장 많았으며, 8월에 4개체로 가장 적었다(Fig. 3 (A)). 월별 출현 종 수는 7월에 12종으로 가장 많았고, 8월과 11월에 1종으로 가장 적었다(Fig. 3 (B)). 월별 종다양도지수 분석의 결과, 높은 종 수와 개체수를 보인 7월의 다양도지수 역시 높게 나타나, 다양한 종이 출현하였고, 8월에 종 수와 개체수가 낮게 나타나, 낮은 다양도를 보였다(Fig. 3 (C)).

Bray-Curtis 유사도분석을 통한 월별 분포양상의 결과(Fig. 4, 5), 1월, 2월의 Group Ⅰ과 4월, 6월, 9월의 Group Ⅱ로 구분되어졌다(ANOVA, $P<0.05$). Group Ⅰ의 우점종은 까나리와 볼락(*Sebastes inermis*)이었으며, Group Ⅱ의 우점종은 망둑어과 어류로 나타났다.

정점별 자치어의 출현량을 살펴보면(Table 2), 정점 A에서 17개 분류군, 495개체가 출현하였고, 그 중 까나리가 162개체로 가장 높은 출현량을 보였다. 정점 B에서는 17개 분류군, 366개체가 출현하였고, 그 중 멸치가 90개체로 가장 높은 출현량을 보였고, 정점 C에서는 18개 분류군, 612개체가 출현하였으며, 그 중 샛줄멸이 159개체로 가장 높은 출현량을 보였다.

자치어의 정점별 분포양상을 알아보기 위하여 Bray-Curtis 유사도지수를 알아본 결과(Fig. 6), 정점 B와 C의 그룹과 정점 A로 구분 지을 수 있었으나 그룹 간의 유의한 차이는 찾아볼 수 없었다(ANOVA, $P>0.05$).

고 찰

연구기간 동안 거제 구조라 및 망치 연안에서의 수온은 12.1-29.3℃의 범위를 보였는데, 8월에 29.3℃로 가장 높게 나타났으며, 1월에 12.1℃로 가장 낮게 나타났다. 표층염분은 31.7-35.6 psu의 범위로 조사기간 동안 큰 차이를 보이지 않았으나, 여름철에 비교적 염분이 낮게 나타났다. 이는 기상청 지상 관측자료에 따르면, 장마와 태풍의 영향으로 월 평균 300 mm 이상의 강수량으로 인해 담수의 유입량이 증가하였기 때문인 것으로 보여진다(KMA, 2018).

이번 연구에서 출현한 자치어는 총 5목 15과 21종으로 나타났고, 그 중 까나리와 멸치가 가장 우점하였다. 두 어종은 모두 산란기가 되면 연안으로 내유하여 산란을 하는 회유성 어종이기 때문에, 주 산란기에 일시적으로 높은 출현량을 나타낸 것으로 보여진다(Kim et al., 2003). 특히, 가장 우점하여 출현한 자치어는 까나리였으며, 1월과 2월에 다량 출현하여 총 279개체, 전체의 약 19.0%를 차지해 가장 높은 출현량을 나타내었다. 남해안에 서식하는 까나리의 경우, 11월 중순에 성장이 빠른 개체부터 산란을 시작하여 3월까지 이어지는 것으로 보고되었다. 이와 같은 선행연구 결과를 살펴보았을 때, 이번 연구에서 까나리 자치어의 출현 시기와 산란기가 일치하는 것을 알 수 있었다(Kim, 1989; Kim et al., 1999). 따라서 이번 연구에서 까나리 자치어의 시기별

출현량 변화에 영향을 주는 중요한 요인은 이들의 산란 시기인 것으로 생각된다. 또한, 까나리는 주로 겨울철 사질연안에서 산란하고 수온이 상승함에 따라 모래속에 잠입하여 하면을 하는 것으로 알려져 있는데, 이번 연구 지역의 저질은 사질로 이루어져 있어 까나리가 서식 및 산란하기에 적합하였던 것으로 보여진다(Yoo, 2011; Kim et al., 2003).

그 다음으로 우점하여 출현한 멸치는 228개체, 전체의 약 15.5%를 차지하였고, 3-5월, 평균 수온 범위 15.0-19.0℃에서 출현하였으며, 5월에 가장 우점하였다. 멸치는 연안성 및 난류성 부어류로, 최적 산란 수온은 15.0-25.0℃로 알려져있는데, 이는 이번 연구에서 멸치가 출현한 시기의 수온과 유사하였다(Tsuruta, 2001). 또한, 남해안은 수온이 상승함에 따라 수온전선을 이루며, 수온전선 기준으로 내해는 생물 생산력이 높고, 식물플랑크톤이 풍부하여 초기 자어가 서식하기에 좋은 환경을 이루게 된다(Choo and Kim, 1998). 이로 인해 겨울철 외해에서 월동하던 멸치어군이 수온이 상승함에 따라 연안으로 산란회유를 하여 난과 자치어 분포에 영향을 준 것으로 판단된다.

자치어의 월별 출현양상 결과에서 7월에 12종, 681개체로 가장 많은 종이 출현하여, 종다양도지수 1.91로 나타났다. 7월에 우점하여 출현한 자치어는 샛줄멸, 청보리멸, 앞동갈베도라치, 날돛양태 등의 정착성 어종으로 이들은 주로 늦봄부터 초여름까지 산란하는 어종으로, 주거종의 산란기가 월별 출현량에 영향을 준 것으로 판단된다. 또한, Yoon et al. (2019)의 연구 결과에 의하면 초여름에 거제 구조라 및 망치 해역에서 높은 강수량을 기록하여 육상으로부터 영양염류의 공급이 증가하였고, 이로 인해 식물플랑크톤 군집이 증가하는 양상이 나타났다. 따라서 식물플랑크톤을 주 먹이로 하는 동물플랑크톤 풍부도 증가에 기여함으로써 자치어가 서식하기에 좋은 환경이 조성되어 출현량이 가장 많았던 것으로 생각된다. 반면, 8월에는 1종, 4개체로 가장 적은 출현량을 보였다. 8월의 경우, 조사당시 평균 표층수온이 29℃로 고수온경보가 발효되어 수온의 영향을 크게 받는 자치어가 생존 및 서식하기에 부적합하여 출현량이 적었던 것으로 판단된다.

월별 유사도를 MDS로 분석한 결과, 1월과 2월이 Group Ⅰ로 구분되었는데, 이는 겨울철에 주로 산란을 하는 까나리와 볼락이 우점 출현하였기 때문인 것으로 생각된다(Lee and Kim, 1992; Kim et al., 1999). 또한, 4월, 6월, 9월은 Group Ⅱ로 구분되었는데, 이는 늦봄부터 초여름까지 산란하는 것으로 알려져 있는 망둑어과 어류가 우점하였기 때문으로 판단된다(Kim et al., 2005).

Bray-Curtis 유사도지수를 통한 정점별 유사도분석 결과, 그룹간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 이번 연구지역의 지리적 범위가 좁기 때문에 정점간의 거리가 가까워 해류, 수온, 염분, 먹이생물 등과 같은 환경적 차이가 나타나지 않아 그룹간의 유의성을 찾을 수 없었던 것으로 판단된다.

이번 연구해역에서 까나리와 멸치와 같은 회유성 어종 외에 샛줄멸, 청보리멸, 망둑어과, 날돛양태, 청베도라치, 쏨뱅이, 문치가자미, 앞동갈베도라치(*Omobranchus elegans*), 양태(*Platycephalus indicus*), 볼락 등의 다양한 정착성 어종이 출현한 것으로 보아 거제시 구조라와 망치 연안이 어류의 산란장 및 성육장으로써 적합한 서식환경을 지닌 것으로 판단된다. 이처럼 수산자원학적 가치가 높은 거제 연안에 인접한 해역에서 해사 채취를 비롯한 연안 개발이 이루어져 해양환경 변화가 발생할 것으로 예상되어 향후, 이곳에 분포하는 수산자원에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 보여진다.

결 론

이번 연구는 경남 거제 구조라 및 망치 연안에서 2018년 6월부터 2019년 5월까지 매월 1회 조사하였다. 또한, 조사 정점은 총 3개였으며, RN80 Net(망구 0.8 m, 망목 330 ㎛)를 표층에서 수평 인망하여 1 m/sec의 속도로 채집하였다. 조사기간 동안 총 5목 15과 21종의 어류가 출현하였다. 출현 종은 까나리(*Ammodytes japonicus*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 샛줄멸(*Spratelloides gracilis*), 청보리멸(*Sillago japonica*), 망둑어과(Gobiidae), 날돛양태(*Repomucenus beniteguri*) 등의 순으로 우점하였다. 월별 우점종은 2018년 6월에 망둑어과, 7월에는 샛줄멸, 8월에 성대속(*Chelidonichthys* sp.), 9월에 망둑어과, 10월에 날돛양태, 11월에 쏨뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 12월에 쏨뱅이와 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)가 우점하였고, 2019년 1월에는 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*), 2월에 까나리, 3월에 멸치, 4월에 볼락속(*Sebastes* sp.)과 망둑어과, 5월에는 멸치가 가장 우점하였다. 월별 출현양

상은 7월에 출현 종 수와 개체수가 가장 많았고, 8월에 가장 적게 출현하였다. 월별 유사도는 1월, 2월의 Group Ⅰ과 4월, 6월, 9월의 GroupⅡ로 나뉘었으며, GroupⅠ의 우점종은 까나리와 볼락(*Sebastes inermis*), GroupⅡ의 우점종은 망둑어과 어류(Gobiidae)로 나타났다.

References

Ahlstrom EH. 1954. Distribution and abundance of egg and larval populations of the Pacific sardine. Fish Ball 56, 83-140.

Bray RJ and Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol Monogr 27, 325-349. https://doi.org/10.2307/1942268.

Cha BY. 1999. Species composition of fish in coastal water off Goeje Island. Korean J Ichthyol 11, 184-190.

Choo HS and Kim DS. 1998. The effect of variations in the Tsushima warm currents on the egg and larval transport of anchovy in the southern sea of Korea. J Korean Fish Soc 31, 226-244.

Hjort J. 1926. Fluctuations in the year classes of important food fishes. J du Conseil 1, 5 - 38. https://doi.org/10.1093/icesjms/1.1.5.

Jung KM, Lee DJ, Kang SK and Choi KH. 2014. Species composition and distribution of set-net catches on the coast of Dapo, Geoje Island. Korean J Fish Aquat Sci 47, 997 -1005. https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0997.

Jung RH, Seo IS, Choi BM, Choi MK, Yoon SP, Park SR, Na JH and Yun JS. 2016. Community structure and health assessment of macrobenthic assemblages at spring and summer in Geoje-Hansan Bay, southern coast of Korea. Korean Soc Mar Environ Saf 22, 27-41. https://doi.org/10.7850/jkso.2014.19.4.272.

Kim BG and Gwak WS. 2006. Seasonal variation in species composition of fishes in the eelgrass bed in Jisepo Bay of Geoje Island, Korea. Korean J Ichthyol 18, 243.

Kim EJ. 2006. Distribution of ichthyoplankton in coastal waters of Jisimdo, Geoje. Ph.M. Thesis, Chonnam Nat'l University, Yeosu. 39.

Kim HJ. 2013. Comparative diet composition juvenile seven spine goby *Gymnogobius heptacanthus* and Forktongue goby *Chaenogobius annularis* in the coastal waters of Geoje, Korea. Ph.M. Thesis, Gyeongsang Nat'l. University, Tongyoung, 1-43.

Kim HJ, Jung JM, Ye SJ, Baeck GW and Huh SH. 2016. Feeding Habits of Juvenile of Gymnogobius heptacanthus in the coastal waters of Geoje, Korea. Korean J Ichthyol 28, 41-46.

Kim HJ, Park JH, Jung JM, Ye SJ and Baeck GW. 2016. Feeding habits of juvenile Chaenogobius annularis in an eelgrass bed in the coastal water of Geoje, Korea. J Korean Soc Fish Technol 52, 176-182. https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.2.176.

Kim HJ. 2016. Characteristics of the distribution and dominant species of feeding habits with larval fishes in the eastern Jinhae Bay, Korea. Ph.D. Thesis, Gyeongsang Nat'l. University, Tongyoung. 104.

Kim IS, Choi Y, Lee CH, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of korean fishes. Kyo-hak Publ Co, Seoul, Korea. 615.

Kim JK, Ryu JH, Kim S, Lee DW, Choi KH, Oh YT, Hwang KS, Choi JH, Kim JN, Kwon HJ, Ji HS and Oh JN. 2011. An identification guide for fish eggs, larvae and juveniles of Korea. Hanguel Graphics Publ Co Ltd, Busan, Korea. 275.

Kim JS, Lee DH, Park JS, Han DH and Gwak WS. 2011. Fish Assemblages in Sandy Shore of Myeongsa on Geoje Island, Korea. Korean J Ichthyol 24, 11-19.

Kim YH, Kang YJ and Ryu DK. 1999. Growth of Ammodytes personatus in Korean waters, daily growth increment, early growth and spawning time in juvenile stage. J Korean Fish Soc 32, 550-555.

Kim YH, Kim JB and Jang DS. 2003. Seasonal variation of abundance and species composition of fishes caught by a set net in the coastal waters off Yeosu, Korea. J Korean Fish Soc 36, 120-128. https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.2.120.

Kim YH. 1989. Growth and feeding ecology of sand eel, Ammodytes personatus GIRARD. Ph.M. Thesis, Pusan Nat'l University. Busan. 44.

Korea Meteorological Administration (KMA). 2018. Weather observation data. Retrieved from https://www.weather.go.kr/weather/climate/past_table.jsp?stn=294&yy=2018&obs=21&x=36&y=12. Accessed 15 January 2020.

Lee DH, Kim JS, Park JS, Han DH and Gwak WS. 2011. Species composition of fish assemblages in eelgrass bed of Jeogu on Geoje Island, Korea. Korean J Ichthyol 23,

225-233.

Lee DH, Park JS, Han D. H, Gwak WS and Kim JS. 2012. Fish assemblages in sandy shore of Myeongsa on Geoje Island, Korea. Korean J Ichthyol 24, 11-19.

Lee TY and Kim SY. 1992. Reproduction and embryonic development within the maternal body of ovoviviparous teleost, Sebastes inermis. Bull Korean Soc Fish Tech 25, 413 -431.

Lie HJ and Cho CH. 2002. Recent advances in understanding the circulation and hydrography of the East China Sea. Fish Oceanogr 11, 318-328. https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2002.00215.x.

Lim KH, Lee JH and Shin HC. 2006. Spatio-temporal distribution of benthic polychaetous community along the south-eastern coast of Geoje Is. Korean J Environ Biol 24, 392 -407.

May RC. 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In: The early life history of fish. J. H. S. Blaxter ed. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. https://doi.org/10.1007/978-3-642-65852-5_1.

Okiyama M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press. 1-1154.

Sassa C, Tsukamoto Y and Konishi Y. 2008. Diet composition and feeding habits of Trachurus japonicus and Scomber spp. larvae in the shelf break region of the East China Sea. Bull Mar Sci 82, 137-153.

Shannon CE and Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Phys Today 3, 31-32. https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.

Somerfield. 2008. Identification of the bray-curtis similarity index: comment on Yoshioka (2008). Mar Ecol Prog Ser 372, 303-306.

Tsuruta Y. 2001. Life history strategy of Japanese anchovy. Nippon Suisan Gakkishi 67, 1133-1134.

Park KD, Myoung JG, Kang YJ and Kim YU. 2005. Seasonal variation and abundance and species composition of ichthyoplankton in the coastal water off Tongyoung, Korea. J Korean Fish Soc 38, 385-392.

Yoo CW. 2011. Sand mining and marine benthic environment. Yoon YH, Soh HY, Yang HS and Oh SJ, eds. Nat'l University of Chonnam, Yeosu, Korea.

Yoon SP, Jung RH, Kim YJ, Hong SJ, Oh HT and Lee WC. 2009. Spatio-temporal changes in macrobenthic community structure and benthic environment at an intensive oyster culturing ground in Geoje-Hansan bay, Korea. J Korean Soc Oce 14, 213-228.

Yoon SP, Jung RH, Kim YJ, Hong SJ, Oh HT and Lee WC. 2009. Spatio-temporal variation of macrobenthic polychaete community structure in Geoje-Hans an Bay, Korea. Korean Soc Mar Environ Saf 159.

Yoon YH, Park JS and Kim BS. 2019. Spatial distributions of phytoplankton community in the coastal waters of South Sea, Korea during the early summer of 2018. Korean J Environ Biol 37, 164-176. https://doi.org/10.11626/kjeb.2019.37.2.164.

2020. 02. 24 Received
2020. 05. 04 Revised
2020. 05. 15 Accepted