

## 강원도 묵호 연안에서 출현하는 대구횃대(*Gymnocanthus herzensteini*)의 식성

양재형 · 윤상철<sup>1\*</sup> · 박정호<sup>2</sup> · 윤병선<sup>2</sup> · 최영민<sup>2</sup> · 이재봉

동해수산연구소 독도수산연구센터, <sup>1</sup>국립수산과학원 자원관리과, <sup>2</sup>동해수산연구소 자원환경과

### Feeding Habits of the Black-edged Sculpin *Gymnocanthus herzensteini* in the Coastal Waters off Mukho, Gangwondo of Korea

Jae Hyeong Yang, Sang Chul Yoon<sup>1\*</sup>, Jeong-Ho Park<sup>2</sup>, Byoung Sun Yoon<sup>2</sup>,  
Young Min Choi<sup>2</sup> and Jae Bong Lee

Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research and Development Institute, Pohang 719-119, Korea

<sup>1</sup>Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-705, Korea

<sup>2</sup>Fisheries Resources and Environment Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Gangwon-do, 210-861, Korea

The feeding habits of the black-edged sculpin *Gymnocanthus herzensteini* were studied using 944 specimens collected from February 2011 to January 2012 in the coastal waters off Mukho, Gangwondo, Korea. The *G. herzensteini* ranged from 11.8 to 36.3 cm in total length (TL). The percentage of empty stomachs in *G. herzensteini* was 40.2%, and the main prey items were Pisces, Euphausiasea, and Macrura. The smallest size group (11.8–15.0 cm TL) consumed mainly Polychaeta and Amphipoda. The quantity of prey increased in proportion to sculpin size. The composition of prey items and feeding habits of *G. herzensteini* exhibited seasonal fluctuations, that is, the main prey items during spring were Euphausiasea, whereas those during other seasons were Pisces.

Key words : Black-edged sculpin, *Gymnocanthus herzensteini*, Feeding Habits, Gangwondo

## 서 론

대구횃대(*Gymnocanthus herzensteini*)는 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 독중개과(Cottidae)에 속하는 어종으로서 우리나라 동해 중부 이북해역에서 일본북부 및 오후츠크 해역에서 분포하고, 모래와 암반 지대의 수심 50-100 m에서 서식한다(Kim et al., 2005). 대구횃대의 산란시기는 12월에서 이듬해 2월이고, 군성숙전장은 15.3 cm로 알려져 있다(Park et al., 2007). 러시아에 서식하는 대구횃대의 이론적 최대전장은 암컷이 42 cm, 수컷이 32 cm이고, 최대연령이 암컷이 17세, 수컷이 13세로 보고되었다(Novikov et al., 2002). 대구횃대는 가시횃대(*G. intermedius*)와 형태적으로 유사하여 눈 위에 피판의 유무와 가슴지느러미의 줄무늬 너비로 구분되며, 대구횃대는 피판이 있

고 가슴지느러미의 줄무늬 너비가 넓다(Choi et al., 2002).

대구횃대에 관한 연구는 국외에서 난발생에 관한 연구(Kenichiro, 1970), 러시아의 표트르 대제만의 계절분포, 연령과 성장(Panchenko and Antonenko, 2004; Panchenko, 2009) 등의 연구가 있다. 국내 연구를 보면 우리나라 동해안 대구횃대의 연령과 성장 및 성숙과 산란(Park, 2005; Park et al., 2007)의 연구를 통해 성장과 산란생태만 파악이 되었을 뿐 생태특성에 관한 연구가 부족하다. 또한 우리나라 연안생태계의 기능적인 면을 이해하기 위한 식성에 관한 연구를 보면 광양만 잘피밭에 서식하는 붕장어의 식성에 관한 연구(Huh and Kwak, 1998a), 가덕도 주변해역에 출현하는 대구의 식성(Baek et al., 2007), 남해에 서식하는 삼치, 고등어, 눈볼래 식성연구(Huh et al., 2006; Yoon et al., 2008; Huh et al., 2011) 등 대부분 남해

#### Article history;

Received 15 February 2013; Revised 12 March 2013; Accepted 12 April 2013

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2334 Fax: +82. 51. 720. 2337

E-mail address: scyoon75@gmail.com

Kor J Fish Aquat Sci 46(2) 168-175, April 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0168>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

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

안을 중심으로 많은 연구가 수행되었고, 동해안은 심해어류 가시베도라치, 주먹물수베기, 청자갈치의 식성비교(Choi et al., 2009), 한국 동해에서 채집된 도루묵의 식성(Lee et al., 2007), 강원도 주문진 해역에 출현하는 대구의 식성(Yoon et al., 2012) 연구로 동해 연안의 수산자원 관리 및 생태계의 기능적 측면을 이해하기 위한 기초 연구가 부족하다.

따라서 본 연구는 동해안의 묵호연안에 출현하는 대구횃대의 위내용물 분석을 통해 이들의 주 먹이생물, 성장에 따른 먹이조성의 변화, 계절에 따른 먹이조성의 변화 등을 파악하고자 한다.

### 재료 및 방법

본 연구에서 사용된 대구횃대의 시료는 2011년 2월부터 2012년 1월까지 매월 강원도 동해시 묵호항연안(해구 번호 63, 69)의 수심 100 m 내외에서 동해구기선저인망과자망으로 어획된 것을 채집한 것이다(Fig. 1). 채집된 시료는 실험실로 운반하여 각 개체의 전장(0.1 cm)과 체중(0.1 g)을 측정하였다. 개복 후 위(stomach) 부분을 분리, 육안관찰과 해부현미경을 이용하여 위내용물을 분석하였고, 위내용물 중 발견된 먹이생물은 NFRDI (2001), Kim et al. (2005), Min et al. (2004), Hong et al. (2006) 등의 도감을 이용하여 동정하였다.

위내용물은 가능한 중까지 동정하여 개체수를 계수하였으며, 이후 전자저울을 이용하여 습중량을 0.01 g단위까지 측정하였다. 위내용물 분석결과는 각 먹이생물의 출현빈도(%F), 개체수비(%N) 그리고 습중량비(%W)로 나타내었으며, 다음 식(1)-(3)을 식을 통하여 구하였다.

$$\%F = \frac{A_i}{N} \times 100 \quad \left| \quad \%N = \frac{N_i}{N_{total}} \times 100 \quad \left| \quad \%W = \frac{W_i}{W_{total}} \times 100 \right. \right.$$

식 (1)                      식 (2)                      식 (3)

여기서,  $A_i$ 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 대구횃대의 개체수이고,  $N$ 은 먹이를 섭식한 대구횃대의 총 개체수,  $N_i$  ( $W_i$ )는 해당 먹이생물의 개체수(습중량),  $N_{total}$  ( $W_{total}$ )은 전체 먹이 개체수(습중량)이다.

또한, 먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)는 Pinkas et al. (1971)의 방법으로 식(4)를 이용하여 구하였다.

상대중요성지수는 식(5)를 사용하여 상대중요성지수비(%IRI)로 나타내었다.

$$IRI = (\%N + \%W) \times \%F \quad \left| \quad \%IRI = \frac{IRI}{\sum IRI} \times 100 \right.$$

식 (4)                      식 (5)

대구횃대의 성장에 따른 위내용물 조성변화는 각 전장별로 I 군 (11.8-15.0 cm), II 군 (15.1-20.0 cm), III 군 (20.1-25.0 cm), IV 군 (25.1-30.0 cm), V 군 (30.1-36.3 cm)의 5개 전장군으로 나누었고, 계절에 따른 위내용물 조성변화는 각 월별로 춘계(4-6월), 하계(7-9월), 추계(10-12월), 동계(1-3월)로 나누어 분

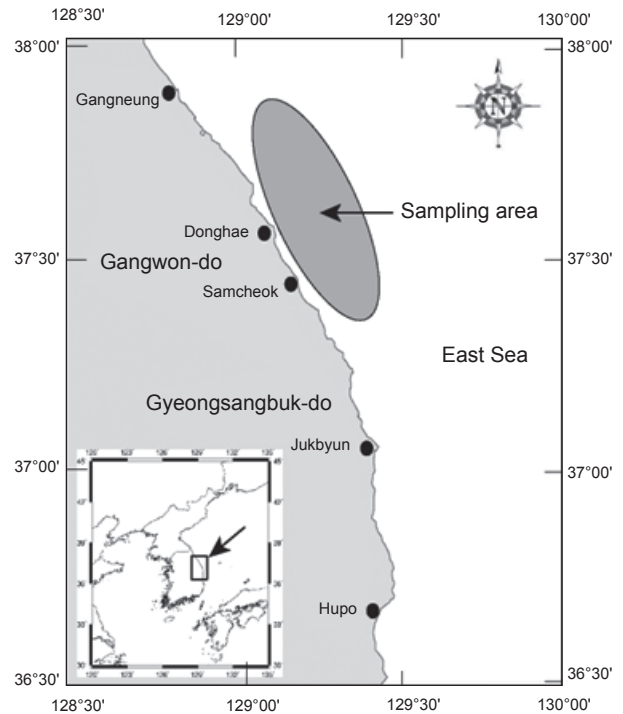


Fig. 1. Map showing the sampling area.

석하였다. 또한 전장별, 계절별 위내용물 조성 변화에 대한 유사도는 PRIMER 6.0 프로그램을 이용하여 Bray-curtis 유사도 지수(Bray and Curtis, 1957)를 분석하였으며, 군집분석(Cluster analysis)을 실시하여 dendrogram으로 나타내었다.

전장과 계절에 따른 먹이섭식특성을 파악하기 위해 전장군과 계절에 따른 개체당 먹이의 평균 개체수(mean number of preys per stomach, mW/ST)와 개체당 먹이의 평균 중량(mean weight of preys per stomach, mW/ST)을 구하였다.

대구횃대의 성숙에 따른 먹이섭식특성의 관계를 조사하기 위하여 생식소속도지수를 식(6)을 이용하여 구하였다.

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 100$$

식 (6)

통계분석은 전장과 계절에 따른 먹이섭식의 차이를 분석하기 위하여 SPSS (statistical package for the social science 12.0 for window) 프로그램을 이용하여 유의수준 5% 수준에서 분산분석(one-way ANOVA test)으로 유의성을 검정하였다. 또한 분산분석 결과 유의한 차이를 보이는 전장군과 계절을 분석하기 위해서 Tukey's test로 사후검정을 실시하였다.

### 결 과

본 연구에 사용된 대구횃대는 총 944개체였고, 전장 11.8-36.3 cm 범위로 평균전장이 25.1 cm 였다(Fig. 2). 대구횃대의 위내용물이 없거나 완전히 소화된 상태의 개체는 379개체로 공

Table 1. Composition of the stomach contents of *Gymnocanthus herzensteini* by frequency of occurrence (%F), number (%N) and wet weight (%W), and index of relative importance (IRI) and its proportion (%IRI)

Prey items	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Pisces	54.7	10.5	50.1	3,313.1	65.0
<i>Ammodytes personatus</i>	1.2	0.3	4.1		
<i>Anisarchus macrops</i>	0.7	0.1	1.2		
<i>Arctoscopus japonicus</i>	1.6	0.3	2.8		
<i>Bothrocara hollandi</i>	0.5	0.1	0.4		
<i>Clupea pallasii</i>	1.2	0.2	1.9		
Cottidae sp.	1.9	0.4	1.8		
<i>Dasycottus setiger</i>	0.4	0.1	0.3		
<i>Engraulis japonicus</i>	0.2	+	0.1		
<i>Eumicrotremus birulai</i>	0.2	+	0.7		
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	2.1	0.4	2.1		
<i>Icelus cataphractus</i>	2.8	0.5	1.8		
Pleuronectidae sp.	0.7	0.1	0.5		
Stichaeidae sp.	2.1	0.4	3.7		
Zoarcidae sp.	0.2	+	0.2		
Unidentified Pisces	38.8	7.5	28.4		
Euphausiacea	8.8	75.4	6.4	723.8	14.2
Macrura	25.0	5.8	21.2	673.5	13.2
<i>Argis lar</i>	0.5	0.1	1.1		
<i>Neocrangon communis</i>	3.2	0.9	5.8		
<i>Pandalus eous</i>	2.5	0.6	3.4		
<i>Pandalopsis japonica</i>	0.5	0.1	0.3		
<i>Spirontocaris arcuata</i>	0.2	+	0.1		
Unidentified Macrura	18.1	4.0	10.5		
Cephalopoda	18.1	3.6	14.9	334.5	6.6
Enoploteuthidae sp.	3.0	0.5	1.9		
Sepiolidae sp.	2.7	0.5	6.9		
<i>Todarodes pacificus</i>	0.2	+	0.1		
Unidentified Cephalopoda	12.2	2.5	6.0		
Amphipoda	7.4	1.6	0.4	14.6	0.3
Polychaeta	5.7	1.3	1.0	13.2	0.3
Brachyura	3.2	0.6	3.5	13.3	0.3
<i>Chionoecetes opilio</i>	1.8	0.3	2.4		
Unidentified Brachyura	1.4	0.3	1.1		
Anomura	3.5	0.6	1.8	8.8	0.2
Asteroidea	0.4	0.1	0.2	0.1	+
Bivalvia	0.5	0.1	+	0.1	+
Gastropoda	1.2	0.2	0.2	0.6	+
Isopoda	0.2	+	+	+	+
Seaweed	0.2	+	+	+	+
Unidentified egg	0.5	0.1	0.1	0.1	+
Total		100.0	100.0	5,095.8	100.0

+ : less than 0.1%.

복율은 40.2%로 나타났다.

위내용물이 발견된 565개체의 위내용물을 분석한 결과(Table 1), 대구횃대의 가장 중요한 먹이생물은 어류(Pisces)였으며, 출현빈도 54.7%, 개체수비 10.5%, 습중량비 50.1%, 상대중요성지수 65.0%로 나타났다. 어류 중에서는 장갱이과(Stichaeidae spp.), 줄가시횃대(*Icelus cataphractus*), 기름가자미(*Glypto-*

*cephalus stelleri*), 까나리(*Ammodytes personatus*), 도루묵(*Arctoscopus japonicus*) 등이 출현하였다. 어류 다음으로 중요한 먹이생물로는 출현빈도 8.8%, 개체수비 75.4%, 습중량비 6.4%, 상대중요성지수 14.2%로 나타난 난바다곤쟁이류(Euphausiacea)와 출현빈도 24.9%, 개체수비 5.8%, 습중량비 21.2%, 상대중요성지수 13.2%로 나타난 새우류(Macrura)였

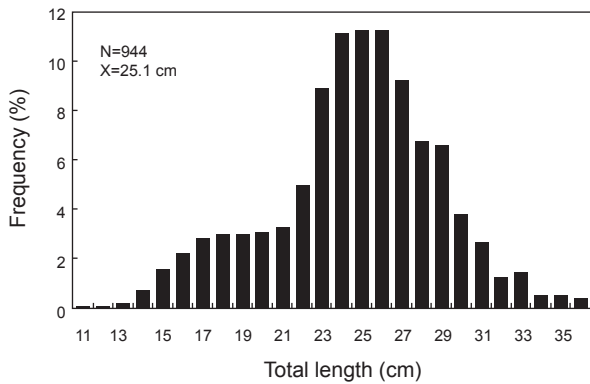


Fig. 2. Length-frequency distribution of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.

다. 새우류에서는 두가지자주새우(*Neocrangon communis*), 물렁가시 붉은새우(*Pandalopsis japonica*), 북쪽분홍새우(*Pandalus eous*) 등이 출현하였다. 그 외에 두족류(Cephalopoda), 단각류(Amphipoda), 갯지렁이류(Polychaeta), 게류(Brachyura) 등이 위내용물 중에 발견되었으나 소량으로 나타났다.

대구횃대의 성장에 따른 위내용물 조성의 변화를 조사하기 위하여 대구횃대 시료를 각 체급별로 I 군(n=4), II 군(n=73), III 군(n=206), IV 군(n=222), V 군(n=60)로 5개의 전장군으로 나누었다(Fig. 3). 대구횃대의 전장군에 따른 습중량비(%W)를 살펴보면, 가장 작은 전장군인 I 군에서는 81.5%를 차지하는 기타종인 갯지렁이류, 단각류 등을 주로 섭식하는 것으로 나타났다. II 군에서는 61.8%로 어류가 현저히 높게 나타났고, 그 중 줄가시횃대, 청어(*Clupeapallasii*) 등을 주로 섭식하는 것으로 나타났다. III 군에서는 58.6%로 어류의 비율이 조금 낮아진 반면, 새우류의 비율이 21.8%로 증가하는 경향을 보였으며 중요 먹이생물로는 기름가자미, 북쪽분홍새우 등을 주로 섭식하는 것으로 나타났다. IV 군에서는 어류의 비율이 44.3%로 점차 낮

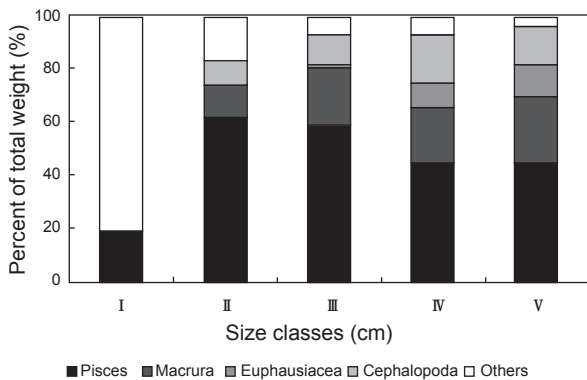


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by %W of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.

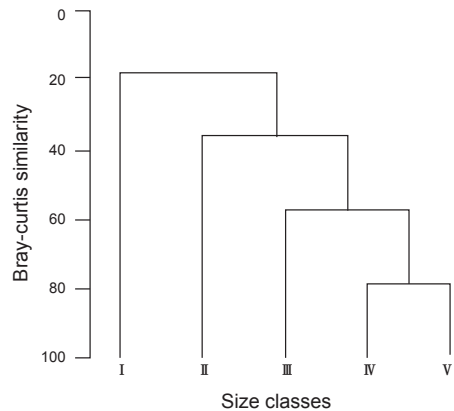


Fig. 4. Clusters for five size classes of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.

아졌고, 난바다곤쟁이류, 새우류, 두족류가 증가하기 시작하였으며 중요 먹이생물로는 도루묵, 난바다곤쟁이, 두가지자주새우 등을 섭식하는 것으로 나타났다. 가장 큰 전장군인 V 군에서는 어류의 비율이 44.6%로 가장 높았고, 난바다곤쟁이류와 새우류가 증가하였으며 중요 먹이생물로는 도루묵, 난바다곤쟁이, 두가지자주새우 등을 섭식하는 것으로 나타났다.

군집분석을 이용하여 체장군별 먹이조성에 대한 유사도를 비교해 본 결과 75%의 유사도 수준에서 4개의 그룹으로 I 체장군, II 체장군, III 체장군, IV-V 체장군 이었고, 전장 25.1cm 이상이 되면 유사한 먹이 활동을 하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

전장군별 대구횃대의 개체당 평균 먹이생물의 개체수(mN/ST)는 유의한 차이를 보였으며(ANOVA,  $F=5.319$ ,  $P<0.05$ ), Tukey's test결과 I, II, III 군은 유의한 차이를 보이지 않았으나 IV와 V 군은 다른 전장군과 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(Fig. 5). 또한 평균 개체당 평균 먹이생물의 중량(mW/ST)에서도 유의한 차이를 보였는데(ANOVA,  $F=9.582$ ,

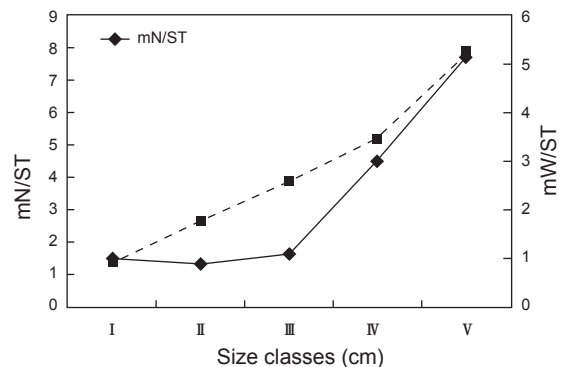


Fig. 5. Variations in the mean weight of prey per stomach (mW/ST) and mean number of prey items per stomach (mN/ST) of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.

$P < 0.05$ ), Tukey's test결과 I, II, III군은 유의한 차이를 보이지 않았으나 IV와 V군은 다른 전장군과 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(Fig. 5). 대구횃대는 성장에 따른 개체당 평균 먹이개체수(mN/ST)와 평균먹이중량(mW/ST)에서 모두 증가하는 경향을 나타내었다( $P < 0.05$ ).

대구횃대의 계절에 따른 위내용물 조성의 변화를 조사하기 위하여 대구횃대 시료를 각 계절별로 춘계(n=38), 하계(n=144), 추계(n=121), 동계(n=262)의 4개 그룹으로 나누었다(Fig. 6). 대구횃대의 계절에 따른 중량비지수(%W)를 살펴보면, 춘계에는 난바다곤쟁이의 비율이 47.0%로 높게 차지하였고, 하계에는 어류의 비율이 58.9%로 위내용물의 절반이상을 차지하였으며 새우류가 28.0%로 다소 높은 비율로 나타났다. 추계에는 어류의 비율이 62.4%로 위내용물의 대부분을 차지하였고, 동계에는 어류의 비율이 43.8%로 위내용물의 절반이상을 차지하였으며 새우류가 29.3%로 다소 높은 비율로 나타났다.

군집분석을 이용하여 계절별 먹이조성에 대한 유사도를 비교해 본 결과 60%의 유사도 수준에서 춘계, 하계와 추계, 동계로

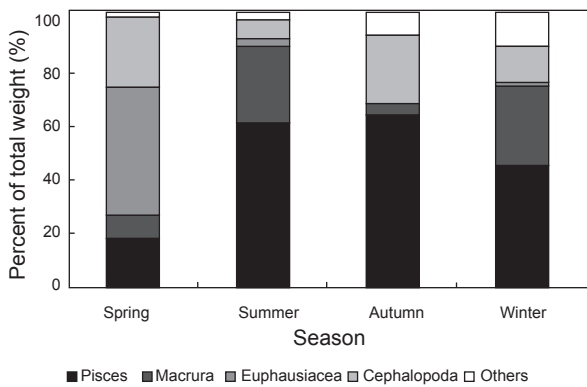


Fig. 6. Seasonal changes in composition of stomach contents by %W of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.

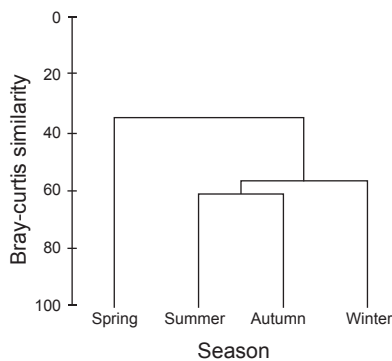


Fig. 7. Clusters for seasonal changes of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Gangwon-do, Gangwondo of Korea.

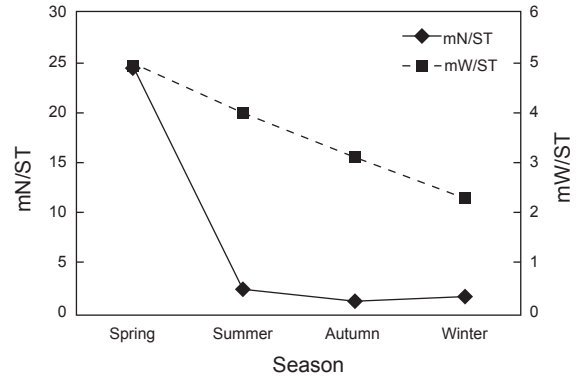


Fig. 8. Seasonal variations in the mean weight of prey per stomach (mW/ST) and mean number of prey items per stomach (mN/ST) of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.

3개의 그룹으로 구분되는 양상이 나타났고, 춘계는 다른 계절과 많은 차이가 있는 것으로 나타났다(Fig. 7).

계절별 대구횃대의 개체당 평균먹이생물의 개체수(mN/ST)는 계절에 따라 유의한 차이를 보였으며(ANOVA,  $F=70.395$ ,  $P < 0.05$ ), Tukey's test결과 하계, 추계와 동계사이에는 유의한 차이를 보이지 않았지만 춘계는 다른 계절에 비해 많은 개체수가 나타났다(Fig. 8). 또한 개체당 평균먹이생물의 중량(mW/ST)에서도 유의한 차이를 보였으며(ANOVA,  $F=11.194$ ,  $P < 0.05$ ), Tukey's test결과 계절변화에 따라 근접한 계절간에는 유의한 차이가 없었고( $P > 0.05$ ), 춘계에서 동계로 갈수록 먹이생물의 중량이 감소하는 경향을 보였다(Fig. 8).

대구횃대의 산란기 추정을 위하여 생식소속도지수의 월 변화를 살펴본 결과 10월부터 급격히 높아지기 시작하여 12월에 가장 높은 값을 나타내었고, 1월에 낮아지기 시작하였다(Fig. 9). 또한 대구횃대의 공복율의 월 변화는 4월에 높은 값을 나타낸

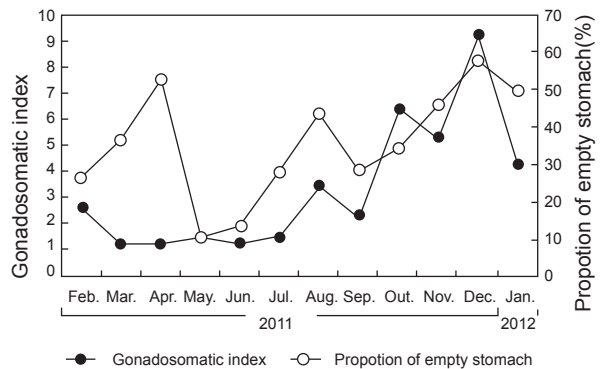


Fig. 9. Monthly changes of gonadosomatic index (GSI) and proportion of empty stomach (%) of *Gymnocanthus herzensteini* sampled in the coastal waters off Mukho, Gangwondo of Korea.



것을 제외하고, 생식소속도지수가 높아지면 공복율도 높아지는 경향을 나타내었다(Fig. 9).

## 고 찰

대구횃대는 우리나라 동해안에서 동해고기선저인망, 자망, 연승 등의 여러 가지 어법으로 어획이 되고 있으며, 본 연구에서는 수심 100 m내외의 강원도 연안에서 동해고기선저인망으로 어획한 대구횃대를 대상으로 위내용물을 조사하였다. 대구횃대의 전장분포는 전장 11.8-36.3 cm로 평균전장이 25.1 cm로 나타났고, Panchenko (2009)의 대구횃대의 연령과 성장연구에서는 암컷 1세의 평균체장이 9.2 cm, 수컷 1세의 평균체장이 8.9 cm로 보고하였다. Park (2005)의 연구에서는 암컷 1세의 평균체장이 9.2 cm, 수컷 1세의 평균체장이 9.3 cm로 보고하였다. 본 연구에서 대구횃대의 체장분포는 11.8-36.3 cm로 10 cm이하의 개체가 채집되지 않아 1세 이하의 자치어의 식성을 파악할 수 없었고, 평균체장은 25.1 cm로 대부분 6-7세의 연령에 해당하는 개체가 대부분이었다. 따라서 추후 1세미만의 대구횃대 자치어의 식성연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 채집된 대구횃대 시료 중 위내용물이 전혀 발견 되지 않은 개체는 379개체로 40.2%의 공복율을 보였다. 우리나라 주변해역에서 조사된 어류의 공복율을 보면 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)의 공복율은 4.6%(Huh and Kwak, 1997), 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)의 공복율은 1% 미만(Huh and Kwak, 1998b), 돌팍망둑(*P. percoides*)의 공복율은 3.1%(Huh et al., 2008), 꼬마달재(*Lepidotrigla guentheri*)의 공복율은 3.2%(Baeckel et al., 2011)로 갑각류를 주로 섭식하는 갑각류섭식어류는 10% 이하의 낮은 공복율을 보였다. 반면, 삼치(*Scomberomorus niphonius*)의 공복율은 45.4%(Huh et al., 2006), 넙치(*Paralichthys olivaceus*)의 공복율은 39.7%(Huh et al., 2010)로 어류를 주로 섭식하는 어식성어류는 30% 이상의 높은 공복율을 보였다. 우리나라에서 조사된 어류의 식성연구에 따르면 대부분 어류는 주 먹이생물에 따라 크게 갑각류섭식어류(crustacean feeder)와 어식성어류(fish feeder)로 구분된다(Baeckel et al., 2007). 대구횃대의 위내용물을 분석한 결과 어류를 주로 섭식하는 어식성어류로 30% 이상의 높은 공복율을 나타내는 것으로 판단된다. 우리나라에 출현하는 어식성어류 중에는 특정한 어종에 크게 의존하는 어류와 다양한 어종을 섭식하는 어류들로 나눌 수 있다(Huh et al., 2011). 남해안의 갈치(*Trichiurus lepturus*), 삼치, 고등어(*Scomber japonicus*) 등은 특정어종을 섭식하는 어식성어류로 알려져 있고(Huh, 1999; Huh et al., 2006; Yoon et al., 2008), 황아귀(*Lophius litulon*), 붕장어(*Conger myriaster*) 등은 특정어종이 아닌 다양한 어종을 먹는 어식성어류로 나타났다(Cha et al., 1997; Huh and Kwak, 1998a; Huh et al., 2008; Choi et al., 2008). 대구횃대의 위내용물에서 어류를 살펴보면 기름가자미, 도루묵, 줄가시횃대 등을 섭식하는 것으로 나타났고, 이는 대구횃대가 특

정어종에 대한 먹이 선호도를 보이지 않고 다양한 어종을 먹는 육식성어류로 판단된다. 또한 대구횃대와 같은 해역에 서식하며 동해고기선저인망에 혼획이 되는 도루묵, 대구(*Gadus macrocephalus*), 청자갈치(*Bothrocara hollandi*), 주먹물수배기(*Malacocottus gibber*) 등의 위내용물을 살펴보면 갑각류 섭식어류로 나타났고(Lee et al., 2007; Park and Gwak, 2009; Choi et al., 2009), 가시베도라치(*Lumpenella longirostris*)는 연체동물을 주로 섭식하는 것으로 나타나(Choi et al., 2009) 대구횃대의 먹이습성과 차이가 있는 것으로 보였다. 또한 이들 어종이 혼획되는 해역은 일치하지만 각 어종마다 주로 서식하는 수심이 차이를 보여 서식수심에 따른 먹이경쟁을 피하는 것도 배제할 수 없다.

대구횃대의 성장에 따른 위내용물 조성은 크기가 증가함에 따라 먹이원이 변화하는 것으로 나타났으며 IV체장군과 V체장군이 되면서 먹이원이 유사해지는 경향을 보였다. 본 연구에서는 최소 체장군에서 갯지렁이류의 섭식량이 많은 것으로 나타났고, 체장이 증가함에 따라 어류, 새우류, 난바다곤쟁이류를 섭식하는 것으로 나타났다. 우리나라에 출현하는 어식성어류의 성장에 따른 먹이 전환양상은 요각류→단각류→새우류→어류, 요각류→난바다곤쟁이류→새우류→어류, 요각류→새우류→어류 등 3개의 유형으로 나누어진다고 보고된 바 있으나(Huh et al., 2011), 대구횃대의 경우와는 차이를 나타내었다. 이러한 현상은 우리나라 연안에 서식하는 대구의 먹이비교 연구에서 제시된 바와 같이, 각 해역간에 먹이환경 차이가 포식자의 위내용물 차이에 반영된다(Park and Gwak, 2009). 본 연구의 대구횃대는 동해중부의 강원도연안에서 채집된 개체들로서 앞서 제시한 먹이 전환양상의 3개 유형에 속하지 않는 것은 대부분 어류의 연구가 남해안을 중심으로 채집된 개체들을 대상으로 식성 연구결과가 보고된 결과로 해역간의 먹이환경 차이가 포식자의 위내용물의 차이에 반영된 것으로 판단된다. 그리고 어류들은 요각류 및 작은 크기의 갑각류를 주로 섭식하다가 성장하면서 큰 크기의 먹이생물로 전환하는 특징을 보이는 것으로 보고되고 있으나(Huh and Kwak, 1997), 독중개과의 가시망둑과 돌팍망둑의 먹이전환은 유어시기에 비교적 큰 크기의 먹이를 선호하는 경향을 보였고, 돌팍망둑속(Genus *Pseudoblennius*)에 속하는 어종들은 다른 어종들과 비교하여 민첩한 행동양식과 잘 발달된 양턱 및 치열을 소유한 결과라고 보고한 바 있다(Huh and Kwak, 1998b; Huh et al., 2008). 따라서 대구횃대도 입 크기에 대한 결과는 제시하지 않았지만 체형에 비해 큰 입을 가지고 있어 1세의 유어기에 갯지렁이와 작은 어류와 같은 비교적 큰 먹이를 선호하는 것으로 생각된다.

갈치는 체장이 증가함에 따라 작은 크기의 소형 갑각류에서 큰 크기의 어류로 먹이전환이 이루어져 먹이생물의 개체수는 먹이생물의 전환시점에서 개체수가 급격히 감소하는 경향을 보였고(Huh, 1999), 꼬마달재는 성장함에 따라 소형 새우류를 지속적으로 섭식하면서 개체수와 중량을 늘리는 특징을 보였다

(Baeck et al., 2011). 대구횃대는 먹이조성에 있어 체장이 증가하면서 난바다곤쟁이와 작은 새우류의 먹이조성이 증가함에 따라 개체당 평균먹이중량 증가와 함께 개체수도 증가하여 꼬마 달래와 유사한 결과를 나타내었다.

대구횃대의 계절에 따른 위내용물 조성은 하계, 추계, 동계에는 어식성어류로써 어류를 주로 섭식하는 것으로 나타났고, 춘계에는 중량비지수 86.9%로 난바다곤쟁이류를 주로 섭식하는 것으로 나타났다. Hwang et al. (2005)에 의하면 우리나라 동해안의 울진 연안에서 음향을 이용하여 생물의 종조성을 살펴본 결과 3월과 6월에 난바다곤쟁이류가 가장 우점하는 것으로 보고하였으며, NFRDI (2010)의 동해안 난바다곤쟁이 조사보고에서도 6월에 난바다곤쟁이의 자원밀도가 가장 높은 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 대구횃대의 춘계(4월-6월) 위내용물 조성 결과와 일치하는 경향을 나타내었고, 계절에 따른 먹이생물의 출현량 변동이 대구횃대의 먹이섭식에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 그러나 독중개과의 가시망둑과 돌팍망둑은 자기가 선호하는 먹이생물을 출현량과는 관계없이 찾아서 섭식하는 특성을 지닌 어종으로 보고하여(Huh and Kwak, 1998b; Huh et al., 2011) 대구횃대와는 다른 먹이섭식 양상을 보였다.

대부분 어류들은 산란기에는 산란에 전념하기 위해 먹이를 적게 먹거나 거의 먹지 않는 것으로 알려져 있으며(Bond, 1979), 남해안의 별망둑(*Chaenogobius gulosus*)은 주산란기인 춘계에 섭식율이 낮아지고 산란기가 끝나고 다시 증가하는 경향을 나타내었다(Baek et al., 2010). 대구횃대의 산란기는 12월에서 이듬해 2월로 늦은 추계에서 동계로 알려져 있고(Park et al., 2007), 본 연구결과에서 GSI의 변화를 통해 산란기가 12월에서 1월로 나타나 유사한 결과를 나타내었으며, 대구횃대의 공복율 변화를 통해 산란기에 공복율이 함께 높아지는 것을 파악할 수 있었다. 이는 산란기에 섭식율이 낮아지는 별망둑과 유사한 결과로 나타났다.

대구횃대는 우리나라 동해중부 이북해역에 분포하는 정착성 어종으로 유사어종에 대한 식성 연구가 없고, 현재까지 많은 식성연구가 이루어진 남해안 어종들의 먹이습성과 차이를 보였다. 또한 동해연안에 서식하는 어종들의 식성에 관한 연구가 부족하여 해역간 차이와 계절의 특징을 고찰하기가 매우 어려운 부분이 많았다. 하지만 대구횃대의 춘계기간에 난바다곤쟁이류를 많이 섭식하는 것은 동해연안의 큰 특징인 것으로 판단된다. 따라서 차후 동해연안에 서식하는 어종들에 대한 식성에 관한 폭넓은 연구가 이루어져야 하며 더불어 해역간 먹이환경변화에 대한 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원(2013 동해 연안어업 및 환경생태 조사, RP-2012-FR-012)의 지원으로 수행되었으며, 연구의 수

행에 도움을 주신 분들에게 감사드립니다.

## 참고문헌

- Baek GW, Huh SH, Park JM and Park SC. 2007. Feeding habits of pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the coastal waters off Gadeok-do, Korea. Korean J Ichthyol 19, 318-323.
- Baek GW, Park CI, Jeong JM, Kim MC, Huh SH and Park JM. 2010. Feeding habits of *Chaenogobius gulosus* in the coastal waters of Tongyeong, Korea. Korean J Ichthyol 22, 41-48.
- Baek GW, Huh SH, Choi HC and Park JM. 2011. Feeding habits of the tedbanded searobin *Lepidortigla guentheri* in the coastal waters off Gori, Korea. Kor J Fish Aquat Sci 44, 372-377.
- Bond CE. 1979. Biology of Fishes. W.B., Saunders Co Philadelphia, 514.
- Bray JR and Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities or suthern Wisconsin. Ecol Monogr 27, 325-349.
- Cha BY, Hong BQ, Jo HS, Sohn HS, Park YC, Yang WS and Choi OI. 1997. Food habits of the yellow goosfish, *Lophius litulon*. J Korean Fish Soc 30, 95-104.
- Choi Y, Kim JH and Park JY. 2002. Marine fishes of Korea. Kyo-hak Pub co, Seoul, Korea, 646.
- Choi JH, Choi SH, Kim JB, Park JH and Oh CW. 2008. Feeding ecology of the white-spotted conger eel (*Conger myriaster*) in the Southern Sea of Korea. J Kor Fish Soc 42, 282-288.
- Choi JH, Hong BK, Jun YY, Kim JN, Choi YM and Yoo OH. 2009. Feeding comparison of three deep-sea fish, *Lumpenella longirostris*, *Malacocottus gibber* and *Bothrocara hollandi*, in the East Sea. J Kor Fish Soc 42, 151-156.
- Hong SY, Park KY, Park CW, Han CH, Suh HL, Yun SG, Song CB, Jo SG, Lim HS, Kang YS, Kim DJ, Ma CW, Son MH, Cha HK, Kim KB, Choi SD, Park KY, Oh CW, Kim DN, Shon HS, Kim JN, Choi JH, Kim MH, and Choi IY. 2006. Marine invertebrates in Korean Coasts. Academy Publ Co, Seoul, Korea, 479.
- Huh SH and Kwak SN. 1997. Feeding habits of *Leiognathus-nuchalis* in Eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangayong Bay. Korean J Ichthyol 9, 221-227.
- Huh SH and Kwak SN. 1998a. Feeding habits of *Conger myriaster* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang bay. J Kor Fish Soc 31, 665-672.
- Huh SH and Kwak SN. 1998b. Feeding habits of *Pseudoblennius cottooides*. J Korean Fish Soc 31, 37-44.
- Huh SH. 1999. Feeding habits of hairtail, *Trichiurus lepturus*. Korean J Ichthyol 11, 191-197.
- Huh SH, Park JM and Baek GW. 2006. Feeding habits of spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the Southern Sea of Korea. J Kor Fish Soc 39, 35-41.
- Huh SH, Kwak SN and Kim HW. 2008. Feeding habits of *Pseudoblennius percoides* (Pisces; Cottidae) in an Eelgrass (*Zostera marina*) bed of Dongdae bay. Korean J Ichthyol 20,

- 45-53.
- Huh SH, Lee DJ, Choo HG, Park JM and Baek GW. 2010. Feeding habits of Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) collected from coastal waters off Taean, Korea. Kor J Fish Aquat Sci 43, 756-759.
- Huh SH, Oh HS, Park JM and Baek GW. 2011. Feeding habits of the blackthroat seaperch *Doederleinia berycooides* in the Southern Sea of Korea. Kor J Fish Aquat Sci 44, 284-289. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2011.0284>.
- Hwang DJ, Kim DE, Jeong SB, Son YU, Chae JH and Cho KR. 2005. Distribution of the deep scattering layer around Uljin coastal area. J Korean Fish Soc 38, 205-213.
- Kenichiro K. 1970. Embryonic development and larvae of *Gymnocanthus herzensteini* Jordan and Starks. Jap J Ichthyol 17, 74-79.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-hak Pub co, Seoul, Korea, 615.
- Lee HW, Kang YH, Huh SH and Baek GW. 2007. Feeding habits of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* in the East Sea, Korea. Korean J Ichthyol 19, 44-50.
- Min DK, Lee JS, Koh DB and Je JG. 2004. Mollusks in Korea. Hangeul graph, Busan, Korea, 566.
- NFRDI. 2001. Shrimp of the Korean Waters. Nat'l. Fish Res Dev Inst, 188.
- NFRDI. 2010. Resources utilization and institutionalization of euphausiid, *Euphausia pacifica* in the East Sea, Korea. Nat'l Fish Res Dev Inst, 30.
- Novikov NP, Sokolovsk AS, Sokolovskaya TG and Yakovlev YM. 2002. The fishes of primorye. Far Eastern State Tech Fish Univ Vladivostok, Russia, 552.
- Panchenko VV and Antonenko DV. 2004. Seasonal distribution of far eastern staghornsculpin *Gymnocanthus herzensteini* (Cottidae) in Peter the Great Bay (the Sea of Japan). J Ichthyol 44, 741-746.
- Panchenko VV. 2009. Age and growth of far eastern staghorn sculpin *Gymnocanthus herzensteini* (Cottidae) in Peter the Great Bay (the Sea of Japan). J Ichthyol 150, 295-300.
- Park KH. 2005. Growth and maturity of black edged sculpin *Gymnocanthus herzensteini* in the East Sea. Gangneung Nat'l Uni Master's thesis, Gangneung, Korea, 34.
- Park KY, Park KH, Lee SI, Park HW, Hong SE, Yang JH and Choi SH. 2007. Maturity and spawning of black edged sculpin *Gymnocanthus herzensteini* in the East Sea. Korean J Ichthyol 19, 101-106.
- Park CY and Gwak WS. 2009. Comparison of stomach contents of pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Korean coastal waters. Korean J Ichthyol 21, 28-37.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Cal if Dep Fish Game Fish Bull 152, 1-105.
- Yoon SJ, Kim DH, Baek GW and Kim JW. 2008. Feeding habits of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the South Sea of Korea. J Kor Fish Soc 41, 26-31.
- Yoon SC, Yang JH, Park JH, Choi YM, Park JH and Lee DW. 2012. Feeding habits of the Pacific Cod *Gadus macrocephalus* in the Coastal Waters off Jummunjin, Gangwondo of Korea. Kor J Fish Aquat Sci 45, 379-386. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0379>.