

# 동해 심해어류, 가시베도라치 (*Lumpenella longirostris*), 주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*), 청자갈치 (*Bothrocara hollandi*)의 식성비교

최정화 · 홍병규<sup>1</sup> · 전영열<sup>2</sup> · 김정년 · 최영민<sup>1</sup> · 유옥환<sup>3</sup>  
국립수산과학원 자원연구과, <sup>1</sup>국립수산과학원 심해연구센터,  
<sup>2</sup>국립수산과학원 동해연구소 어업자원과, <sup>3</sup>한국해양연구원

## Feeding Comparison of Three Deep-sea Fish, *Lumpenella longirostris*, *Malacocottus gibber* and *Bothrocara hollandi*, in the East Sea

Jung Hwa CHOI, Byung Kyu HONG<sup>1</sup>, Young Youl JUN<sup>2</sup>, Jung Nyun KIM, Young Min CHOI<sup>1</sup> and Ok Hyan YOO<sup>3</sup>

Fisheries Resources Research Team, NFRDI, Busan 619-705, Korea

<sup>1</sup>Deep Sea Research Center, NFRDI, Pohang 791-802, Korea

<sup>2</sup>Fisheries Resources Research Team, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea

<sup>3</sup>Korea Ocean Research Development Institute, Ansan 426-744, Korea

The stomach contents of *Lumpenella longirostris*, *Malacocottus gibber* and *Bothrocara hollandi* from the East Sea were examined to determine their feeding ecology. Specimens were caught seasonally from 2004 to 2006. The primary prey items of each species included crustaceans and mollusks. *L. longirostris* is a benthophage that primarily consumes bottom crustaceans and bivalves. *M. gibber* and *B. hollandi* are meso-pelagicphages that primarily consume amphipods and cephalopods. However, the species are opportunistic feeders that exploit the available prey in their habitat. The empty stomach ratio of the species is larger than that of offshore species (e.g. hairtail fish and yellow goose fish), and the prey diversity of the species evaluated in this study was much smaller than that of offshore species.

Key words: *Lumpenella longirostris*, *Malacocottus gibber*, *Bothrocara hollandi*, Feeding ecology, Stomach contents

### 서 론

동해 수심 200 m 이심의 심해는 저수온, 고염분과 무광층의 안정적인 해양환경적 특성을 가지고 있으며, 낮은 생물 다양성과 적은 서식생물량과 같은 환경적 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다 (Park et al., 2007). 심해수산생물에 대한 연구는 어선산업의 발달 및 어업활동의 기계화로 인한 높은 어획강도로 연안 및 근해 수산자원의 고갈로 인해 자원 개발의 필요성으로 부각되었다. 깊은 수심으로 인해 심해에 대한 어로활동은 동해구저인망, 대게 통발, 대게 자망 등 목표종을 어획하기 위한 몇몇의 어업에 의해 주로 이루어졌으며, 지금까지 알려진 동해 심해에 서식하는 수산자원으로는 대게 (*Chionoecetes opilio*), 붉은대게 (*Chionoecetes japonicus*)를 비롯하여 먹갈치 (*Lycodes nakamurae*), 벌레문치 (*Lycodes tanakae*), 칠성갈치 (*Petroschmidia toyamensis*), 고무꼭정어 (*Dasycottus japonicus*) 등으로 최근 이들 심해 서식 수산생물에 대한 연구로는 생태학적 특성과 현존자원량 변화 등에 관해 수행되고 있다 (Park et al., 2007).

심해서식 수산자원에 대한 연구로는 21세기 접어들어 자원의 관리적 측면에 대한 법령의 개발과 각 개별 국가에 의한 접근보다는 국제기구를 이용한 다국적 연구단체에 의한 연구가 활발하게 진행되고 있다 (Hofmann et al., 2004; Hofmann et al., 2008). 우리나라 또한 심해에 대한 다양한 형태의 연구가 물리해양학적 접근 및 화학해양학적 접근 등의 학자 간 공동연구 뿐만 아니라, 러시아 과학자와의 공동연구를 통해 동해 수심 200 m 이심에 대한 다각도의 연구들이 현재 진행 중에 있다 (Park et al., 2007). 최근 들어 대게 (*C. opilio*)와 붉은대게 (*C. japonicus*)의 분포 수심과 해역에 관한 연구 (NFRDI, 2008)와 대게류 통발어구에 대한 어획능률에 관한 연구 (Jeong et al., 2000) 등 대부분 현재 어민들이 어획하는 종을 대상으로 연구가 수행되었다. 또한, 국립수산과학원의 심해자원조사를 통해 청자갈치 (*Bothrocara hollandi*), 칠성갈치 (*P. toyamensis*), 주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*) 등의 다양한 어류들이 분포하는 것으로 보고되면서 (Park et al., 2007), 이들 심해 어자원에 대한 생태학적 특성들이 밝혀지고 있다. 동해 일본측에 서식하는 가시베도라치 (*Lumpenella longirostris*)는 서식수심과 주요먹이생물에 대해 알려져 있

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

으며 (Antonenko et al., 2005a), 청자갈치는 서식수심에 따른 계통지리학적 차이와 서식수심 및 주요 먹이생물에 대해 알려져 있다 (Kojima et al., 2001; Antonenko et al., 2005b).

본 연구에서는 동해 심해에 우점적으로 서식하는 가시베도라치 (*L. longirostris*), 주먹물수베기 (*M. gibber*)와 청자갈치 (*B. hollandi*)의 수심별 먹이섭이의 특성과 동일해역에 서식하는 3종의 먹이섭이의 상관관계를 분석하였다. 또한 심해어종의 공위율과 먹이생물의 상대중요성지수 등을 이용하여 심해에 서식하는 어류의 먹이생물 섭이 전략을 비교하였다.

### 재료 및 방법

본 연구에 사용된 시료는 2005년 6월과 12월 (청자갈치), 2006년 3월 (가시베도라치), 2006년 9월 (주먹물수베기)까지 4차례에 걸쳐 국립수산물과학원 탐구1호의 저층트롤 (망목 2 cm)을 이용하여 수심 300 m에서 900 m까지 100 m 간격으로 1시간 동안 인망하여 채집하였다. 채집된 각 어종별 개체는 현장에서 영하 80°C의 냉동고에 냉동 보관하였다. 냉동된 개체는 실험실로 이동하여 전장 (Total length)과 체중 (Body weight)을 측정하고, 위를 분리하였으며, 위내용물은 해부현미경을 이용하여 먹이 종류별로 구분하였다. 위내용물은 가능한 종까지 동정하였으나, 동정이 힘든 종은 과 (Family) 혹은 목 (Order) 단위까지 분류하였다 (Kim, 1973; Kim, 1977; Roper et al., 1984; Cha et al., 2001; Kim et al., 2004). 동정된 위내용물은 개체수를 계수하고, 습중량을 측정하였으며, 크기를 mm 단위까지 측정하였다.

각 어종의 위내용물 출현양상은 각 먹이생물에 대한 출현빈도 ( $F_i$ : Occurrence), 개체수비 ( $N_i$ : Number of individual), 습중량비 ( $W_i$ : Weight), 및 먹이생물 상대중요성지수 (IRI, Index of relative importance)의 네 가지 지수로 나타내었다 (Pinkas et al., 1971; Hyslop, 1980). 또한 각 먹이생물의 상대중요성지수를 백분율로 환산하여 상대중요성지수비 (%IRI)를 구하였다.

$$\text{출현빈도 } (F_i) = i \text{ 종을 섭이한 포식자의 개체수} / \text{총개체수} \times 100$$

$$\text{개체수비 } (N_i) = \text{섭이된 } i \text{ 종의 개체수} / \text{위내용물 총개체수} \times 100$$

$$\text{습중량비 } (W_i) = \text{섭이된 } i \text{ 종의 습중량} / \text{위내용물 총습중량} \times 100$$

$$\text{상대중요성지수 } (IRI) = (\text{개체수비} + \text{습중량비}) \times \text{출현빈도}$$

각 어종에 대한 성장과 서식수심에 따른 먹이 선호도를 파악하기 위해 전장을 2 cm 단위로 분리하여 먹이생물을 분류군 단위로 분석하였으며, 수심을 100 m 단위로 분리하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 가시베도라치 (*Lumpenella longirostris*)

가시베도라치 (*L. longirostris*)는 농어목 (Order Perciformes) 장갱이과 (Family Stichaeidae)에 속하며 본 연구에서는 500-900 m 수심에서 채집되었다. 총 채집 개체수는 68개체였고, 공위개체수는 7개체였으며 체장범위는 16.50-34.50 cm (평균 26.50 cm)였다.

가시베도라치는 연체동물 (85.77%)을 먹이로 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 이 중 이매패류가 48.55%로 가장 높게 나타났다 (Table 1). 가시베도라치의 성장에 따른 먹이선호도는 어린시기에는 연체동물을 주로 섭이한 것으로 나타났으나, 성장하면서 갑각류를 많이 섭이하는 것으로 나타났다 (Fig. 1). 서식 수심에 따른 먹이 선호도에서는 전 수심에서 연체동물을 주로 많이 섭이하는 것으로 나타났으며, 600 m에서 갑각류를 많이 섭이하는 것으로 나타났다 (Fig. 2).

동해 우리나라 측에 서식하는 가시베도라치는 일본 측 400-600 m 서식수심에 비해 깊은 수심에 많이 서식하며, 섭이하는 먹이생물 또한 이매패류로 일본 측의 다모류와 다르게 나타났다 (Antonenko et al., 2005a). 심해 무광층의 서식환경적 특징으로 인해 가시베도라치는 선호하는 먹이를 선택적

Table 1. Composition of the stomach contents of *Lumpenella longirostris*

Food item	Occurrence (%)	Number (%)	Weight (%)	IRI	IRI (%)
Pisces	1.64	0.09	0.00	0.15	0.00
unidentified fishes	1.64	0.09	0.00	0.15	0.00
Crustacea	67.21	13.74	17.04	2,069.22	12.80
Amphipoda sp.	54.10	7.78	10.27	976.37	7.44
Copepoda sp.	8.20	1.08	0.47	12.72	0.10
Cumacea sp.	37.70	4.07	5.72	369.08	2.81
Ostracoda sp.	6.56	0.72	0.54	8.32	0.06
unidentified crustaceans	1.64	0.09	0.04	0.21	0.00
Mollusca	95.08	85.62	60.16	13,861.00	85.77
Pelecypoda sp.	81.97	33.36	44.40	6,373.80	48.55
Gastropoda sp.	14.75	1.18	1.25	35.71	0.27
unidentified mollusks	78.69	51.08	14.51	5,161.86	39.32
Ohters	9.84	0.54	22.80	229.61	1.42
Polychaeta sp.	1.64	0.09	0.16	0.40	0.00
unidentified spp.	8.20	0.45	22.65	189.33	1.44



Fig. 1. Ontogenetic variation of stomach contents of *Lumpenella longirostris*.

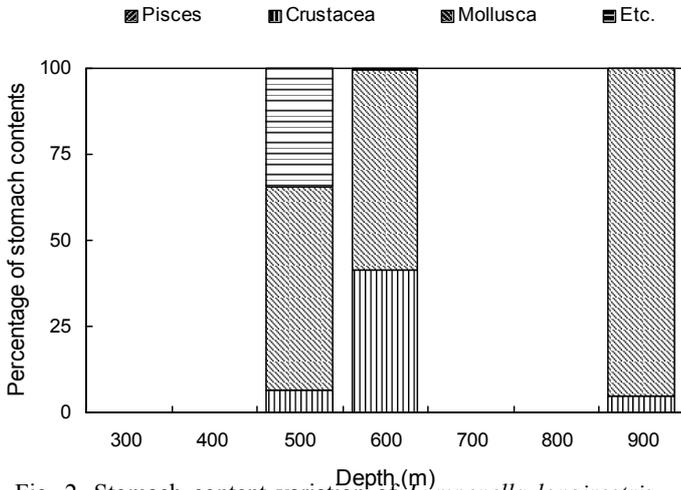


Fig. 2. Stomach content variation of *Lumpenella longirostris* by mean depth of each tow.

로 섭이한다기 보다는 서식해역에 많이 서식하는 먹이생물을 주로 섭이하는 것으로 추측된다. 또한, 본 연구에서 주로 어획된 체장 26 cm는 2세 이상 성장이 이루어진 개체로써 (Antonenko et al., 2005a), 본 연구에서 나타난 비선택적 먹이섭이 양상은 가시베도라치의 성장기 먹이섭이 형태로 보여진다.

주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*)

주먹물수배기 (*M. gibber*)는 썸뱅이목 (Order Scorpaeniformes) 물수배기과 (Family Psychrolutidae)에 속하는 어류로서, 2006년 9월, 400-900 m 수심에서 채집되었다. 총 조사 개체수는 121개체였으며, 공위개체수는 30개체였다. 이들의 체장은 10.60-28.20 cm (평균 21.80 cm) 범위를 보였다.

주먹물수배기 (*M. gibber*)는 주로 갑각류를 전 생활사 기간 선호하는 것으로 나타났으며, 체장 20 cm 크기 그룹에서 어류를 많이 섭이한 것으로 나타났으며, 또한, 체장 28 cm 이상의 그룹에서는 연체동물의 섭이율이 100%로 나타났다 (Fig. 3). 주먹물수배기의 위내용물 조성은 단각류가 가장 높은 비율을

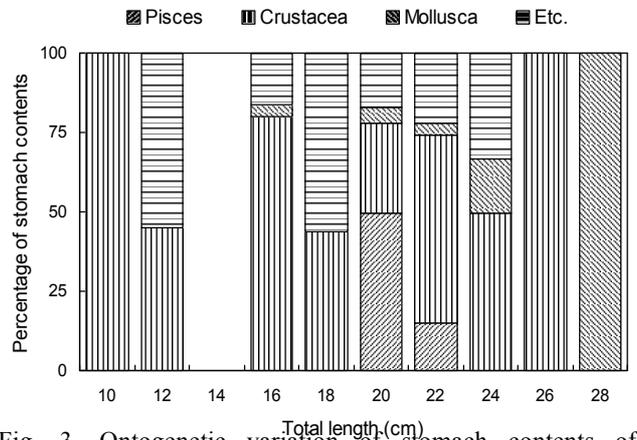


Fig. 3. Ontogenetic variation of stomach contents of *Malacocottus gibber*.

보인 갑각류가 상대중요성지수비에서 82.21%로 가장 높게 나타났다 (Table 2). 수심에 따른 먹이선호도의 결과 깊은 수심에 서식하는 개체에서 어류 섭이가 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 4). 일본 북해도 근해에 서식하는 주먹물수배기는 명태와 함께 중·저층에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다 (Shinohara et al., 1992). 따라서 본 연구에서 나타난 주먹물수배기의 높은 단각류 섭이는 중·저층에 서식하는 저서성 단각류의 높은 섭이에 의한 것으로 추측되어진다.

청자갈치 (*Bothrocara hollandi*)

청자갈치 (*B. hollandi*)는 농어목 (Order Perciformes) 등가시치과 (Family Zoarcidae)에 속하는 어류로, 2005년 6월과 12월, 300-900 m 수심에서 채집되었다. 조사한 개체는 총 294개체였으며, 공위개체수는 168개체였다. 청자갈치의 체장범위는 10.70-37.50 cm (평균 24.33 cm)였다.

청자갈치는 체장이 증가함에 따라 갑각류 섭이비율은 감소하고, 연체동물은 증가하는 경향을 나타내었다 (Fig. 5). 상대중요성지수비에 의한 먹이선호도 결과는 갑각류가 82.72%로 가장 높게 나타났으며, 갑각류 중 단각류가 68.06%로 가장 높았다 (Table 3). 수심에 따른 청자갈치의 먹이섭이 특성으로는 수심 700 m까지 갑각류의 섭이율이 감소하였으나, 700 m 이심은 갑각류의 섭이율이 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 6). 동해 일본측에 속한 프리모리해의 청자갈치는 저서생물 섭이자로 주로 저서성 갑각류와 다모류를 섭이하는 것으로 알려져 있다 (Antonenko et al., 2005b). 하지만 본 연구에서는 갑각류 섭이는 유사한 양상을 보였으나, 저서성 다모류의 섭이는 나타나지 않아 Antonenko et al. (2005b)의 결과와는 다른 양상을 보였다.

동해 심해에 서식하는 3종 중에서 가시베도라치는 저층에 붙어 서식하며 저질 속에 서식하는 이매패류 등을 섭이하는 저서동물 섭이자이며, 주먹물수배기와 청자갈치는 중층과 저층사이에 서식하면서 저질 속에 서식하는 먹이생물보다는 저층과 중층의 중간 수층에 서식하는 먹이생물이 섭이하는 중·저층유영생물 섭이자로 여겨진다 (Table 4). 또한, 3종

Table 2. Composition of the stomach contents of *Malacocottus gibber*

Food item	Occurrence (%)	Number (%)	Weight (%)	IRI	IRI (%)
Pisces	7.69	4.26	18.94	178.51	1.83
unidentified fishes	7.69	4.26	18.94	178.51	6.24
Crustacea	68.13	68.60	48.89	8,004.97	82.21
Amphipoda sp.	25.27	47.29	8.76	1,416.69	49.49
<i>Chionoecetes japonicus</i>	1.10	0.39	0.25	0.70	0.02
<i>Crangon hakodatei</i>	4.40	1.55	1.72	14.39	0.50
<i>Crangon</i> sp.	7.69	2.71	6.44	70.42	2.46
<i>Pagurus trionocheirus</i>	1.10	0.39	1.63	2.22	0.08
Palaemonidae sp.	3.30	1.16	2.52	12.14	0.42
unidentified crabs	12.09	4.26	20.37	297.75	10.40
unidentified shrimps	12.09	4.26	5.59	119.09	4.16
unidentified crustaceans	13.19	6.59	1.60	107.97	3.77
Mollusca	32.97	17.44	11.40	950.70	9.76
Cephalopoda sp.	27.47	13.18	1.63	406.81	14.21
Gastropoda sp.	5.49	1.94	2.16	22.54	0.79
Pelecypoda sp.	2.20	0.78	0.17	2.08	0.07
Teuthoidea sp.	4.40	1.55	7.43	39.49	1.38
Etc.	19.78	9.69	20.77	602.57	6.19
Aphroditidae sp.	2.20	0.78	4.92	12.52	0.44
Myophiurida sp.	1.10	3.10	0.53	3.99	0.14
Polychaeta sp.	3.30	1.16	0.90	6.79	0.24
Stelloridae sp.	5.49	2.33	3.54	32.20	1.12
unidentified spp.	8.79	2.33	10.88	116.13	4.06

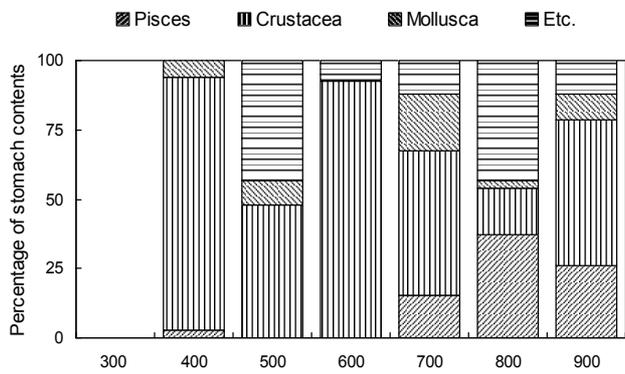


Fig. 4. Stomach content variation of *Malacocottus gibber* by mean depth of each tow.

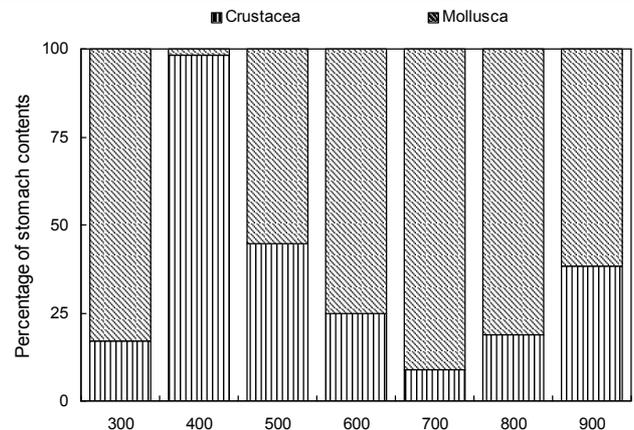


Fig. 6. Stomach content variation of *Bothrocara hollandi* by mean depth of each tow.

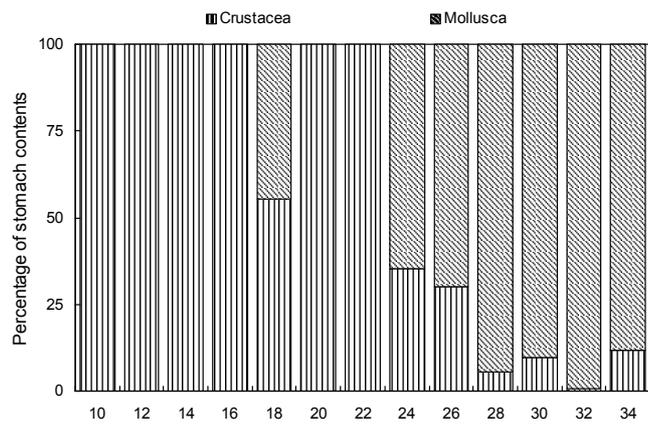


Fig. 5. Ontogenetic variation of stomach contents of *Bothrocara hollandi*.

모두 수심이 깊어질수록 연체동물의 섭취율이 높아졌다. 3종의 평균 공위율은 가시베도라치가 10.29%, 주먹물수배기

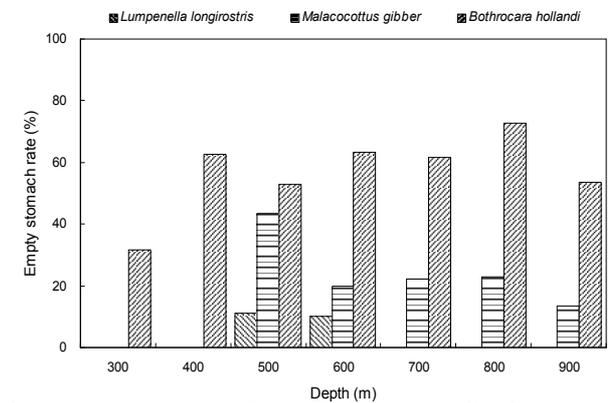


Fig. 7. Empty stomach rate of *Lumpenella longirostris*, *Malacocottus gibber* and *Bothrocara hollandi* by mean depth of each tow.

Table 3. Composition of the stomach contents of *Bothrocara hollandi*

Food item	Occurrence (%)	Number (%)	Weight (%)	IRI	IRI (%)
Crustacea	84.13	91.18	22.24	9,541.90	82.72
Amphipoda sp.	53.97	56.75	10.30	3,618.50	68.06
<i>Crangon</i> sp.	0.79	0.28	0.70	0.78	0.01
Euphausiacea sp.	19.05	26.45	6.34	624.42	11.74
<i>Neocrangon</i> sp.	0.79	0.28	0.04	0.25	0.00
<i>Pandalus</i> sp.	0.79	0.28	0.07	0.28	0.01
Squillidae sp.	2.38	0.83	1.97	6.65	0.13
unidentified crab larvae	0.79	0.28	0.08	0.28	0.01
unidentified shrimps	1.59	0.55	0.57	1.78	0.03
unidentified crustaceans	15.87	5.51	2.17	121.97	2.29
Mollusca	23.02	8.82	77.76	1,992.66	17.28
Cephalopoda sp.	1.59	1.38	5.21	10.46	0.20
Octopodidae sp.	0.79	0.28	1.11	1.10	0.02
Sepiolidae sp.	0.79	0.28	0.75	0.82	0.02
Teuthoidea sp.	7.14	2.48	7.49	71.22	1.34
<i>Watasenia scintillans</i>	12.70	4.41	63.20	858.51	16.15

Table 4. Main stomach contents of three species

<i>Lumpenella longirostris</i>	<i>Malacocottus gibber</i>	<i>Bothrocara hollandi</i>
Pelecypoda sp. (48.6)	Amphipoda sp. (49.5)	Amphipoda sp. (68.1)
Unidentified molluscs (39.3)	Cephalopoda sp. (14.2)	<i>Watasenia scintillans</i> (16.1)
Amphipoda sp. (7.4)	Unidentified crabs (10.4)	Euphausiacea sp. (11.7)

\* ( )안의 숫자는 IRI% 값임.

가 24.79%, 청자갈치가 57.14%로 나타났다 (Fig. 7). 특히, 주먹물수베기는 수심이 깊어질수록 공위율이 감소하여, 2종과는 다른 양상을 보였다. 하지만, 연안에 주로 많이 서식하는 갈치 (18.56%)에 비해 높은 공위율을 보였으나 황아귀 (62.70%)에 비해 낮은 공위율을 나타내었다. 또한, 3종의 섭이하는 먹이의 종류도 갈치 및 황아귀 (33종, 49종)에 비해 매우 낮았다.

### 참 고 문 헌

- Antonenko, D.V., O.I. Pushchina and P.V. Kalchugin. 2005a. Distribution and biological features of the long-snouted blenny *Lumpenella longirostris* (Stichaeidae) in waters of Primorye (the Sea of Japan). *J. Ichthyol.*, 44, 747-751.
- Antonenko, D.V., O.I. Pushchina and P.V. Kalchugin. 2005b. The scaled eelpout *Bothrocara hollandi* (Zoarcidae) in waters of Primorye (the Sea of Japan). *J. Ichthyol.*, 45, 81-85.
- Cha, H.K., J.U. Lee, C.S. Park, C.I. Baik, S.Y. Hong, J.H. Park, D.W. Lee, Y.M. Choi, K.S. Hwang, Z.G. Kim, K.H. Choi, H.S. Sohn, M.H. Sohn, D.H. Kim and J.H. Choi. 2001. Shrimps of the Korean Waters. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst., Busan, Korea.
- Hofmann, E.E., P.H. Wiebe, D.P. Costa and J.J. Torres. 2004. An overview of the southern ocean global ocean ecosystems dynamics program. *Deep-Sea Research* II, 51, 1921-1924.
- Hofmann, E.E., P.H. Wiebe, D.P. Costa and J.J. Torres. 2008. Introduction to dynamics of plankton, krill, and predators in relation to environmental features of the western Antarctic Peninsula and related areas: SO GLOBEC Part II. *Deep-Sea Research* II, 55, 269-270.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17, 411-429.
- Jeong, E.C., C.D. Park, S.W. Park, J.H. Lee, T. Tokai. 2000. Size selectivity of trap for male red queen crab *Chionoecetes japonicus* with the extended SELECT model. *Fish. Sci.*, 66, 494-501.
- Kim, H.S. 1973. Illustrated Encyclopedia of Flora and Fauna of Korea, vol. 14. Anomura·Brachyura. Ministry of education, Seoul, Korea.
- Kim, H.S. 1977. Illustrated Encyclopedia of Flora and Fauna of Korea, vol. 19. Macrura. Ministry of education, Seoul, Korea.
- Kim, Y.S., K.H. Han, C.B. Kang and J.B. Kim. 2004. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea, 2nd ed. Nat'l Fish. Res. Dev. Inst., Busan, Korea.
- Kojima, S., R. Segawa, I. Hayashi and M. Okiyama. 2001. Phylogeography of a deep-sea demersal fish, *Bothrocara hollandi*, in the Japan Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 217, 135-143.

- NFRDI. 2008. Report of Kyungsangbuk-do snow crab. East Sea Fish. Res. Inst., 1-158.
- Park, H.H., E.C. Jeong, B.S. Bae, Y.S. Yang, S.J. Hwang, J.H. Park, Y.S. 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, 183-191.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull, 152, 1-105.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney and C.E. Nauen. 1984. FAO species catalogue. vol. 3. Cephalopods of the world. FAO Fisheries Synopsis, 125, 1-277.
- Shinohara, G., M. Yabe, K. Amaoka and T. Meguro. 1992. A psychrolutid, *Malacocottus gibber*, collected from the mesopelagic zone of the Sea of Japan, with comments on its intraspecific variation. Jap. J. Ichthyol., 38, 419-424.

---

2009년 2월 11일 접수  
 2009년 3월 16일 수정  
 2009년 4월 9일 수리