

한국 서해에 출현하는 꼼치 (*Liparis tanakae*)의 위내용물 조성

진수연 · 강다연 · 성기창 · 김도균 · 김호승 · 김현지¹ · 이정훈¹ · 백근욱*

경상국립대학교 해양생명과학과/양식생명과학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터,
¹국립수산과학원 수산자원연구센터

Diet Composition of Tanaka's snailfish, *Liparis tanakae* in the Yellow Sea, Korea by Suyeon Jin, Da Yeon Kang, Gi Chang Seong, Do-Gyun Kim, Ho Seung Kim, Hyeon Ji Kim¹, Jeong Hoon Lee¹ and Gun Wook Baeck* (Department of Marine Biology and Aquaculture Science/Department of Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea; ¹Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea)

ABSTRACT The diet composition of Tanaka's snailfish, *Liparis tanakae* were collected by bottom trawl net in the Yellow Sea of Korea during 2022 (April, August, October, and November). The size of the specimens ranged from 3.8 to 52.2 cm in total length. *L. tanakae* were primary consumed caridea shrimps (*Crangon hakodatei*, *Eualus spathulirostris*, etc.) and specialist feeder mainly consumed caridea shrimps (*C. hakodatei*). The *L. tanakae*'s trophic level is 3.63. Caridea shrimps were the primary prey items for all size groups (< 20 cm, 20~30 cm, 30~40 cm, ≥ 40 cm). The proportion of *E. spathulirostris* has increased as the body size of *L. tanakae* increased, whereas the proportion of *C. hakodatei* decreased gradually. As the body size of *L. tanakae* increased the mean weight of prey per stomach (*mW/ST*) tended to increase significantly (One-way ANOVA, $P < 0.05$). The caridea shrimps were the primary prey items throughout all seasons. In summer, the main prey items were the *C. hakodatei*, however, in autumn, the proportion of *C. hakodatei* decreased while the proportion of *E. spathulirostris* increased.

Key words: Diet composition, Tanaka's snailfish, *Liparis tanakae*, Yellow Sea, *Crangon hakodatei*

서 론

꼼치 (*Liparis tanakae*)는 쏨뱀어목 (Scorpaeniformes), 꼼치과 (Liparidae)에 속하며, 우리나라에 서식하는 꼼치속 어류는 아가씨물메기 (*L. agassizii*), 노랑물메기 (*L. chefuensis*), 보라물메기 (*L. megacephalus*), 미거지 (*L. ochotensis*), 꼬마꼼치 (*L. punctulatus*), 꼼치, 물메기 (*L. tessellatus*) 총 7종이 보고되었다 (NIBR, 2022).

꼼치는 냉수성 어종으로 우리나라를 포함하여 일본, 동중국

해, 황해 등 북서태평양 연안에 분포하며, 주로 수심 50~90 m 펄질에 서식한다 (Zhou *et al.*, 2012; Tomiyama *et al.*, 2013). 또한, 꼼치의 수명은 약 1년이며, 산란기는 12~2월로 수심이 얇은 연안해역의 바위나 해조류에 침성점착란을 부착시키는 것으로 알려져 있다 (Kawasaki *et al.*, 1983; Song *et al.*, 2021).

서해는 반폐쇄적인 형태의 해역으로 해안선이 복잡하고 조석의 차이가 커 갯벌이 발달되어 있으며, 북쪽으로는 발해만과 남쪽으로는 동중국해와 연결되어 있다. 또한, 서해는 한반도의 지형 특성상 동고서저의 형태로 다량의 하천수가 유입되어 다른 해역보다 염분이 낮으며, 각종 유기물질의 양이 다른 해역에 비해 큰 규모로 알려져 있다 (Ichikawa and Beardsley, 2002; Lim *et al.*, 2007; Choi and Park, 2013). 따라서 저서환경의 변화가 발생할 시 꼼치의 먹이생물 조성에도 변화가 있을

저자 직위: 진수연 (대학원생), 강다연 (대학원생), 성기창 (연구원), 김도균 (대학원생), 김호승 (대학원생), 김현지 (해양수산연구소), 이정훈 (해양수산연구소), 백근욱 (교수)

*Corresponding author: Gun Wook Baeck Tel: 82-55-772-9156, E-mail: gwbaeck@gnu.ac.kr

수 있다.

꼼치의 섭식생태에 관한 연구를 살펴보면, 국내에서는 남해에서 수행되었고(Huh, 1997; Kwak and Huh, 2003; Choi *et al.*, 2015), 국외에서는 황해 중남부 해역(Zhang *et al.*, 2011), 일본 후쿠시마 연안(Tomiyama *et al.*, 2013)에서 수행되어졌다. 국내에서 수행된 꼼치의 섭식생태에 관한 연구에 따르면 꼼치는 자치어 시기에 요각류(Copepoda)를 섭식하다가 유어 시기에는 단각류(Amphipoda)를 섭식하고, 이후 새우류(Macrura)를 섭식하는 것으로 알려져 있다(Huh, 1997; Kwak and Huh, 2003; Choi *et al.*, 2015). 성어를 대상으로 한 Huh (1997)의 연구는 1997년에 남해에서 수행되어져 이번 연구 해역과 지리적 차이를 보이며, 과거 연구자료이기 때문에 해역과 시기별 꼼치의 먹이생물에 차이를 통해 꼼치 자원생태의 변동 유무를 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 이번 연구는 꼼치의 위내용물 분석을 통해 주 먹이생물을 파악하고, 섭식전략, 영양단계, 크기와 계절에 따른 먹이생물 조성 변화를 분석하여 생태계 기반 자원관리를 위한 정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

이번 연구에 사용된 꼼치 시료는 2022년 4, 8, 10, 11월에 국립수산물과학원 수산과학조사선 탐구 21호의 저층트롤어구를 이용하여 서해 근해(151, 162, 172, 192, 193, 200, 201, 202, 208, 211해구)에서 채집하였다(Fig. 1).

채집된 시료는 현장에서 전장과 체중을 각각 0.1 cm, 1 g 단위까지 측정하였고, 측정된 개체는 위를 적출하여 10% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하였다. 적출된 위는 해부현미경(LEICA L2, LEICA, Wetzlar, Germany)을 이용하여 가능한 종(Species) 수준까지 분류하였고, 소화가 진행되어 분류가 어려울 경우에는 속(Genus), 과(Family), 목(Order) 수준으로 나타내었다. 동정된 먹이생물은 개체수를 계수하고, 습중량을 0.001 g 단위까지 측정하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$%F = \frac{A_i}{N} \times 100$$

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

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

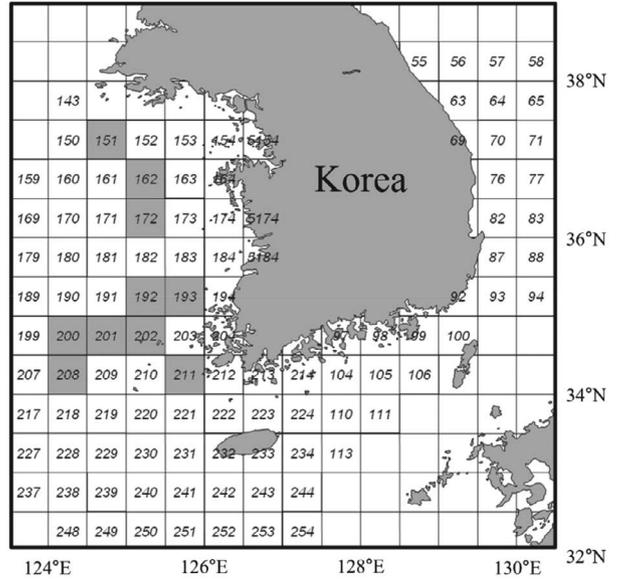


Fig. 1. Location of sampling areas in the coastal waters of the Yellow Sea of Korea (■).

여기에서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 관찰된 꼼치의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 꼼치의 총 개체수, N_i 와 W_i 는 해당 먹이생물의 개체수와 습중량, N_{total} 과 W_{total} 은 전체 먹이생물의 개체수와 습중량이다. 이후, 먹이생물의 상대중요도지수(Index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용해 나타내었다.

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

이후, 상대중요도지수를 백분율로 환산하여 상대중요도지수비(%IRI)를 구하였다.

$$\%IRI = \frac{IRI}{\sum IRI} \times 100$$

꼼치의 먹이중요도(Dominant or rare), 섭식 폭(Niche width), 섭식전략(Specialist or generalist)은 Amundsen *et al.* (1996)의 도해적방법(Graphical method)을 통해 나타내었다. 도해적방법은 출현빈도(%F)에 대하여 특정먹이생물우점도(Prey-specific abundance)를 나타내었고, 특정먹이생물우점도는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_{ii}) \times 100$$

여기서, P_i 는 먹이생물 i 의 특정먹이생물우점도, S_i 는 위내용물 중에서 먹이생물 i 의 중량, S_{ii} 는 먹이생물 i 를 섭식한 꼼치의 위내용물 중에서 전체 먹이생물의 중량이다.

꼼치의 생태적 지위를 나타내는 영양단계(Trophic level)는 다음의 식으로 구성된 TrophLab(Pauly *et al.*, 2000)을 이용하

Table 1. Composition of the stomach contents of *Liparis tanakae* by frequency of occurrence (%F), number (%N), weight (%W) and index of relative importance (%IRI) in the Yellow Sea of Korea

Prey organism	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Amphipoda	5.3	1.3	+	7.1	0.1
Gammaridae	3.0	1.0	+		
<i>Parathemisto</i> sp.	2.3	0.3	+		
Bathynellacea	0.8	0.1	+	0.1	+
Brachyura	18.9	3.6	10.1	258.9	2.2
<i>Cancer gibbosulus</i>	9.8	1.6	6.5		
<i>Carcinoplax longimana</i>	2.3	0.3	0.8		
<i>Charybdis bimaculata</i>	3.8	0.5	2.0		
Unidentified Brachyura	3.8	1.1	0.8		
Caridea	81.8	84.3	44.6	10,550.7	90.4
<i>Aegaeon lacazei</i>	0.8	0.1	0.1		
<i>Alpheus digitalis</i>	3.0	0.4	1.4		
<i>Crangon hakodatei</i>	55.3	46.3	31.3		
<i>Eualus spathulirostris</i>	34.8	31.9	7.4		
<i>Leptocheila sydniensis</i>	1.5	1.2	0.2		
Unidentified Caridea	15.9	4.4	4.1		
Euphausiacea	2.3	0.4	+	1.0	+
<i>Euphausia</i> spp.	2.3	0.4	+		
Penaeidea	14.4	6.6	14.9	309.1	2.6
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	14.4	6.6	14.9		
Stomatopoda	2.3	0.3	1.7	4.6	+
Cephalopoda	3.8	0.5	0.4	3.5	+
<i>Sepiola birostrata</i>	3.0	0.4	0.4		
Unidentified Cephalopoda	0.8	0.1	+		
Pisces	17.4	2.8	28.2	541.5	4.6
<i>Collichthys niveatus</i>	0.8	0.2	0.2		
Ophichthidae	0.8	0.1	0.1		
<i>Pholis fangi</i>	1.5	0.6	1.5		
<i>Scomber japonicus</i>	1.5	0.2	16.2		
Unidentified Pisces	12.9	1.7	10.2		
Total		100.0	100.0	11,676.5	100.0

+: less than 0.1%

여 나타내었다.

$$TROPH_i = 1 + \sum_{j=1}^G CD_{ij} TROPH_j$$

여기서, $TROPH_i$ 는 i 생물의 영양단계, CD_{ij} 는 i 의 위에서 출현한 j 의 비율, G 는 먹이생물의 총 개체수, $TROPH_j$ 는 먹이생물 j 의 영양단계이다.

크기군별 먹이생물 조성을 알아보기 위해 4개의 크기군 (< 20 cm, 20~30 cm, 30~40 cm, ≥ 40 cm)으로 구분하여 분석하였으며, 크기군별 먹이섭식 특성을 파악하기 위해 크기군별 개체당 먹이생물의 평균 개체수 (Mean number preys per stomach, mN/ST)와 개체당 먹이생물의 평균 중량 (Mean

weight preys per stomach, mW/ST)을 구하여 일원배치분산 분석 (One-way ANOVA)을 이용하여 유의성을 검정하였다 (Microsoft excel 365). 또한, 계절별 먹이생물 조성을 알아보기 위해 계절군을 여름과 가을로 구분하여 분석했다.

결 과

1. 전장분포

이번 연구에 사용된 꼼치는 총 138개체였으며, 전장은 3.8~52.2 cm의 범위를 보였다. 계절별 전장 분포를 살펴본 결과, 봄에는 3.8~6.5 cm을 나타냈으며, 여름에는 12.2~40.3 cm

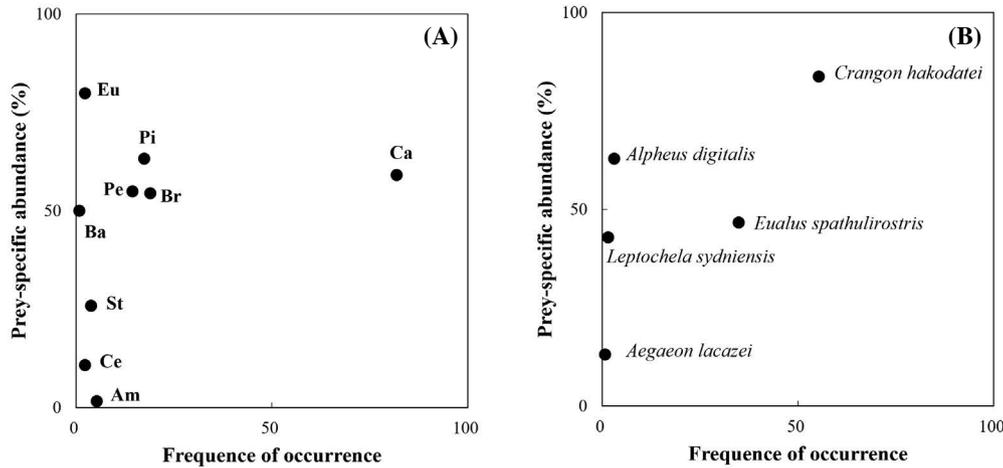


Fig. 2. Graphical representation of feeding pattern of *Liparis tanakae* for [(A): total prey items, (B): Dominant prey items] collected in the Yellow Sea of Korea (Am, Amphipoda; Ba, Bathynellacea; Br, Brachyura; Ca, Caridea; Eu, Euphausiacea; Ce, Cephalopoda; Pe, Penaeidea; Pi, Pisces; St, Stomatopoda).

로 나타났고, 가을에는 20.4~52.2 cm로 나타났다. 계절별 평균 전장은 봄에 4.9 cm로 가장 작게 나타났고, 가을에 35.2 cm로 가장 크게 나타났다.

2. 위내용물 조성 및 영양단계

이번 연구에서 채집된 꼼치 138개체 중 먹이생물이 전혀 발견되지 않은 개체는 6개체로 4.3%의 공복률을 보였다. 먹이생물이 발견된 132개체의 위내용물을 분석한 결과(Table 1), 꼼치의 주 먹이생물은 81.8%의 출현빈도, 84.3%의 개체수비, 44.6%의 중량비를 차지하여 90.4%의 상대중요도지수비를 나타낸 생이하목 새우류(Caridea shrimp)였다. 생이하목 새우류 중에서는 마루자주새우(*Crangon hakodatei*)와 분홍갯가꼬마새우(*Eualus spathulirostris*) 등을 섭식하였다. 그 외 어류(Pisces), 보리새우하목 새우류(Penaeidea shrimp), 게류(Brachyura) 등이 출현하였으나 각각 4.6% 이하의 상대중요도지수비를 보여 그 양은 매우 적었다. 또한, 꼼치의 생태적 지위를 알아보기 위한 영양단계를 살펴본 결과, 꼼치의 영양단계는 3.63으로 나타났다.

3. 섭식전략

꼼치의 섭식전략을 분석한 결과(Fig. 2), 생이하목 새우류가 81.8%의 출현빈도와 59.1%의 특정먹이생물우점도를 차지하여 그래프 오른쪽 상부에 위치해 우점 먹이생물로 나타났다. 따라서, 우점 먹이생물인 생이하목 새우류만을 대상으로 도해적방법을 사용한 결과, 마루자주새우는 55.3%의 출현빈도와 83.8%의 특정먹이생물우점도를 보여 우점한 먹이생물로 나타났다. 따라서 꼼치는 생이하목 새우류 중 마루자주새우를 주

로 섭식하는 섭식특화종(Specialist feeder)으로 나타났다.

4. 크기군별 먹이생물 조성 변화

꼼치의 크기군별 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과(Fig. 3), 모든 크기군에서 생이하목 새우류가 67.0~96.2%의 상대중요도지수비를 차지해 가장 중요한 먹이생물이었으며, 20~30 cm 크기군에서 가장 높은 비율을 차지했고, ≥40 cm 크기군에서 가장 적은 비율을 차지했다. 어류는 20~30 cm, 30~40 cm, ≥40 cm의 크기군에서 각각 0.7%, 2.4%, 24.6%의 상대중요도지수비를 나타내어 성장함에 따라 어류의 섭식 비율이 증가하는 경향이 관찰되었다. 또한, 꼼치의 우점 먹이생물인 생이하목 새우류만을 대상으로(미확인 생이하목 새우류 제외) 크기군별 먹이생물 조성의 차이를 분석한 결과, <20 cm 크기군에서는 마루자주새우만을 섭식했으며, 20~30 cm의 크기군에서 마루자주새우가 79.2%로 감소한 반면, 분홍갯가꼬마새우는 20.5%의 비율을 차지했다. 이후 크기군에서는 마루자주새우의 섭식비율은 점차 감소하고, 분홍갯가꼬마새우의 비율은 증가해 ≥40 cm 크기군에서 마루자주새우의 비율은 67.4%, 분홍갯가꼬마새우의 비율은 32.6%를 차지했다.

성장함에 따라 먹이생물의 섭식에 있어 개체당 평균 먹이생물 개체수와 중량에 유의한 변화가 있는지 크기군별로 알아본 결과(Fig. 4), 꼼치의 개체당 평균 먹이생물 개체수는 <20 cm 크기군에서 2.0개체, 20~30 cm 크기군에서 4.1개체, 30~40 cm 크기군에서 5.1개체, ≥40 cm 크기군에서 3.9개체로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($F_{2,5826} = 2.6437, P > 0.05$). 개체당 평균 먹이생물 중량은 <20 cm 크기군에서 0.6 g, 20~30 cm 크기군에서 2.2 g, 30~40 cm 크기군에서 3.3 g, ≥40 cm 크기군에서 8.2 g으로 나타났

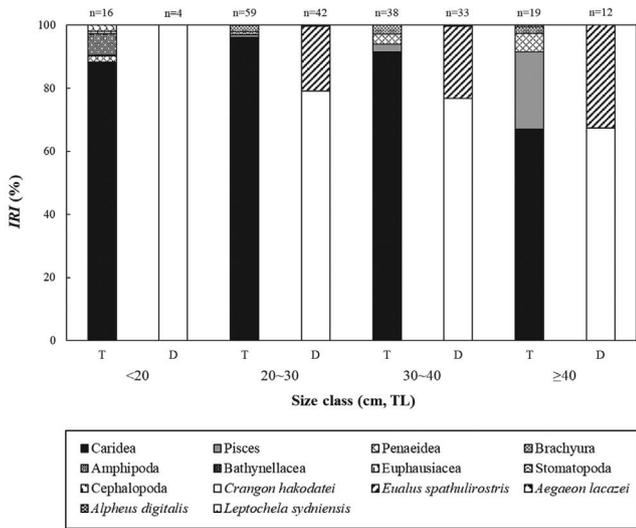


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of stomach contents of *Liparis tanakae* in the Yellow Sea of Korea based on by index of relative importance (%IRI) among size classes. T: Total prey items. D: Dominant prey items (Caridae).

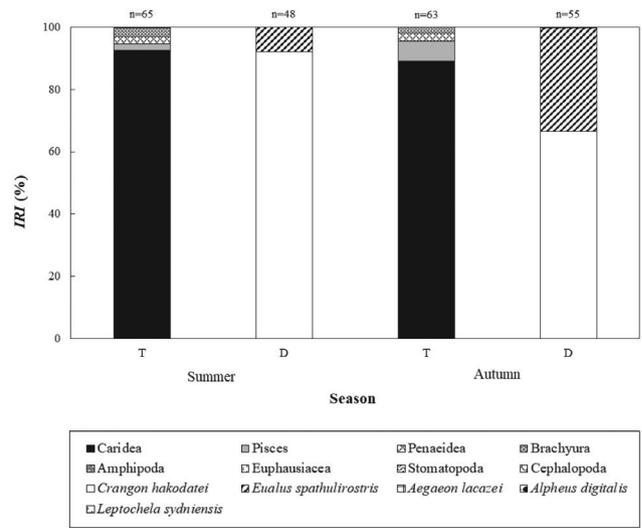


Fig. 5. Seasonal changes in composition of stomach contents of *Liparis tanakae* in the Yellow Sea of Korea based on by index of relative importance (%IRI) among size classes. T: Total prey items. D: Dominant prey items (Caridae).

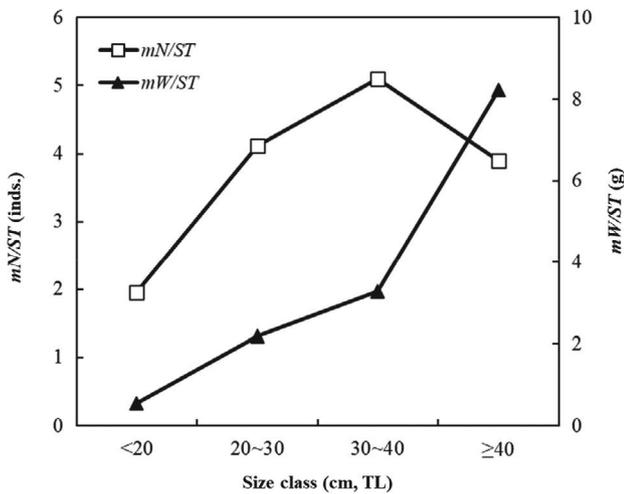


Fig. 4. Variation of mean number of preys per stomach (mN/ST , inds./stomach) and mean weight of preys per stomach (mW/ST , g/stomach) of *Liparis tanakae* in the Yellow Sea of Korea among size classes.

으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다 ($F_{9,3029} = 2.6437$, $P < 0.05$). 따라서 성장함에 따라 꼼치의 개체당 평균 먹이생물 개체수는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 개체당 평균 먹이생물 중량은 증가하였다.

5. 계절별 먹이생물 조성 변화

꼼치의 계절별 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과 (Fig. 5), 여름과 가을에는 모두 생이하목 새우류가 각각 92.5%와 89.1%를 차지하여 가장 우점한 먹이생물이었다. 꼼치의 우점

먹이생물인 생이하목 새우류만을 대상으로 (미확인 생이하목 새우류 제외) 계절별 위내용물을 분석한 결과, 여름에는 마루자주새우가 92.2%의 상대중요도지수비를 차지하여 가장 우점한 먹이생물이었으며, 그 다음으로는 분홍갯가꼬마새우가 7.7%를 차지했다. 가을에는 마루자주새우가 66.5%로 감소한 반면, 분홍갯가꼬마새우는 33.2%로 증가했다.

고 찰

꼼치의 가장 중요한 먹이생물은 상대중요도지수비 90.4%를 나타낸 생이하목 새우류로 나타났다. 선행 연구에서도 새우류가 가장 우점한 먹이생물이었으며, 해역에 따라 유사한 종을 섭식했다. 부산 주변 해역과 황해 중남부 해역에서는 자주새우 (*Crangon crangon*), 일본 후쿠시마 연안에서는 자주새우류 (*Crangon* spp.), 이번 연구에서는 마루자주새우를 주로 섭식했다 (Huh, 1997; Zhang *et al.*, 2011; Tomiyama *et al.*, 2013). 이번 연구에서 꼼치가 주로 섭식한 마루자주새우는 우리나라 전 해역의 수심 10~250 m (주로 10~60 m)에 서식하며, 인천 및 충청남도 해역에서 우점하여 출현하는 새우류로 알려져 있다 (Song *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2013; Han and Li, 2015). 또한, 마루자주새우는 참홍어 (*Beringraja pulchra*), 대구 (*Gadus macrocephalus*), 홍어 (*Okamejei kenoeji*) 등의 저서어류의 먹이원으로 중요한 역할을 한다 (Jeong *et al.*, 2018; Choi *et al.*, 2019; Youn *et al.*, 2020). 따라서 꼼치는 자주새우류를 선호하며 해역에 따라 풍부하게 출현하는 먹이생물을 섭식하는 섭식

특화종으로 판단된다.

이번 연구에서 꼼치의 영양단계는 3.63으로 나타났으며, 선행연구의 꼼치 영양단계는 3.44~3.61의 범위를 나타내 유사한 결과가 관찰되었으며, 홍어(TROPH=3.79)와 유사한 영양단계로 나타났다(Huh, 1997; Zhang *et al.*, 2011; Tomiyama *et al.*, 2013; Youn *et al.*, 2020).

크기군별 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과, 꼼치는 모든 크기군에서 생이하목 새우류를 주로 섭식하며, 성장함에 따라 생이하목 새우류의 비율은 감소하고 어류의 비율은 소폭 증가했다. 우점 먹이생물인 생이하목 새우류를 대상으로 살펴보면, 모든 크기군에서 마루자주새우를 주로 섭식했으며, 성장함에 따라 마루자주새우의 비율은 감소하고, 분홍갯가꼬마새우의 비율이 증가하는 경향이 관찰되었다. 꼼치를 비롯한 꼼치과의 선행 연구에서도 모든 크기군에서 새우류를 주로 섭식했으며, 성장함에 따라 어류의 섭식비율은 증가하는 결과가 관찰되었다(Huh, 1997; Napazakov and Chuchukalo, 2005; Tomiyama *et al.*, 2013). 또한, 크기군별 먹이섭식 특성을 살펴본 결과, 성장함에 따라 먹이생물의 개체수는 유의한 차이를 보이지 않았으나 개체당 평균 먹이생물 중량은 증가하는 경향을 보였다. 이는 꼼치가 에너지 효율을 먹이생물 개체수 보다는 중량을 늘려 에너지 효율을 극대화하는 것으로 판단된다.

계절에 따른 꼼치의 위내용물 조성을 분석한 결과, 여름과 가을에 모두 생이하목 새우류를 섭식했으며, 생이하목 새우류 중에서 여름에는 마루자주새우를 주로 섭식했으나, 가을에는 마루자주새우의 비율은 감소하고, 분홍갯가꼬마새우의 비율은 증가하는 경향이 관찰되었다. 꼼치는 약 1년의 수명을 가지고 있으며, 봄에는 얇은 연안에 분포하다가 여름에 크기가 큰 개체들이 깊은 곳으로 이동하기 시작하고, 가을에 수심이 깊은 곳에 서식하다가 겨울이 되면서 산란을 위해 얇은 수심으로 이동하는 것으로 알려져 있다(Zhou *et al.*, 2012). 선행 연구에 따르면, 마루자주새우는 겨울에 높은 출현량을 보인 이후, 점차 출현율이 감소해 가을에는 출현하지 않은 것으로 보고되었다(Jeong *et al.*, 2014). 따라서, 이번 연구에서 꼼치의 가장 큰 크기군은 모두 가을에 출현해 해당 해역에서 출현량이 감소한 마루자주새우 대신 가을철 꼼치가 서식하는 수심에 풍부하게 출현하는 분홍갯가꼬마새우를 섭식한 것으로 판단된다(Kim, 2012).

요 약

이번 연구에 사용된 꼼치는 2022년 4, 8, 10, 11월에 우리나라 서해에서 저인망으로 채집하였으며, 채집된 꼼치의 전장범위는 3.8~52.2 cm였다. 꼼치의 가장 중요한 먹이생물은 생이

하목 새우류였으며, 그중 마루자주새우, 분홍갯가꼬마새우를 주로 섭식했으며, 영양단계는 3.63으로 나타났다. 또한, 꼼치는 생이하목 새우류 중 마루자주새우를 주로 섭식하는 섭식특화종이었다. 크기군별 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과, 모든 크기군에서 생이하목 새우류가 가장 우점했으며, 성장함에 따라 마루자주새우의 비율은 감소하는 반면, 분홍갯가꼬마새우의 비율은 증가하는 경향이 관찰되었다. 개체당 평균먹이생물의 개체수는 유의한 차이를 보이지 않은 반면, 중량은 크기군이 증가함에 따라 유의하게 증가하는 경향이 관찰되었다. 계절별 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과, 여름과 가을에 생이하목 새우류를 주로 섭식했으며, 생이하목 새우류 중에서 여름에는 마루자주새우, 가을에는 마루자주새우와 분홍갯가꼬마새우를 주로 섭식했다.

사 사

이 논문은 2023년도 국립수산물과학원 수산과학연구소사업(R2023001)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

REFERENCES

Amundsen P.A., H.M. Gable and F.J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48: 607-614. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x>.

Choi, D.H., M.H. Sohn, M.J. Kim and S.J. Lee. 2019. Feeding Habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) 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, J.M. Park, G.W. Baeck and Y.S. Suh. 2015. Feeding habits of larval *Liparis tanakae* from the Nakdong River estuary, Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 368-376. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0368>.

Choi, J.W. and W.G. Park. 2013. Variations of marine environments and zooplankton biomass in the Yellow Sea during the past four decades. *J. Fish. Mar. Sci. Educ.*, 25: 1046-1054. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2013.25.5.1046>.

Han, Q. and X. Li. 2015. Review of the ecology of *Crangon hakodatei* Rathbun, 1902 in the Yellow Sea and Bohai Gulf. *Crustaceana*, 88: 466-484. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003422>.

Huh, S.H. 1997. Feeding habits of snailfish, *Liparis tanakai*. *Korean J. Ichthyol.* 9: 71-78.

Ichikawa, H. and R. Beardsley. 2002. The current system in the Yellow and East China Seas. *J. Oceanogr.* 58, 77-92. <https://doi.org/10.1007/s12237-002-0007-1>.

- doi.org/10.1023/A:1015876701363.
- Jeong, G.S., J. Park, M.H. Sohn, H. 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, G.S., B.Y. Cha, Y.J. Lim, D.H. Kwon, H.J. Hwang and H.S. Jo. 2014. Comparison of species composition and seasonal variation of demersal organisms caught by otter trawl in the coastal waters off the Taean Peninsula, in the West Sea of Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 47: 264-273. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0264>.
- Kawasaki, T., H. Hashimoto, H. Honda, and A. Otake. 1983. Selection of life histories and its adaptive significance in a snailfish *Liparis tanakai* from Sendai Bay. Nippon Suisan Gakkaishi., 49: 367-377. <https://doi.org/10.2331/suisan.49.367>.
- Kim, S.Y., Y.J. Im, H.S. Jo, B.Y. Cha, D.H. Kwon and H.J. Hwang. 2013. Fishing characteristic of beam trawl fishery in the coastal waters of Chungnam Province, Korea. J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf., 19: 459-466. <https://doi.org/10.7837/kosomes.2013.19.5.459>.
- Kim, J.N. 2012. Invertebrate fauna of Korea: Shrimps II. Ministry of Environment, Incheon, 21 (21): 101pp.
- Kwak, S.N. and S.H. Huh. 2003. Feeding habits of juvenile *Liparis tanakai* in the eelgrass, *Zostera marina* bed in Kwangyang Bay. Korean J. Korean Fish. Soc., 36: 372-377. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.4.372>.
- Lim, D.I., K.C. Rho, P.G. Jang, S.M. Kang, H.S. Jung, R.H. Jung and W.C. Lee. 2007. Temporal-spatial variations of water quality in Gyeonggi Bay, west coast of Korea, and their controlling factor. Ocean Polar Res., 29: 135-153.
- Napazakov, V. and V. Chuchukalo. 2005. Feeding of liparids (Liparidae) in the western Bering Sea. J. Ichthyol., 45: 375-379.
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2022. National list of species of Korea. Retrieved from <http://kbr.go.kr>.
- Pauly, D., R. Froese, P. Saa, M.L. Palomares, V. Christensen and J. Rius. 2000. TrophLab manual. ICLARM, Manila, Philippines.
- 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.
- Song, M.Y., M.H. Sohn, Y.J. Im, J.B. Kim, H. Kim, I. Yeon and H.J. Hwang. 2008. Seasonal variation in the species composition of bag-net catch from coastal waters of Incheon, Korea. Korean J. Fish. Aquat. Sci., 41: 272-281.
- Song, S.H., H.W. Lee, B.S. Jeon, H.J. Kim, J.M. Jeong and T. Oh. 2021. A study on change of reproductive biology and fishing business of snailfish, *Liparis tanakae* in Korea. J. Korean Soc. Fish. Ocean Technol., 57: 078-091. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.1.078>.
- Tomiyama, T., M. Yamada and T. Yoshida. 2013. Seasonal migration of the snailfish *Liparis tanakae* and their habitat overlap with 0-year-old Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 93: 1981-1987. <https://doi.org/10.1017/S0025315413000544>.
- Youn, B.I., D.H. Choi, S.J. Lee, S.H. Lee, H.K. Ho 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.32.3.4>.
- Zhang, B., X. Jin and F. Dai. 2011. Feeding habits and their variation of seasnail (*Liparis tanakae*) in the central and southern Yellow Sea. J. Fish. China., 35: 1199-1207. <https://doi.org/10.3724/SPJ.1231.2011.17505>.
- Zhou, Z., X. Jin, X. Shan, Z. Li and F. Dai. 2012. Seasonal variations in distribution and biological characteristics of snailfish *Liparis tanakae* in the central and southern Yellow Sea. Acta Ecol. Sin., 32: 5550-5561. <https://doi.org/10.5846/stxb.201108061152>.