

가덕도 주변해역에 출현하는 홍어(*Okamejei kenojei*)의 식성

정재묵 · 김현지 · 백근욱 · 예상진¹ · 허성회^{2*}

경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터, ¹한국수산자원관리공단,
²부경대학교 해양학과

Feeding habits of ocellate spot skate, *Okamejei kenojei* in the coastal waters of Gadoek-do, Korea

Jae Mook JEONG, Hyeon Ji KIM, Gun Wook BAECK, Sang Jin YE¹, Sung Hoi HUH^{*}

Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea.

¹Korea Fisheries Resources Agency, Busan 612-020, Korea.

²Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea.

The feeding habits of *Okamejei kenojei* were studied using 242 specimens collected from October 2010 to September 2011 in the coastal waters of Gadeok-do, Korea. *O. kenojei* was carnivorous feeder that consumed mainly shrimps, crabs, and fishes. Its diet also included small quantities of stomatods, cephalopods, amphipods. The size of *O. kenojei* ranged from 10.4 to 47.4 cm in total length (TL). *O. kenojei* showed ontogenetic dietary shift. <15.0, 15.0-19.9 cm size classes fed mainly on shrimps and amphipods. 20.0-24.9 cm size class fed mainly shrimps and crabs. Thereafter, shrimps and crabs were decreased with ontogenesis while fishes and cephalopods were increased. Increasing size, the mN/ST were constantly decreased, but mW/ST were constantly increased.

Keywords: *Okamejei kenojei*, Feeding habits, Gadoek-do, Ontogenetic change

서론

홍어과 (Rajidae) 어류는 우리나라에 4속 11종, 세계에 18속 200여종이 서식하는 것으로 알려져 있으며, 이 중 홍어 (*Okamejei kenojei*)는 홍어목 (Rajiformes) 홍어과에 속하는 어류로, 우리나라와 일본의 전 해역, 동중국해, 오호츠크해에 이르는 동아시아해역에 광범위하게 분포한다 (Kim et al., 2005). 홍어는 일반적으로 간

재미, 가오리라는 이름으로 유통되며, 우리나라에서 다양한 분야에서 상업적인 가치가 매우 높지만 최근 어획량은 1993년 9794 m/t에서 2008년 3444 m/t으로 꾸준한 감소 추세에 있다 (KNSO, 1990-2008). 이와 같이 홍어는 중요한 수산자원임에도 불구하고, 수산 가공분야에서 수행된 연구를 제외한 생태적 측면의 연구는 부족한 실정이다. 식성에 관한 연구는 서해와 태안 주변

*Corresponding author: shhuh@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-6570, Fax: 82-51-629-6510

해역에 수행된 식성연구 (Hong et al., 2000; Baeck et al., 2011)가 있지만, 우리나라 전 연안에서 출현하는 홍어의 분포 범위를 고려해 볼 때, 남해 연안에 출현하는 개체들의 식성연구도 반드시 필요할 것이다.

연골어류 (chondrichthyes)에 속하는 상어류와 같은 판새아강 어류는 해양생태계 내에서 높은 영양단계에 위치한 최상위포식자이며, 이들의 먹이생물에 관한 정보는 해당생태계의 먹이사슬을 이해하는데 매우 중요하다고 알려져 있다 (Cortés, 1999). 본 연구에서도 연안 먹이사슬에서 높은 위치를 차지할 것으로 예상되는 홍어의 위내용물을 분석한다면, 가덕도 주변해역의 해양생물 상호간 영양단계를 어느 정도 이해할 수 있을 것이라고 생각된다.

본 연구의 목적은 홍어의 위내용물 분석을 통하여 주요 먹이생물을 알아보고 성장에 따른 먹이생물 조성의 차이를 파악하여 가덕도 주변 연안역의 먹이망을 이해하는데 필요한 기초 자료를 제공하기 위함이다.

재료 및 방법

이번 연구에 사용된 홍어의 시료는 2010년 10월부터 2011년 9월까지 매월 2시간씩 가덕도 주변해역에서 소형기선저인망 (small otter trawl)을 이용하여 채집하였다 (Fig. 1). 채집된 시료는 쿨러에 빙장 처리하여, 실험실로 운반 후 각 개체의 전장 (total length, TL: 0.1 cm)과 체중(0.1 g)을 측정하였다. 이 후, 위를 적출하여 해부현미경을 이용, 위내용물을 분석하였다. 위내용물은 가능한 중 수준까지 동정하여 종류별로 개체수를 계수하였으며, 제습지를 이용하여 수분을 제거하고 습중량을 0.01 g까지 측정하였다. 위내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도 (%F), 개체수비 (%N), 습중량비 (%W)로 나타내었으며, 다음과 같은 식을 이용하여 구하였다.

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

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

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

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 홍어의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 홍어의 총 개체수, N_i 와 W_i 는 해당 먹이생물의 개체수와 습중량, N_{total}

과 W_{total} 은 전체 먹이개체수와 습중량이다.

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

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

상대중요성지수는 백분율로 환산하여 상대중요성지수비 (%IRI)로 나타내었다. 성장에 따른 홍어의 먹이생물 변화를 파악하기 위해서 8개의 크기군 (<15.0 cm, n= 6; 15.0-19.9 cm, n= 7; 20.0-24.9 cm, n= 19; 25.0-29.9 cm, n= 23, 30.0-34.9 cm, n= 61; 35.0-39.9 cm, n= 63; 40.0-44.9 cm, n= 50; 45.0 cm<, n= 13)으로 구분하였으며, 각 크기군별로 위내용물 조성을 확인하였다. 체장에 따른 먹이섭식 특성을 파악하기 위해 크기군별 개체당 먹이의 평균 개체수 (mean number of preys per stomach, mN/ST)와 개체당 먹이의 평균 중량 (mean weight of preys per stomach, mW/ST)을 구하였으며, 분산분석 (analysis of variance, ANOVA)을 이용하여 유의성을 검정하였다. 체장별 먹이생물의 중복도 (Schoener, 1970)는 dietary overlap index를 이용하여 다음과 같이 구하였다.

$$C_{xy} = 1 - 0.5(\sum |P_{xy} - P_{yi}|)$$

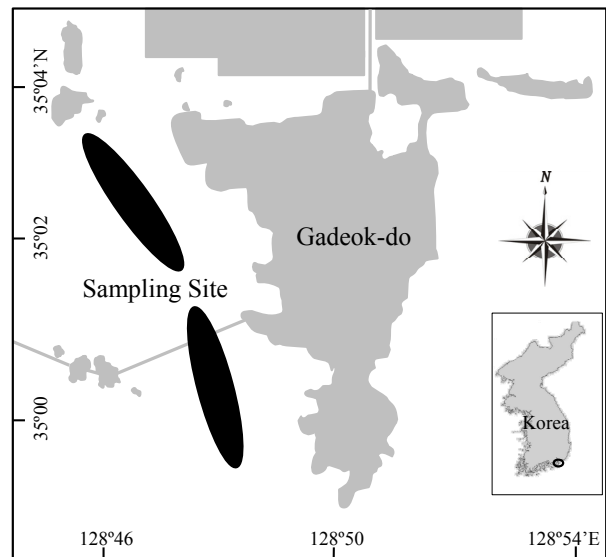


Fig. 1. Study area with sampling locations (●) in coastal waters of Gadeok-do, Korea.

여기서, P_{xy} 와 P_{yi} 에서 x, y그룹에서 먹이생물 i의 습중량비 (%W)이다. 중복도지수 값의 범위는 0에서 1까지이고, 1에 가까울수록 먹이생물의 중복도가 높아지는 것으로 볼 수 있다. 중복도 값이 0.6 이상이면 유의하게 중복되는 것으로 간주하였다 (Wallace, 1981). 통계분석을 위해 SPSS v21 프로그램을 사용하였다.

결 과

체장조성

홍어의 전장 (total length, TL)은 10.4-47.4 cm의 범위를 보였으며, 가장 작은 10.4 cm의 개체는 9월에 출현하였으며, 가장 큰 47.4 cm의 개체는 8월에 출현하였다. 전장 35.0-39.9 cm의 크기군이 전체의 26.0%를 차지하여 가장 많이 채집되었다(Fig. 2).

위내용물조성

위내용물 분석에 이용된 홍어의 개체는 총 242개체였으며, 위내용물이 전혀 없었던 개체는 40개체로 16.5%의 공복율을 나타내었다. 위내용물이 발견된 202개체를 분석한 결과(Table 1), 가장 중요한 먹이생물은 출현빈도 84.7%, 개체수비 57.1%, 습중량비 40.4%, 상대중요성지수비 77.2%를 차지한 새우류 (*Macrura*)였다. 새우류 중에서는 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*)가 출현빈도 32.2%, 개체수비 22.5%, 습중량비 10.9%로 가장 많이 섭식되었다. 새우류 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 33.7%, 개체수비 22.5%, 습중량비 16.8%, 상대중요성지수비 12.4%를 차지한 게류 (*Brachyura*)였는데, 이 중 두점박이민꽃게 (*Charybdis bimaculata*)가 출현빈도 26.7%, 개체수비 18.7%, 습중량비 14.7%로 가장 많이 섭식되었다. 그 다음으로 많이 섭식된 먹이생물은 출현빈도 25.2%, 개체수비 15.2%, 습중량비 26.1%, 상대중요성지수비 9.8%를 차지한 어류(Pisces)였으며, 이 중 멸치 (*Engraulis japonicus*)를 가장 많이 섭식하였다. 그 다음으로 두족류 (Cephalopoda), 갯가재류 (Stomatopoda) 순이었다. 이외에 단각류 (Amphipoda)도 섭식되었지만, 상대중요성지수비 0.1% 이하의 낮은 비율을 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때, 홍어는 새우류, 게류, 어류 등을 섭식하는 저서 육식성어류 (bottom carnivorous fish)임을 알 수 있었다.

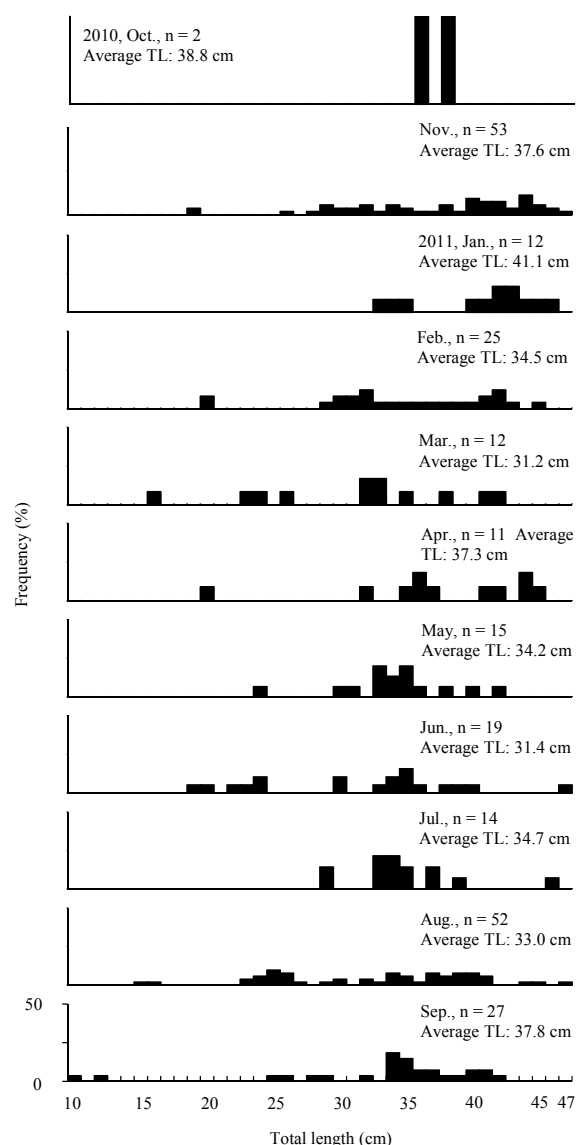


Fig 2. Monthly variations in total length-frequency distribution of *Okamejei kenojei* in the coastal waters of Gadeok-do, Korea.

성장에 따른 위내용물 조성의 변화

본 조사에서 채집된 홍어 시료를 8개의 크기군으로 나누어 성장에 따른 먹이생물 조성을 알아보았다 (Fig. 3). 가장 우점한 먹이생물인 새우류는 45.0 cm 이상의 크기군에서 가장 낮은 18.7%를, 15.0-19.9 cm 크기군에서 가장 높은 79.5%를 보였다. 새우류는 모든 크기군에서 출현하였으며, 전장이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 두 번째로 우점한 게류도 가장 작은 15.0 cm 이하의 크기군에서 72.3%로 가장 많이 섭식되었으

며, 가장 큰 45.0 cm 이상의 크기군에서는 출현하지 않았고, 전장이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 어류는 20.0-24.9 cm 크기군부터 출현하기 시작하여 전장이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 가장 큰

45.0 cm 이상의 크기군에서는 55.3%를 보였다. 두족류는 35.0-39.9 cm 크기군부터 출현하기 시작하여 지속적으로 증가하였으며, 갯가재류는 35.0-39.9 cm 크기군부터 출현하였지만 이후에 더 이상 증가하지 않았다.

Table 1. Composition of the stomach contents of *Okamejei kenoei* by frequency of occurrence, number, weight and index of relative importance (IRI)

Prey organisms	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Decapoda					
Macrura	84.7	57.1	40.4	8,253.7	77.2
<i>Crangon hakodatei</i>	32.2	22.5	10.9		
<i>Crangon affinis</i>	7.9	5.5	5.8		
<i>Crangon</i> spp.	5.9	4.2	2.6		
<i>Palaemon gravieri</i>	1.5	1.0	0.2		
<i>Latreates anoplonyx</i>	1.0	0.7	0.1		
<i>Alpheus japonicus</i>	12.9	9.0	4.8		
<i>Alpheus digitalis</i>	2.0	1.4	1.9		
<i>Alpheus</i> sp.	2.0	1.4	1.3		
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	2.5	1.7	5.7		
<i>Eualus spathulirostris</i>	5.9	4.2	1.4		
<i>Parapenaeopsis tenella</i>	1.0	0.7	1.0		
<i>Parapenaeus fissuroides</i>	1.0	0.7	1.3		
<i>Solenocera melantho</i>	1.5	1.0	0.4		
<i>Metapenaeus joyneri</i>	0.5	0.3	1.3		
Unidentified Macrura	4.0	2.8	1.9		
Brachyura	33.7	22.5	16.8	1,323.0	12.4
<i>Charybdis bimaculata</i>	26.7	18.7	14.7		
<i>Charybdis japonica</i>	0.5	0.3	0.4		
<i>Pugettia quadridens</i>	0.5	0.3	0.3		
Unidentified Brachyura	4.5	3.1	1.4		
Pisces	25.2	15.2	26.1	1,042.7	9.8
<i>Clupea pallasii</i>	1.5	1.0	1.5		
<i>Engraulis japonicus</i>	5.9	4.2	11.5		
<i>Thryssa kammalensis</i>	0.5	0.3	1.6		
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	2.0	1.4	2.1		
<i>Cryptocentrus filifer</i>	0.5	0.3	1.0		
<i>Sagamia geneionema</i>	2.0	1.4	2.1		
<i>Leiognathus nuchalis</i>	0.5	0.3	0.5		
<i>Furcina ishikawae</i>	0.5	0.3	0.6		
<i>Repomucenus valenciennesi</i>	2.5	1.7	1.0		
Unidentified Pisces	5.9	4.2	4.2		
Amphipoda	1.0	0.7	+	0.7	+
Stomatopoda	3.5	2.4	7.2	33.3	0.3
<i>Oratosquilla oratoria</i>	3.5	2.4	7.2		
Cephalopoda	3.0	2.1	9.5	34.5	0.3
<i>Loligo beka</i>	1.0	0.7	1.3		
<i>Octopus ocellatus</i>	1.5	1.0	7.0		
Unidentified Cephalopoda	0.5	0.3	1.2		
Total		100.0	100.0	10,687.8	100.0

+: less than 0.1%

크기군별 홍어의 개체 당 평균 먹이생물의 개체수 (*mN/ST*) (ANOVA, $F= 5.957$, $P<0.05$, Fig. 4)와 크기군 별 개체 당 평균 먹이생물의 습중량 (*mW/ST*) 모두 유의한 차이를 보였다 (ANOVA, $F= 3.498$, $P<0.05$). 평균 먹이생물의 개체수는 15.0 cm 이하의 크기군부터 20.0-24.9 cm 크기군까지는 확연한 감소를 보였지만, 25.0-29.9 cm 크기군부터 45.0 cm 이상의 크기군까지는 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 평균 먹이생물의 습중량은 전장이 증가함에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 보였다.

홍어의 크기군별 먹이 중복도를 알아본 결과 (Table

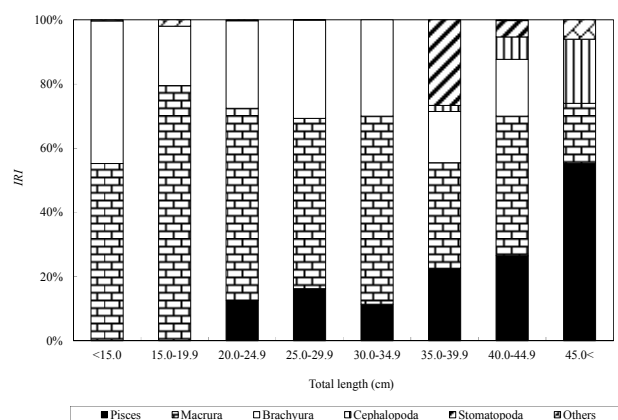


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by %RI of *Okamejei kenojei*.

2), 20.0-24.9 cm 크기군과 15.0-19.9 cm 크기군은 0.74, 25.0-29.9 cm 크기군과 20.0-24.9 cm 크기군은 0.82, 30.0-34.9 cm 크기군과 15.0-19.9 cm, 20.0-24.9 cm, 25.0-29.9 cm 크기군 사이에는 각각 0.63, 0.87, 0.94를 보였다. 35.0-39.9 cm 크기군과 20.0-24.9 cm, 25.0-29.9 cm, 30.0-34.9 cm 크기군 사이에는 각각 0.60, 0.76, 0.73을, 40.0-44.9 cm 크기군과 15.0-19.9 cm, 20.0-24.9 cm, 25.0-29.9 cm, 35.0-39.9 cm 크기군 사이에는 각각 0.61, 0.81, 0.84, 0.74로 0.6 이상의 중복도를 보여 유의하게 중복되었다. 하지만 나머지 크기군 사이에는 0.6 이하로 유의하게 중복되지 않았다.

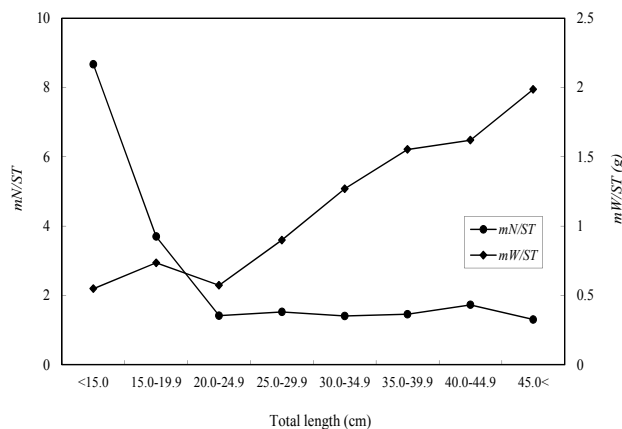


Fig. 4. Variations of mean number of preys per stomach (*mN/ST*) and mean weight of prey per stomach (*mW/ST*) of *Okamejei kenojei* among size classes.

Table 2. Proportional food overlap coefficients (Schoener's index) of the diet among *Okamejei kenojei* size classes

Size class (cm)	<15.0	15.0-19.9	20.0-24.9	25.0-29.9	30.0-34.9	35.0-39.9	40.0-44.9
15.0-19.9	0.46						
20.0-24.9	0.53	0.74					
25.0-29.9	0.50	0.58	0.82				
30.0-34.9	0.50	0.63	0.87	0.94			
35.0-39.9	0.40	0.41	0.60	0.76	0.73		
40.0-44.9	0.40	0.61	0.81	0.84	0.51	0.74	
45.0<	0.19	0.21	0.38	0.56	0.51	0.50	0.52

고찰

가장 작은 크기인 10.4 cm의 개체는 9월에 출현하였는데, 이와 같은 결과로 볼 때 가덕도 주변해역에 출현하는 홍어는 8월과 9월에 주로 부화하여 그 이후에 착저 (settlement)하는 것으로 추측되지만, 정확한 부화 당시 크기와 착저 시기를 파악하기 위해서는 추가적인 채집과 연구가 수행되어야 한다고 생각된다. 태안에서 출현하는 홍어 중 가장 작은 개체는 전장 8.2 cm 였는데, 난황을 가지고 있다고 보고한 것으로 볼 때, 부화 당시 크기는 전장 8.0-9.0 cm 정도로 추정한다고 하였다 (Baek et al., 2011). 하지만 본 연구에서는 전장 10.4 cm 이하의 개체들이 채집되지 않아, 정확한 부화 당시 크기는 확인 할 수 없었다.

본 연구에서 홍어의 공복율은 16.5%로 태안 주변해역에 출현하는 홍어 (4.4%) (Baek et al., 2011), 캘리포니아 중부 해역에 출현하는 *Raja rhina* (8.9%) (Robinson et al., 2007)와 비교했을 때, 높은 공복율을 보였다. 하지만 아르헨티나 해역에 출현하는 *Bathyrāja albomaculata*는 12.4% (Ruocco et al., 2009), 대서양 남부에 출현하는 *Bathyrāja magellanica*는 29.6% (Barbini et al., 2010)를 보여, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 이러한 공복율의 차이는 각 연구마다 채집지역, 채집방법, 분석에 이용된 개체수, 시료의 전처리, 운반방법 등의 차이로 인한 것으로 판단되지만 좀 더 자세한 비교 연구가 필요할 것으로 판단된다.

홍어의 가장 중요한 먹이생물은 상대중요성지수비 77.2%를 나타낸 새우류였는데, 태안 주변해역에 출현하는 홍어는 새우류가 상대중요성지수비 90.3%로 극우점하는 양상을 보여, 본 연구와 차이를 보였다. 본 연구에서는 섭식된 새우류 중, 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*)가 가장 높은 비율을 보였으며, 태안 주변해역에서는 자주새우류 (*Crangon* spp.)와 돛대기새우 (*Leptochela gracilis*)가 높은 비율을 보여 두 해역간 우점하는 새우류가 약간 상이한 것으로 추측되었다. 이와 같이 우리나라 연안역에 출현하는 홍어가 새우류를 주요먹이생물로 이용하는 이유는 홍어의 입이 아래쪽으로 향하고 있어, 저서환경에서 유영과 동시에 섭식할 수 있는 가장 좋은 먹이생물이며, 어류와 두족류는 도피능력이 뛰어나, 영양적 가치는 높지만 포획이 용이하지 않기 때문인 것으로 판단된다. 태안 주변해역에 출현한 홍어의 먹이생물 결과에서 어류와 게류의 비율이

본 연구 결과 보다 낮았는데 이는 다음과 같이 두 가지로 유추해 볼 수 있다. 첫 번째는 서해와 남해 동부에 위치한 가덕도의 해양환경 차이에서 오는 먹이생물 조성의 차이 때문이며, 두 번째는 채집된 홍어들의 크기군 비율이 다르기 때문이다. 하지만 후자는 선행연구와 비슷한 전장조성을 보여 제외하였으며, 전자가 유력하다고 판단되지만 두 지역간의 정확한 환경생물에 관한 정보가 없어, 좀 더 자세한 연구가 필요하다고 생각된다.

성장에 따른 위내용물 조성의 변화를 확인한 결과, 가장 작은 크기군에서는 단각류와 소형 새우류와 같은 표재성 저서생물이 출현한 것을 확인 할 수 있었다. 이는 부화 후, 난황을 모두 흡수한 치어들이 가장 섭식하기에 알맞은 먹이생물을 주요 먹이로 선택했기 때문인 것으로 판단된다. 이 후, 크기가 증가할수록 새우류와 게류의 비율은 차츰 감소하는 양상을 보였으며, 어류와 두족류가 증가하는 양상을 보였다. 어류, 두족류와 같은 유영능력이 비교적 뛰어난 먹이생물을 효과적으로 섭식할 수 있었던 이유는 입 크기의 증가, 유영능력의 향상 등 형태적 발달과 먹이생물에서 발생하는 자기장을 감지하는 연골어류 고유의 기관인 로렌치니기관 (Lorenzini's ampullae)을 이용한 먹이탐색능력의 향상, 소화능력의 증가 때문인 것으로 판단된다 (Kalmijn, 2000).

크기군별 홍어의 개체당 평균 먹이생물의 개체수 (mN/ST)와 습중량 (mW/ST)은 모두 유의한 차이를 보였다. 개체당 평균 먹이생물의 개체수는 단각류와 같은 소형 먹이생물의 섭식이 줄어들고 새우류의 섭식이 증가하는 15.0-19.9 cm 크기군부터 확연히 감소하였으며, 이후 새우류, 게류, 어류를 혼합 섭식하기 시작하면서 비교적 일정한 개체수를 유지하였다. 개체당 평균 먹이생물의 습중량은 어류를 섭식하기 시작하면서 지속적으로 증가하는 양상을 보였는데, 이는 성장에 따라 복강용적이 넓어지며, 더 많이 먹이생물을 요구하는 일반적인 특징인 것으로 판단되었다.

크기군간 먹이중복도를 알아본 결과, 가장 작은 크기군과 가장 큰 크기군을 제외한 모든 크기군 사이에서 0.6 이상으로 유의하게 중복되었다. 이러한 결과는 두 가지로 유추해 볼 수 있는데, 첫 번째는 일부 크기군을 제외한 나머지 크기군들 사이에는 같은 먹이원을 사이에 두고 종내 경쟁이 발생하는 경우와 두 번째는 상기

에 언급한 바와 같이 새우류, 게류, 소형어류가 풍부하게 출현하는 환경에서 유사한 먹이생물을 섭식할 경우이다. 본 연구에서는 후자일 가능성이 더 높다고 생각된다.

결론

가덕도 주변해역에 출현하는 홍어의 식성을 분석하기 위해, 2010년 10월부터 2011년 9월까지 총 242개체를 채집하였다. 홍어는 육식성 어류였으며, 주로 새우류, 게류, 어류를 주로 섭식하였다. 그 외에 갯재류, 두족류, 단각류 등도 출현하였지만, 그 양은 적었다. 홍어의 전장 범위는 10.4-47.4 cm 였다. 홍어는 15.0 cm 이하의 크기군과 15.0-19.9 cm 크기군에서는 주로 새우류와 단각류를 섭식하였으며 20.0-24.9 cm 크기군에서는 주로 새우류와 게류를 섭식한 것으로 나타났다. 이후, 성장함에 따라 새우류와 게류가 감소하고, 어류와 두족류의 비율이 증가하는 양상을 보였다. 크기가 커짐에 따라 평균 먹이생물의 개체수는 감소하였나, 평균 먹이생물의 습중량은 증가하였다.

사사

이 논문은 부경대학교 자율창의기술연구비 (C-D-2014-0424)에 의하여 수행되었습니다.

References

Baeck GW, Park CI, Choi HC, Huh SH and Park JM. 2011. Feeding habits of ocellate spot skate, *Okamejei kenojei* (Müller & Henle, 1841), in coastal waters of Taean, Korea. *J Appl Ichthyol* 27, 1079-1085. (DOI: 10.1111/j.1439-0426.2011.01751.x)

Barbini SA, Scenna LB, Figueroa DE, Cousseau MB and Astarloa JMD. 2010. Feeding habits of the Magellan skate: effects of sex, maturity stage, and body size on diet. *Hydrobiologia* 641, 275-286. (DOI: 10.1007/s10750-010-0090-5)

Cortés E. 1999. Standardized diet composition and trophic levels

of sharks. *ICES J Mar Sci* 56, 707-717. (DOI: 10.1006/jmsc.1999.0489)

Hong SH, Yeon IJ, Im YJ, Hwang HJ, Ko TS and Park YC. 2000. Feeding habits of *Okamejei kenojei* in the Yellow Sea. *Bull Nat'l Fish Res Dev Inst Korea*. 58, 1-11.

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 MN and Choi IY. 2006. *Marine Invertebrates in Korean Coasts*. Academybook, 328-329.

Kalmijn AJ. 2003. Graded positive feed back in elasmobranch ampullae of Lorenzini. Third international conference on unsolved problems of noise and fluctuations in physics, biology, and high technology. *AIP Conference Proceedings* 665, 133-141.

KNSO (Korea National Statistical Office), 1990-2008: Fishery production survey. Korea Natl Statistics Office Seoul Korea.

Kim IS, Choi Y, Lee CR, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. *Illustrated Book of Korean Fishes*. Kyohaksa, 420-443.

Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish Bull* 152, 1-105.

Robinson JH, Cailliet GM and Ebert DA. 2007. Food habits of the longnose skate, *Raja rhina* (Jordan and Gilbert, 1880), in central California waters. *Environ Biol Fish* 80, 165-179. (DOI: 10.1007/s10641-007-9222-9)

Ruocco NL, Lucifora LO, Astarloa JMD and Bremec C. 2009. Diet of the white-dotted skate, *Bathyraja albomaculata*, in waters of Argentina. *J Appl Ichthyol* 25, 94-97. (DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01081.x)

Schoener TW. 1970. Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecol* 51, 408-418.

Wallace RK. 1981. An assesment of diet-overlap indexes. *Trans Am Fish Soc* 110, 72-76.

2015. 5. 11 Received

2015. 5. 26 Revised

2015. 5. 31 Accepted