

2007-2009년 매물도에서 새우조망에 의한 어류 종조성의 연변동

박중연 · 강현숙 · 강정하 · 김진구¹ · 유정화^{2*} · 김동선³

국립수산과학원 생명공학연구소, ¹부경대학교 자원생물학과, ²유정화해양연구소, ³부경대학교 해양산업개발연구소

Yearly Fluctuation in the Fish Species Composition of Shrimp Beam Trawls off Maemuldo, Korea, during 2007-2009

Park Jung-Youn, Hyun-Sook Kang, Jung-Ha Kang, Jin-Koo Kim¹, Jung-Hwa Ryu^{2*} and Dong-Sun Kim³

National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea

¹Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Ryujunghwa Marine Research Institute, Busan 614-811, Korea

³RCOID, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

We investigated yearly fluctuation of the fish species composition of beam trawls off Maemuldo in the east southern sea of Korea, from March 2007 to November 2009. A total of 75 fish species were collected during the period. The number of fish species accumulated amount-ed to 54, 64 and 75 species in 2007, 2008 and 2009, respectively. The number of newly occurring species increased with time. The number of expected resident species in Maemuldo was estimated as 9 species including *Conger myrister*, *Okamejei kenojei* and *Pholis nebulosa*, each of which appeared more than 14 out of a total 27 times. Cluster analysis showed that the years 2007 and 2008 were closely clustered, while the year 2009 was distantly clustered with 2007 and 2008. This may be due to the high catch ratio of *Clidoderma asperrium* in 2009 alone, when a low water temperature phenomenon was observed unlike the situation in 2007 and 2008.

Key words: Fish, Species composition, Maemuldo, Shrimp beam trawls

서 론

본 조사해역인 매물도는 행정구역상 경남 통영시 한산면 매죽리에 속하는 섬으로, 통영에서 남동쪽으로 19.3 km, 거제도에서 남쪽으로 5 km 떨어져 있어, 비교적 연안역의 개방적인 환경에 노출되어 있다. 연안역에 위치한 섬들은 내만과 함께 다양한 수산자원의 회유, 서식 및 산란장 역할을 하는 것으로 알려져 있으나(Kim et al., 2003), 연안과 내만은 환경조성에서 큰 차이를 보이기 때문에(NFRDI, 2010, 2011), 서식생물의 종조성에서도 차이가 있을 것으로 추정된다. 따라서, 연안역 도서 생태계 평가를 위한 새로운 접근이 필요하다.

최근 연구쟁점이 되고 있는 지구온난화는 인간의 생활에 많은 영향을 미치고 있으며, 특히 해양생태계 변화에 많은 관심과 연구가 집중되고 있다(Schmittner, 2005; Powers, 2010; Pupont and Portner, 2013). 우리나라 주변해역은 지난 40년간 해수표층수온의 상승으로 해양생태계를 구성하는 다양한 생물그룹간 심한 변화가 확인되고 있다(Lee and Jeon, 2005). 특히 1990년

이후 말쥐치가 사라진 것을 기후변화에 따른 어종 분포범위의 축소나 확장에서 비롯된 것으로 보았다(Jung et al., 2013).

매물도는 내만과 연안의 중간해역인 동시에 대마난류의 직접적인 영향을 받는 곳이므로 한반도 어종변화를 감지하고 향후 변동을 예측하는데 유리한 위치를 점하고 있다. 지금까지 매물도 인근해역에서 어류상에 관한 연구는 거제도(Cha, 1999; Oh et al., 2009)에서만 이루어졌을 뿐, 전무한 실정이다.

어류의 종조성 변동을 정확히 파악하기 위해서는 정량적인 채집이 가능한 저인망이 적합한 어구이지만(Sainsbury, 1996) 저인망 어구는 저서생태계를 파괴하는 이유로 최근 연안에서의 사용이 금지되었다. 한편 새우조망의 경우, 연안에서 사용이 가능하며 동시에 정량조사가 가능한 점에서 최근 새우조망에 의한 어류상 조사가 활발히 이루어지고 있다(Kim et al., 2003; Oh et al., 2009; Oh, 2010). 따라서 본 연구는 대마난류의 직접적인 영향을 받는 매물도 해역에서 3년간 새우조망을 이용하여 수온 및 염분 변화에 따른 어류상 변동을 파악하고자 한다.

Article history:

Received 31 July 2013; Revised 29 August 2013; Accepted 10 September 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 894. 7262 Fax: +82. 51. 895. 7845

E-mail address: okdom-ryu@hanmail.net

Kor J Fish Aquat Sci 46(5) 619-625, October 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0619>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

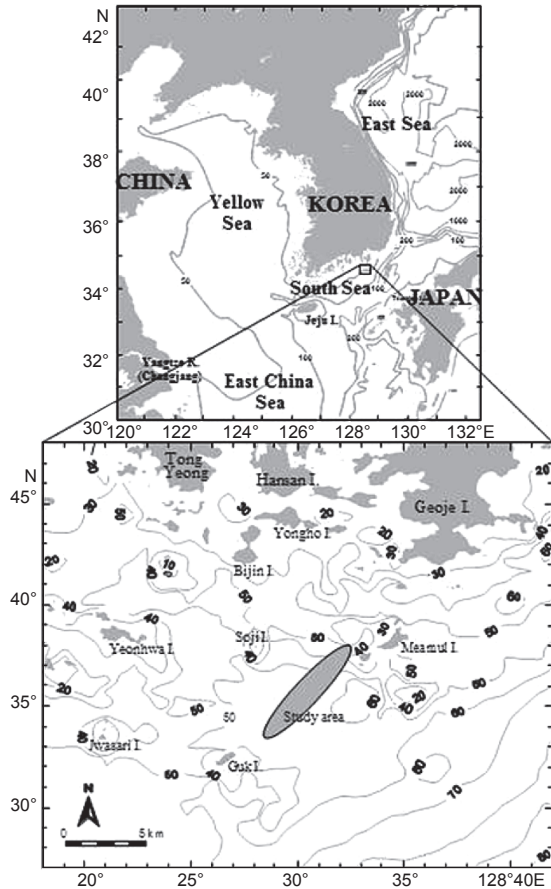


Fig. 1. A map showing sampling sites in Maemuldo, southern sea of Korea. Gray rounded area indicates sampling area.

재료 및 방법

경남 통영시 매물도 주변해역(Fig. 1)에서 2007년 3월부터 2009년 11월까지 매월 1회 조사를 실시하였다. 수산생물의 정량적인 채집이 가능한 새우조망을 이용하여 조사를 수행하였고 그물의 입구에는 길이 10 m 고정빔이 부착되어 있으며, 그물코의 크기는 1 cm 정도이고 선속은 1.0-1.4 knot로 예망하였다. 개체수는 Oh et al. (2009)을 참고하여 평균 예인면적인 10,000 m²로 환산하여 구하였다. 어획 조사는 총 27회(9회/년) 실시하였고 해양환경 조사는 CTD (Sea-Bird Electronics, SBE-19 Seacat Profiler)로 총 12회(4회/년) 실시하였다. 조사수심은 23-63 m (평균 43 m)였다. 채집된 어류는 전량 수거하여 빙장 또는 10% 포르말린에 고정된 후 실험실로 운반하여 종동정하였다. 계수 및 계측은 Nakabo et al. (2002), Kim et al. (2005)을 따랐다. 생태지수를 파악하기 위하여 Shannon-Weaver의 종다양도 지수(Pielou, 1977)를 구하였다. 또한, 연도별 군집구조를 알기 위하여 월별 개체수를 연도별로 합산하여 종수와 개체

수에 의한 Bray-curtis similarity를 구한 후 UPGMA 방식으로 dendrogram을 작성하였다(Zar, 1999). 이들 분석은 PRIMER V5.0을 사용하여 실시하였다.

결과

수온과 염분의 연직구조

조사기간 동안 5월에는 수온약층이 형성되지 않았으나 11월에는 2008년에만 다소 깊은 수심대에서 형성되었다. 반면 7월과 9월에는 매년 수온약층이 강하게 형성되었다. 전반적으로 2007년에는 전수층의 혼합이 활발히 이루어져 수온이 낮고 수온약층은 거의 형성되지 않았으나, 2009년에는 10 m 수층에서 심한 수온변화를 보여 표층에 강한 수온약층이 형성되었다. 염분약층은 2009년 7월에 고온고염의 대마난류가 저층에서 확산되어 나타났고, 11월에는 수온과 염분의 혼합층이 깊어졌다(Fig. 2).

종조성의 연변동

조사기간 동안 매물도 인근에서 채집된 어류는 총 75종, 5,795개체/10,000 m²였다. 출현종수는 2007년에 54종으로 최대, 2009년에 48종으로 최소였다. 누적종수는 2008년에 64종, 2009년에 75종으로 매년 증가하였다. 우점종은 2007년에 열동가리돔(*Apogon lineatus*, 28.7%), 붕장어(*Conger myrister*, 13.6%), 성대(*Chelidonichthys spinosus*, 10.5%), 2008년 붕장어(23.6%), 열동가리돔(7.5%), 반딧불게르치(*Acropoma japonicum*, 6.6%), 2009년 줄가자미(*Clidoderma asperrium*, 23.9%), 반딧불게르치(12.2%), 붕장어(11.5%)였다(Table 1). 조사기간 동안 이 해역에서 14회 이상 출현하여 주거종으로 추정되는 종은 붕장어, 홍어(*Okamejei kenojei*), 베도라치(*Pholis nebulosa*) 등 9종이었다. 종수는 2009년 5월에 25종으로 최대였으며, 2008년 5월과 9월, 2009년 3월과 4월에 각각 10종으로 최소였다. 개체수는 2009년 8월에 729 개체로 최대였으며, 2007년 6월에 59개체로 최소였다. 종다양도지수(H')는 2008년 3월과 11월에 2.8로 최대, 2007년 11월에 0.9로 최소였다(Fig. 3).

군집분석

유사도 분석결과 크게 2개의 그룹으로 구분되었다(Fig. 4). 유사도 58%에서 2007년과 2008년이 유집되었으나, 2009년은 멀리 떨어졌다. 2007년과 2008년을 유집하는데 열동가리돔이 높은 기여도(28.4%)를 보였고, 도화망둑(*Amblychaeturichthys hexanema*)이 11.3%, 붕장어가 8.5%로 다소 높은 기여도를 나타내었다. 2009년이 2007년/2008년과 멀리 떨어져 유집된 것은 2009년에 새롭게 출현한 줄가자미 때문으로 확인되었다(기여도: 2007년은 28.5%; 2008년은 33.8%).

Table 1. Continued

Scientific name	2007					2008					2009					Sum	%												
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	M	A	M	J	J	A			S	O	N	M	A	M	J	J	A	S	O	N
<i>Cynoglossus joyneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	6	0.1
<i>Upeneus japonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.1
<i>Aulopus japonicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0.1
<i>Hexagrammos agrammus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.1
Gobiidae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0.1
<i>Pseudoblennius cottoides</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0.1
<i>Saurida undosquamis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Syngnathus schlegeli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0.0
<i>Uraspis helvola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
<i>Leiognathus elongatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
<i>Chaetodon modestus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
<i>Sphyaena pinguis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
<i>Takifugu niphobles</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.0
<i>Benthoosema pterotum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Lophius litulon</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Inimicus japonicus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Hapalogenys mucronatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Phnnaia argentata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Xenocephalus elongatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Thamnaconus modestus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0

Table 2. Comparison of the fish species composition between Geojedo and Maemuldo

Area	Sampling period / gear	Number of species	Dominant species	Source
Geojedo	1996 / Gill net	43	<i>Stephanolepis cirrifer</i> <i>Ditrema temmincki</i> <i>Hexagrammos otakii</i>	Cha (1999)
Geojedo	2000-2001 / Shrimp beam trawl	60	<i>Conger myriaster</i> , <i>Lophiomus setigerus</i> , <i>Caelorinchus multispinulosus</i> <i>Cynoglossus semilaevis</i>	Oh et al. (2009)
	2007 / Shrimp beam trawl	54	<i>Apogon lineatus</i> , <i>Conger myriaster</i> , <i>Chelidonichthys spinosus</i>	This study
Maemuldo	2008 / Shrimp beam trawl	49	<i>Conger myriaster</i> , <i>Apogon lineatus</i> , <i>Acropoma japonicum</i>	This study
	2009 / Shrimp beam trawl	48	<i>Clidoderma asperrimum</i> , <i>Acropoma japonicum</i> , <i>Conger myriaster</i>	This study
	2007-2009 / Shrimp beam trawl	79	<i>Conger myriaster</i> <i>Apogon lineatus</i> , <i>Clidoderma asperrimum</i>	This study

고 찰

매물도에서 3년간 새우조망으로 총 75종이 채집되었으며, 같

은 어구로 조사된 거제도 60종(Oh et al., 2009), 도암만의 53종(Kim et al., 2003), 완도의 57종(Oh, 2010)과 비교하면 다소 다양한 어종이 출현하였다. 이는 본 조사가 3년에 걸쳐 이루어

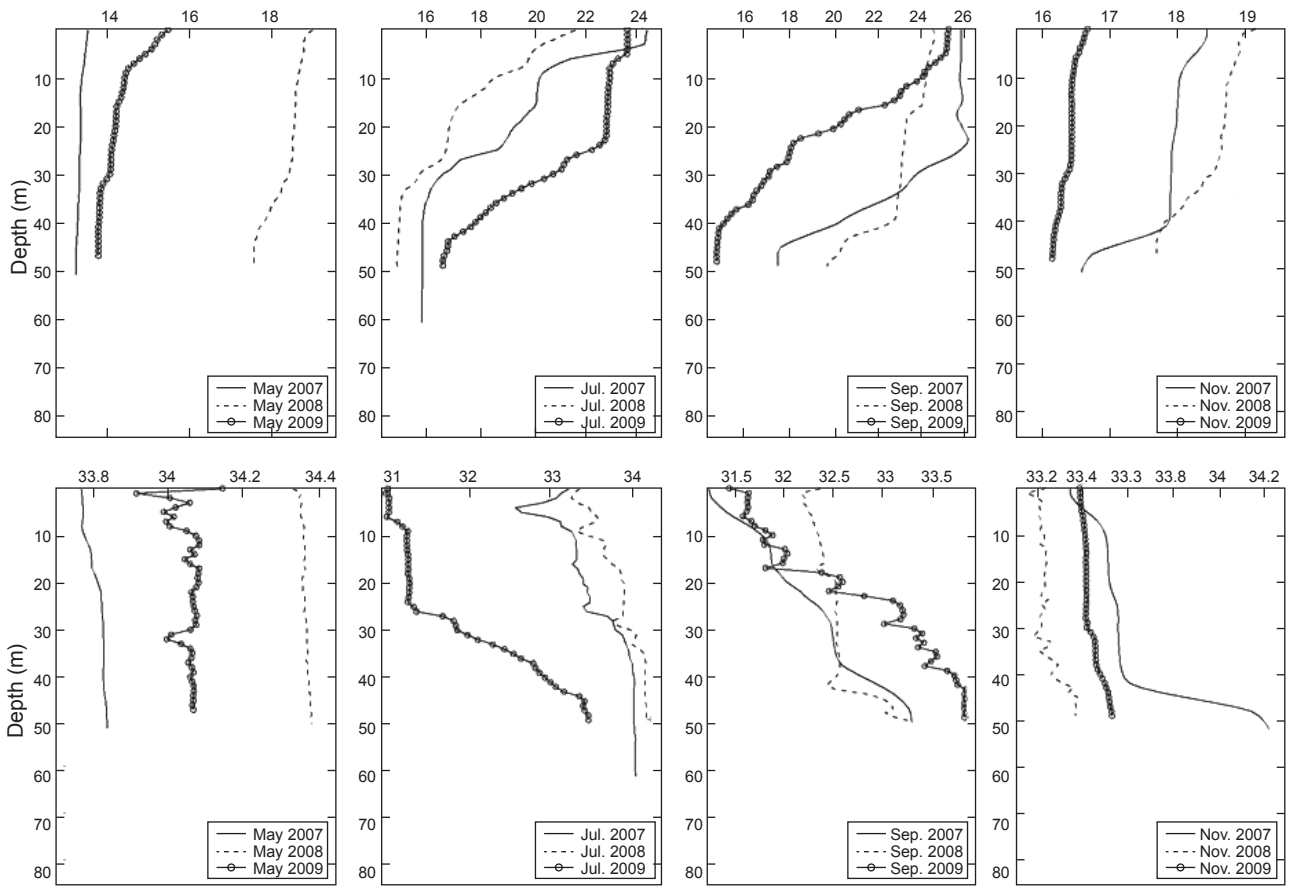


Fig. 2. The vertical distribution of water temperature (upper) and salinity (lower) on May, June, September and November between 2007 and 2009.

진 것이 주된 이유이겠지만, 매물도가 내만 가까이 위치한 도서와 달리 비교적 연안역에 위치하고 있고 특히 대마난류의 직접적인 영향을 받는 것도 원인일 것으로 추정된다. 그외 유사한 어구인 저인망으로 조사한 완도 보길도의 74종(Han, 1999)은 본 조사결과와 비슷한 종수를 나타내었다. Han (1999)은 7월과 10월 2차례 조사를 실시했음에도 불구하고 이처럼 다양한 종을 채집할 수 있었던 것은 조사정점이 4개로 많았고 또한 완도가 지리적으로 제주도과 매우 가까워 아열대 해역의 영향을 받은 것으로 추정된다.

본 조사에서 출현 종수는 매년 감소 경향을 보인 반면 누적 종수는 증가 경향을 나타내었다. 이는 매물도가 연안에 위치하는 특성상 어종의 연변동이 다소 심한 것을 의미한다. 실제로 이 해역으로 2008년에 꼬치고기(*Sphyræna pinguis*), 노랑촉수(*Upeneus japonicus*), 대구(*Gadus macrocephalus*) 등 10종이, 2009년에 달강어(*Lepidotrigla microptera*), 민전갱이(*Uraspis helvola*), 세동가리돔(*Chaetodon modestus*) 등 15종이 새롭게 출현한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 매물도처럼 내만과 연안의 중간에 위치한 도서의 경우, 어종의 연변동이 심한 특징

을 보이는 것으로 판단된다. 이러한 어종의 연변동에 영향을 미치는 요인으로 해양환경 변동을 살펴볼 수 있다. 조사기간 중, 수온 변화를 보면 우선 표층수온은 5월과 11월에 변동이 크고 7월과 9월은 유사한 패턴을 보였다. 그러나 저층수온은 7월과 9월이 유사한 패턴을 보였지만 11월에는 큰 변동을 나타내었다. 그 중 2009년 11월에는 줄가자미, 문치가자미(*Pleuronectes yokohamae*), 물가자미(*Eopsetta grigorjewi*) 등과 같은 냉수성 어류가 많이 어획되는 경향을 보였다. 2009년 11월의 경우, 수온이 평균 16.4°C로 매우 낮았는데 이는 이 시기에 북한한류가 남해 동부로 세력을 확장한 것 때문으로 추측된다. 2009년 11월 표층에서 수심 50 m까지 수온은 16.0-16.8°C로 2007년 16.8-18.2°C와 2008년의 17.8-19.2°C에 비하면 확실히 저수온을 보였는데 이 시기에 줄가자미가 특이하게 우점하였다. 줄가자미가 2009년 11월에 우점하게 출현한 것은 북한한류가 전수층에 걸쳐 저수온을 형성하였기 때문으로 추정된다. Yamada et al. (2007)에 의하면 줄가자미는 주로 8°C 전후에서 어획된다고 보고하여, 본조사 결과와 약간 차이는 있으나 줄가자미가 확실히 저수온대를 선호하는 것으로 생각된다. 그외 저층 냉수의 유

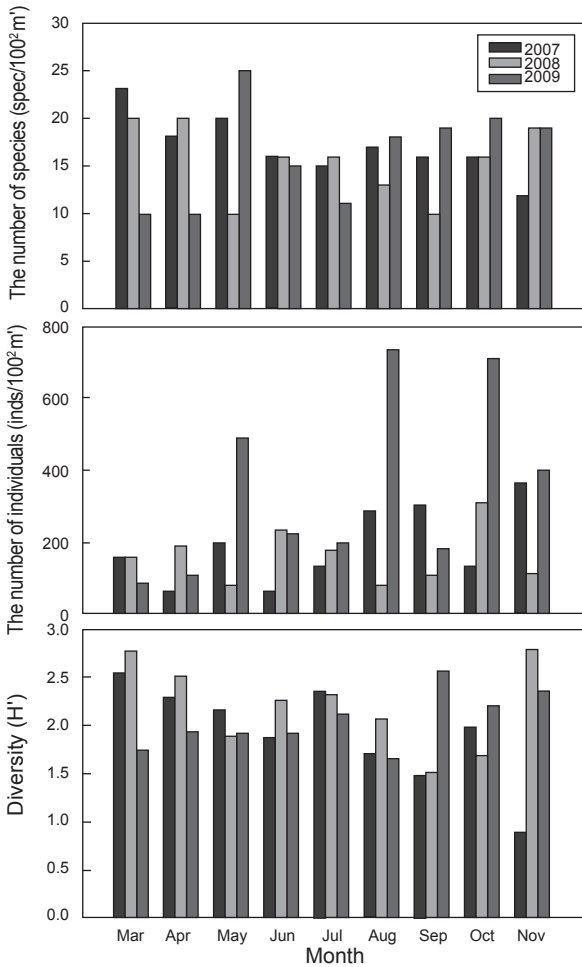


Fig. 3. The variation of the number of species, individuals and diversity index (H') between March 2007 and November 2009.

입량이 많았던 2009년 11월에 문치가자미와 물가자미도 많이 어획되었다. 문치가자미는 수온 6-16°C 범위에서 주로 어획되며, 산란을 위해 12월 연안의 얕은 곳으로 이동하는데(Yamada et al., 2007), 2009년 11월 수온의 수직구조가 평년과 달리 저수온대를 보여 아마도 산란을 위한 호조건이 빨리 형성되어 매물도 또는 거제도 남부로 일찍 유입되면서 어획된 것이 아닌가 생각된다. 우리나라 남해안 문치가자미의 주산란기는 12-1월로(Seo et al., 2010), 역시 산란을 위해 연안으로 이동하는 동안에 어획된 것으로 추측된다. 그러나 물가자미의 경우, 산란기가 2-4월인 점(Kim et al., 2010), 주어획 수온이 10°C, 15°C인 점(Yamada et al., 2007) 등에서 2009년 11월에 물가자미가 평년보다 많이 어획된 것은 산란을 위한 이동이러기보다 저수온과 먹이로 추정되는 소형어류(반딧불게르치)를 따라 유입된 것이 아닌가 추측된다.

전지구적 관심사인 지구온난화에 따른 해양생태계 변화 등으로 우리나라 어업생산은 큰 변화를 겪고 있다(Lee and Jeon,

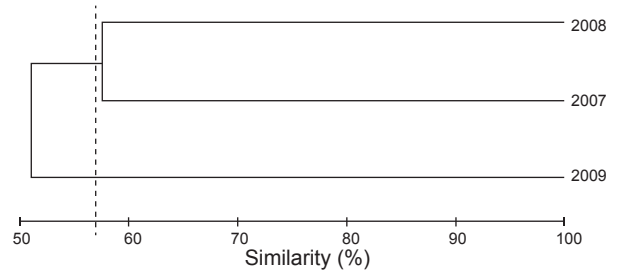


Fig. 4. Dendrogram showing relationship among the year 2007, 2008 and 2009 based on the number of individuals per species collected from Maemuldo.

2005; Jung et al., 2013). 특히 우리나라 해역에서 새로운 미기록 아열대 어종의 출현빈도가 빠르게 증가하고 있다는 연구결과가 이를 뒷받침해 준다(Kim, 2009). 상업종 중에서는 고등어(*Scomber japonicas*), 전갱이(*Trachurus japonicas*), 방어(*Seriola quinqueradiata*) 등 난류성 어종의 어장이 우리나라 해역으로 북상함에 따라 어획량이 증가하는 반면, 연어(*Oncorhynchus keta*)와 명태(*Theragra chalcogramma*) 등과 같은 냉수성 어종은 감소하거나 거의 사라져 버렸다. 따라서, 매물도와 같은 어종의 종조성 변동이 심한 해역을 중심으로 지속적인 해양생태계 모니터링을 수행한다면 수온상승에 따른 향후 변화정도를 예측하는데 도움이 될 것이다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원의 지원에 의해 수행되었습니다. 본 논문의 보다 높은 질적 수준을 위해 세심하게 검토하여 주신 익명의 세분 심사위원께 감사드립니다.

참고문헌

- Cha BY. 1999. Species composition of fish in coastal water off Goeje Island. Kor J Ichthyol 11, 184-190.
- Cha SS and Park KJ. 1997. Seasonal changes in species composition of fishes collected with a bottom trawl in Kwangyang Bay, Korea. Kor J Ichthyol 9, 235-243.
- Han KH 1999. The fish fauna and their characteristic off Bogil Island in Wando, Korea. Bull Yosunat'1 Univ 14, 553-563.
- Jung SG, Ha SM and Na HN. 2013. Multi-decadal in fish communities Jeju Island in relation to climate change. Kor Fish Aquat Sci 46, 186-194.
- Han KH. 1999. The fish fauna and their characteristics off Bogil Island in Wando, Korea. Bull Yosunat'1 Univ.
- Kim JB, Kang CK, Chang DS, Kim YH and Cho KD. 2003. Fish assemblages collected using a beam trawl in a sheltered shallow water of Doam Bay in the southern coast of Korea. The Sea 8, 307-316.
- Kim JK. 2009. Diversity and conservation of Korean marine

- fishes. Kor J Ichthyol 21 (Suppl 1), 52-62.
- Kim YH, Kim YS, Kang HJ, Kim JK and Chun YY. 2010. Age and growth of spotted halibut *Eopsette grigorjewi* in the East China Sea. Kor J Ichthyol 23, 30-36.
- Kim, YU, Myoung JG, Kim YS, Han KH, Kang CB, Kim JK and Ryu JH. 2005. Marine Fishes of Korea. Hangeul, Busan, Korea, 44-315.
- Lee JW and Jeon DS. 2005. Climate change and its impact on marine ecosystems. Nat Conserv 132, 1-8.
- Nakabo T. 2002. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species, English ed. Tokai Univ Press, Tokyo, Japan, 1749.
- NFRDI, 2010. National Investigation of Marine Ecosystem. 842.
- NFRDI. 2011. National Investigation of Marine Ecosystem. 927.
- Oh CW, Kim ST and Na JH. 2009. Variations in species composition, biomass, and density in shrimp trawl bycatch across seasons and tidal phases in southern Korean Waters: Developing a fisheries risk management approach. Fish Aqua Sci 12, 138-151.
- Oh CW. 2010. Seasonal bycatch variations in the shrimp beam trawl fishery of coastal Wan-do, Korea. Kor J Fish Sci 43, 69-77.
- Pielou EC. 1977. Mathematical Ecology, 2nd. John Wiley & Sons Inc., New York, U.S.A., 358.
- Powers JE. 2010. Fisheries: Measuring biodiversity in marine ecosystems. Nature 468, 385-386.
- Pupont S and Portner H. 2013. Marine Science: Get ready for ocean acidification. Nature 498, 429-429.
- Sainsbury JC. 1996. Commercial fishing methods, Fishing News Book, Cambridge. 359.
- Schmittner A. 2005. Decline of the marine ecosystem caused by a reduction in the Atlantic overturning circulation. Nature 434, 628-633.
- Seo YI, Joo H, Lee SK, Kim HY, Ko JC, Choi MS, Kim JI and Oh TY. 2010. Maturity and spawning of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the southern sea of Korea. Kor J Ichthyol 22, 83-89.
- Yamada U, Muneharu M, Hiroshi H and Nakabo T. 2007. Fishes and Fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai Univ Press, 1255.
- Zar JH. 1999. Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey. 663.