

우리나라 서해에서 출현하는 대구 (*Gadus macrocephalus*)의 식성

최동혁 · 손명호 · 김맹진 · 이승종*

국립수산과학원 서해수산연구소 자원환경과

Feeding Habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the West Coast of Yellow Sea of Korea by Dong-Hyek Choi, Myoung-Ho Sohn, Maeng Jin Kim and Seung-Jong Lee* (Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Republic of Korea)

ABSTRACT The feeding habits of pacific cod (*Gadus macrocephalus*) were studied by analyses of stomach contents. Specimens of *G. macrocephalus* ($n=407$) were collected from the western coastal waters of Korea, monthly from July 2017 to June 2018. The size of *G. macrocephalus* ranged from 30.4 to 86.0 cm in total length (TL). *G. macrocephalus* was consumed mainly Pisces (71.5%) and Caridea (24.2%) based on % IRI, whereas other prey items including, Paguroidea, Euphausiacea and Cephalopods showed a low contribution to the diet. The feeding ratio of Caridea decreased with increasing fish size. While this decrease paralleled the increased consumption of fish preys. The feeding ratios of Pisces were the highest during spring, autumn and winter, whereas the proportion of Caridea was higher in summer.

Key words: Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, western sea of Korea, feeding habits

서 론

대구 (*Gadus macrocephalus*)는 우리나라 전 해역과 오토츠크해, 베링해, 알라스카만, 북미 캘리포니아 연안까지 매우 광범위한 해역에서 분포하며, 주로 저층에 서식하는 대표적인 냉수성으로 중요한 산업어종이다 (Bakkala *et al.*, 1984; Westheim, 1996). 국가통계자료에 의하면 우리나라 대구는 2000년도 이전에는 900톤 이하의 어획량을 보이다가 지속적으로 증가하여 2014년 13,382톤의 최대 어획량을 보인 후 최근 감소추세이다 (<http://kosis.kr>; Fig. 1). 이 가운데 서해 대구 어획량은 1996년 8톤의 최소값을 보인 후 지속적으로 증가하여 2006년에 4,196톤을 보였으며, 이후 증감을 반복 하다가 2014년에 8,894톤의 최대 어획량을 보였으나 2018년에는 4,663톤으로 최근 감소경향을 보이고 있다. 따라서 최근 우리나라 대구 어획량 중 약 50%의 높은 비율을 차지하고 있는 서해 대구의 생태특성, 자원의 관리 및 회복에 관한 연구가 지속적으로 요구되고 있다.

계군은 일정한 지리적 분포구역 내에서 동일한 유전자 조성

과 생태학적 특성을 가지는 집단으로 장소 및 시기에 따라서 계군이 다를 수 있다. 우리나라 대구의 계군은 형태학적 근거에 의해 동해와 서해 계군으로 구분되었으나 (Park, 1965), 최근 유전학적 방법이 발전하면서 서해, 동해 그리고 남해 3개의 계군이 존재하는 것으로 보고되어 (Gwak and Nakayama, 2011), 해역별 대구의 생리, 생태연구가 구분하여 수행되어야 할 필요가 있다.

한편 어류의 식성정보는 해당 생태계의 먹이사슬을 이해하는데 매우 중요하기 때문에 다양한 어류를 대상으로 한 연구가 수행되고 있다. 특히 우리나라 대구 식성 연구는 가덕도 주변해역 (Baeck *et al.*, 2007), 강원도 주문진 해역 (Yoon *et al.*, 2012), 우리나라 남동부 해역 (Lee *et al.*, 2015)과 우리나라 전 연안의 대구 식성연구 (Park and Gwak, 2009) 등의 연구가 진행되었다. 이와 같이 선행 식성 연구는 주로 동해 계군을 중심으로 연구가 수행되어졌고, 서해에 분포하는 대구에 대해서는 Park and Gwak (2009)에 의해 동계시기의 식성 연구만 보고되고 있을 뿐 아직까지도 서해산 대구에 대한 식성연구는 미흡하며, 특히 계절에 따른 식성분석은 보고된 바 없다.

따라서 이 연구는 서해 대구의 위내용물 분석을 통하여 주요 먹이생물을 알아보고, 서해 대구계군의 먹이습성 특성을 이해하고 다른 해역 대구의 먹이특성과 비교하고자 하였다.

*Corresponding author: Seung Jong Lee Tel: 82-32-745-0616, Fax: 82-32-745-0569, E-mail: sjlee1225@korea.kr

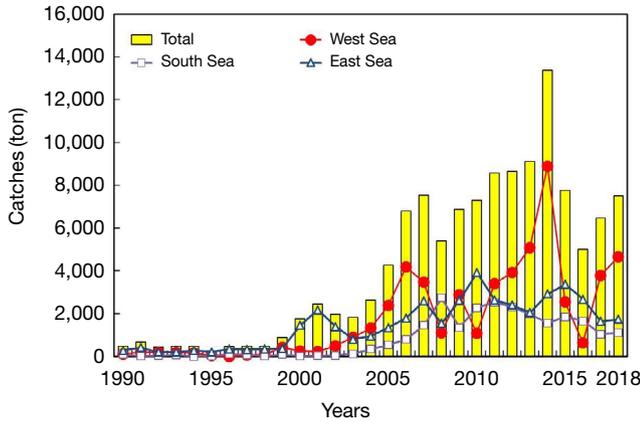


Fig. 1. Annual variation in the catches of *Gadus macrocephalus* in Korea.

재료 및 방법

이 연구에 사용된 대구는 2017년 7월부터 2018년 6월까지 서해안 중부해역에서 근해자망어선에 의해 어획된 시료이다(Fig. 2). 어획된 대구는 실험실에서 개체별로 전장(TL: Total length) 0.1 cm, 체중(BW: Body weight)을 0.1 g까지 측정하고, 해부하여 위를 분리한 후 현미경 하에서 가능한 종(species) 수준까지 분류하였고, 분류가 어려울 경우 과(family) 또는 목(order) 수준으로 분류하였다. 분류구별 중 동정 시 어류는 Kim *et al.* (2005), 패류는 Min *et al.* (2004), 두족류 및 갑각류는 Hong *et al.* (2006) 등을 참고하였다. 이 연구에 이용된 표본 총 407개체는 전장 30.4~86.0 cm (평균 49.8 cm), 체중 261~7,630 g (평균 1,546 g)의 범위를 보였다(Table 1).

위내용물 분석 결과는 다음과 같은 식으로 각 먹이생물에 대하여 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)로 나타냈다.

$$\%F = A_i / N \times 100$$

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

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

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 대구의 개체수이고, N_i 은 먹이를 섭식한 대구의 총 개체수, N_i 와 W_i 는 해당 먹이생물의 개체수와 습중량, N_{total} 과 W_{total} 은 전체 먹이 개체수와 습중량이다.

먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용하여 구하였다.

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

이후 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%IRI)로 나타내었다.

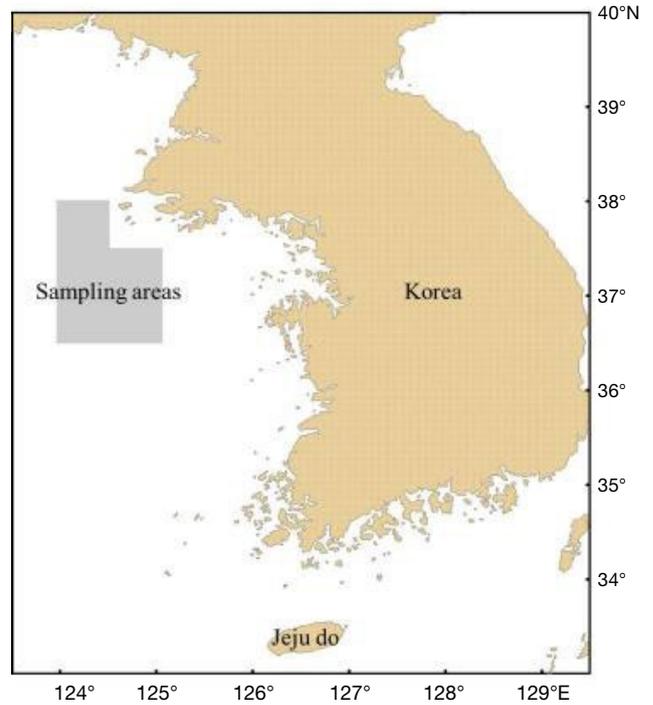


Fig. 2. Location of study area in the western coastal waters of Korea.

Table 1. Monthly number of individuals and size ranges of *Gadus macrocephalus* used in this study

Year	Month	n	Range of TL (cm)	Mean TL (cm) ± SD
2017	Jul.	30	30.8~80.0	46.3 ± 6.4
	Aug.	30	30.4~60.8	44.7 ± 4.8
	Sep.	30	37.2~84.1	52.0 ± 6.2
	Oct.	30	42.1~81.7	51.4 ± 4.9
	Nov.	30	40.7~80.8	52.9 ± 5.1
	Dec.	60	33.7~82.3	49.1 ± 5.8
2018	Jan.	60	33.7~80.2	52.4 ± 4.5
	Feb.	60	33.5~85.1	49.3 ± 3.9
	Apr.	30	37.1~86.0	49.8 ± 4.9
	May	17	41.3~65.1	51.6 ± 3.3
	Jun.	30	33.7~76.2	46.9 ± 5.3
Total		407	30.4~86.0	49.7 ± 5.2

$$\%IRI = IRI_i / \sum_{i=1}^n IRI \times 100$$

전장과 계절별 위내용물의 변화를 파악하기 위해 크기별로 5개의 체장군 (< 39.9 cm; 40.0~49.9 cm; 50.0~59.9 cm; 60.0~69.9 cm; 70.0 cm <)과 계절(3~5월: 춘계, 6~8월: 하계, 9~11월: 추계, 12~2월: 동계)로 각각 구분하여 먹이생물의 위내용물 조성을 파악하였고, 유사성 분석(two-ways crossed analysis of similarities, ANOSIM)을 실시하여 유의성 검증하였다.

Table 2. Composition of the stomach contents of *Gadus macrocephalus* by frequency of occurrence (%F), number (%N), weight (%W), and index of relative importance (IRI)

Prey organisms	%F	%N	%W	%IRI
Crustacea				
Brachyura	4.3	2.5	2.1	0.3
<i>Charybdis (Gonionephtus) bimaculata</i>	0.3	0.1	0.2	
<i>Pugettia quadridens</i>	0.6	0.2	0.1	
<i>Oregonia gracilis</i>	3.1	2.1	1.8	
Unidentified	0.3	0.1	<0.1	
Caridea	36.5	31.4	7.6	24.2
<i>Crangon hakodatei</i>	15.7	11.4	5.3	
<i>Eualus spathulirostris</i>	9.8	10.6	0.7	
<i>Leptochela gracilis</i> Stimpson	1.5	0.8	<0.1	
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	3.4	4.4	0.4	
<i>Palaemon gravieri</i>	0.3	0.1	<0.1	
<i>Pandalus gracilis</i>	0.3	0.3	0.3	
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	0.9	0.3	0.4	
Unidentified	4.6	3.5	0.4	
Euphausiacea	0.9	27.8	0.3	0.4
<i>Euphausiacea</i> sp.	0.9	27.7	0.3	
Paguroidea	13.8	5.1	9.2	3.4
<i>Pagurus ochotensis</i>	9.8	3.7	8.5	
Unidentified	4.0	1.4	0.7	
Echinodermata				
Stelloridea	0.9	0.4	0.2	<0.1
<i>Ophioplocus japonicus</i>	0.9	0.4	0.2	
Holothuroidea	0.6	0.2	0.3	<0.1
<i>Protankyra bidentata</i>	0.6	0.2	0.3	
Mollusca				
Bivalvia	0.6	0.2	0.1	<0.1
Unidentified	0.6	0.2	0.1	
Cephalopoda	2.4	0.8	3.5	0.2
<i>Euprymna morsei</i>	0.3	0.1	<0.1	
<i>Todarodes pacificus</i>	1.5	0.5	3.3	
<i>Loligo japonica</i>	0.3	0.1	0.2	
Unidentified	0.3	0.1	0.1	
Gastropoda	0.6	0.2	0.1	<0.1
Unidentified	0.6	0.2	0.1	
Pisces	39.4	31.4	76.6	71.4
<i>Ammodytes personatus</i> Girard	1.2	3.5	6.4	
<i>Engraulis japonicus</i>	7.7	7.5	25.1	
<i>Konosirus punctatus</i>	0.3	0.1	1.4	
<i>Gadus macrocephalus</i>	2.5	1.0	7.7	
<i>Liparis tanakai</i>	2.2	1.2	22.3	
<i>Pholis nebulosa</i>	0.6	1.3	0.5	
<i>Pholis fangi</i>	11.7	11.7	5.9	
<i>Scomber japonicus</i>	0.3	0.1	0.4	
Unidentified	12.6	4.9	6.9	
Total	100	100	100	100

결 과

1. 위내용물 조성

이 연구에 이용된 407개체의 대구 중 위내용물이 발견된 대구는 236개체로 공위율은 42.0%였다. 위 내용물이 발견된 236개체의 대구를 위내용물을 분석한 결과, 10개의 분류군 25종

의 먹이생물이 출현하였다(Table 2). 대구의 가장 중요한 먹이생물 분류군은 출현빈도 39.2%, 개체수비 31.4%, 습중량비 76.7%, 상대중요성지수비 71.5%를 차지한 어류(Pisces)였으며, 어류 중에서는 멸치(*Engraulis japonicus*), 흰베도라치(*Pholis fangi*), 꼼치(*Liparis tanakai*) 그리고 대구(*Gadus macrocephalus*) 순으로 많이 섭취되었다. 두 번째로 중요한 먹이생물 분류군은 출현빈도 36.7%, 개체수비 31.4%, 습중량비

7.6%, 상대중요성지수비 24.2%를 차지하는 새우류(Caridea)였으며, 새우류 중에서는 마루자주새우(*Crangon hakodatei*)와 산모양갈갈새우(*Eualus spathulirostris*)가 가장 많이 섭식되었다. 세 번째 먹이생물 분류군은 출현빈도 13.9%, 개체수비 5.1%, 습중량비 9.2%, 상대중요성지수비 3.42%를 차지하는 집게류(Paguroidea)이고 북방참집게(*Pagurus ochotensis*)가 많이 섭식된 것으로 분석되었다. 그 외에 난바다곤쟁이류(Euphausiacea)와 두족류(Cephalopoda)도 낮은 비율로 섭식되었다. 따라서 대구는 어류와 새우류를 주로 섭식하는 전형적인 육식성 포식자(Carnivorous predators)로 나타났다.

2. 성장에 따른 위내용물 조성의 변화

대구(TL)변화에 따른 위내용물 조성을 알아보기 위해 40 cm 미만, 40~50 cm, 50~60 cm, 60~70 cm, 70 cm 이상의 5개 체장군으로 구분하여 습중량비를 기준으로 하여 분류군별 비율을 Fig. 3에 나타내었다. 40 cm 미만의 체장군에서는 새우류, 집게류, 어류가 각각 35.2%, 28.3%, 24.0%의 비율을 나타내어 새우류 비율이 높고, 어류는 낮았다. 40 cm 이상 50 cm 미만의 체장군에서는 어류의 비율이 76.6%로 증가한 반면 집게류 11.3%, 새우류 6.5%의 비율은 감소하였다. 50 cm 이상 60 cm 미만의 체장군에서도 어류의 비율은 다소 감소한 65.3%의 비율을 나타내었으나 다른 분류군보다 높았으며 두족류가 15.1%가 두 번째로 높게 나타내었다. 60 cm 이상 70 cm 이하의 체장군에서는 어류는 이전 단계의 크기군과 유사한 비율을 보였으나 집게류가 27.1%로 두 번째로 높게 나타내었다. 그리고 70 cm 이상의 체장군에서는 어류가 91.7%로 주로 어류를 섭식하였으며 다른 분류군은 낮은 비율을 차지하였다. 따라서 작은 크기 때에는 새우류의 비율이 높았으며 크기가 커질수록 섭식된 먹이생물 중 어류가 차지하는 비율의 높은 경향을 보였고, 50 cm 이상 60 cm 미만에서는 어류 이외에 상대적으로 두족류, 60 cm 이상 70 cm 미만에서는 집게류의 비율이 높았다(ANOSIM, $p < 0.05$).

3. 계절별 위내용물 조성의 변화

계절별 대구의 먹이조성 변화를 파악하기 위하여 대구 시료를 계절별로 구분하여 위내용물을 조사하였다(Fig. 4). 춘계에는 어류의 비율이 63.6%로 가장 높았고, 그 다음이 새우류 15.4%, 집게류 15.1% 순으로 나타났다. 하계에는 집게류가 37.2%로 가장 높았고, 어류가 35.4%로 감소한 반면 새우류는 18.9%로 춘계와 유사한 비율을 보였다. 추계에는 어류가 64.5%로 월등히 높은 비율을 보였고, 두족류 4.5%, 새우류 3.5%로 나타났다. 그리고 동계에도 어류의 비율이 76.2%로 가장 높았고, 집게류가 12.5%, 새우류가 5.8%로 분석되었다. 따라서 춘계와 추계에서는 어류의 비율이 유사한 반면 하계에는 낮고, 동계에는 높은 비율을 차지하고 있었다(ANOSIM, $p < 0.05$).

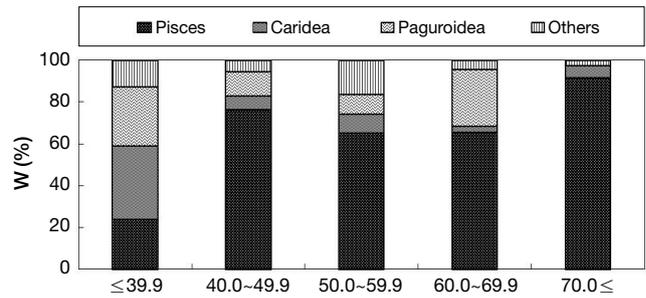


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of stomach content of *Gadus macrocephalus* by percentages of weight.

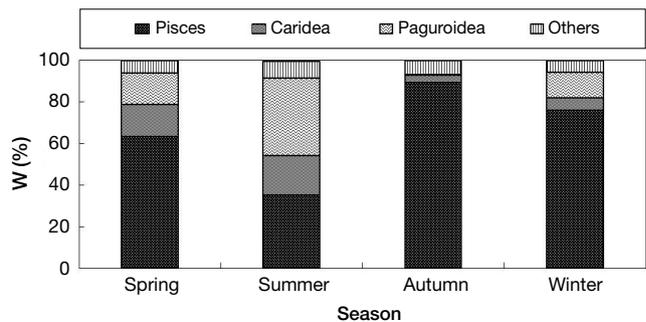


Fig. 4. Seasonal changes of stomach contents of *Gadus macrocephalus* by percentages of weight.

고찰

이 연구는 서해 중부해역에 출현하는 대구의 섭이특성을 파악하기 위해서 수행되었다. 이 연구에서 서해 대구의 공위율은 42.0%로 기존에 보고된 강원도 주문진에서 대구 공위율 25.1% (Yoon *et al.*, 2012), 가덕도에서 19.8% (Baek *et al.*, 2007)의 연구 결과보다 높게 나타났다. 이는 이 연구에서 산란시기 또는 그 시기에 가까워진 대구가 상대적으로 많이 연구에 분석되어졌기 때문인 것으로 생각된다. 선행 연구에 의하면 대구는 산란 전에는 매우 많은 양의 먹이를 섭식하지만 산란기에 생식소 발달로 인한 지나친 복부 팽만으로 섭식이 낮은 것으로 보고되었고, 이후 산란을 마친 대구의 섭식량이 급격히 늘어나는 것을 보고한 바 있다(Moiseev, 1953; Park and Gwak, 2009). 그래서 공위율과 생식소속도지수(GSI)를 비교하여 분석한 결과 이전보고와 같이 생식소속도지수가 높아지는 시기인 11월에서 2월까지 공위율이 높은 경향을 보였고 특히 2월에는 74.2%로 가장 높은 공위율을 보였으며, 산란 이후 섭식율이 점점 증가하여 9월에는 2.4%의 낮은 공위율을 보였다(Fig. 5). 그러나 산란기라 하더라도 크기에 따른 다른 성숙상태로 인해 공위율의 차이를 보일 수 있기 때문에(Uchida, 1936), 미성숙 대구를 포함한 성숙단계에 따른 공위율에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

많은 섭이 특성 연구자들은 우리나라 주요 어종에 대한 식성

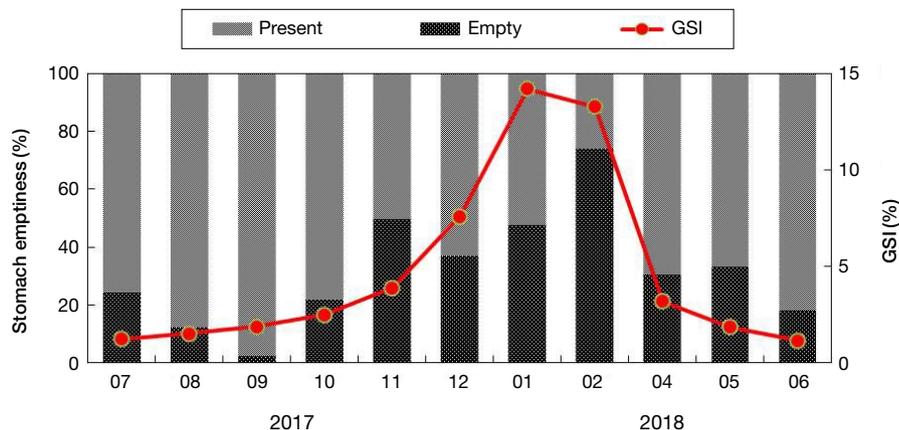


Fig. 5. Monthly variation of composition of stomach emptiness and gonadosomatic indices (GSI) of *Gadus macrocephalus*.

연구를 수행하고 있으며, 이 가운데 우리나라 대구의 식성 연구를 수행한 바 있다. 이전 연구 결과 중 강원도 주문진에서 채집된 대구의 먹이생물 분류군은 상대주요성지수 기준으로 새우류(45.8%), 어류(34.8%) 및 두족류(18.4%) 순으로 나타났으며 (Yoon *et al.*, 2012), 가덕도에서 채집된 대구는 새우류(89.4%)와 어류(10.6%)가 주로 섭이하였고 (Baek *et al.*, 2007), 영덕, 포항, 죽도 및 거제도를 포함한 남동부연안에서 채집된 대구는 주로 어류(48.4%)와 새우류(41.3%) (Lee *et al.*, 2015)가, 보령에서 어획된 대구에서는 주로 새우류(74.9%) (Park and Gwak, 2009)인 섭이특성을 보였다. 그리고 진해만 (Park and Gwak, 2009)에서는 주로 어류(84.6%)를 섭식하는 것으로 보고하였다. 이 연구에서 채집된 대구의 중요한 먹이생물 분류군은 어류(71.5%)로 나타났으며, 그 다음으로 새우류(24.2%)가 높은 비율로 나타나 (Table 1), 앞에 보고된 주문진 및 가덕도에서 채집된 대구보다 진해만에서 채집된 대구의 연구 결과와 유사하게 어류를 주로 섭식하는 것으로 나타났으며, 서식환경에 따라 대구의 먹이생물이 차이가 나타나는 것으로 생각된다. 특히 이 연구해역인 서해 중부해역과 유사한 보령 (Park and Gwak, 2009)에서 채집된 대구의 위내용물을 비교해 보면, 주 먹이생물 분류군은 새우류로 보고되어 이 연구 결과와의 차이를 보였는데 그 이유는 선행연구 (Park and Gwak, 2009)에서 채집된 시료의 체장범위가 15.5~49.9 cm로 이 연구의 30.4~86.0 cm보다 훨씬 작았기 때문으로 생각되며, 이는 대구의 체장이 증가함에 따라 새우류의 섭식비율이 감소하고 어류의 섭식비율이 높게 나타난다는 연구 결과와 동일하였다.

성장에 따른 식성의 변화는 가덕도해역에서 서식하는 대구는 60 cm 이하에서는 주로 새우류를 섭식하고 60 cm 이상에서는 새우류보다 어류의 섭식 비율이 높은 것을 확인할 수 있었으며 (Baek *et al.*, 2007), 주문진해역의 대구는 56 cm 이상부터는 새우류보다 어류의 섭식 비율이 높았고 (Yoon *et al.*, 2012), 진해만 대구는 45 cm 이상, 보령 대구는 40 cm 이상에서 어류의 비율이

높은 것으로 나타났다. 이 연구에서는 생체량 기준으로 분석한 결과 40 cm 이하의 대구에서는 새우류와 집게류의 비율이 높은 반면에 40 cm 이상에서는 어류의 비율이 높게 나타났다.

계절에 따른 먹이생물의 살펴보면, Yoon *et al.* (2012)의 연구에 의하면 주문진에 서식하는 대구는 춘계(4~6월)에는 새우류, 하계(7~9월)에는 두족류, 추계(10~12월)에는 어류, 동계(1~3월)에는 새우류를 가장 많이 섭식하는 것으로 보고되었으며, Baek *et al.* (2007)의 연구에서는 11~1월까지 가덕도해역의 대구는 새우류가 가장 우점하는 것으로 나타났다. 이 연구에서 하계는 새우류와 비율이 높게 나타난 반면 나머지 계절에는 어류의 비율이 높게 나타나 이전 다른 해역에서 출현한 대구 식성 결과와 차이를 보였다.

마지막으로 이 연구는 서해 중부해역에서 30.4~86.0 cm의 크기를 대상으로 위내용물 분석을 수행하여 서해 대구의 식성을 파악하였다. 그러나 작은 크기의 대구가 포함되지 않아서 성장별 먹이생물을 파악하는데 자료가 부족하고, 이와 더불어 회유 경로와 근해 및 연안에 따라 해역별 위내용물 조성의 차이가 발생할 가능성이 있기 때문에 관련된 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

2017년 7월부터 2018년 6월까지 서해연안에서 채집된 대구 407개체의 위내용물 조성을 조사하였다. 대구의 전장은 30.4~86.0 cm의 범위를 보였으며, 어류가 가장 우점한 먹이생물 분류군으로 나타났다. 어류 다음으로 새우류가 우점하였고 이 가운데 마루자주새우가 큰 비중을 차지하였다. 그 외 집게류, 바다곤쟁이류, 두족류 등이 낮은 비율로 섭식되었다. 전장 40 cm 이하의 대구에서는 새우류의 비율은 높게 나타난 반면 그 이상의 전장에서는 새우류의 섭식비율보다 어류의 섭식비율이 높게

나타났다. 그리고 계절별, 분류군별 비율은 춘계, 추계 및 동계에 서는 어류의 비율이 높고 하계에서는 새우류의 비율이 높게 나타났다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원 시험연구사업 “서해연안어업 및 환경생태조사(R2019025)”의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- 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. Korean J. Ichthyol., 19: 318-323. (in Korean)
- Bakkala, R.G., S. Westrheim, S. Mishima, C. Zhang and E. Brown. 1984. Distribution of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the North Pacific Ocean. INPFC Bull., 42: 111-115.
- 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.
- 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, J.H. Choi, M.H. Kim and I.Y. Choi. 2006. Marine Invertebrates in Korean Coasts. Academy Press, 487pp.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, T.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul, 615pp.
- Lee, J.H., J.N. Kim, J. Park, T. Park and K.M. Nam. 2015. Feeding habits of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* in Southeast Sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 27: 142-148. (in Korean)
- Min, D.K., J.S. Lee, D.B. Koh and J.G. Je. 2004. Mollusks in Korea. Han-guel Publishing Co., Ltd, ISBN 89-89334-12-8, 566pp.
- Moiseev, P.A. 1953. Cod and flounders of far eastern seas. Izvestiia Tikhookeanskogo N.-I. Inst. Rybnovo Khoziaistva I Okeanografii, 40: 1-287.
- Park, B.H. 1965. On the race of cods (*Gadus macrocephalus*) between Yellow Sea and Chinhae Bay of Korea. Fish. Res. Dev. Agency, 6: 197-115. (in Korean)
- Park, C.Y. and W.S. Gwak. 2009. Comparison of stomach contents of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Korean coastal waters. Korean J. Ichthyol., 21: 28-37. (in Korean)
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California water. Fish Bull., 152: 1-105.
- 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, 390pp.
- Yoon, S.C., 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, Gangwondo of Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 45: 379-386. (in Korean)