

한국 남동부해역 대구 *Gadus macrocephalus*의 식성

이정훈 · 김정년 · 박준수 · 박탐이나¹ · 남기문^{2,*}

국립수산과학원 남동해수산연구소, ¹한국수산자원관리공단, ²국립공원연구원 해양연구센터

Feeding Habits of the Pacific Cod *Gadus macrocephalus* in Southeast Sea of Korea by Jeong-Hoon Lee, Jung Nyun Kim, Junsu Park, Tamina Park¹ and Ki Mun Nam^{2,*} (Southeast Fisheries Research Institute, NFRDI, Tongyeong-si 650-943, Korea; ¹Korea Fisheries Resources Agency, Busan 612-020, Korea; ²Marine Research Center, National Park Research Institute, Korea National Park Service, Yeosu 550-833, Korea)

ABSTRACT The feeding habits of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* were studied using 620 specimens collected by bottom trawl and pound net in the Southeast sea of Korea, from February 2012 to June 2013. Of 620 specimens, 192 contained food and 428 were empty. The total length (TL) of individuals used in this study ranged from 20.4 to 95.2 cm. Pacific cod mainly consumed Pisces, Macrura, and Cephalopoda. Its diet also included small quantities of Anomura, Brachyura, Mysidacea, Isopoda and Amphipoda. The proportion of Pisces in prey items increased with increasing Pacific cod length, but seasonal difference was not observed. The proportion of Macrura and Cephalopoda decreased with growth, and seasonal differences were apparent. Macrura were taken there mainly from autumn to winter, whereas Cephalopoda were consumed from spring to summer.

Key words : Feeding habits, *Gadus macrocephalus*, Pacific cod, Southeast sea of Korea

서 론

대구 (*Gadus macrocephalus*)는 우리나라 주변해역에 출현하는 대구목 (Gadiformes) 대구과 (Gadidae) 어류 5속 5종 중 한 종으로, 우리나라 동해, 서해, 일본 북부, 동중국해, 베링해 등지의 수온 5~12°C, 수심 45~450 m의 깊은 바다에 떼를 지어 서식하며, 동계산란형 어류로 동해에 서식하는 대구는 산란을 위해 남해안으로 이동을 한다 (Hirai, 2003; NFRDI, 2004; Kim *et al.*, 2005). 이러한 이동은 자치어의 높은 생존율과 저수온기의 빠른 성장을 위해 수온이 상대적으로 높은 곳을 찾아 이동하는 것으로 우리나라의 경우 대표적인 산란장은 진해만으로 알려져 있고 (Uchida, 1936), 산란을 끝낸 대구는 북쪽해역 또는 깊은 수층으로 이동한다 (NFRDI, 2004; Kim *et al.*, 2005; Kim, 2006).

대구는 우리나라뿐만 아니라 미국, 일본, 러시아 등 태평양

연안 국가에서 중요한 상업성 어종으로 알려져 있다 (Westrheim, 1996). 우리나라에서의 대구 어획량은 1990년대 초반부터 후반까지 어획량이 매우 낮았으나, 2000년대부터 증가하기 시작하여 2003년 1,826톤에서 2013년 9,133톤으로 증가하는 경향을 보이고 있다 (MOF, 2014). 이러한 변동은 어구의 발달, 자원량의 증가 등 여러 가지 요인들의 복합적인 영향인 것으로 추측되지만, 그 중 2000년 및 2001년에 동해안에서 탁월 연급근의 발생으로 높은 어획수준을 유지하는 것으로 추정되고 있다 (Lee *et al.*, 2005). 하지만, Lee *et al.* (2005)은 최근 대구 치어 및 산란친어에 대한 무분별한 남획 등으로 대구자원이 회복될 수 있는 기회가 무산될 수도 있다고 시사하기도 하였다. 따라서 대구의 지속적이고 안정적인 자원으로 활용하기 위해서는 생태학적 연구를 기반으로 하는 효과적인 자원관리가 필요하다.

최근까지 우리나라 주변해역에 출현하는 대구는 동해계군과 서해계군 2개의 계군으로 구분된다고 보고되어 왔다 (Jeong, 1977; Zhang, 1984; Yamada *et al.*, 2007). 이에 따라 대구의 생태적 연구 또한 서해에서 채집된 서해 계군과 동해안과 남해

*Corresponding author: Ki Mun Nam Tel: 82-61-640-2330,
Fax: 82-61-640-2399, E-mail: horizon17@naver.com

안에서 채집된 동해안 계군의 대구 2개 집단으로 나누어 연구 되어졌다. 하지만 최근 우리나라 주변해역에 분포하는 대구는 서해, 동해 그리고 남동부해역 3개의 계군 (Gwak and Nakayama, 2011)으로 구분된다고 밝혀져 자원관리를 위해서는 계군별로 더욱 정밀한 생태학적 연구가 요구되고 있다. 생태학적 연구 중 식성에 관한 연구는 계군별 성장 및 성숙도 차이 등을 해석하기 위한 중요한 자료로서 활용이 가능할 뿐 아니라 자원량 변동과 회유를 해석하기 위한 기초자료로 활용이 가능하다.

지금까지 우리나라 주변해역에 서식하는 대구식성에 관한 연구로는 Baeck *et al.* (2007), Park and Gwak (2009), Yoon *et al.* (2012)에 의해 보고되었지만, Yoon *et al.* (2012)을 제외한 연구들은 채집기간이 산란기인 겨울철에 한정적으로 실시되어 회유어종의 식성을 해석하기에는 다소 미흡한 부분이 있다. 또한 Yoon *et al.* (2012)에 의한 주문진 주변해역에서 채집된 대구의 식성 연구는 동해안에서도 최소 2가지 계군(동해안 계군과 남동부해역 계군)이 동시에 출현할 수 있는 가능성을 가진 해역 (Gwak and Nakayama, 2011)으로, 본 연구의 남동부해역 계군으로 판단되는 대구와 식성 차이가 나타날 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 남동부해역에 출현하는 대구의 식성을 파악하고, 주변해역에서 채집된 이전의 식성연구와 비교하여 계군별 식성에 관한 생태학적 특성을 검토함으로써 효과적인 대구 자원 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 대구 시료는 2012년 2월부터 2013년 6월까지 경상북도와 경상남도 연근해에서 기선저인망과 호망에 의해 어획된 개체들로 영덕군 축산항 수협위판장 (A), 포항시 죽도시장 수협위판장 (B) 그리고, 거제시 외포수협위판장 (C)에서 위판되는 개체들을 매월 1회 이상 구입하여 분석하였다 (Fig. 1).

시료는 구입 직후 실험실로 옮겨 개체별로 전장 (TL: Total length)을 0.1 cm 단위로, 체중 (BW: Body weight)을 0.1 g 단위로 측정하고, 해부하여 위를 분리한 후 10% 중성포르말린에 고정시켜 분석 전까지 보관하였다. 분석은 해부현미경 (Olympus SZX10, Japan) 하에서 위내용물을 NFRDI (2001), Kim *et al.* (2005), Hong *et al.* (2006)을 참고하여 가능한 중 수준까지 동정한 후, 섭식된 먹이 생물의 중요도를 파악하기 위하여 동정된 먹이생물들의 출현개체를 계수하고, 습중량을 정밀저울 (CAS CUW4200H, Korea)을 이용하여 0.01 g 단위까지 측정 한 후, 다음과 같은 식을 이용하여 각 먹이 생물의 출현빈도 (%F), 개체수비 (%N) 그리고 습중량비 (%W)를 구하였다.

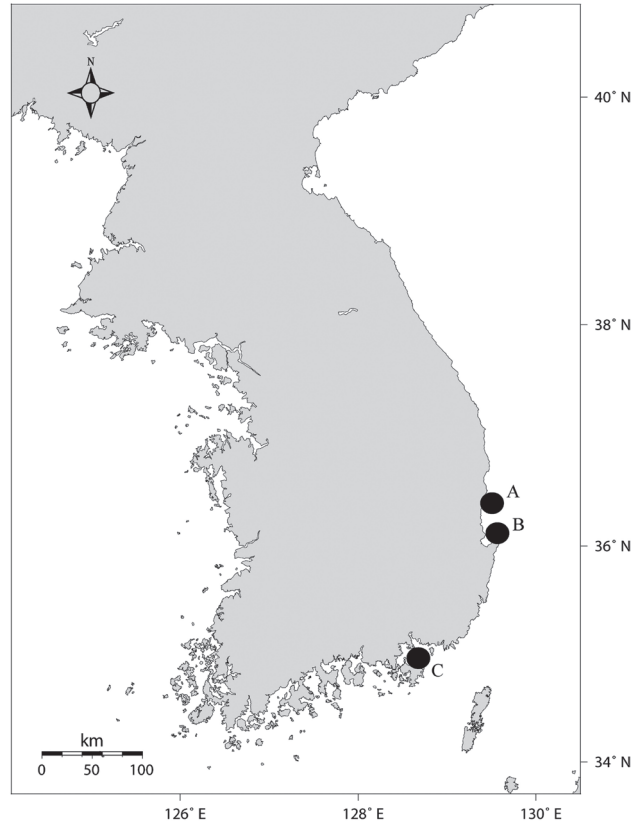


Fig. 1. Location of sampling area. Filled circles show the locations of the port market of fisheries cooperatives (A: Chuksan, Yeongdeok-Gun; B: Pohang; C: Geoje).

$$%F = A_i / A_{total} \times 100$$

$$%N = N_i / N_{total} \times 100$$

$$%W = W_i / W_{total} \times 100$$

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 대구의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 대구의 총 개체수, N_i (W_i)는 해당먹이생물의 개체수 (습중량), N_{total} (W_{total})은 전체먹이개체수 (습중량)이다.

구해진 값들을 이용하여 Pinkas *et al.* (1971)의 식에 따라 대구가 섭식한 먹이생물의 상대중요성지수 (index of relative importance, IRI)를 구하였고, 백분율로 환산하여 상대성중요 지수비 (% IRI)로 나타내어 섭식된 먹이의 상대적 중요성을 표현하였다.

$$IRI = (%N + \%W) \times \%F$$

대구 섭식 경향을 파악하기 위하여 위내용물의 상대성 중요지수비 (% IRI)를 이용해 다양도지수 (Shannon-wiener diversity index H')를 이용하여 구하였다 (Shannon and Weaver, 1949).

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

여기서 P_i 는 먹이생물 i 항목 비율이다. 다양도지수가 0에 가까운 값을 보이면 섭식폭이 좁다는 것을 의미하고, 반대로 1보다 높은 값을 나타내면 섭식폭이 넓은 것을 의미한다 (Sano, 1989; Furumitsu, 2009; Yamaguchi *et al.*, 2011).

위내용물 조사결과가 충분한 표본크기에 의해 산출되었음을 검토하기 위하여 Ferry and Cailliet (1996)의 누적먹이곡선 (cumulative prey curve)을 사용하여 위내용물 분석에 필요한 최소표본 크기를 결정하였다. 최소표본크기를 결정하기 위해서 위내용물을 8개의 대분류로 구분하고 먹이생물의 순서를 100번 무작위화 한 뒤 평균과 표준편차로 누적먹이곡선을 만들었으며, 이때 나타나는 곡선의 점근선이 위내용물 분석을 위한 최소표본크기로 정하였다.

체장별 먹이조성과 계절별 먹이조성의 변화를 파악하기 위하여 대구 시료를 가장 작은 크기로부터 10 cm 간격 5개 체장군 및 4계절 (3~5월: 봄, 6~8월: 여름, 9~11월: 가을, 12~2월: 겨울)로 각각 구분하여 먹이생물의 위내용물 조성을 파악하였다.

결 과

총 620개체를 위내용물 분석에 사용하였으며, 전장 (Total length, TL)은 20.4~95.2 cm (평균 52.0 cm), 체중 (Body weight, BW)은 117.4 g~11,300 g (평균 1,679 g)의 범위를 보였다. 이 중 위내용물이 발견된 192개체를 대상으로 조사한 누적먹이곡선은 점근선에 근접하였으며, 대구의 위내용물 분석에 필요한 최소 표본크기는 156개체로 나타났다 (Fig. 2).

1. 위내용물의 조성

먹이를 섭식한 192개체의 위내용물 분석 결과, 8개 분류군 42종의 먹이생물이 출현하였다 (Table 1). 대구의 가장 중요한 먹이생물은 출현빈도 (%F) 54.6%, 개체수비 (%N) 16.2%, 습중량비 (%W) 65.7% 그리고 상대중요성지수비 (%IRI)가 48.4%를 나타낸 어류 (Pisces)였다. 어류 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 46.9%, 개체수비 67.7%, 습중량비 13.7% 그리고 상대중요성지수비 41.3%를 나타낸 새우류 (Macrura)였고, 그 다음으로 출현빈도 31.4%, 개체수비 12.9%, 습중량비 15.4% 그리고 상대중요성지수비 9.6%를 나타낸 두족류 (Cephalopoda)였다. 그 외 섭식된 먹이생물로는 게류 (Brachyura), 단각류 (Amphipoda), 등각류 (Isopoda), 곤쟁이류 (Mysidacea) 그리고 집게류 (Anomura)가 출현하였으나, 그 양은 많지 않았다 (Table 1).

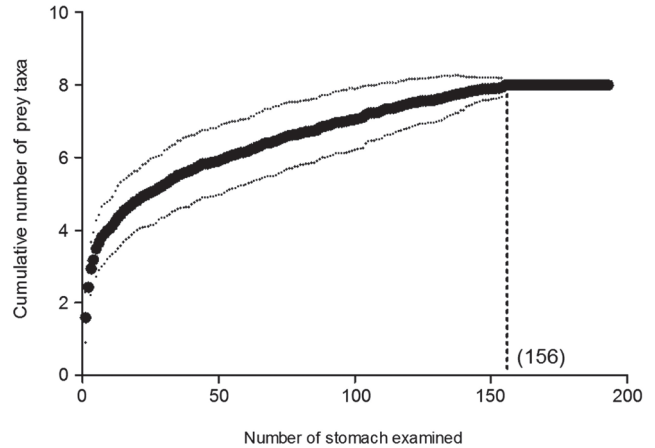


Fig. 2. Cumulative prey curves of prey taxa per stomach of *Gadus macrocephalus* in southeast sea of Korea. Dotted line represents standard deviations after 100 permutations.

대구의 섭식 경향을 파악하기 위하여 위내용물의 다양도지수를 구한 결과 1.44로 나타나 비교적 섭식폭이 넓은 generalist의 경향을 보였다.

2. 성장에 따른 위내용물 조성의 변화

대구의 전장변화에 따른 위내용물 조성의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 가장 작은 전장군 (<35 cm)에서 %IRI가 가장 높은 것은 40.8%를 차지한 새우류였고, 그 다음으로 어류와 두족류가 각각 30.1%와 28.4%를 차지하였다. 이후 전장이 커질수록 섭식된 먹이생물 중 어류가 차지하는 상대중요성지수비는 점점 높아지는 경향을 보였으나, 새우류와 두족류 각각의 %IRI는 성장에 따른 뚜렷한 경향은 보이지 않았다. 그 이외 먹이생물 (단각류, 등각류, 곤쟁이류, 게류, 집게류)에서도 성장에 따른 뚜렷한 섭식 경향은 보이지 않았다.

3. 계절에 따른 위내용물 조성의 변화

계절 변화에 따른 위내용물 조성의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 가장 중요한 먹이생물인 어류의 계절별 %IRI는 가을에 41.1%로 가장 낮았고, 겨울에 52.6%로 가장 높았으나, 사계절 동안 41.2~52.6%의 범위로 나타나, 계절별로 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나 두족류의 %IRI는 봄과 여름에 각각 37.2%와 42.4%로 높게 나타났고, 가을과 겨울에 각각 4.2%와 0.3%로 낮게 나타났다. 또한 새우류의 %IRI는 가을과 겨울에 각각 46.6%와 54.0%의 범위로 높게 나타났지만, 봄과 여름에 각각 4.5%, 21.3%로 낮게 나타나, 이들 두가지 먹이 분류군에 대한 위내용물의 조성은 계절에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Composition of prey items in the stomach contents of *Gadus macrocephalus* from southeast sea by frequency of occurrence (%F), number of individuals (%N), wet weight (%W) and index of relative importance (%IRI)

Prey organisms	%F	%N	%W	%IRI
Amphipoda	2.1	0.4	+	+
Isopoda	0.5	0.2	+	+
Mysidacea	0.5	+	+	+
Macrura	46.9	67.7	13.7	41.3
<i>Argis lar</i>	1.0	0.2	0.6	
<i>Crangon hakodatei</i>	30.4	18.7	5.9	
<i>Eualus middendorffi</i>	0.5	+	+	
<i>Eualus</i> sp.	0.5	+	+	
<i>Eualus spathulirostris</i>	10.3	11.9	0.6	
<i>Latreutes anoplonyx</i>	1.0	0.4	+	
<i>Leptocheila sydniensis</i>	3.1	31.7	0.7	
<i>Pandalopsis japonica</i>	11.3	2.9	5.2	
<i>Pandalus eous</i>	0.5	+	+	
<i>Pandalus hypsinotus</i>	1.0	0.2	+	
<i>Pandalus prensor</i>	0.5	0.3	+	
<i>Spirontocaris arcuata</i>	1.5	0.4	0.2	
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	0.5	+	0.3	
Unidentified	3.6	0.8	+	
Brachyura	8.8	2.3	4.7	0.7
<i>Charybdis bimaculata</i>	0.5	+	+	
<i>Chionoecetes opilio</i>	8.2	2.2	4.6	
Anomura	1.5	0.3	0.4	+
<i>Elassocirus cavimanus</i>	0.5	+	0.3	
<i>Pagurus</i> sp.	1.0	0.2	0.2	
Cephalopoda	31.4	12.9	15.4	9.6
<i>Euprymna morsei</i>	5.7	2.3	1.6	
<i>Loligo</i> sp.	8.8	4.6	4.5	
<i>Octopus minor</i>	2.1	0.4	1.8	
<i>Todarodes pacificus</i>	1.5	0.4	5.9	
Unidentified	14.4	5.3	1.7	
Pisces	54.6	16.2	65.7	48.4
Apogonidae	1.0	0.3	0.7	
<i>Clupea pallasii</i>	16.5	4.6	29.4	
Cottidae	1.5	0.5	2.2	
<i>Davidijordania poecilimon</i>	4.1	2.1	2.6	
<i>Gadus macrocephalus</i>	2.1	0.4	2.8	
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	1.0	0.2	1.8	
<i>Lophius litulon</i>	0.5	+	+	
<i>Lycodes nakamurai</i>	5.7	1.6	6.8	
<i>Neobythites sivicola</i>	0.5	+	0.3	
<i>Pholis nebulosa</i>	1.0	0.2	0.2	
Pleuronectidae	0.5	+	+	
<i>Psenopsis anomala</i>	0.5	+	1.2	
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	0.5	0.2	5.5	
<i>Repomucenus valenciennei</i>	1.5	0.5	0.4	
<i>Trachurus japonicus</i>	1.0	0.8	6.1	
Unidentified	23.2	4.7	5.6	
Total	100.0	100.0	100.0	

+ : less than 0.1%

고 찰

현재까지 우리나라에서는 부산 가덕도, 동해안 속초, 죽변, 방어진, 서해안 보령, 남해안 진해만의 연안지역, 동해안 주문진에서 채집된 대구에 대한 식성연구가 보고되었다(Baeck *et*

al., 2007; Park and Gwak, 2009; Yoon *et al.*, 2012). 이들 연구에서는 남해안의 진해만 대구를 제외하고 대구의 가장 중요한 먹이생물을 새우류로 보고하였고, 다음으로 어류, 두족류 순으로 먹이생물의 중요도를 보고하였다. 하지만 본 연구에서 대구의 가장 중요한 먹이생물은 어류로 나타났고, 다음으로 새우

류, 두족류의 순으로 나타났다. 이들 연구결과들 사이에 먹이 생물에 대한 중요도는 각각 달랐지만, 이전의 연구결과들과 대부분적인 주요먹이생물이 유사하게 나타났기 때문에 이들 먹이 생물은 채집지역과 채집시기 등에 관계 없이 항상 중요한 먹이 생물로 판단된다(Table 2).

대구의 섭식경향은 섭식폭이 넓은 generalist의 경향을 나타내었다. 이는 위내용물의 다양도지수가 1이상을 나타낸 일본 아리아케해에 서식하는 대부분의 가오류처럼, 대구 역시 먹이 사슬에서 상위포식자인 것을 나타내며, 탐식성이 강한 어류로 주변에 먹이가 될 수 있는 생물을 무차별적으로 섭식(NFRDI, 2004; Kim *et al.*, 2005; Yamada *et al.*, 2007; Furumitsu, 2011) 하고, 섭식하는 시점에서 양적으로 풍부하게 존재하는 먹이생물을 섭식하기 때문으로 generalist 경향을 보이는 것으로 판단된다.

남해안 가덕도에서 채집된 대구의 주요먹이생물은 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*), 분홍갯가꼬마새우 (*Eualus spathulirostris*) 등 남해안 일대에서 주로 분포하는 종이 주요먹이생물이었고, 동해안 주문진에서 채집된 대구의 주요먹이생물은 진흙새우 (*Argis lar*), 물렁가시붉은새우 (*Pandalopsys japonica*), 북쪽분홍새우 (*Padalus eous*), 도화새우 (*Pandalus*

hypsinotus), 톱등큰꼬마새우 (*Spirontocaris arcuata*), 대게 (*Chionoecetes opilio*), 청어 (*Clupea pallasii*), 멍갈치 (*Lycodes nakamurai*) 등 동해안에 주로 분포하는 종이 주요먹이생물이었다. 하지만 본 연구의 결과에서 나타난 남동부해역에서 채집된 대구의 주요먹이생물은 남해안에서의 주요먹이생물 종들과 동해안에서의 주요먹이생물 종들이 동시에 섭식된 것을 알 수 있다. 또한 남해안에 주로 분포하는 먹이생물 종보다 동해안에 주로 분포하는 먹이생물 종의 섭식 비율이 높게 나타나 남동부해역의 대구는 남해안과 동해안에 걸쳐 분포하지만 동해 계군의 대구와 식성이 유사함을 알 수 있다. 이는 Gwak and Nakayama (2011)의 msDNA분석 결과처럼 서로 다른 계군사이에서도 서식지를 공유할 수 있다는 점을 식성연구 결과로도 추론 가능 한 것으로 판단된다. 향후 이러한 결과를 근거로 동해를 서식처로 하는 동해계군과 남동부해역계군의 효율적인 자원관리를 위해서는 정밀한 분포밀도조사를 바탕으로 서식처에 대한 보호구역 설정이 두 계군을 합리적으로 관리할 수 있는 하나의 방안으로 판단된다.

남동부해역에서 출현하는 대구는 전장이 증가함에 따라 위 내용물 조성에 변화를 보였다. 두족류와 새우류 등 각각의 먹이생물에서는 성장에 따른 뚜렷한 변화를 보이지 않았으나,

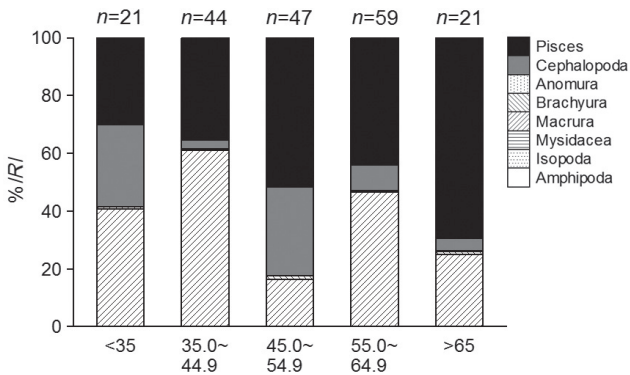


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of *Gadus macrocephalus* diets based on %IRI (index of relative importance) in relation to total length. n, sample size.

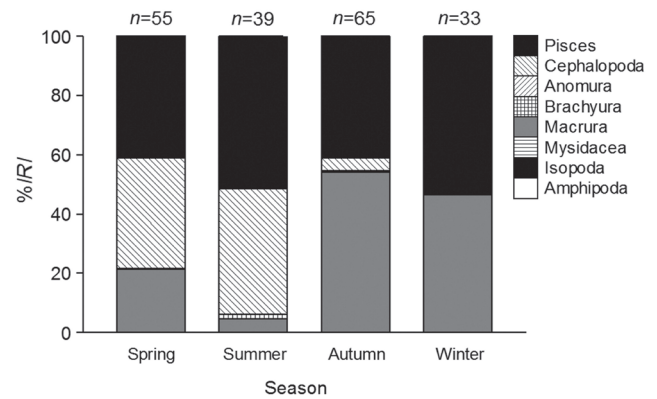


Fig. 4. Seasonal changes in composition of *Gadus macrocephalus* diets based on %IRI (index of relative importance) in relation to season. n, sample size.

Table 2. Comparison of %IRI (index of relative importance) of main prey items in the stomach contents of *Gadus macrocephalus* in Korean waters

Area/ Main prey organisms	Macrura	Pisces	Cephalopoda	Others	Reference
Gadeok-do, South Sea	89.2 ¹⁾	10.2 ²⁾	0.2 ³⁾	0.4	Baeck <i>et al.</i> , 2007
Jinhae Bay, South Sea	12.6 ²⁾	84.6 ¹⁾	2.7 ³⁾	0.1	Park and Gwak, 2009
East Sea	54.7 ¹⁾	40.0 ²⁾	5.1 ³⁾	0.2	Park and Gwak, 2009
Yellow Sea	74.9 ¹⁾	14.4 ²⁾	0.1	10.6	Park and Gwak, 2009
Jumunjin, East sea	45.8 ¹⁾	34.3 ²⁾	18.4 ³⁾	1.5	Yoon <i>et al.</i> , 2012
Southeast Sea	41.3 ²⁾	48.4 ¹⁾	9.6 ³⁾	0.7	Present study

1), 2), 3): ranking of main prey items

비교적 크기가 작은 먹이생물들은 성장함에 따라 섭식비율이 감소하는 경향을 보였다. 반면 비교적 크기가 크고 두족류와 새우류에 비해 유연능력이 뛰어난 먹이생물인 어류는 성장함에 따라 섭식비율이 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 어류는 먹이를 섭취할 때 작은 크기의 먹이를 많이 섭식하거나 소수의 큰 먹이를 선택적으로 섭식하여 에너지소비 측면에서 유리한 섭식방법을 가진다 (Wootton, 1990; Gerking, 1994). 따라서 대구의 섭식생태도 성장에 따른 체형 변화 및 유연능력 향상으로 먹이를 섭취할 때 들어가는 노력을 고려하여 에너지소비 측면에서 효율적인 전략을 사용한다는 적정섭식이론 (optimal foraging theory)과 관련된 것으로 사료된다 (Zhang, 2010).

어류는 성장단계뿐만 아니라 계절별로도 위내용물의 구성이 변화한다 (Zhang, 2010). 남동부해역에서 출현한 대구의 경우 어류는 사계절 비슷한 비율로 섭식을 하였으나, 두족류는 봄과 여름에 높은 비율로 섭식하였고, 새우류는 가을과 겨울에 높은 비율로 섭식하는 특징을 보였다. 이는 시기별 대구의 분포해역 차이 및 서식해역에서의 먹이 생물의 종조성 변화와 관련된 것으로 사료된다. 남동부해역에서의 대구는 산란기인 겨울에 진해만으로 산란회유를 하며, 주어획시기가 12월에서 2월까지임 (Gwak, 2010)을 감안하면 가을부터 겨울까지의 주 서식지와 봄부터 여름까지의 주 서식지에 차이가 있음을 추측할 수 있다. 따라서 이러한 서식지 이동에 의해 계절별 위내용물 조성의 차이가 발생하는 것으로 사료된다. 하지만 정확한 섭식관계를 파악하기 위해서는 서식생물의 계절별 종조성 변화, 대구의 회유경로 및 회유시기에 관한 추가 연구가 필요할 것이다.

요 약

2012년 2월부터 2013년 6월까지 남동부해역에서 기선저인 망과 호망에 의해 채집된 대구 620 개체의 식성을 조사하였다. 620개체 중 192개체는 먹이가 포함되어 있었고, 428개체는 공위였다. 연구에 사용된 개체의 전장범위는 20.4~95.2cm였다. 대구는 주로 어류, 새우류, 두족류를 섭식하였고, 소량이지만 집게류, 게류, 곤쟁이류, 등각류, 단각류 등도 섭식하였다. 먹이 생물 중 어류의 비율은 대구의 전장이 커질수록 증가하였으나, 계절적 변화는 없었다. 새우류와 두족류의 비율은 성장하면서 감소하였고, 계절적 차이는 뚜렷하였다. 가을부터 겨울까지 주로 새우류가 포함되어 있는 반면, 봄부터 여름까지는 두족류가 많이 포함되어 있었다.

사 사

본 논문은 국립수산물과학원 남해연안어업 및 환경생태 조사

(RP-2014-FR-37)의 지원에 의해 수행되었습니다.

인 용 문 헌

- Amundsen, P.A., H.M. Gable and F.J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48: 607-614.
- Baeck, G.W., S.H. Huh, J.M. Park and S.C. Park. 2007. Feeding habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the Coastal waters off Gadeok-do, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 19: 318-323.
- Ferry, L.A. and G.M. Calliet. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly. In: MacKinlay, D. and K. Shearer (eds.), *Feeding Ecology and Nutrition in Fish*, Symp Proc, American Fisheries Society, San Francisco, CA, pp. 71-80.
- Furumitsu. 2009. Studies of Taxonomy and Life History of Genus *Dasyatis* from the Eastern Asia. Ph.D Thesis, Nagasaki Univ., Nagasaki, Japan.
- Gerking, S.D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. San Diego, CA, Academic Press, pp. 416.
- Gwak, W.S. 2010. Fecundity of Pacific Cod, *Gadus macrocephalus* in Jinhae Bay during spawning period. *Kor. J. Ichthyol.*, 22: 121-125.
- Gwak, W.S. and K. Nakayama. 2011. Genetic variation and population structure of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* in Korean waters revealed by mtDNA and msDNA markers. *Fish. Sci.*, 77: 945-952.
- Hirai, A. 2003. *Story of Fish Egg*. Seizandoshoten. Tokyo, pp. 182. (in Japanese)
- Hong, S.Y., K.Y. Park, C.W. Park, C.H. Han, H.L. Suh, S.G. Yun, C.B. Song, S.G. Jo, H.S. Lim, Y.S. Kang, D.J. Kim, C.W. Ma, M.H. Som, H.K. Cha, K.B. Kim, S.D. Choi, K.Y. Park, C.W. Oh, D.N. Kim, H.S. Shon, J.N. Kim, J.H. Choi, M.H. Kim and I.Y. Choi. 2006. *Marine Invertebrates in Korean Coasts*. Academy Press, 487pp.
- Jeong, M.K. 1977. *The Fishes of Korea*. Ilji Press, 728pp.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.Y. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. *Illustrated book of Korean Fishes*. Kyohak Publishing Co. Ltd, 615pp.
- Kim, Y.U., J.G. Myung, Y.S. Kim, K.H. Ham, C.B. Kang, J.K. Kim and J.H. Ryu. 2006. *Marine Fishes of Korea*. Hanguel, 397pp.
- Lee, C.S., Y.H. Hur, J.Y. Lee, W.K. Kim, S.H. Hong, S.J. Hwang and S.H. Choi. 2005. Maturity and spawning of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the East Sea. *Kor. J. Aquat. Sci.*, 38: 245-250.
- MOF. 2014. Fisheries Information Service, <http://www.fips.go.kr/>
- NFRDI. 2001. *Shrimps of the Korean Waters*. Hanguel, 188pp.
- NFRDI. 2004. *Commercial Fishes of the Coastal & Offshore Waters of Korea*. Hanguel, 333pp.
- Park, C.Y. and W.S. Gwak. 2009. Comparison of stomach contents

- of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Korean Coastal Waters. Kor. J. Ichthyol., 21: 28-37.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull., 152: 1-105.
- Sano, M. 1989. Feeding habits of Japanese Butterfly fishes (Chaetodontidae). Environ. Biol. Fish., 25: 195-203.
- Uchida, K. 1936. On the Pacific cod of adjacent waters to Korea. Chousen no Suisan, 130: 24-39.
- Westrheim, S.J. 1996. On the Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in British Columbia waters, and a comparison with Pacific cod elsewhere, and Atlantic cod (*G. morhua*). Can. Tech. Res. Fish. Aquat. Sci., 2092, pp. 390.
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman Hall, New York, Usa, 404pp.
- Yamada, U.Y., M.H. Tokimura, H. Horikawa and T. Nakahoka. 2007. Fishes and Fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai University Press, pp. 1029-1116.
- Yamaguchi, A., K. Furumitsu, S. Tanaka and G. Kume. 2011. Dietary habits of the fanray *Platyrrhina tangi* (Batoidea: Platyrrhinae) in Ariake Bay, Japan. Environ. Biol. Fish., 95: 147-154.
- Yoon, S.C., J.H. Yang, J.H. Park, Y.M. Choi, J.H. Park and D.W. Lee. 2012. Feeding habits of the Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the Coastal Waters off Jumunjin, Gangwon-do of Korea. Kor. J. Aquat. Sci., 45: 379-386.
- Zhang, C.I. 2010. Marine Fisheries Resource Ecology. PKNU Press, 561pp.
- Zhang, C.I. 1984. Pacific cod of South Korean Waters. INPFC Bull. 42: 116-129.