

## 동해 심해 생태계의 수심별 종조성 및 계절변동

손명호\* · 이해원 · 홍병규 · 전영열

국립수산과학원 동해수산연구소 독도수산연구센터

### Seasonal variation of species composition by depths in deep sea ecosystem of the East Sea of Korea

Myoung Ho SOHN\*, Haewon LEE, Byung Kyu HONG and Yong Yul CHUN

*Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research & Development Institute,  
Pohang 791-110, Korea*

To investigate seasonal variation and species composition by depth layers in the deep sea ecosystem of the East Sea of Korea, bottom trawl survey was conducted at 4 depth layers during spring and autumn from 2007 to 2009. A total of 47 species were collected and were composed of 23 fish species, 9 crustacea, 6 cephalopoda and 9 gastropoda. The main dominant species at each depth layers were *Chionoectes opilio* in 300m, *Beryteuthis magister* in 500m, *Chionoectes japonicus* in 700m and 900m. In spring, richness indices (R) showed low value of 2.01 in 500m depth, and high value of 2.16 in 300m depth. Diversity indices ( $H'$ ) showed low value of 1.53 in 300m depth, and high value of 2.09 in 700m depth. Dominance indices (D) showed low value of 0.15 in 700m depth, and high value of 0.31 in 300m depth. In Autumn, richness indices showed low value of 1.48 in 900m depth, and high value of 2.69 in 300m depth. Diversity indices ( $H'$ ) showed low value of 1.13 in 300m depth, and high value of 2.23 in 700m depth. Dominance indices (D) showed low value of 0.14 in 700m depth, and high value of 0.54 in 300m depth. In spring, similarity analysis in each depth layers showed the difference between 900m and othe depth layers, on the contrary 500m and 700m showed the similarity. In autumn, similarity analysis in each depth layers showed the difference between 700m and other depth layers, on the contrary 300m and 500m showed the similarity.

Keywords: East Sea, Deep sea ecosystem, Trawl survey, Seasonal variation, Species composition

서 론

1998년 ICES에서 심해를 수심 400m보다 깊은

바다로 정의하였지만, 일반적으로 심해란 대륙  
붕이 끝나는 지점인 수심 200m보다 깊은 곳을

\*Corresponding author: mhsohn@nfrdi.go.kr, Tel: 82-54-724-1020, Fax: 82-54-724-1088

일컫는다. 우리나라 동해는 지형적으로 단조롭고 황해나 남해와는 달리 해안선이 단조롭고, 대륙붕이 급경사를 이루며 대륙사면에 연결되는 특징을 보이고 있다. 또한 북쪽에서 북한한류가 대륙붕을 따라 남하하고 남쪽에서 대한해협을 통하여 고온고염의 대마난류가 유입되고 있어서 강한 열전선이 형성된다 (Gong and Son, 1982).

동해의 평균 수심은 약 1,700m이고, 수심 200m 이심의 심해는 저수온, 고염분과 무광층의 안정적인 해양환경적 특성을 가지고 있으며, 낮은 생물 다양성과 적은 서식생물량과 같은 환경적 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다 (Bans et al., 2002).

전 세계적으로 수산업이 발달된 주요 어업국들은 자국 근해 심해역의 적극적인 개발을 통하여 상당한 경제적인 효과를 얻고 있으며, 우리나라의 경우, 깊은 수심으로 인해 심해에 대한 어로활동은 목표종을 어획하기 위한 동해구저인망, 대게 통발, 대게 자망 등 일부 어업이 조업하고 있지만, 동해 심해 수산자원에 대한 인식부족으로 수심 1,000m 전후에서 붉은대게를 대상으로 근해통발어업이 조업하고 있고, 이보다 얕은 수심에서는 새우와 꼼치를 대상으로 저인망, 트롤어업 및 자망어업이 조업하고 있는 실정으로, 수산 선진국에 비해 심해어업이 다양하지 못한 실정이다.

동해 심해에 서식하는 수산자원에 대한 이전 연구로는 대게나 붉은대게의 생태적 특성, 분포 수심 및 어업특성에 관한 연구 (Jeong et al., 2000; Chun et al., 2008, 2009; Park et al., 2009) 등과 같이 대부분 현재 어민들이 어획하는 어종을 대상으로 연구가 주로 수행되었다. 이외에도 동해 심해트롤 어획물의 어획실태와 종조성 (Park et al., 2007), 동해 심해 새우류의 분류 (Kim et al., 2007), 동해 심해어류의 식성비교 (Choi et al., 2009) 등이나 해양환경 등에 관한 연구가 일부 수행되었으나, 심해어장의 개발이나 관리, 보존

을 위한 심해 수산생물의 생태학적 특성이나 자원역학적 특성 등에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

심해에 서식하는 수산자원에 대한 연구는 21 세기에 접어들면서 자원의 관리적 측면에 대한 법령의 개발과 각 개별국가에 의한 접근보다는 국제기구를 이용한 다국적 연구단체에 의한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 우리나라도 심해에 대한 다양한 형태의 연구가 물리해양학적 접근 및 화학해양학적 접근 등의 학자 간 공동연구뿐만 아니라, 러시아 과학자와의 공동연구를 통해 동해 수심 200m 이심에 대한 다각도의 연구들이 현재 진행 중에 있다. 또한, 국립수산과학원의 심해자원조사를 통해 갈고리흰오징어, 가시베도라치, 주먹물수배기, 청자갈치, 칠성갈치, 벌레문치, 분홍꼼치 등의 다양한 어류들이 분포하는 것으로 보고되면서 (NFRDI, 2009), 이들 심해 수산자원에 대한 생태학적 특성들이 점차 밝혀지고 있는 과정이다.

본 연구는 저층트롤을 이용하여 동해 심해에 출현하는 다양한 해양생물에 대한 출현종수와 계절에 따른 변동양상을 파악하였다. 또한 우리나라의 연근해 어업자원의 감소에 대비한 새로운 미래수산자원 확보차원에서 심해에 서식하는 미이용 수산자원의 분포특성, 계절적 변동을 파악하고 적정 이용 및 관리방안을 모색하는데 기여하고자 한다.

## 자료 및 방법

동해 중부 및 남부해역에 해당하는 삼척과 포항 근해에서 동해 심해생태계 수산자원의 종조성 및 계절변동을 분석하기 위해 2007-2009년 까지 3년 동안 예망어구인 저층트롤을 이용하여 국립수산과학원 시험조사선으로 조사한 결과를 사용하였다.

2007-2008년은 시험조사선 탐구1호 (2,550톤, 끝자루 내망 망목 20mm)를 이용하여 각각 6월과 10월에 연 2회씩 총 4회 조사를 실시하였고

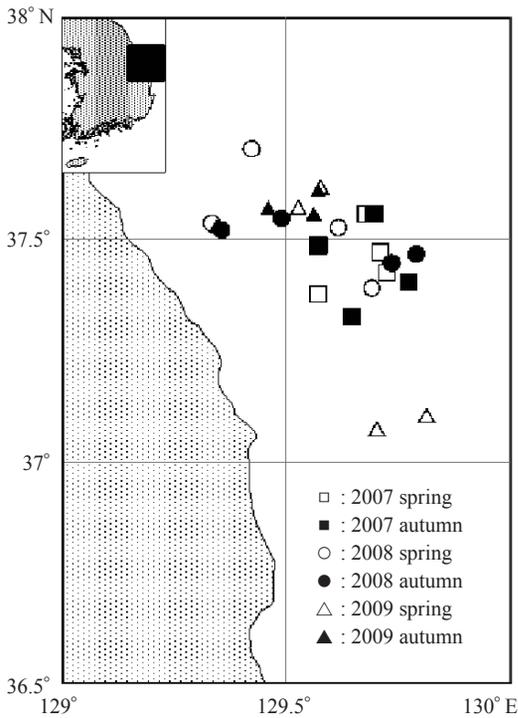


Fig. 1. Map showing the trawl survey sites in the East Sea of Korea from 2007 to 2009.

2009년에는 시험조사선 탐구 20호 (885톤, 끝자루 내망 망목 20mm)를 이용하여 6월과 10월에 2회 조사를 수행하였다. 본 연구의 계절별 자료는 6월과 10월에 조사한 자료로서 6월은 봄, 10월은 가을을 대표하는 것으로 보았다 (Fig. 1).

조사방법은 2007-2008년에는 300-900m 수심에서 100m 간격으로, 2009년에는 300-1,300m 수심에서 200m 간격으로 저층트롤어구를 사용하여 어획시험은 수행하였으며, 조업은 각 조사해역에서 투망을 시작하여 어구가 완전히 전개된 후부터 예망을 시작하였으며, 예망시 평균선속은 2.5-3.0kts로 유지하였으며, 서로 동일한 크기의 트롤어구를 사용하였다. 또, 저질의 상태가 불량하거나 조사해역의 조업어선이 나 정치성어구들을 고려하여 30-60분씩 예망하였으며, 각 수심별 예망시간, 선속 및 어구의 입구 크기를 사용하여 트롤어구의 소해면적을

계산하였다.

어획된 개체는 종별로 개체수 및 중량을 측정하였으며, 어류분류는 Chyung (1977), Choi et al. (2002), Kim et al. (2005), NFRDI (2004)를, 갑각류는 Kim (1973, 1977)과 NFRDI (2001)를, 연체동물은 Min et al. (2004)을 참고하였다. 면적당 개체수 (inds./km<sup>2</sup>)와 면적당 생체량 (kg/km<sup>2</sup>)은 어획효율 (q)을 0.5 (Prado, 1990)로 가정하고 소해면적법을 사용하여 추정하였다.

$$\text{면적당 개체수 (생체량)} = \frac{N \text{ (or } B)}{SA \times q} \quad (1)$$

여기서, N은 어획개체수, B는 어획생체량, SA (Swept Area)는 소해면적, q는 어획효율을 나타낸다.

군집구조 분석을 위해 각 수심으로부터 얻은 저서동물 종별 개체수 자료는 단위 면적당 (km<sup>2</sup>)으로 환산하였으며, 저서동물 군집의 구조를 이해하기 위하여 출현종수 및 개체수 자료를 이용하여 종풍부도 (Margalef, 1963), 종다양도지수 (Pielou, 1977), 종우점도지수 (Simpson, 1949)를 구하였다.

수심간 유사도분석 (similarity analysis)은 수심별로 출현한 종수와 개체수 자료를 바탕으로 유사도를 분석하여 %로 나타내었다. 유사도 분석시에 생물자료간의 편중을 피하기 위해 모든 자료는 fourth root로 변환하였으며 Bray-Curtis 지수 (Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 수심간 유사도를 표현하였다. 수심간 유사도를 바탕으로 군집분석을 실시할 때 그룹간의 연결 방식에는 complete linkage를 사용하였으며, 그룹간 유사도를 바탕으로 수상도 (Dendrogram)를 작성하여 집괴분석 (Cluster analysis)을 실시하였다.

$$\text{종풍부도 (R)} = \frac{S-1}{\text{Ln}N} \quad (2)$$

$$\text{종다양도 (H')} = -\sum_{i=1}^s (P_i) \sum \times \ln (P_i) \quad P_i = \frac{N_i}{N} \quad (3)$$

$$\text{종우점도지수 (DI)} = \sum (P_i)^2 \quad (4)$$

여기서, S는 총개체수, N<sub>i</sub>는 종개체수, N은 총개체수를 각각 나타낸다.

## 결 과

### 수심별 출현종 분포

연도별 수심별 출현종의 분포특성을 파악하기 위하여 2007년부터 2009년까지 3년동안 봄(6월)과 가을(10월)에 공통적으로 조사된 수심인 300, 500, 700, 900m에 대해, 총어획개체수와 중량을 트롤어구가 소해한 면적으로 나누어 단위면적당 어획개체수 및 생체량을 나타내었다 (Table 1).

조사기간 중 심해트롤조사에서 출현한 생물은 총 47종으로 그 중 어류는 23종, 갑각류는 9종, 두족류는 6종, 복족류는 9종이었다. 봄에는 총 38종이 출현하였으며, 그 중 어류는 19종, 갑각류는 9종, 두족류는 6종, 복족류는 4종이 출현하였다. 수심별로는 총 24-26종이 출현하여 300m에서 26종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 다음으로 700m와 900m는 25종, 500m에서 24종으로 가장 적은 종이 출현하였다.

가을에는 총 41종이 출현하였으며, 그 중 어류는 20종, 갑각류는 9종, 두족류는 4종, 복족류는 8종이 출현하였다. 수심별로는 총 18-33종이 출현하여 봄과 마찬가지로 300m에서 33종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 다음으로 500m에서 28종, 700m는 27종, 900m에서 18종으로 가장 적은 종이 출현하여 300m와 500m에서는 봄에 비해 출현종수가 증가하였고, 700m와 900m에서는 봄에 비해 출현종수가 감소한 경향을 보였다.

조사기간 중 가장 많이 출현한 우점종은 붉은대게 (*Chionoecetes japonicus*), 갈고리흰오징어 (*Beryteuthis magister*), 북쪽분홍새우 (*Pandalus eous*), 청자갈치 (*Allolepis hollandi*), 주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*), 고무꼭징이 (*Dasycottus setiger*), 가시베도라치 (*Lumpenella longirostris*),

칠성갈치 (*Petroschmidia toyamensis*), 분홍꼼치 (*Careproctus rastrinus*) 등이었다.

수심별로 보면, 300m에서 어류의 경우, 청자갈치가 322kg/km<sup>2</sup>로 최우점하였고, 다음으로 고무꼭징이, 뚝지 (*Aptocyclus ventricosus*), 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 순으로 나타났다. 갑각류는 대게 (*Chionoecetes opilio*)가 961kg/km<sup>2</sup>로 가장 높았으며, 다음으로 두가지자주새우 (*Neocrangon communis*), 북쪽분홍새우의 순이었으며, 두족류는 주머니귀오징어 (*Rossia pucifica*) 261kg/km<sup>2</sup>, 갈고리흰오징어 157kg/km<sup>2</sup>의 순으로 나타났다. 500m에서 어류는 칠성갈치가 367kg/km<sup>2</sup>로 최우점하였으며, 다음으로 분홍꼼치, 가시베도라치, 청자갈치의 순으로 나타났다. 갑각류는 붉은대게 1,209kg/km<sup>2</sup>, 북쪽분홍새우 775kg/km<sup>2</sup>의 순으로 높게 나타났으며, 두족류는 갈고리흰오징어가 4,226kg/km<sup>2</sup>로 최우점하고 있는 것으로 나타났다. 700m에서 어류는 청자갈치가 571kg/km<sup>2</sup>로 최우점하였고, 다음으로 주먹물수배기, 고무꼭징이의 순으로 우점하였다. 갑각류는 붉은대게가 3,532kg/km<sup>2</sup>로 최우점하였고, 다음으로 가시진흙새우 (*Argis toyamaensis*)로 나타났으며, 두족류는 갈고리흰오징어가 705kg/km<sup>2</sup>로 최우점하고 있었다. 900m에서 어획된 어류는 청자갈치가 430kg/km<sup>2</sup>로 가장 높은 점유율을 차지하였으며, 다음으로 주먹물수배기, 고무꼭징이의 순으로 나타났다. 갑각류는 붉은대게가 6,499kg/km<sup>2</sup>로, 두족류에서는 갈고리흰오징어가 각각 최우점하였고, 복족류의 경우 전체 조사수심에서 어획량이 극히 미미하게 나타났다.

### 분류군별 수심별 계절변동

조사기간 중 봄과 가을의 출현종수 변동범위를 분류군별로 보면 어류는 10-15종, 갑각류는 7-9종, 두족류는 2-5종, 복족류는 1-7종이 출현하였다. 봄에는 전 분류군에서 2007년에 가장 높은 출현종을 보였고 2009년에 가장 적게 나타났다. 가을에도 전 분류군에서 2007년이 가장 높

**Table 1. Species composition by depths and seasons in deep sea of the East Sea of Korea during 2007–2009. N and W represent the number of individuals and biomass. The unit of N and W are inds./km<sup>2</sup> and kg/km<sup>2</sup>, respectively**

Species/2007	Spring								Autumn							
	300m		500m		700m		900m		300m		500m		700m		900m	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<b>Pisces</b>																
<i>Lumpenella longirostris</i>	-	-	455	38	171	11	69	5	-	-	609	45	441	31	95	6
<i>Dasycottus setiger</i>	107	34	269	68	186	60	55	16	94	16	165	55	191	55	634	206
<i>Liparis Tanakae</i>	-	-	-	-	-	-	28	122	9	10	13	50	-	-	-	-
<i>Benthosema pterotum</i>	6,749	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gadus macrocephalus</i>	-	-	76	60	-	-	14	13	140	185	-	-	-	-	-	-
<i>Navodon modestus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctoscopus japonicus</i>	403	8	55	2	-	-	28	1	122	9	19	-	13	-	63	1
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	-	-	28	7	23	8	14	16	9	20	171	67	20	4	-	-
<i>Lycodes nakamurai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liparis tessellatus</i>	-	-	-	-	-	-	41	19	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liparis agassizii</i>	-	-	-	-	-	-	28	36	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycodes tanakai</i>	16	15	-	-	39	-	-	-	37	10	6	14	13	19	-	-
<i>Careproctus rastrinus</i>	8	0	193	57	140	37	-	-	47	19	406	155	7	3	95	14
<i>Eumicrotremus birulai</i>	16	3	21	3	-	-	-	-	37	5	152	13	-	-	-	-
<i>Zoarces gillii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malacocottus gibber</i>	49	14	227	46	178	51	303	73	131	53	254	60	349	105	380	91
<i>Malacocottus zonurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allolepis hollandi</i>	66	5	1,674	55	1,953	90	689	29	645	41	1,287	54	408	28	3,804	251
<i>Petroschmidia toyamensis</i>	16	7	434	98	54	12	96	9	9	4	374	75	164	35	127	15
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	524	70	-	-	-	-	-	-
<i>Hippoglossoides dubius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	5	13	1	-	-	-	-
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2	6	13	-	-	-	-
<b>Crustacea</b>																
<i>Chionoecetes</i> sp.	-	-	117	22	78	4	-	-	-	-	63	10	-	-	-	-
<i>Chionoecetes opilio</i>	148	18	28	2	-	-	-	-	4,181	692	-	-	-	-	-	-
<i>Chionoecetes japonicus</i>	-	-	2,618	335	3,798	575	3,665	2,150	-	-	3,177	440	5,774	842	21,934	3,119
<i>Argis toyamaensis</i>	-	-	1,185	11	2,387	21	10,224	55	6,595	62	3,285	31	1,269	12	5,991	57
<i>Neocrangon communis</i>	-	-	15,432	24	3,433	6	14,605	34	6,707	11	3,557	6	2,492	4	4,754	6
<i>Pandalus eous</i>	33	-	6,283	160	473	8	-	-	1,394	26	9,823	200	809	15	-	-
<i>Spirontocaris arcuata</i>	-	-	14	-	-	-	-	-	215	1	-	-	-	-	-	-
<i>Eualus biunguis</i>	-	-	400	1	-	-	5,098	18	-	-	146	-	-	-	5,547	17
<i>Pandalopsis japonica</i>	-	-	-	-	12,804	31	-	-	28	1	-	-	2,808	9	-	-
<b>Cephalopoda</b>																
<i>Rossia pucifica</i>	47,233	257	-	-	-	-	-	-	65	2	6	1	-	-	-	-
<i>Octopus conispadiceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4	6	1	7	3	-	-
<i>Watasenia scintillans</i>	33	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Watasenia</i> sp.	-	-	-	-	357	64	55	12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Berryteuthis magister</i>	-	-	1,777	174	-	-	-	-	196	56	939	163	861	224	32	13
<i>Gonatopsis makko</i>	-	-	-	-	-	-	110	21	-	-	13	1	7	2	32	2
<b>Gastropoda</b>																
<i>Neptunea constricta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	7	127	13
<i>Neptunea eulimata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	37	8	82	26	85	17	190	55
<i>Neptunea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	19	1	19	1	39	3	-	-
<i>Buccinum striatissimum</i>	-	-	-	-	-	-	41	7	28	1	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum tenuissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	3	-	-
<i>Buccinum sensumaruae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum oedematum</i>	-	-	48	2	70	3	537	19	-	-	44	1	1,256	41	-	-
<i>Siphonalia fusoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	54,878	456	31,332	1,166	26,142	982	35,700	2,654	21,318	1,313	24,636	1,482	17,058	1,461	43,804	3,866

Table 1. Continued

Species/2008	Spring								Autumn							
	300m		500m		700m		900m		300m		500m		700m		900m	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<b>Pisces</b>																
<i>Lumpenella longirostris</i>	601	57	505	37	346	27	12	1	499	41	370	22	288	19	85	5
<i>Dasycotus setiger</i>	754	36	143	48	308	84	47	13	169	11	8	3	30	10	285	68
<i>Liparis Tanakae</i>	-	-	8	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Benthosema pterotum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gadus macrocephalus</i>	19	12	-	-	-	-	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-
<i>Navodon modestus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctoscopus japonicus</i>	114	5	-	-	-	-	-	-	69	3	66	2	8	0	-	-
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	76	192	101	43	154	76	12	12	15	26	16	11	15	6	8	7
<i>Lycodes nakamurai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	31	1	-	-	-	-	-	-
<i>Liparis tessellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0	-	-	-	-	-	-
<i>Liparis agassizii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycodes tanakai</i>	38	35	-	-	19	22	-	-	-	-	-	-	8	8	-	-
<i>Careproctus rastrinus</i>	114	26	17	0	-	-	-	-	15	0	-	-	15	3	46	8
<i>Eumicrotremus birulai</i>	305	51	17	2	-	-	-	-	46	10	16	1	-	-	-	-
<i>Zoarces gillii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malacocottus gibber</i>	48	19	152	33	385	112	244	67	8	3	8	3	15	4	492	97
<i>Malacocottus zonurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allolepis hollandi</i>	2,366	141	1,414	58	2,155	108	1,046	64	261	12	230	8	182	8	777	49
<i>Petroschmidia toyamensis</i>	57	21	227	51	115	25	81	16	15	6	107	20	83	14	185	26
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	10	1	-	-	-	-	-	-	123	13	-	-	-	-	-	-
<i>Hippoglossoides dubius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	76	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Crustacea</b>																
<i>Chionoecetes</i> sp.	-	-	34	4	269	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chionoecetes opilio</i>	1,574	163	-	-	-	-	-	-	15	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chionoecetes japonicus</i>	-	-	2,921	411	10,737	1,622	7,394	861	-	-	49	7	235	32	2,585	306
<i>Argis toyamaensis</i>	1,660	14	2,433	15	4,753	36	6,487	33	414	5	526	3	3,269	21	6,333	45
<i>Neocrangon communis</i>	30,983	78	11,188	24	1,867	4	2,127	4	65,472	176	58,371	13	3,633	8	1,901	4
<i>Pandalus eous</i>	4,531	41	8,191	106	19	0	-	-	10,866	114	10,892	121	819	12	-	-
<i>Spirontocaris arcuata</i>	29	0	-	-	-	-	-	-	261	1	-	-	-	-	-	-
<i>Eualus biunguis</i>	-	-	345	1	4,291	17	9,114	30	-	-	164	0	2,814	9	29,110	95
<i>Pandalopsis japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cephalopoda</b>																
<i>Rossia pucifica</i>	19	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Octopus conispadiceus</i>	-	-	-	-	19	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Watasenia scintillans</i>	-	-	93	1	58	3	105	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Watasenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Berryteuthis magister</i>	48	10	985	118	346	83	12	2	46	14	921	156	417	78	146	34
<i>Gonatopsis makko</i>	-	-	-	-	58	23	12	3	-	-	-	-	15	2	-	-
<b>Gastropoda</b>																
<i>Neptunea constricta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neptunea eulimata</i>	76	10	143	27	250	45	81	2	-	-	-	-	-	-	15	4
<i>Neptunea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum striatissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum tenuissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum sensumaruae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum oedematum</i>	86	6	17	0	250	14	2,093	65	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Siphonalia fusoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	1	315	10
Total	43,583	945	28,935	1,008	26,401	2,353	28,866	1,175	78,340	438	71,745	371	11,862	236	42,283	757

Table 1. Continued

Species/2009	Spring								Autumn							
	300m		500m		700m		900m		300m		500m		700m		900m	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<b>Pisces</b>																
<i>Lumpenella longirostris</i>	-	-	2,057	98	577	35	-	-	180	18	817	66	1,137	74	-	-
<i>Dasycoctus setiger</i>	9	1	26	2	192	61	20	4	1,836	165	-	-	19	5	35	13
<i>Liparis Tanakae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Benthosema pterotum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gadus macrocephalus</i>	9	1	-	-	-	-	-	-	20	7	19	6	-	-	-	-
<i>Navodon modestus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20	2	-	-	38	4	-	-
<i>Arctoscopus japonicus</i>	-	-	104	3	-	-	-	-	100	2	-	-	19	1	-	-
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	20	38	12	-	-
<i>Lycodes nakamurai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liparis tessellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liparis agassizii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycodes tanakai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Careproctus rastrinus</i>	9	0	26	2	82	11	181	7	40	5	342	116	38	8	-	-
<i>Eumicrotremus birulai</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	419	62	190	15	-	-	-	-
<i>Zoarces gillii</i>	9	0	-	-	110	0	-	-	40	9	-	-	-	-	-	-
<i>Malacocottus gibber</i>	9	4	52	3	-	-	60	5	20	12	19	3	57	16	35	6
<i>Malacocottus zonurus</i>	-	-	234	63	55	10	20	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allolepis hollandi</i>	46	1	625	21	9,503	294	1,027	27	3,232	122	475	17	1,839	43	299	10
<i>Petroschmidia toyamensis</i>	-	-	365	73	82	16	121	18	60	24	190	50	133	29	53	9
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,157	77	-	-	-	-	-	-
<i>Hippoglossoides dubius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	32	-	-	-	-	-	-
<i>Hippoglossoides pinetorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Crustacea</b>																
<i>Chionoecetes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chionoecetes opilio</i>	55	6	-	-	-	-	-	-	539	81	-	-	38	7	-	-
<i>Chionoecetes japonicus</i>	-	-	182	13	4,394	351	262	21	-	-	19	1	682	109	370	42
<i>Argis toyamaensis</i>	27	1	3,125	54	6,042	119	3,928	75	259	3	873	5	5,782	34	1,972	12
<i>Neocrangon communis</i>	5,655	28	16,040	78	17,880	84	1,470	19	33,119	101	7,254	21	1,327	3	264	0
<i>Pandalus eous</i>	2,262	55	4,375	122	796	23	-	-	4,988	46	7,045	67	1,137	5	-	-
<i>Spirontocaris arcuata</i>	36	1	-	-	-	-	-	-	180	1	-	-	-	-	-	-
<i>Eualus biunguis</i>	-	-	1,380	22	5,768	98	4,431	68	-	-	437	2	7,279	24	4,789	17
<i>Pandalopsis japonica</i>	18	0	-	-	-	-	-	-	100	0	-	-	-	-	-	-
<b>Cephalopoda</b>																
<i>Rossia pucifica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1	-	-	-	-	-	-
<i>Octopus conispadiceus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Watasenia scintillans</i>	1,824	20	-	-	55	1	141	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Watasenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Berryteuthis magister</i>	-	-	5,729	108	1,236	193	40	13	399	76	8,279	441	1,365	127	53	10
<i>Gonatopsis makko</i>	-	-	-	-	55	3	40	2	-	-	38	3	95	4	70	5
<b>Gastropoda</b>																
<i>Neptunea constricta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neptunea eulimata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neptunea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum striatissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	40	5	57	2	95	9	35	1
<i>Buccinum tenuissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum sensumaruae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum oedematum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Siphonalia fusoides</i>	-	-	-	-	247	26	101	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buccinum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>9,969</b>	<b>116</b>	<b>34,319</b>	<b>662</b>	<b>47,076</b>	<b>1,324</b>	<b>11,843</b>	<b>270</b>	<b>46,865</b>	<b>851</b>	<b>26,071</b>	<b>833</b>	<b>21,118</b>	<b>514</b>	<b>7,975</b>	<b>126</b>

Table 2. Number of species by season

Taxon/Year	Spring			Autumn			Total		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Pisces	15	14	10	15	14	14	18	16	15
Crustacea	9	8	8	9	7	8	9	8	8
Cephalopoda	5	5	3	4	2	3	6	5	4
Gastropoda	2	2	1	7	1	1	7	2	2
Total	31	29	22	35	24	26	40	31	29

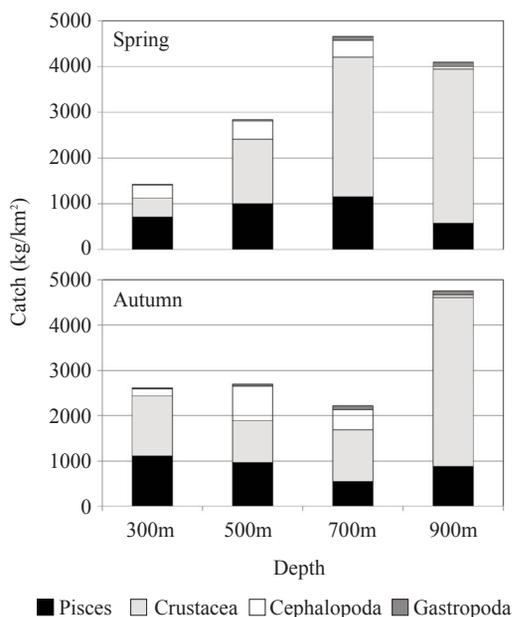


Fig. 2. Seasonal difference of catch per unit area by depth and taxa.

은 출현종을 보였으나, 갑각류와 두족류는 2008년이 가장 적게 나타났지만 연도별, 계절별로 출현종수의 큰 차이는 나타나지 않았으며, 복족류의 경우 2007년 가을에 가장 높은 출현종수를 나타냈다 (Table 2).

분류군별로 수심에 따른 계절변동을 살펴보면, 봄에는 300m에서 어류가 718kg/km<sup>2</sup>로 전체 어획량 중 50%를 점유하여 가장 높았고 다음으로 갑각류, 두족류의 순으로 나타났다. 500m, 700m, 900m에서는 갑각류가 각각 1,406kg/km<sup>2</sup>, 3,048kg/km<sup>2</sup>, 3,369kg/km<sup>2</sup>로 수심별 전체 어획량의 50-82%를 점유하여 가장 높은 어획량을 보

였고, 다음으로 어류, 두족류의 순으로 나타나 전반적으로 700m에서 총 4,658kg/km<sup>2</sup>이 어획되어 가장 높은 어획량을 보였다.

가을에는 300m에서 갑각류가 1,321kg/km<sup>2</sup>로 전체 어획량 중 51%를 점유하여 가장 높았고 다음으로 어류 43%, 두족류 6%의 순으로 나타났다. 500m에서는 어류가 964kg/km<sup>2</sup>, 36%를 점유하여 가장 높았고, 700m, 900m에서는 갑각류가 각각 1,146kg/km<sup>2</sup>, 3,720kg/km<sup>2</sup>로 수심별 전체 어획량의 52-78%를 점유하여 가장 높은 어획량을 보였고, 다음으로 어류, 두족류의 순으로 나타났다으며, 전반적으로 900m에서 총 4,749kg/km<sup>2</sup>이 어획되어 가장 높은 어획량을 보였다 (Fig. 2).

계절별 총어획량의 경우, 봄에는 13,021kg/km<sup>2</sup>, 가을에는 12,250kg/km<sup>2</sup>이 어획되어 봄에 약간 높은 어획량을 보였지만, 수심별로 보면 봄에는 700m에서 가장 어획량이 높았고, 다음으로 900m, 500m, 300m의 순이었다. 가을에는 900m에서 가장 높은 어획량을 보였고, 다음으로 500m, 300m의 순이었으나, 봄과 반대로 700m에서 가장 낮은 어획량을 나타냈다

#### 주요종의 수심별 계절변동

조사기간 중 출현한 주요 우점종인 어류 6종, 갑각류 2종, 두족류 1종의 어획량을 보면, 봄에는 붉은대게가 6,341kg/km<sup>2</sup>가 어획되어 가장 높은 어획량을 보였고, 다음으로 청자갈치 892kg/km<sup>2</sup>, 갈고리흰오징어 701kg/km<sup>2</sup>, 북쪽분홍새우 515kg/km<sup>2</sup>, 주먹물수배기 427kg/km<sup>2</sup>, 고무떡정이 426kg/km<sup>2</sup>, 칠성갈치 346kg/km<sup>2</sup>, 가시베도라

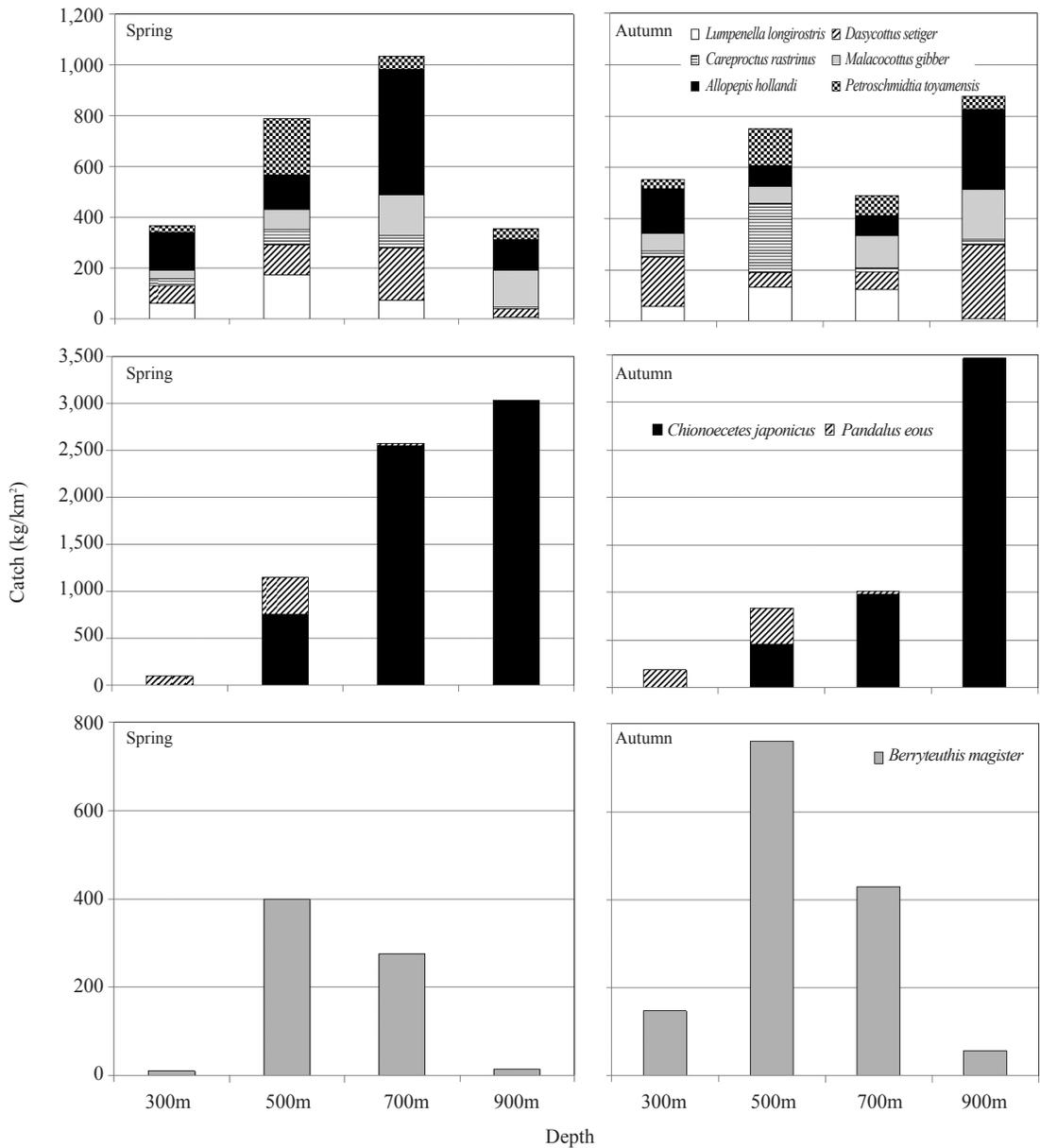


Fig. 3. Seasonal differences of catch per unit area by depth and important dominant species (upper: Pisces, middle: Crustacea, below: Cephalopoda).

치 309kg/km<sup>2</sup>, 분홍꼼치 141kg/km<sup>2</sup>의 순으로 나타났다.

가을에는 봄과 마찬가지로 붉은대게가 4899kg/km<sup>2</sup>로 가장 높은 어획량을 보였고, 다음으로 갈고리흰오징어 1,392kg/km<sup>2</sup>, 청자갈치

643kg/km<sup>2</sup>, 고무క్క정이 607kg/km<sup>2</sup>, 북쪽분홍새우 605kg/km<sup>2</sup>, 주먹물수배기 455kg/km<sup>2</sup>, 분홍꼼치 330kg/km<sup>2</sup>, 가시베도라치 324kg/km<sup>2</sup>, 칠성갈치 306kg/km<sup>2</sup>의 순이었다. 봄과 가을간 어획량 차이를 보면 붉은대게, 청자갈치, 칠성갈치는 봄

에 더 높은 어획량을 보였지만, 나머지 어종은 가을에 더 높은 어획량을 나타냈다 (Table 1).

수심별, 계절별 어획량변동을 보면, 붉은대게는 500m, 700m, 900m에서 봄과 가을에 최우점하였는데, 봄에는 700m에서 2,548kg/km<sup>2</sup>, 가을에는 900m에서 3,467kg/km<sup>2</sup>로 가장 많이 어획되었으며, 수심별 총 어획량은 봄이 가을보다 약 30% 정도 더 높게 나타났다. 갈고리흰오징어는 500-700m에서 집중적으로 어획되었는데, 봄보다 가을에 약 1.7배 더 어획되었으며, 청자갈치는 전 수심에서 비교적 고르게 어획되었는데 수심별 어획량은 봄 892kg/km<sup>2</sup>, 가을 643kg/km<sup>2</sup>로 봄에 더 높은 것으로 나타났다. 칠성갈치는 주로 500m에서 어획되었는데 어획량은 봄에 약간 높은 것으로 나타났고, 가시베도라치는 500m에서 계절에 관계없이 고르게 어획되었으며, 고무껍정어, 분홍꼼치, 주먹물수베기는 전 수심에서 고르게 어획되었고, 가을의 어획량 330-607kg/km<sup>2</sup>이 봄 어획량 141-427kg/km<sup>2</sup>보다 더 높은 것으로 나타났다 (Table 1, Fig. 3).

### 주요종의 체장조성

조사기간 중 어획된 주요 종의 체장조성을 살펴보면, 2007-2009년 동안 어획된 붉은대게 수컷의 평균갑폭은 8.1cm, 주 모드는 9-11cm였으며, 암컷의 평균갑폭은 7.0cm, 주 모드는 2008년에 7.0-9.0cm, 2007, 2009년은 9-11cm로 나타났다. 연도별 평균갑폭은 수컷이 7.9-8.4cm로 2009년이 8.4cm로 가장 컸고, 암컷이 7.0-7.1cm로 수컷보다 1cm 정도 작았지만, 연도에 따른 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다. 청자갈치 수컷의 평균체장은 22.1cm, 주 모드는 2007-2008년에 25-28cm, 2009년에 22-25cm로 감소하였고, 암컷의 평균체장은 23.6cm, 주 모드는 2007년 28-31cm, 2008년 25-28cm, 2007년에 22-25cm로 연도에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 칠성갈치 수컷의 평균체장은 31.6cm, 주 모드는 2007년 37-40cm, 2008년 34-37cm, 2009

년 31-34cm로 나타나 연도에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었고, 암컷의 평균체장은 32.0cm, 주 모드는 2007년과 2009년에 34-37cm, 2008년에 37-40cm로 나타났다. 가시베도라치 수컷의 평균체장은 26.9cm, 주 모드는 2007-2008년 30-32cm, 2009년 28-30cm였고, 암컷은 2007년 30-32cm, 2008-2009년 32-34cm로 나타나, 주요 어종에 대한 주 모드의 연도별로 뚜렷한 변화경향은 나타나지 않았다 (Fig. 4).

### 군집구조

조사기간 동안 출현한 종수와 개체수를 바탕으로 생태지수를 분석한 결과, 봄의 종풍부도 (R)는 2.01-2.16의 범위로 300m에서 가장 높았고, 500m에서 가장 낮았으나 수심별로 큰 차이를 보이지 않았고, 종다양도 (H')는 1.53-2.09의 범위로 700m에서 가장 높았고, 300m에서 가장 낮았으며, 종우점도 (D)는 0.15-0.31의 범위로 300m에서 가장 높았고, 700m에서 가장 낮아 종다양도와 상반되는 경향을 보였다. 또, 가을의 종풍부도는 1.48-2.69의 범위로 300m에서 가장 높았고, 900m에서 가장 낮았고, 종다양도는 1.13-2.23의 범위로 700m에서 가장 높았고, 300m에서 가장 낮았으며, 종우점도는 0.14-0.54의 범위로 300m에서 가장 높았고, 700m에서 가장 낮아 봄과 마찬가지로 종다양도와 상반되는 경향을 보였다 (Fig. 5).

각 수심의 백분유사도 지수를 계산하여 수상을 작성한 결과, 봄에는 유사도 96% 수준에서 두 무리로 구분되었다. 500m와 700m는 서로 높은 유사도를 보였고 유사도 98% 수준에서 이들과 300m가 합쳐짐을 보였으며, 900m의 군집상이 타 수심과 비교하여 가장 큰 차이를 나타냈다 (Fig. 6).

가을에는 유사도 88% 수준에서 두 무리로 구분되었는데, 300m와 500m는 서로 높은 유사도를 보였고 유사도 94% 수준에서 이들과 900m가

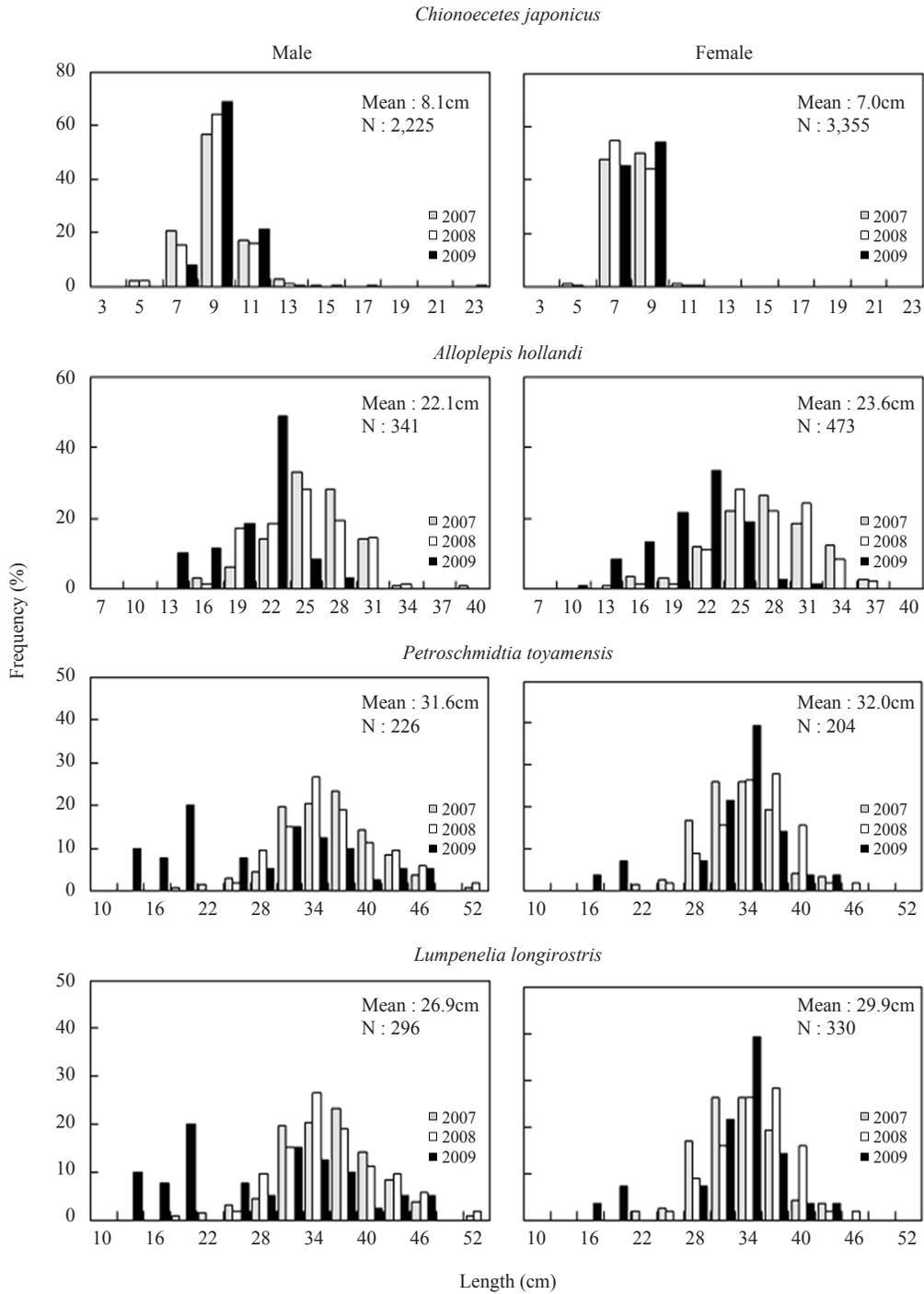


Fig. 4. Length frequency of four important dominant species by year.

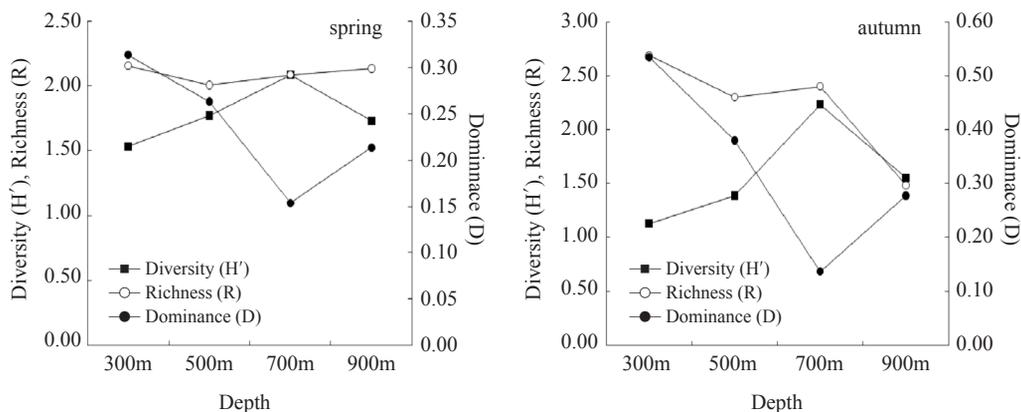


Fig. 5. Ecological indices by depth and season.

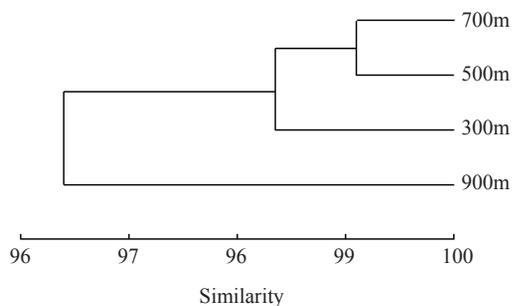


Fig. 6. Dendrogram based on the community similarity of each depth by abundance in spring.

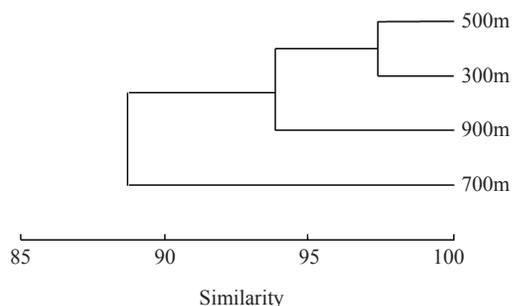


Fig. 7. Dendrogram based on the community similarity of each depth by abundance in autumn.

합쳐짐을 보였으며, 700m의 군집상이 타 수심과 비교하여 가장 큰 차이를 나타냈다 (Fig. 7).

### 고찰

2007년부터 2009년 동안 동해 심해 생태계에

대한 수심별 트롤어획시험 조사 결과, 어류 23종, 갑각류 9종, 두족류 6종, 복족류 9종의 총 47종이 어획되었는데, 계절별로는 봄에 총 38종이 출현하고, 가을에 총 41종이 출현하여 가을에 약간 많은 출현종수를 보였다. 수심별로 봄에는 총 24-26종이 출현하여 300m에서 가장 많았고, 가을에는 총 18-33종으로 300m에서 가장 많은 종이 출현하였다.

수심별, 계절별 출현종수의 차이는 조사횟수에 많은 영향을 받는 것으로 알려졌는데 (Huh and Chung, 1999), 본 연구에서 수행한 트롤어획시험 조사도 연 2회에 불과하기 때문에 수심별로 출현종수의 변동을 보인 것으로 생각된다.

본 연구에서 수심별, 계절별 주요 우점종은 붉은대게, 갈고리흰오징어, 청자갈치, 칠성갈치, 북쪽분홍새우, 주먹물수배기, 고무떡정어, 가시베도라치, 분홍꼼치 등 9종이었는데, 이들 종의 어획개체수와 어획량은 각각 전체의 30%, 78%를 차지하였다. 갑각류 어획물 중 새우류에 의한 개체수 증가 및 어획량의 점유율을 보면, 상기 주요 우점종이 심해 어획물의 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

동해에 출현한 어류에 대해 분석한 기존의 연구결과를 보면, 영일만 정치망에서 출현한 종수는 28-100종의 범위를 보였고 (Han et al., 1997),

고성 연안에서 자망과 정치망에 출현한 종수는 각각 33종, 36종 등 총 60종이었고 (Ryu et al., 2005), 영일만 저층트롤에 출현한 종수는 59종 (Lee, 1999), 포항 연안에서 삼중자망에 출현한 종수는 58종 (Han et al., 2002a), 동해 트롤조사에 의한 종수는 107종 (Yoon et al., 2008)으로 비교적 많은 출현종을 보였다. 2004-2006년간 상업 어선 3척에 의한 저층트롤조사의 결과를 보면, 출현한 종수는 22종에 불과한데 (Park et al., 2007), 이는 하계에만 1회씩 조사가 수행되었기 때문에 비교하기에는 무리가 있지만, 심해는 계절에 따른 수온 변동폭이 거의 없고 안정적 해양 환경을 유지하므로 서식생물의 변화가 그리 크지 않을 것으로 판단된다. 이러한 사실을 고려할 때, 동해의 출현종수는 연안, 근해, 심해의 순으로 높게 나타났고, 가장 많이 어획된 심해성 어류는 청자갈치, 고무క్క정어, 칠성갈치, 주먹물수배기 등이었으며, 이와 같은 심해성 어종의 약 50%가 현장에서 폐기된다고 보고하였다 (Park et al., 2007). 이들 심해성 어종은 심해뿐만 아니라 동해 근해에서도 매우 높은 면적당 생체량을 보이고 있지만 대부분이 어획되는 대로 폐기되고 있어 (Yoon et al., 2008), 이들 자원에 대한 어획방법 개선 및 관리방안 마련이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구에서 주요 우점종인 어류 6종, 갑각류 2종, 두족류 1종의 어획량을 보면, 봄에는 붉은대게가 가장 높았고, 다음으로 청자갈치, 갈고리흰오징어, 북쪽분홍새우, 주먹물수배기, 고무క్క정어, 칠성갈치, 가시베도라치, 분홍꼼치의 순으로 나타났다. 가을에는 봄과 마찬가지로 붉은대게가 가장 높았고, 다음으로 갈고리흰오징어, 청자갈치, 고무క్క정어, 북쪽분홍새우, 주먹물수배기, 분홍꼼치, 가시베도라치, 칠성갈치의 순이었다. 봄과 가을을 비교한 어획량 차이를 보면 붉은대게, 청자갈치, 칠성갈치는 봄에 더 높은 어획량을 보였고, 나머지 어종은 가을에 더 높은 어획량을 나타냈지만, 심해의 해양환경적 특징

을 고려한다면 계절별로 큰 차이는 없는 것으로 판단된다.

수심별 어획량 변동을 살펴보면, 어류는 300, 700, 900m에서 청자갈치가, 500m에서 칠성갈치가 가장 높았으며, 갑각류는 300m에서 대게가 가장 높았고 500, 700, 900m에서 붉은대게가 가장 높게 나타나, 대게는 주로 300-400m에서, 붉은대게는 900m 이하의 수심에서 주로 어획되고 있는 것으로 나타났다. 두족류의 경우, 500, 700m에서 갈고리흰오징어가 가장 높게 나타나, 주로 500-700m에서 어획되고 있는 것으로 분석되었다.

계절에 따른 수심별 어획량변동을 보면, 붉은대게는 500m, 700m, 900m에서 계절에 관계없이 가장 높았는데, 봄에는 700m에서, 가을에는 900m에서 가장 많이 어획되었으며, 수심별 총 어획량은 봄이 가을보다 약 30% 정도 더 높은 것으로 분석되었다. 갈고리흰오징어는 500-700m에서 집중적으로 어획되었는데, 봄보다 가을에 약 1.7배 더 어획되었으며, 칠성갈치는 주로 500m에서 어획되었는데 어획량은 봄에 약간 높은 것으로 나타났고, 청자갈치, 고무క్క정어, 분홍꼼치, 주먹물수배기는 전 수심에서 고르게 어획되었고, 가을이 봄보다 어획량이 더 높은 것으로 나타났다.

분류군별로 수심에 따른 계절변동을 살펴보면, 300m에서 봄에는 어류가 전체 어획량 중 50%를 점유하여 가장 높은 반면, 가을에는 갑각류가 51%를 점유하고 있었는데, 이는 대게가 주로 300m에서 어획된다는 점을 고려한다면 대게의 어획중량이 영향을 미친 것으로 생각된다. 500m에서 봄에는 갑각류가 50%, 가을에는 어류가 36%를 점유하여 가장 높았고, 700m와 900m에서는 봄과 가을 모두 갑각류가 수심별 전체 어획량의 52-82%를 점유하여 가장 높은 어획량을 보였으며, 전체적으로는 700m에서 가장 높은 어획량을 보였다. 여기서, 분류군별 어획비율에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 300-500m에서

는 대계의 어획중량이, 700-900m는 붉은대계의 어획중량인 것을 알 수 있다.

단위면적당 개체수로 분석한 수심별, 계절별 군집구조를 살펴보면, 봄의 종풍부도지수는 출현종수가 가장 많은 300m에서 가장 높았고, 출현종수가 적은 500m에서 가장 낮게 나타났고, 종다양도지수는 700m에서 가장 높았고, 300m에서 가장 낮게 나타났으며, 종우점도지수는 300m에서 가장 높았고, 700m에서 가장 낮아 종다양도지수와 상반되는 경향을 나타내고 있다. 이는 700m 수심이 면적당 어획량은 적지만 종다양성을 고려한다면 다양한 어종이 출현하고 있으며, 자원으로서의 이용가능성이 높다는 것을 의미한다.

가을의 종풍부도지수는 300m에서 가장 높았고, 900m에서 낮았으며, 종다양도지수는 700m에서 가장 높았고, 300m에서 가장 낮게 나타났다. 종우점도지수는 300m에서 가장 높았고, 700m에서 가장 낮게 나타났으며, 계절별 유사도 분석결과, 봄에는 500m와 700m에서 종조성의 유사성을 보였고 96%의 수준에서 900m와 상이한 것으로 분석되었고, 가을에는 300m와 500m에서 서로 유사성을 보인 반면 88%의 수준에서 700m와 서로 차이가 있는 것으로 판단되었다.

일반적으로 심해어종은 형태가 특이하고 이름이 생소하여 일반 국민들이 식용으로 이용하기에는 한계가 있으므로 가공기술의 개발과 함께 식량 및 신물질 개발을 위한 자원으로 충분히 이용할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 심해어종은 깊은 수심에 서식하고 있고, 이들 자원을 이용하기 위해서는 어획방법의 어려움과 어업 비용 등의 문제가 대두되기 때문에 자원량의 규모나 경제적 타당성 등 종합적 검토가 선행되어야 한다. 또한, 심해어종은 대륙붕에 서식하는 어종에 비해 긴 수명과 낮은 성장률 등의 특징을 보이기 때문에 (Bans et al., 2002) 처음부터 합리적인 자원관리방안을 고려하여 심해자원의 이용방안을 모색하여야 할 것으로 생각된다.

## 결 론

본 연구를 통해 어류 23종, 갑각류 9종, 두족류 6종, 복족류 9종의 총 47종이 어획되었다. 계절별로는 봄에는 총 38종이 출현하고, 가을에는 총 41종이 출현하였다. 수심별로 봄에는 총 24-26종이 출현하였는데 300m에서 26종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 가을에는 총 18-33종이 출현하였는데 300m에서 33종으로 가장 많은 종이 출현하였다. 수심별로 주요 우점종을 보면, 300m는 대계, 500m는 갈고리흰오징어, 700m와 900m는 붉은대계가 최우점하였다. 분류군별로 수심에 따른 계절변동을 살펴보면, 봄에는 300m에서 어류가 가장 높았고, 500m, 700m, 900m는 갑각류가 가장 높은 어획량을 보였다. 가을에는 300m, 700m, 900m에서 갑각류가, 500m에서는 어류가 가장 높은 어획량을 보였다. 봄의 풍부도는 300m에서 2.16으로 가장 높았고, 500m에서 2.01로 가장 낮았고, 종다양도는 700m에서 2.09로 가장 높았고, 300m에서 1.53으로 가장 낮았으며, 종우점도는 300m에서 0.31로 가장 높았고, 700m에서 0.15로 가장 낮았다. 가을의 종풍부도는 300m에서 2.69로 가장 높았고, 900m에서 1.48로 가장 낮았으며, 종다양도는 700m에서 2.23으로 가장 높았고, 300m에서 1.13으로 가장 낮았으며, 종우점도는 300m에서 0.54로 가장 높았고, 700m에서 0.14로 가장 낮았다. 계절별 유사도 분석결과, 봄에는 500m와 700m에서 종조성의 유사성을 보였고 900m와는 차이가 있었으며, 가을에는 300m와 500m에서 서로 유사성을 보인 반면 700m와는 서로 차이가 나타났다. 본 연구결과를 바탕으로 동해 심해에 서식하는 미이용 수산자원의 생태학적 특성을 구명하고, 계절별, 수심별 분포특성과 양적변동을 고려한 심해자원의 관리방안을 마련하여야 할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (동해 심해생태계

자원특성연구, RP-2010-FR-042)의 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

- Bans, J. and M. Mann, 2002. Fundamentals of Aquatic Ecology. Joo, G.J., H.Y. Lee and H.S. Jin. eds. Acanet Publ. Co., pp. 527.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27, 325-349.
- Choi, Y., J.H. Kim and J.Y. Park, 2002. Marine fishes of Korea. Kyo-Hak Publ. Co. Ltd., ISBN 89-09-08053-1, pp. 646.
- Choi, J.H., B.G. Hong, Y.Y. Chun, J.N. Kim and Y.M. Choi, 2009. Feeding comparison of three deep-sea fish, *Lumpenella longirostris*, *Malacocottus gibber* and *Bothrocara hollandi*, in the East Sea. J. Kor. Fish. Aquat. Sci., 42 (2), 151-156.
- Chun, Y.Y., B.G. Hong, K.S. Hwang, H.G. Cha, S.I. Lee and S.J. Hwang, 2008. Maturation of reproductive organs and spawning of the snow crab, *Chionoecetes opilio* from the East Sea of Korea. J. Kor. Fish. Aquat. Sci., 41 (2), 119-124.
- Chun, Y.Y., S.I. Lee, S.C. Yoon and H.G. Cha, 2009. Molting and growth of the snow crab, *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea. J. Kor. Fish. Aquat. Sci., 42 (4), 380-386.
- Chyung, M.K., 1977. The fishes of Korea. Il-ji Publ. Co. Seoul, pp. 727.
- Gong, Y. and S.J. Son, 1982. A study for ocean thermal front in the East Sea of Korea. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Ag., 28, 25-54.
- Han, K.H., S.H. Choi, B.K. Kim, J.K. Park and D.S. Jeong, 1997. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes collected by set net fishery in Yeongil Bay. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Ag., 53, 13-54.
- Han, K.H., J.C. Son, D.S. Hwang and S.H. Choi, 2002a. Species composition and quantitative fluctuation of fishes collected by trammel net in coastal waters of Seokbyeong, Pohang. Kor. J. Ichthyol., 14 (2), 109-120.
- Huh, S.H. and S.G. Chung, 1999. Seasonal variations in species composition and abundance of fishes collected by an otter trawl in Nakdong river estuary. Bull. Kor. Soc. Fish. Tech., 35 (2), 178-195.
- Jeong, E.C., C.D. Park, S.W. Park and J.H. Lee, 2000. Size selectivity of trap for male red queen crab *Chionoecetes japonicus* with the extended SELECT model. Fisheries Science, 66 (3), 494-501.
- Kim, H.S., 1973. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Anomura. Brachyura. Vol 14, Sam-Hwa Publ. Co. Ltd., pp. 694.
- Kim, H.S., 1977. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Anomura. Brachyura. Vol 14, Sam-Hwa Publ. Co. Ltd., pp. 414.
- Kim, Y.E., J.G. Myoung, Y.S. Kim, K.H. Han, C.B. Kang, J.K. Kim and J.H. Ryu, 2005. Marine Fishes of Korea. Second Edition, Han-Guel Publ. Co. Ltd., ISBN 89-89334-22-5, pp. 397.
- Kim, J.N., J.H. Choi, B.G. Hong, K.S. Hwang and Y.Y. Chun, 2007. Two hippolytid shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the deepwater of the East Sea, Korea. Kor. Soc. Syst. Zool., 23, 199-203.
- Lee, T.W., 1999. Seasonal variations in species composition of demersal fish in Yeongil Bay, east coast of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 32 (4), 512-519.
- Margalef, R, 1963. On certain unifying principles in ecology. Am. Nat., 97, 357-374.
- Min, D.K., J.S. Lee, D.B. Koh and J.G. Je, 2004. Mollusks in Korea. Han-Geul Publ. Co. Ltd., ISBN 89-89334-12-8, pp. 566.
- NFRDI, 2001. Shrimps of the Korean waters. Han-Geul Publ. Co. Ltd., pp. 188.
- NFRDI, 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. Han-Geul Publ. Co. Ltd., pp. 333.
- NFRDI, 2009. Final report of research and development results of 2009 (fishery resources and environment parts). National Fisheries Research and Development Institute, 165-199.
- Park, H.H., E.C. Jeong, B.S. Bae, Y. Yang, S.J. Hwang,

- J.H. Park, S.Y. Kim, S.I. Lee and S.H. Choi, 2007. Fishing investigation and species composition of the catches caught by a bottom trawl in the deep East Sea. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 43 (3), 183 – 191.
- Park, C.D., H.C. An, S. Cho, B.S. Bae, H.H. Park, J. Bae and H.Y. Kim, 2009. Size selectivity of gill net for female snow crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 45 (2), 122 – 127.
- Pielou, E.C., 1977. *Mathematical ecology*. Wiley, New York, pp. 385.
- Prado, J., 1990. *Fisherman's workbook*. Blackwell Publ. Co. Oxford, pp. 192.
- Ryu, J.H., P.K. Kim, J.K. Kim and H.J. Kim, 2005. Seasonal variations of species composition of fishes collected by gill net and set net in the middle East Sea of Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 17 (4), 279 – 286.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, pp. 163.
- Yoon, S.C., H.K. Cha, S.I. Lee, D.S. Chang, S.J. Hwang and J.H. Yang, 2008. Variation in species composition of demersal organisms caught by trawl survey in the East Sea. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 44 (4), 323 – 344.
- 
- 2010년 11월 13일 접수  
2010년 11월 15일 1차 수정  
2010년 11월 15일 수리