

경남 거제 연안에 출현하는 살망둑(*Gymnogobius heptacanthus*) 치어의 식성

김현지 · 정재묵¹ · 예상진² · 백근욱 · 허성희^{3,*}

경상대학교 해양식품생명의학과 · 해양산업연구소 · 해양생물교육연구센터, ¹국립수산과학원 연근해자원과,
²한국수산자원관리공단 자원조성실, ³부경대학교 해양학과

Feeding Habits of Juvenile of *Gymnogobius heptacanthus* in the Coastal Waters of Geoje, Korea by Hyeon Ji Kim, Jae Mook Jeong¹, Sang Jin Ye², Gun Wook Baeck and Sung-Hoi Huh^{3,*} (Department of Seafood & Aquaculture Science/Instiute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea; ¹Coastal Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea; ²Resources Enhancement Division, Korea Fisheries Resources Agency, Busan 48058, Korea; ³Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 48508, Korea)

ABSTRACT The feeding habits of juvenile (14.0~29.0 mm SL) of *Gymnogobius heptacanthus* were examined based on 229 individuals, that collected from June to August 2011 in the coastal water of Geoje, Korea. *G. heptacanthus* fed mainly on copepods which constituted 96.74% in *IRI*. Barnacle larvae were the second largest dietary component. Its diet also included small quantities of tintinnids, cladocerans and decapods. Graphical analysis of the diet composition showed that *G. heptacanthus* is a specialized predator characterized by strong individual feeding specialization. Especially copepods were heavily selected by of juvenile *G. heptacanthus* regardless of prey availability.

Key words: Feeding habits, *Gymnogobius heptacanthus*, Geoje, Korea

서 론

살망둑(*Gymnogobius heptacanthus*)은 한국, 일본, 중국 연안 등지의 모래바닥에 주로 분포한다. 살망둑을 포함한 망둑어과(Gobiidae) 어류는 전 세계적으로 212속 1,875종이 보고 되었고 그중 27속 59종이 한국에 서식한다고 알려져 있다(Kim *et al.*, 2005).

본 연구가 이루어진 지역은 잘피(*Zostera marina*)를 비롯한 잘피과에 속하는 다년생 해초가 자생하고 있는 지역으로 이러한 지역은 소형 어류나 치어들의 은신처와 성육장으로 잘 알려져 있으며(Shoji *et al.*, 2007; Kim and Kwak, 2012), 살망둑 치어 역시 잘피를 비롯한 해초가 자생하는 지역에 서식한다고 알려져 있다(Kim and Gwak, 2006; Lee *et al.*, 2011).

살망둑에 관한 선행연구에는 생태와 산란에 관한 연구가 있으며(Dotsu, 1984), 도쿄만에 서식하는 다양한 어류의 식성에 관한 연구 중 살망둑의 식성에 대한 연구가 언급된 바가 있지만 살망둑만을 대상으로 한 식성에 관한 연구는 미비하였다(Kanou *et al.*, 2004). 그 외에 어류의 종조성의 결과에서 살망둑이 언급된 것을 확인할 수 있었으며(Kim and Gwak, 2006; Sokolovskaya *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2011), 다른 어종의 식성 연구의 결과, 먹이생물로서 살망둑이 언급된 것을 확인할 수 있었다(Takagi, 1996; Manabu *et al.*, 2006; Sudo and Kajihara, 2008). 살망둑은 고부가가치 수산자원으로 이용되지는 않지만 농어(*Lateolabrax japonicus*)와 같은 중요한 수산자원의 주 먹이생물로 이용되는 것을 보았을 때(Manabu *et al.*, 2006), 연안 생태계의 먹이사슬에서 중요한 위치를 차지하고 있는 것으로 판단되며 이들의 생태에 대한 연구는 반드시 필요할 것으로 생각된다. 하지만 이들의 생태에 대한 연구는 미비하였으며, 특히 먹이생물에 관한 연구는 거의 전무하였다.

*Corresponding author: Sung-Hoi Huh Tel: 82-51-629-6570,
Fax: 82-51-629-6510, E-mail: shhuh@pknu.ac.kr

따라서 본 연구의 목적은 생태계에서 중요한 역할을 하는 살망둑 치어의 소화관 내용물을 이용한 먹이생물 조성, 섭식 전략, 크기군별 먹이생물 변화양상을 조사하여 식성을 알아보고자 하는데 있으며, 이러한 자료는 생태적 지위와 생태계의 기능적 측면을 이해하는데 중요한 역할을 할 것이다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 살망둑 치어는 2011년 6월에서 8월까지 매월 경남 거제시 남부 연안(34°70'N, 128°59'E) (Fig. 1)에서 RN80 네트를 이용하여 5분씩 3회 예인하였다. 채집된 시료는 현장에서 5% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였으며, 각 개체의 체장은 1 mm까지 측정하였다. 이후, 현미경 아래에서 소화관 전체를 분리 한 뒤, 소화관 내용물을 70% 젖산으로 이물질을 제거 한 후, 분석하였다.

소화관 내용물은 가능한 중 수준까지 동정 하였으며, 요각류의 경우 전체적 형태뿐만 아니라, 제 5흉지, 후체부, 촉각 등을 자세히 관찰하였다 (Yoo *et al.*, 1991; Isamu, 1996; Seo, 2010; Jang, 2010). 동정한 먹이생물은 종류별로 크기(가로, 세로)를 측정하고 개체수를 계수하였으며 이후 부피 계산식(Tetsuya *et al.*, 2007)을 참고하여 부피를 계산하였다. 소화관 내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 부피비(%V)로 나타내었으며, 다음 식을 이용하여 구하였다.

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

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

$$%V = V_i / V_{total} \times 100$$

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 살망둑 치어의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 살망둑 치어의 총 개체수, N_i (V_i)는 해당 먹이생물의 개체수(부피), N_{total} (V_{total})은 전체 먹이 개체수(부피)이다. 먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, *IRI*)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용하여 구하였다.

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

상대중요성지수는 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%*IRI*)로 나타내었다.

살망둑 치어의 먹이중요도, 섭식전략, 섭식폭은 도해적방법을 사용하여 나타내었다 (Amundsen *et al.*, 1996). 이 방법은 출현빈도에 대하여 특정먹이생물우점도(pre-y-specific abundance)를 도식화함으로써 나타내며, 특정먹이생물우점도는 다음과 같이 구할 수 있다.

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

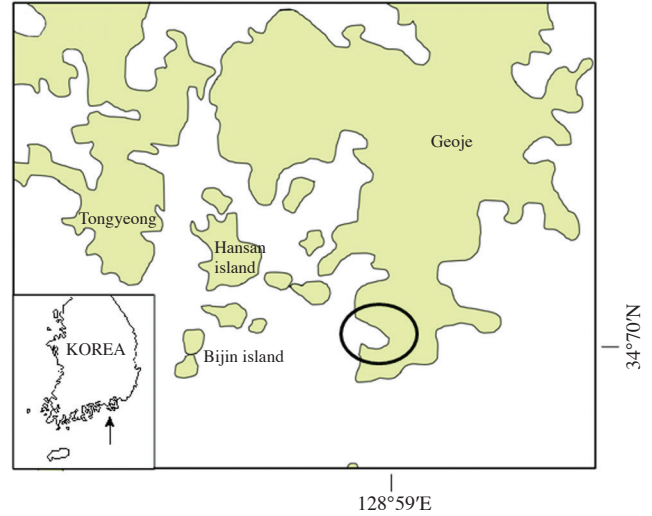


Fig. 1. Location of sampling area (round circle).

여기서, P_i 는 먹이생물 i 의 특정먹이생물우점도, S_i 는 소화관 내용물 중 먹이생물 i 의 부피, S_{ii} 는 먹이생물 i 를 섭식한 개체의 소화관 내용물 중 전체 먹이생물 부피이다.

체장별 먹이조성의 변화를 파악하기 위하여 살망둑 치어는 작은 체장군 (small size group, 14~20 mm)과 큰 체장군 (larger size group, 21~29 mm)으로 나누었다.

결과 및 고찰

채집된 살망둑 치어는 총 229개체였으며, 채집된 개체들의 체장 (standard length, SL)은 14~29 mm의 범위를 보였다 (Fig. 2). 그중 체장 21 mm에서 57개체가 나타나 가장 많은 개체가 채집된 것을 알 수 있었다. 또한 월별 채집 개체수는 6월 156개체, 7월 71개체, 8월 2개체였으며, 채집된 개체들의 체장분포는 6월 14~24 mm, 7월 18~29 mm, 8월 28~29 mm였다. 채집된 살망둑 치어의 체장분포는 시간이 지남에 따라 체장이 증가하는 경향을 나타내었다.

본 연구에 사용된 총 229개체의 살망둑 치어 소화관 내용물을 분석한 결과, 소화관 내용물이 발견되지 않은 공복 상태의 개체는 21개체로 9.17%의 공복율을 보였다. 소화관 내용물이 발견된 208개체의 먹이생물을 분석한 결과 (Table 1), 출현빈도 98.08%, 개체수비 77.14%, 부피비 90.20%, 상대중요성비 96.74%를 보인 요각류(Copepoda)가 살망둑 치어의 가장 중요한 먹이생물이었으며, 그중에서도 긴노요각목(Calanoida)이 출현빈도 95.67%, 개체수비 62.45%, 부피비 82.79%를 차지하여 가장 중요한 먹이생물로 나타났다. 이 외에도 상대중요성비로 본 먹이생물의 중요도는 만각류(Cirripedia)의 Cypris 유생이

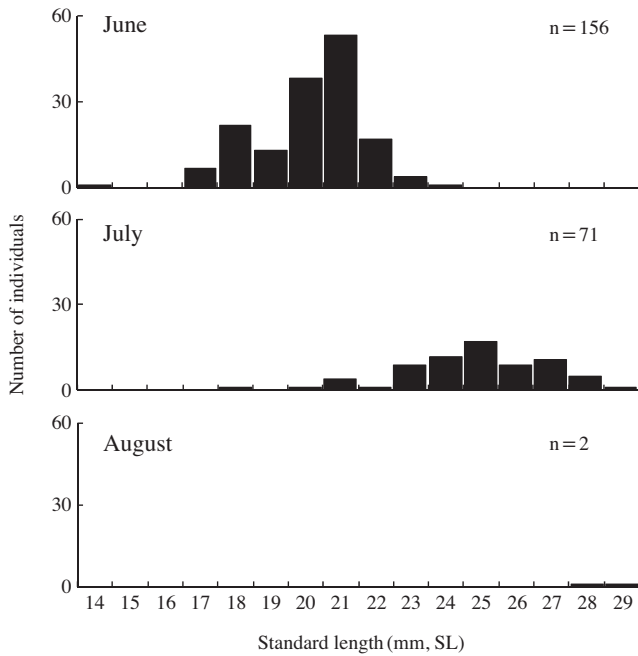


Fig. 2. Monthly variation in size distribution of juvenile *Gymnogobius heptacanthus*.

2.33%, 유충섬모충류(Tintinnida)가 0.92%, 십각류(Decapoda)가 0.01%로 낮게 나타났으며, 지각류(Cladocera)는 상대중요성비 0.01% 미만으로 매우 적게 나타나 살망둑 치어의 먹이생물 중 중요도가 가장 낮은 것으로 평가되었다.

본 연구지역은 잘피를 비롯한 해초지로 살망둑 치어가 비교적 풍부하게 출현하였다. 이와 같이 해초지에 자치어와 같은 소형 개체들이 많이 출현하는 것은 다양한 동물플랑크톤이 존재하고, 또한 해초지가 이들의 서식지를 제공해줄 뿐만 아니라 은신처 역할을 하기 때문인 것으로 생각된다(Kim and Gwak, 2012).

본 연구 결과 살망둑 치어의 주 먹이생물은 요각류였다. 요각류는 많은 해산 자치어들의 우점 먹이생물로 알려져 있으며(Uchikawa *et al.*, 2001; Robert *et al.*, 2008; Sassa, 2010), 살망둑이 속해 있는 많은 해산 망둑어류에서도 우점 먹이생물로 나타났다(Choi *et al.*, 1996; Kim and Noh, 1997; Huh and Gwak, 1998; Kim, 2000). 이와 같이 자치어를 비롯한 많은 소형 어류가 요각류를 주로 섭식하는 것을 알 수 있으며, 본 연구에서도 요각류가 가장 우점한 먹이생물로 나타나 이전 연구와 비슷한 경향을 보였다. 살망둑 치어는 요각류 중에서도 긴노요각목을

Table 1. Composition of the gut contents of juvenile *Gymnogobius heptacanthus* by frequency of occurrence, number, volume and index of relative importance (IRI)

| Prey | %F | %N | %V | IRI | %IRI |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------|
| Copepoda | 98.08 | 77.14 | 90.20 | 16,412.71 | 96.74 |
| Nauplius | 3.85 | 0.31 | 0.09 | | |
| Calanoida | 95.67 | 62.45 | 82.79 | | |
| <i>Acartia erythrae</i> | 19.71 | 3.19 | 4.82 | | |
| <i>A. pacifica</i> | 25.48 | 5.67 | 8.77 | | |
| <i>A. sinjiensis</i> | 0.48 | 0.03 | 0.07 | | |
| <i>A. sp.</i> Copepodite | 68.27 | 20.11 | 15.60 | | |
| <i>A. steueri</i> | 4.81 | 0.84 | 1.67 | | |
| <i>Acrocalanus gibber</i> | 35.58 | 7.93 | 18.61 | | |
| <i>Calanus sinicus</i> | 7.69 | 2.51 | 4.47 | | |
| <i>Candacia sp.</i> | 2.40 | 0.15 | 0.40 | | |
| <i>Centropages sp.</i> | 11.06 | 1.36 | 3.50 | | |
| <i>Labidocera sp.</i> | 0.96 | 0.06 | 0.10 | | |
| <i>Paracalanus parvus</i> s.l. | 8.17 | 2.39 | 4.86 | | |
| Unidentified Calanoida | 80.29 | 18.22 | 19.92 | | |
| Cyclopoida | 21.63 | 4.74 | 3.45 | | |
| <i>Oithona sp.</i> | 19.71 | 4.43 | 3.01 | | |
| <i>Corycaeus sp.</i> | 4.33 | 0.31 | 0.43 | | |
| Harpacticoida | 32.21 | 9.63 | 3.88 | | |
| <i>Microsetella sp.</i> | 4.33 | 0.93 | 0.30 | | |
| <i>Euterpina acutifrons</i> | 32.69 | 8.71 | 3.57 | | |
| Cirripedia | 22.12 | 9.70 | 8.18 | 395.51 | 2.33 |
| Cypris | 22.12 | 9.70 | 8.18 | | |
| Tintinnida | 11.54 | 12.98 | 0.50 | 155.56 | 0.92 |
| Cladocera | 0.48 | 0.03 | 0.17 | 0.10 | + |
| <i>Podon sp.</i> | 0.48 | 0.03 | 0.17 | | |
| Decapoda | 0.96 | 0.15 | 0.95 | 1.06 | 0.01 |
| <i>Brachyura nauplius</i> | 0.96 | 0.15 | 0.95 | | |
| Total | | 100 | 100 | 16,964.94 | 100 |

+: less than 0.01%

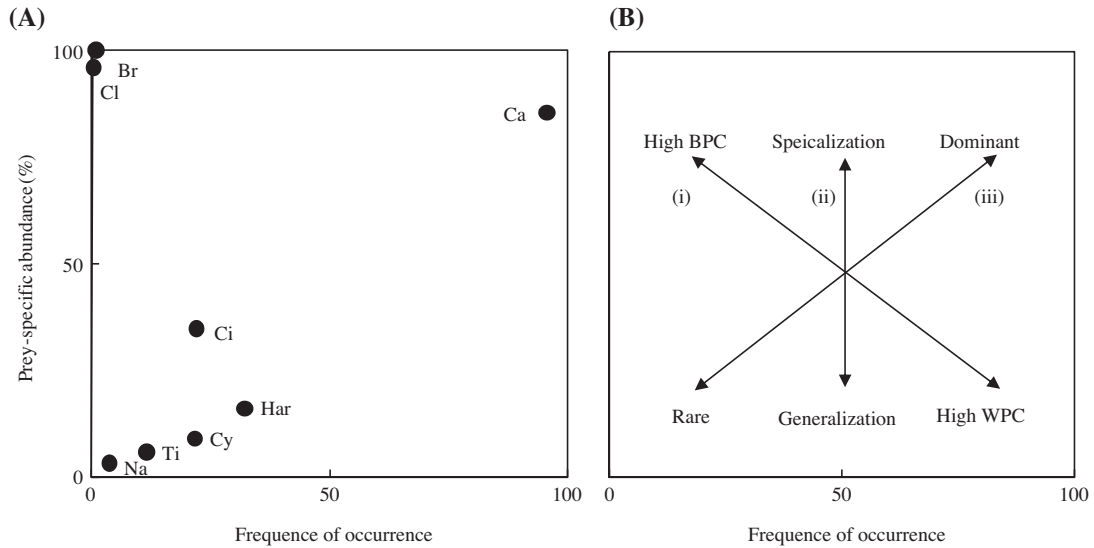


Fig. 3. (A) Graphical representation of feeding pattern of juvenile *Gymnogobius heptacanthus* in the coastal waters of Goeje (De, Decapoda; Ci, Cirripedia; Cl, Cladocera; Co, Copepoda; Ti, Tintinnida; Ca, Calanoida; Cy, Cyclopoida; Har, Harpacticoda; Na, Nauplius). (B) Explanatory diagram for interpretation of nichewidth contribution (axis i, withinphenotypic component (WPC) or betweenphenotypic component (BPC)) of the study population, feeding strategy (axis ii), and prey importance (axis iii).

주로 섭식하였는데, 긴노요각목은 주로 우리나라 표층에 많이 서식하는 부유성 요각류로 알려져 있어, 살망둑 치어가 긴노요각목을 쉽게 섭식할 수 있었던 것으로 생각된다(Soh and Suh, 1993).

살망둑 치어의 소화관 내용물 전체에 대해 도해적방법을 이용한 결과에 의하면, 긴노요각목이 95.67%의 출현빈도와 85.44%의 특정먹이생물우점도를 차지하여 살망둑 치어의 가장 우점한 먹이생물이었으며, 십각류와 지각류는 각각 100.00%와 95.99% 이상의 특정먹이생물우점도를 보였지만 소화관 내용물 중 차지하는 비율이 낮았다. 이는 본 조사 결과 십각류, 지각류와 같은 대형동물플랑크톤을 섭식하기에 용이한 큰 개체가 매우 적어 소화관 내용물을 차지하는 비율은 낮았지만 큰 개체가 십각류, 지각류를 대부분 섭식하여 특정먹이생물우점도는 높았던 것으로 생각된다. 그 외 먹이생물은 출현빈도와 특정먹이생물우점도가 매우 낮은 소수 먹이생물로 나타났다(Fig. 3).

출현빈도에 대한 특정먹이생물우점도 그래프 상에 나타내는 방법은 Amundsen *et al.* (1996)에 의해 제안되었으며, 많은 연구에서 어류의 섭식형태 및 섭식전략을 분석하는데 유용하게 사용되었다. 먹이생물종(또는 분류군)이 그래프에서 상부에 위치할수록 우점 먹이생물이며, 좁은 섭식폭을 가진 섭식특화종임을 나타낸다. 어류의 섭식전략에서 섭식특화종은 좁은 섭식폭을 가지는 반면, 섭식일반종은 넓은 섭식폭을 가진다(Pianka, 1988). 본 연구 결과, 살망둑 치어는 긴노요각목을 가장 우점적으로 섭식하는 종인 것을 알 수 있었다.

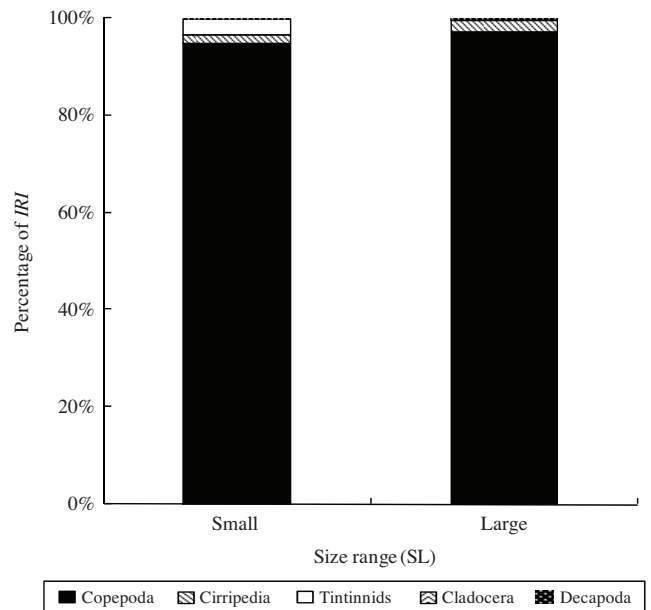


Fig. 4. Dietary composition of juvenile *Gymnogobius heptacanthus*, presented as percentage of IRI of major prey taxa in relation to two size classes (Small: 14~20 mm; Large: 20~29 mm).

살망둑 치어의 체장에 따른 먹이생물 조성을 알아보기 위해서 작은 체장군과 큰 체장군으로 구분하여 소화관 내용물을 조사하였다(Fig. 4). 그 결과, 요각류는 작은 체장군에서 94.78%, 큰 체장군에서 97.20%를 나타내어 두 체장군 모두에서 가장 우점하였다. 또한 모든 체장군에서 우점한 먹이생물인 요

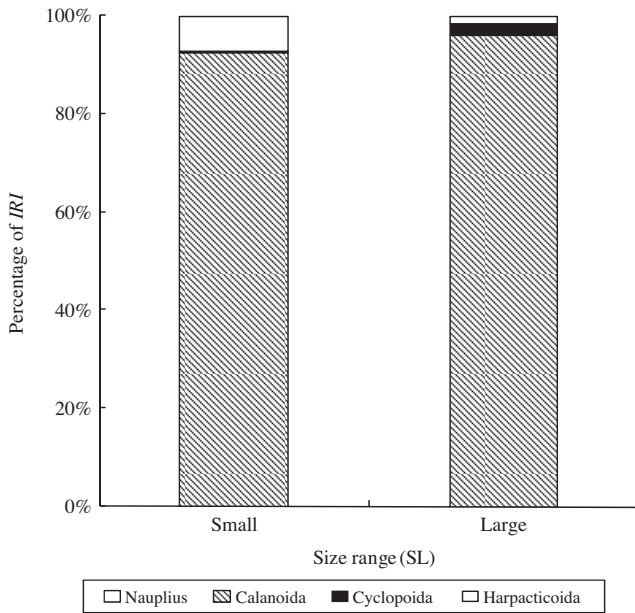


Fig. 5. Dietary composition of juvenile *Gymnogobius heptacanthus*, presented as percentage of IRI of main prey (Copepods) taxa in relation to two size classes (Small: 14~20 mm; Large: 20~29 mm).

각류만을 대상으로 성장에 따른 먹이생물의 변화를 조사하였다(Fig. 5). 그 결과, 작은 체장군에서 긴노요각목이 92.55%, 큰 체장군에서 96.02%를 나타내어 두 체장군 모두에서 긴노요각목이 우점하였다.

본 연구 결과 살망독 치어는 모든 크기군에서 요각류, 그중에서도 긴노요각목을 주로 섭식하여 성장함에 따라 먹이생물 변화가 거의 없었다. 도쿄만에 서식하는 살망독의 경우도 모든 크기군에서 긴노요각목이 우점 먹이생물인 것을 알 수 있었다(Kanou *et al.*, 2004). 하지만 같은 망둑어과에 속하는 점망둑(*Chaenogobius annularis*)과 풀망둑(*Synechogobius hastus*)은 부유생활을 하는 작은 크기군에서는 긴노요각목을 주로 섭식하다가 성장함에 따라 흡반이 발달하면서 저서생활을 시작하며, 저서성 요각류인 갈고리노벨레목(Harpacticoid)을 주로 섭식하는 것으로 알려져 있다(Coull, 1988; Choi *et al.*, 1996; Kim, 2004). 이는 살망독의 형태학적 발달과 연관이 있을 것으로 생각되는데 점망둑과 풀망둑에 비해 살망독은 흡반의 발달이 미비하고 부유생활을 하기 때문인 것으로 판단된다.

요 약

2011년 6월에서 8월까지 거제 연안에서 RN80으로 채집된 살망둑(*Gymnogobius heptacanthus*) 치어 229개체의 소환관 내용물 조성을 조사하였다. 살망독 치어의 체장은 14~29 mm의 범위를 보였으며, 요각류(Copepoda)가 가장 우점한 먹이생물

이었다. 요각류 다음으로는 만각류(Cirripedia)의 Cypris 유생이 우점하였으며, 그 외 지각류(Cladocera), 십각류(Decapoda) 등도 섭식하였으나 그 양은 많지 않았다. 살망독 치어의 섭식 전략과 섭식패턴을 알아보기 위하여 도해적방법을 이용한 결과, 요각류 중 긴노요각목(Calanoida)이 출현빈도와 특정먹이 생물우점도에서 가장 높게 나타나 살망독 치어는 긴노요각목을 가장 우점적으로 섭식하는 종임을 알 수 있었다. 살망독 치어는 모든 체장군에서 요각류를 주로 섭식하였으며, 요각류 중 긴노요각목이 가장 우점하였다.

사 사

이 논문은 2015년도 부경대학교 자율창의학술연구비로 수행되었습니다.

REFERENCES

Amundsen, P.A., H.M. Gabler 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.

Anderson, J.T. 1994. Feeding ecology and condition of larval and pelagic juvenile redfish *Sebastes* spp. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 104: 211-226.

Choi, Y., I.S. Kim, B.S. Ryu and J.Y. Park. 1996. Ecology of *Synechogobius hasta* (Pisces: Gobiidae) in the Kum River Estuary, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 29: 115-123.

Coull, B.C. 1988. Ecology of Marine Meiofauna. In: Higgins, R.P. and H. Thiel (ed.), *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, London, pp. 19-38.

Dotsu, Y. 1984. The biology and induced spawning of the gobiid fish, *Chaenogobius heptacanthus*. *Bull. Fish. Inst. Nagasaki Univ.*, 55: 9-18.

Huh, S.H. and S.N. Gwak. 1998. Feeding habits of *Favonigobius gymnauchen* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31: 372-379.

Isamu, Y. 1996. *Illustration of the Marine Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co., Ltd., 538pp.

Jang, C.Y. 2010. Invertebrate Fauna of Korea-Continental Harpacticoida, NIBR vol.21 no.4 246p.

Kanou, K., M. Sano and H. Kohno. 2004. Food habits of fishes on unvegetated tidal mudflats in Tokyo Bay, central Japan. *Fish. Sci.*, 70: 978-987.

Kim, B.G. and W.S. Gwak. 2006. Seasonal variation in species composition of fishes in the eelgrass bed in Jisepo Bay of Geoje Island, Korea. *Korean J. Ichtyol.*, 18: 234-243.

Kim, I.S., Y. Choi, C.R. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005.

- Illustrated Book of Korea Fishes. Kohak Inc., 615pp.
- Kim, J.S. and W.S. Gwak. 2012. Species composition of fish assemblage in a small scale eelgrass bed of Tongyeong, Korea. Korean J. Ichthyol., 24: 191-200.
- Kim, J.Y. 2000. Feeding habits of *Acanthogobius luridus* inhabiting the intertidal zone of the Western Coast of Korea. Fish. Aqua. Sci., 13: 309-316.
- Kim, J.Y. 2004. Feeding habits of *Chasmichthys dolichognathus* in the intertidal zone in the West Coast of Korea. KNU Fish. Sci. Res., 4: 363-374.
- Kim, J.Y. and Y.T. Noh. 1997. Feeding habits of *Acanthogobius elongatus* from the Kunsan coast intertidal zone: Neacho-do in the West Coast of Korea. J. Kor. Fish. Soc., 30: 413-422.
- Kouki, K., S. Mitsuhiro and K. Hiroshi. 2005. Ontogenetic diet shift, feeding rhythm, and daily ration of juvenile yellowfin goby *Acanthogobius flavimanus* on a tidal mudflat in the Tama River estuary, central. Japan J. Ichthyol. Res., 52: 319-324.
- Lee, D.H., J.S. Kim, J.S. Park, D.H. Han and W.S. Gwak. 2011. Species composition of fish assemblages in eelgrass bed of Jeogu on Geoje Island, Korea. Korean J. Ichthyol., 23: 225-233.
- Manabu, H., O. Taro, I. Takane, N. Kouj and T. Masaru. 2006. Diel and tidal changes in the distribution and feeding habits of Japanese temperate bass *Lateolabrax japonicus* juveniles in the surf zone of Ariake Bay. Ichthyol. Res., 53: 129-136.
- Pianka, E.R. 1988. Evolutionary Ecology 4th ed. Harper Collins New York, p. 468.
- 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.
- Robert, D., M. Castonguay and L. Fortier. 2008. Effects of intra- and inter-annual variability in prey field on the feeding selectivity of larval Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). J. Plankton Res., 30: 673-688.
- Sassa, C. 2010. Feeding ecology of *Symbolophorus californiensis* larvae (Teleostei: Myctophidae) in the southern transition region of the Western North Pacific. J. Mar. Biol. Ass., 90: 1249-1256.
- Seo, H.Y. 2010. Invertebrate fauna of Korea-Marine Planktonic Copepods. NIBR, vol.21 no.3 199p.
- Shoji, J., K. Sakiyama, M. Hori, G. Yoshida and M. Hamaguchi. 2007. Seagrass habitat reduces vulnerability of red sea bream *Pagrus major* juveniles to piscivorous fish predator. Fisheries sci., 73: 1281-1285.
- Soh, H.Y. and H.L. Suh. 1993. Seasonal fluctuation of the abundance of the planktonic copepods in Kwangyang Bay. Korean J. Environ. Biol., 11: 26-34.
- Sokolovskaya, T.G. and A.S. Sokolovsky. 2010. Composition and seasonal variability of ichthyoplankton collected using fishing lights in Vostok bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan). Proceedings of China, 193-197.
- Sudo, H. and N. Kajihara. 2008. Food habits of juvenile devil stingers *Inimicus japonicus* and their changes with growth in the *Zostera marina* seagrass bed in Mano Bay, Sado Island. Nippon Suisan Gakk., 74: 827-831.
- Takagi, K. 1966. Distributions and ecology of the gobioid fishes in the Japanese waters. J. Tokyo Univ. Fish., 52: 87-127.
- Tetsuya, T., S. Yuusuke, S. Akiko, I. Kazuo, H. Yuko and S. Naonobu. 2007. Feeding habits of stone flounder *Platichthys bicoloratus* larvae in Mutsu Bay, Japan. Fisheries sci., 73: 142-155.
- Uchikawa, K., D. Kitagawa and Y. Sakurai. 2001. Notes on feeding habits of the mesopelagic fish *Maurolicus japonicus* off the Pacific coast of Northern Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 52: 151-156.
- Yoo, G.I., H.K. Hue and W.C. Lee. 1991. Taxonomical revision on the genus *Acartia* (Copepoda: Calanoida) in the Korean Waters. Bull. Korean Fish. Soc., 24: 255-265.