

경남 거제시 구조라와 망치 연안에서 자망으로 어획된 어류의 종조성 및 계절변동

김경률 · 남기문¹ · 최옥인² · 박경현² · 김병섭² · 장욱² · 백근욱*

경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터, ¹부경해양생물연구소, ²한국수산자원공단

Seasonal Variations in the Species Composition of Fishes Caught by Gill Net in the Coastal Waters off Gujora and Mangchi on Geoje, Gyeongnam, Korea

Kyung Ryul Kim, Ki Mun Nam¹, Ok In Choi², Kyeong Hyeon Park², Byong Seob Kim², Uk Jang² and Gun Wook Baek*

Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center, college of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

¹Pukyong Marine Life Research Institute, Sacheon 52540, Korea

²Korea Fisheries Resources Agency, Busan 46041, Korea

The monthly variation in species composition of fishes in the Gujora and Mangchi coastal waters in Geoje, Korea, was investigated between June 2018 and May 2019 through monthly fish collections using a gill net. A total of 46 species, numbering 410 individuals weighing a total of 96,645.0 g, were collected during the study period. The dominant species in terms of numbers were *Chelidonichthys spinosus*, *Stephanolepis cirrifer*, *Ditrema temmincki*, *Sillago japonica*, *Sebastes inermis*, and *Paraplagusia japonica*. The number and biomass of fishes peaked in July. The peak in species diversity indices occurred in September. The cluster analysis revealed that there were four groups of fishes depending on the season. In addition, subtropical fishes were recorded in the study area, indicating the gradual subtropicalization of the coast of Geoje. Furthermore, the need to understand the changes in marine ecosystems owing to subtropicalization through continuous monitoring is emphasized.

Keywords : Species composition, Seasonal variation, Geoje, Gill net

서론

거제 연안은 쿠로시오 난류의 지류인 대마 난류와 제주 난류가 통과하여 해양의 기초생산력이 높아 정착성 어종 뿐만 아니라 회유성 어류가 분포하기에 좋은 환경을 가지고 있다(Lee et al., 2011a). 또한 저질이 사질과 암초지대로 이루어져 있어 다양한 어류들의 은신처, 성육장, 산란장으로 이용되며, 2017년에는 한국수산자원공단(Korea Fisheries Resources Agency, FIRA)에서 수산자원의 증강을 위해 142개의 인공어초를 투하하였다(FIRA, 2016). 그러나 최근 제주도와 남해 일부 연안에 서식하는 종이 대마난류의 영향을 받아 출현함으로써 거제 구

조라와 망치 연안 해양환경이 아열대화가 진행되고 있는 것으로 추정된다. 따라서 효율적인 자원관리를 위해 어류의 군집구조, 산란생태, 연령구조 연구 등과 같은 기초생태학적 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다(Kim et al., 2017).

자망 어업은 조업 방법이 단순해 가장 일반적으로 사용되고 있는 어구어법으로 우리나라 어선어업에서 중요도가 매우 높다. 또한 어구의 구성요소에 따라 저층부터 표·중층까지 연안해역의 다양한 수층에 서식하는 어류를 어획할 수 있으며, 대상 어종이 꽃혀서 어획되는 방식이기 때문에 다른 어구어법에 비해 효율적인 자원관리가 가능한 어구이다(Kim et al., 2018). 멕시코, 이집트, 일본 등의 나라에서도 자망 어업은 경제적으로 중

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9156 Fax: +82. 55. 772. 9159

E-mail address: gwbaeck@gnu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0329>

Korean J Fish Aquat Sci 54(3), 329-339, June 2021

Received 2 February 2021; Revised 11 March 2021; Accepted 17 May 2021

저자 직위: 김경률(대학원생), 남기문(대표), 최옥인(팀장), 박경현(센터장), 김병섭(과장), 장욱(사원), 백근욱(교수)

요도가 매우 높고, 자망 어업으로 어획한 어류들의 종조성, 생체량, 체장-체중 관계 자료를 이용해 생활사, 연령 분포, 회유, 분포특성을 추정하여 자원관리를 위한 파라메타로 사용하고 있다 (Rojo-Vazquez et al., 2008; Saber et al., 2020). 따라서 자망 어업을 통한 종조성 연구를 통해 연안에 정착하고 살아가는 주거종부터 시기에 따라 회유하는 회유종까지 다양한 종들의 현존량을 알 수 있으며, 이를 통해 거제 연안에 출현하는 어류들의 분포특성을 파악할 수 있을 것이다.

거제 연안에서 어류 군집구조에 관한 연구는 경남 거제 명사갈피밭의 어류군집에 관한 연구(Kim et al., 2011), 거제도 저구갈피밭의 어류군집에 관한 연구(Lee et al., 2011b), 거제도 연안해역의 어류 종조성(Cha, 1999), 거제도 다포 연안 정치망 어획물의 종조성 및 주요 어종의 분포 특성(Jung et al., 2014), 거제도 구조라와 거제만 연안에서 소형 beam trawl로 채집된 치어와 미성어의 종조성(Lee et al., 2011a), 거제 구조라 및 망치 연안에 출현하는 자치어의 분포 특성(Kang et al., 2020) 등이 이루어져 있다. 하지만 어류 군집 조사는 어구·어법의 종류에 따라 채집되는 어류의 종조성이 큰 차이를 나타내기 때문에 어류 군집의 특성 규명에 큰 영향을 미칠 수 있다(Kim et al., 2014). 따라서 과거 다양한 연구가 이루어져 있지만, 거제 연안의 효율적인 자원관리를 위해서는 다양한 어구를 이용한 어류 군집에 관한 연구가 필요할 것이다.

따라서 이번 연구에서는 자망을 이용해 거제 구조라와 망치 연안해역에 서식하는 어류의 종조성 및 출현량을 정량적으로 조사하여 출현종의 계절변동 및 생태특성을 파악하고, 더 나아가 거제 연안역에 출현하는 어류의 분포특성을 파악하여 효율적인 자원관리를 위한 자원생태학적 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

이번 연구에서는 거제 구조라, 망치 연안에서 자망어업의 조업구역인 2개의 정점을 선정하여 2018년 6월부터 2019년 5월까지 활자망을 이용하여 매월 1회 자원조사를 실시하였다(Fig. 1). 어획 조사에는 바다호(총톤수 4.93톤)를 이용하였고, 자망 조사는 길이 50 m, 높이 2 m, 망목 81-85 mm의 규격을 가진 활자망을 4폭 엮어 정점당 각각 200 m 설치하였으며, 어구를 투망한 후 약 24시간이 지난 다음날에 양망하였다. 어류의 출현량에 영향을 미치는 환경요인을 측정하기 위해 매월 수온과 염분을 휴대용 수온·염분 측정계(Orion star a329; Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 채집된 시료는 실험실로 운반하여 전장(total length)과 체중(weight)을 각각 0.1 cm, 체중은 0.1 g까지 측정하였다. 채집된 어류의 동정과 학명은 한국어류대도감을 이용하여 분리 동정하였다(Kim et al., 2005).

또한 어류의 군집 특성을 파악하기 위해 종다양도지수를 구하였다(Shannon and Weaver, 1949). 공간 출현유사성을 분석하

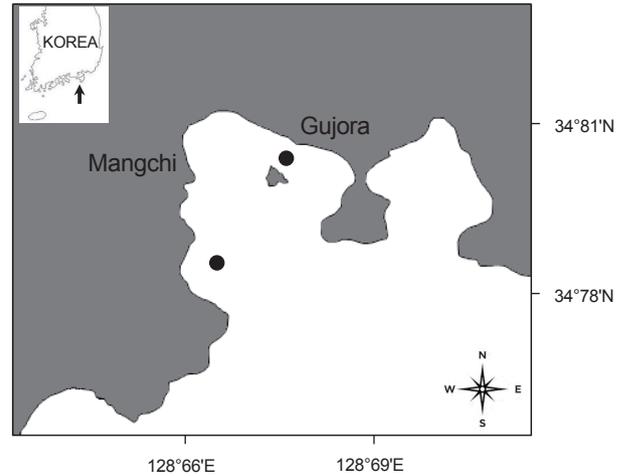


Fig. 1. Location of the sampling areas.

기 위해 조사기간 동안 3회 이상 출현한 종들에 대한 개체수 자료를 로그변환[logarithmic transformations, $\log_{10}(X+1)$] 하여 Bray-Curtis 유사도지수를 계산했다(Bray and Curtis, 1957). 구해진 유사도는 ANOSIM-test를 실시한 후 group-average 방법을 이용해 집괴분석(cluster analysis)을 실시하였으며, 그 결과를 수지도(dendrogram)와 다차원척도법(non-metric multidimensional scaling, nMDS)으로 표시하였다. 군집분석 후 분리된 생물군집에 차이를 유발하는 종을 분석하고 기여하는 정도를 파악하기 위해 SIMPER (Similarity Percentage) 분석을 실시했다. 이러한 통계분석은 PRIMER v6 statistical package를 이용하였다(Clarke and Gorley, 2006).

결 과

수온 및 염분

연구기간 동안 수온은 12.2-29.5°C의 범위를 보였으며, 8월에 29.5°C로 가장 높았고, 1월에 12.2°C로 가장 낮았다. 염분은 31.7-34.7 psu의 범위를 보였으며, 2월에 34.7 psu로 가장 높았고, 6월에 31.7 psu로 가장 낮게 나타났다(Fig. 2).

종조성

조사기간 동안 채집된 어류는 총 11목 31과 46종, 총 410개체, 96,645.0 g로 나타났다(Table 1, Table 2). 가장 많은 개체수가 출현한 종은 성대(*Chelidonichthys spinosus*)로 85개체가 채집되어 전체개체수의 20.7%를 차지하여 가장 우점하였다. 그 다음으로는 취치(*Stephanolepis cirrifer*)가 43개체가 채집되어 전체개체수의 10.5%를 차지하였다. 그 외, 망상어(*Ditrema temmincki*) 38개체(9.3%), 청보리멸(*Sillago japonica*) 29개체(7.1%), 불락(*Sebastes inermis*) 25개체(6.1%), 흑대기(*Paraplagusia japonica*) 25개체(6.1%) 순으로 많이 채집되었고, 상

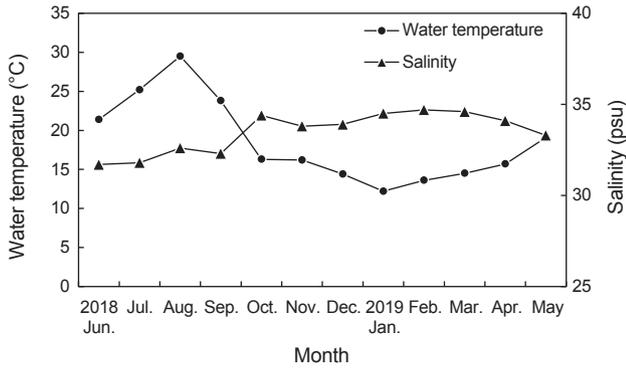


Fig. 2. Monthly variations of water temperature and salinity in the coast of Geoje in Korea, from June 2018 to May 2019.

기 6종은 전체개체수의 59.8%를 차지하여 우점하였다.

생체량에서도 성대가 18,819.1 g 채집되어 전체생체량의 19.5%를 차지해 가장 우점하였다. 그 다음으로는 황아귀(*Lophius litulon*), 망상어, 쥐치, 볼락, 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*) 순으로 우점하였으며, 상기 6종은 전체생체량의 56.0%를 차지하여 우점했다.

계절변동

월별로 채집된 어종의 채집 종수는 7-20종의 범위를 보였으며, 2018년 7월에 20종이 채집되었고, 2019년 5월에 7종이 채집되었다(Fig. 3A). 계절별 개체수를 알아보면, 12-94개체의 범위를 보였다. 또한 2018년 7월에 94개체, 2018년 12월에 12개체가 채집되었다(Fig. 3B). 계절별 생체량을 알아보면, 4,096.8-15,777.5 g의 범위를 보였으며, 2018년 7월에 15,777.5 g을 나타내었고, 2019년 4월에 4,096.8 g을 나타내었다(Fig. 3C). 종다양도지수는 1.41-2.41의 범위를 보였으며, 2018년 9월에 2.41을 나타내었고, 2018년 6월에 1.41을 나타냈다(Fig. 3D).

우점종의 월별 출현양상을 살펴보면(Fig. 4), 성대는 이번 연구에서 가장 많은 개체수가 채집되었으며, 전장 범위는 20.3-37.0 cm (평균 26.9 cm)로 나타났다. 월별 평균 전장은 2018년 6월 26.4 cm, 7월 26.3 cm, 10월 30.3 cm, 11월 30.4 cm, 12월 29.0 cm, 2월 25.4 cm, 3월 27.0 cm, 4월 30.5 cm, 5월 26.3 cm로 나타나 2019년 4월에 평균 크기가 가장 크게 나타났고 2019년 2월에 가장 작게 나타났다. 월별 출현 개체수를 살펴보면 2018년 7월에 38개체가 채집되어 가장 많은 개체가 출현하였으며, 2018년 8월과 9월, 2019년 1월에는 한 개체도 채집되지 않았다. 두 번째로 많은 개체수가 채집된 쥐치의 전장 범위는 14.2-20.3 cm (평균 17.3 cm)로 나타났다. 월별 평균 전장은 2018년 6월 17.6 cm, 7월 17.0 cm, 8월 17.4 cm, 9월 16.8 cm, 10월 15.7 cm, 2019년 4월 18.9 cm, 5월 17.3 cm로 나타나 2019년 4월에 평균 크기가 가장 크게 나타났고 2018년 8월에 가장 작게 나타났다. 월별 출현 개체수는 2018년 8월에 14개

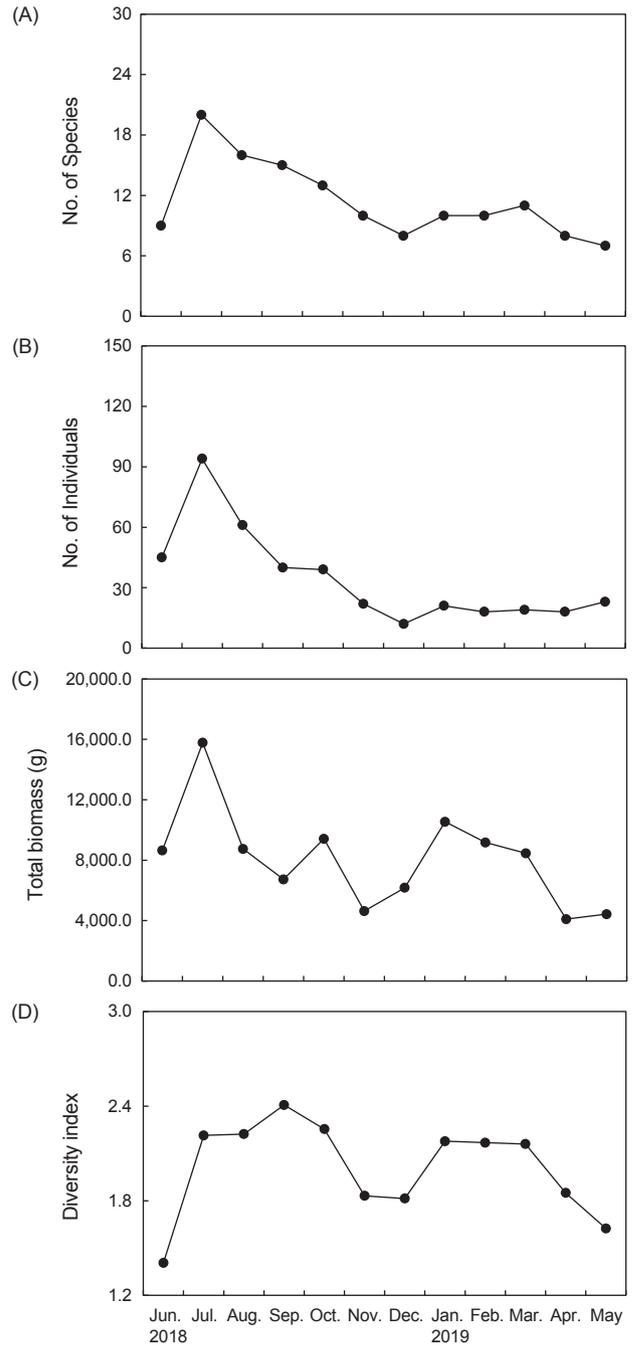


Fig. 3. Monthly variations of ecological parameters of fishes collected in the coast of Geoje in Korea, June 2018 to May 2019.

체가 채집되어 가장 많은 개체가 출현하였으며, 2018년 11월, 12월과 2019년 1월, 2월, 3월은 한 개체도 채집되지 않았다. 세 번째로 많은 개체수가 채집된 망상어의 전장 범위는 17.8-26.3 cm (평균 23.1 cm)로 나타났다. 월별 평균 전장은 2018년 7월 24.0 cm, 8월 21.3 cm, 9월 22.6 cm, 11월 22.6 cm, 12월 23.2

Table 1. Continued

Scientific name	2018 Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	2019 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Total	
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	%N
Se		1	4	3									8	2.0
Cs	27	38			3	3	5		1	1	2	5	85	20.7
Xe			1										1	0.2
Zf					12								12	2.9
Total	45	94	60	39	39	22	12	21	18	19	18	23	410	100.0

Ok, *Okamejei kenoeji*; Rb, *Repomucenus beniteguri*; Rl, *Repomucenus lunatus*; Ce, *Carangoides equula*; Tj, *Trachurus japonicus*; Kp, *Konosirus punctatus*; Pp, *Pseudoblennius percoides*; Pj, *Paraplagusia japonica*; Dt, *Ditrema temmincki*; Hv, *Hemipteris villosus*; Ha, *Hexagrammos agrammus*; Ho, *Hexagrammos otakii*; Gp, *Girella punctate*; Ms, *Microcanthus strigatus*; Hp, *Halichoeres poecilopterus*; Ht, *Halichoeres tenuispinis*; Ps, *Pseudolabrus sieboldi*; Pf, *Pteragogus flagellifer*; Sr, *Semicossyphus reticulatus*; Ll, *Lophius litulon*; Sc, *Stephanolepis cirrhifer*; Tm, *Thamnaconus modestus*; Mj, *Monocentris japonica*; Lj, *Lateolabrax japonicus*; Mc, *Mugil cephalus*; Of, *Oplegnathus fasciatus*; Op, *Oplegnathus punctatus*; Po, *Paralichthys olivaceus*; Pi, *Platycephalus indicus*; Kb, *Kareius bicoloratus*; Py, *Pseudopleuronectes yokohamae*; Sn, *Scomberomorus niphonius*; Si, *Sebastes inermis*; Sm, *Sebastes marmoratus*; Sp, *Sebastes pachycephalus*; Ss, *Sebastes schlegelii*; Ea, *Epinephelus akaara*; Sf, *Siganus fuscescens*; Sj, *Sillago japonica*; Pm, *Pagrus major*; Sp, *Sphyræna pinguis*; Se, *Saurida elongata*; Cs, *Chelidonichthys spinosus*; Xe, *Xenocephalus elongates*; Zf, *Zeus faber*.

cm, 2019년 1월 24.3 cm, 2월 23.8 cm, 3월 23.4 cm, 4월 24.2 cm, 5월 21.9 cm로 나타나 2019년 1월에 평균 크기가 가장 크게 나타났고 2018년 8월에 가장 작게 나타났다. 월별 출현 개체 수는 2019년 5월에 9개체가 채집되어 가장 많은 개체가 출현 하였으며, 2018년 6월과 10월에는 한 개체도 채집되지 않았다.

군집분석

조사기간 동안 3회 이상 출현한 16종을 대상으로 Bray-Curtis의 유사도지수를 계산하여 dendrogram과 nMDS를 작성한 결과(Fig. 5), 월별 군집은 35% 유사도 수준에서 4개의 그룹으로 나뉘었다. A그룹은 8월, 9월, B그룹은 6월, 7월, C그룹은 12월, 1월, 2월, 3월, 4월, 5월, D그룹은 10월, 11월로 구분되었다.

one-way ANOSIM분석을 통해 집괴분석으로부터 나누어진 그룹의 군집간의 유의도를 확인한 결과, 그룹 A, 그룹 B, 그룹 C, 그룹 D간의 차이(global R=0.88, P=0.001)는 99% 신뢰수준에서 유의하였다.

월별 그룹간의 유사성에 대한 어종별 기여도를 파악하기 위해 SIMPER 분석을 통해 각 군집의 누적기여율이 80% 이상인 상위 분류군들을 선별하였다(Table 3). 그룹 A에서는 쥐치가 41.2%의 기여율로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 망상어(17.7%), 넙치(*Paralichthys olivaceus*, 17.7%), 날매통이(*Saurida elongata*, 17.7%) 순으로 나타나 누적기여율 94.1%로 나타났다. 그룹 B에서는 성대가 65.9%의 기여율로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 쥐치가 14.6%의 기여율을 나타내 누적기여율 80.5%로 나타났다. 그룹 C에서는 망상어가 38.7%의 기여율로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 성대(14.4%), 황아귀(9.2%), 흑대기(8.7%), 볼락(8.7%), 쥐노래미(5.1%) 순으로 나타나 누적기여율 84.7%로 나타났다. 그룹 D에서는 볼

락이 50.0%의 기여율로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 성대가 37.5%의 기여율을 나타내 누적기여율 87.5%로 나타났다.

고찰

이번 연구지역의 수온은 1월에 12.2°C, 8월에 29.5°C를 기록하여 전형적인 온대수역의 환경특성을 나타내었다(Cha, 1999). 또한 염분의 경우 2018년 6월부터 9월까지 32.0 psu를 상회하였다가 2018년 10월부터 2019년 5월까지 34.0 psu를 상회하여 시기별 염분의 차이가 뚜렷하게 나타났다. 이러한 염분의 차이는 여름철 장마, 태풍 등으로 발생하는 집중강우로 인한 것으로 생각된다.

이번 연구에서 출현하는 어류의 종조성을 살펴본 결과, 출현하는 어류 중 성대, 쥐치, 망상어, 청보리멸, 볼락, 흑대기의 6종이 전체 개체수의 약 60%를 차지하여 우점하였다. 이와 같이 일부 어종에 의해 군집의 대부분을 차지하는 현상은 어류 종조성과 관련된 선행연구에서도 쉽게 찾아볼 수 있었다. 제주도 사계연안 어류군집(Kim et al., 2014)에서는 황놀래기(*Pseudolabrus sieboldi*), 어랭놀래기(*Pteragogus flagellifer*), 솜뱅이(*Sebastes marmoratus*), 가시복(*Diodon holocanthus*)의 4종이 전체 개체수의 약 53%를 차지했고 거제도 연안해역의 어류군집(Cha, 1999)에서는 쥐치, 망상어, 쥐노래미, 문치가자미(*Pseudopleuronectes yokohamae*), 조피볼락(*Sebastes schlegelii*), 넙치의 6종이 전체 개체수의 약 62%를 차지하여 우점했다. 또한 가덕도 주변해역에 출현하는 어류군집(Jeong et al., 2013)에서는 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 청어(*Clupea pallasii*) 2종이 전체 개체수의 50.2%를 차지했으며, 동해 연안 어류군집(Choi et al., 2012)에서는 기름가자미(*Glyptocephalus*

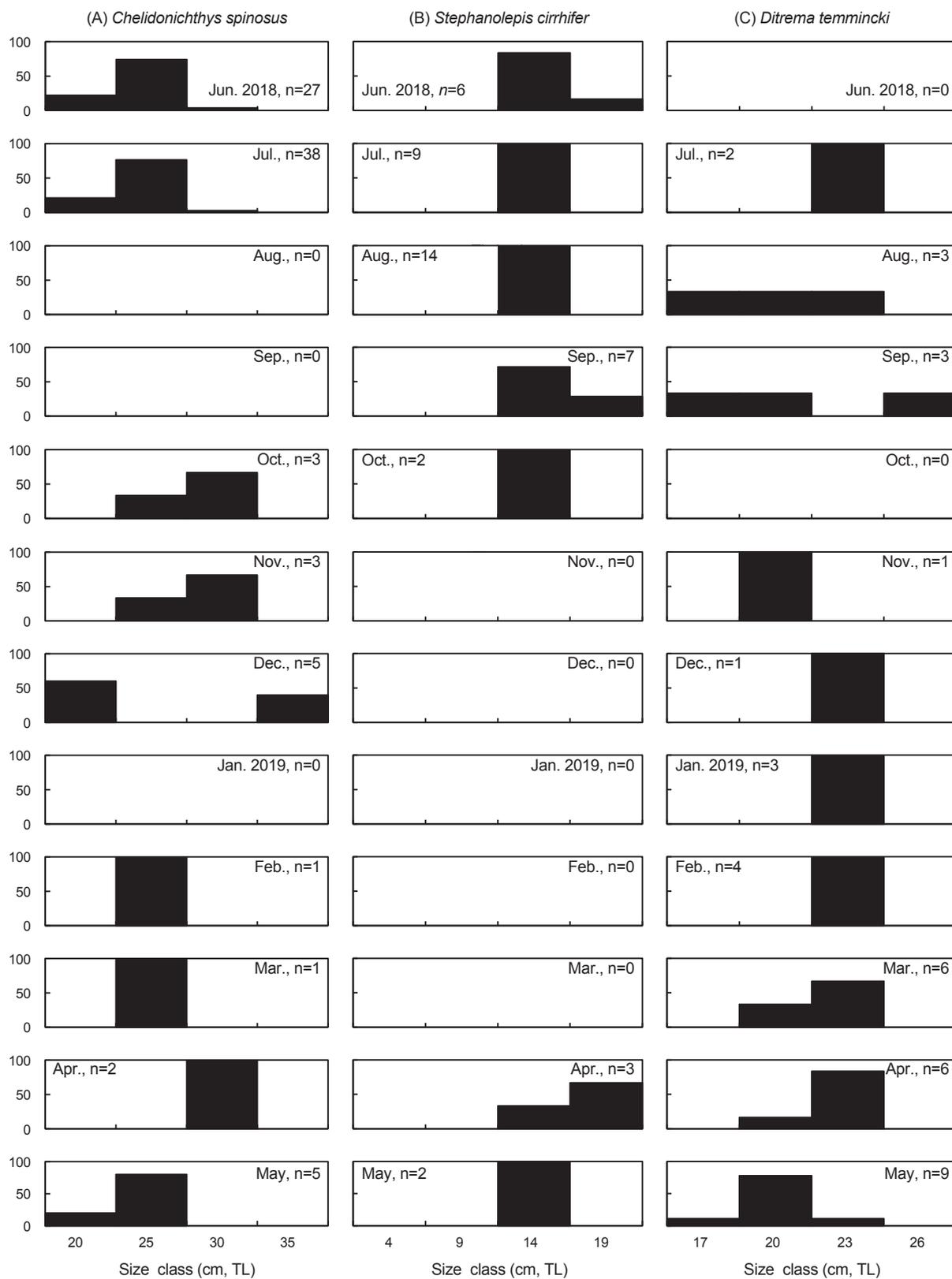


Fig. 4. Size distribution of four major species collected in the coast of Geoje in Korea, June 2018 to May 2019. TL, total length.

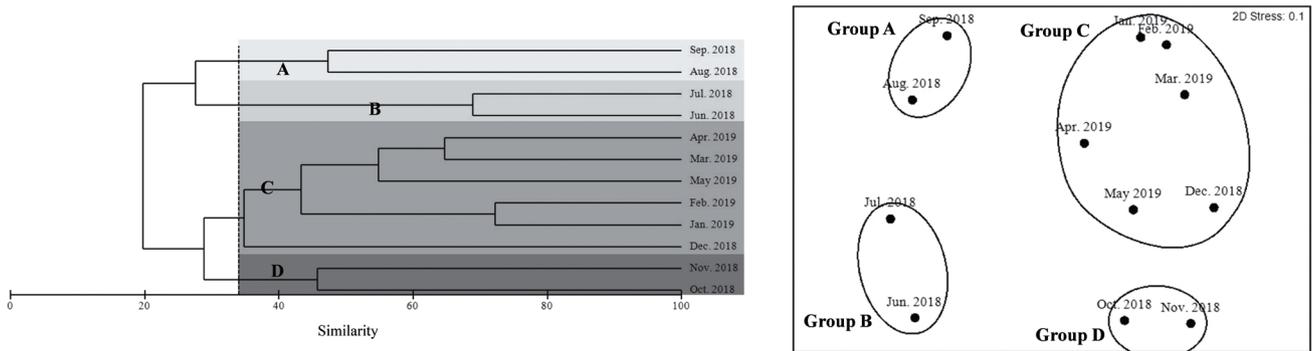


Fig. 5. Dendrogram (up) and nMDS plot (down) based on Bray-curtis similarity matrix of log(x+1) transformed data of each month illustrating the classification.

르게 나타난 것으로 판단된다. Lee et al. (2011a)의 연구에서는 surf net을 이용해 선박의 접근이 힘든 1 m 이하의 얇은 수심의 잘피밭에 서식하는 어류를 대상으로 조사를 했다. 따라서 주로 잘피밭을 성육장으로 이용하는 자치어와 망둑어과 어류들이 많이 어획되어 이번 연구와 다른 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 이번 연구지역의 평균 수심은 약 8 m, Lee et al. (2011a)의 연구에서는 1 m 내외, Jung et al. (2014)의 연구에서는 17-23 m로 연구지역에 따라 차이가 나타났다. 해역 수심 차이에 따라 서식하는 어류의 종조성은 큰 차이를 나타내는 것으로 알려져 있는데, 이번 연구에서 우점한 성대, 쥐치, 망상어는 3월부터 8월까지 산란을 위해 10 m 내외의 연안으로 이동하는 생태학적 특성을 가지고 있으며, 이로 인해 과거 선행연구와 우점종이 다르게 나타난 것으로 판단된다.

이번 연구에서 출현한 어류들은 대부분 시기에 따라 회유하는 일시방문종 또는 연구지역내 정착하고 살아가는 주거종으로 나타났다, 주로 반저서성어류가 우점했다. 이러한 결과는 과거 국외에서 자망으로 어획된 종조성 선행연구에서도 비슷한 결과를 나타냈다(Rojo-Vazquez et al., 2008; Saber et al., 2020). 멕시코에서 이루어진 선행연구에서는 주로 하스돔과(Haemulidae)가 우점했으며, 이집트에서 이루어진 선행연구에서는 독가시치과(Siganidae), 송어과(Mugilidae)가 우점했다. 이처럼 조사 지역이 달라도 자망으로 채집한 어류들은 주로 주거종 또는 일시방문종으로 나타났는데, 자망은 정치망처럼 장기간 설치하지 않고, 저인망과 같이 어류를 능동적으로 찾아다니며, 채집하는 것이 아니라, 한곳에 고정되어 어류를 채집하기 때문에 일정 경로를 따라 이동하는 특정 어류나 주거종들이 주로 채집된 것으로 판단된다(Cha, 1999). 이번 연구에서 가장 우점한 성대는 가슴지느러미 아래에 분리된 3개의 연조를 통해 먹이활동이나 배우자를 찾는데, 이러한 형태적 특성으로 인해 주로 바닥을 기어다니며, 저서성 갑각류를 섭이하는 저서어류로 알려져 있다(Kim et al., 2004). 또한 산란기인 6월과 7월에 산란과 계절 회유를 위해 연안으로 이동하는 특징을 가지며, 이러한 과정에

서 회유하는 개체들이 바닥부터 중층까지 부설되어 있는 자망에 다수 채집된 것으로 판단된다. 두 번째로 우점한 쥐치는 수온이 상승하는 6월부터 출현하기 시작하여 10월까지 출현하다가 수온이 하강하는 11월부터 다음해 3월까지 출현하지 않았으며, 4월부터 다시 출현하는 양상을 나타냈다. 이는 선행연구 결과와 유사한 출현양상을 보였으며(Hwang et al., 1997; An and Huh, 2002), 쥐치는 전장 50 mm 이상이 되면 수심 8-30 m의 깊은 곳으로 이동하고 산란기인 5-8월에 10 m 내외의 암초가 많은 연안으로 이동하여 산란회유하는 특성을 가지기 때문에 수온이 올라가는 시기에 다수 어획된 것으로 판단된다(Kim et al., 2004). 세 번째로 우점한 망상어의 경우, 6월과 7월을 제외한 모든 조사에서 출현하였다. 망상어는 해조류가 무성한 암초 지대의 수심 30 m 내외의 얇은 바다에 서식하는 정착성 어종으로 기초생산력이 높은 거제 구조라, 망치 주변 해역을 성육장 및 산란장으로 이용하는 것으로 생각된다(Lee et al., 2011). 또한 망상어는 3-5월에 산란을 하는 태생어로 알려져 있는데(Kim et al., 2004) 이번 연구에서 4-5월에 채집된 개체들은 복강 내부 치어를 품고 있는 개체들이 많이 출현했다. 따라서 산란시기인 3-5월에 포식자로부터의 위협을 줄이고 비교적 깊은 수심보다 기초생산력이 풍부한 연안에서 산란에 참여하는 개체가 다수 채집된 것으로 판단된다.

이번 연구의 결과, 수온이 높은 7-9월에 출현종수, 개체수, 생체량, 종다양도지수가 각각 높은 값을 나타냈는데, 이는 수온 변화에 영향을 받는 어류의 산란주기와 회유성 어종의 계절회유와 연관이 있을 것으로 판단된다(Cha, 1999; Huh and Chung, 1999). 낙동강에서 이루어진 선행연구에서도 수온이 낮아지는 겨울에는 채집된 종수와 채집량이 크게 감소하였고, 수온이 올라가는 봄과 가을 사이에는 채집종수와 채집량이 비교적 높은 값을 나타냈다(Kwak and Huh, 2003). 일반적으로 산란이 끝난 직후에 채집량이 증가하는 것으로 알려져 있으며(Cunter, 1967; McLusky, 1989; Abookire et al., 2000), 이번 연구에서 출현한 우점종인 성대, 쥐치, 청보리멸, 흑대기는 봄과 초여름

Table 2. Biomass of fishes collected in the coast of Geoje in Korea, from June 2018 to May 2019

Scientific name	2018 Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	2019 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Total	
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	%W
Ok	449.5	264.7			1,313.4	507.1							2,534.8	2.6
Rb			160.9										160.9	0.2
Rl		127.5											127.5	0.1
Ce					205.1								205.1	0.2
Tj		327.3		117.5									444.8	0.5
Kp				247.2						313.8			561.0	0.6
Pp			56.3			129.7							186.0	0.2
Pj		551.2	2,350.0		507.6		77.2	240.8	203.9		186.8	132.1	4,249.6	4.4
Dt		374.2	410.0	450.2		176.6	192.8	680.6	827.5	1,320.2	1,498.6	1,497.4	7,428.1	7.7
Hv					222.0	323.1							545.1	0.6
Ha		562.5							64.9				627.4	0.6
Ho					560.7			1,552.5	979.6	1,304.7			4,397.5	4.6
Gp								380.4	1,085.0		331.1		1,796.5	1.9
Ms			68.3	249.5									317.8	0.3
Hp		73.6			160.3								233.9	0.2
Ht		222.2											222.2	0.2
Ps				117.8									117.8	0.1
Pf		588.5	64.6		72.6								725.7	0.8
Sr					1,402.6		1,107.9						2,510.5	2.6
Li							2,197.3	5,401.3	3,597.2	2,775.4			13,971.2	14.5
Sc	473.3	935.8	1,735.8	831.2	159.6						425.6	227.1	4,788.4	5.0
Tm		1,042.6				147.6							1,190.2	1.2
Mj	57.4												57.4	0.1
Lj	204.5	293.1				431.7		943.4				527.8	2,400.5	2.5
Mc									1,839.1	778.7			2,617.8	2.7
Of	341.5			680.0									1,021.5	1.1
Op			154.9	182.0									336.9	0.3
Po		429.4	437.6	645.6			142.0	592.6	286.5				2,533.7	2.6
Pi		1,201.4	432.0	1,456.4						385.7	541.1		4,016.6	4.2
Kb		207.5					374.2						581.7	0.6
Py	594.2	267.2					546.7	118.8		562.2			2,089.1	2.2
Sn						471.1							471.1	0.5
Si			538.1		802.0	1,452.9		385.6	105.8	245.8	269.8	913.8	4,713.9	4.9
Sm				105.6	85.2								228.7	0.2
Sp								245.4					245.4	0.3
Ss										420.4			420.4	0.4
Ea			570.3	252.0									822.3	0.9
Sf	499.0												499.0	0.5
Sj	305.3	399.6	778.0			85.6				156.8	244.2	85.9	2,055.5	2.1
Pm		39.5											39.5	0.0
Sp				337.0									337.0	0.3

Table 2. Continued

Scientific name	2018 Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	2019 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Total	
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W %W	
Se		118.8	773.3	936.4									1,828.5	1.9
Cs	5,720.4	7,750.9			874.7	910.6	1,537.3		184.1	198.7	599.6	1,042.8	18,819.1	19.5
Xe			114.8										114.8	0.1
Zf					3,052.8								3,052.8	3.2
Total	8,645.1	15,777.5	8,644.9	6,608.4	9,418.5	4,636.1	6,175.4	10,541.4	9,173.6	8,462.4	4,096.8	4,426.9	96,645.0	100.0

Ok, *Okamejei kenoei*; Rb, *Repomucenus beniteguri*; Rl, *Repomucenus lunatus*; Ce, *Carangoides equula*; Tj, *Trachurus japonicus*; Kp, *Konosirus punctatus*; Pp, *Pseudoblennius percoides*; Pj, *Paraplagusia japonica*; Dt, *Ditrema temmincki*; Hv, *Hemipterus villosus*; Ha, *Hexagrammos agrammus*; Ho, *Hexagrammos otakii*; Gp, *Girella punctata*; Ms, *Microcanthus strigatus*; Hp, *Halichoeres poecilopterus*; Ht, *Halichoeres tenuispinis*; Ps, *Pseudolabrus sieboldi*; Pf, *Pteragogus flagellifer*; Sr, *Semicossyphus reticulatus*; Ll, *Lophius litulon*; Sc, *Stephanolepis cirrhifer*; Tm, *Thamnaconus modestus*; Mj, *Monocentris japonica*; Lj, *Lateolabrax japonicus*; Mc, *Mugil cephalus*; Of, *Oplegnathus fasciatus*; Op, *Oplegnathus punctatus*; Po, *Paralichthys olivaceus*; Pi, *Platycephalus indicus*; Kb, *Kareius bicoloratus*; Py, *Pseudopleuronectes yokohamae*; Sn, *Scomberomorus niphonius*; Si, *Sebastes inermis*; Sm, *Sebastes marmoratus*; Sp, *Sebastes pachycephalus*; Ss, *Sebastes schlegelii*; Ea, *Epinephelus akaara*; Sf, *Siganus fuscescens*; Sj, *Sillago japonica*; Pm, *Pagrus major*; Sp, *Sphyrna pinguis*; Se, *Saurida elongata*; Cs, *Chelidonichthys spinosus*; Xe, *Xenocephalus elongatus*; Zf, *Zeus faber*.

lus stelleri), 분홍꼼치(*Careproctus rastrinus*) 2종이 전체 개체 수의 71.7%를 차지하여 우점한 것으로 나타났다. 이러한 소수 어종의 어류군집 우점현상은 그 지역의 수질, 수온, 염분, 저질 등과 같은 환경특성에 일부 어종이 잘 적응하여 서식하므로 다른 어류에 비하여 우점적으로 나타나는 결과라고 할 수 있다 (Cha, 1999).

이번 연구에서 개체수, 생체량에서 우점한 종은 성대, 쥐치, 망상어 순으로 나타났는데, 거제 연안에서 수행된 선행연구(Cha, 1999; Kim et al., 2011; Lee et al., 2011a; Lee et al., 2011b;

Jung et al., 2014)에서 이루어진 다른 연구에서 출현한 우점종과는 다소 차이가 있었다(Table 4). 이러한 차이는 첫 번째로는 선행연구와 이번 연구에서 사용한 어구의 차이, 두 번째로는 연구지역의 해양환경 차이라고 생각된다. 선행연구에서는 surf net 또는 정치망을 이용하여 어획하였고, 이번 연구에서는 자망을 이용하여 어획하였다. Jung et al. (2014)의 연구에서 사용한 정치망은 어군의 회유로를 길그물로 차단한 후 통그물로 유도하여 잡는 방식이며, 주 어획대상어종이 회유성 부어류이기 때문에 이번 연구에서 사용한 자망으로 어획된 어종과는 다소 다

Table 3. Species contribution (%) to similarity resulting from SIMPER (similarity percentage) among group A, group B, group C and group D divided cluster analysis

Group	Month	Species	Average abundance	Contribution (%)	Cumulative (%)
A	Aug. 2018 Sep. 2018	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	10.5	41.2	41.2
		<i>Ditrema temmincki</i>	3.0	17.7	58.8
		<i>Paralichthys olivaceus</i>	3.0	17.7	76.5
		<i>Saurida elongata</i>	3.5	17.7	94.1
B	Jun. 2018	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	32.5	65.9	65.9
	Jul. 2018	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	7.5	14.6	80.5
C	Dec. 2018 Jan. 2019 Feb. 2019 Mar. 2019 Apr. 2019 May 2019	<i>Ditrema temmincki</i>	4.8	38.7	38.7
		<i>Chelidonichthys spinosus</i>	2.3	14.4	53.1
		<i>Lophius litulon</i>	1.7	9.2	62.2
		<i>Paraplagusia japonica</i>	0.8	8.7	70.9
		<i>Sebastes inermis</i>	1.5	8.7	79.6
		<i>Hexagrammos otakii</i>	1.2	5.1	84.7
D	Nov. 2018	<i>Sebastes inermis</i>	7.0	50.0	50.0
	Oct. 2018	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	3.0	37.5	87.5

Table 4. Comparison of species composition of fishes in the Geoje

	Gujora, Mangchi	Myeongsa	Jeogu	Dapo	Nambo
Sampling period	Jun., 2018-May, 2019	Aug., 2009-Jul., 2010	Aug., 2009-Jul., 2010	May-Nov., 2011	Feb.-Oct., 1996
No. of species	46	31	38	46	43
Survey method	Gill net	Surf net	Surf net	Set net	Gill net
Dominant species	<i>Chelidonichthys spinosus</i> <i>Stephanolepis cirrhifer</i> <i>Ditrema temmincki</i>	<i>Rudarius ercodes</i> <i>Gymnogobius heptacanthus</i> <i>Ditrema temmincki</i>	<i>Chaenogobius annularis</i> <i>Gymnogobius heptacanthus</i> <i>Rudarius ercodes</i>	<i>Trachurus japonicus</i> <i>Engraulis japonicus</i> <i>Clupea pallasii</i>	<i>Stephanolepis cirrhifer</i> <i>Ditrema temmincki</i> <i>Hexagrammos otakii</i>
Reference	Present study	Kim et al. (2011)	Lee et al. (2011)	Jung et al. (2014)	Cha (1999)

또는 봄과 여름의 산란기를 거치는 것으로 나타나 봄과 여름 사이에 산란을 위해 연안으로 이동하는 개체들이 다수 채집되어 채집량이 증가한 것으로 판단된다(Kim et al., 2004). 또한, 성대, 쥐치, 청보리멸, 흑대기는 수온이 낮은 겨울에 연안 밖의 깊은 수심으로 월동회유를 위해 이동했다가 수온이 서서히 증가하면서 내해쪽으로 이동하는 특징을 가지는데, 이러한 생태적 특성으로 인해 수온이 높은 여름철에 채집종수, 개체수, 생체량이 높은 것으로 판단된다(Cha, 1999; Kim et al., 2004).

이번 연구에 3회 이상 출현한 종을 대상으로 월별 출현 유사도를 살펴보기 위해 dendrogram과 nMDS를 작성한 결과, 8-9월(Group A), 6-7월(Group B), 12-5월(Group C), 10-11월(Group D)로 4개의 그룹으로 구분되어 어류 군집의 출현양상이 계절에 따라 명확하게 구분되었다. 그룹 A와 B의 경우, 수온이 높은 시기에 색이, 산란을 위해 회유하는 쥐치, 성대 등의 종들의 기여도가 높았고, 그룹 C의 경우, 주거종인 망상어와 겨울철 회유하는 황아귀의 기여도가 높은 것으로 나타났다. 그룹 D는 수온이 낮아지는 시기에 산란을 위해 먹이활동을 활발히 하는 볼락의 기여율이 높은 것을 볼 수 있었다. 어류군집의 계절별 차이는 특정 시기에 회유하는 종들에 의해 월별로 그룹이 구성되었지만 주거종의 지속적인 출현에 따라 비교적 안정된 어류 군집을 나타냈다.

이번 연구의 결과, 거제 인근 해역과 비교하여 출현한 우점종의 차이가 크게 나타났는데, 이러한 결과는 사용 어구와 지역의 해양환경적 조건에 따라 채집된 어류의 종조성에 큰 차이를 가져올 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 추후 다양한 종류의 어구와 방법을 사용하여 다양한 어류를 대상으로 추가적인 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다(Kim et al., 2014). 아울러, 이번 연구에서는 주로 동중국해와 제주도 인근 해역에서 많이 어획됐던 갈전갱이(*Carangoides equula*), 독가시치(*Siganus fuscescens*) 등의 아열대성 회유종들이 강한 쿠로시오난류에 편승하거나 지구온난화에 따른 표·중층의 수온 상승으로 서식해역이 북상하여 거제 연안에 출현하는 것으로 추측된다. 이들의 출현은 거제 연안이 서서히 아열대화가 진행되고 있다는 것을 보여주는 지표가 되며, 지속적인 모니터링을

통해 아열대화에 따른 해양 생태계의 변화를 파악할 필요가 있을 것으로 생각된다.

References

- Abookire AA, Piatt JF and Robards MD. 2000. Nearshore fish distributions in an Alaskan estuary in relation to stratification, temperature and salinity. *Estuar Coast Shelf Sci* 51, 45-59. <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0615>.
- An YR and Huh SH. 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeokdo, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 35, 715-722. <https://doi.org/10.5657/kfas.2002.35.6.715>.
- 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 Geoje Island. *Korean J Ichthyol* 11, 184-190.
- Choi KH, Han MH, Kang CK, Park JM, Choi JH, Park JH, Sohn MH, Baek GW, Choy EJ and Lee CI. 2012. Seasonal variations in species composition of fish assemblage collected by trammel net in coastal waters of the East Sea. *Korean J Soc Fish Technol* 48, 415-427. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.415>.
- Clarke KR and Gorley RN. 2006. *Primer v6: user Manual/Tutorial*. Primer-E Ltd., Plymouth, U.K., 1-190.
- Cunter G. 1967. Some relationships of estuaries to the fisheries of gulf of Mexico. *American association for the advancement of science, Washington D.C., U.S.A.*, 621-638.
- FIRA (Korea Fisheries Resources Agency). 2016. *Artificial reefs facility statistics*. FIRA Artificial reef facility statistics, Busan, Korea.
- Hwang SD, Park YJ, Choi SH and Lee TW. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 30, 105-113.
- Huh SH and Chung SG. 1999. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl in Nakdong river estuary. *Korean J Soc Fish Technol*

- 35, 178-195.
- Jeong JM, Park JM, Huh SH, Ye SJ, Kim HJ and Baeck GW. 2013. Seasonal variation in the species composition of fish assemblages in the coastal waters off Gadeok-do, South Sea, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 948-956. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0948>.
- Jung KM, Lee DJ, Kang SY 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>.
- Kang DY, Nam KM, Choi OI, Kim BS, Yeon IH, Kim KD and Baeck GW. 2020. Distributional pattern of larval fish in the Gujora and Mangchi coastal waters of Geoje, Korea. *Korean J Soc Fish Technol* 56, 94-104. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2020.56.2.094>
- Kim CC, Han KH, Lee SH and Yu TS. 2017. Species composition and community structure of fishes collected by a gill net in the coastal waters of the Geumo islands, Yeosu. *Korean J Fish Aquat Sci* 50, 553-560. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0553>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publ Co., Seoul, Korea, 615.
- Kim JS, Lee DH, Park JS, Han DH and Gwak WS. 2011. Species composition of fish assemblages in eelgrass bed of Meongsa on Geoje island, Korea. *Korean J Ichthyol* 23, 119-127.
- Kim MJ, Han SH, Kim JS, Kim BY and Song CB. 2014. Species composition and bimonthly changes of fish community in the coastal waters of Sagyeoi, Jeju Island. *Korean J Ichthyol* 26, 212-221.
- Kim SH, Kim PK, Jeong SJ, Lee KH and Oh WS. 2018. Fishing performance for a gill net in accordance with changing of the net hanging ratio. *Korean J Soc Fish Technol* 54, 279-286. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2018.54.4.279>.
- Kim YS, Han KH, Kang CB and Kim JB. 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea, 2nd ed. National fisheries research and development institute, Busan, Korea, 333.
- Kwak SN and Huh SH. 2003. Changes in species composition of fishes in the Nakdong river estuary. *Korean J Fish Aquat Sci* 36, 129-135. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.2.129>.
- Lee DH, Kim BG, Kim TJ, Lee SJ and Gwak WS. 2011. Species composition of juvenile and immature fishes collected by a small beam trawl on the coasts of Gujora and Geoje Bay on Geoje Island, Korea. *Korean J Ichthyol* 23, 135-144.
- 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.
- McLusky DS. 1989. The estuarine ecosystem, second ed. Chapman and Hall, New York, NY, U.S.A., 215.
- Rojo Vazquez J A, Quinonez Velazquez C, Echavarría Heras H A, Lucano Ramirez G, Godínez Domínguez E, Ruiz Ramirez S and Sosa Nishizaki O. 2008. The fish species composition and variation of catch from the small-scale gill-net fishery before, during and after the 1997-1998 ENSO event, central Mexican Pacific. *Rev Biol Trop* 56, 133-152.
- Saber Mahmoud A, Amgad M Shaaban and Hanan M Osman. 2020. Species composition, length-weight relationships and condition factor of commercial species grasped by trammel nets and gill nets in the Gulf of Suez, Red Sea, Egypt. *Egypt J Aquat Biol Fish* 24, 145-156. <https://doi.org/10.21608/EJABF.2020.89748>.
- Shannon CE and Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, IL, U.S.A., 177.