

각망을 이용한 금오열도 주변해역 전갱이의 연안가입특성 연구

김희용 · 최문성* · 서영일 · 이선길 · 차형기
국립수산과학원 남서해수산연구소

Recruitment characteristics of jack mackerel, *Trachurus japonicus*, in the waters around the Geumo Islands by using both sides fyke nets

Heeyong KIM, Munseong CHOI*, Young-Il SEO, Sun-Kil LEE, Hyung Kee CHA

*Fisheries Resources and Environmental Division, Southwestern Sea Fisheries Research Institute,
NFRDI, Yeosu, 556-823, Korea*

Species composition of fishes and the recruitment properties of jack mackerel, *Trachurus japonicus*, in the waters around the Geumo Islands in the mid-South Sea were investigated by using both sides fyke nets every month from February to December 2010. During study period, a total of 30,503 fishes (1,380.4 kg) were collected and classified into 2 classes, 16 orders, 61 families and 121 species. The dominant species was jack mackerel occupying 80.5% of total individuals and 44.4% of total biomass. The fork length range of jack mackerel was 5.5–26.8 cm and individuals about 6 cm was appeared only in the middle and southern area of the Geumo Islands in May. The new recruitment of jack mackerel appeared from May in the waters around the Geumo Islands is probably caused by the warm water intrusion associated with the development of stratification due to the extinction of seasonal coastal cold waters by the increase of solar radiation heat. Furthermore, the jack mackerels less than 6 cm recruiting in the mid-South Sea in spring were considered as mixed ones by individuals spawned in the East China Sea and in the waters around the Jeju Island considering the collected time, migration period and spawning time of them.

Keywords: Both sides fyke net, Species composition, Geumo Islands, Jack mackerel, Coastal recruitment

*Corresponding author: wigy77@nfrdi.go.kr, Tel: 82-61-690-8946, Fax: 82-61-686-1588

서 론

연안이각망은 승망어업의 일종으로 승망은 길그물과 통그물로 구성되어 있으며, 통그물은 다시 헛통과 자루그물로 구성되어 있고, 자루그물의 수가 2개 부설되어 있어 이각망이라 한다. 정치망에 비하여 소규모이고 대상 어종은 전갱이, 승어, 전어, 넙치, 가자미, 갑오징어, 돔, 농어 등이다 (NFRDI, 2010). 금오열도에서 이각망은 각 섬별로 연안 가까이에 설치되어있으며, 거의 연중 조업이 이루어지는 어업으로 연안에 가입되는 모든 어종이 대상이 된다.

여수주변해역에서 이각망을 이용한 연구결과를 보면, 여수 돌산연안과 금오도 연안어류의 종 조성 및 양적변동에 관한 연구 등이 있으며 (Jeong et al., 2005; Hwang et al., 2008), 유사한 정치성어구인 연안 정치망을 이용한 여수연안의 어류의 종조성과 계절변동에 관한 연구가 있다 (Kim et al., 2003). 이 외에도 자루그물의 수가 하나 더 부설되어 있는 삼각망을 이용한 가덕도 주변해역의 어류의 종조성에 대한 연구 등이 있다 (Huh and An, 2002). 금오열도 주변해역의 어획 조사결과를 보면, 감성돔, 전어, 열동가리돔, 점농어, 보구치 등이 우점하였으며 (Hwang et al., 2008), 금오열도와 인접한 해역인 돌산도에서도 거의 유사한 어종이 우점하였다 (Jeong et al., 2005). 이처럼 연구해역에 출현하는 어류의 군집구조에 대한 연구가 대부분으로 우점종의 서식, 분포, 가입 등과 같은 생태학적 연구에 대한 보고는 많지가 않다.

남해안의 중앙에 위치한 금오열도는 여수시 남부해역의 개도, 월호도, 화태도, 금오도, 안도, 연도 등 크고 작은 섬들이 남북방향으로 나열되어 형성되어 있으며, 동서방향과 남쪽으로 개방되어 그 주변해역은 외해역의 해류영향을 직접적으로 받고 있다. 여기에 동계에 형성되어 춘계까지 지속되는 계절적 연안냉수의 영향 또한 강하게 받아 계절적 해양특성이 뚜렷하게 나타나는 대표적인 해역이다. 따라서 금오열도는 부어

류의 계절적 연안가입특성을 잘 나타낼 수 있다.

동중국해에 산란장을 가지는 전갱이의 회유에는 쿠로시오와 대마난류라는 두 개의 해류시스템의 영향을 받게 된다 (Sassa et al., 2006). 서안경계해류인 쿠로시오는 대만의 동쪽을 따라 동중국해에 유입된 후, 대륙사면을 따라 북상하며 큐슈 서쪽에서 지류가 발생되는데, 이것이 우리나라로 유입되는 대마난류를 형성하고, 대부분의 주류는 남동쪽으로 꺾여 일본 남부 태평양으로 들어가게 된다 (Ichikawa and Beardsley, 2002; Lie and Cho, 2002). 동중국해 대륙사면에 형성되는 쿠로시오의 전선역에 산란되는 전갱이 난자치어는 쿠로시오를 따라 북상하다가 큐슈서안에서 대마난류를 따라 북상하여 제주주변해역까지 이동을 하게 되며 (Kim et al., 2007a; Sassa et al., 2009), 주로 제주 동부를 통해 북상하는 대마난류에 의해 우리나라 남해안으로 가입되는 전갱이는 남해 서부해역에 비해 동부해역의 연안에 가입되는 양이 많게 된다. 그러므로 남해의 중앙에 위치한 여수주변해역에서의 전갱이의 연안가입에 대한 연구는 남해의 동·서간 전갱이의 연안가입특성을 설명하는데 중요한 정보를 제공할 것으로 생각된다.

본 연구는 금오열도 주변해역에서 이러한 각망에 의해 어획되는 어류에 있어서 종조성의 계절적 특성을 파악하여 연안어장에 가입되는 어종의 시공간적 변화 및 우점종의 정량적 조사를 통해, 남해 중부연안에 가입되는 부어류의 대표어종인 전갱이의 연안가입특성을 이해하고자 하였다.

재료 및 방법

금오열도 연안해역에 가입되는 어류를 채집하기 위해 2010년 2월부터 12월까지 금오열도 북부해역인 개도, 중부의 금오도, 남부의 안도와 연도의 연안역 총 5개 정점을 설정하여 현재 어업에 이용되는 연안이각망을 이용하여 매월 1회씩 조사하였다 (Fig. 1). 조사기간 중 1월의 어획

조사결과가 없으나 전갱이의 산란이 가장 빨리 시작되는 동중국해 남부가 1월 하순이므로 (Sassa et al., 2006), 우리나라 남해안에 전갱이 유입이 시작되는 시기는 빨라도 2월 하순이 된다. 그러므로 본 연구의 조사기간은 전갱이의 연안가입특성연구에 충분할 것으로 판단된다. 어획시험은 매달 조금 전후의 하루를 선택하여 24 시간 지난 익일 오전 10시경에 양망하였다.

이각망에 의해 채집된 어류 중 어획량이 많은 종은 일부를 추출하여 체장 및 체중을 계측한 후 전채량으로 환산하였으며, 어획량이 적거나 소형개체의 경우는 전 개체를 채집하여 실험실로 운반한 후 종별 개체를 측정하였다. 운반된 어획종은 Chyung (1977), Masuda et al. (1984), Nakabo (1993) 및 Kim et al. (1994)에 따랐다. 전갱이의 체장조성을 파악하기 위해 가랑이체장 (Fork length, FL)을 1mm 단위로 측정하였으며, 중량

을 0.1g 단위로 측정하였다.

군집구조 분석을 위해 종 다양도 (Shannon and Wiener, 1963), 우점도 (McNaughton, 1967) 및 균등도 (Pielou, 1966)지수는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{종 다양도 지수} : H' = -\sum P_i \times \ln(P_i),$$

P_i : i 번째 종의 점유율

$$\text{우점도 지수} : D = (Y_1 + Y_2) / N$$

Y_1 : 첫 번째 우점종의 개체수,

Y_2 : 두 번째 우점종의 개체수

$$\text{균등도 지수} : E = H' / \ln(S)$$

S : 출현 종수

연안에 가입하는 전갱이에 대한 외해역 분포하는 개체군과의 관계를 이해하기 위해 국립수산과학원에서 2010년 춘계와 추계 2회 조사한 남해 근해어업자원조사의 어획자료를 이용하여 해구별 어획체장분포를 분석하여 연안에 가입되는 전갱이의 체장구성특성과 비교하였다.

또한, 금오열도 주변해역의 계절별 수온환경의 계절변화특성을 파악하기 위해 한국해양자료센터 (Korea Oceanographic Data Center, KODC)의 연안 양식어장의 어장환경정보 자동시스템인 실시간 어장정보의 수온자료를 이용하였다 (Table 1).

결 과

어류의 종조성

각망에 의해 어획된 어류는 총 2강 16목 61과 121종으로 나타났다 (Table 2). 농어목 (Perciformes) 어류가 32과 62종으로 가장 많이 출현하였으며, 다음으로 솜뱅이목 (Scorpaeniformes)이 8과 21종, 가자미목 (Pleuronectiformes)이 4과 11

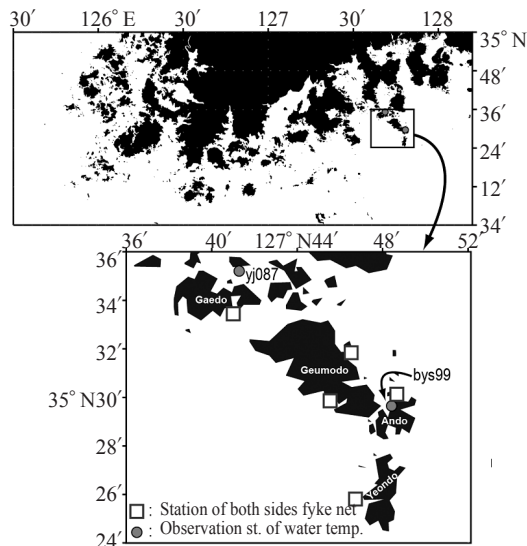


Fig. 1. Map showing the survey stations of both sides fyke nets and real-time coastal information system by the KODC in the water around the Geumo Islands.

Table 1. Station information of real-time coastal information system by the KODC

Station name	Station ID	Longitude	Latitude	Duration	Surface layer temp.	Mid layer temp.	Bottom layer temp.
Yeosu	bys99	127.8065	34.4943	2010.1.1 - 12.31	O	X	O
Yeosu Jabong	yj087	127.6874	34.5870	2010.1.1 - 12.31	O	X	X

종, 복어목 (Tetraodontiformes)이 3과 9종의 순이었다. 이들 4개목의 어류가 총 106종으로 조사기간 동안 출현한 전체 종수의 약 85%를 차지하였다. 그 외 뱀장어목 (Anguiliformes)과 아귀목 (Lophiiformes)이 각각 2과 2종, 매가오리목 (Myliobatiformes)과 홍메치목 (Aulopiformes)이 각각 1과 2종, 청어목 (Clupeiformes)이 1과 3종이었고, 그 외는 모두 1과 1종이었다.

어류의 종별 개체수 및 어획증량을 보면 (Table 3), 조사기간 동안 어획된 어류는 총 121종이었고 전체 어획개체수와 어획증량은 각각 30,503개체와 1,380.4kg으로 나타났다. 개체수면에서 우점을 보이는 어종은 전갱이 (*Trachurus japonicus*)가 24,563개체로 가장 많이 출현하였는데, 이는 전체 출현 개체수의 약 80.5%를 차지하였고, 다음으로 감성돔 (*Acanthopagrus schlegelii*)이 595개체(2.0%), 농어 (*Lateolabrax japonicus*) 537 (1.8%), 전어 (*Konosirus punctatus*) 470개체 (1.5%), 볼락 (*Sebastes inermis*) 448개체 (1.5%), 송어(*Mugil cephalus*) 336개체 (1.1%), 점농어 (*Lateolabrax maculatus*) 318개체 (1.0%) 등

Table 2. Number of orders, families and species of fishes collected by both sides fyke net fishery in the waters around the Geumo Islands from February to December 2010

Class	Orders	Families	Species
Chondrichthyes	Myliobatiformes	1	2
	Rajiformes	1	1
Osteichthyes	Pleuronectiformes	4	11
	Beryciformes	1	1
	Perciformes	32	62
	Zeiformes	1	1
	Gadiformes	1	1
	Anguiliformes	2	2
	Tetraodontiformes	3	9
	Myctophiformes	1	1
	Mugiliformes	1	2
	Scorpaeniformes	8	21
	Lophiiformes	2	2
	Ophidiiformes	1	1
	Clupeiformes	1	3
	Aulopiformes	1	2
	Total	16	61

의 순으로, 1% 이상의 개체 출현비를 나타냈다.

어획증량에서는 350.0kg (25.3%)이 어획된 전갱이가 개체수와 함께 가장 높게 나타났으며, 다음으로 송어 288.5kg (12.91%), 농어 122.1kg (8.8%), 점농어 57.8kg (4.2%), 감성돔 49.6kg (3.6%) 등의 순이었다.

월별 균집균조

월별 우점종을 보면, 6-10월, 12월에는 전갱이의 어획개체수가 가장 높았으며, 2월에는 감성돔, 3월에 송어, 11월에는 병에돔 (*Girella punctata*)의 어획개체수가 가장 높았다. 어획증량은 6월, 8-11월, 12월에는 전갱이가 가장 높았으며, 2-3월, 5월, 7월에는 송어, 4월에 농어, 11월에는 병에돔이 어획증량이 가장 높았다 (Table 3).

어획량 및 어획개체수의 월별 변동을 보면 (Fig. 2), 6월의 어획량 및 어획개체수가 가장 높았다. 이는 이 시기에 어획개체수와 어획증량에서 가장 우점하였던 전갱이의 어획이 가장 많았기 때문이다 (Table 3). 6월 이외의 시기에는 동계와 춘계가 하계보다는 높은 어획량을 보였다.

조사해역의 균집구조의 생물학적 특성을 나타내는 출현종수, 종다양도 지수, 균등도, 우점도 지수는 Fig. 3과 같았다. 조사기간 동안 각망에 의해 어획된 어류의 월별 출현종수는 2월에 26종이 출현하여 조사기간 중 가장 적은 출현종

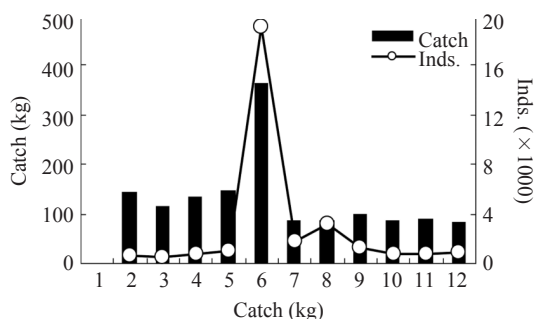


Fig. 2. Monthly change in number of individuals and catch amounts collected by both sides fyke net fisheries in the waters around the Geumo Islands.

Table 3. Monthly variation in abundance of fishes collected by both sides fyke net fishery in coastal water of the Geumo Islands from February to December 2010 [N : Number of individuals, W : Weight (kg)]

Species (Korean name)	Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec		Total		
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
<i>Decapterus maruadsi</i> (가라지)																									
<i>Chelon haematocheilus</i> (가숭어)																									
<i>Diodon holocanthus</i> (가시복)																									
<i>Pseudaesopia japonica</i> (각시서대)																									
<i>Kaivarinus equula</i> (갈진갱이)																									
<i>Trichiurus lepturus</i> (갈치)																									
<i>Acanthopagrus schlegelii</i> (강성돔)	222	16.6	54	6.1	16	3.3	250	12.9	11	1.9	3	0.4	11	1.9	6	0.6	3	0.6	20	5.1	2	0.3	598	49.6	
<i>Oplegnathus punctatus</i> (강달돔)																									
<i>Sebastes pachycephalus</i> (개불락)																									
<i>Cynoglossus robustus</i> (개시데)																									
<i>Muraenesox cinereus</i> (개장어)																									
<i>Scombrops boops</i> (케르치)																									
<i>Scomberjaponicus</i> (고등어)																									
<i>Haplogentis mucronatus</i> (군평선이)																									
<i>Haplogentis burgeri</i> (그물배도라치)																									
<i>Dicystosoma burgeri</i> (그물배도라치)																									
<i>Glyptocephalus stelleri</i> (기름가자미)																									
<i>Benthoosema pierotum</i> (기비늘치)																									
<i>Takifugu xanthopterus</i> (까치복)																									
<i>Sphyræna pinguis</i> (꼬치고기)																									
<i>Sphyræna elongata</i> (남매불이)																									
<i>Paralichthys olivaceus</i> (넙치)	9	4.0	1	1.1	2	0.5	6	6.4	16	15.8	3	2.1	1	0.3	1	0.1	8	3.9	3	1.3	2	2.1	52	37.8	
<i>Histrio histrio</i> (노란진베이)																									
<i>Dasyatis akajei</i> (노랑가오리)																									
<i>Zebrias fasciatus</i> (노랑각시서대)																									
<i>Hexagrammos agrannus</i> (노래비)	6	2.1			2	0.1			1	0.1	4	0.1	38	3.4	3	0.3	7	0.7	11	0.6	2	0.1	74	7.5	
<i>Halichoeres tenuispinnis</i> (볼래기)																									
<i>Lateolabrax japonicus</i> (붕어)	41	11.3	21	4.7	182	37.4	115	27.4	54	7.0	6	0.3	15	1.8	12	1.5	5	2.0	46	12.1	40	16.7	537	122.1	
<i>Sebastes vulpes</i> (누루시볼락)																									
<i>Etmeneus teres</i> (눈동뽕)	1	0.1																							
<i>Epinephelus septemfasciatus</i> (농성어)																									
<i>Niphon spinosus</i> (다금바리)																									
<i>Zenopsis faber</i> (달고기)																									
<i>Gadus macrocephalus</i> (대구)	5	4.5	2	1.6	4	3.0			1	0.5	4	1.5													
<i>Pampus echinogaster</i> (뽕대)																									
<i>Pleuronichthyscomutus</i> (도다리)	17	3.8	6	0.7	1	0.2	5	0.6	7	1.8	3	0.3	1	0.1											
<i>Stiganus fuscescens</i> (독가시치)																									
<i>Kareius bicoloratus</i> (돌가자미)																									
<i>Oplegnathus fasciatus</i> (뽕물)																									
<i>Haplogentis nigripinnis</i> (뽕갈뚝뚝)																									

Table 3. Continued

Species (Korean name)	Month		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec		Total				
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W					
<i>Platycephalus indicus</i> (양태)																									12	5.1			
<i>Plectorhynchus cinctus</i> (어름뚝)																										3	1.4		
<i>Apogon lineatus</i> (열동가리뚝)																										98	4.0		
<i>Haliichoeres poecilopterus</i> (옹치놀래기)																										12	0.8		
<i>Sebastes hubbsi</i> (우럭볼락)																										5	0.3		
<i>Neoditrema ransonneti</i> (인상어)	1	0.1	15	0.5	9	0.4					5	0.1									1	0.1	6	0.2	37	1.4			
<i>Seriola dumerilii</i> (꽃방어)																										53	8.2		
<i>Trachurus japonicus</i> (진갱이)	6	0.3	8	0.4	2	0.1	215	0.9	18,684	220.9	1,452	17.0	2,700	34.8	784	31.2	357	24.0	139	8.9	216	11.5	24,563	350.0					
<i>Konosirus punctatus</i> (권어)	31	1.2	78	4.3	137	6.3	9	0.5			1	0.1	149	10.2	16	1.6	6	0.6	2	0.1	2	0.1	2.9	470	27.7				
<i>Pseudorhombus penophthalmus</i> (점늪치)																										3	0.9		
<i>Lateolabrax maculatus</i> (점농어)	14	2.8	19	4.8	110	16.5	87	17.2	24	4.4	16	7.5	6	0.2											3.8	318	57.8		
<i>Platax pinnatus</i> (제비황치)																										2	0.3		
<i>Sebastes schlegelii</i> (조피볼락)	1	0.3	6	2.8	4	0.2	4	1.0	3	1.0	16	1.7	15	2.4	6	1.0	3	0.4	2	0.3					3.2	69	14.3		
<i>Takifugu pardalis</i> (홀박)																										2	0.1		
<i>Leiognathus nuchalis</i> (주둥치)																										0.0	40	0.5	
<i>Scorpaenodes littoralis</i> (주홍감펍)																										1	0.1		
<i>Apogon semilineatus</i> (솔도화돔)																										1	0.1		
<i>Caranx sexfasciatus</i> (솔진갱이)																										209	44	3.4	
<i>Hexagrammos otakii</i> (쥐노래미)	1	0.1																								0.3	30	2.8	
<i>Prionurus scalprum</i> (쥐돔)																										2	0.1		
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> (쥐치)	4	0.2	1	0.1	2	0.2	7	0.7	3	0.6	3	0.1	19	2.8	19	3.0	9	0.8	9	0.8	9	0.8	9	0.8	0.9	80	9.4		
<i>Pagrus major</i> (참돔)	5	4.8	5	6.8	11	5.9	5	1.5	3	2.1	7	3.2	32	2.6	26	3.5	61	4.8	13	1.3	19	1.8	1.8	1.8	12	1.8	1.8		
<i>Cynoglossus joyneri</i> (참서대)																										2	0.1		
<i>Larimichthys polyactis</i> (참조기)																										1	0.2		
<i>Sphyræna obtusata</i> (창꼬치)																										2	0.1		
<i>Monocentris japonica</i> (칠갑동어)																										0.3	18	0.6	
<i>Siligo japonica</i> (참보리멸)																										0.1	2	0.2	
<i>Clupea pallasi</i> (챙어)																										1	0.0		
<i>Synechogobius hasta</i> (홀멍뚝)	1	0.0																								1	0.0		
<i>Erisphex pottii</i> (플메역치)																										0.0	1	0.0	
<i>Okamejei kenofei</i> (옹어)																										1	0.4	1.1	3.1
<i>Pseudolabrus sieboldi</i> (황놀래기)																										7	0.9	7	0.9
<i>Dentex tumifrons</i> (황돔)																										1	0.1		
<i>Lophius litulon</i> (황아귀)	4	8.0	3	3.4	2	3.6	6	6.6	3	1.8															6.7	21	30.0		
<i>Sebastes oblongus</i> (황진볼락)																										3	9	1.1	
<i>Sebastes koreanus</i> (황해볼락)																										1	0.1		
<i>Takifugu alboplumbus</i> (황해흰점박)																										1	0.1		
<i>Urolophus aurantiacus</i> (황가오리)																										5	0.2		
<i>Sebastes longispinis</i> (흰꼬리볼락)																										4	0.2		
<i>Takifugu poecilonotus</i> (흰점박)	12	0.5	17	0.6	11	0.3																				59	1.3	103	2.9
Total	60	13.2	162	22.4	297	34.7	375	35.4	18,767	239.9	1,529	32.7	2,963	55	902	48.8	444	35.8	338	21.7	629	34	26,475	573.4					
Number of species	25		29		33		40		46		55		48		49		49		40		46		46		121				

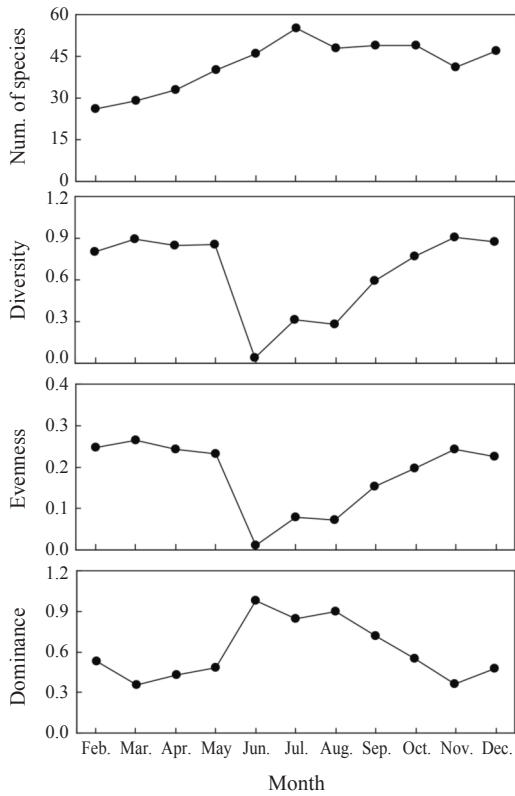


Fig. 3. Monthly change in the number of species, diversity index, evenness and dominance of fishes collected by both sides fyke net fisheries in the water around the Geumo Islands.

수를 보였고, 7월에 55종이 출현하여 가장 많은 출현종수를 나타냈으며, 8월부터는 41-49종의 범위로 큰 변화가 없었다.

계절별 종다양도 지수는 봄, 가을, 겨울에 비교적 높게 나타났으며, 6-8월의 여름에는 상대적으로 낮게 나타났다. 반대로 여름에는 우점도 지수가 가장 높게 나타났는데, 조사기간 동안 어획된 어류의 우점종을 살펴보면, 6월부터 10월까지 대부분의 계절에 전갱이가 우점종으로 나타나고 있어, 여수주변 연안어장으로의 전갱이의 가입량이 여름철의 종다양도를 낮아지게 하는 결과를 보여주었다. 다양도 지수의 영향을 받는 균등도 지수도 전갱이의 우점성이 약해진 계절에 높게 나타났다.

남·북간 해역별 어획특성

남북방향의 금오열도를 개도, 금오도, 안도와 연도 등, 세 개의 해역으로 나누어 어획결과를 비교하였다 (Table 4). 금오열도 북부해역을 대표하는 개도정점에서 어획된 어류는, 전갱이가 전체 개체수의 80.7%, 전체 어획중량의 28.2%를 차지해 가장 우점하였으며, 다음으로 송어, 봉장

Table 4. Catches of dominant species by ocean area of the Geumo Islands

Items	Survey area		
	Northern area	Middle area	Southern area
Num. of Inds.	23,433	8,920	3,984
Total catches (kg)	822.1	793.1	338.7
Num. of species	104	115	91
Inds. (%)	<i>T. japonicus</i> (전갱이, 81) <i>C. myriaster</i> (봉장어, 3) <i>A. schlegelii</i> (감성돔, 2), <i>S. inermis</i> (블락, 1) <i>K. punctatus</i> (전어, 1) <i>L. japonicus</i> (농어, 1)	<i>T. japonicus</i> (52) <i>S. inermis</i> (9) <i>D. temmincki</i> (망상어, 4) <i>L. japonicus</i> (3) <i>K. punctatus</i> (3)	<i>T. japonicus</i> (27) <i>S. inermis</i> (16) <i>A. semilineatus</i> (줄도화돔, 5) <i>H. poecilopterus</i> (용치놀래기, 4) <i>S. marmoratus</i> (솜뱅이, 4)
	Dominant species	<i>T. japonicus</i> (28) <i>M. cephalus</i> (송어, 13) <i>C. myriaster</i> (6), <i>L. japonicus</i> (6) <i>A. schlegelii</i> (4) <i>L. maculatus</i> (점농어, 4) <i>S. schlegelii</i> (조피블락, 3) <i>S. inermis</i> (3)	<i>M. cephalus</i> (23) <i>T. japonicus</i> (10) <i>L. japonicus</i> (9) <i>S. inermis</i> (8) <i>D. temmincki</i> (3) <i>H. otakii</i> (쥐노래미, 3)
Catch (%)			

어, 농어, 감성돔, 점농어, 조피볼락, 볼락이 3% 이상의 어획중량을 보였다.

중부해역을 대표하는 금오도에서는 승어가 전체 개체수의 2.3%였지만, 전체 어획중량의 22.7%로 가장 우점하였으며, 전갱이가 개체수 51.8%, 어획중량 9.6%로 다음을 차지하였고, 농어, 볼락, 망상어, 쥐노래미 등이 어획중량 3% 이상을 나타냈다.

남부해역에서는 볼락이 전체 개체수 15.7%, 전체 어획중량의 14.1%를 차지하여 가장 우점하였으며, 전갱이가 개체수 27.0%, 어획중량 14.0%로 다음을 차지하였고, 넙치, 황아귀, 참돔, 농어, 말쥐치 등이 어획중량 3% 이상을 나타냈다.

금오열도 주변해역 전갱이의 체장조성변화

조사기간 동안 개체수나 어획중량에서 가장 우점하였으며, 전 기간 동안 출현하였던 종은 전갱이였다. 전갱이는 우리나라 주변해역에서 대표적인 회유성어종의 일종으로 금오열도 주변해역에서 출현개체들의 체장범위가 5.5 - 26.8cm로 다양하게 나타났다 (Fig. 4). 특히, 중부와 남부해역에서는 6cm 전후의 소형개체들이 많이 출현했지만 북부해역에서는 중남부해역에 비해 소형개체의 출현이 적었다. 월별체장조성변화를 보면, 4월까지의 어획개체가 거의 없었지만 15 - 18cm의 범위의 체장을 가진 개체들이 소량 어획되었으며, 5월에 평균체장이 6.7cm로 신규가입군이 나타났고, 11월까지 중심 체장모드가 16cm로 증가해가는 경향이 뚜렷하여 연안에 가입된 전갱이 가입개체군의 성장을 보여주고 있다 (Fig. 5).

남해 외해역의 전갱이 어획분포

남해 중부해역 연안해역에서 전갱이의 가입특성에 대한 근해역의 전갱이 계군과의 관계를 추정하기 위해 2010년 3월과 9월에 트롤에 의해 채집된 전갱이의 해구별 체장조성과 비교하였

다 (Fig. 6). 3월의 채집결과를 보면, 제주 북부해역과 제주와 부산사이의 해역에서만 전갱이가 출현하였으며, 남해 서부해역, 중부해역에서는 채집되지 않았다. 여수 주변해역에서도 전갱이의 출현은 보이지 않았다. 통영남부 외해역에서는 3 - 6cm와 14 - 17cm 두 개의 체장모드가 출현하였지만, 전갱이가 채집된 다른 정점에서는 11cm 이하의 개체들은 출현하지 않았다.

9월에는 거의 모든 조사정점에서 전갱이가 어획되었으며, 3월에 개체출현이 높았던 해역 뿐 아니라 제주해협에 속하는 남해 서부해역에서도 남해 동부해역과 유사한 개체의 출현이 나타나, 남해 동부해역에 국한되어 있었던 전갱이의 분포역이 확장되어 있다는 것을 알 수 있었다. 또한, 3월에 가장 작은 개체가 출현하였던 통영 남부근해에서 10 - 15cm와 20 - 23cm 두 개의

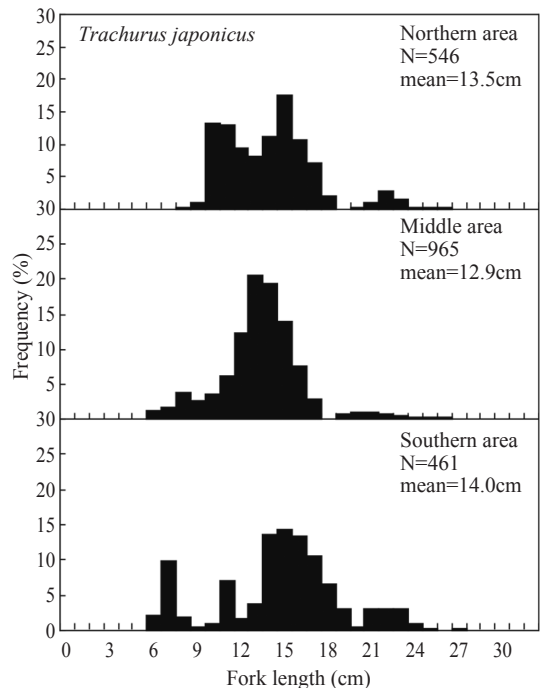


Fig. 4. Size-frequency distribution of fork length of *Trachurus japonicus* in the northern (upper panel), middle (middle panel) and southern area (lower panel) of the Geumo Islands.

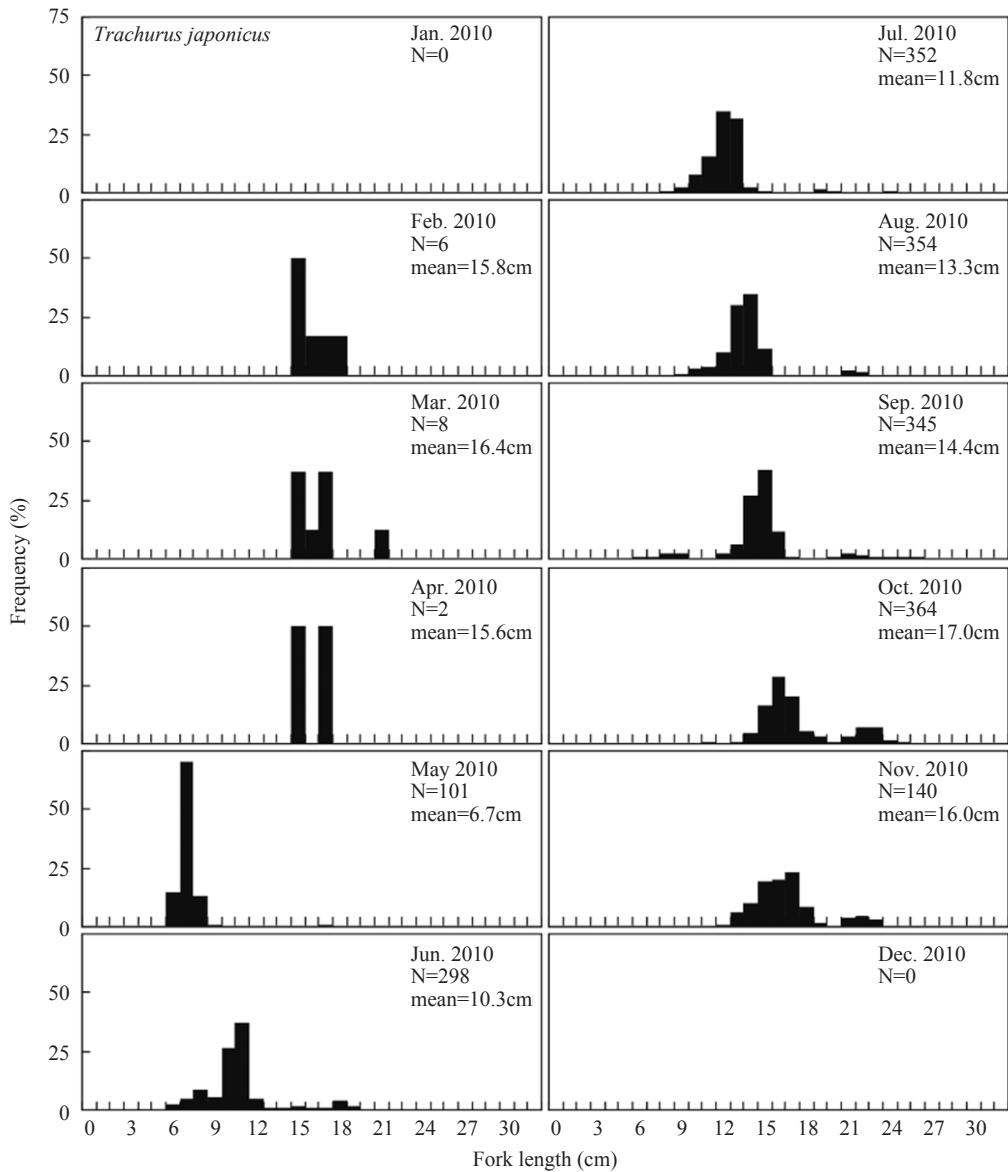


Fig. 5. Monthly change of size-frequency distribution of fork length of *T. japonicus*.

체장모드가 출현하였으며, 이 보다 동쪽의 해역에서 가랑이체장 9cm의 개체가 채집되었다.

금오열도 주변해역의 해양환경특성

금오열도 연안으로 가입되는 전갱이에 대한

해양환경의 영향을 이해하기 위해 안도와 개도에 국립수산물과학원이 설치하여 운용중인 실시간어장관측시스템에 의한 수심 5m 와 25m의 수온자료를 이용하였다. 먼저 남부 안도와 북부 개도의 표층수온의 계절변화를 수평적으로 비교

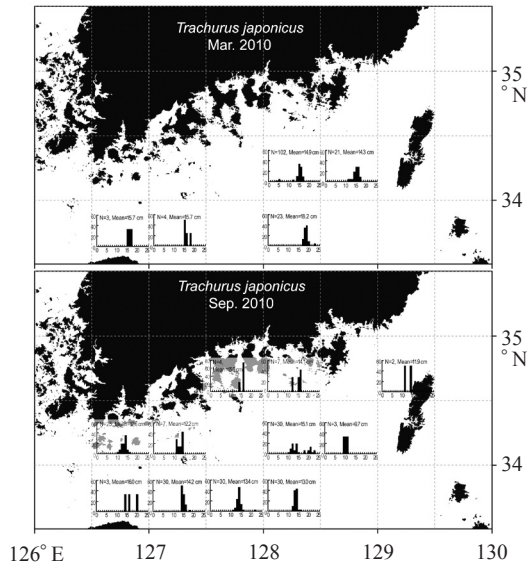


Fig. 6. Size-frequency distribution of fork length of *T. japonicus* collected by trawl surveys offshore of the South Sea in March (upper panel) and September (lower panel) 2010.

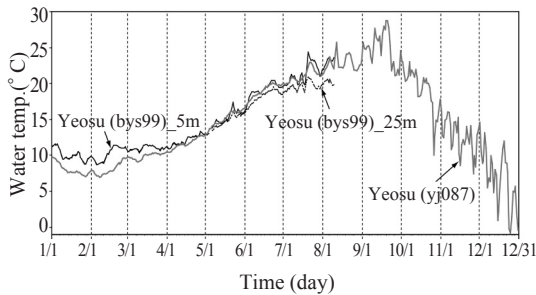


Fig. 7. Daily variation of water temperature at 5m (solid lines) and 25m depth (dotted line) observed by the real-time coastal information system of the KODC in the northern and southern areas of the Geumo Islands in 2010.

해보면, 북부의 표층수온보다 남부의 표층수온이 4월까지 높게 나타나다가 5월부터 거의 유사한 값을 보였다. 다음으로, 남부의 표층과 저층수온의 수직적 계절변화를 비교하면, 4월까지의 두 층간의 수온차가 거의 나타나지 않다가 5월에 들어서면서 두 층간의 수온차가 커졌으며, 관측이 수행된 8월 상순까지 수온차가 더 크게 나

타났다 (Fig. 7).

고 찰

본 연구에서 이용된 연안이각망에 의한 어획은 금오열도 주변해역에서 회유성 부어류의 계절에 따른 우점성을 뚜렷하게 나타냈다. 각망과 같은 정치성 어구에 의해 주로 어획되는 주요 어종들은 떼를 지어 다니는 습성을 가졌으며 (Lee and Seok, 1984), 어류의 이동경로를 잘 파악하여 설치하면 유영능력이 뛰어나고 떼를 지어 이동하는 부어류의 채집에 효과적이라 할 수가 있다 (Huh and An, 2002). 그러므로 연안어장에 가입되는 전갱이와 같은 회유성 부어류의 어획특성에 대한 조사에 적합하게 이용할 수가 있었다.

금오열도 북부, 중부, 남부해역의 어획중량을 기준으로 볼 때, 각각 전갱이, 송어, 볼락이 우점종으로 나타났다. 송어의 경우, 북부해역에서도 두 번째로 우점한 종이었지만, 개체수면에서는 북부해역에서 134개체 (0.6%)로 상당히 낮은 어획미수를 보여, 높은 개체중량에 의한 우점성이 보일 뿐, 전체 어획종 중에서 우점하였다고 판단하기가 어렵다. 볼락의 경우에도 북부와 중부해역에서 개체수와 어획중량에서 상당히 높은 비율을 차지하는 어종이지만, 거의 연중 어획되는 연안 정착성어종으로 금오열도 주변해역에서 어획의 계절특성이 매우 약한 종으로 생각할 수 있다. 그러므로 금오열도 주변해역에서 가장 우점한 종으로는 전갱이랑 할 수가 있다.

조사기간 동안 가장 우점하였던 전갱이는 금오열도 주변해역 어류군집의 종다양도와 균등도 등의 생물학적 특성을 지배하는 중요한 생물학적 변수로 작용하였다. 이러한 전갱이의 연안가입특성 중, 가장 중요한 점은 남해 동부에 비해 시기적으로 늦은 5월부터 어장가입이 이루어진다는 점이다. 남해 중부에 속하는 금오열도의 외해역은 제주해협을 빠져나온 난류의 영향과 제주 동부를 거쳐서 북동쪽으로 북상하는 대마난류의 영향을 모두 받아 회유성어종의 중요한

성육장으로 이용될 것으로 생각될 수 있으나 실제로 남해 중부해역은 연안냉수가 봄철까지 남아있고 남해 동부해역과 같이 난류의 영향을 직접적으로 받는 시기가 늦어져 태양복사가 강해지는 5월이 되어서야 주변 난류세력의 영향을 받게 된다.

금오열도 주변해역의 수온에 의한 해양조건을 보면, 3월까지 남부 안도와 북부 개도의 표층수온의 차가 심하게 나타나다가 태양복사열이 강해지는 4월 들어 금오열도 남북간의 수온차가 줄어들다가 5월에는 거의 같아지는 것은 결국 위도상의 태양 복사열과 남쪽에서의 난류의 영향의 차이에 의한 것이라 생각할 수 있다. 이 때 남부해역의 표층과 저층간의 수온차가 발생하면서 수층간의 성층화가 발달하게 된다. 이러한 성층화가 발달하기전인 5월 이전까지는 표층과 저층의 수온차가 거의 없이 전 수층의 혼합이 강하게 나타났으며, 이러한 연안역의 혼합층 형성은 외해의 난류세력이 연안에 유입되는 것을 방해하게 된다. 그렇지만, 5월부터 수층 내 성층화가 진행되면서 8월까지 성층화는 점점 발달하게 되어 외해 난류의 유입을 방해하던 환경조건이 사라지게 되어 난류의 금오열도 주변해역으로의 유입이 가능하게 된다. Kim et al. (2007b)은 태평양에 인접한 채널형 연안역에서 동계의 혼합층이 성층화되면서 외해의 난류가 유입되어 전갱이가 연안역에 가입될 수 있는 환경조건을 만들어 준다고 보고하였다. 금오열도 남부해역에서도 5월부터 성층화가 시작되어 난류세력의 유입을 유도하면서 외해역의 전갱이가 금오열도 연안어장에 가입될 수 있는 조건으로 작용했다고 볼 수가 있다. 금오열도 연안어장으로의 전갱이의 신규가입군이 5월부터 나타나기 시작하는 것도 이러한 이유로 생각할 수 있다. 그러므로 이러한 해양학적 환경특성에 따라 대마난류의 영향을 직접적으로 받는 남해 동부와는 회유성어류의 가입시기에 차이가 나게 된다.

전갱이의 주 산란장은 대만 북동해역으로 1월

하순에서 2월 사이에 주로 산란되며 이러한 산란장은 시간의 경과와 함께 북쪽으로 북상하면서 연속적으로 이루어지는 것으로 보고되어있다 (Sassa et al., 2006; Kim et al., 2007a; Sassa et al., 2009). 우리나라의 남해 연안어장에 가입되는 전갱이 신규가입군은 이러한 동중국해 산란군의 가능성이 상당히 높다. 하지만 Cha et al. (2009)에 의하면 제주 주변해역에서 어획된 전갱이의 산란기는 3-7월로 제주 주변해역에서 산란된 개체들의 연안가입도 충분한 가능성을 가지고 있다. Ochiai et al. (1982)은 사육실험을 통해 부화 후 46-60일 째에 전장이 55mm 미만까지 성장한다고 보고하였다. 부화까지 약 40시간이 소요된다면 (Ochiai et al., 1982), 남해 중부연안에 출현한 가랑이체장이 60mm의 최소형개체는 3월 초·중순에 산란된 개체로 추정할 수가 있으며 그 보다 큰 개체들은 3월 이전에 산란된 개체로 보여 진다. 그러므로 남해 중부연안에 5월부터 가입되는 전갱이는 3월 이전에 산란이 이루어지는 동중국해 남부와 중부해역과 춘계에 산란이 이루어지는 제주 주변해역에서 산란된 개체들이 주 회유경로를 통해서 섞여서 가입되고 있다고 볼 수가 있다.

결 론

남해 중부에 위치해 있는 금오열도 주변해역에서 연안이가망을 이용하여 어류를 채집한 결과, 총 2강 16목 61과 125종이 출현하였으며, 출현종 중에서 가장 우점한 어종인 전갱이 (*Trachurus japonicus*)는 전체 어획개체수의 80.5%, 전체 어획중량의 44.4%를 차지하였다. 금오열도 연안해역에 출현한 전갱이의 체장범위는 5.5-26.8cm로 다양하게 나타났으며, 금오열도 중부와 남부해역에서 60mm 이하의 소형개체들이 많이 어획되었다. 금오열도 주변해역에 5월부터 출현하는 전갱이 신규가입군은 연직성층의 발달에 따른 난류수의 유입에 의한 것이며, 연직성층의 발달은 춘계 태양복사열의 증가에 따른 계절적 연안

냉수의 소멸에 의한 것이다. 또한, 전갱이의 채집시기, 회유기간 그리고 산란시기를 고려할 때, 춘계 남해 중부연안에 가입되는 60mm 이하의 전갱이는 동중국해와 제주주변해역에서 산란된 개체들이 섞여서 가입된다고 볼 수가 있다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원(남해연안어업자원 조사사업, RP-2011-FR-044)의 지원에 의해 수행되었으며 현장조사 및 자료처리에 많은 도움을 주신 허선정, 송세현, 김상화 연구원께 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

- Cha, H.K., J.B. Lee, S.K. Kang, D.S. Chang and J.H. Choi, 2009. Reproduction of the jaep mackerel, *Trachurus japonicus* Temminck et Schlegel in the coastal waters around Jeju Island, Korea: Maturation and spawning. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 45 (4), 243 – 250.
- Chyung, M.K., 1977. The fishes of Korea. Iljisa, Seoul, 1 – 727.
- Huh, S.H. and Y.R. An, 2002. Species composition and seasonal variation of fish assemblage in the coastal water off Gadeok-do, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 35 (4), 366 – 379.
- Hwang, J.H., K.H. Yoo, S.H. Lee and K.H. Han, 2008. Fluctuation in the abundance and species composition of fishes collected by a fyke net in the coastal waters of Geumo-do, Yeosu. J. Kor. Fish. Soc., 41 (1), 39 – 47.
- Ichikawa, H. and R.C. Beardsley, 2002. The current system in the Yellow and East China Seas. J. Oceanogr., 58, 77 – 92.
- Jeong, H.H., K.H. Han, C.C. Kim, S.M. Yoon, W.I. Seo, S.Y. Hwang and S.H. Lee, 2005. Fluctuations in abundance and species composition of fishes collected by both sides fyke net in Dol-san, Yeosu. Kor. J. Ichthyol., 17 (1), 64 – 72.
- Kim, H., S. Kimura and T. Sugimoto, 2007a. Transport of jack mackerel (*Trachurus japonicus*) larvae inferred from the numerical experiment in the East China Sea. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., 71(1), 9 – 17.
- Kim, H., T. Inai, A. Kaneda and H. Takeoka, 2007b. Effect of ocean environments of the properties of catch variation of Jack mackerel (*Trachurus japonicus*) in the Bungo Channel. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., 71(1), 1 – 8.
- Kim, Y.H., J.B. Kim and D.S. Chang, 2003. Seasonal variation of abundance and species composition of fishes caught by an set net in the coastal waters off Yeosu, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 36, 120 – 128.
- Kim, Y.U., Y.M. Kim and Y.S. Kim, 1994. Commercial fish of the coastal and offshore water in Korea. Nat'l Fish. Res. Dev. Agency, Korea, 1 – 299.
- Lee, T.W. and K.J. Seok, 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. J. Oceanol. Soc. Korea, 19, 217 – 227.
- Lie, H.J. and C.H. Cho, 2002. Recent advances in understanding the circulation and hydrography of the East China Sea. Fish. Oceanogr., 11, 318 – 328.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino, 1984. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokai Univ. Press, Tokyo. Text and plates: pp. 437. + 370pls.
- McNaughton, M.L., 1967. Relationships among functional properties of California grassland. Nature, 216, 168 – 169.
- Nakabo, T., 1993. Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Tokyo, pp. 1474.
- NFRDI, 2010. Studies on the development of Jeonnam Archipelago Marine Ranching Program. 2009, Korea, 27 – 79.
- Ochiai, A., K. Mutsutani and S. Umeda, 1982. Development of eggs, larvae and juveniles of jack mackerel, *Trachurus japonicus*. Japanes J. of Ichthyology, 29, 86 – 92.
- Pielou, E.M., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. J. Theoret. Bool., 13, 131 – 144.

- Sassa, C., Y. Konishi and K. Mori, 2006. Distribution of jack mackerel (*Trachurus japonicus*) larvae and juveniles in the East China Sea, with special reference to the larval transport by the Kuroshio Current. *Fish. Oceanogr.*, 15 (6), 508 – 518.
- Sassa, C., K. Yamamoto, Y. Tsukamoto, Y. Konishi and M. Tokimura, 2009. Distribution and migration of age-0 jack mackerel (*Trachurus japonicus*) in the East China and Yellow Sea, based on seasonal bottom trawl surveys. *Fish. Oceanogr.*, 18 (4), 255 – 267.
- Shannon, C. E. and W. Wiener, 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, pp. 125.
-
- 2011년 10월 10일 접수
2011년 10월 28일 1차 수정
2011년 11월 9일 2차 수정
2011년 11월 14일 수리