

한국 서해에 출현하는 물가자미, *Eopsetta grigorjewi*의 식성

최동혁 · 윤병일 · 이수정 · 한경호¹ · 권대현*

국립수산과학원 서해연구소 자원환경과, ¹전남대학교 수산해양대학 양식생물학과

Feeding Habits of the Shotted Halibut, *Eopsetta grigorjewi* in the West Sea from Korea by Dong Hyuk Choi, Byoung Il Youn, Soo Jeong Lee, Kyeong Ho Han¹ and Dae Hyeon Kwon* (West Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science (NIFS), Incheon 22383, Republic of Korea; ¹Department of Aqualife Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea)

ABSTRACT The feeding habits of shotted halibut, *Eopsetta grigorjewi*, were studied by examining the stomach contents of 419 individuals. We collected *E. grigorjewi* samples using offshore gill net and bottom trawl in West Sea of Korea from January to December 2019. The specimens ranged in total length (TL) from 22.5 to 50.3 cm. The main prey organisms were Macrura and Pisces, while Brachyura, Ophiuroidea, Littorinimorpha and Paguridea were found small amounts. *E. grigorjewi* fed on Macrura in summer and autumn, and mainly fed on Pisces in winter and spring. Smaller individuals (<30 cm TL) consumed Macrura such as *Crangon hakodatei*. The proportion of these prey items decreased with increasing Pisces such as *Ammodytes personatus* and *Engraulis japonicus*. The feeding strategy of *E. grigorjewi* is estimated to maintain prey individual as they grow, but increase their prey weight.

Key words: Shotted halibut, *Eopsetta grigorjewi*, feeding habits, West Sea of Korea

서 론

물가자미 (*Eopsetta grigorjewi*)는 가자미목 (Pleuronectiformes) 가자미과 (Pleuronectidae)에 속하며, 우리나라 전 연안과 일본 연안, 발해만 등 연안에 분포한다. 서식수층은 200 m 이내이며, 모래나 펄질인 바닥에 서식하며 (Yamada *et al.*, 1995), 산란기는 1월에서 4월이며, 산란장은 제주도과 대마도 주변해역으로 보고되어 있지만, 서해의 경우는 산란장은 알려져 있지 않다 (NFRDI, 2010; Cha *et al.*, 2011).

서해 가자미류의 어획량을 살펴보면, 2006년에 최대 4,200여 톤이 어획되었고 이후 점차 감소하여 최근 10년간 약 2,500여 톤이 어획되고 있다 (KOSIS, 2023). 본 연구 대상인 물가자미 어획량은 통계적으로 분리되어 있지 않아 정확한 어획량을 알 수 없지만, 서해안에서는 상업적으로 중요한 가치가 있는 어류로 지

속적인 자원관리가 필요하다.

어류의 식성연구는 어류의 생태를 이해하고, 어류자원을 효율적으로 관리하고 이용할 수 있는 기초자료를 제공하며 (Huh *et al.*, 2012), 특히 가자미과 어류는 산란, 성육 및 섭이를 위한 서식지를 크게 이동하지 않고, 저서해양생태계 내에서 높은 영양단계에 위치한 상위포식자라고 할 수 있다. 따라서 가자미과 어류의 식성연구는 해당생태계의 먹이사슬을 이해하는 데 매우 중요하다 (Huh *et al.*, 2010). 가자미과 어류의 식성연구는 우리나라 모든 해역에서 활발하게 이루어져 왔다. 통영에서 문치가자미 (*Pseudopleuronectes yokohamae*), 돌가자미 (*Platichthys bicoloratus*), 줄가자미 (*Clidoderma asperrimum*)의 식성에 대한 연구가 수행되었으며, 동해에서는 기름가자미 (*Glyptocephalus stelleri*), 남해 광양만에서 용가자미 (*Cleisthenes pinetorum*)에 대한 식성을 보고하였다 (Huh and Baeck, 2003; Kwak and Huh, 2003; Huh *et al.*, 2012; Nam *et al.*, 2013; Seong *et al.*, 2019; Choi *et al.*, 2021). 국외에서도 가자미과 어류 식성에 대한 연구가 많이 진행되고 있고, 북서대서양 해역은 9종의 가자미과 어류의 식성에 대한 연구가 진행된 바 있으며 (Link *et al.*, 2002),

저자 직위: 최동혁 (박사후연구원), 윤병일 (박사후연구원), 이수정 (해양수산연구소), 한경호 (교수), 권대현 (해양수산연구소)
*Corresponding author: Dae Hyeon Kwon Tel: 82-32-745-0620, E-mail: dhkwon@korea.kr

일본과 그리스 등 국내외에서 가자미과 어류의 식성연구는 상업성과 관계 없이 이루어져왔다(Karachle and Sterglou, 2011; Tomiyama and Kurita, 2011).

선행연구에 따르면, 일본 연안의 물가자미 자원상태는 현재 남획되어 고갈이 우려된다는 보고가 있고, 종의 특성상 자원상태가 악화되면 회복력이 약한 어종이기 때문에, 생태에 대한 기본적인 연구가 필요하다고 보고한 바 있다(Zhang *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2022). 따라서 본 연구는 물가자미의 위내용물을 분석하여 주요 먹이생물을 알고, 다른 가자미과 어류의 식성과 비교하여 섭식 특성을 파악하며, 수산자원 관리의 기초자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

이 연구에 사용된 물가자미는 2019년 1월부터 12월까지 서해 중부해역에서 근해자망어업과 저인망어업에 의해 어획된 어체를 인천 수협 위판장에서 구입하여 분석하였다(Fig. 1). 채집된 시료는 즉시 실험실로 옮긴 후 전장(TL: Total length)은 0.1 cm, 체중(BW: Body weight)은 0.1 g까지 측정하였고, 해부하여 위를 분리한 후 10% 포르말린 용액에 고정시켰다. 포르말린에 고정된 위는 현미경하에서 절개하여 가능한 종(species) 수준까지 분류하였고, 분류가 어려울 경우 과(family) 또는 목(order) 수준으로 분류하였다. 분류된 먹이생물들은 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 물가자미의 개체수이고, N_i 와 W_i 는 해당생물의 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 식으로 구하였다.

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

이후 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%IRI)로 나타내었다.

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

전장에 따른 계절별 위내용물의 변화를 파악하기 위해 <30.0 cm, 30.0~35.0 cm, 35.0~40.0 cm, >40.0 cm의 4개의 체급군을 설정하였고, 봄철(3~5월), 여름철(6~8월), 가을철(9~11월), 겨울철(12~2월)로 계절별 구분하여 위내용물 조성을 분석하였다. 또한 체급군별 먹이 섭식 특성 파악을 위해 체급군별 먹이의 평균 개체수(Mean number of preys per stomach mN/ST)와 체급군별 먹이의 평균 중량(Mean weight of preys per stomach mW/ST)을 구하였다. 위내용물 분석을 위해 일원배치분산분석(One-way ANOVA, R 3.4.3 with library 'multcomp')으로 유의성을 검정하였다.

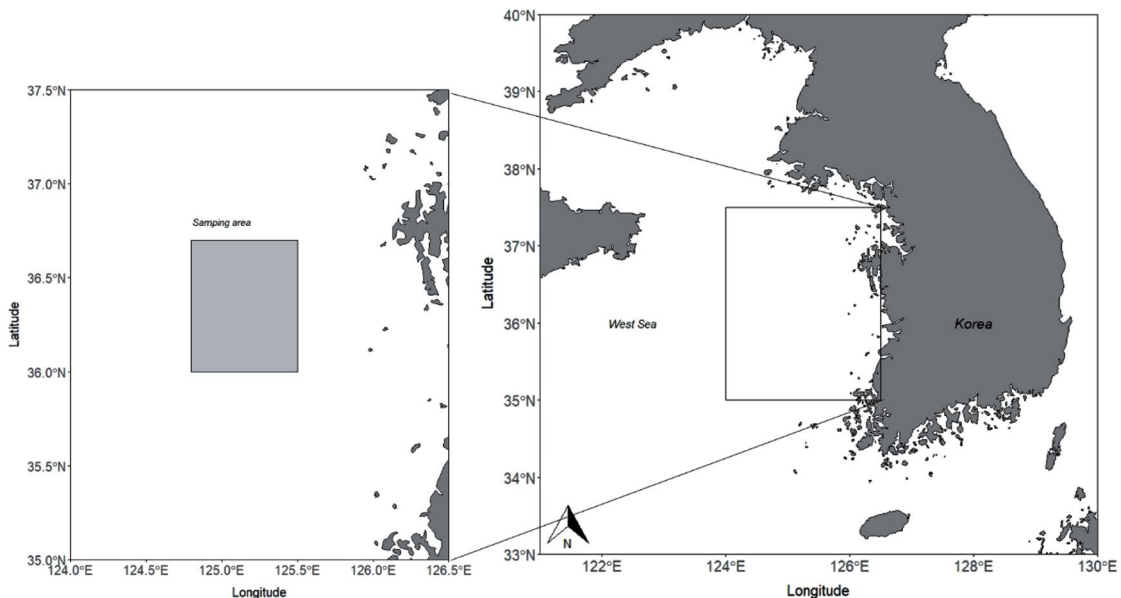


Fig. 1. Sampling area of *Eopsetta grigorjewi* in this study.

결 과

1. 전장 조성

이번 연구에 사용된 물가자미는 총 419개체였고, 전장범위는 22.5~50.3 cm (평균 34.5 cm)로 나타났으며, 평균 체장은 3월이 32.3 cm로 가장 작았고, 4월이 38.7 cm로 가장 컸다(Table 1). 30~35 cm의 범위가 전체의 약 40%를 차지하여 최빈값으로 나타났다, 다음은 25~30 cm의 범위였다(Fig. 2).

2. 위내용물 조성

전체 419개체 중 공위를 제외한 125개체를 분석하였으며, 공복률은 70.2%로 나타났다. 위내용물을 분석한 결과, 주 먹이생물은 새우류(Macrura)로 출현빈도 76.8%, 개체수비 71.6%, 습중량비 48.4%, 상대중요도지수비는 81.3%를 차지하였고, 새

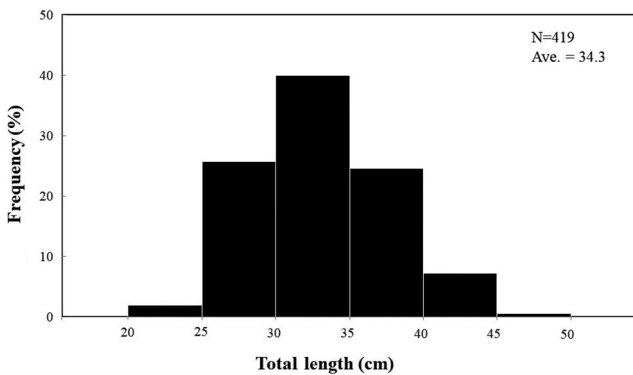


Fig. 2. Total length frequency of *Eopsetta grigorjewi* collected in the West Sea of Korea.

Table 1. Monthly number of individuals and size range of *Eopsetta grigorjewi* used in this study

Year	Month	n	Range of TL(cm)	Mean TL (cm) ± SD
2019	Jan.	72	22.2~46.2	33.9 ± 6.5
	Feb.	60	24.1~44.5	33.8 ± 4.6
	Mar.	30	22.5~45.4	32.3 ± 5.7
	Apr.	20	33.3~45.2	38.7 ± 3.7
	May	29	28.7~44.3	34.8 ± 3.9
	Jun.	30	34.2~43.1	37.7 ± 2.1
	Jul.	30	27.7~50.3	35.5 ± 5.8
	Aug.	30	26.0~40.6	34.5 ± 4.0
	Sep.	30	26.9~37.7	32.7 ± 3.1
	Oct.	30	25.8~41.1	33.6 ± 3.5
	Nov.	28	28.2~44.3	34.8 ± 3.9
	Dec.	30	26.2~45.5	34.3 ± 5.4
Total		419	22.2~50.3	34.5 ± 5.0

우류 중에서도 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*)가 출현빈도 43.2%, 개체수비 44.7%, 습중량비 39.8%로 가장 많이 섭취하였다(Table 2). 새우류 다음으로는 어류(Pisces)가 출현빈도 32.0%, 개체수비 14.0%, 습중량비 43.6%, 상대중요도지수비는 16.3%를 차지하였고, 어류 중에서는 까나리(*Ammodytes personatus*)와 멸치(*Engraulis japonicus*)의 비율이 높았다. 그 외 게류(Brachyura), 거미불가사리류(Ophiuroidea), 복족류(Littorinimorpha), 집게류(Paguridea) 등의 다양한 먹이생물을 섭취하였지만 상대중요도지수비는 낮은 비율로 나타났다.

3. 계절별 먹이생물 조성의 변화

물가자미 위내용물 조성의 습중량 비율을 계절별로 분석하였다(Fig. 3). 봄철에는 어류의 습중량비율이 53.6%를 차지하여 주 먹이생물이었고, 새우류가 39.1%로 나타났다. 여름철에는 새우

Table 2. 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 *Eopsetta grigorjewi* collected in the West Sea, Korea

Prey items	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Brachyura	16.8	9.4	5.2	245.2	2.2
<i>Oregonia gracilis</i>	4.0	2.3	1.4		
<i>Romaleon gibbosulum</i>	1.6	0.6	1.1		
<i>Pugettia quadridens</i>	1.6	0.9	1.0		
Unidentified	9.6	5.6	1.8		
Ophiuroidea	4.8	2.6	0.7	16.0	0.1
Ophiuroidea sp.	4.8	2.6	0.7		
Littorinimorpha	2.4	0.9	0.2	2.6	+
<i>Neverita didyma</i>	0.8	0.3	0.1		
Unidentified	1.6	0.6	0.1		
Macrura	76.8	71.6	48.4	9,219.4	81.3
Alpheidea	0.8	0.3	0.5		
<i>Crangon hakodatei</i>	43.2	44.7	39.8		
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	3.2	1.8	0.3		
<i>Heptacarpus rectirostris</i>	0.8	0.6	0.1		
Unidentified	28.8	24.3	7.7		
Pisces	32.0	14.0	43.6	1,844.8	16.3
<i>Ammodytes personatus</i>	6.4	3.5	10.4		
<i>Colichthys niveatus</i>	0.8	0.3	2.8		
Gobiidae	0.8	0.3	0.2		
<i>Engraulis japonicus</i>	8.8	4.1	19.9		
<i>Apogon lineatus</i>	0.8	0.3	1.1		
Unidentified	14.4	5.6	9.2		
Paguridea	4.0	1.5	1.8	13.1	0.1
<i>Pagurus ochotensis</i>	0.8	0.3	0.4		
Unidentified	3.2	1.2	1.4		
Total				11,341.2	100

+ : less than 0.1%

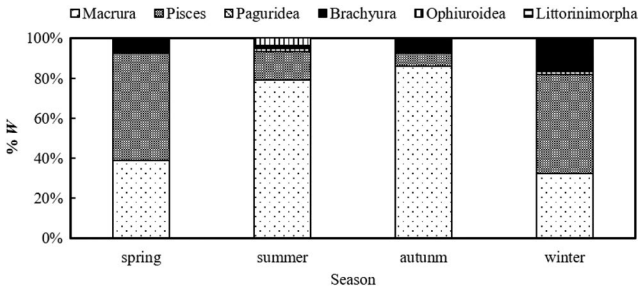


Fig. 3. Seasonal change in composition of stomach contents by wet weight (%W) of *Eopsetta grigorjewi* collected in the West Sea of Korea.

류가 79.0%로 가장 많이 나타났으며, 어류가 14.3%의 비율을 보였다. 가을철에는 새우류가 86.0%로 주 먹이생물이었으며, 어류와 게류가 각각 6.7%로 나타났고, 겨울철은 어류가 49.4%로 가장 많았으며, 새우류와 게류 순으로 나타났다. 봄철과 겨울철에는 어류의 비율이 높았고, 여름과 가을철에는 새우류의 비율이 높은 것으로 나타났다.

4. 성장에 따른 먹이생물 조성의 변화

물가자미의 성장에 따른 위내용물의 상대중요도지수비와 습중량 비율 조성 변화를 분석하였다(Fig. 4). 상대중요도지수비는 30 cm 미만 체급군에서 새우류가 가장 높았고(95.6%), 그 밖에 다른 체급군에서 70.0% 이상 차지하여 모든 체급군에서 새우류가 우점하였다. 다음으로는 모든 체급군에서 어류와 갑각류, 거미불가사리 순으로 섭식하였다. 하지만 상대중요도지수비는 섭식하는 개체수의 영향이 크기 때문에, 상대중요도지수비에서 새우류가 다른 먹이생물보다 높게 나타난 것으로 판단된다. 개체당 중량은 새우보다 어류가 훨씬 높기 때문에 상대중요도지수비와 습중량 비율을 함께 분석하는 게 정확한 방법이라고 판단하여 상대중요도지수비와 습중량 비율을 함께 비교하였다. 습중량 비율은 30 cm 미만의 체급군에서 새우류가 78.1%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물로 나타났으며, 다음으로 어류가 17.6%를 차지하였다. 30.0~35.0 cm 체급군에서는 새우류가 47.0%, 어류가 46.1%로 나타났고, 35.0~40.0 cm 체급군에서는 새우류가 44.1%, 어류가 42.4%를 차지하였다. 40.0 cm 이상에서는 새우류가 49.4%, 어류가 49.6%를 보여 새우류보다 어류의 비율이 높게 나타났다. 습중량에서 체급군이 증가할수록 새우류의 비율은 낮아지고, 어류의 비율이 높아지는 경향을 보였다.

체급군별 개체당 평균 먹이생물 개체수와 개체당 평균 먹이생물의 생체량과의 관계를 분석하였다(Fig. 5). 체급군 간 개체당 평균 먹이생물 개체수는 전장의 증가와 관계 없이 전 체급군에서 일정했고, 통계적으로도 유의한 차이를 보이지 않았다 ($P>0.05$). 체급군 간 개체당 평균 먹이생물 생체량은 체장이 증가할수록 생체량도 증가하는 경향은 보였지만 통계적으로 유의

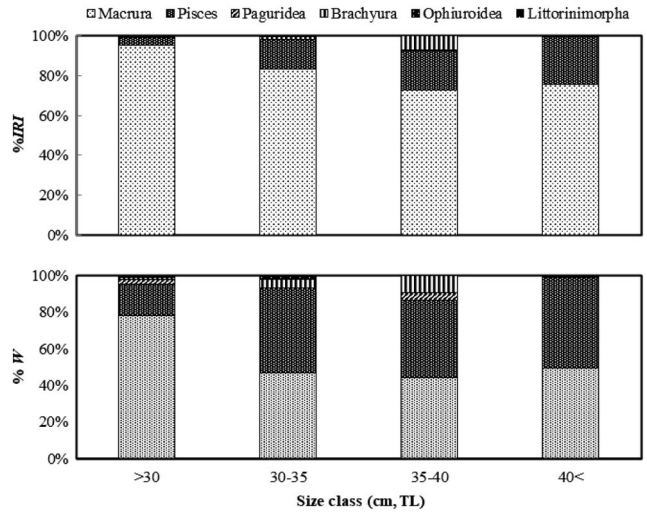


Fig. 4. Ontogenetic changes in composition of stomach contents by (A) index of relative importance (%IRI) and (B) wet weight (%W) of *Eopsetta grigorjewi* collected in the West Sea of Korea.

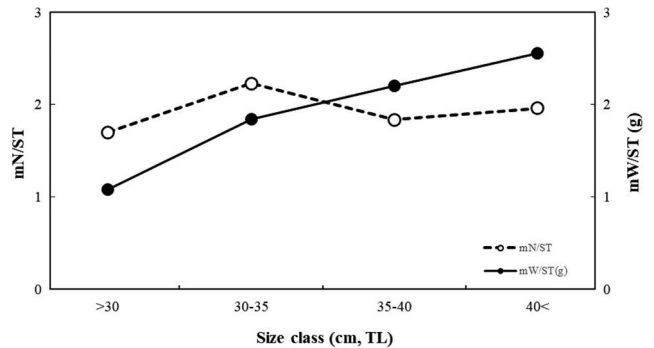


Fig. 5. Variations of the mean number of prey per stomach (mN/ST) and mean weight of preys per stomach (mW/ST) of *Eopsetta grigorjewi* among the size classes.

한 차이를 보이지는 않았다($P>0.05$).

고찰

이번 연구에서 우리나라 서해에 서식하는 물가자미는 새우류와 어류를 주 먹이생물로 섭식하였고, 그 외에 게류, 거미불가사리류, 복족류, 집게류 등을 섭식하는 육식성 저어류인 것으로 확인되었다. 다른 가자미과 어류의 식성 특성을 보면, 남해 통영 주변해역의 문치가자미와 돌가자미는 주로 이매패류, 단각류, 어류를 섭식하였으며, 줄가자미는 거미불가사리류를 주로 섭식하여 동일해역 내에 먹이경쟁을 피하였다(Huh *et al.*, 2012; Nam *et al.*, 2013). 동해 기름가자미의 주 먹이생물은 난바다곤쟁이류와 갯지렁이류였으며, 남해 광양만 주변해역의 문치가자미는 갯

지렁이류를 가장 많이 섭식하였다(Kwak and Huh, 2003; Huh *et al.*, 2012; Seong *et al.*, 2019). 북서대서양에서의 가자미 식성에 대한 연구를 살펴보면 가자미 9종의 먹이중복은 일부 밀도가 높은 먹이생물에서는 나타났지만, 같은 해역이라도 갯지렁이류, 거미불가사리류, 두족류(Cephalopods), 새우류를 섭식하는 어종으로 나누어지면서 먹이경쟁을 감소시켰다(Link *et al.*, 2002). 이처럼 가자미과 어류는 해역과 해양생태계마다 주 먹이생물이 다르게 나타났다.

본 연구에서 확인된 서해에 물가자미가 가장 많이 섭식한 마루자주새우는 이번 연구지역과 가까운 해역에서 연구된 대구(*Gadus microcephalus*)와 흥어(*Okamejei kenojei*)의 주 먹이생물로 보고됨에 따라 이 해역에서 마루자주새우의 밀도는 높다고 판단된다(Choi *et al.*, 2019; Youn *et al.*, 2020). 본 연구 결과 서해 물가자미는 특정 먹이생물을 선호한다기보다는 서식 해역에 풍부하게 존재하며 섭식이 가능한 생물을 먹이생물을 주로 이용하는 기회주의적 섭식자(Oppertunistic canivores)로 판단된다.

보통 어식성 어류의 공복률은 25~30% 정도이며, 40% 정도까지도 보이는데, 이번 연구에서 물가자미의 공복률은 70.2%로 상당히 높게 나타났다(Huh *et al.*, 2010; Seong *et al.*, 2021, 2022). 일반적으로 비어식성 어류보다 어식성 어류의 공복률이 높게 나타나며, 그 이유로는 영양학적으로 높은 먹이생물을 섭취하기 때문에 지속적인 먹이활동을 할 필요가 없으며, 새우나 다른 먹이생물보다 빨리 소화가 이루어졌을 가능성이 높다고 판단된다(Ellis *et al.*, 1996; Farias *et al.*, 2006). 하지만 이번 연구에서 다른 어식성 어종보다 월등히 높은 공복률을 보였는데, 이는 채집된 시료가 육지에서 먼 근해에서 조업되고 있고, 운반선을 이용하는 조업의 특성상 위관장으로 옮겨지는 시간이 길어 그동안에 소화가 많이 이루어진 것으로 추정된다. 서해에서 물가자미 조업과 같은 방법으로 조업하는 용가자미의 공복률이 63.3%로 분석되어 유사한 결과를 보였다(Choi *et al.*, 2021).

해양생태계 내에서 상위포식자의 주 먹이생물에 대한 계절적인 변화는 그 지역의 해양생태계의 구조를 파악하는 데 중요한 요소가 된다(Huh *et al.*, 2012). 서해 해역에 서식하는 물가자미는 겨울철에는 멸치류, 봄철에는 까나리를 주 먹이생물로 이용하였다. 서해로 회유하는 멸치는 봄철 동중국해에서 서해 남부연안으로 이동해 산란을 시작하고 서해연안을 따라 회유하며, 여름철에 산란을 마치고 가을철에 근해로 이동한다(Kwon *et al.*, 2012). 하지만 정확한 회유시기와 수온에 따라 이동하는 연구가 없고, 근해로 이동해야 할 멸치가 11월에 인천연안과 보령연안에서 멸치가 어획되기 때문에(Song *et al.*, 2008; Choi *et al.*, 2020), 11월 이후 겨울철에 멸치가 이동을 하는 시기에 물가자미가 섭식하였다고 추정된다. 또한 멸치는 100 m 이내의 수층에 주로 분포하며, 서해의 수심은 대부분 100 m 이내이기 때문에 저층까지도 이동이 가능하다고 판단된다(Lee *et al.*, 1996). 봄철 주요 먹이생물인 까나리는 우리나라 전 연안에 분포하며 수

온이 상승하면 하면 기간을 가지기 때문에 활동이 없고, 이 기간은 수온의 영향으로 해역마다 다르게 나타난다(Tomiyama and Yanagibashi, 2004; Kim *et al.*, 2020). 그리고 수온이 낮은 시기에 연안에서 성육을 하고, 수온이 상승하면 하면을 하기 위해 외해로 이동하는 회유경로를 가진다(Kim *et al.*, 2020). 수온에 따라 하면을 하는 시기는 다르지만 연안에서 성육하고 하면 기간 전 외해로 이동하는 개체를 물가자미가 섭식을 하였을 것이라 추정되며, 이 해역의 문치가자미와 용가자미의 식성 연구에서도 봄철에 까나리 섭식양이 증가하는 것으로 보고하였다(Choi *et al.*, 2021; Roh *et al.*, 2022).

성장에 따른 위내용물의 조성을 보면, 전장이 커짐에 따라 새우류의 비율이 감소하고 어류의 비율이 증가하는 경향을 보였다. 어류는 도피능력이 뛰어나, 영양적으로 가치는 높지만 포획이 용이하지 않기 때문에 전장이 작을 때에는 비교적 포획하기 편한 새우류를 섭취하였고, 크기가 증가함에 따라 유영능력이 향상되어 어류를 섭식하는 것으로 판단된다(Jeong *et al.*, 2015). 이러한 먹이생물의 변화는 가자미과 어류인 용가자미를 비롯하여(Choi *et al.*, 2021), 육식성 저서어류인 흥어와 참흥어(*Beringraja pulchra*) 등에서도 확인된 바 있다(Jeong *et al.*, 2015; Jeong *et al.*, 2018).

본 연구 결과, 우리나라 서해에 서식하는 물가자미는 전장이 증가함에 따라 섭식하는 먹이생물의 생체량은 증가하였고 섭식하는 개체수는 유지되었다. 일반적으로 어류는 전장이 증가할수록 효율적인 에너지 섭취를 하기 위해 작은 크기에서 큰 크기의 먹이생물로 크기를 변화시킨다고 알려져 있으며(Cha *et al.*, 1997; Huh *et al.*, 2006), 동해의 기름가자미도 이번 연구에서 동일한 결과를 보였다(Jeong *et al.*, 2015; Seong *et al.*, 2019). 통영 주변해역의 문치가자미는 먹이생물의 크기를 변화시키지 않고, 작은 개체를 다량 섭식하여 전체 생체량을 증가시키는 특징을 보였고, 서해의 문치가자미는 이번 연구와 동일하게 작은 크기에서 큰 크기의 먹이생물로 변화시키는 것으로 보아 이러한 섭식 전략은 종의 특성보다는 서식하는 환경에 따라 결정된다고 판단되며(Huh *et al.*, 2012; Roh *et al.*, 2022), 향후 동해와 남해에서 어획되는 물가자미의 식성 및 다른 생태 연구도 함께 진행되어 해역별 물가자미의 성장환경을 연구할 필요가 있다.

요 약

이번 연구는 서해에 서식하는 물가자미의 식성 및 섭이 특성을 밝히기 위해 419마리 중 공위를 제외한 125개체를 분석하였다. 물가자미의 주 먹이생물은 새우류와 어류로 나타났으며, 새우류 중에서는 마루자주새우가, 어류에서는 멸치와 까나리를 가장 많이 섭식하였다. 계절적으로는 서식해역에 풍부한 먹이생물을 주 먹이생물로 섭식하는 기회주의적 섭식자로 나타났으며, 체

장이 커질수록 먹이효율을 증가시키기 위해 새우류에서 어류로 주 먹이생물을 변화시켰다.

사 사

이 연구는 국립수산물과학원 시험연구사업 “서해연안어업 및 환경생태조사(R2024009)”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 goosefish, *Lophius litulon*. Korean J. Fish. Soc., 30: 95-104.
- Cha, H.K., S.K. Kang, J.H. Choi, T.Y. Oh and Y.I. Seo. 2011. Reproduction of the shotted halibut in the southern Korea waters. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 47: 194-202. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2011.47.3.194>.
- Choi, D.H., B.I. Youn, M.G. Kim and S.J. Lee. 2020. Species composition and community structure of fish coastal stow net catch from the coastal waters off Boryeong, Korea. Korean J. Aquat. Sci., 53: 761-772. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0761>.
- Choi, D.H., B.I. Youn, M.G. Kim, S.H. Lee, D.H. Kwon, K.H. Han and S.J. Lee. 2021. Feeding habits of the pointhead flounder (*Cleisthenes pinetorum*) in the West Sea in Korea. Korean J. Ichthyol., 4: 273-277. <https://doi.org/10.35399/ISK.33.4.7>.
- Choi, D.H., M.H. Son, M.J. Kim and S.J. Lee. 2019. Feeding habits 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>.
- Ellis, J.R., M.G. Pawson and S.E. Shackley. 1996. The comparative feeding ecology of six species of sharks and four species of ray (Elasmobranchii) in the north-east of Atlantic. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 76: 89-106. <https://doi.org/10.1017/S0025315400029039>.
- Farias, I., I. Figueiredo, T. Moura, L.S. Gordo, A. Neves and B. Serra-Pereira. 2006. Diet comparison of four ray species (*Raja calvata*, *Raja brachyura*, *Raja montagui* and *Leucoraja naevus*) caught along the Portuguese continental shelf. Aquat. Living Res., 19: 105-114.
- Huh, S.H. and G.W. Baeck. 2003. Feeding habits of *Cleisthenes pinetorum* 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 habits of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) collected from coastal waters off Taean, Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 43: 756-759.
- 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, *Peluronectes yokohamae* in the coastal waters off Tongyeong, Korea. Korean J. Ichthyol., 24: 77-83.
- Jeong, G.S., J. Park, M.H. Sohn, H.B. Lee, S.H. Han, H.S. Jo and M.J. Kim. 2018. Feeding habits of the mottled skate, *Beringraja pulchra* in the coastal waters of Incheon, Korea. Korean J. Ichthyol., 30: 232-237.
- Jeong, J.M., H.J. Kim, G.W. Baeck, S.J. Ye and S.H. Huh. 2015. Feeding habits of ocellate spot skate, *Okamejei kenoei* in the coastal waters of Gadoek-do, Korea. J. Kor. Soc. Fish. Technol., 51: 265-271. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.2.265>.
- Karachle, P.K. and K.I. Sterglou. 2011. Feeding and ecomorphology of seven flatfish species in the North = North-West Aegean sea, Greece. African J. Mar. Sci. 33: 67-78. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2011.572338>.
- Kim, M.J., I.S. Han, J.S. Lee and D.H. Kim. 2022. Determination of the vulnerability of Korean fish stocks using productivity and susceptibility indices. Ocean Coastal Manag., 227: 106287. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106287>.
- Kim, S.R., J.B. Kim, S.J. Lee and J.H. Yang. 2020. Maturity and spawning of Pacific sand eels *Ammodytes japonicus* in coastal waters near Donghae, Gangwon-do. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 53: 19-26. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0019>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2023. Fishery production survey. Retrieved from <http://kosis.kr> (accessed 29 June, 2023).
- Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2003. Feeding habit of *Limanda yokohamae* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang bay. J. Korean Fish. Soc., 36: 522-527.
- Kwon, D.H., S.D. Hwang and D.H. Lim. 2012. Catch predictions for Pacific anchovy *Engraulis japonicus* larvae in the Yellow sea. Fish. Aquat. Sci., 15: 345-352.
- 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.
- Link, J.S., K. Bolles and C.G. Milliken. 2002. The feeding ecology of flatfish in the Northwest Atlantic. J. Northw. Atl. Sci., 30: 1-17.
- Nam, K.M., S.H. Huh, S.H. Huh, Y.S. Heo, J.M. Jeong, H.J. Kim and G.W. Baeck. 2013. Stomach contents of the stone flounder, *Kareius bicoloratus* and roughscale flounder, *Clidoderma asperimum* in the coastal waters off Yongyeong, Korea. Korean J. Ichthyol., 25: 163-168.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2010. Ecology and fishing ground of major commercial species in the Korean waters. Yemoon Publish. Co., 405pp.
- 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.
- Roh, T.H., D.H. Choi, S.H. Lee, D.H. Kwon, K.H. Han and M.J.

- Kim. 2022. Feeding habits of the marbled flounder *Pseudopleuronectes yokohamae* in the West Sea in Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 55: 583-589. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0583>.
- 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>.
- Seong, G.C., D.G. Kim, S.Y. Jin, H.Y. Soh and G.W. Baeck. 2021. Diet composition of the chub mackerel *Scomber japonicas* in the coastal waters of the South Sea of Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 54: 73-79.
- Seong, G.C., D.G. Kim, D.Y. Kang, S.Y. Jin, H.S. Kim, H.Y. Soh and G.W. Baeck. 2022. Feeding habits of the largehead hairtail, *Trichiurus japonicas* in the Yellow Sea of Korea. Korean J. Ichthyol., 34: 179-185. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.34>.
- Song, M.Y., M.H. Sohn, Y.J. Im, J.B. Kim, H.Y. Kim, I.J. Yeon and H.J. Hwang. 2008. Seasonal variation in the species composition of bag-net catch from the coastal waters of Incheon, Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 41: 272-281. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.4.272>.
- Tomiyama, M. and S. Yanagibasi. 2004. Effect of temperature, age class, and growth on induction of aestivation in Japanese sandeel (*Ammodytes personatus*) in Ise Bay, central Japan. Fish. Oceanogr., 13: 81-90. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2003.00272.x>.
- Tomiyama, T. and Y. Kurita. 2011. Seasonal and spatial variations in prey utilization and condition of a piscivorous flatfish *Paralichthys olivaceus*. Aquat. Biol., 11: 279-288. <https://doi.org/10.3354/ab00319>.
- Yamada, U., S. Shirai, T. Irie, M. Tokimura, S. Deng, Y. Zheng, C. Li, Y.U. Kim and Y.S. Kim. 1995. Names and illustrations of fishes from the East China Sea and Yellow Sea. Overseas Fishery Cooperation Foundation, Tokyo, Japan, 288pp.
- Youn, B.I., D.H. Choi, S.J. Lee, S.H. Lee, K.H. Han and M.J. Kim. 2020. Feeding habits 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.32.34>.
- Zhang, S., Y. Wang, Y. Wang, C. Liang and W. Xian. 2020. Assessment of 11 exploited fish and invertebrate populations in the Japan Sea using the CMSY and BSM methods. Front. Mar. Sci., 7: 525363. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.525363>.