

한국 남해에서 출현하는 민달고기 (*Zenopsis nebulosa*)의 위내용물 조성

조재익 · 강다연 · 김현지¹ · 이승종¹ · 백근욱*

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

Diet Composition of the Mirror Dory, *Zenopsis nebulosa* in the South Sea, Korea by Jae-Ik Cho, Da Yeon Kang, Hyeon Ji Kim¹, Seung-Jong Lee¹ and Gun Wook Baeck* (Department of Marine Biology & Aquaculture/Department of Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, 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 *Zenopsis nebulosa* were collected by bottom trawl net from 20 areas in the South Sea of Korea during 2021 (February, May, August, November). The range of total length was 10.1~50.2 cm and empty stomach rate was 45.8%. The most important prey of *Z. nebulosa* was Pisces, with *Trichiurus japonicus*, *Trachurus japonicus* and *Benthoosema pterotum*. And the second important prey was Euphausiacea. *Z. nebulosa* showed dietary shift by size class. In the <20.0 cm size class, *Trachurus japonicus* was dominant prey item. In the 20.0~25.0 cm size class, *Trichiurus japonicus* was dominant prey item. In the ≥25.0 cm size class, *B. pterotum* was dominant prey item. Analysis of the mean weight of preys per stomach (mW/ST) increased with individual size.

Key words: South Sea, diet composition, mirror dory, *Zenopsis nebulosa*

서 론

달고기목(Zeiformes) 달고기과(Zeidae)에 속하는 민달고기 (*Zenopsis nebulosa*)는 우리나라 전 연안, 일본 중부 이남, 동중국해, 오스트레일리아까지 널리 분포하며, 수심 50~600 m의 저층에 서식하는 어류이다(Kim *et al.*, 2005; Rowling *et al.*, 2010). 민달고기는 최대 전장 70.0 cm, 체중 3.0 kg까지 성장하며, 4~5세가 되면 성숙하여 수심 300~600 m 이내에 산란하는 것으로 알려져 있다(Rowling *et al.*, 2010). 또한 따뜻한 수온을 선호하는 난류성 어종이며, 어류를 주 먹이생물로 하는 어식성 어종으로, 우리나라 저서생태계에서 상위 포식자의 위치에 있다(Kim *et al.*, 2013).

우리나라 남해의 해수면 온도는 지속적으로 상승하고 있으며, 이와 같은 해양 환경의 변동으로 인하여 민달고기를 비롯한 멸치(*Engraulis japonicus*), 살오징어(*Todarodes pacificus*) 등 난류성 어종의 출현이 점차 증가하는 것으로 보고되었다(Seong *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2013; Kim, 2022). 민달고기에 대한 국내 연구는 형태와 골격(Kang, 2005), 수직분포와 식성(Kim *et al.*, 2013)이 이루어졌으나, 근연종인 달고기(*Zeus faber*)의 연구에 비하여 민달고기의 생태에 대한 정보는 부족한 실정이다. 어류의 섭식생태에 관한 연구는 어류의 생물·생태학적인 역할을 이해하는 데 중요할 뿐만 아니라, 그 종이 속한 생태계의 먹이망 구조를 이해하는 데 있어서 중요한 연구이다(Choi *et al.*, 2021; Kim *et al.*, 2022). 특히 소형어류와 갑각류, 두족류 등을 주로 섭식한다고 알려진 민달고기는 여러 상업성 어종들과 피·포식 관계 및 먹이경쟁 관계에 놓여있기 때문에 민달고기의 위내용물 조성에 관한 연구는 수산 자원 관리를 위한 먹이망 연구에 중요할 것으로 판단된다(Kim *et al.*, 2013).

저자 직위: 조재익(대학원생), 강다연(대학원생), 김현지(해양수산연구소), 이승종(해양수산연구소), 백근욱(교수)

*Corresponding author: Gun Wook Baeck Tel: 82-5-772-9156,
E-mail: gwbaeck@gnu.ac.kr

이번 연구의 목적은 민달고기의 위내용물 분석을 통해 1) 크기군별 위내용물 조성의 변화를 분석하여 민달고기의 생태학적인 정보를 축적하고, 2) 우리나라 해양 저서생태계의 먹이망 구조를 이해하기 위한 기초자료를 제공하여 수산자원 관리에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

이번 연구에 사용된 민달고기는 국립수산물과학원 수산과학조사선 탐구 20, 22, 23호의 저층 트롤어구를 이용하여 2021년 2월, 5월, 8월, 11월에 제주 근해를 포함한 남해 근해 20개 해구(92, 99, 105, 106, 110, 111, 113, 213, 214, 222, 223, 224, 232, 233, 234, 242, 243, 244, 252, 253)에서 채집되었다(Fig. 1). 채집된 개체는 선상에서 전장을 0.1 cm, 체중을 0.001 kg 단위까지 측정하였으며, 측정된 개체는 위를 적출하여 10% formalin solution에 고정하였다.

위내용물은 해부현미경 아래에서 가능한 종(Species) 수준까지 동정하였다. 동정된 먹이생물은 개체수를 계수하고, 습중량을 0.001 g 단위까지 측정하였다. 먹이생물을 섭식한 개체에 대해 다음의 식을 이용하여 각 먹이생물에 대한 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)를 나타내었다.

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

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

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

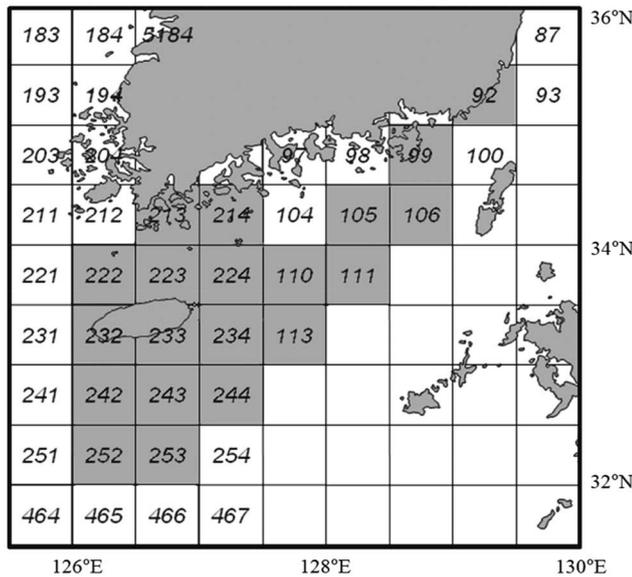


Fig. 1. A map showing the sampling area where *Zenopsis nebulosa* were caught in the South Sea of Korea (■).

여기서, A_i 는 위내용물에서 해당 먹이생물이 발견된 민달고기의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 민달고기의 총 개체수, N_i 와 W_i 는 해당 먹이생물 개체수와 습중량, N_{total} 과 W_{total} 은 전체 먹이생물 개체수와 습중량이다.

먹이생물의 상대중요도지수(Index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.*(1971)의 식을 이용하여 구하였다.

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

이후 백분율로 환산하여 상대중요도지수비(%IRI)로 나타내었다.

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

크기군별 먹이생물 변화를 알아보기 위해 크기군을 세분화하여 나눈 뒤 먹이생물 조성을 파악하였고, 이후 먹이전환이 관찰된 시점에 따라 3개의 크기군(<20.0 cm, 20.0~25.0 cm, ≥25.0 cm)으로 나누어 분석하였다. 또한, 크기군별 개체당 평균 먹이생물 개체수(Mean number of preys per stomach, mN/ST)와 개체당 평균 먹이생물 습중량(Mean weight of preys per stomach, mW/ST)을 구하였으며, 일원배치분산분석(One-way ANOVA, Microsoft excel 365)을 이용하여 유의성을 검정하였다.

결 과

1. 전장분포

이번 연구에 사용된 민달고기의 총 개체수는 356개체로, 전장(Total length, TL)은 10.1~50.2 cm의 범위를 보였으며, 20.0~25.0 cm의 크기군이 전체 개체수의 30.9%를 차지하여 가장 우점하였다(Fig. 2).

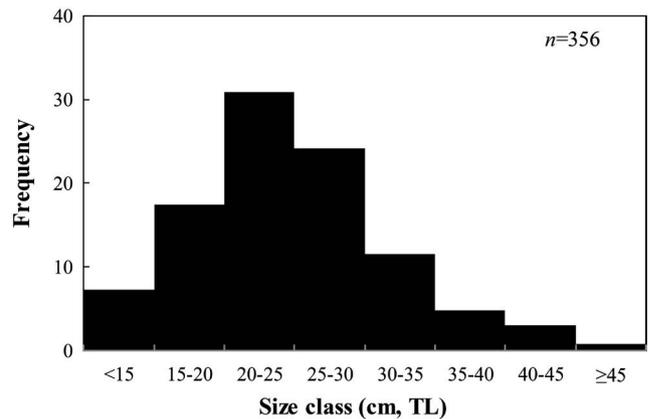


Fig. 2. Total length frequency of *Zenopsis nebulosa* collected in the South Sea of Korea.

2. 위내용물 조성

이번 연구에 사용된 민달고기 356개체 중 공복인 개체는 163개체로, 45.8%의 공복률을 나타내었다. 먹이를 섭취한 민달고기 193개체의 위내용물을 분석한 결과 (Table 1), 민달고기의 주 먹이생물은 74.6%의 출현빈도, 8.6%의 개체수비, 84.7%의 습중량비를 나타내어 76.9%의 상대중요도지수비를 보인 어류 (Pisces)였고, 어류 중에서는 갈치 (*Trichiurus japonicus*), 전갱이 (*Trachurus japonicus*), 깃비늘치 (*Benthoosema pterotum*)

등을 섭취하였다. 어류 다음으로 중요한 먹이생물은 20.2%의 출현빈도, 90.4%의 개체수비, 11.8%의 습중량비를 나타내어 22.8%의 상대중요도지수비를 보인 난바다곤쟁이류 (Euphausiacea)였다. 또한 6.2%의 출현빈도, 0.6%의 개체수비, 3.4%의 습중량비를 나타내어 0.3%의 상대중요도지수비를 보인 두족류 (Cephalopoda)를 섭취하였으며, 두족류 중에서는 살오징어, 매오징어 (*Watasenia scintillans*) 등을 섭취하였다. 그 외에 단각류 (Amphipoda), 새우류 (Macrura), 요각류 (Copepoda) 등을 섭취하였으나 각각 0.1% 미만의 상대중요도지수비를 보여 그

Table 1. Composition of the stomach contents of *Zenopsis nebulosa* by percentage frequency of occurrence (%F), number (%N), wet weight (%W) and index of relative importance (%IRI)

Prey organism	%F	%N	%W	IRI	%IRI
Amphipoda	1.6	0.2	+	0.4	+
<i>Oxycephalus</i> sp.	1.0	0.1	+	0.1	
<i>Parathemisto</i> sp.	1.0	0.2	+	0.2	
Copepoda	0.5	+	+	+	+
Euphausiacea	20.2	90.4	11.8	2,066.7	22.8
<i>Euphausia</i> spp.	20.2	90.4	11.8	2,066.7	
Macrura	0.5	+	+	+	+
Cephalopoda	6.2	0.6	3.4	25.4	0.3
<i>Loligo bleekeri</i>	0.5	+	0.6	0.3	
<i>Loligo</i> sp.	0.5	+	+	+	
<i>Sepiola birostrata</i>	0.5	+	0.1	0.1	
<i>Todarodes pacificus</i>	1.6	0.2	2.2	3.8	
<i>Watasenia scintillans</i>	0.5	+	0.1	0.1	
Unidentified Cephalopoda	2.6	0.3	0.5	2.0	
Pisces	74.6	8.6	84.7	6,958.6	76.9
<i>Acropoma japonicum</i>	2.6	0.2	0.4	1.6	
<i>Apogon semilineatus</i>	0.5	+	0.3	0.1	
<i>Apogon lineatus</i>	0.5	+	0.2	0.1	
<i>Argentina kagoshimae</i>	3.1	0.3	+	1.0	
<i>Benthoosema pterotum</i>	7.8	2.6	1.0	28.3	
<i>Engraulis japonicus</i>	1.0	0.2	2.3	2.6	
<i>Glossanodon semifasciatus</i>	0.5	0.1	0.3	0.2	
<i>Glossanodon</i> sp.	0.5	+	+	+	
<i>Larimichthys polyactis</i>	1.0	0.1	2.9	3.1	
<i>Maurolicus muelleri</i>	2.1	0.7	1.3	4.2	
<i>Psenopsis anomala</i>	1.0	0.1	+	0.1	
Sciaenidae	1.6	0.1	7.1	11.2	
<i>Scomber japonicus</i>	0.5	+	2.1	1.1	
<i>Trachurus japonicus</i>	9.3	0.7	4.2	45.5	
<i>Trichiurus japonicus</i>	5.7	0.3	11.4	66.9	
<i>Trachurus</i> sp.	0.5	+	3.2	1.7	
Unidentified Pisces	43.5	3.2	47.7	2,215.2	
Hooks	0.5	+	0.1	+	+
Total		100.0	100.0	9,051.1	100.0

+ : less than 0.1%

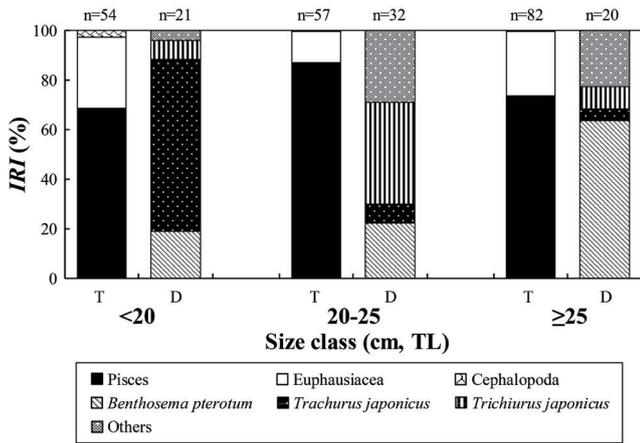


Fig. 3. Ontogenetic changes in diet composition of *Zenopsis nebulosa* collected in the South Sea of Korea based on the %IRI. T: Total prey item, D: Dominant prey item (fishes)

양은 많지 않았다.

3. 크기군별 먹이생물 조성 변화

크기군별 먹이생물 조성 변화를 분석한 결과(Fig. 3), 어류는 모든 크기군에서 우점한 먹이생물이었다. 어류의 상대중요도지수비는 <20.0 cm 크기군에서 68.8%를 차지하였으며, 20.0~25.0 cm 크기군에서 87.1%로 증가하였고, ≥25.0 cm 크기군에서 73.7%를 차지하였다. 난바다곤쟁이류는 두 번째로 우점한 먹이생물이었다. 난바다곤쟁이류의 상대중요도지수비는 <20.0 cm 크기군에서 28.5%를 차지하여 가장 높았으며, 20.0~25.0 cm 크기군에서 12.7%로 감소하였고, ≥25.0 cm 크기군에서는 26.2%를 차지하였다. 가장 우점한 먹이생물인 어류에 대하여 크기군별 먹이생물 조성을 분석한 결과(Fig. 3), 모든 크기군이 공통적으로 섭식한 먹이생물은 갈치, 전갱이, 갯비늘치였다. 갈치의 상대중요도지수비는 <20.0 cm 크기군에서 7.8%였으며, 20.0~25.0 cm 크기군에서 41.1%로 증가하였고, ≥25.0 cm 크기군에서 9.0%로 감소하였다. 전갱이의 상대중요도지수비는 <20.0 cm 크기군에서 69.5%로 높은 값을 나타내었으며, 20.0~25.0 cm 크기군에서 7.7%로 감소하였고, ≥25.0 cm 크기군에서 4.9%를 나타내어 큰 크기군으로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 갯비늘치의 상대중요도지수비는 <20.0 cm 크기군에서 18.8%였고, 20.0~25.0 cm 크기군에서 22.3%로 증가하였으며, ≥25.0 cm 크기군에서 63.5%를 나타내어 큰 크기군으로 갈수록 증가하는 경향을 보였다.

4. 크기군별 개체당 평균 먹이생물 개체수와 습중량

크기군별 개체당 평균 먹이생물 개체수와 습중량 변화를 분석한 결과(Fig. 4), 크기가 증가함에 따라 개체당 평균 먹이생물

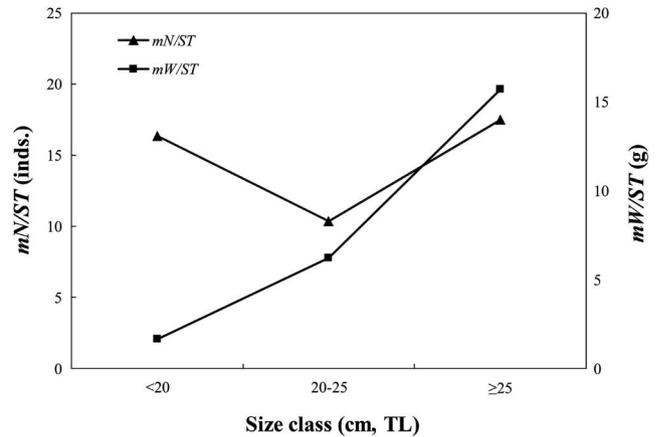


Fig. 4. Variation of mean number of prey per stomach (mN/ST) and mean wet weight of prey per stomach (mW/ST) of *Zenopsis nebulosa* among size classes (<20.0 cm, 20.0~25.0 cm, ≥25.0 cm) collected in the South Sea of Korea.

개체수는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나(One-way ANOVA, $P > 0.05$), 개체당 평균 먹이생물 습중량은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(One-way ANOVA, $P < 0.05$). 개체당 평균 먹이생물 습중량은 <20.0 cm 크기군에서 1.7 g이었으며, 20.0~25.0 cm 크기군에서는 6.2 g으로 증가하였고, ≥25.0 cm 크기군에서는 15.7 g으로 증가하여 크기가 증가함에 따라 개체당 평균 먹이생물 습중량은 증가하는 경향을 나타내었다.

고 찰

이번 연구에서 채집된 민달고기의 전장은 10.1~50.2 cm로 나타났다며, Rowling *et al.* (2010)의 연구 결과로 미루어 볼 때, 이번 연구에서 채집된 민달고기의 연령은 약 1세에서 10세 사이인 것으로 판단된다.

이번 연구에서 민달고기의 공복률은 45.8%의 높은 값을 나타냈다. Kim *et al.* (2013)의 선행 연구에서도 71.0%로 높은 공복률을 보였는데, 이러한 이유는 일반적으로 어식성 어류의 경우 먹이 소화시간이 짧아 소화가 이루어졌거나, 채집이 이루어진 기간에 일시적으로 먹이가 부족하였을 가능성 또한 있을 것으로 생각된다(Kim *et al.*, 2022).

민달고기의 먹이생물을 분석한 결과, 주 먹이생물은 어류로 나타났으며, 어류 중에서도 갈치 유어가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 난류성 어종인 갈치는 수심 약 60~280 m 사이에 분포하며, 유어는 요각류와 같은 동물플랑크톤을 주로 섭식하고, 상위 포식자의 먹이원으로서 먹이사슬을 연결하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Huh, 1999; Kao *et al.*, 2015; Seong *et al.*, 2022). 또한 갈치 유어는 남해에서 수행된 달고기, 민달고기, 황아귀(*Lophius litulon*) 등 다양한 저어류의 연구에서 먹이

생물로 보고된 바 있어 저서생태계의 먹이생물로서 중요한 위치를 차지하는 어류인 것으로 판단된다(Cha *et al.*, 1997; An *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2020). 주 먹이생물인 어류 중에서 두 번째로 중요한 먹이생물은 전갱이로 나타났다. 전갱이는 동물플랑크톤 및 소형어류와 최상위 포식자 사이를 연결시켜주는 중간 영양단계에 위치하며, 우리나라 연근해에 풍부하게 서식한다(Kim *et al.*, 2021). 또한 무리지어 서식하는 특성을 지니고 있기 때문에 포식자가 적은 노력으로도 많이 섭식할 수 있어 다양한 어식성 어류의 먹이원으로서 중요한 역할을 한다(Yoon *et al.*, 2015; Jeong *et al.*, 2016; Kim *et al.*, 2021). 따라서 민달고기도 서식지 내에 풍부하게 출현하며, 에너지 효율이 높은 전갱이를 다량 섭식한 것으로 판단된다. 어류 다음으로 중요한 먹이생물은 난바다곤쟁이류로 나타났다. 난바다곤쟁이류는 유기 쇄설물이나 식물플랑크톤 또는 소형 동물플랑크톤을 섭식하고, 멸치나 정어리(*Sardinops sagax*)와 같은 소형 어류의 먹이원으로 이용됨으로써 해양생태계의 에너지 이동에 중요한 역할을 한다(Kim *et al.*, 2010; Jeong *et al.*, 2017). 또한 무리를 지어 야간에 표층으로 상승하고, 주간엔 저층으로 하강하는 주·야간 연직이동을 통해 표층과 저층의 에너지 순환에 중요한 역할을 한다(Kim *et al.*, 2018). 이번 연구에서 민달고기가 난바다곤쟁이류를 많이 섭식한 것은 주간에 난바다곤쟁이류가 민달고기의 서식 수심까지 무리를 지어 이동하였을 때 적은 노력으로도 많은 개체를 섭식할 수 있었기 때문으로 추측된다. 또한 이번 연구에서 어류뿐만 아니라 상위 포식자에 속하는 살오징어 등의 두족류를 일부 섭식한 점으로 미루어 볼 때, 민달고기는 우리나라 저서생태계 내에서도 최상위 포식자의 위치인 것으로 판단된다(Song *et al.*, 2006).

크기군별 먹이생물 조성의 변화를 분석한 결과, 모든 크기군에서 먹이전환이 뚜렷하게 나타나지 않았다. 주 먹이생물인 어류에 대하여 크기군별 먹이생물 조성의 변화를 분석한 결과, <20.0 cm 크기군에서는 전갱이가 가장 우점하였으며, 20.0~25.0 cm 크기군에는 갈치 유어가 우점하였고, ≥25.0 cm 크기군에서는 깃비늘치가 우점하였다. 이번 연구에서 크기군이 증가함에 따라 각각 전갱이, 갈치, 깃비늘치를 많이 섭식한 것은 수심에 따라 분포하는 먹이생물을 기회주의적으로 섭식했기 때문으로 추측된다. 민달고기는 수심이 깊어짐에 따라 전장이 증가하는 양상을 보이며(Kim *et al.*, 2013), 민달고기, 달고기와 같은 저어류는 특정 어종을 선택적으로 섭식하는 대신 서식지 주변에 풍부하게 서식하고 손쉽게 섭식할 수 있는 먹이생물을 섭식하는 것으로 보고되었다(Huh, 2006; Choi *et al.*, 2021). 이번 연구의 <20.0 cm 크기군과 20.0~25.0 cm 크기군에서 각각 우점하였던 전갱이와 갈치 유어는 우리나라 연안에 주로 서식하고 있으나(Kao *et al.*, 2015; Feng *et al.*, 2021), ≥25.0 cm 크기군에서 우점한 깃비늘치는 수심 300 m 이내에 서식하는 것으로 보고되었다(Jin *et*

al., 2023). 따라서 작은 크기의 민달고기는 비교적 얇은 수심에 풍부하게 분포하는 전갱이와 갈치 유어를 섭식하다가 큰 크기군으로 갈수록 깊은 수심으로 이동하여 깃비늘치를 많이 섭식한 것으로 판단된다.

근연종인 달고기를 포함한 어식성 어류는 일반적으로 성장함에 따라 먹이생물의 개체수는 감소하고 중량은 증가하는 경향을 보이는데, 이는 성장하면서 어체를 유지하는 데 필요한 에너지량이 증가하고, 입과 복강의 용적이 커짐으로써 더 크고 많은 먹이를 섭식할 수 있기 때문이다(Gerking, 1994; An *et al.*, 2012). 그러나 이번 연구에서 크기군이 증가함에 따라 민달고기의 평균 먹이생물 습중량은 증가하였으나, 평균 먹이생물 개체수는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 민달고기가 성장함에 따라 먹이생물의 개체수와 관계없이 습중량이 높은 큰 크기의 먹이생물을 섭식하여 어체를 유지하는 데 필요한 에너지를 충족한 것으로 판단된다.

민달고기와 비슷한 환경에 서식하는 달고기의 선행 연구를 살펴보면, 서식 해역에 따라 먹이생물 조성에 차이가 있으나 갈치, 셋돔(*Psenopsis anomala*), 반딧불게르치(*Acropoma japonicum*) 등 서식지 주변에 풍부하게 서식하는 부유성 어류를 주로 섭식하는 기회주의적 섭식자였다(Huh *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2011; An *et al.*, 2012). 이로 미루어 볼 때, 달고기와 비슷한 환경에 서식하고, 기회주의적 섭식자로 추측되는 민달고기는 달고기와 먹이 경쟁 관계에 있는 것으로 판단된다. 그러나 이번 연구에서 ≤10.0 cm 크기의 민달고기가 채집되지 않아 민달고기 유어의 식성은 확인할 수 없었다. 따라서 추후 연구에서는 다양한 크기의 민달고기 위내용물을 분석하여 남해안에 서식하는 민달고기의 생애 전반에 걸친 섭식생태 규명이 필요하다고 사료된다.

요 약

이번 연구에 사용된 민달고기는 2021년 2월, 5월, 8월, 11월에 제주 근해를 포함한 남해 근해 20개 해구에서 저층 트롤을 이용하여 채집되었다. 전장범위는 10.1~50.2 cm로 나타났으며, 공복률은 45.8%였다. 민달고기의 주 먹이생물은 어류였고, 어류 중에서도 갈치, 전갱이, 깃비늘치 등을 섭식하였다. 어류 다음으로 중요한 먹이생물은 난바다곤쟁이류였다. 민달고기의 크기군별 먹이생물 조성 변화를 알아본 결과, <20.0 cm 크기군에서는 전갱이가 우점한 먹이생물이었다. 또한 20.0~25.0 cm 크기군에서는 갈치가, ≥25.0 cm 크기군에서는 깃비늘치가 우점한 먹이생물이었다. 민달고기의 크기군별 개체당 평균 먹이생물 습중량(*mW/ST*)은 증가하는 경향을 보였다.

사 사

이 논문은 2023년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업 (R2023001)의 지원으로 수행된 연구입니다.

REFERENCES

- An, Y.S., J.M. Park, S.J. Ye, J.M. Jeong and G.W. Baeck. 2012. Feeding habits of john dory, *Zeus faber* in the coastal waters of Geomun-do, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 24: 20-26. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.4.357>.
- 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, J.H., B.J. Sung, D.W. Lee, J.B. Kim, T.Y. Oh and J.N. Kim. 2011. Feeding habits of yellow goose fish *Lophius litulon* and john dory *Zeus faber* in the South Sea of Korea. *Fish. Aquat. Sci.*, 14: 435-441. <https://doi.org/10.5657/FAS.2011.0435>.
- Choi, Y.J., Y.H. Kim and J.H. Lee. 2021. Diet composition of john dory *Zeus faber* in the coastal waters of the South Sea, Korea. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 526-531. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0526>.
- Feng, Y., H. Shi, G. Hou, H. Zhao and C. Dong. 2021. Relationships between environmental variables and spatial and temporal distribution of jack mackerel (*Trachurus japonicus*) in the Beibu Gulf, South China Sea. *PeerJ*, 9: e12337. <https://doi.org/10.7717/peerj.12337>.
- Gerking, S.D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego, CA, U.S.A., 416pp.
- Huh, S.H. 1999. Feeding habits of hairtail, *Trichiurus lepturus*. *Kor. J. Ichthyol.*, 11: 191-197.
- Huh, S.H., J.M. Park and G.W. Baeck. 2006. Feeding habits of john dory *Zeus faber* in the coastal waters off Gori, Korea. *Kor. J. Fish. Aquat.*, 39: 357-362. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.4.357>.
- Jeong, J.M., J.H. Choi, Y.J. Im and J.N. Kim. 2017. Feeding habits of dolphinfish *Coryphaena hippurus* in the South Sea of Korea. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 541-546. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0541>.
- Jeong, J.M., K.S. Hwang, S.H. Song, H.Y. Kim, J.H. Park and J.H. Lee. 2016. Feeding Habits of Juvenile and Young Yellow Tail *Seriola quinqueradiata* in coastal waters of the South Sea, Korea. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 635-641. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2016.0635>.
- Jin, S.Y., G.C. Seong, D.G. Kim, D.Y. Kang, H.J. Kim and G.W. Baeck. 2023. Diet composition of skinnycheek lanternfish, *Benthosema pterotum* in the coastal waters of South Sea, Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 35: 129-135. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.3.3>.
- Kang, Y.G. 2005. Morphology and osteology of the *Zeus faber* and *Zenopsis nebulosa*. Sc.D. Thesis, University of Yeosu, Yeosu, Korea.
- Kao, W., M. Tomiyasu, R. Takahashi, M. Ogawa, T. Hirose, K. Kurosaka, S. Tsuru, Y. Sanada, K. Minami and K. Miyashita. 2015. Spatial and temporal distribution of hairtail (*Trichiurus japonicus*) in the Bungo Channel, Japan. *J. Marine Acoust. Soc. Jpn.*, 42: 167-176. <https://doi.org/10.3135/JMASJ.42.167>.
- Kim, D.G., G.C. Seong, S.Y. Jin, H.Y. Soh and G.W. Baeck. 2021. Diet composition and trophic level of jack mackerel, *Trachurus japonicus* in the South Sea of Korea. *J. Korean Soc. Fish Ocean Technol.*, 57: 117-126. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2021.57.2.117>.
- Kim, D.G., H.J. Kim, S.J. Lee and G.W. Baeck. 2022. Feeding habits and trophic level of blackthroat seaperch, *Doederleinia berycoides* in the South Sea of Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 34: 172-178. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.3.3>.
- Kim, H.J., H.G. Kim and C.W. Oh. 2020. Diet composition and feeding strategy of john dory, *Zeus faber*, in the coastal waters of Korea. *J. Ecol. Environ.*, 44: 54-61. <https://doi.org/10.1186/s41610-020-00153-y>.
- Kim, H.R., J.Y. Kim, H.Y. Kim, K.H. Choi and J.W. Choi. 2013. Vertical distribution and feeding ecology of the mirror dory *Zenopsis nebulosa* in the southern Sea of Korea. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 973-976. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0973>.
- Kim, H.S., S.J. Ju and A.R. Ko. 2010. Comparisons of feeding ecology of *Euphausia pacifica* from Korean waters using lipid composition. *Ocean Polar Res.*, 32: 165-175. <https://doi.org/10.4217/OPR.2010.32.2.165>.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Lim. 2005. Illustrated book of Korean fish. Kyohak Publishing, Seoul, Korea, pp. 1-615.
- Kim, J.G. 2022. Variations in catches of fisheries according to the climate change of Korea. *KOSDI*, 18: 194-201. <https://doi.org/10.15683/KOSDI.2022.3.31.194>.
- Kim, P.K., I.W. Han, W.S. Oh, Y.M. Choi, S.H. Lee, H.B. Yoon and K.H. Lee. 2018. Biomass estimate of euphausiids *Euphausia* sp. using the two-frequency difference method. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 305-312. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0305>.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull.*, 152: 1-105.
- Rowling, K., A. Hegarty and M. Ives. 2010. Status of fisheries resources in NSW 2008/09. *Industry and Investment NSW, Cronulla*, 392pp.
- 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 japonicus* in the Yellow Sea of Korea. *Kor. J. Ichthyol.*, 34: 179-185. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.3.4>.
- Seong, K.T., J.D. Hwang, I.S. Han, W.J. Go, Y.S. Suh and J.Y. Lee. 2010. Characteristic for long-term trends of temperature in the Korean waters. *J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf.*, 16:

353-360.

- Song, H.J., S.A. Kim, S.H. Huh and G.W. Baeck. 2006. Feeding habits of *Todarodes pacificus* (Cephalopods: ommastrephidae) in the coastal waters of Busan, Korea. Kor. J. Fish. Aquat., 39: 42-48. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.1.042>.
- Yoon, S.C., J.T. Yoo, S.I. Lee, Z.G. Kim and K.H. Choi. 2015. Feeding habits of the Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis* in the southern sea of Korea. J. Korean Soc. Fish. Technol., 51: 553-560. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.4.553>.