

한국 남해에 출현하는 붕장어(*Conger myriaster*)의 위내용물 조성

조준형 · 정재묵 · 김정년 · 이정훈 · 손호선 · 김현지*

국립수산과학원 수산자원연구센터

Diet Composition of Whitespotted Conger *Conger myriaster* in the South Sea of Korea

Jun Hyoung Jo, Jae Mook Jeong, Jung Nyun Kim, Jeong Hoon Lee, Hawsun Sohn and Hyeon Ji Kim*

Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 56034, Republic of Korea

The diet composition of the whitespotted conger *Conger myriaster* was analyzed using 1,047 specimens collected from the coastal waters of the South Sea of Korea. Specimens sizes ranged from 11.4 to 46.8 cm in anal length. *C. myriaster* mainly fed on *Engraulis japonicus* (Pisces index of relative importance 82.1%). The dietary composition of *C. myriaster* did not differ significantly across size classes. As the body size of *C. myriaster* increased the mean weight of prey within the stomach (*mW/ST*) also increased (one-way ANOVA, $P < 0.05$).

Keywords: *Conger myriaster*, Whitespotted conger, Diet composition, South Sea

서론

붕장어(*Conger myriaster*)는 뱀장어목(Anguilliformes) 붕장어과(Congridae)에 속하는 어종으로 한국, 일본, 동중국해 등에 분포하며, 연안의 사질과 개펄 바닥에서 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2004). 성숙한 붕장어는 7-9월과 12-3월에 남쪽으로 남하하여 일본 남부 연안으로 산란회유하고(Kim et al., 2020), 부화한 자어는 4-6월에 연안회유를 통해 한국 연안역에 유입되어 변태한 후 저서생활을 하는 것으로 알려져 있다(Huh and Kwak, 1998). 붕장어는 한국, 일본, 중국 등 다양한 나라에서 식용으로 이용되는 경제적으로 매우 가치가 높은 종이며, 수산자원관리법 시행령에 의한 관리대상종으로 알려져 있다(Kim et al., 2006, 2011). 또한, 한국 남해 및 동중국해에서 통발어업과 저인망어업의 대상으로 붕장어의 2021년 생산량은 10년간 15,896톤에서 12,692톤으로 20.2% 감소하는 추세로 관리 보호가 필요한 종으로 판단된다(FIPS, 2021). 붕장어의 섭식생태에 관한 선행연구를 살펴보면 국내에서 Huh and Kwak (1998), Jeong et al. (2002), Choi et al. (2008), Kim et al. (2020), Kang et al. (2023) 등에 의해 연구가 수행이 되었으며, 국외에서는 Shigeaki and Kazuya (2010), Liu et al. (2018), Shigeaki et al. (2004) 등에 의해 연구가 수행되었다.

붕장어의 섭식생태에 관한 선행연구는 많이 수행되었지만 이번 연구와 채집 해역, 채집 방법, 채집 시기의 차이가 있다. 어류는 서식지에 환경 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있으며 (Kang et al., 2023), 현재 한국 인근해는 과거에 비해 어구어법의 발달, 인위적인 개발, 해양온난화 및 해양산성화로 인해 환경이 변화하고 수산자원의 지위에 변동이 일어나고 있어 해역별, 시기별 생태에 차이를 연구할 볼 필요가 있다(Lee et al., 2010; Kim, 2010). 섭식생태에 관한 연구는 생태계 내에 대상종의 먹이사슬 구조를 파악하여, 피·포식관계에 대한 설명뿐만 아니라 더 나아가 자원관리 및 평가에 필요한 생태학적 기초자료를 제공하기 때문에 매우 중요하다. 따라서, 이번 연구의 목적은 한국 남해에 출현하는 붕장어의 위내용물 분석을 통해 먹이생물 조성고 성장에 따른 먹이생물 조성의 변화를 파악하여 수산자원의 지위 변동에 필요한 기초생태학적 정보를 제공하기 위함이다.

재료 및 방법

이번 연구에 사용된 시료는 2021년 1-12월까지 국내 제주해역을 포함한 남해(104, 106, 110, 113, 232, 234, 241)해구에서 외끌이기선저인망에 의해 어획된 것을 부산공동어시장에서 구

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 650. 2231 Fax: +82. 55. 650. 2206

E-mail address: khj20@korea.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.2024.0423>

Korean J Fish Aquat Sci 57(4), 423-428, August 2024

Received 30 May 2024; Revised 1 July 2024; Accepted 29 July 2024

저자 직위: 조준형(연구원), 정재묵(연구사), 김정년(연구관), 이정훈(연구관), 손호선(연구관), 김현지(연구사)

입한 것이다. 구입한 시료는 실험실로 운반하여 봉장어의 항문장(preanal length), 습중량(wet weight)을 각각 0.1 cm와 0.01 g 단위까지 측정하고 뒤 위를 적출하여 10% 포르말린 용액에 고정하였다. 위내용물 분석은 해부 현미경(LEICA L2; Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) 하에서 가능한 중 수준까지 분류하였다. 먹이생물은 종별로 개체수를 계수 하였으며, 이후 전자저울(Analytical Balance ME204TE/00; Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)을 이용하여 습중량을 0.001 g 단위까지 측정하였다.

위내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 습중량비(%W)로 나타내었으며, 다음 식을 이용하여 수치화 하였다.

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

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

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

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 봉장어의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 봉장어의 총 개체수, N_i (W_i)는 해당 먹이생물의 개체수(습중량), N_{total} (W_{total})은 전체 먹이생물의 개체수(습중량)이다. 먹이생물의 상대중요도지수(index of relative importance, IRI)는 Pinkas et al. (1971) 식을 이용하여 수치화 하였다.

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

상대중요도지수는 백분율로 환산하여 상대중요도지수비(% IRI)로 나타내었다.

크기군에 따른 봉장어의 먹이생물 조성 변화를 알아보기 위해 먹이생물의 변화가 관찰된 항문장을 기반으로 3개의 크기군(<20 cm, $n=88$; 20-30 cm, $n=226$; ≥ 30 cm, $n=204$)으로 구분하여 먹이생물 조성변화를 분석하였다.

크기군에 따른 먹이 섭식 특성 파악을 위해 개체당 평균 먹이생물 개체수(mean number of preys per stomach, mN/ST)와 개체당 평균 먹이생물 중량(mean weight of preys per stomach, mW/ST)을 구하였으며, 일원배치분산분석(one-way ANOVA, Microsoft excel 2010; Microsoft, Red mond, WA, USA)을 이용하여 유의성을 검정하였다.

결 과

위내용물 조성

이번 연구에서 채집된 봉장어 1,047개체 중 먹이생물을 전혀 섭식하지 않은 개체는 529개체로 50.4%의 공복률을 나타내었다(Table 1). 먹이생물을 섭식한 봉장어 518개체의 위내용물 분석한 결과, 봉장어의 가장 중요한 먹이생물은 91.7%의 출현

빈도, 70.5%의 개체수비, 67.6%의 습중량비를 나타내 82.1%의 상대중요도지수비를 차지한 어류(Pisces)였다. 어류 중에서 6.6%의 출현빈도, 6.3%의 개체수비, 3.6%의 습중량비를 차지한 멸치(*Engraulis japonicus*)가 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 다음으로 중요한 먹이생물은 24.1%의 출현빈도, 13.9%의 개체수비, 27.6%의 습중량비를 나타내, 16.5%의 상대중요

Table 1. Composition of the prey organism of *Conger myriaster* by frequency of occurrence (%F), number (%N), weight (%W) and index of relative importance (IRI) in the South Sea of Korea

| Season | Total | | | | |
|------------------------------|-------|------|------|-------|---------|
| Empty stomach rate | 50.4 | | | | |
| Prey organism | %F | %N | %W | IRI | % IRI |
| Amphipoda | 0.2 | 0.1 | + | + | + |
| Gammaridae | 0.2 | 0.1 | + | | |
| Anomura | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | + |
| Brachyura | 5.4 | 3.5 | 0.8 | 11.6 | 0.4 |
| <i>Carcinoplax longimana</i> | 0.6 | 0.3 | 0.2 | | |
| <i>Charybdis bimaculata</i> | 1.4 | 0.8 | 0.1 | | |
| Unidentified Brachyura | 3.5 | 2.3 | 0.5 | | |
| Crustacea | 1.9 | 1.1 | 0.3 | 2.5 | 0.1 |
| Macrura | 7.5 | 5.3 | 2.5 | 15.8 | 0.6 |
| <i>Crangon hakodatei</i> | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Crangon</i> sp. | 1.0 | 1.0 | 0.2 | | |
| <i>Metanephrops thomsoni</i> | 0.4 | 0.2 | 0.2 | | |
| <i>Metapenaeopsis</i> sp. | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Plesionika izumiae</i> | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Plesionika orientalis</i> | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Prrapenaeus</i> sp. | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | |
| <i>Solenocera comata</i> | 1.2 | 1.4 | 1.6 | | |
| Unidentified Macrura | 4.1 | 2.2 | 0.5 | | |
| Stomatopoda | 1.5 | 0.8 | 0.8 | 2.0 | 0.1 |
| <i>Squilla leptoquilla</i> | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Oratosquilla</i> sp. | 1.4 | 0.7 | 0.7 | | |
| Ascidiacea | 0.4 | 0.2 | + | 0.1 | + |
| Cephalopoda | 24.1 | 13.9 | 27.6 | 449.5 | 16.5 |
| <i>Loligo beka</i> | 0.4 | 0.2 | 0.2 | | |
| <i>Loligo edulis</i> | 1.0 | 0.5 | 2.6 | | |
| <i>Loligo japonica</i> | 1.0 | 0.6 | 0.5 | | |
| <i>Octopus minor</i> | 3.9 | 2.1 | 7.7 | | |
| <i>Sepia esculenta</i> | 0.6 | 0.3 | 0.7 | | |
| <i>Todarodes pacificus</i> | 1.0 | 0.8 | 0.3 | | |
| Unidentified Cephalopoda | 16.4 | 9.2 | 15.5 | | |
| Echiurida | 1.2 | 4.1 | 0.3 | 5.2 | 0.2 |
| Holothuroidea | 0.2 | 0.1 | + | + | + |

Table 1. Continued

| Season | Total | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|---------|---------|------|
| Empty stomach rate | 50.4 | | | | |
| Prey organism | %F | %N | %W | IRI | %IRI |
| Pisces | 91.7 | 70.5 | 67.6 | 2,230.2 | 82.1 |
| <i>Acropoma japonicum</i> | 3.7 | 3.8 | 1.5 | | |
| Acropomatidae | 0.2 | 0.1 | 0.2 | | |
| <i>Apogon lineatus</i> | 1.0 | 0.7 | 0.2 | | |
| <i>Argentina kagoshimae</i> | 4.6 | 4.9 | 4.3 | | |
| Carangidae | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Champsodon snyderi</i> | 0.8 | 0.5 | 0.1 | | |
| <i>Chelidonichthys spinosus</i> | 1.2 | 0.7 | 1.7 | | |
| <i>Coelorinchus multispinulosus</i> | 5.6 | 5.7 | 5.4 | | |
| <i>Conger myriaster</i> | 1.4 | 0.8 | 1.1 | | |
| Congridae | 0.2 | 0.1 | 0.4 | | |
| <i>Doederleinia berycoides</i> | 0.8 | 0.5 | 0.7 | | |
| <i>Engraulis japonicus</i> | 6.6 | 6.3 | 3.6 | | |
| <i>Equulites elongatus</i> | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Fistularia commersonii</i> | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | |
| <i>Glossanodon semifasciatus</i> | 3.7 | 3.9 | 2.6 | | |
| <i>Hime japonicus</i> | 0.8 | 0.4 | 0.5 | | |
| <i>Hoplobrotula armata</i> | 0.2 | 0.1 | 0.2 | | |
| <i>Hyporhamphus sajori</i> | 0.2 | 0.1 | 0.2 | | |
| <i>Kaiwarinus equula</i> | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Konosirus punctatus</i> | 0.2 | 0.1 | 0.6 | | |
| <i>Larimichthys polyactis</i> | 2.9 | 2.0 | 5.1 | | |
| <i>Lepidotrigla guentheri</i> | 2.3 | 2.3 | 1.5 | | |
| <i>Lepidotrigla microptera</i> | 0.4 | 0.2 | 0.4 | | |
| Malacanthidae | 0.4 | 0.2 | 0.5 | | |
| <i>Maurolucus muelleri</i> | 0.6 | 0.8 | 0.1 | | |
| <i>Neobythites sivicola</i> | 1.0 | 0.5 | 1.4 | | |
| <i>Pagrus major</i> | 0.4 | 0.2 | 0.7 | | |
| Paralichthyidae | 0.2 | 0.1 | + | | |
| <i>Parapercis multifasciatus</i> | 0.2 | 0.2 | 0.3 | | |
| <i>Pennahia argentata</i> | 0.2 | 0.1 | 0.3 | | |
| Pleuronectidae | 0.4 | 0.2 | 0.1 | | |
| <i>Repomucenus lunatus</i> | 0.6 | 0.3 | 0.2 | | |
| <i>Saurida undosquamis</i> | 0.2 | 0.2 | 0.1 | | |
| <i>Scomber japonicus</i> | 0.2 | 0.1 | 0.2 | | |
| <i>Sillago sihama</i> | 0.2 | 0.1 | 0.3 | | |
| <i>Synodus macrios</i> | 2.9 | 3.1 | 2.7 | | |
| <i>Trachurus japonicus</i> | 2.7 | 1.6 | 3.2 | | |
| <i>Trichiurus lepturus</i> | 3.5 | 1.9 | 4.9 | | |
| Unidentified Pisces | 40.3 | 26.4 | 21.2 | | |
| Total | 100.0 | 100.0 | 2,717.3 | 100.0 | |

+, Less than 0.1%.

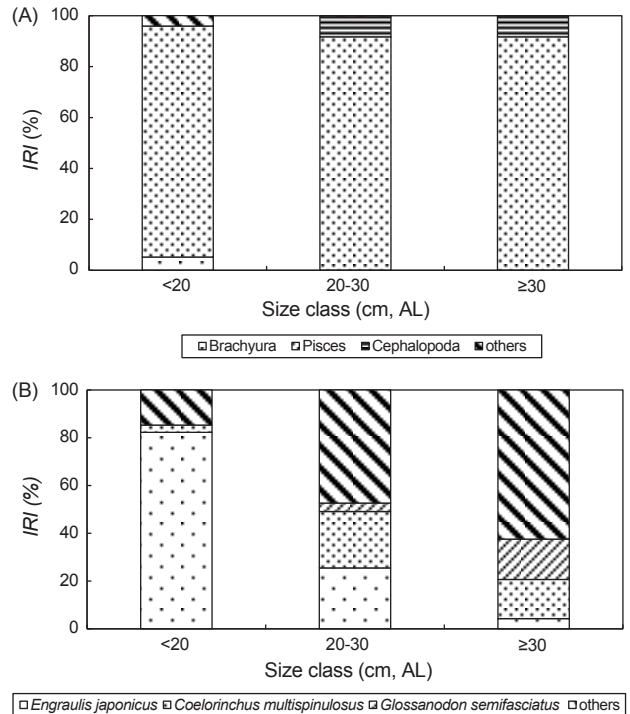


Fig. 1 . A, Ontogenetic changes in composition of the stomach contents. B, Ontogenetic changes in composition of dominant prey item based on %IRI of *Conger myriaster* collected in the South Sea of Korea (<20 cm, n=88; 20-30 cm, n=226; ≥30 cm, n=204). IRI, Index of relative

도지수비를 차지한 두족류(Cephalopoda)였다. 두족류 중에서 3.9%의 출현빈도, 2.1%의 개체수비, 7.7%의 습중량비를 차지한 낙지(*Octopus minor*)가 중요한 먹이생물로 나타났다. 그 외 새우류(Macrura), 게류(Brachyura), 의충동물문(Echiurida), 갑각류(Crustacea) 등 다양한 먹이생물이 출현하였지만, 각각 0.6% 이하의 상대중 요도지수비를 차지하여 그 양은 많지 않았다.

크기군에 따른 위내용물 조성의 변화

이번 연구에서 성장에 따른 먹이생물 조성의 변화를 분석한 결과(Fig. 1A), 모든 크기군(<20 cm, n=88; 20-30 cm, n=226; ≥30 cm, n=204)에서 어류가 상대중요도지수비 90.7% 이상으로 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 그 외 두족류, 게류 등 다양한 생물이 출현하였지만 5.0% 미만으로 그 양은 적었다. 성장함에 따라 먹이생물의 전환은 크게 나타나지 않았다. 또한, 가장 우점한 어류를 대상으로 상대중요도지수비를 이용하여 크기군별 위내용물 조성의 변화를 살펴본 결과(Fig. 1B), <20 cm 크기군에서 멸치가 82.3%의 상대중요도지수비를 차지하여 가장 우점 먹이생물로 나타났으며, 그 다음으로 중요한 먹이생물은 수다꽃동명(*Synodus macrios*)과 반딧불게르치(*Acropoma*

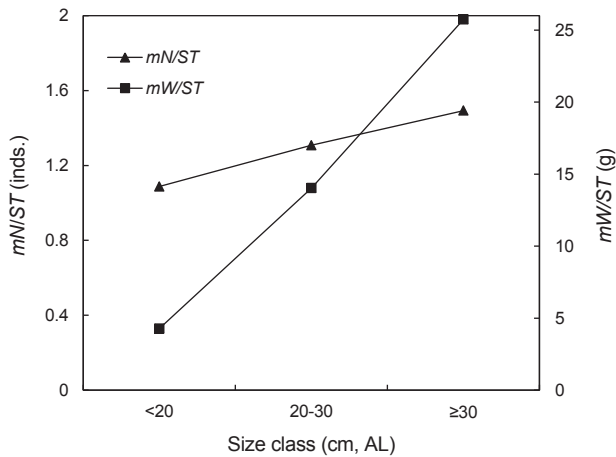


Fig. 2. Variation of mean number of preys per stomach (mN/ST) and mean weight of prey per stomach (mW/ST) of *Conger myriaster* among size classes (<20 cm, $n=88$; 20-30 cm, $n=226$; ≥ 30 cm, $n=204$) in the South Sea of Korea. AL, Anal length.

japonicum)가 각각 6.2%와 3.5%의 상대중요도지수비를 나타냈다. 그 외 줄비늘치(*Coelorinchus multispinosus*)와 전갱이(*Trachurus japonicus*) 등이 출현하였지만 3.1% 미만으로 그 양은 적었다. 20–30 cm 크기군에서는 멸치가 25.4%로 가장 우점한 먹이생물이었으며, 그 다음으로 중요한 먹이생물은 줄비늘치, 가고시마셋멸(*Argentina kagoshimae*), 꼬마달재(*Lepidotrigla guentheri*) 순으로 각각 23.7%, 11.7%, 10.3%의 상대중요도지수비를 나타냈다. 그 외 참조기(*Larimichthys polyactis*), 반딧볼게르치 등이 출현하였지만 6.6% 미만으로 그 양은 적었다. ≥ 30 cm 크기군에서 셋멸(*Glossanodon semifasciatus*)이 16.9%의 상대중요도지수를 차지하여 가장 우점한 먹이생물로 나타났으며, 그 다음으로 중요한 먹이생물은 줄비늘치, 가고시마셋멸, 갈치(*Trichiurus japonicus*) 순으로 각각 16.4%, 15.4%, 14.7%의 상대중요도지수비를 나타냈다. 그 외 전갱이와 반딧볼게르치 등이 출현하였지만 5.4% 미만으로 그 양은 적었다.

붕장어의 성장에 따른 개체당 평균 먹이생물 개체수와 중량을 분석한 결과(Fig. 2), 개체당 평균 먹이생물의 개체수(mN/ST , one-way ANOVA, $F=1.998$, $P>0.05$)는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 개체당 평균 먹이생물의 중량(mW/ST , one-way ANOVA, $F=32.463$, $P<0.05$)은 성장함에 따라 증가하는 경향을 나타냈으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

고찰

이번 연구에서 이용된 붕장어 1,047개체 중 공복개체는 529개체로 50.4%의 높은 공복률을 나타내었다. 남해에서 수행된 Choi et al. (2008)의 연구에서 21.5%의 공복률이 나타나 이번

연구보다 낮은 공복률이 나타났다. 남해 연안에 서식하는 문치가자미(*Limanda yokohamae*), 눈볼대(*Doederleinia berycoides*), 정어리(*Sardinops melanostictus*) 등에 비해 높은 공복률을 보였으며(Kwak and Huh, 2003; Huh et al., 2011; Park et al., 2023), 어류를 주로 섭식하는 고등어(*Scomber japonicus*), 삼치(*Scomberomorus niphonius*), 달고기(*Zeus faber*) 등 다양한 어식성 어종에서도 높은 공복률이 보고되었다(Yoon et al., 2008). 따라서, 이번 연구에서 붕장어는 어류를 주로 섭식하는 어식성 어종으로 공복률이 높게 나타난 것으로 판단된다.

이번 연구에서 위내용물을 분석한 결과, 가장 우점한 먹이생물은 82.1%의 상대중요도지수비를 차지한 어류로 나타났으며, 어류 중에서도 멸치로 나타났다. 멸치는 해양 생태계 내에서 하위 생산자를 상위 포식자에게 이어주는 중간 전달자로 중요한 영양단계에 속해 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2013). 또한, 남해에서 출현하는 갈치, 고등어, 농어(*Lateolabrax japonicus*) 등 다양한 어류에서도 중요한 먹이생물이 었다(Huh, 1999; Huh et al., 2009; Seong et al., 2021). 이번 연구에서도 멸치가 가장 우점한 이유는 국내 연근해에 생산력이 가장 높아 적은 노력량으로 포획이 용이하기 때문에 에너지 효율적 측면을 위해 멸치를 섭식한 것으로 판단된다.

이번 연구와 선행 연구와의 주먹이생물을 비교해본 결과(Table 2), 남해에 수행된 Choi et al. (2008)의 연구와 거제 주변해역에서 수행된 Kim et al. (2020)의 연구에서 가장 주 먹이생물은 멸치로 나타났으며, 서해에서 수행된 Kang et al. (2023)의 연구에서도 가장 중요한 먹이생물은 멸치로 나타났다. 국외 연구로는 중국 서해와 동중국해에서 수행된 Mu et al. (2018)의 연구에서도 멸치로 나타나 같은 결과가 나타났지만 일본 세토 내해에서 수행된 Gorie and Tanda (2004)의 연구에서는 단각류가 가장 우점한 먹이생물로 나타나 이번 연구와 주먹이생물 차이가 나타났다. 이와 같은 주먹이생물의 차이는 수행된 1) 개체의 크기와 2) 지리적 차이로 인해 환경 먹이생물이 상이하여 먹이생물이 차이가 나타난 것으로 판단된다. 1) Gorie and Tanda (2004)에서 수행된 개체의 크기는 8.0–21.0 cm로 이번 연구에서 수행된 개체의 크기와 평균 59.4 cm 이상 차이가 나타났으며, 붕장어는 20 cm 전후에서 어류로 먹이 전환하는 것으로 알려져 있다(Huh and Kwak, 1998). 따라서, 크기 차이로 인한 입의 크기, 소화 능력, 유영력 등과 같은 차이로 섭식한 먹이생물에 차이가 나타난 것으로 판단된다. 2) 이번 연구에서 수행된 연구 지역은 남해의 개방형 연안역으로 다양한 수괴들에 상호역학적 기능을 가지고 있는 지역이고, 멸치, 고등어, 갈치 등 다양한 어류들이 우점하는 것으로 알려져 있으며(Zhang et al., 2017; Song et al., 2019), Gorie and Tanda (2004)에 의해서 수행된 연구지역은 반폐쇄형 해안으로 연안수와 태평양의 많이 받는 지역으로 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 왜넛치(*Tarphops oligolepis*), 청보리멸(*Sillago japonica*) 등 우점하는 것으로 알려져 이번 연구와 우점종 차이가 나타났다(Mohri

Table 2. Comparison of main prey item with previous studies

| Study sites | Sampling gear | Sampling period | Number of individuals | AL size range (cm) | Main prey item | References |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|---|------------------------|
| South Sea of Korea | Danish seine net | Jan. 2004–Dec. 2006 | 1,395 | 14.6–42.1 | <i>Engraulis japonicus</i> , <i>Glossanodon semifasciatus</i> | Choi et al. (2008) |
| West Sea of Korea | Bottom trawl net | Jun., Aug. and Nov. 2021 | 158 | 8.2–40.1 | <i>E. japonicus</i> , <i>Crangon hakodatei</i> | Kang et al. (2023) |
| Coastal waters of Geoje | Drum net fish trap | Jun. 2018–May 2019 | 129 | 11.5–22.9 | <i>E. japonicus</i> , Gobiidae | Kim et al. (2020) |
| Seto Inland Sea of Japan | Bottom trawl net | 1999–2001 | 199 | 8.5–25.3 | Amphipoda, Decapoda | Gorie and Tanda (2004) |
| Yellow Sea and East China Sea | Bottom trawl net | Oct. 2016–Jan. 2017 | 529 | 5.6–32.1 | <i>E. japonicus</i> , <i>Larimichthys polyactis</i> | Mu et al. (2018) |
| South Sea of Korea | Danish seine net | Jan.–Dec. 2021 | 1,047 | 13.5–46.8 | <i>E. japonicus</i> , <i>Coelorinchus multispinulosus</i> | Present study |

AL, Anal length.

et al., 2013; Yamamoto and Shoji, 2016). 일반적으로 어류는 환경적 요인으로 인해 생물의 군집에 차이로 생태적 특성이 달라지는 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2023). 따라서, 붕장어는 채집 시기, 채집 해역, 채집 어구와 상관없이 해역내 풍도가 높은 먹이생물을 섭식하는 기회주의적 섭식자(opportunistic feeder)로 판단된다.

이번 연구에서 이용된 붕장어의 성장에 따른 위내용물 분석 결과, 모든 크기군에서 어류가 가장 우점 먹이생물로 나타나 뚜렷한 먹이 전환은 나타나지 않았다. 남해에서 수행된 Choi et al. (2008)의 연구에서는 갑각류를 섭식하다가 성장함에 따라 어류로 전환하였으며, 서해에서 수행된 Kang et al. (2023)의 연구에서도 성장에 따라 새우류에서 어류로 먹이 전환이 나타났다. 국외에서 수행된 Mu et al. (2018)의 연구에서 성장함에 따라 갑각류에서 어류로 먹이 전환이 나타나 이번 연구와 차이가 나타났다. 이는 채집된 개체의 크기군의 차이로 판단된다. 이번 연구에서 수행된 붕장어의 대부분의 개체의 크기가 균성숙 항문장 20.9 cm 이상이며(Kim et al., 2011), Choi et al. (2008)의 연구, Mu et al. (2018)의 연구, Kang et al. (2023)의 연구에서도 균성숙 항문장 20 cm 이상 크기군에서 어류가 우점하는 것으로 나타났다. 따라서, 붕장어는 균성숙 항문장 20.9 cm 기준으로 성장함에 따라 소화기관 성장 및 유영력 향상으로 작은 먹이생물보다 에너지 효율이 높은 어류를 주로 섭식한 것으로 판단된다.

이번 연구에서 이용된 붕장어의 주 먹이생물인 어류를 대상으로 성장에 따른 위내용물 분석 결과와 개체당 평균 먹이생물의 중량(mW/ST), 개체당 평균 먹이생물의 개체수(mN/ST)를 분석한 결과, 이번 연구에서 수행된 붕장어는 성장에 따라 멀치→줄비늘치→셋말로 먹이 전환하였으며, 개체당 평균 먹이생물 중량이 유의하게 증가하는 경향을 나타냈지만, 개체당 평균 먹이생물의 개체수(mN/ST)는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 거제 주변해역에서 수행된 Kim et al. (2020)의 연구에서 어류를 대상으로 크기군의 분석한 결과에서 작은 멀치에

서 큰 망둑어과(Gobiidae)로 먹이 전환이 나타났으며, 성장에 따른 개체당 평균 먹이생물의 중량(mW/ST)과 개체당 평균 먹이생물의 개체수(mN/ST)는 이번 연구와 동일한 결과가 나타났다. 어류는 일반적으로 섭식전략에서 성장에 따라 효율적 에너지 획득을 위해 작은 먹이생물에서 큰 먹이생물로 전환하는 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2023). 따라서, 붕장어는 성장함에 따라 작은 크기의 먹이생물의 다수 섭식하는 것보다 큰 어류를 한 번에 섭식함으로써 필요한 에너지를 얻고, 영양학적으로 에너지 효율이 더 높은 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2024년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2024001)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

References

Choi JH, Choi SH, Kim JB, Park JB and Oh CW. 2008. Feeding ecology of the white-spotted conger eel (*Conger myriaster*) in the Southern Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 41, 282-288. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.4.282>.

FIPS (Ministry of Oceans and Fisheries). 2021. Information of Fishery Statistics. Retrieved for <http://www.fips.go.kr/> on Dec 31, 2021.

Gorie S and Tanda M. 2004. Growth and stomach contents of juvenile white-spotted conger *Conger myriaster*. Suisanzoshoku 52, 139-144. <https://doi.org/10.11233/aquaculturesci1953.52.139>.

Huh SH. 1999. Feeding habits of hairtail, *Trichiurus lepturus*. Korean J Ichthyol 11, 191-197.

Huh SH and Kwak SN. 1998. Feeding habits of *Conger myriaster* in the eelgrass *Zostera marina* bed in Kwangyang Bay. Korean J Fish Aquat Sci 31, 665-672.

- Huh SH, Oh HS, Park JM and Baek GW. 2011. Feeding habits of the blackthroat seaperch *Doederleinia berycoides* in the Southern Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 44, 284-289. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0284>.
- Huh SH, Park JM, Park SC, Jeong DS, Park CI and Baek GW. 2009. Feeding habits of *Lateolabrax japonicus* in the coastal waters off Dolsan-do, Yeosu. Korean J Ichthyol 21, 23-27.
- Jeong SB, Lee JH, Kim HS, Oh TY and Choi SG. 2002. Analysis of stomach contents of sea-eel *Conger myriaster* caught from lost plastic pot. Korean J Soc Fish Technol 38, 149-155. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2002.38.2.149>.
- Kang DY, Kim DG, Seong GC, Jin SY, Jeong JM, Kang SK and Baek GW. 2023. Feeding habits of whitespotted conger, *Conger myriaster* in the West Sea of Korea. Korean J Ichthyol 35, 177-182. <https://doi.org/10.35399/ISK.35.3.4>.
- Kim DH. 2010. Global warming effect on marine environments and measure practices against global warming. J Korean Soc Mar Environ Saf 16, 421-425.
- Kim KR, Nam KM, Park KH, Kim BS, Han MI, Kwak JW and Baek GW. 2020. Diet composition of whitespotted conger, *Conger myriaster* in the coastal waters of Geoje island, Korea. Korean J Ichthyol 32, 103-109. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.2.10>.
- Kim MJ, Youn SH, Kim JY and Oh CW. 2013. Feeding characteristics of the Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* according to the distribution of zooplankton in the Coastal Waters of Southern Korea. Korean J Environ Biol 31, 275-287. <https://doi.org/10.11626/KJEB.2013.31.4.275>.
- Kim WS, Yoo JB, Lee JH, Kwon BG, Kim BY, Kim BS, Lee HO and Cho YB. 2006. Study on the by-catch prevention device of spring frame net trap for Conger eel, *Conger myriaster*. J Korean Soc Fish Ocean Technol 42, 1-10.
- Kim YH, Lee EH, Kim JN, Choi JH, Oh TY and Lee DW. 2011. Age and growth of whitespotted conger *Conger myriaster* in the Southern coastal waters of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 44, 689-694. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0689>.
- Kim YS, Han KH, Kang CB and Kim JB. 2004. Commercial Fishes of the Coastal and Offshore Waters in Korea. 2nd ed. National Institute of Fisheries Science, Busan, Korea, 1-333.
- Kwak SN and Huh SH. 2003. Feeding habit of *Limanda yokohamae* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Korean Fish Soc 36, 522-527. <https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.5.522>.
- Lee DI, Eom KH, Jeon KA and Kim GY. 2010. Scoping for environmental impact and system improvement of marine sand mining in Korea. J Environ Impact Assess 19, 335-345.
- Liu HY, Sun TT, Zeng XQ, Zhang PD, Li WT and Zhang XM. 2018. Feeding ecology of *Conger myriaster* and structure of the food webs in artificial reef zone, Laoshan Bay, China. NLM 29, 1339-1351. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201804.031>.
- Mohri K, Kamimura Y, Mizuno K, Kinoshita H, Toshito S and Shoji J. 2013. Seasonal changes in the fish assemblage in a seagrass bed in the central Seto Inland Sea. Aquaculture Sci., 61, 215-220. <https://doi.org/10.11233/aquaculturesci.61.215>.
- Mu X, Zhang C, Xue Y, Zhang C, Xu B and Ren Y. 2018. Fishery biology of whitespotted conger *Conger myriaster* (Brevoort, 1856) in the Yellow Sea and East China Sea. Acta Oceanol Sin 38, 18-24. <https://doi.org/10.1007/s13131-018-1271-8>.
- Park JH, Kim HJ, Jeong JM, Lee JH and Shin DH. 2023. Food resource of sardine *Sardinops melanostictus* on the Southern Coast of Korea in summer and autumn revealed by stable isotope and stomach content analyses. Korean J Fish Aquat Sci 56, 419-427. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0419>.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. University of California San Diego, La Jolla, CA, U.S.A.
- Seong GC, Kim DG, Jin SY, Young SH and Baek GW. 2021. Diet composition of the chub mackerel *Scomber japonicus* in the coastal waters of the South Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 54, 73-79. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0073>.
- Shigeaki G and Kazuya N. 2010. Habitat preference and feeding habits of juvenile whitespotted conger *Conger myriaster* in the eastern Seto Inland Sea, Japan. Aquac Sci 58, 167-179. <https://doi.org/10.11233/aquaculturesci.58.167>.
- Shigeaki G, Minoru T and Satoshi K. 2004. Age and growth of white-spotted conger *Conger myriaster* collected in Northeast Harima Nada, Seto Inland Sea. Aquac Sci 52, 407-411. <https://doi.org/10.11233/aquaculturesci1953.52.407>.
- Song SH, Jeong JM, Lee SH and Kim DH. 2019. Species composition and community structure of fish by shrimp beam trawl between Sacheon Bay and coastal waters off Namhae, Korea. J Korean Soc Fish Ocean Technol 55, 217-232. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.3.217>.
- Yamamoto M and Shoji J. 2016. Seasonal changes in species composition of a demersal fish community in the shallow waters near a sandy beach in eastern Hiuchi-nada, central Seto Inland Sea, Japan. Aquac Sci 64, 53-61. <https://doi.org/10.11233/aquaculturesci.64.53>.
- Yoon SJ, Kim DH, Baek GW and Kim JW. 2008. Feeding habits of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the South Sea of Korea. Korean J Fish Aquat Sci 41, 26-31. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.1.026>.
- Zhang CI, Seo YI and Kang HJ. 2017. Estimation of the exploitable carrying capacity in the Korean Water of the East China Sea. Korean Soc Fish Sci Edu 29, 513-525. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.2.513>.