

# 서해5도 주변해역에서 출현하는 홍어 (*Okamejei kenojei*)의 식성

윤병일 · 최동혁 · 이승중 · 이승환 · 한경호<sup>1</sup> · 김맹진\*

국립수산과학원 서해수산연구소 자원환경과, <sup>1</sup>전남대학교 수산해양대학 양식생물학과

**Feeding Habits of the Ocellate Spot Skate (*Okamejei kenojei*) in the Coastal Waters of the Five West Sea Islands in Korea by Byeong-Il Youn, Dong-Hyek Choi, Seung-Jong Lee, Seung-Hwan Lee, Kyeong-Ho Han<sup>1</sup> and Maeng Jin Kim\*** (Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Incheon 22383, Republic of Korea; <sup>1</sup>Chonnam National University, Department of Aqualife Science, Yeosu 59626, Republic of Korea)

**ABSTRACT** The feeding habits of ocellate spot skate (*Okamejei kenojei*) were studied by analysis of stomach contents. Specimens of *O. kenojei* (n=379) were collected in the coastal waters five west Islands of the Korea, monthly from January to December 2019. The size of *O. kenojei* ranged from 5.9 to 34.5 cm in disc width (DW). *O. kenojei* was consumed mainly macrura (77.9%) and pisces (21.9%) in % IRI. But, brachyura, stomatopoda, cephalopods, and others showed a low ratio. The macrura feeding rate was highest in summer, whereas the proportion of pisces was the higher in winter than other seasons.

**Key words:** Ocellate spot skate ray, *Okamejei kenojei*, western sea of Korea, feeding habits

## 서 론

홍어 (*Okamejei kenojei*)는 홍어목 (Rajiformes) 홍어과 (Rajidae)에 속하는 어류로 전 세계에 18속 200여 종이 서식하는 것으로 알려져 있으며, 우리나라에는 4속 11종이 보고되어 있다 (Kim *et al.*, 2005). 홍어를 포함한 판새아강에 속하는 상어류, 가오리류, 홍어류 및 은상어류는 대형어류로 종이 해양생태계 내에서 서식하며 대형어류이기 때문에 높은 생태적 지위를 점유하고 있으나 아직까지 이들의 자원생물생태학적 연구는 부족한 실정이다 (Jeong, 2000).

홍어는 우리나라와 동중국해 및 일본 전 해역에 서식하며, 수심 20~100 m의 모래나 갯벌 바닥에 서식한다. 홍어의 형태학적 특징은 주둥이가 비교적 짧고, 문연골 너비가 넓어 쉽게 휘어지지 않으며, 꼬리의 등 쪽에 수컷은 3열, 암컷은 5열의 가시가 있다. 가슴지느러미 기부에는 둥근 반점이 있고, 그 반점 안에 1개

의 또는 소수의 흑갈색 점무늬가 있다 (Kim *et al.*, 2005). 홍어는 일반적으로 간재미 또는 가오리라는 이름으로 유통되며, 상업적인 가치가 매우 높지만, 최근 어획량은 2007년 375 m/t으로 감소 후 다시 증가 추세를 보였으나 2010년부터 다시 감소하여 2019년 1,977 m/t으로 여전히 감소 추세에 있다 (Fig. 1).

홍어의 식성에 관한 연구는 태안 주변해역에 수행된 식성 연구 (Baek *et al.*, 2011)와 남해 가덕도 주변해역에서 수행된 식성 연구 (Jeong *et al.*, 2015)가 있지만, 우리나라 전 연안에서 출현하는 홍어의 분포 범위를 고려했을 때, 먹이생물의 특성을 알아보고, 지역별 차이 및 성장단계에 따른 먹이생물 조성의 차이를 파악하는 식성 연구는 반드시 필요할 것이다. 또한 서해5도는 우리나라 서해 중북부연안에 위치하고 있는 백령도, 대청도, 소청도, 연평도, 우도를 포함하여 일컫는 말이며, 군사적 요충지이자 수산업으로 중요한 어업전진 기지이다. 이곳 주변의 해양환경은 계절에 따라 큰 변화를 보이고 있으며, 이에 따라 내유하는 수산생물의 종류 및 생물량의 차이를 보이며, 다양한 해양생물이 출현하는 서해5도 주변해역은 생태학적으로 중요할 뿐만 아니라 어업인의 소득 증대를 위해서도 중요한 해역이다 (NIFS, 2015).

저자 직위: 윤병일 (연구원), 최동혁 (연구원), 이승중 (해양수산연구소), 이승환 (해양수산연구소), 한경호 (교수), 김맹진 (해양수산연구소)

\*Corresponding author: Maeng Jin Kim Tel: 82-32-745-0617,

Fax: 82-32-745-0569, E-mail: [kimmj0106@korea.kr](mailto:kimmj0106@korea.kr)

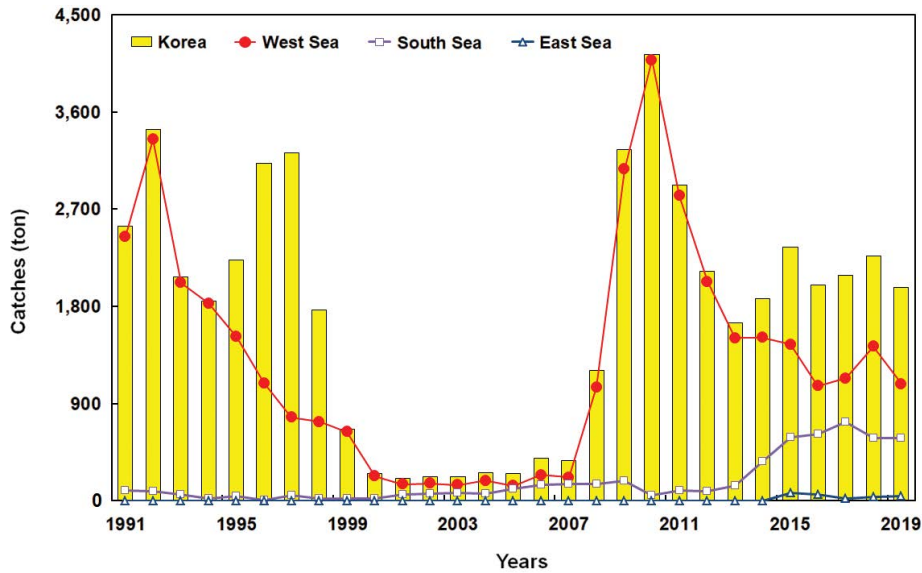


Fig. 1. Annual variation in the catches of *Okamejei kenojei* in Korea.

따라서 이 연구는 서해5도의 주변해역에서 출현하는 홍어의 위내용물 분석을 통하여 주 먹이생물을 파악하고 크기와 계절에 따른 먹이생물 조성변화를 알아보려고 하였으며 다른 해역에 출현하는 홍어의 식성과 비교하고자 한다.

### 재료 및 방법

이 연구에 사용된 홍어는 2019년 1월부터 12월까지 매월 1회 서해5도 주변해역에서 저인망어선에 의해 어획되었다(Fig. 2). 어획된 홍어는 실험실에서 개체별로 체반폭(DW: Disc width, 0.1 cm)과 체중(BW: Body weight, 0.1 g)을 측정하였으며, 각 적출한 위의 먹이생물을 현미경 아래에서 동정 가능한 종(species) 수준까지 분류하였고, 분류가 어려울 경우 과(family) 또는 목(order) 수준으로 분류하였다.

위내용물 분석 결과는 각 먹이생물에 대하여 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)로 나타내었으며, 아래와 같은 식을 이용하였다.

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

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

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

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

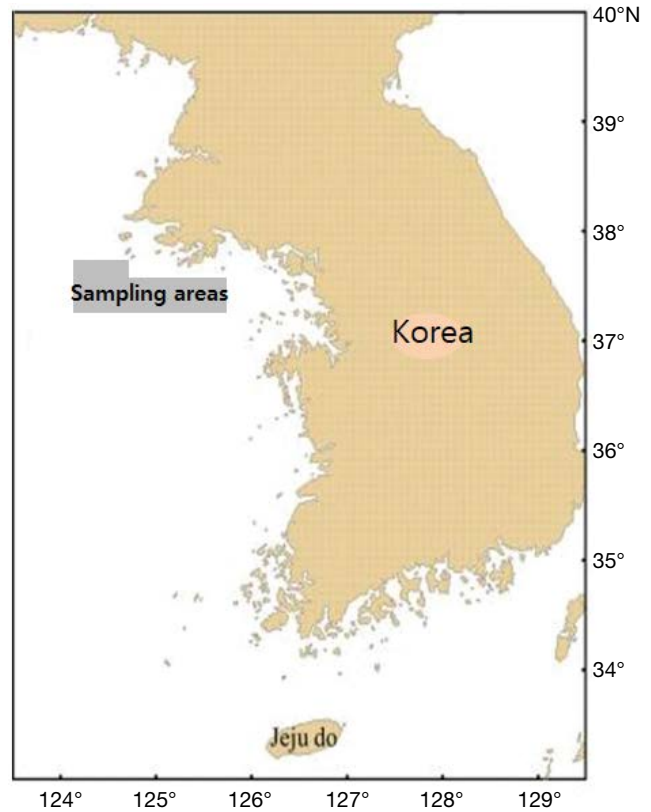


Fig. 2. Sampling areas of *Okamejei kenojei* collected in this study.

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

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

**Table 1.** Monthly number of individuals and size ranges of *Okamejei kenojei* used in this study

Year	Month	n	Range of DW (Mean (cm) ± SD)
2019	Jan.	30	23.5~32.1 (27.9 ± 2.5)
	Feb.	30	27.3~34.5 (30.5 ± 1.7)
	Mar.	30	24.4~34.3 (29.4 ± 2.2)
	Apr.	51	5.9~33.7 (25.8 ± 6.6)
	May	40	19.3~33.0 (28.9 ± 3.7)
	Jun.	30	21.4~32.0 (27.7 ± 2.5)
	Jul.	30	25.5~31.3 (29.0 ± 1.5)
	Aug.	20	24.5~31.6 (27.4 ± 2.4)
	Sep.	30	21.0~33.6 (26.2 ± 2.8)
	Oct.	28	23.1~33.1 (28.9 ± 2.7)
	Nov.	30	20.7~34.0 (27.1 ± 3.8)
	Dec.	30	26.1~33.4 (29.0 ± 2.0)
Total		379	5.9~34.5 (28.1 ± 3.9)

이후 백분율로 환산하여 상대중요성지수비 (%IRI)로 나타내었다.

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

크기군별 위내용물의 변화를 파악하기 위해 5개의 크기군 (<24.0 cm, n=15; 24.0~26.9 cm, n=66; 27.0~29.9 cm, n=141; 30.0~32.9 cm, n=139; >33.0 cm, n=18)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 검정하였다.

## 결 과

### 1. 위내용물 조성

이 연구에 이용된 379개체의 홍어는 체반폭 5.9~34.5 cm (평균 27.2 ± 39.0 cm)의 범위를 보였다(Table 1). 그중 위내용물이 발견된 홍어는 256개체로 공위률은 32.5%였다. 위 내용물이 발견된 홍어를 분석한 결과, 10개 분류군 28종의 먹이생물이 출현하였다(Table 2). 홍어의 가장 중요한 먹이생물 분류군은 출현빈도 80.2%, 개체수비 72.4%, 습중량비 52.8%, 상대중요성지수비 77.9%를 차지한 새우류(Macrura)였으며, 새우류 중에서는 마루자주새우(*Crangon hakodatei*) 41.8%, 산모양갈갈새우(*Metapenaeopsis dalei*) 7.5%, 돛대기새우(*Leptochela gracilis*) 2.0% 순으로 많이 섭식되었다. 두 번째로 중요한 먹이생물 분류군은 출현빈도 43.5%, 개체수비 21.6%, 습중량비 43.2%, 상대

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

Prey organisms	%F	%N	%W	%IRI
<b>Crustacea</b>				
<b>Macrura</b>	<b>80.2</b>	<b>72.4</b>	<b>52.8</b>	<b>77.9</b>
<i>Palaemon gravieri</i>	1.6	1.2	1.0	
<i>Alpheus japonicus</i>	1.2	0.5	0.3	
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	0.4	0.2	<0.1	
<i>Pandalus gracilis</i>	0.4	0.3	0.9	
<i>Leptochela gracilis</i>	7.7	9.9	2.0	
<i>Crangon hakodatei</i>	35.9	23.5	29.2	
<i>Latreutes anoplonyx</i>	1.2	2.4	0.5	
<i>Eualus spathulirostris</i>	1.6	1.4	0.1	
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	17.3	11.7	7.8	
<i>Sergesti</i> sp.	0.4	0.5	<0.1	
<i>Penaei</i> sp.	1.6	1.2	0.9	
<i>Alphei</i> sp.	0.8	0.3	0.3	
<i>Pandali</i> sp.	0.8	0.3	0.6	
<i>Hippolyti</i> sp.	0.4	0.2	0.1	
Unidentified	31.9	18.9	9.0	
<b>Brachyura</b>	<b>3.2</b>	<b>1.4</b>	<b>2.0</b>	<b>0.1</b>
<i>Anatolikos japonicus</i>	0.4	0.2	0.9	
<i>Nanocassiope</i> sp.	0.4	0.2	0.0	
Unidentified	2.4	1.0	1.1	
<b>Stomatopoda</b>	<b>2.0</b>	<b>0.9</b>	<b>0.5</b>	<b>&lt;0.1</b>
<i>Oratosquilla</i> sp.	2.0	0.9	0.5	
<b>Amphipoda</b>	<b>0.4</b>	<b>0.9</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>&lt;0.1</b>
<i>Ampithoi</i> sp.	0.4	0.9	<0.1	
<b>Euphausiacea</b>	<b>1.6</b>	<b>0.9</b>	<b>0.1</b>	<b>&lt;0.1</b>
<i>Euphausia</i> sp.	1.6	0.9	0.1	
<b>Anomura</b>	<b>1.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>&lt;0.1</b>
<i>Pagurus ochotensis</i>	0.4	0.2	0.3	
<i>Pagurus</i> sp.	1.2	0.5	0.4	
<b>Crustacea Unidentified</b>	<b>2.4</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>&lt;0.1</b>
<b>Pisces</b>	<b>43.5</b>	<b>21.6</b>	<b>43.2</b>	<b>21.9</b>
<i>Ammodytes japonicus</i>	11.3	6.3	23.2	
<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	1.2	0.5	2.0	
<i>Setipinna tenuifilis</i>	0.8	0.3	0.7	
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	0.4	0.2	0.6	
Gobiidae sp.	0.4	0.2	0.5	
Unidentified	31.0	14.1	16.1	
<b>Cephalopoda</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>&lt;0.1</b>
<i>Eupymma morsei</i>	0.4	0.2	0.1	
<b>Polychaeta</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>&lt;0.1</b>
Nereididae sp.	0.4	0.2	<0.1	
<b>Total</b>		<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

중요성지수비 21.9%를 차지하는 어류(Pisces)였으며, 어류 중에서는 까나리(*Ammodytes japonicus*)와 쉬쉬망둑(*Chaeturichthys*

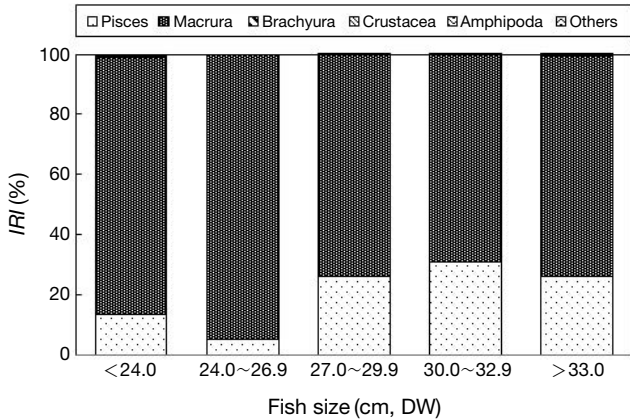


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of stomach content of *Okamejei kenojei* by percentages of weight.

*stigmatias*), 반지(*Setipinna tenuifilis*)가 가장 많이 섭식되었다. 그 외에 계류(*Brachyura*), 난바다곤쟁이류(*Euphausiacea*) 등이 먹이생물로 나타났지만 상대중요성지수비는 높지 않았다. 따라서 홍어는 새우류와 어류를 주로 섭식하는 전형적인 육식성 포식자(Carnivorous predators)로 나타났다.

2. 크기군별 위내용물 조성의 변화

홍어의 체반폭(DW) 변화에 따른 위내용물 조성을 알아보기 위해 5개 크기군으로 구분하여 상대중요성지수비를 기준으로 하여 분류군별 비율을 Fig. 3에 나타내었다. 24 cm 미만의 크기군에서는 새우류가 86.0%로 비율이 높았고, 어류가 13.2%, 단각류가 0.4%, 갯가재류와 계류가 0.1% 순으로 나타났다. 24 cm 이상 27 cm 미만의 크기군에서는 새우류의 비율이 94.5%, 곤쟁이류가 0.2%로 높았고, 반면 어류가 5.2%로 감소하였다. 27 cm 이상 30 cm 미만의 크기군에서는 새우류의 비율이 다소 감소하여 73.7%의 비율이 나타났으며 반면에 어류가 26.1%로 증가하는 경향을 보였다. 이 외 계류 0.2%, 갑각류 0.1% 순으로 출현하였다. 30 cm 이상 32 cm 이하의 크기군에서는 새우류의 비율이 69.1%, 어류가 30.7%로 출현하였고, 집게류가 0.1%로 출현하였다. 33 cm 이상의 크기군에서는 새우류가 73.3%, 어류 26.0%, 갑각류 0.3% 순이었으며, 그 외 다른 분류군은 적은 비율을 차지하였다. 따라서 전체적으로 새우류와 어류의 비율이 높게 나타났으며 그 외 다른 분류군의 섭식이 낮은 비율을 형성하였다. 또한 크기에 관계없이 새우류와 어류가 우점하였다.

3. 계절별 위내용물 조성의 변화

계절별 홍어의 먹이조성 변화를 파악하기 위하여 홍어 시료를 계절별로 구분하여 위 내용물을 분석하였다(Fig. 4). 춘

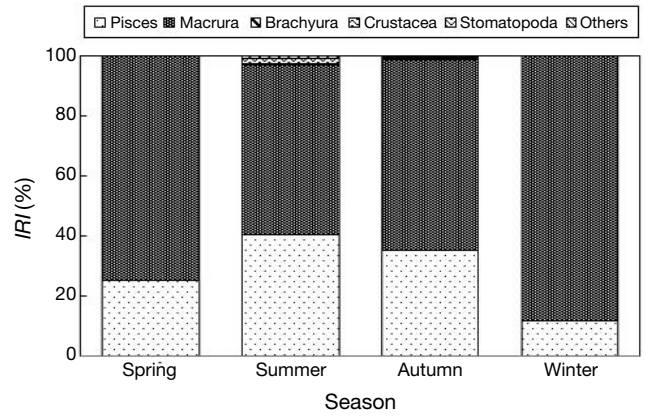


Fig. 4. Seasonal changes of stomach contents of *Okamejei kenojei* by percentages of weight.

계에는 새우류의 비율이 75.1%로 가장 높았고, 그 다음으로 어류가 24.8% 순으로 나타났다. 하계에는 새우류가 56.7%로 가장 높은 비율을 보였고, 어류가 40.0%로 증가한 경향을 보였으며, 그 외 갑각류가 1.7%, 갯가재류가 1.1% 순으로 나타났다. 추계에는 새우류가 63.4%로 높은 비율을 보였고, 어류가 35.1%, 집게류가 0.7% 순으로 나타났으며, 조사기간 중 가장 많은 분류군이 출현하였다. 동계에서는 새우류의 비율이 88.5%로 가장 높았고, 어류가 11.5%로 나타났다. 따라서 새우류의 비율은 하계에서 가장 낮은 비율을 보였고, 동계에서는 높았으며, 어류는 하계에서 높았고, 동계에서는 낮게 나타났다(ANOSIM,  $p < 0.05$ ).

고찰

이 연구는 서해5도 주변해역에 출현하는 홍어의 섭식 특성을 파악하기 위해서 수행되었다. 이번 연구 결과 홍어의 공위율은 33.6%로 나타났으며, 태안(4.4%)과 가덕도(16.5%) 주변해역에서 이루어진 공위율 결과보다 높게 나타났다(Baeck *et al.*, 2011; Jeong *et al.*, 2015). 특히 이 연구에서 월별 7, 8, 9월에 채집된 개체수가 공위율이 평균 58.8%로 높은 공위율을 확인되었으며, 하계에 가장 높은 공위율을 보였던 이유는 하계의 높은 수온으로 홍어가 먹이섭식 활동의 감소와 관련이 있는 것으로 추정되지만, 앞으로 이와 관련연구가 추가적으로 필요하다. 또한 8월에는 77.8%의 공위율을 보이며 기존에 보고된 연구와 차이를 보였다(Baeck *et al.*, 2011; Jeong *et al.*, 2015).

홍어의 가장 중요한 먹이생물은 태안과 가덕도 주변해역(Baeck *et al.*, 2011; Jeong *et al.*, 2015)의 홍어식성에 대한 연구 결과와 유사하게 이번 연구 결과에서도 새우류의 섭식비율이 가장 높게 나타났다. 이 연구에서는 마루자주새우, 산모양갈

갈새우, 돛대기새우 순으로 출현하였으며, 태안 주변해역에서는 (Baeck *et al.*, 2011) 자주새우류(*Crangon* spp.)와 돛대기새우가 높은 비율을 보였고, 가덕도 주변해역에서는(Jeong *et al.*, 2015)는 마루자주새우, 긴발딱총새우(*Alpheus japonicus*)가 우점하였다. 위 연구 결과 같이 우리나라 연안역에 출현하는 홍어가 새우류를 주요 먹이생물로 이용하는 이유는 홍어의 입이 아래쪽으로 향하고 있어, 저서환경에서 유영과 동시에 섭식할 수 있는 가장 좋은 먹이생물이기 때문이라고 생각된다.

성장에 따른 위내용물 조성의 변화를 확인한 결과, 가장 작은 크기군에서는 단각류와 소형 새우류가 출현한 것을 확인할 수 있었다. 크기군별 먹이생물이 다른 이유는 형태적 발달로 인한 입크기 증가 및 유영능력 향상 때문이며, 먹이생물에서 발생하는 자기장을 감지하는 연골어류의 로렌치니기관(Lorenzini's ampullae)을 이용한 먹이탐색 능력의 향상, 소화능력의 증가 때문인 것으로 판단된다(Kalmijn, 2000; Baeck *et al.*, 2011).

태안 주변해역(Baeck *et al.*, 2011)의 계절별 위내용물 조성은 사계절 모두 새우류가 우점하였고, 다음으로 어류가 우점하였으며, 이 연구와 비교하였을 때 계절적으로 비슷한 경향이 나타났다.

마지막으로 생태계 파악에 있어 홍어의 먹이 조성 연구는 큰 역할을 한다고 생각하며, 해양 환경조사 및 생물조사가 병행한 조사가 반드시 필요하며, 이를 통해 변화에 따른 홍어식성변화 또는 홍어의 이동경로 등 다양한 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

## 요 약

2019년 1월부터 12월까지 서해5도 주변해역에서 채집된 홍어 379개체의 위내용물 조성을 조사하였다. 홍어의 체반장은 5.9~34.5 cm의 범위를 보였고, 새우류가 가장 우점한 먹이생물 분류군으로 나타났으며, 그 다음으로 어류의 비율이 높았

고, 그 외 집게류, 갑각류, 두족류 등이 낮은 비율로 섭식되었다. 새우류의 비율은 하계에서 가장 낮은 비율을 보였고, 동계에서는 높았으며, 어류는 하계에서는 높았고, 동계에서는 낮게 나타났다.

## REFERENCES

- Baeck, G.W., C.I. Park, H.C. Choi, S.H. Huh and J.M. Park. 2011. Feeding habits of ocellate spot skate, *Okamejei kenojei* (Müller & Henle, 1841), in coastal waters of Taean, Korea. J. Appl. Ichtyol., 27: 1079-1085. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01751.x>.
- Jeong, C.H. 2000. Fauna and geographical distribution of batoid Fishes (Pisces, Chondrichthyes) from Korea. J. Korean Soc. Fish. Res., 3: 97-106.
- Jeong, J.M. 2015. Feeding habits of ocellate spot skate, *Okamejei kenojei* in the coastal waters of Gadoek-do, Korea. J. Kor. Fish. Tech. Soc., 51: 265-271. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.2.265>.
- Kalmijn, A.J. 2000. Detection and processing of electromagnetic and near-field acoustic signals in elasmobranch fishes. Phil. Trans. R. Soc. Lond., 355: 1135-1141. <https://doi.org/10.1098/rstb.2000.0654>.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, pp. 420-443.
- Kim, J.K., D.S. Sim and S.D. Jeong. 2005. Sexualmaturity of *Raja koreana* (Elasmobranchii, Rajoidei) from Korea. Korean J. Ichthyol., 17: 229-235.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2015. Evaluation report of survey of fishery resources in the Baekryeong-do, Daecheong-do, Socheong-do, Taeyonpyong-do and Soyeonpyeong-do, 46pp.
- 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.