

## 한국 남해에 출현하는 달고기(*Zeus faber*)의 식성

손준영 · 강민서 · 김동진 · 김민서 · 유예빈 · 조재익 · 최영현 · 김현지<sup>1</sup> · 이정훈<sup>1</sup> · 백근욱\*

경상국립대학교 해양과학대학 해양생명과학과/해양생물교육연구센터/해양산업연구소, <sup>1</sup>국립수산과학원 수산자원연구센터

## Feeding Habits of John Dory *Zeus faber* in the South Sea of Korea

Joon Young Son, Min Seo Kang, Dong Jin Kim, Min Seo Kim, Ye Bin Yu, Jae-Ik Cho, Young Hyeon Choi, Hyeon Ji Kim<sup>1</sup>, Jeong Hoon Lee<sup>1</sup> and Gun Wook Baeck\*

Department of Marine Biology and Aquaculture/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education and Research Center, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

<sup>1</sup>Fisheries Resources Researches Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Republic of Korea

In this study, we analyzed the stomach contents of 303 john dory *Zeus faber* specimens collected from the South Sea of Korea in 2024. The specimens ranged in total length from 16.0 to 44.2 cm. The stomach contents of 151 specimens containing prey items indicated that fishes (Pisces) were the dominant prey group, representing 99.6% of the index of relative importance (%IRI). *Engraulis japonicus* was identified as the primary prey species. Other prey items, including Caridea, Cephalopoda, and Isopoda, were present but contributed less than 0.4% each to the %IRI. The trophic level of John Dory in the South Sea was 4.5. Analysis of dietary changes with growth indicated that fish remained the dominant prey across all size classes, with over 98.0 %IRI. The mean weight of prey per stomach increased significantly with body size ( $P<0.05$ ).

Keywords: South Sea, Diet composition, Feeding habits, *Zeus faber*

### 서 론

달고기(*Zeus faber*)는 달고기목(Zeiformes) 달고기과(Zeidae)에 속하는 어류로, 한국을 포함한 일본, 베링해 서부, 뉴질랜드 등의 태평양 연안과 지중해를 포함하여 전 세계적으로 넓게 분포한다(NIFS, 2024). 달고기는 최대 전장 약 90.0 cm까지 성장하는 대형 어류로(Froese and Pauly, 2025a), 수심 70.0–140.0 m의 대륙붕 가장자리에 위치한 사니질에서 서식하는 것으로 알려져 있으며(Kim et al., 2004), 한국 연안에 서식하는 달고기과 어류는 달고기와 민달고기(*Zenopsis nebulosa*) 2종이 보고되었다(NIFS, 2024). 달고기의 섭식생태에 관한 국내연구로는 거문도(An et al., 2012), 한국 연안(Kim et al., 2020), 부산 연안(Huh et al., 2006; Choi et al., 2021) 등에서 수행된 바 있으며, 국외연구로는 지중해 동부(Sterigiou and Fourtouni, 1991), 포르투갈 해역(Silva, 1999), 에게해(Ismen et al., 2013) 등에서 연구가 이루어졌다. 하지만 국내에서 수행된 달고기의 섭식

생태 연구의 경우, 대부분 한정된 지역을 중심으로 이루어졌을 뿐, 남해의 경우 일부 해역에서만 수행되어 남해 전역에 걸친 달고기의 식성변화의 종합적인 이해는 부족한 실정이다. 또한, 전 세계적인 기후변화는 수온을 상승시키고 있는데(Doney et al., 2012; Williamson and Guinder, 2021), 특히, 남해는 서해와 동해에 비해 수온 상승 폭이 크게 나타나고 있는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2024). 이러한 배경에서 남해의 상위 포식자인 달고기의 섭식생태를 지속적으로 모니터링하는 것은 해양생태계 변화를 관찰할 수 있는 기준점이 될 수 있다. 상위 포식자의 섭식 생태는 기후변화로 인한 먹이 생물의 가용성 변화에 민감하게 반응할 수 있으며, 이는 해양 생태계 내 영양단계 간 상호 작용의 구조적 변화를 초래할 수 있다(Thompson et al., 2023). 어류의 섭식 생태 연구는 접근이 어려운 해양환경에서 하위영양단계 생물의 다양성과 분포를 간접적으로 평가할 수 있는 효과적인 방법일 뿐만 아니라, 기후변화가 해양생태계에 미치는 영향을 감지할 수 있는 중요한 지표로 기능한다. 또한, 이러한

\*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9156 Fax: +82. 55. 772. 9159

E-mail address: gwbaeck@gnu.ac.kr

 This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2025.0612>

Korean J Fish Aquat Sci 58(5), 612-618, October 2025

Received 9 September 2025; Revised 1 October 2025; Accepted 17 October 2025

저자 직위: 손준영(대학원생), 강민서(대학원생), 김동진(대학원생), 김민서(대학원생), 유예빈(대학원생), 조재익(대학원생), 최영현(대학원생), 김현지(연구사), 이정훈(연구관), 백근욱(교수)

자료는 생태계 기반 수산자원 관리(ecosystem-based fisheries management)를 위한 과학적 근거자료로 활용되어, 지속 가능한 어업과 해양 생물다양성 보전에 기여할 수 있다. 따라서 이번 연구를 통해 1) 남해에 출현하는 달고기의 위내용물 조성과 2) 성장에 따른 식성변화를 파악하고, 3) 영양단계를 분석하여 달고기의 해양생태계 내 역할을 구명하고, 향후 생태계 기반 수산자원관리의 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

이번 연구에 사용한 달고기는 국립수산과학원의 수산과학조사선인 탐구 21, 22와 23호의 저층트롤어구(bottom trawl net)를 사용하여, 2024년 동계(1월, 2월)에 남해 10개 해구(98, 104, 106, 212, 214, 223, 224, 232, 242, 253), 춘계(4월)에 남해 6개 해구(98, 100, 104, 106, 101, 253), 하계(8월)에 남해 3개 해구(212, 213, 223), 추계(10월, 11월)에 남해 2개 해구(212, 223)에서 303개체가 채집되었다. 어획된 시료는 전장 0.1 cm, 습중량 1.0 g 단위까지 측정하였다. 측정이 완료된 개체는 해부를 통해 위를 적출하였으며, 적출된 위는 10% formalin solution에 고정하였다. 이후 해부현미경(LEICA L2; LEICA, Wetzlar, Germany)을 사용하여 먹이생물을 종(Species) 수준까지 동정하였다. 동정된 먹이생물은 정량분석을 위해 개체수를 계수하고, 습중량을 0.0001 g 단위까지 기록하였다. 저층트롤어구의 특성상 네트 피딩(net feeding)이 발생할 가능성이 있으나, 이번 연구에서는 먹이생물 중 그물망의 압흔이 확인되거나 소화가 전혀 진행되지 않은 개체는 분석에서 제외하였다.

달고기의 전반적인 식성을 파악하기 위해 위내용물 조성 결과는 먹이를 섭식하지 않은 공복 상태의 개체를 제외하고, 아래의 식을 사용하여 각 먹이생물에 대한 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)로 나타내었다(Hyslop, 1980).

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

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

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

여기서,  $A_i$ 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 출현한 달고기의 개체수이며,  $N$ 은 먹이를 섭식한 달고기의 총개체수를 의미한다. 그리고  $N_i$ 는 특정먹이생물의 개체수,  $N_{total}$ 은 전체 먹이 개체 수,  $W_i$ 는 특정먹이생물의 습중량,  $W_{total}$ 은 전체 먹이생물의 총 습중량을 나타낸다.

달고기가 섭식한 먹이생물의 상대중요도지수(index of relative importance,  $IRI$ )는 Pinkas et al. (1971)의 식을 이용하여 산출하였으며,  $IRI$ 는 다음과 식을 통해 나타낸다.

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

상대중요도지수비(%IRI)는  $IRI$ 를 백분율로 환산하였으며, 아래의 식을 통해 나타낸다.

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

생태적 지위를 확인을 위한 영양단계(trophic level)는 다음의 식으로 구성된 TrophLab (Pauly and Palomares, 2000)을 이용하여 영양단계 값을 나타냈다. 여기서,  $TROPH_i$ 는  $i$ 생물의 영양단계를 나타내며,  $CD_{ij}$ 는 포식자  $i$ 의 위에서 먹이생물  $j$ 의 비율이다.  $G$ 는 포식자가 섭식한 먹이생물 분류군의 총수이며,  $TROPH_j$ 는 먹이생물  $j$ 의 영양단계를 의미한다.

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

달고기의 성장에 따른 섭식 특성의 차이를 평가하고, 모집단 비교 시 충분한 표본 크기를 확보하기 위해, 전장을 기준으로 세 그룹(<25.0 cm, 25.0–35.0 cm, ≥35.0 cm)으로 분류하여 위내용물 조성 분석을 수행하였다. 먹이생물의 %IRI는 포식자가 크기나 습중량이 다른 먹이생물을 섭식했을 때, 각 먹이생물 분류군의 상대적 중요성을 가장 적절하게 반영할 수 있는 지표이므로, 이번 연구에서는 %IRI를 이용하여 분석을 수행하였다(Pinkas et al., 1971). 먹이 섭식 특성을 파악하기 위해 개체당 먹이생물의 평균 개체수(mean number of preys per stomach,  $mN/ST$ )와 먹이생물의 평균 습중량(mean weight of preys per stomach,  $mW/ST$ )을 산출하였으며, 일원배치분산분석(one-way ANOVA,  $P < 0.05$ )을 사용하여 유의성을 검정하였다(Microsoft excel 365; Microsoft, Redmond, WA, USA).

## 결 과

### 전장분포

이번 연구에 사용된 달고기 시료는 총 303개체가 채집되었으며, 16.0–44.2 cm의 전장범위를 나타냈고, 전장 20.0–25.0 cm의 크기군이 전체 개체수 중 25.7%를 차지하여 우점하였으며, 전장 30.0–35.0 cm의 크기군이 전체 개체수 중 25.4%를 차지하여 차우점하였다(Fig. 1).

### 위내용물 조성 및 영양단계

달고기의 위내용물을 분석한 결과(Table 1), 303개체 중 공복인 개체는 152개체로 50.2%의 높은 공복율을 보였다. 먹이를 섭식한 151개체의 위내용물을 분석한 결과, 달고기가 가장 우점적으로 섭식한 먹이생물은 92.1%의 출현빈도와 89.5%의 개체수비, 99.3%의 습중량비를 보여 99.6%의 %IRI를 나타낸 어류(Pisces)로 나타났다. 그 중에서도 멸치(*Engraulis japonicus*)가 23.2%의 출현빈도와 43.3%의 개체수비, 24.5%의 습중량비를 보여 중요한 먹이생물로 나타났다. 그 외에, 새우류(Ca-

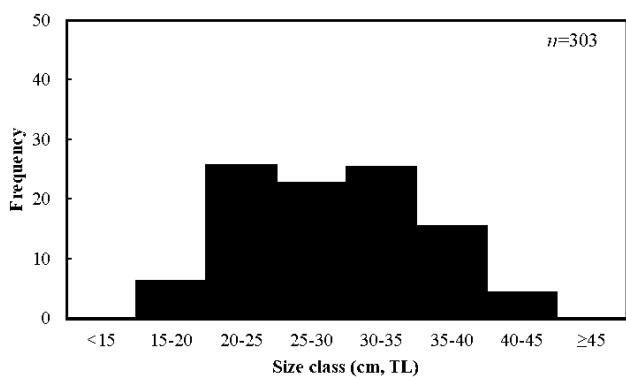


Fig. 1. Length-frequency distribution of *Zeus faber* collected in the coastal waters of the South Sea of Korea.

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

Empty stomach rate	50.2			
Trophic level	4.5			
Prey organism	%F	%N	%W	%IRI
Isopoda	1.3	0.7	+	+
Caridea	6.6	8.9	0.4	0.4
<i>Plesionika ortmanni</i>	0.7	4.6	0.1	-
Unidentified caridea	6.0	4.3	0.3	-
Cephalopoda	2.0	1.0	0.3	+
Pisces	92.1	89.5	99.3	99.6
<i>Acropoma japonicum</i>	3.3	1.6	0.6	-
<i>Bothrocara hollandi</i>	2.6	1.6	3.7	-
<i>Engraulis japonicus</i>	23.2	43.3	24.5	-
<i>Glossanodon semifasciatus</i>	0.7	0.3	0.5	-
<i>Konosirus punctatus</i>	1.3	0.7	3.1	-
<i>Larimichthys polyactis</i>	0.7	0.3	0.8	-
<i>Leiognathus nuchalis</i>	0.7	0.3	0.2	-
<i>Maurolicus japonicus</i>	0.7	0.7	+	-
<i>Pennahia argentata</i>	2.0	1.6	2.6	-
<i>Sardinella zunasi</i>	6.6	4.3	11.3	-
<i>Sardinops sagax</i>	0.7	0.3	0.9	-
<i>Saurida tumbil</i>	0.7	0.3	3.2	-
<i>Thryssa kammalensis</i>	13.2	8.5	8.1	-
<i>Trichiurus japonicus</i>	7.9	5.9	22.3	-
Unidentified Pisces	33.8	19.7	17.7	-
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

ridea), 두족류(Cephalopoda), 등각류(Isopoda)가 위내용물 중에 출현하였으나, 각각 0.4% 이하의 %IRI를 보여 그 양은 매우

적었다. 또한 달고기의 생태적 지위를 나타내는 영양단계를 분석한 결과, 남해에 출현하는 달고기의 영양단계는 4.5으로 나타났다.

### 크기별 위내용물 조성의 변화

달고기의 크기별 먹이생물 변화를 확인하기 위하여 3개의 크기군으로 나누어 분석한 결과(Fig. 2A), 모든 크기군에서 각각 98.0% 이상의 %IRI를 보인 어류가 우점하는 먹이 생물이었다.

달고기의 주요 먹이생물 중 미확인 어류를 제외한 동정 가능한 어류만을 대상으로 크기별 위내용물 조성의 변화를 확인한 결과(Fig. 2B), <25.0 cm 크기군에서는 멸치의 %IRI가 41.1%를 나타내어 가장 우점하는 먹이생물이었으며, 멸치 다음으로 우점한 먹이생물은 각각 %IRI 32.5%와 19.2%를 나타낸 청멸(*Thryssa kammalensis*)과 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)로 나타났다. 25.0–35.0 cm 크기군에서는 멸치의 %IRI가 63.9%를 나타내어 가장 우점하는 먹이생물이었고, 멸치 다음으로 우점한 먹이생물은 %IRI 20.7%를 나타낸 갈치로 나타났다. ≥35.0 cm 크기군에서는 멸치가 %IRI 85.8%를 나타내어 가장 우점하는 먹이생물이었고, 멸치 다음으로 우점한 먹이생물은 %IRI 11.4%를 나타낸 갈치로 나타났다. 달고기의 크기별 영양단계를 분석한 결과, 모든 크기군에서 4.5의 영양단계를 보였다.

### 크기별 개체당 평균 먹이생물 개체수 및 습중량

달고기의 크기별 개체당  $mN/ST$ 와  $mW/ST$ 을 분석한 결과(Fig. 3A), 크기별 개체당 평균 먹이생물 개체수는 <25.0 cm 크기군에서 1.9개체, 25.0–35.0 cm 크기군에서 1.7개체, ≥35.0 cm 크기군에서 2.2개체로 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $mN/ST$ ,  $P>0.05$ ). 크기별 평균 먹이생물 습중량은 <25.0 cm 크기군에서 8.3 g, 25.0–35.0 cm 크기군에서 18.9 g, ≥35.0 cm 크기군에서 23.0 g으로 나타나 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $mW/ST$ ,  $P<0.05$ ). 달고기의 크기별 개체당  $mN/ST$ 와  $mW/ST$ 을 달고기의 주요 먹이생물 중 미확인 어류를 제외한 동정 가능한 어류만을 대상으로 크기별 위내용물 조성의 변화를 분석한 결과(Fig. 3B), 크기별 개체당 평균 먹이생물 개체수는 <25.0 cm 크기군에서 1.9개체, 25.0–35.0 cm 크기군에서 2.0개체, ≥35.0 cm 크기군에서 3.2개체로 증가하는 양상을 나타냈지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $mN/ST$ ,  $P>0.05$ ). 크기별 평균 먹이생물 습중량은 <25.0 cm 크기군에서 11.7 g, 25.0–35.0 cm 크기군에서 24.0 g, ≥35.0 cm 크기군에서 33.9 g으로 나타나 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $mW/ST$ ,  $P<0.05$ ).

### 고찰

이번 연구에서 사용된 달고기 303개체 중 공복인 개체는 152

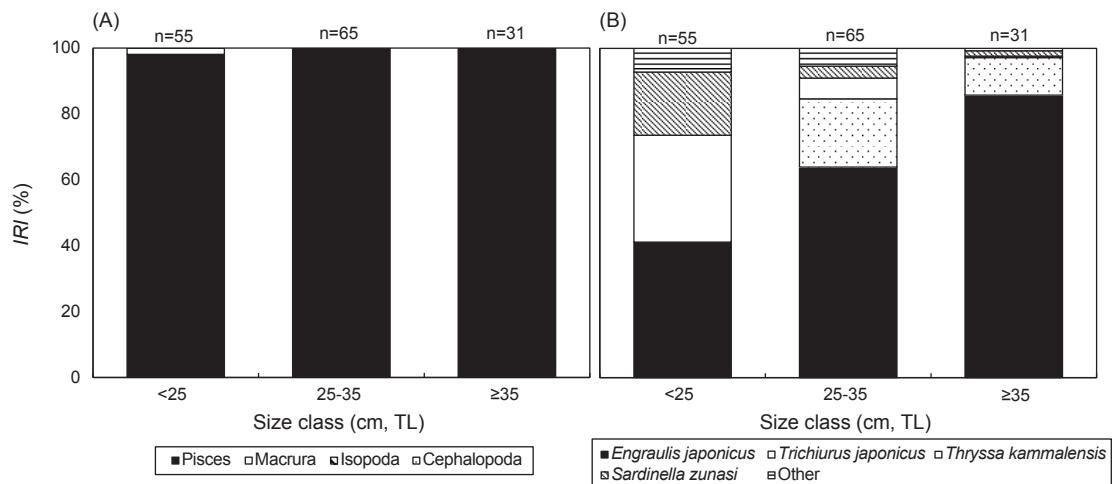


Fig. 2. Ontogenetic changes in the stomach content composition. A, Ontogenetic changes in the stomach content composition of *Zeus faber* based on the index of relative importance (%IRI); B, Ontogenetic variation in the composition of dominant fish prey based on %IRI in *Z. faber*, both collected from the coastal waters of the South Sea of Korea.

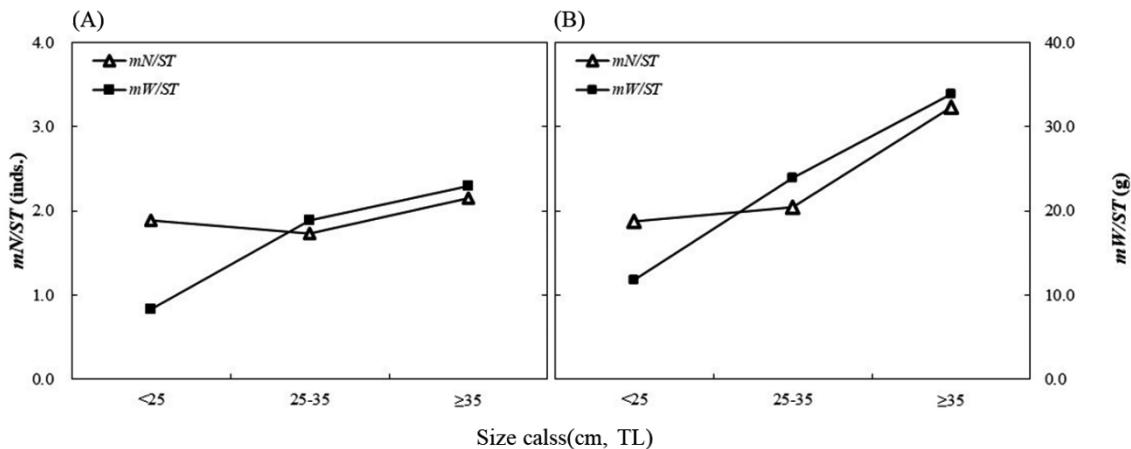


Fig. 3. A, Variation in the mean number of prey per stomach ( $mN/ST$ ) and mean prey weight per stomach ( $mW/ST$ ) of *Zeus faber* among size classes; B, Variation in the mean number and weight of dominant fish prey per stomach ( $mN/ST$  and  $mW/ST$ ) of *Z. faber*, both collected from the coastal waters of the South Sea of Korea.

개체로 50.2%의 높은 공복율을 보였다. 거문도 주변해역과 한국 연안에서 수행된 An et al. (2012)와 Kim et al. (2020)의 연구는 40.3%와 47.3%의 공복율이 나타나 이번 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 선행연구에서 달고기는 모두 어류가 주먹이생물이었는데, 민달고기, 봉장어(*Conger myriaster*) 등과 같은 어식성 어류(piscivorous fish)는 높은 공복율이 나타난다고 알려져 있다(Cho et al., 2023a; Jo et al., 2024). 또한, He et al. (2015)은 잡은 섭식이 오히려 소화 과정의 연장을 초래하고 순에너지 획득량을 감소시킨다고 보고하였다. 이러한 결과와 같이, 남해에서 채집된 달고기는 한 번의 섭식을 통해 상대적으로 많은 에너지를 획득할 수 있으므로, 포식 빈도는 낮더라도 개체

의 생리적 에너지 요구량을 충분히 충족시킬 수 있어 비교적 높은 공복율을 보인 것으로 판단된다.

이번 연구에서 위내용물을 분석한 결과, 달고기의 위내용물 중에서 가장 우점한 먹이생물은 어류였는데, 어류 중 멸치가 가장 중요한 먹이생물이었다. 멸치는 난바다곤쟁이류(Euphausiacea)와 요각류(Copepoda)를 주로 섭식하는 저차 소비자로 (Cho et al., 2023b), 남해에 서식하는 봉장어(Jo et al., 2024), 황아귀(*Lophius litulon*; Kim et al., 2022a), 삼치(*Scomberomorus niphonius*; Lee et al., 2021) 등의 먹이원으로 활용되며, 하위 영양단계와 상위 영양단계를 이어주는 중요한 중간 영양 전달자 역할을 수행하고 있다. 또한, 멸치는 낮에는 주로

수심 30–50 m 수층에, 밤에는 30–150 m 수층에 분포하며, 유생에서 성체로 성장하면서 표층에서 저층으로 이동하는 생태적 특성을 보여 모든 수층에서 발견되는 소형 부어류로, 남해에 높은 밀도로 풍부하게 서식하는 것으로 보고되었다(KOSIS, 2018; Park et al., 2023; Froese and Pauly, 2025b). 이러한 높은 군집 밀도는 포식자에게 섭식 효율을 높이고 에너지 소모를 최소화할 수 있는 최적의 먹이원이기 때문에, 멸치를 주요 먹이원으로 섭식한 것으로 판단된다. 부산 연안에서 수행된 Huh et al. (2006)과 Choi et al. (2021)의 연구에서는 샛돔(*Psenopsis anomala*)이 달고기의 주먹이생물로 확인되었으며, 거문도 주변해역과 한국 연안에서 수행된 An et al. (2012)과 Kim et al. (2020)의 연구에서는 갈치가 달고기의 주먹이생물로 보고되었다. 선행연구와 이번 연구에서 달고기는 어류를 섭식하는 어식성 어종으로 나타났지만, 섭식한 어류 종에 있어서는 차이를 보였다. 남해는 지역에 따라 담수의 유입, 대마 난류의 영향, 조석 해류 등 다양한 환경요인이 복합적으로 작용하여 지역별로 먹이망과 먹이원의 풍부도의 영향을 주는 것으로 알려져 있다 (Moon et al., 2010; Kee and Yang, 2021). 따라서 달고기는 주변에 풍부하게 분포하는 먹이생물을 섭식하는 기회주의적 섭식자(opportunistic feeder)로 판단된다.

달고기는 저어류로 알려져 있는데, 이번 연구에서 멸치, 청멸, 전어(*Kynosurus punctatus*) 등 다양한 소형 부어류를 섭식하였다. 일반적으로 소형 부어류는 군집을 이루는 동물성 플랑크톤을 섭식하며, 동물성 플랑크톤의 주·야수직이동에 따라 색이회유를 하는 것으로 알려져 있다(Hays, 2003; Cho et al., 2023b). 이러한 생태적 특징으로 인해 저어류인 달고기가 봉장어, 황아귀 등 다른 저어류와 마찬가지로 표층으로 부상하지 않더라도 먹이원을 따라 군집을 이루어 색이회유를 하는 소형 부어류를 섭식했을 것이라고 판단된다(Kim et al., 2022a; Jo et al., 2024). 따라서 멸치, 청멸 등의 소형 부어류들은 삼치와 같은 대형 부어류 뿐 아니라 달고기를 포함한 저서성 포식자에게도 생태적으로 중요한 먹이자원의 기능을 하는 것으로 추정된다.

일반적으로 어류는 성장 과정에서 입의 크기 증가와 더불어 탐색 및 운동 능력이 발달함에 따라 효율적인 에너지 섭취를 위해 먹이를 전환하는 것으로 알려져 있다(Stergiou and Fourtouni, 1991; Huh et al., 2006). 그러나 이번 연구에서는 모든 크기군에서 어류가 주먹이생물이었으며, 먹이 전환은 관찰되지 않았다. 다만, 크기군에 따라 섭식 한 어류의 종조성 변화가 확인되었다. 25.0 cm 미만 크기군에서 상대적으로 크기가 작은 멸치, 청멸, 밴댕이(*Sardinella zunasi*)와 같은 소형 부어류의 비중이 높았지만, 25.0 cm 이상 크기군에서는 25.0 cm 미만 크기군에서 관찰되지 않았던 갈치, 툼빌매통이(*Saurida tumbil*), 보구치(*Pennahia argentata*) 등 상대적으로 크기가 큰 먹이생물이 발견되었으며, 크기군별 개체당 평균 먹이생물 습중량 또한, 성장함에 따라 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 이번 연구에서 15.0 cm 미만 크기의 달고기가 채집되지 않아 해당 크기군의

정확한 위내용물 조성을 파악할 수 없었으나, 선행연구를 살펴보면 10.0 cm 미만 달고기는 곤쟁이류(Mysidacea)와 같은 동물성 플랑크톤을 섭식하고, 10.0–20.0 cm 달고기는 소형 어류와 새우류를 섭식한다고 보고되었다(Stergiou and Fourtouni, 1991; Huh et al., 2006; Choi et al., 2021). 따라서 이번 연구 결과와 선행연구 결과를 종합하면 달고기는 성장함에 따라 먹이원을 동물성 플랑크톤에서 소형 어류 및 새우류로, 이후에는 중대형 어류로 전환하는 단계적 먹이 전환을 보이는 것으로 판단된다.

생태적 지위를 추정하는 영양단계(trophic level)의 수치는 2.0–5.0 범위로 나타나는데, 2.0의 수치에 가까울수록 초식성(herbivore) 또는 유기쇄설물 식성(detrivore), 5.0 수치에 근접 할수록 육식성(carnivore) 또는 어식성(piscivore)으로 구분되어진다(Pauly et al., 1998; Pauly and Palomares, 2000). 이번 연구에서 영양단계를 분석한 결과 한국 남해에서 채집된 달고기의 영양단계는 4.5의 높은 값을 나타났다. 한국 남해에 출현하는 어류 중 황아귀(TROPH=4.44), 봉장어(TROPH=4.47) 등과 유사한 영양단계를 보였다(Kim et al., 2022a; Jo et al., 2024). 반면, 남해에 출현하는 눈볼대(*Doederleinia berycoides*, TROPH=3.62), 개서대(*Cynoglossus robustus*, TROPH=3.23)는 남해에서 채집된 달고기보다 낮은 영양단계 값을 보였다 (Kim et al., 2022b; Choi et al., 2025). 또한, 한국 연안 어류 80 종을 대상으로 수행된 메타분석 연구에 의하면, 어류 군집은 주로 갑각류 소비자, 요각류 소비자, 어식성 포식자 등으로 구분되며, 이러한 집단 간 먹이-포식자 관계(predator-prey interactions)는 네트워크 구조(the network structure) 속에서 유기적으로 연결되어 있음을 보고되었다(Yu et al., 2025). 이러한 결과를 종합해 볼 때, 달고기는 중·소형 어류를 주요 먹이원으로 하는 어식성 상위 소비자로서 남해 먹이망에서 상위 포식자의 지위에 위치하며, 달고기의 개체수의 증감은 하위 영양단계 생물군의 군집 구조와 에너지 흐름에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 핵심 종으로 기능할 것으로 판단된다.

기준의 국한된 지역에서 수행된 연구와 달리, 이번 연구에서는 남해 전역을 대상으로 한 분석 결과 달고기의 식성에서 유영성이 높은 어류가 상대적으로 더 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 향후 연구에서는 이러한 지역적 차이를 크기군별 및 계절별 변동성과 연계하여 고찰함으로써, 달고기의 단계적 먹이 전환 과정과 생태적 지위를 보다 정밀하게 규명할 필요가 있다.

## 사 사

이 논문은 2025년도 국립수산과학원 수산과학연구사업(R2025001)의 지원을 통해 수행된 연구입니다.

## References

An YS, Park JM, Ye SJ, Jeong JM and Baeck GW. 2012. Feed-

- ing habits of john dory, *Zeus faber* in the coastal waters of Geomun-do, Korea. Korean J Ichthyol 24, 20-26.
- Cho JI, Kang DY, Kim HJ, Lee SJ and Baeck GW. 2023a. Diet composition of the mirror dory, *Zenopsis nebulosa* in the South Sea, Korea. Korean J Ichthyol 35, 347-353. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.4.16>.
- Cho JI, Kim DG, Seong GC, Kang DY, Jin S, Soh HY and Baeck GW. 2023b. Diet composition of the anchovy, *Engraulis japonicus* in the coastal water of Tongyeong. Korean J Ichthyol 35, 340-346. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.4.15>.
- Choi CH, Cho JI, Moon SY, Choi HY and Baeck GW. 2025. Feeding habits of robust tonguefish *Cynoglossus robustus* in the coastal waters of South Sea, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 58, 146-151.
- Choi YJ, Kim Y and Lee JH. 2021. Diet composition of john dory *Zeus faber* in the coastal waters of the South Sea, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 54, 526-531. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0526>.
- Doney SC, Ruckelshaus M, Duffy JE, Barry JP, Chan F, English CA, Galindo HM, Grebmeier JM, Hollowed AB, Knowlton N, Polovina JJ, Rabalais NN, Sydeman WJ and Talley LD. 2012. Climate change impacts on marine ecosystems. Annu Rev Mar Sci 4, 11-37. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-041911-111611>.
- Froese R and Pauly D. 2025a. *Zeus faber*. In: FishBase. Retrieved from <https://www.fishbase.se/summary/Zeus-faber.html> on May 15, 2025.
- Froese R and Pauly D. 2025b. *Engraulis japonicus*. In: FishBase. Retrieved from [https://www.fishbase.se/summary/Engraulis\\_japonicus.html](https://www.fishbase.se/summary/Engraulis_japonicus.html) on May 15, 2025.
- Hays GC. 2003. A review of the adaptive significance and ecosystem consequences of zooplankton diel vertical migrations. In: Migrations and Dispersal of Marine Organisms. Jones MB, Ingólfsson A, Ólafsson E, Helgason GV, Gunnarsson K and Svavarsson J, eds. Developments in Hydrobiology, Springer, Dordrecht, 163-170. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-2276-6\\_18](https://doi.org/10.1007/978-94-017-2276-6_18).
- He D, Li G, Xie H, Liu S and Luo Y. 2015. Effects of feeding frequency on the post-feeding oxygen consumption and ammonia excretion of the juvenile snakehead. Turk J Fish Aquat Sci 15, 293-301. [https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15\\_2\\_11](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_11).
- Huh SH, Park JM and Baeck GW. 2006. Feeding habits of john dory *Zeus faber* in the coastal waters off Gori, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 39, 357-362. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.4.357>.
- Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. J Fish Biol 17, 411-429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>.
- Ismen A, Arslan M, Yigin CC and Bozbay N. 2013. Age, growth, reproduction and feeding of John Dory, *Zeus faber* (Pisces: Zeidae), in the Saros Bay (North Aegean Sea). J Appl Ichthyol 29, 125-131. <https://doi.org/10.1111/jai.12005>.
- Jo JH, Jeong JM, Kim JN, Lee JH, Sohn H and Kim HJ. 2024. Diet composition of whitespotted conger *Conger myriaster* in the South Sea of Korea. Fish Aquat Sci 57, 423-428. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2024.0423>.
- Kee KD and Yang J. 2021. Geography-educational approach to the geomorphic landscape of the South Coast in Korean Peninsula. J Korean Assoc Geogr Environ Educ 29, 55-71. <https://doi.org/10.17279/JKAGEE.2021.29.1.55>.
- Kim CS, Han IS, Lee JS and Yang JY. 2024. Establishment of a foundation for risk assessment in fisheries issues and identification of the impact of marine climate change. J Climate Change Res 15, 909-918. <https://doi.org/10.15531/KSC-CR.2024.15.5.909>.
- Kim DG, Jeong JM, Lee SJ, Kang S, Seong GC, Kang DY, Jin S and Baeck GW. 2022a. Comparison of stomach contents of yellow goosefish *Lophius litulon*, in the South Sea and Yellow Sea, Korea. Fish Aquat Sci 55, 714-720. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0714>.
- Kim DG, Kim HJ, Lee SJ and Baeck GW. 2022b. Feeding habits and trophic level of blackthroat seaperch, *Doederleinia berycoides* in the South Sea of Korea. Korean J Ichthyol 34, 172-178. <https://doi.org/10.35399/ISK.34.3.3>.
- Kim HJ, Kim HG and Oh CW. 2020. Diet composition and feeding strategy of john dory *Zeus faber*, in the coastal waters of Korea. J Ecol Environ 44, 8. <https://doi.org/10.1186/s41610-020-00153-y>.
- Kim YS, Han KH, Kang CB and Kim JB. 2004. Commercial Fishes of the Coastal and Offshore Waters in Korea. National Fisheries Research Development Institute, Busan, Korea, 1-333.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2018. Report of the change of major fish catch by climate (water temperature) change. KOSIS Report, 30, 5-6.
- Lee JE, Seong GC, Kim HY, Moon SY and Baeck GW. 2021. Diet composition of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius*, in the South Sea of Korea. Korea J Fish Aquat Sci 54, 808-813. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0808>.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2024. Commercial Fishes in Korea, 3rd Edition. Hanguk Graphics, Busan, Korea, 1-655.
- Moon SY, Oh HJ and Soh HY. 2010. Seasonal variation of zooplankton communities in the southern coastal waters of Korea. Ocean Polar Res 32, 411-426. <https://doi.org/10.4217/OPR.2010.32.4.411>.
- Pauly D and Palomares ML. 2000. Approaches for dealing with three sources of bias when studying the fishing down marine food web phenomenon. In: Fishing Down the Mediterranean Food Webs?. Durand F, ed. CIESM Workshop Ser 12, 61-66.
- Park G, Oh W, Yoon E, Lee H, Oh S, Lee S, Lee CK, Khim JS and Lee K. 2023. Species identification and tempo-spatial

- distribution of anchovy using multi-frequency. *J Mar Sci Eng* 11, 1871. <https://doi.org/10.3390/jmse11101871>.
- Pauly D, Trites AW, Capuli E and Christensen V. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES J Mar Sci* 55, 467-481. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1998.0428>.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1970. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bull* 152, 1-105.
- Silva A. 1999. Feeding habits of John Dory *Zeus faber*, off the Portuguese continental coast. *J Mar Biol Assoc UK* 79, 333-340. <https://doi.org/10.1017/S002531549800037X>.
- Stergiou KI and Fourtouni H. 1991. Food habits, ontogenetic diet shift and selectivity in *Zeus faber* Linnaeus, 1785. *J Fish Biol* 39, 589-603. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1991.tb04389.x>.
- Thompson MSA, Couce E, Schratzberger M and Lynam CP. 2023. Climate change affects the distribution of diversity across marine food webs. *Glob Change Biol* 29, 6606-6619. <https://doi.org/10.1111/gcb.16881>.
- Williamson P and Guinder VA. 2021. Chapter 5-Effect of climate change on marine ecosystems. In: *The Impacts of Climate Change*. Letcher TM, ed. Elsevier Inc., Bath, U.K., 115-176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822373-4.00024-0>.
- Yu TS, Ji CW, Park JW, Oh GH, Suman TY and Kwak IS. 2025. Exploring prey-predator relationships through network analysis in Korean marine ecosystems. *Estuar Coast Shelf Sci* 313, 109087. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.109087>.