

# 독도 주변해역에서 삼중자망으로 어획한 어류의 종조성 및 계절변동

이해원\*·홍병규·손명호·전영열·이동우<sup>1</sup>·최영민<sup>2</sup>·황강석<sup>1</sup>  
 국립수산물과학원 독도수산연구센터, <sup>1</sup>자원연구과, <sup>2</sup>동해연구소 자원환경과

## Seasonal Variation in Species Composition of Fish Collected by Trammel Net Around Dokdo, East Sea of Korea

Hae Won Lee\*, Byung Kyu Hong, Myong Ho Sohn, Young Yull Chun, Dong Woo Lee<sup>1</sup>, Young Min Choi<sup>2</sup> and Kang Seok Hwang<sup>1</sup>  
 Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 791-110, Korea  
<sup>1</sup>Fisheries Resources Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea  
<sup>2</sup>Fisheries Resources Research Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Gangnung 210-861, Korea

Seasonal variation in species composition around Dokdo, East Sea of Korea, was investigated using trammel-net catches, from 2006 to 2009. A total of 53 fish species belonging to 23 families in 12 orders were captured; the orders Perciformes (12 families, 22 species) and Scorpaeniformes (four families, 22 species) were dominant. Between 2008 and 2009, 43 species were collected by trammel net. The number of species was highest in August 2009 (25 species) and lowest in February 2009 (11 species). The number of individuals and total biomass peaked in November 2009. Diversity indices for fish catches were highest in August 2008 (2.4368) and lowest in November 2009 (0.4253). The dominant species were *Thamnaconus modestus* and *Sebastes schlegeli*. Hierarchical clustering analysis showed five fish groups, with frequency and number of individuals similar to results of correspondence analysis (CA), which showed a closer relationship to the year term than the season term. CA showed that temperature was an important factor influencing fish species richness and abundance. Three main fish assemblage types coexisted around Dokdo: an East Sea coastal fish assemblage, a subtropical fish assemblage, and a cold water fish assemblage.

Key words: Dokdo, Species composition, Fish, Seasonal variation, Trammel net, *Thamnaconus modestus*

### 서 론

독도는 한반도의 부속도서로서 우리나라 국토에서 가장 동쪽에 위치하고 있으며, 동도와 서도의 두 섬, 89개의 작은 부속섬으로 이루어져 있다. 독도가 위치하고 있는 동해는 한반도, 러시아 및 일본의 섬들로 둘러싸인 바다로 오호츠크해부터 남중국해로 이어지는 일련의 북태평양 연해 군에 속하여 아시아 대륙과 태평양사이에서 일어나는 물질교환의 통로 역할을 한다. 독도 주변해역의 해류형태는 수심에 따라 매우 다르게 나타난다. 상층은 단일형태의 해류계로 특징지어지지 않고, 난류와 한류가 공존하며 동중국해에서 대한해협으로 해수를 이동시키는 해류인 쓰시마난류는 대한 해협을 통과하면서 두 개 또는 세 개의 해류로 분리되어 동해안을 따라 북쪽으로 향하는 동한난류가 있으며, 동쪽으로 흐르는 해류가 동해를 통과할 때 이 해류의 북쪽에서 상대적으로 찬 냉수괴를 이동시키는 리만난류와 연결된 북한 한류가 남쪽으로 흐른다. 독도 북쪽을 통과하는 해류는 매우 다양하여 직선 형태를 나타내지 않고 곡류 형태로 나타나면서 독도 주변의 해류형태

를 조절한다 (NGII, 2009).

독도 주변해역을 조사할 수 있는 지리적 여건이 어려워, 지속적인 조사가 한정되어 있을 뿐만 아니라, 현장조사 시 많은 어려움을 동반하게 된다. 그러나 우리영토인 독도에 관한 관심으로 독도에 대한 연구는 간헐적으로 계속 진행되고 있으며, 그에 대한 보고가 이루어지고 있다. 독도의 해양생태계를 구성하는 해양생물에 대한 연구는 동식물플랑크톤에 관한 연구 (Park et al., 1997; Kang et al., 2002)와 부착 및 저서생물 (Kim and Choi, 1981; Hong, 1981; Son and Hong, 1992; Park et al., 2002; Choi et al., 2002; Kim et al., 2002)에 관한 연구와 해조상에 관한 연구 (Shon et al., 1992; Kim and Kim, 2000; Kim et al., 2004; Choi et al., 2009)와 어란·자치어 연구(Kim et al., 2002) 그리고 수중조사를 통해 확인된 독도주변의 어류상 (Myoung, 2002) 연구가 있다.

Myoung (2002)의 연구에 따르면, 2개년동안 특정월에만 집중적인 잠수조사와 낚시를 통해 독도의 어류상을 확인하여, 난류성, 연안광온성, 아열대성 등 다양한 어종이 서식하는 것이 확인되었으나, 독도연안의 경우는 한류와 난류의 영향이 달리 받고 있어, 겨울철조사와 수심대별 어류상에 대한 비교

\*Corresponding author: roundsea@nfrdi.go.kr

조사 병행되지 못해 한대성어종에 대한 보고가 이루어지지 못했다. 해양지리학적 뿐만 아니라 수산학적으로 대단히 중요한 위치인 독도해역에서 정성적·정량적 해양생물의 동향을 파악하고, 최근 기후변화에 따라 표층수온의 변화에 따른 생물상의 변화에 대응할 수 있는 연구보고가 필요할 것이다.

따라서, 본 연구는 독도 주변해역의 수심 100 m 미만 해역에서 2006년부터 2009년까지 계절별 연간 4회 삼중자망어구를 사용하여 채집된 어획물을 대상으로 독도에 출현하는 어종 및 계절적인 변동을 파악하고, 우점종의 체장을 밝히고자 실시하였으며, 동일 어구를 사용한 동해해역 및 남해 및 제주해역의 출현어종과 비교분석을 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 독도주변해역에서 2006년부터 2009년까지 4년간 계절별로 12회 삼중자망어구를 사용하였다. 사용된 어구는 폭 길이 70 m, 폭 높이 1.5 m, 망목크기 외망이 45 cm, 내망이 9 cm로 정점별 5폭을 사용하였으며 저녁에 투망하여 익일 아침에 인망하였다. 2006년과 2007년은 안쪽 4개의 정점에서 어획하였고, 2008년과 2009년은 안쪽과 바깥쪽 모두 사용하였다 (Fig. 1).

독도주변해역에 출현하는 어종의 계절변동을 분석하기 위하여 환경특성을 파악하고자 2008년부터 2010년까지 계절별로 CTD (SBE 9 plus)를 사용하여 독도의 동서남북의 4개 정점에서 수온을 측정하였다.

독도에 출현하는 어종을 파악하기 위하여 2006년부터 2009년까지 모든 정점에서 삼중자망어구에 어획된 어종을 확인하

(2005)를 참고하였다. 계절변동을 확인하기 위해서 2008년과 2009년, 종 동정 및 분류는 Kim et al. (2001)과 Kim et al. (2009)년 독도 주변해역의 8개 정점에서 어획된 어종의 체장, 개체수와 생체량을 측정하였고, 우점종의 체장조성을 확인하였고, 종다양성은 개체수를 이용하는 Shannon-Wiener의 종다양도 지수 (H') (Shannon and Wiener, 1963)를 사용하였다.

출현어종의 종조성과 연관된 어획물의 특성을 구명하기 위하여 연구기간동안 출현빈도가 3회 이상인 종을 대상으로 군집분석 (hierarchical clustering analysis, HCA)과 대응분석 (Correspond analysis, CA)을 하였다. HCA는 유클리디언거리를 기초로 한 Ward의 알고리즘 (Ward, 1963)을 이용한 통계분석프로그램 R의 표준기능 중에서의 'Hclust'를 사용하였고, 대응분석은 생태적 군집분석을 위해 개발된 R 기반의 package 인 'vegan' (Oksanen, 2008)으로 분석하였다.

결 과

계절별 수온변화

독도 주변해역의 수온변화를 확인하기 위해 삼중자망어구를 투입한 중간 해역부분의 동서남북 각 방향에서 수심에 따른 계절별 수온 변화를 확인한 결과, 조사정점의 저층 수심은 70~100 m로 나타났으며, 정점별로는 차이를 보이지 않았고, 연도에 따른 계절별 수온의 차이가 나타났다 (Fig. 2).

계절별 수온의 변화를 확인하기 위해 표층은 수심 10 m를 기준으로 하였고, 저층은 조사정점의 최저 수심에서 수온을 각각 평균하면, 연도별 여름의 표층수온이 각각 23.1°C, 24.3°C로 가장 높았으며 다음으로 가을이 19.1°C, 14.7°C로 높게 나타났으며, 봄이 15.3°C, 13.7°C였고, 겨울이 10.6°C, 9.8°C였다. 반면 저층의 경우는 2008년은 여름, 가을, 겨울, 봄 순으로 나타났으며, 2009년부터 2010년은 여름, 겨울, 가을, 봄 순으로 나타났다. 따라서 표층은 여름이 가장 높고, 겨울이 가장 낮았으며, 저층은 여름이 가장 높았고, 봄철이 가장 낮은 것으로 나타났다 (Table 1).

Table 1. Seasonal variation of surface and bottom water temperature around Dokdo, from 2008 to 2010

		2008		2010		2009			
		Mar.	May	Aug.	Nov.	Feb.	May	Aug.	Nov.
Surface	North	10.6	15.5	22.8	19.2	9.7	13.5	24.3	14.8
	West	10.5	15.6	22.8	19.0	10.6	13.6	24.0	14.7
	South	10.5	15.5	24.0	19.1	9.4	13.6	24.3	14.7
	East	10.6	14.4	23.0	19.2	9.54	13.9	24.3	14.7
	Ave.	10.6	15.3	23.1	19.1	9.8	13.7	24.3	14.7
Bottom	North	10.2	9.1	11.6	11.8	8.3	6.2	11.9	7.7
	West	10.4	9.8	10.5	10.1	8.8	5.8	10.4	10.0
	South	10.4	9.4	12.5	9.4	8.9	6.3	9.7	8.8
	East	10.3	10.1	11.3	13.4	8.8	7.2	10.9	8.0
	Ave.	10.3	9.6	11.5	11.2	8.7	6.4	10.7	8.6

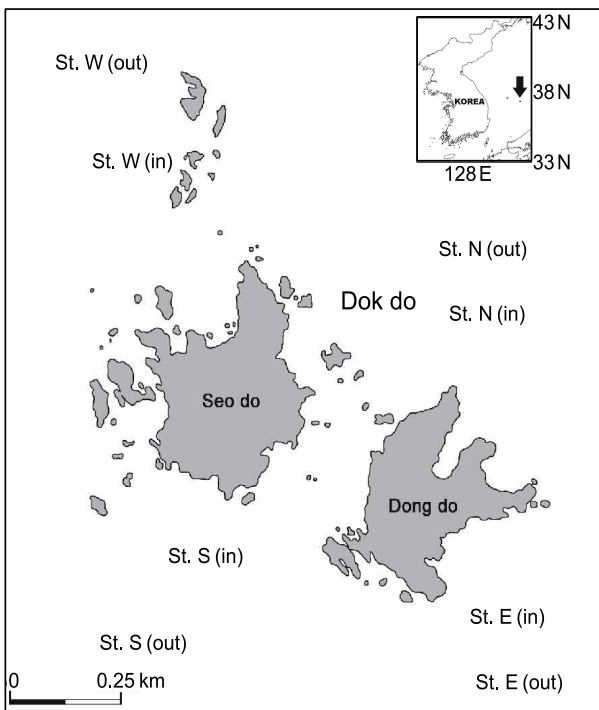


Fig. 1. Map showing the sampling area.

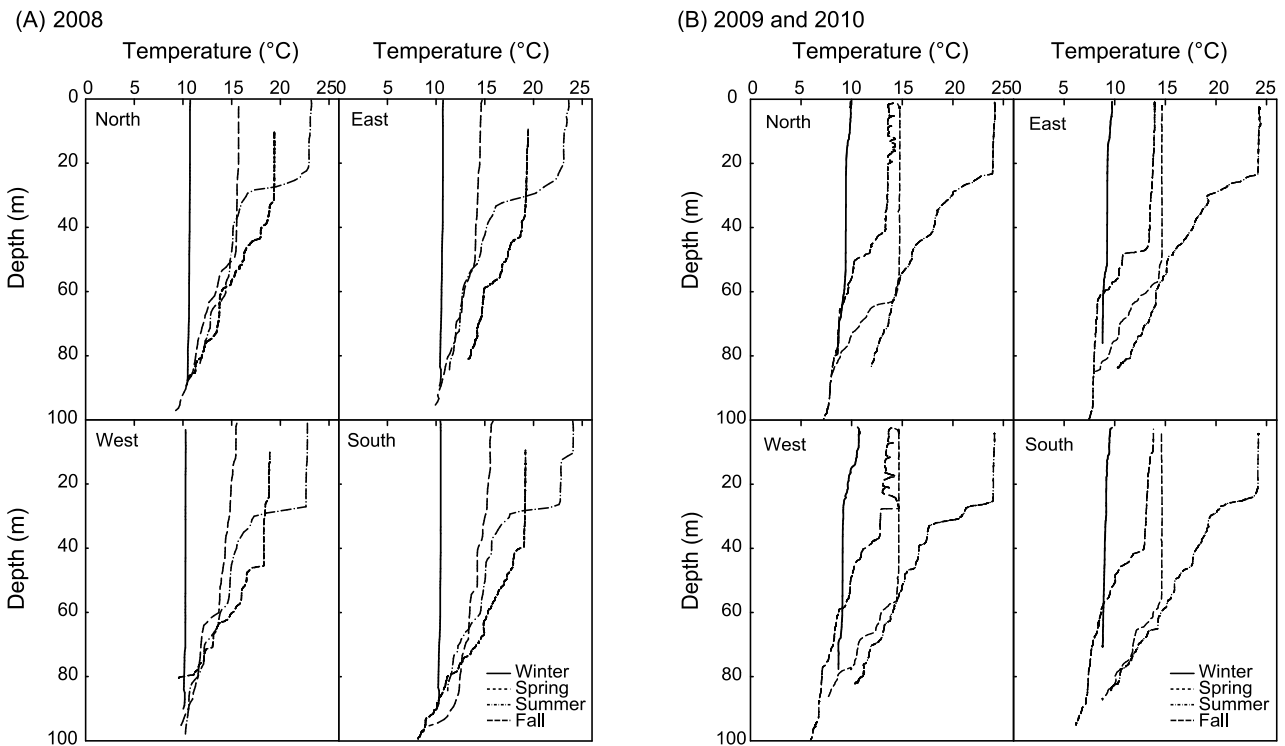


Fig. 2. Vertical distribution of temperature at the sampling station from 2008 to 2010.

연도별 출현양상

독도 주변해역에서 2006년부터 2009년까지 4개년동안 삼중자망에 어획된 어종은 8목 23과 53종으로 나타났으며, 농어목 (Perciformes) 12과 22종으로 가장 많았으며, 쏨뱅이목 (Scorpaeniformes) 4과 22종, 복어목 (Tetraodontiformes) 2과 3종, 홍어목 (Rajiformes) 1과 1종, 연어목 (Salmoniformes) 연어과 1종, 금눈돔목 (Beryciformes) 1과 1종, 달고기목 (Zeiformes) 1과 1종, 가자미목 (Pleuronectiformes) 1과 2종이었다. 양볼락과 (Scorpaenidae)가 15종으로 가장 많았으며, 다음으로 전갱이과 (Carangidae) 5종, 놀래기과 (Labridae) 4종순으로 나타났다 (Table 2).

출현빈도가 가장 높은 시기는 2009년 8월 25종으로 가장 많았으며, 2009년 2월이 11종으로 가장 낮았다. 16회의 조사 시기 중 모든 시기에 출현한 종은 없었으며, 말귀치 (*Thamnaconus modestus*)가 15회로 가장 많았으며, 다음으로 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*), 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*) 이 14회, 망상어 (*Ditrema temmincki*), 빨간횃대 (*Alcichthys alcicornis*), 볼락 (*Sebastes inermis*), 불볼락 (*Sebastes thompsoni*)이 13회, 참홍어 (*Raja pulchra*), 개볼락 (*Sebastes pachycephalus*)이 12회 출현하였다. 1회 출현한 종은 노랑점무늬전갱이 (*Carangoides orthogrammus*), 연어 (*Oncorhynchus keta*), 여덩둥가리 (*Cheilodactylus quadricornis*) 등 17종이었으며, 아홉둥가리 (*Goniistius zonatus*), 능성어 (*Epinephelus septemfasciatus*), 범가자미 (*Verasper variegatus*) 등 8종이었다 (Table 2).

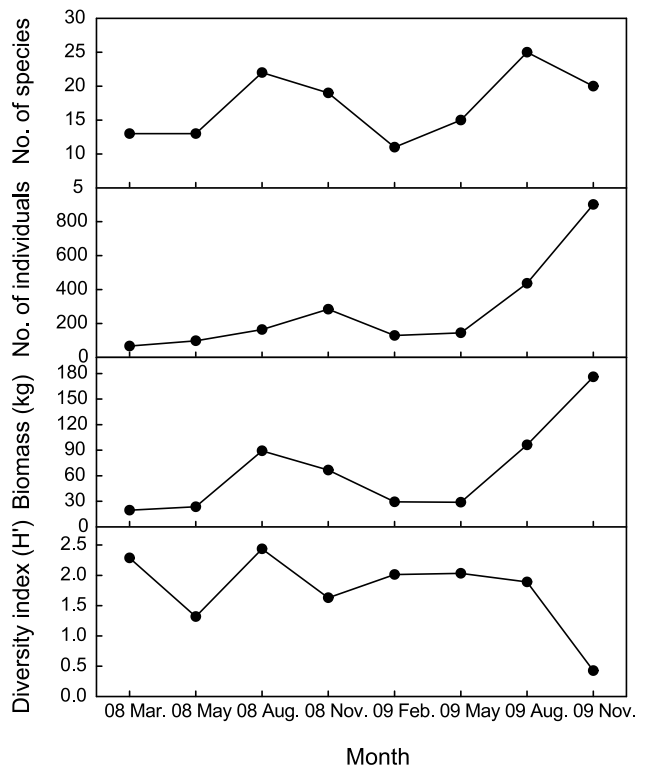


Fig. 3. Seasonal variations of number of species, number of individual, biomass and diversity index collected trammel net around Dokdo.





Table 3. Number of fish species and biomass collected trammel net around Dokdo, from 2008 to 2009

(unit: g)

2008 Species	Mar.		May		Aug.		Nov.		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Raja pulchra</i>	1	8,260	2		17	46,350			20	54,610
<i>Oncorhynchus keta</i>	1	910							1	910
<i>Monocentris japonica</i>										
<i>Zeus faber</i>					1	62			1	62
<i>Pterois lunulata</i>										
<i>Scorpaena miostoma</i>										
<i>Scorpaena littoralis</i>										
<i>Scorpaenopsis cirrhosa</i>										
<i>Sebastes hubbsi</i>			2	289	3	271	1	247	6	807
<i>Sebastes inermis</i>					1	510	2	572.5	3	1,082.5
<i>Sebastes joyneri</i>										
<i>Sebastes oblongus</i>					1	238			1	238
<i>Sebastes pachycephalus</i>	5	685	3	333	20	2,938	1	173	29	4,129
<i>Sebastes schlegeli</i>	8	2,950	2	740	8	2,430	2	824.5	20	6,947
<i>Sebastes taczanowskii</i>	2	750					1	245	3	995
<i>Sebastes thompsoni</i>	4	850	4	145	15	2,166	9	1,023	32	4,184
<i>Hexagrammos agrammus</i>			2	128	2	152	2	335	6	615
<i>Hexagrammos otakii</i>			3	922	9	6,979	4	1,371	16	9272
<i>Pleurogrammus azonus</i>										
<i>Alcichthys alcicornis</i>	12	1,545	4	245	4	374	1	37	21	2,201
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	5	875							5	875
<i>Pseudoblennius cottoides</i>										
<i>Aptocyclus ventricosus</i>										
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>							2	796	2	796
<i>Carangoides orthogrammus</i>										
<i>Decapterus maruadsi</i>										
<i>Seriola dumerili</i>					8	5,685	2	12.94	10	6,979
<i>Seriola quinqueradiata</i>					2	2,160	10	7,507	12	9,667
<i>Trachurus japonicus</i>	3	95			2	170			5	265
<i>Girella melanichthys</i>										
<i>Oplegnathus fasciatus</i>			3	2,105					3	2,105
<i>Goniistius zonatus</i>					1	350			1	350
<i>Ditrema temmincki</i>			2	180	6	586	6	577	14	1,343
<i>Neoditrema ransonnetii</i>	14	665							14	665
<i>Chromis notata</i>	1	75			2	128			3	203
<i>Halichoeres poecilopterus</i>					7	1,060	15	1,858	22	2,918
<i>Pseudolabrus japonicus</i>					1	95			1	95
<i>Pteragogus flagellifer</i>										
<i>Semicossyphus reticulatus</i>							2	1,331	2	1,331
<i>Hyperoglyphe japonica</i>			1	1,940	1	830	4	41,61	6	6,931
<i>Microstomus achne</i>			1	2,120					1	2,120
<i>Verasper variegatus</i>										
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	5	565			4	910	88	9,683	97	11,158
<i>Thamnaconus modestus</i>	6	1,355	69	14,427	49	14,774	130	31,611	254	62,167
<i>Arothron firmamentum</i>							2	2,969	2	2,969
Total	67	19,580	98	23,574	164	89,218	284	66,611	613	198,983
Number of species	13		13		22		19		31	

Table 3. (Continued)

2009 Species	Mar.		May		Aug.		Nov.		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Raja pulchra</i>			2	4,089			10	3,7820	12	41,909
<i>Oncorhynchus keta</i>										
<i>Monocentris japonica</i>					1	31			1	31
<i>Zeus faber</i>			3	371	1	501	1	174	5	1,046
<i>Pterois lunulata</i>							1	162	1	162
<i>Scorpaena miostoma</i>			1	70					1	70
<i>Scorpaena littoralis</i>			2	604			1	399	3	1,003
<i>Scorpaenopsis cirrhosa</i>					1	364			1	364
<i>Sebastes hubbsi</i>					6	969			6	969
<i>Sebastes inermis</i>	1	301	14	2,081.6	4	628	2	174	21	3,184
<i>Sebastes joyneri</i>					1	111			1	111
<i>Sebastes oblongus</i>										
<i>Sebastes pachycephalus</i>					1	428			1	428
<i>Sebastes schlegeli</i>	8	2,870	9	2,452	24	3,287	11	3,128	52	11,735
<i>Sebastes taczanowskii</i>					2	316			2	316
<i>Sebastes thompsoni</i>	10	1,177	1	273			9	1,486	20	2,936
<i>Hexagrammos agrammus</i>					5	449			5	449
<i>Hexagrammos otakii</i>	6	3,368	11	2,555	7	2,403	5	1,727	29	10,053
<i>Pleurogrammus azonus</i>	16	11,156					33	25,181	49	36,337
<i>Alcichthys alcicornis</i>	1	158.5	5	640.5			1	144	7	943
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	55	4,408							55	4,408
<i>Pseudoblennius cottoides</i>					1	23			1	23
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	1	604							1	604
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>							1	332	1	332
<i>Carangoides orthogrammus</i>					1	184			1	184
<i>Decapterus maruadsi</i>					13	1,946			13	1,946
<i>Seriola dumerili</i>										
<i>Seriola quinqueradiata</i>			1	625					1	625
<i>Trachurus japonicus</i>										
<i>Girella melanichthys</i>					1	245			1	245
<i>Oplegnathus fasciatus</i>			1	75.5	56	7,455	42	6,537	99	14,067
<i>Goniistius zonatus</i>							1	559	1	559
<i>Ditrema temmincki</i>	1	34	12	1,941	50	9,914	4	936	67	12,825
<i>Neoditrema ransonnetii</i>										
<i>Chromis notata</i>					4	201			4	201
<i>Halichoeres poecilopterus</i>			2	289	3	241	11	1054	16	1,583
<i>Pseudolabrus japonicus</i>			5	615	5	736	2	141	12	1,492
<i>Pteragogus flagellifer</i>					8	383			8	383
<i>Semicossyphus reticulatus</i>					1	10,700			1	10,700
<i>Hyperoglyphe japonica</i>					1	698	1	2025	2	2,723
<i>Microstomus achne</i>										
<i>Verasper variegatus</i>							1	2,314	1	2314
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	3	204			9	817	256	24,481	268	25,502
<i>Thamnaconus modestus</i>	27	5,098	76	12,173	231	53,224	508	67,339	842	137,833
<i>Arothron firmamentum</i>										
Total	129	29,377	145	28,853	437	96,248	901	176,111	1612	330,588
Number of species	11		15		25		20		38	

계절변동에 따른 정량변화

독도 주변해역에 출현하는 어종의 계절변동을 확인하기 위해서 2008년부터 2009년까지 2개년동안 삼중자망의 어획물에서 출현종수를 살펴보면, 총 46종이 출현하였고, 2008년에는 31종, 2009년에는 38종이 출현하였고, 계절별로 여름이 각각 22종, 25종으로 가장 많았으며, 다음으로 가을이 19종, 20종으로 많았다. 출현개체수 및 생체량을 살펴보면, 2008년의 경우는 출현개체수는 가을이 284개체로 가장 높았고, 생체량은 여름이 89,218 g으로 가장 높았고 2009년은 가을이 출현개체수와 생체량이 각각 901개체, 176,111 g으로 가장 높았다

(Table 3).

2개년동안 출현 개체수를 살펴보면, 2008년에는 말쥐치가 254개체로 가장 많았으며, 다음으로 쥐치가 97개체, 불블락이 32개체 순이었고, 2009년에는 말쥐치 842개체, 쥐치 268개체, 돌돔 (*Oplegnathus fasciatus*) 99개체순이었으며, 생체량을 살펴보면, 2008년에는 말쥐치가 62,167 g으로 가장 많았으며, 다음으로 참홍어가 54,610 g 쥐치 11,158 g 순이었으며, 2009년에는 말쥐치가 138,833 g으로 가장 많았으며, 다음으로 참홍어 41,909 g, 임연수어 (*Pleurogrammus azonus*) 36,337 g 순이었다 (Table 3).

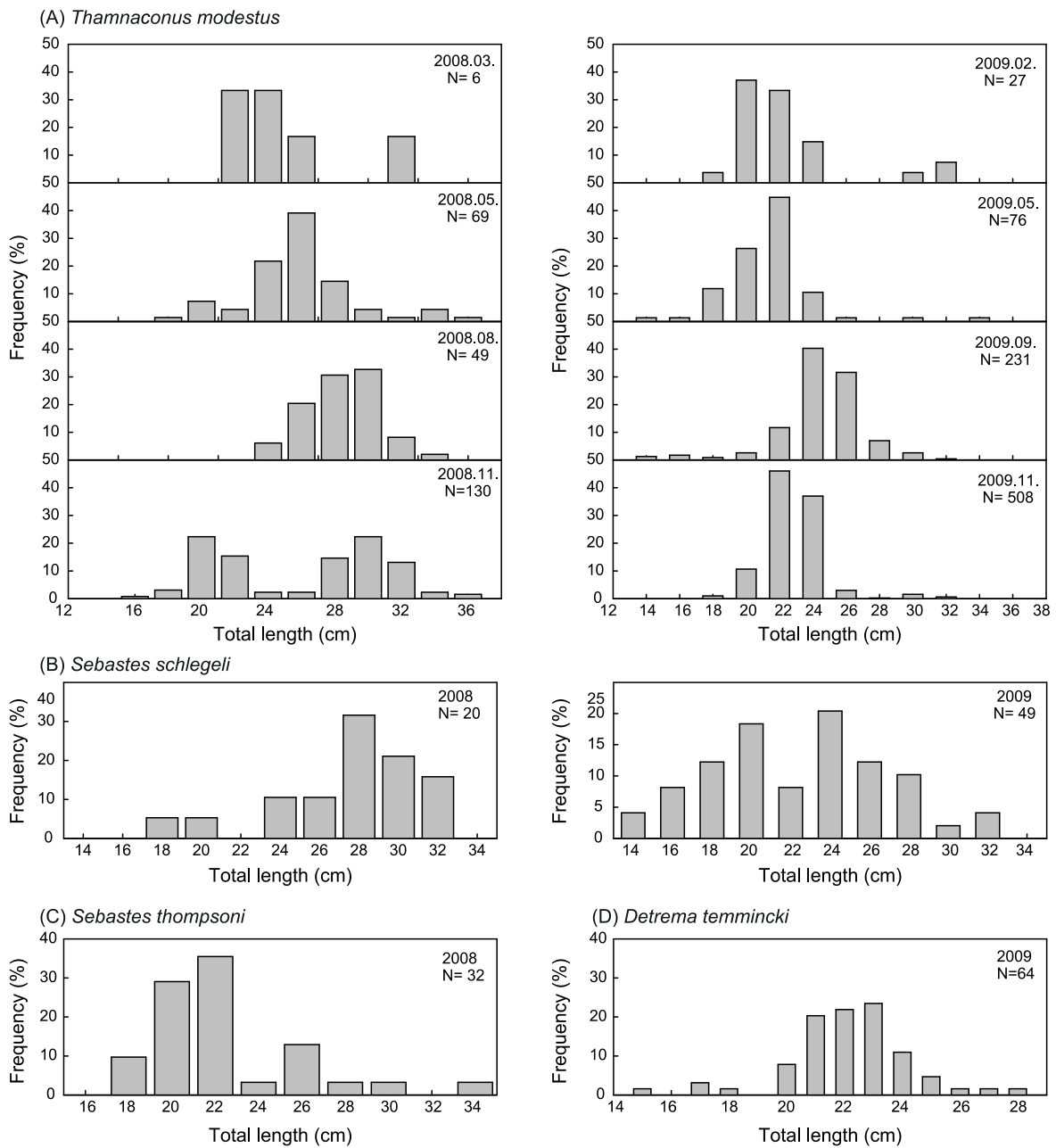


Fig. 4. Season change at the length frequency of the dominant species caught by trammel net around Dokdo.



2개년동안 시기별 출현어종수를 살펴보면, 2009년 8월이 25종으로 가장 높았으며, 다음으로 2009년 11월이 20종, 2008년 8월이 22종으로 높게 나타났다. 개체수에서는 2009년 11월이 301개체로 가장 많았고, 다음으로 2009년 8월이 437개체, 2008년 11월이 284개체 순으로 나타났다. 생체량에서는 2009년 11월이 176,111 g으로 가장 많았고, 다음으로 2009년 8월이 96,248 g, 2008년 8월이 89,218로 높았다. 종다양도는 2008년 8월이 2.4368로 가장 높았으며, 다음으로 2008년 3월이 2.2865로 높았고, 2009년 11월이 0.4253으로 가장 낮았다 (Fig. 3).

주요출현종의 체장조성

2개년동안 연도별 우점종을 살펴보면, 4회 모두 출현하고, 출현개체수와 생체량을 통해 2008년에는 말쥐치, 조피볼락, 볼볼락 이었으며, 2009년은 말쥐치, 망상어 (*Ditrema temmincki*), 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*) 순이었다.

삼중자망어구를 사용하여 어획된 우점종의 체장조성을 보면 최소체장은 14 cm로 나타났다. 말쥐치의 체장조성을 보면, 2009년 5월에 가장 작은 체장 개체 (14.6 cm)와 가장 큰 개체(34.3 cm)가 출현하였고, 2008년과 2009년 모두 8월까지 체장이 커지는 경향을 보이다가, 11월이 되면 다소 감소하는 경향을 보인다. 또한 2009년의 경우 2008년과 비교하면, 시기별로 개체수는 증가하였으나, 체장은 2008년 보다 감소하였고, 11월의 경우 2008년에는 20~22 cm와 28~32 cm의 두 체장군이 형성되었으나,

2009년의 경우는 20~24 cm의 체장군만 형성된 것을 알 수 있다. 조피볼락의 경우, 2008년에는 28~30 cm 체장군이 있었으나, 2009년에는 20~24 cm 체장군으로 다소 감소하는 것으로 나타났으며, 볼볼락은 20~22 cm 체장군이 우점하며, 망상어는 20~24 cm의 체장군이 우점하는 것으로 나타났다 (Fig. 4).

군집분석

조사기간 동안 3회이상 출현한 20종에 대한 군집분석을 하면, 크게 2개의 그룹으로 분리되고, 다시 5개의 그룹으로 세분되었다. 연중개체수가 탁월히 높으며, 출현횟수가 높은 말쥐치와 쥐치가 하나의 그룹으로 분리되고, 다음으로 개체수가 많고, 출현횟수가 높은 돌돔, 망상어, 조피볼락이 세분된 2그룹이 되고, 출현빈도는 낮으나 특정시기에 개체수가 높게 나타나는 방어 (*Seriola quinqueradiata*), 용치놀래기 (*Halichoeres poecilopterus*), 빨간횃대 (*Alcichthys alcicornis*), 볼락, 쥐노래미 (*Hexagrammos otakii*)가 제 3그룹이 되고, 출현 빈도는 높으나 개체수가 적은 볼볼락, 개볼락 (*Sebastes pachycephalus*), 참홍어가 제 4그룹이 되고 끝으로, 출현빈도도 낮으며, 개체수가 가장 적은 달고기 (*Zeus faber*), 황놀래기 (*Pseudolabrus japonicus*), 노래미 (*Hexagrammos agrammus*), 우럭볼락 (*Sebastes hubbsi*), 연어병치 (*Hyperoglyphe japonica*), 자리돔 (*Chromis notata*), 탁자볼락 (*Sebastes taczanowskii*)이 제 5그룹이 되었다 (Fig. 5).

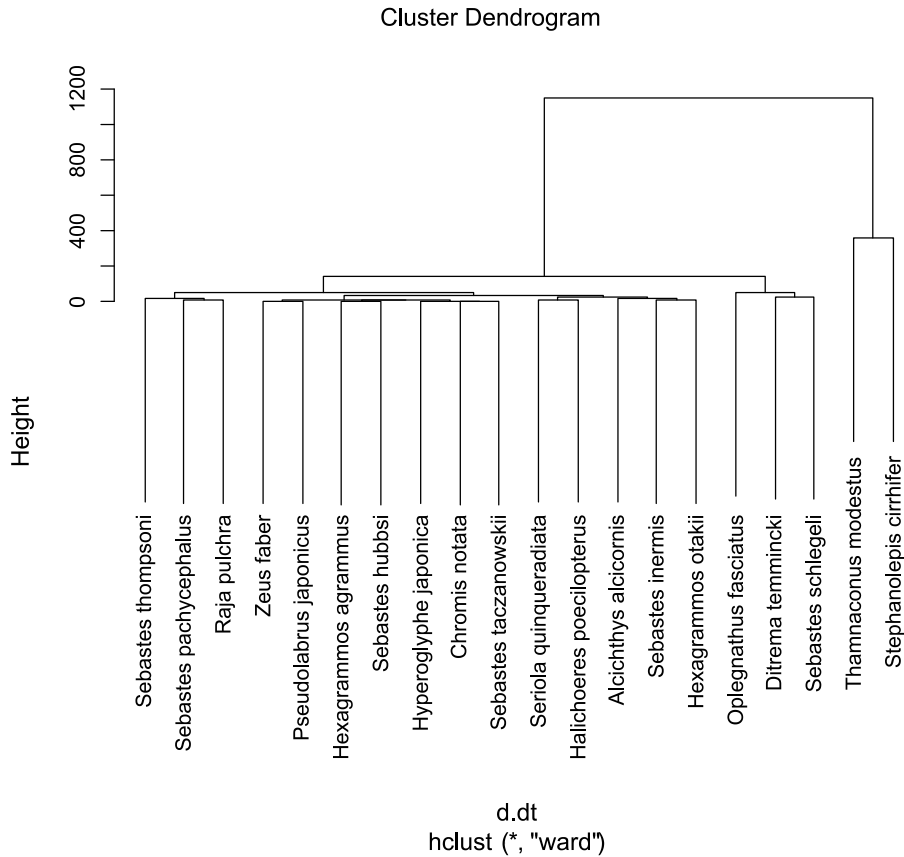


Fig. 5. Dendrogram based on hierarchical cluster analysis of catches collected by trammel net around Dokdo.

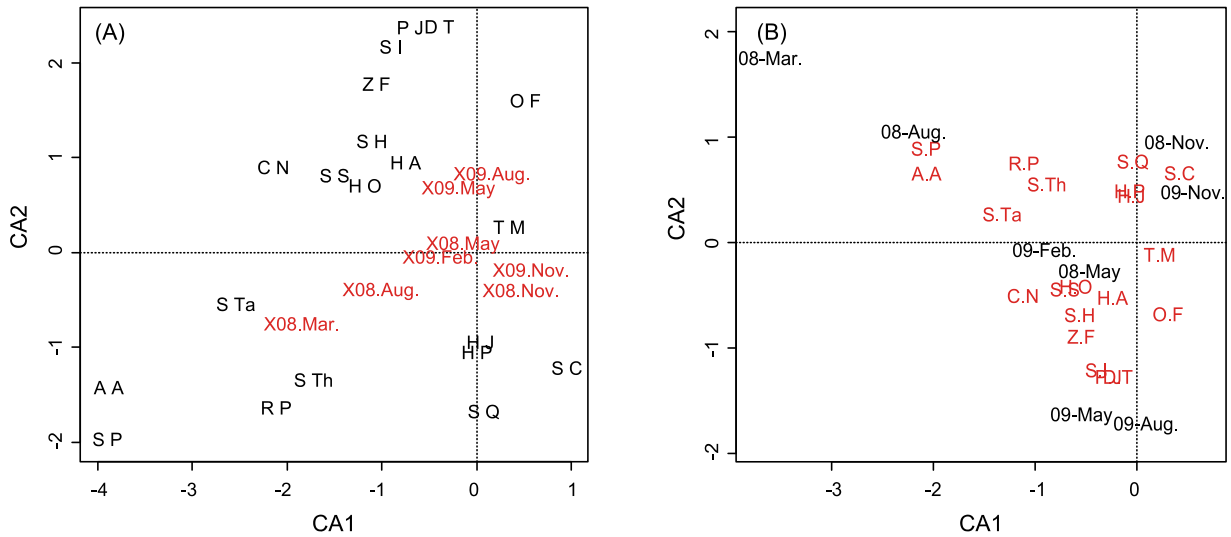


Fig. 6. Correspondent analysis of species composition by trammel net around Dokdo. SP: *Sebastes pachycephalus*, HA: *Hexagrammos agrammus*, ZF: *Zeus faber*, OF: *Oplegnathus fasciatus*, TM: *Thamnaconus modestus*, DT: *Ditrema temmincki*, SQ: *Seriola quinqueradiata*, SI: *Sebastes inermis*, STH: *Sebastes thompsoni*, AA: *Alcichthys alcicornis*, HJ: *Hyperoglyphe japonica*, HP: *Halichoeres poecilopterus*, SH: *Sebastes hubbsi*, CN: *Chromis notata*, SS: *Sebastes schlegeli*, HO: *Hexagrammos otakii*, SC: *Stephanolepis cirrhifer*, RP: *Raja pulchra*, STa: *Sebastes taczanowskii*, PJ: *Pseudolabrus japonicus*.

조시기간과 출현개체수간의 대응분석을 하면, 전체 고유치 (Eigenvalues)의 합이 0.7824이며, 제 I 축의 고유치는 0.2925, 제 II 축의 고유치는 0.1952로 두 축의 고유치는 37.38%, 24.95%를 차지하며 전체 고유치의 62.33%로 나타나, 두 축으로 군집분석의 경향을 설명할 수 있다. 가장 우점했던 제 1그룹의 말귀치는 모든 시기와 밀접하게 연관되어 나타나 독도 주변해역의 주요종으로 볼 수 있으며, 귀치는 가을 (11월)에 밀접하게 관련되는 것으로 나타났으며, 제2그룹의 조피볼락은 모든 시기에 밀접히 연관이 되었고, 망상어는 2009년 봄 (5월)과 여름 (8월), 돌돔은 2008년과 2009년 가을에 연관이 있었다. 제 3그룹의 방어는 가을에, 망상어는 봄에, 빨간횃대는 겨울에 연관되어 일시적으로 개체수가 증가한 경향을 반영하고 있다. 제 4그룹의 참홍어, 불볼락, 개볼락은 2008년과 연관이 되며, 제 5그룹의 8종 중 탁자볼락과 언어병치는 2008년에, 황놀래기, 달고기, 자리돔, 우럭볼락, 노래미는 2009년과 연관이 있는 것으로 나타났다 (Fig. 6).

고찰

Myoung (2002)에 따르면 독도해역에서 잠수 및 낚시조사를 통해 1997년 10월과 1999년 5월에 조사한 결과 28과 63종이 나타났으며, 본 연구결과와 비교하면 철갑등어과 1종, 달고기와 1종, 양볼락과 4과, 귀노래미과 2종, 독중개과 1종, 바리과 1종, 전갱이과 3종, 황줄깜정이과 2종, 돌돔과 1종, 망상어과 2종, 자리돔과 1종, 놀래기과 1종, 셋돔과 1종 및 귀치과 2종으로 23종이 동일한 종으로 나타났다. 또한 독도 해역은 수심 20~30 m 부근까지 자연 암반이 발달하였고, 주변에 오염원 유입이 없어 다양한 해조류가 착생하고 서식하기에 적합하기

때문에 (Choi et al, 2009), 암반성 어종의 출현이 높게 나타났다고 볼 수 있다. 동갈돔과, 장갱이과, 망둥어목은 본 조사에서는 전혀 출현하지 않았으며, Myoung (2002)의 연구에서는 가자미과어류가 전혀 출현하지 않았으며, 이러한 출현종의 차이는 조사시기의 차이와 조사방법의 차이로 볼 수 있어, 향후 2006년부터 본 연구와 동일시기에 실시된 수중잠수조사의 연구결과와 비교분석을 할 필요가 있다.

본 연구에서 2009년 2월과 5월에는 CTD 조사가 곤란하여, 2010년의 2월과 5월 자료를 사용하였으며, 2008년 11월과 2009년 11월의 평균 수온의 차는 2008년은 11월 초에 조사가 실시되었고, 2009년은 11월 말에 실시되었기 때문으로 보이며, 2010년 5월에 수온이 낮은 것은 2010년에 봄까지 동해해역의 냉수대 형성에 따른 영향으로 보인다. 2008년 3월의 경우 조사가 월초에 실시하여 겨울로 간주하여 자료를 분석하였다.

삼중자망어구를 사용하여 어류의 종조성을 연구한 결과와 비교하여 보면, 출현종수에 있어서 제주도가 66종으로 가장 많았으며, 다음으로 동해안의 영일만 63종, 본 연구해역인 독도해역 53종, 동해안의 왕돌초 47종, 남해안의 거제 43종, 동해안의 흥해 28종 순으로 나타났다. 본 연구와 조사시기와 조사빈도 및 어구 규격의 차이가 있지만, 동일한 어종이 출현한 종수는 제주도가 26종으로 가장 높았고, 동해안의 왕돌초해역이 21종, 영일만이 20종순 이었다 (Table 4). 본 연구 해역을 포함한 동해안과 제주해역을 비교하면, 동일하게 출현한 어종은 말귀치, 볼락, 조피볼락 3종이었으며, 다른 해역에는 출현하지 않고 제주도와 동일하게 출현한 종은 가라지 (*Decapterus maruadsi*), 긴꼬리뱅에돔 (*Girella melanichthys*), 능성어 (*Epinephelus septemfasciatus*), 돌돔, 자리돔 (*Chromis notata*), 아홉동가리 (*Goniistius zonatus*)등 11종이 확인되었다.

또한 독도해역에서만 출현한 종은 연어 (*Oncorhynchus keta*), 노랑점무늬유전갱이 (*Carangoides orthogrammus*), 다섯동갈망둑 (*Pterogobius zacalles*), 누루시볼락 (*Hexagrammos agrammus*), 도화볼락 (*Sebastes joyneri*), 탁자볼락 (*Sebastes taczanowskii*), 황집볼락 (*Sebastes oblongus*), 별복 (*Arothron firmamentum*) 8종이었다. 독도 주변해역의 수온 연직분포도에서 나타났듯이 표층은 대마난류수의 영향을 받고 있는 것으로 판단되며, 제주도 남부의 해양환경보다는 다소 수온이 낮으나 변화의 경향은 유사한 것으로 판단되어진다 (Pang, 2001). 이러한 해양환경의 유사성이 위도상으로 약 4°정도 훨씬 북쪽에 위치한 독도해역에 제주도에서 출현하는 어종이 11종을 출현하게 한 이유로 생각되어진다.

Table 4. Comparison of fish collected bt trammel net in the coastal waters of Korea

Study Area	Study period	Number of species	No. of duplication species
Heunghae (Hwang et al., 1997)	'89(May July Sept. Dec.) '90(may, July Oct.)	28	15
Youngil Bay (Hong et al., 2008)	'01. Jan.~'02.Dec.	63	20
Wangdol-Cho (Lee et al., 2008)	'02.~'04 (Feb. May Aug. Nov.)	47	21
Jeju Island (Lee et al., 2009)	'08 (Apr. July Sept. Dec.)	66	27
Goeje Island (Cha, 1999)	'96. Feb.~Oct.	43	17
Doko (Present study)	'06~'09 (4 season per year)	53	-

독도해역에 우점한 말귀치는 동해의 경우 산란시기가 5~6월이며, 성숙체장은 21 cm이며, 서식수온은 10~28°C이며 서식수온은 5~200 m이다 (NFRDI, 2005). 독도 주변해역에 출현하는 말귀치의 체장조성을 통해 확인하면 5월에 성숙체장에 이른 성어가 출현하고 이들이 성장을 하는 것을 확인할 수 있어, 향후 독도해역이 말귀치의 산란장 및 성육장의 역할을 수행하는지에 대한 모니터링이 필요하다. 또한, 현재 말귀치가 우점종이지만, 기후변화의 영향 변화를 감지할 수 있는 지표종으로 설정 가능성 여부에 대하여 검토를 할 필요가 있으며, 제주도와 공통으로 출현한 어류 뿐 만 아니라 독도에서만 출현한 어종과 부착생물 등 다른 지표종을 탐색하여 기후변화에 대한 독도해역의 해양생태계 변화의 감시를 통한 한반도 주변해역의 변화 예측 시도가 필요하다.

조간대 및 조하대 형성이 잘 이루어져 있는 반면, 15 km 떨어지면 수심이 800 m이 되고 심해역으로 간주가 된다 (NGII, 2009). 또한 독도주변해역에는 반시계방향으로 회전하는 냉수성 소용돌이가 존재하는데, 독도 남쪽 해역에서 자주 형성되어 울릉분지 내부의 서쪽으로 이동하는 것을 관측하고 독도의 이름을 붙여 독도냉수성소용돌이 (Dok Cold Eddy)로 명명하였다. 난수성 소용돌이와 냉수성 소용돌이가 발달하는

경우에 소용돌이의 위치에 따라 독도 해역의 해류의 방향이 상반되게 나타나기도 한다 (NGII, 2009). 독도는 동해 중앙부 외해역에 위치하고 있는 지리적 조건과 육상으로부터의 영향이 다른 도서에 비해 상대적으로 미약하여 동해와 우리나라 주변해역의 기후변화에 대한 영향을 감지할 수 있는 지역으로 적합할 것으로 생각되며, 제주도 등 타 해역과 연계하여 해양생물의 출현양상을 연구하게 되면 향후 기후변화 영향에 따른 독도해역의 생태계 분석에 기여할 것으로 생각된다.

본 연구에서 삼중자망 어구를 사용한 정점은 수심 100 m 이십이며, 계절별로 여름의 경우 30 m 수심에서 수온이 급강하며, 가을은 2008년은 40 m 중반수심에서, 2009년과 2010년은 60 m 수심에서 수온의 변화를 보였고, 모든 계절에서 80 m 이십에서는 수온이 10°C내외로 유지되는 경향을 보였다. 독도주변해역의 경우 수온은 연도에 따른 계절적 변화경향이 다르게 나타났는데, 이는 본 연구결과에서 출현어종의 변화양상이 계절적인 영향보다는 연도별 변화가 더 뚜렷한 것으로 나타났다. 독도해역의 독특한 해양환경이 독도의 해양생물상을 다양하고 복잡하게 하는 원인이 될 수 있으며, 현재 독도해역에 서식하는 어류는 동해안 연안에 출현하는 어종 뿐만 아니라, 제주해역에 서식하는 아열대성 어종 그리고 독도해역을 회유하고 있는 냉수성 어종이 공존하며 살아간다고 할 수 있다. 나아가 노랑점무늬유전갱이는 1998년 제주도 서귀포에서 처음 채집되어 미기록 보고 (Kim et al., 1999) 이후 추가적인 출현 보고가 없다가 이번에 독도에서 1마리가 채집이 이루어졌는데, 독도 해역에 출현하는 어종의 변화에 대해서 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

따라서, 독도해역의 해양환경은 동해안에 형성된 한류와 난류의 상대적인 세력에 따라 심하게 바뀌는 특성이 있어, 향후 기후변화에 따른 해양생태계의 변화에 적극적인 연구 참여가 요구되며, 본 연구의 결과가 독도 수산자원의 잠재적 가치에 대한 자료가 되기를 바란다.

사 사

이 연구는 국립수산과학원 (독도 주변해역의 생태계기반 수산자원연구, RP-2010-FR-050)에 의해 수행되었습니다. 논문의 보다 높은 질적 수준을 위해 세심하게 검토하여 주신 심사위원께 감사드립니다.

참고문헌

Cha BY. 1999. Species composition of fish in coastal water off Goeje Island. Kor. J. Ichthyol, 11, 184-190.  
 Choi CG, Lee HW and Hong BK. 2009. Marine algal flora and community structure in Dokdo, East sea, Korea. Kor. J. Fish. Aquat. Sci. 42, 329-334.  
 Choi JW, Hyun SH, Kim DS and Kim WS. 2002. Macrobenthic faunal assemblages on the soft-bottoms around Dokdo in the East Sea, Korea. Ocean and Polar Research 24, 429-442.  
 Hong BK, Kim JG, Park KD, Jeon KA, Chun, YY, Hwang

- KS, Kim YS and Park KY. 2008. Species composition of fish collected in gill nets from Youngil Bay, East sea of Korea. *J. Kor. Fish. Sco.*, 41, 353-362.
- Hong JS. 1981. Underwater observation on the distribution pattern of marine benthos in the shallow water of Dogdo islets. Special Report, The Conservation of Nature and Natural Resources, 19: 229-236.
- Hwang SD, Park YJ, Choi SH and Lee TW. 1997. Species Composition of Fish Collected by Trammel Net off Heunghae, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.* 30(1), 105-113.
- Kang JH, Kim WS and Shim JH. 2002. Species composition and abundance of zooplankton community in spring and autumn around Dokdo. *Ocean and Polar Research*, 24, 449-455.
- Kim DS, Min WG and Kim WS. 2002. Marine meiobenthic faunal communities of the sediments near Dokdo in the East Sea, Korea. *Ocean and Polar Research* 24, 419-427.
- Kim HS and Choi BL. 1981. The fauna of marine invertebrate in Ulreung Is. and Dogdo Is. Special Report, The Conservation of Nature and Natural Resources, 19: 193-200.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak, Seoul, Korea, 1-615.
- Kim MK and Kim KT. 2000. Studies on the seaweeds in the islands of Ullungdo and Dokdo: I. Decrease of algal species compositions and changes of marine algal flora. *Algae* 15, 119-124.
- Kim MK, Shin JK and Cha JH. 2004. Variation of species composition of benthic algae and whitening in the coast of Dokdo island during summer. *Algae* 19, 69-78.
- Kim S, Yoo JM and Lee EK. 2002. Species composition of fish eggs and Larvae in spring and autumn around Dokdo in the East Sea of Korea. *Ocean and Polar Research* 24, 443-448.
- Kim YU, Myoung JG, Kim YS, Han KH, Kang CB and Kim JG. 2001. The Marine Fishes of Korea. Hanguel, Busan, Korea, 1-382.
- Kim YU, Kim YS, Ahn G and Kim JK. 1999. New record of the two carangid fishes (Perciformes, Carangidae) from Korea. *Korean J Ichthyol* 11, 17-22.
- Lee SI, Hwang SJ, Yang JH and Shim JM. 2008. Seasonal variation in species composition of gill net and trammel net catches in the coastal waters off Wangdol-cho, Korea. *Kor. J. Ichthyol*, 20, 291-302.
- Lee SJ, Ko JC, Yoo JT, Im YJ, Kim BY and Ji Kim. 2009. Species composition and seasonal variation of fish assemblage of the western coastal waters of Jeju Island, Korea. *Kor. J. Ichthyol*, 21, 167-176.
- Myoung JG. 2002. The fish fauna around Dokdo in the east sea, Korea. *Ocean and Polar Research* 24, 449-455.
- National Geographic Information Institute (NGII). 2009. Dokdo geological document. Eulgi. Seoul, Korea, 1-318.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI). 2005. Ecology and Fishery. Yeamonsa, Pusan, Korea 1-397
- Oksanen, J. 2008. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. 42. <http://vegan.r-forge.r-project.org/>
- Pang IC, Hong CS and Oh KH, 2001. Study on Physical Oceanographic Environments in the Coastal Sea of Chung-Moon, Cheju Island. *Sea. J Kor Soc Ocean*, 6, 211-217
- Park C, Lee CR and Hong SY. 1997. Patterns of vertical distribution and diel vertical migration of zooplankton in the East Sea of Korea. *J Oceanol Soc Kor*, 32, 38-45.
- Park HS, Kang RS and Myoung JG. 2002. Vertical distribution of mega-invertebrate and calculation to the stock assessment of commercial species inhabiting shallow hard-bottom in Dokdo, Korea. *Ocean and Polar Research* 24, 457-464.
- R Development Core Team, 2004. R: A language and environment for statistical computing. [online: <http://www.R-project.org/>].
- Shannon CE and Wiener W, 1963. The mathematical theory of communication. Uni. Illinois Press, Urbana, U.S.A., 177.
- Sohn CH, Park CS and Hwang EK. 1992. A preliminary survey of the algal communities at Dogdo island, Korea. *Island research* 1, 55-70.
- Son MH and Hong SY. 1992. A catalogue of marine molluscs of Dokdo Island. Publication of Island Research Society of Korea, 1: 71-87.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J Am Stat Assoc* 58, 236-244.

---

2010년 10월 25일 접수

2010년 11월 20일 수정

2010년 12월 3일 수리