

한국 서해에 출현하는 용가자미 (*Cleisthenes pinetorum*)의 식성

최동혁 · 윤병일 · 김맹진* · 이승환 · 권대현 · 한경호¹ · 이승종²

국립수산과학원 서해연구소 자원환경과, ¹전남대학교 수산해양대학 양식생물학과, ²국립수산과학원 수산자원연구센터

Feeding Habits of the Pointhead Flounder (*Cleisthenes pinetorum*) in the West Sea in Korea by Dong Hyuk Choi, Byoung Il Youn, Maeng Jin Kim*, Seung Hwan Lee, Dae Hyeon Kwon, Kyeong Ho Han¹ and Seung Jong Lee² (West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science (NIFS), Incheon 22383, Republic of Korea; ¹Chonnam National University, Department of Aqualife Science, Yeosu 59626, Republic of Korea; ²Fisheries Resources Research Center, NIFS, Tongyeong 53064, Republic of Korea)

ABSTRACT The feeding habits of the pointhead flounder, *Cleisthenes pinetorum* were studied in the West Sea in Korea. The samples were investigated using 360 specimens (21.7~48.1 cm in total length) collected by gill net of the coastal waters from January to December 2019. As a result, *C. pinetorum* consumed mainly Ophiuroidea and Pisces, but also ate small amounts of Macrura, Echinodermata, Amphipoda and Brachyura. The results of this study showed a difference with those of main feed habits of *C. pinetorum* caught in the coastal waters of Kori (Huh and Baeck, 2003). The proportion of fishes in prey items increased with size-related while that of Ophiuroidea decreased. As total length of *C. pinetorum* increased the mean number of preys per stomach (mN/ST) and weight of prey per stomach (mW/ST) tended to increase.

Key words: Pointhead flounder, *Cleisthenes pinetorum*, feeding habits, West Sea

서 론

용가자미 (*Cleisthenes pinetorum*)는 가자미목(Pleuronectiformes) 가자미과(Pleuronectidae)에 속하며, 우리나라 전 연안과 일본연안, 발해만 및 동중국해까지 넓게 분포한다(NFRDI, 2004). 용가자미는 수심 100~250 m의 모래나 개펄 바닥에 서식하며, 겨울부터 이듬해 여름까지 산란기로 알려져 있다(NFRDI, 2004). 또한 동해에 서식하는 5 cm 이하의 작은 개체들은 대부분 난바다곤쟁이류를 섭이하고, 성장하면서 주로 새우류와 두족류를 먹는 것으로 보고된 바 있다(Huh and Baeck, 2003).

2005년부터 2020년까지 통계청의 가자미류 어획량 자료를 살펴보면 우리나라 서해(인천, 경기도, 충청남도, 전라북도)의

어획량은 평균 2,300여 톤으로 우리나라 전체 가자미류의 약 13%를 차지하는 것으로 나타났고, 가자미류의 어획량 변동은 2006년 약 4,200톤으로 최대 어획량을 보였으나, 이후 서서히 감소하여 최근 5년간의 평균 어획량은 약 1,700톤 수준이었다(KOSIS, 2021). 용가자미는 주로 쌍끝이대형저인망, 외끝이대형저인망, 외끝이중형저인망, 근해자망, 연안자망 등 자망어업과 저인망어업에서 어획하며 중요한 상업어종으로 자원관리에 대한 필요성이 증가하고 있다.

해양생물의 식성 연구는 해양생태계의 기능적 측면을 이해하고 해양환경 변화에 따른 해양생물의 영향을 이해하기 위한 중요한 요소가 될 수 있다(Huh *et al.*, 2010). 또한 해양생태계 먹이망(food web)에서 상위 영양단계를 차지하고 있는 상업성 어종의 식성 연구는 수산자원학적으로 그 가치가 매우 높다(Yoon *et al.*, 2008).

우리나라 용가자미 식성 연구는 고리 연안 용가자미의 식성 연구(Huh and Baeck, 2003)만 수행되었을 뿐 다른 해역에서 용가자미 식성에 대한 연구는 미비하다. 따라서 이 연구는 우

저자 직위: 최동혁(인턴연구원), 윤병일(인턴연구원), 김맹진(해양수산연구소), 이승환(해양수산연구소), 권대현(해양수산연구원), 한경호(교수), 이승종(해양수산연구원)

*Corresponding author: Maeng Jin Kim Tel: 82-32-745-0617, Fax: 82-32-745-0569, E-mail: kimmj0106@korea.kr

리나라 서해에 출현하는 용가자미의 위내용물 분석을 통해 먹이생물 조성을 파악하여 자원관리를 위한 기초생태학적 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

이 연구에 사용된 용가자미는 2019년 1월부터 12월까지 서해에서 근해자망어선에 의해 어획되어 보령위판장에 위판된 어체를 대상으로 분석하였다. 시료는 실험실에서 개체별로 전장(TL: Total length) 0.1 cm, 체중(BW: Body weight)을 0.1 g까지 측정하고, 해부하여 위를 분리한 후 현미경(Olympus SZX-16)을 이용하여 가능한 종(species) 수준까지 분류하였다. Kim *et al.* (2005)과 Hong *et al.* (2006) 도감을 참고하여 분류하였고, 어류의 학명 사용은 MABIK (2021)를 참고하였다. 분류가 어려울 경우 과(family) 또는 목(order) 수준으로 분류하였다. 분류된 먹이생물들의 출현 개체를 계수하고, 습중량을 0.01 g 단위까지 측정 후 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)를 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 용가자미의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 용가자미의 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.

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

크기군별 위내용물의 변화를 파악하기 위해 20.0~28.0 cm, 28.0~36.0 cm, 36.0~44.0 cm, 44.0~52.0 cm 4개의 크기군으로 각각 구분하여 먹이생물을 분석하였다. 또한 크기군별 먹이생물 섭식 특성 파악을 위해 크기군별 먹이생물의 평균 개체수(Mean number of preys per stomach, mN/ST)와 크기별 먹이생물의 평균 습중량(Mean weight of preys per stomach, mW/ST)을 구하였다. 위 분석을 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA, SPSS)을 실시하여 유의성 검증하였다.

결 과

1. 체장분포

이번 연구는 서해에서 어획된 용가자미 360개체를 분석하였다(Fig. 1). 전장범위는 최소 21.7 cm부터 최대 48.1 cm를 보였고, 그 중 25~30 cm 크기군에서 29.2%로 높은 비율을 보였으며, 30~35 cm, 크기군에서 28.9%를 차지하였다.

2. 위내용물조성

이번 연구에서 용가자미 360개체 중 먹이생물을 섭식하지 않은 개체는 228개체로 63.3%의 공복률을 보였다. 먹이를 섭식한 132개체의 위내용물을 분석한 결과(Table 1), 용가자미의 주 먹이생물은 거미불가사리류(Ophiuroidea)로 출현빈도 76.5%, 개체수비 75.5%, 습중량비 33.3%, 상대중요도지수비는 71.5%를 차지하였다. 다음으로 중요한 먹이생물은 어류(Pisces)로 출현빈도 40.9%, 개체수비 15.1%, 습중량비 63.0%, 상대중요도지수비는 27.5% 차지하였으며, 어류 중에서 까나리(*Ammodytes japonicus*)와 멸치(*Engraulis japonicus*), 흰베도라치(*Pholis fangi*) 순으로 섭식하였다. 그 외에도 새우류(Macrura), 난바다곤쟁이류(Euphausiacea), 단각류(Amphipoda), 게류(Brachyura) 등의 다양한 먹이생물을 섭식하였지만 상대중요도지수비가 1.0% 이하로 매우 낮은 비율로 섭식하는 것으로 분석되었다.

3. 성장에 따른 먹이생물의 조성

서해에 출현하는 용가자미의 전장에(Total length) 따른 먹이생물 조성을 상대중요도지수비를 이용하여 분석한 결과, 20~28 cm 크기군에서 거미불가사리류 66.5%, 어류 19.8%, 새우류 13.7% 순으로 차지하였고, 28~36 cm 크기군에서는 어류 53.0%, 거미불가사리류 45.5%, 새우류 1.3% 순으로 분석되었

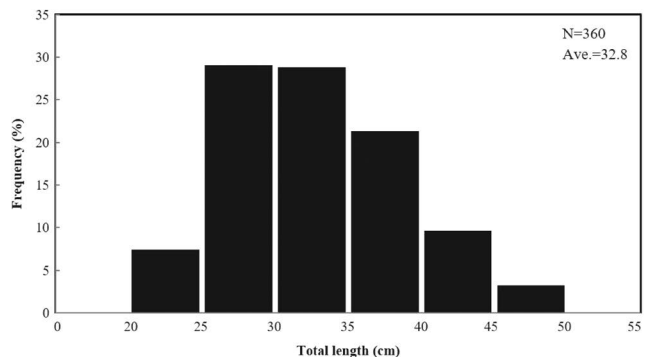
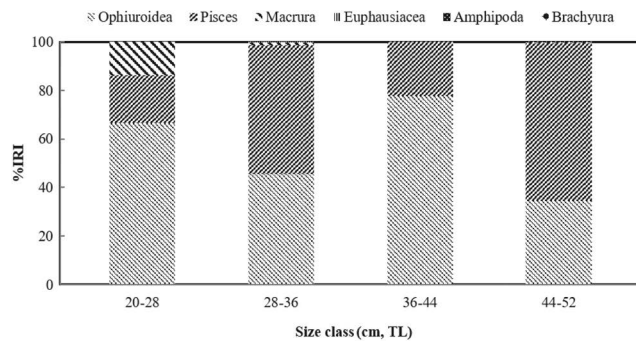


Fig. 1. Total length frequency of *Cleisthenes pinetorum* collected in the West Sea.

Table 1. Percentage of frequency of occurrence (%F), number (%N), weight (%W) and index of relative importance (IRI) and %IRI each prey category in the diet composition of pointhead flounder (*Cleisthenes pinetorum*) collected in the West Sea, Korea.

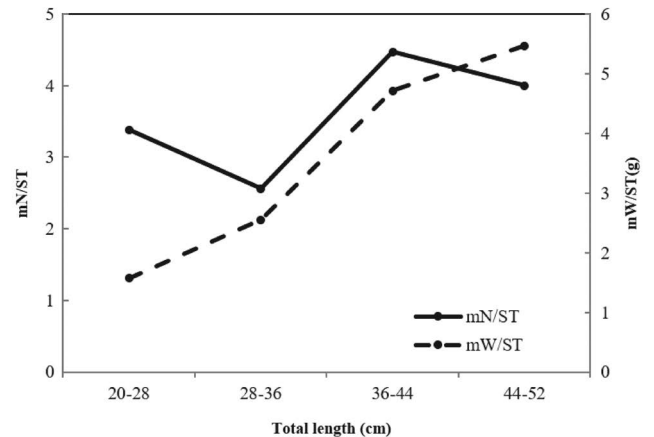
Prey items	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Amphipoda	1.5	0.6	+	0.9	+
Ampithoidae sp.	1.5	0.6	+		
Brachyura	1.5	0.4	0.1	0.7	+
<i>Pugettia quadridens</i>	0.7	0.2	+		
Unidentified Brachyura	0.8	0.2	+		
Ophiuroidea	76.5	75.5	33.3	8,319.8	71.5
Unidentified Ophiuroidea	76.5	75.5	33.3		
Euphausiacea	0.8	2.4	0.3	2.0	+
Euphausia sp.	0.8	2.4	0.3		
Macrura	12.1	6.1	3.3	114.5	1.0
<i>Crangon hakodatei</i>	4.5	1.3	2.7		
Unidentified Macrura	7.6	4.8	0.6		
Pisces	40.9	15.1	63.0	3,194.8	27.5
<i>Ammodytes japonicus</i>	15.9	7.4	28.7		
<i>Engraulis japonicus</i>	15.2	4.61	26.6		
<i>Pholis fangi</i>	9.1	2.8	7.3		
Unidentified Pisces	0.8	0.2	0.4		
Total		100.0	100.0	11,632.7	100.0

+: less than 0.1%

**Fig. 2.** Ontogenetic changes in composition of the stomach contents by %IRI of *Cleisthenes pinetorum* collected in West Sea, Korea.

다. 36~44 cm 크기군에서는 거미불가사리류와 어류가 각각 77.7%와 22.2%로 높은 비율을 나타내었고, 44~52 cm 크기군에서는 어류 65.1%, 거미불가사리류 34.4%로 대부분의 먹이 생물이 어류와 거미불가사리류였다. 어류와 거미불가사리류의 비율은 모든 크기군에서 우점하였고, 새우류는 20~28 cm 크기군에서만 나타나고 성장하면서 비율이 감소하였다.

용가자미의 크기군별 평균 먹이생물 개체수 (mN/ST)는 20~28 cm 크기군에서 평균 3.4개체, 28~36 cm 크기군에서 평균 2.6개체, 36~44 cm 크기군에서 평균 4.5개체로 성장함에 따라 증가하였지만 44~52 cm에서 평균 4.0개체로 감소하였

**Fig. 3.** Variation of mean number of preys per stomach (mN/ST) and mean weight of prey per stomach (mW/ST) of *Cleisthenes pinetorum* collected in West Sea, Korea.

다. 크기군에 대한 먹이생물 개체수는 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Oneway ANOVA, $F=2.440$, $P<0.05$). 또한 용가자미의 크기군별 평균 먹이생물 습중량은 20~28 cm 크기군에서 평균 1.6 g, 28~36 cm 크기군에서 평균 2.5 g, 36~44 cm 크기군에서 평균 4.7 g, 44~52 cm에서 평균 5.5 g으로 성장하면서 증가하는 경향을 보였고 통계적으로도 유의한 차이가 있었다 (Oneway ANOVA, $F=2.118$, $P<0.05$) (Fig. 3).

고 찰

이 연구에서 용가자미의 가장 중요한 먹이생물은 거미불가사리류로 나타났다. 고리 연안에서 수행된 용가자미 식성에 관한 연구에 따르면 용가자미 체장이 3~5 cm의 소형 개체는 난바다곤쟁이류가 대부분을 차지하였고, 성장함에 따라 난바다곤쟁이류의 비율이 감소하고 새우류의 비율이 증가하여 주요 먹이생물은 새우류로 보고되었다(Huh and Baeck, 2003). 하지만 이번 연구에서는 먹이생물 중 난바다곤쟁이류와 새우류의 비율이 매우 낮게 나타났는데, 이는 선행연구에서 용가자미의 가장 큰 크기군이 20~28 cm로 이번 연구에서 가장 작은 크기군과 비슷하여 시료의 전장 차이로 인해 먹이생물조성이 다르게 분석되었다고 생각된다. 이번 연구에서 20 cm 이하의 개체에 대한 연구가 부족했기 때문에 선행연구와 직접적인 비교를 할 수 없었고, 소형 개체에서 먹이전환을 확인할 수 없었지만 일반적으로 어류의 자치어는 요각류 유생과 같은 작은 먹이 생물을 섭식하다가 성장하면서 더 큰 먹이생물로 먹이를 전환하는 것으로 알려져 있다(Ko *et al.*, 2019). 선행연구를 미루어볼 때 10 cm 이하의 용가자미에서는 먹이전환을 하는 것으로 추측되며, 서해에 서식하는 용가자미의 소형개체에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

가자미과 어류의 식성에 관한 선행연구들은 대부분 동해와 남해에서 이루어져왔다. 동해에 출현하는 기름가자미 (*Glyptocephalus stelleri*)의 식성은 난바다곤쟁이류에서 갯지렁이로 먹이전환을 하는 경향을 보였고(Seong *et al.*, 2019), 통영 주변해역에서 서식하는 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*)의 식성은 이매패류와 갯지렁이류의 비율이 높았다(Huh *et al.*, 2012). 위와 동일한 통영 주변해역에서 돌가자미 (*Platichthys bicoloratus*)와 줄가자미 (*Clidoderma asperimum*)의 위내용물 조성에 관한 연구에서는 돌가자미의 주요 먹이생물은 이매패류와 어류, 줄가자미에서는 거미불가사리류로 나타났다(Nam *et al.*, 2013). 가자미과 어류는 식성에 따라 크게 갯지렁이를 선호하는 그룹, 갑각류를 선호하는 그룹, 거미불가사리류를 선호하는 그룹으로 나누어 볼 수 있다(Yamada *et al.*, 2007). 통영 주변 해역에 서식하는 줄가자미와 마찬가지로 서해의 연안에는 어류가 섭식할 수 있는 다양한 생물이 존재하지만 상대적으로 깊은 바다에는 먹이생물을 선택할 수 있는 범위가 매우 제한적이다(Garrison, 2002). 이러한 환경적인 영향으로 용가자미 또한 섭식 가능한 먹이원이 제한적인 깊은 바다에서 거미불가사리류를 주요 먹이로 선택했을 것이라 판단된다. 또한 유사한 환경에 서식하는 저서성 육식어류의 연구를 살펴보면, 대구 (*Gadus macrocephalus*)와 쥐노래미 (*Haxagrammos otakii*), 홍어 (*Okamejei kenojei*)에서 거미불가사리를 섭식하는 저서성 육식어류가 없는 것으로 보고되어 다른 어종의 먹이경쟁을 피하기 위한 방법이라고 추측된다

(Choi *et al.*, 2017; Choi *et al.*, 2019; Youn *et al.*, 2020). 거미불가사리류와 함께 까나리와 멸치의 섭식 비율이 높았는데, 까나리는 바닥이 모래질인 내만이나 연안에 무리지어 생활하며, 수온이 15°C 이상이 되면 모래 속에 들어가 하면을 하는 습성이 있고(Choi *et al.*, 2002), 멸치는 100 m 이내의 수층에 주로 분포하는 것(Lee *et al.*, 1996)으로 보고되었지만 서해의 수심이 대부분 100 m 이내로 저층까지도 이동이 가능하다고 판단된다. 이러한 먹이생물의 특징 때문에 거미불가사리류와 더불어 멸치와 까나리도 먹이로 선택하는 특성을 보이는 것으로 추정된다.

어류의 성장에 따른 먹이생물 평균 개체수와 습중량을 살펴보면, 일반적으로 어류는 체장이 증가함에 따라 효율적으로 에너지를 섭취하기 위해 작은 크기에서 큰 크기의 먹이생물로 크기를 변화시킨다고 알려져 있다(Cha *et al.*, 1997; Huh *et al.*, 2006). 하지만 서해에 서식하는 용가자미는 성장에 따른 먹이생물 평균 개체수와 습중량이 모두 증가하는 경향을 보였으며, 이는 성장에 따른 먹이생물의 변화보다는 주 먹이생물을 다량으로 섭식함으로써 영양학적 효율성을 증가시킨 것으로 판단된다. 이러한 섭식전략은 통영 주변해역의 문치가자미에서도 나타났다(Huh *et al.*, 2012).

요 약

한국 서해에 출현하는 용가자미 (*Cleisthenes pinetorum*)의 섭식습성에 대한 연구를 위해 2019년 1월부터 12월까지 자망어선에서 어획된 360개체(전장 21.7~48.1 cm) 위내용물을 분석하였다. 용가자미의 주 먹이생물은 거미불가사리류와 어류로 나타났고, 이외에도 새우류, 난바다곤쟁이류, 단각류, 게류 등을 소량 섭식하였다. 이러한 연구의 결과는 고리연안에서 보고된 용가자미의 섭이 습성 결과와 차이를 보였다(Huh and Baeck, 2003). 용가자미가 성장함에 따라 거미불가사리류의 비율이 감소하고 어류의 비율이 증가하였고, 용가자미 전장이 증가하면서 개체수와 습중량은 증가하는 경향을 보였다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원 시험연구사업 “서해연안어업 및 환경생태조사(R2021033)”의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

Cha, B.Y., B.Q. Hong, H.S. Jo, H.S. Sohn, Y.C. Park, W.S. Yang and

- O.I. Choi. 1997. Food habits of the yellow goosfish, *Lophius litulon*. J. Korean Fish. Soc., 30: 95-104.
- Choi, D.H., M.H. Sohn, M.J. Kim and S.J. Lee. 2019. Feeding habit of pacific cod, *Gadus microcephalus* in the west coast of Yellow Sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 31: 77-82. <https://doi.org/10.35399/ISK.31.2.2>.
- Choi, H.C., S.H. Huh and J.M. Park. 2017. Size-related and temporal dietary variations of *Hexagrammos otakii* in the Mid-western coast of Korea. Korean J. Ichthyol., 29: 117-123.
- Choi, Y., J.H. Kim and J.Y. Park. 2002. Marine fishes of Korea. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 646pp.
- Garrison, T. 2002. Oceanography, 3rd ed. Thomson Learning, Belmont, U.S.A., 416pp.
- 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. Son, 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. Academybook, Seoul, Korea, 479pp.
- Hug, S.H. and G.W. Baeck. 2003. Feeding habits of *Cleisthenes pinnatorum* collected in the coastal waters of Kori, Korea. Korean J. Ichthyol., 15: 157-161.
- Huh, S.H., D.J. Lee, H.G. Choo, J.M. Park and G.W. Baeck. 2010. Feeding habit of Olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) collected from coastal waters off Taeon, Korea. Kor. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 756-759. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.6.756>.
- Huh, S.H., J.M. Park and G.W. Baeck. 2006. Feeding habit of John dory, *Zeus faber* in the coastal waters off Gori, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 39: 357-362.
- Huh, S.H., K.M. Nam, J.M. Park, J.M. Jeong and G.W. Baeck. 2012. Feeding habits of the marbled flounder, *Pelurionectes yokohamae* in the coastal waters off Tongyeong, Korea. Korean J. Ichthyol., 24: 77-83.
- 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, 615pp.
- Ko, A.R., J.M. Jeong and G.W. Baeck. 2019. Feeding habits of the bighead croaker, *Collichthys niveatus* in West Sea, Korea. J. Korean Soc. Fish. Ocean Technol., 55: 327-334. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.4.327>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2021. Fishery production survey. Retrieved from <http://kosis.kr> (accessed 29 March, 2021).
- Lee, E.K., J.M. Yoo, S. Kim and Y.C. Lee. 1996. Vertical distribution of anchovy, *Engraulis japonicus* larvae in the Korea Strait. Korean J. Ichthyol., 8: 47-56.
- MABIK (Marine Biodiversity Institute of Korea). 2021. National list of marine species. I. Marine vertebrata. Namu Press, Seocheon, Korea, 155pp.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea, 2nd ed. Hanguel graphics, Busan, Korea, 258pp.
- 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.
- Seong, G.C., A.R. Ko, K.M. Nam, J.M. Jeong, J.N. Kim and G.W. Baeck. 2019. Diet of the Korean flounder *Glyptocephalus stelleri* in the coastal waters of the East Sea of Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 52: 430-436. <https://doi.org/10.5657/kfas.2019.0430>.
- Yamada, U.Y., M.H. Tokimura, H. Horikawa and T. Nakahoko. 2007. Fishes and fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai University Press, Hadano, Kanagawa, Japan, pp. 1029-1116.
- Yoon, S.J., D.H. Kim, G.W. Baeck and J.W. Kim. 2008. Feeding habit of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the South Sea of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 41: 26-31.
- Youn, B.I., D.H. Choi, S.J. Lee, S.H. Lee, K.H. Han and M.J. Kim. 2020. Feeding habit of the ocellate spot skate (*Okamejei kenojei*) in the coastal waters of the five west sea islands in Korea. Korean J. Ichthyol., 32: 143-147. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.3.4>.