

진해만 동부 주변해역에 출현하는 청베도라치(*Parablennius yatabei*) 후기자어의 소화관 내용물 조성

김현지 · 정재묵¹ · 박종혁² · 백근욱² · 허성회^{3*}

국립수산과학원 연근해자원과, ¹국립수산과학원 수산자원연구센터, ²경상대학교 해양식품생명과학과 · 해양산업연구소 · 해양생물교육연구센터, ³부경대학교 해양학과

Gut Composition of Post-larval Yatabe Blenny *Parablennius yatabei* in the Coastal Waters of Eastern Jinhae Bay

Hyeon Ji Kim, Jae Mook Jeong¹, Jong Hyeok Park², Gun Wook Baeck² and Sung-Hoi Huh^{3*}

Coastal Water Fisheries Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Fisheries Resources Research Center, National Institute of Fisheries Science, Tongyeong 53064, Korea

²Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry·Marine Bio-Education & Research Center, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

³Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

The feeding habits of post-larval Yatabe blenny *Parablennius yatabei* (2.0-9.8 mm SL) were examined on the basis of 158 individuals collected from June to October in the coastal waters of eastern Jinhae Bay, South Korea. Based on the index of relative importance (IRI), post-larval *P. yatabei* fed 94.4% on copepods and 5.6% on tintinnids. The preference of post-larval *P. yatabei* for copepods to other prey items results from ontogenetic changes. The dietary percentage of copepods increased as fish size increased and tintinnids became less important. The feeding rate of post-larval *P. yatabei* was consistent at all times of day.

Key words: Yatabe blenny *Parablennius yatabei*, Post-larval, Eastern Jinhae Bay

서 론

자치어는 부화 직후에서 난황 흡수까지의 전기자어기, 난황 흡수 후 각 지느러미가 형성되기까지의 후기자어기, 자어기 이후 체형, 반문 등이 성어와 구별이 되는 치어기로 세분화 할 수 있다(Kim et al., 2005; Okiyama, 2014). 자치어기에는 먹이생물 포획능력이 발달되지 않아 기아상태로 사망할 확률이 매우 높은 시기이다. 특히 치어기와는 다르게 난황흡수 후 외생 섭식을 에너지원으로 사용하기 시작하는 후기자어기의 먹이생물 연구는 생태계지위를 파악하는데 중요한 역할을 한다.

청베도라치는 농어목(Perciformes) 청베도라치과(Bleniidae)에 속하는 어류로 해안이나 조간대의 바위지역에 서식한다(Kim et al., 2005). 청베도라치의 산란시기는 6월로 관찰되었으며, 진주담치, 굴과 같은 패각에 산란하는 특성을 가진다(Kim et al., 1992). 청베도라치는 수산자원으로의 이용가치

는 낮지만 우리나라와 일본 연안에 널리 분포하는 것으로 알려져 있다(Kimura et al., 1999; Kwak et al., 2013; Yamato and Shoji, 2016). 이처럼 연안 생태계에서 출현이 잦고 널리 분포하는 청베도라치에 대한 연구는 자치어기 형태발달에 관한 연구(Kim et al., 1992), 청베도라치과 어류의 식성(Kotrschal and Thomson, 1986; Hundt et al., 2014) 등과 같이 미비하게 이루어져 있으며, 초기 먹이습성 등과 같은 생태에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다. 초기 먹이생물의 파악은 어류의 생존 및 가입에 밀접한 영향을 끼치기 때문에 그에 대한 연구는 매우 중요하다(Choi et al., 2015).

따라서 본 연구의 목적은 청베도라치 후기자어의 주요 먹이생물을 알아보고, 성장에 따른 크기군별 먹이생물 조성의 변화 및 시간별 일주기 섭식율을 알아보기 위해 진해만 동부해역에 출현하는 청베도라치 후기자어의 소화관 내용물을 분석하였다.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0616>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 50(5) 616-620, October 2017

Received 28 June 2017; Revised 26 July 2017; Accepted 8 September 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 6570 Fax: +82. 51. 629. 6568

E-mail address: shhuh@pknu.ac.kr

재료 및 방법

본 연구에 사용된 청베도라치 후기자어는 2010년 10월, 2011년 6월에서 9월까지 매월 1회, 3시간 간격으로 진해만 동부해역에서 24시간 동안 채집되었다(Kim et al., 2017). 후기자어는 RN80(망목 330 μm)네트를 이용하여 채집하였으며, 채집 즉시 현장에서 5% 중성 포르말린으로 고정시켜 운반하였다. 각 개체의 척색장(notochord length)을 0.1 mm까지 측정된 뒤, 현미경 아래에서 해부침을 이용하여 소화관 전체를 분리 후 가능한 중 수준까지 동정하고, 종류별로 계수하였으며, Takatu et al. (2007)의 부피 계산식으로 부피를 계산하였다. 소화관 내용물 조사를 위한 충분한 표본크기를 결정하기 위하여 누적먹이곡선(cumulative prey curve)을 사용하였으며(Ferry and Cailliet, 1996), 많이 출현한 8개의 분류군으로 구분하여 100번 무작위화 한 뒤, 평균과 표준편차를 그래프 상에 나타내었다. 이때 곡선의 점근선은 소화관 내용물 분석을 위한 최소 표본크기를 나타낸다.

각각의 먹이생물은 출현빈도(%F), 개체수비(%N) 그리고 부피비(%V)로 나타내었으며, 다음과 같은 식을 이용하여 구하였다.

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

$$\% N (V) = N (V)_i / N (V)_{total} \times 100$$

그리고 아래의 Pinkas et al. (1971)의 식을 이용하여 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)를 구한 뒤 백분율로 환산하였다.

$$\% IRI = [(\%N + \%V) \times \%F] \times 100$$

성장에 따른 먹이조성의 변화를 파악하기 위하여 1 mm 단위로 척색장별 먹이생물의 상대중요성지수비를 구하였으며, 자치어의 시간별 섭식을 변화를 알아보기 위하여 3시간 간격으로 채집된 청베도라치 후기자어 전 개체를 대상으로 시간별 채집 개체수당 섭식개체수를 백분율로 환산하여 섭식발생율(feeding incidence)을 산정하였다.

결과 및 고찰

청베도라치 후기자어 소화관 내용물 연구를 위하여 사용된 시료를 살펴보면(Fig. 1) 총 158개체가 채집되었으며, 6월에 2.1-9.8 mm 범위의 133개체, 7월에 2.0 mm 1개체, 8월에 3.0 mm, 4.3 mm의 2개체가 출현하였다. 9월, 10월에는 각각 11개체로 9월에 2.6-4.3 mm, 10월에 3.0-5.2 mm의 출현 범위를 나타냈다. 이러한 출현양상은 청베도라치의 주 산란기와 일치하는 경향을 보였으며(Kim et al., 1992), 이후 부화한 개체들이 채집된 것으로 판단된다.

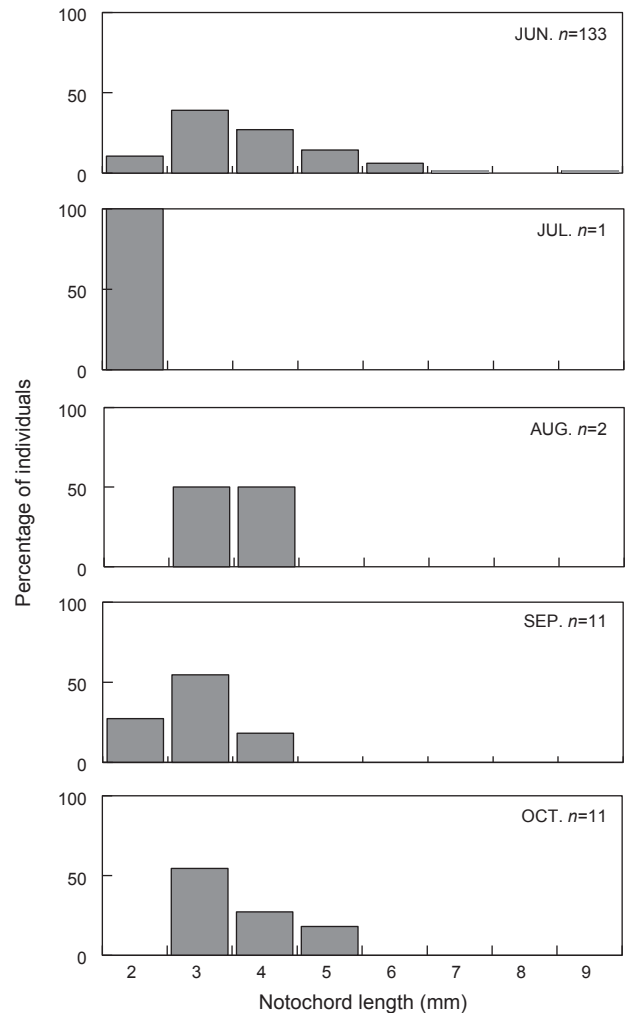


Fig. 1. Monthly size frequency of post-larval Yatabe blenny *Parablennius yatabei* collected in the eastern Jinhae Bay.

본 연구기간 동안 채집된 청베도라치 후기자어는 총 158개체로 그 중 공복인 개체를 제외한 91개체를 대상으로 소화관 내용물을 분석하였으며, 소화관 내용물이 발견된 91개체를 대상으로 조사한 누적 먹이곡선은 61개체에서 점근선에 근접하였다(Fig. 2). 따라서 본 연구의 청베도라치 후기자어의 표본 크기는 소화관 내용물을 설명하기에 충분하였다.

청베도라치 후기자어 소화관 내용물 분석 결과(Table 1), 요각류(Copepoda)가 출현빈도 74.4%, 개체수비 76.7%, 부피비 96.8%, 상대중요성지수비 94.4%로 가장 우점한 먹이생물이었다. 미확인 요각류(Unidentified Copepods), 요각류 후기 유생(Copepodite)의 비율이 비교적 높았으며, 긴노요각목(Calanoida), 검물벼룩목(Cyclopoida)이 출현하였다. 또한 유충섬모충류(Tintinnida)는 출현빈도 31.1%, 개체수비 21.5%, 부피비 3.0%, 상대중요성지수비 5.6%를 나타내며 차우점하였다. 이

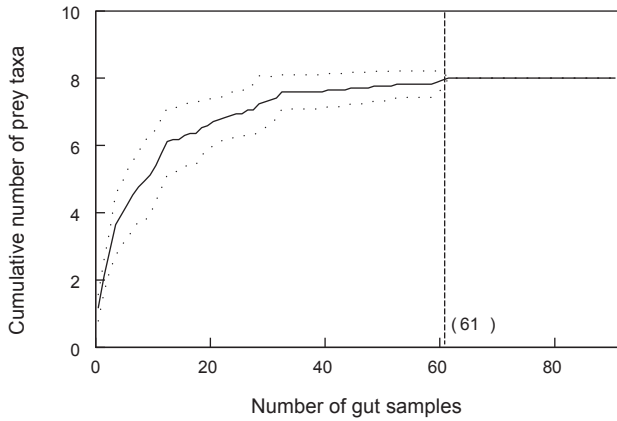


Fig. 2. Cumulative prey curves of prey taxa per gut contents of post-larval Yatabe blenny *Parablennius yatabei* in the collected in the eastern Jinhae Bay. Dashed line represents standard deviation after 100 permutations.

Table 1. Prey item of post-larval of Yatabe blenny *Parablennius yatabei* in gut contents by frequency of occurrence, number, volume and percentage index of relative importance (*IRI*)

Prey organisms	%F	%N	%V	%IRI
Copepoda	74.4	76.7	96.8	94.4
Calanoida	5.6	3.1	8.8	
<i>Acartia</i> spp.	4.4	2.5	8.1	
<i>Paracalanus parvus</i> s.l.	1.1	0.6	0.7	
Cyclopoida	8.9	6.7	12.0	
<i>Corycaeus affinis</i>	1.1	0.6	0.7	
<i>Oithona</i> sp.	8.9	6.1	11.3	
Nauplii	18.9	11.7	2.3	
Copepods eggs	5.6	3.1	0.1	
Copepodite	18.9	22.1	24.0	
Unidentified Copepods	28.9	30.1	49.7	
Tintinnida	31.1	21.5	3.0	5.6
<i>Favella</i> spp.	27.8	19.6	2.4	
<i>Codonellopsis</i> spp.	3.3	1.8	0.6	
Rotifera	2.2	1.8	0.2	+
Total		100.0	100.0	100.0

+, less than 0.1.

외에 윤충류(Rotifera)가 섭식되었지만 출현량은 매우 적었다. 청베도라치 후기자어는 요각류를 가장 높은 비율로 섭식하였다. 요각류 중에서는 긴노요각목, 검물벼룩목에 속하는 요각류가 출현했는데 이러한 종들은 표충성 요각류로서 전 일생을 부유하는 것으로 알려져 있다(Atkinson, 1998). 청베도라치 후기 자어 역시 표충을 부유하며 서식지에서 섭식이 용이한 요각류를 주로 섭식한 것으로 판단된다(Kim et al., 2013).

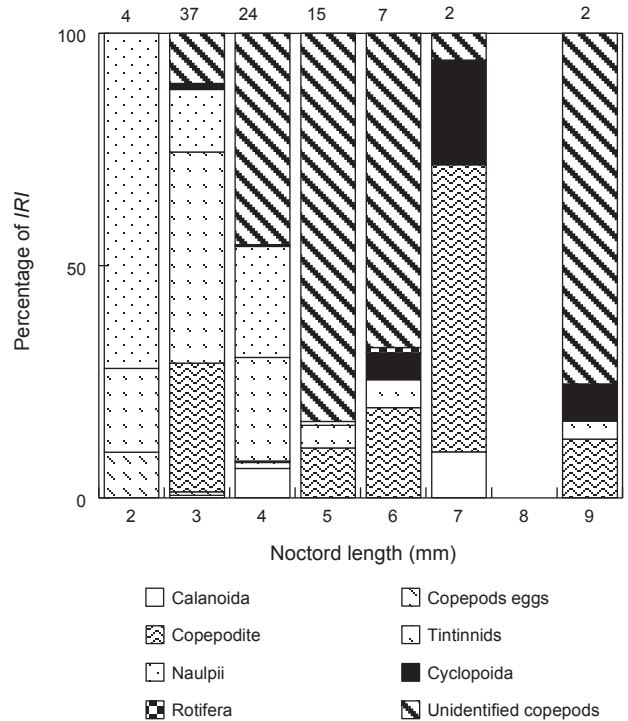


Fig. 3. Ontogenetic changes in composition of gut contents of post-larval Yatabe blenny *Parablennius yatabei* by percentage of *IRI*.

같은 청베도라치과에 속하는 *Omobranchus* sp. 자어는 주로 식물플랑크톤을 섭식하여 본 연구와 다른 먹이생물 출현양상을 보였으나(Ara et al., 2016), *Omobranchus* sp. 자어 역시 분포하고 있는 서식지 주변에 번성하고 많이 출현하는 먹이생물을 섭식한 것으로 판단된다. 그 이유는 두 연구에서 사용된 개체들은 매우 유사한 형태학적 특징을 지니고 있으며, 크기 또한 유사하여 그들의 포식능력이 비슷해 주 먹이생물이 유사할 것으로 생각되었으나 두 연구에서 나타난 주 먹이생물은 상이하게 나타났기 때문이다. 따라서 주 먹이생물의 차이는 서식지 먹이생물의 조성 차이로 인해 기인된 것으로 생각된다. 본 연구에 사용된 청베도라치 후기 자어는 연안에서 채집되었지만, *Omobranchus* sp. 자어는 맹그로브와 해조류가 많이 자생하는 지역에서 채집되었으며, 맹그로브와 해조류가 많이 자생하는 지역은 식물플랑크톤 번성에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Ara et al., 2016). 이를 바탕으로 볼 때 두 연구 모두 주변에 많이 출현하고 섭식이 용이한 먹이생물을 주로 섭식하는 특성을 보이는 것을 알 수 있다.

청베도라치 후기자어의 성장에 따른 먹이생물의 조성을 알아보기 위하여 1 mm 단위 척색장별 먹이생물의 %*IRI*를 비교하였다(Fig. 3). 2 mm는 4개체 채집되었고 요각류 유생이 72.2%로 가장 우점 하였으며, 3 mm는 37개체로 유충섬모충류가 45.5% 출현하여 우점하였다. 4, 5, 6 mm는 각각 24, 15, 7개체

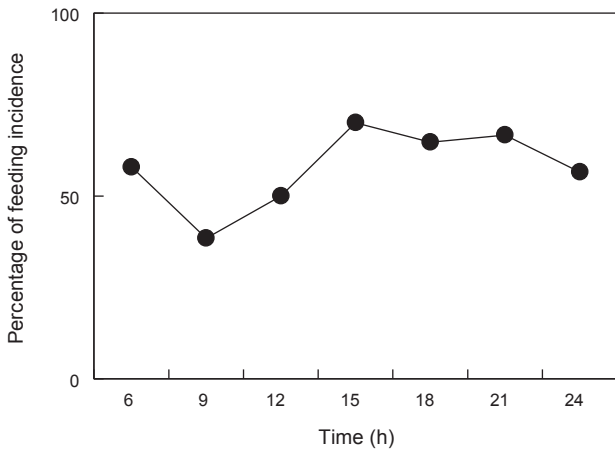


Fig. 4. Feeding incidence in gut contents of post-larval Yatabe blenny *Parablennius yatabei* in the eastern Jinhae Bay.

가 출현하였고 미확인 요각류가 각각 45.5, 83.5, 67.7% 출현하여 우점하였으며, 7 mm는 2개체로 요각류 후기 유생이 61.8%로 우점하였다. 8 mm에 해당하는 청베도라치 후기자어는 채집되지 않았으며, 9 mm는 2개체로 미확인 요각류가 75.5% 출현하였다.

청베도라치 후기자어의 성장에 따른 먹이생물 변화를 알아본 결과, 척색장이 증가하면서 킨노요각목과 유충류가 각각 0.5%에서 9.9%까지, 0.3%에서 1.2%까지 증가하였으며, 요각류 후기 유생, 검물벼룩목, 미확인 요각류는 증감의 변동이 약간 있었지만 전체적으로는 증가한 경향을 보였다. 또한 요각류 유생(Nauplii)이 72.1%에서 0.84%까지 감소하였고, 요각류 난과 유충섬모충류는 증감의 변동이 있었지만 비교적 감소하는 경향을 보였다. 전체적으로는 모든 크기에서 대부분 요각류에 속하는 분류군이 우점하였다. 청베도라치는 잡식성식자(omnivores feeder)로 알려져 있는데(Kotrschal and Thomson, 1986), 본 연구 대상인 청베도라치 후기자어의 경우 대부분의 개체가 요각류를 주로 섭식한 것으로 나타나 잡식성식자의 경향이 나타나지 않았다. 주로 잡식성식자로 나타난 개체들은 20 mm가 넘는 개체였으며, 이들은 본 연구 대상인 10 mm 이하의 청베도라치 후기자어 보다 성장하면서 유영능력이 증가하여 선택 가능한 서식지가 늘어나고, 소화력 또한 증가했을 것으로 생각된다(Thorisson, 1994). 따라서 다양한 먹이생물을 섭식할 수 있는 기회가 생기고, 요각류보다 영양학적으로 우월한 먹이생물을 섭식하는 것이 가능했을 것이라 판단된다.

청베도라치 후기자어의 시간별 섭식 양상을 살펴보면(Fig. 4), 하루 동안 35.8-70.0%의 섭식율 범위를 보였는데, 9시에 35.8%로 가장 낮게 나타났으며, 15시에 섭식율 70.0%로 가장 높게 나타났다. 그 이후 18시에 64.7%, 21시에 66.7%, 24시에 56.5%로 섭식율이 점차 감소했다.

대부분의 어류는 시각적 섭식자로 낮 시간대에 주로 섭식이

이루어진다고 알려져 있다(Hunter, 1981). 본 연구대상 종인 청베도라치 후기자어는 전 시간대에 걸쳐 섭식하였는데, 9시부터 15시까지 섭식율이 점차 증가하고, 15시 이후는 감소하는 경향을 나타내 주 섭식시간은 9시부터 15시까지의 낮 시간임을 알 수 있다. 하지만 전 시간대에서 비교적 높은 비율의 섭식이 이루어진 것을 확인할 수 있는데, 이는 초기 생존율을 높이는 데 중요한 현상으로 생각된다. 이처럼 지속적으로 섭식율이 높은 것은 청베도라치 후기자어가 높은 탐식성으로 시각적 섭식활동이 매우 어려운 상황에서 미량의 빛으로도 섭식활동을 이어갔을 것으로 생각된다. 이러한 양상은 자치어기의 몇몇 어종에서도 나타나고 있다(Rao, 2003). 하지만 청베도라치 후기자어의 일 섭식 양상의 보다 정확한 파악을 위해서 다양한 환경에서의 분석이 필요할 것으로 생각된다.

사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의기술연구비(2016)에 의하여 연구되었습니다.

References

- Ara R, Arshad A, Amin SMN and Ghaffar MA. 2016. Food and feeding habits of *Omobranchus* sp. (Blenniidae: Omobranchini) larvae in the Seagrass-Mangrove ecosystem of Johor Strait, Malaysia. *J Env Bio* 37, 735-743.
- Atkinson A. 1998. Life cycle strategies of epipelagic copepods in the Southern Ocean. *J Mar Sys* 15, 289-311. [https://dx.doi.org/10.1016/S0924-7963\(97\)00081-X](https://dx.doi.org/10.1016/S0924-7963(97)00081-X).
- Choi HC, Huh SH, Park JM, Baeck GW and Suh YS. 2015. Feeding habits of larval *Liparis tanakae* from the Nakdong River estuary, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 368-376. <https://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0368>.
- Ferry LA and Cailliet GM. 1996. Sample size and data analysis : Are we characterizing and comparing diet properly, In: MacKinlay D, Shearer K (eds) *Feeding ecology and nutrition in fish, symposium proceedings*, San Francisco, U.S.A., 71-80.
- Hundt PJ, Nakamura Y and Yamaoka K. 2014. Diet of combtooth blennies (Blenniidae) in Kochi and Okinawa, Japan. *Ichthyol Res* 61, 76-82. <https://dx.doi.org/10.1007/s10228-013-0366-7>.
- Hunter JR. 1981. *Feeding ecology and predation of marine fish larvae*. Marine fish larvae: morphological, ecology, and relation to fisheries. University of Washington Press, Seattle, U.S.A., 343-355.
- Kim HJ, Jeong JM, Park JH and Baeck GW. 2017. Feeding habits of larval Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Eastern Jinhae Bay, Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 50, 92-97. <https://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2017.0092>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CH, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005.

- Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publication, Seoul, Korea, 615.
- 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. <http://dx.doi.org/10.11626/kjeb.2013.31.4.275>.
- Kim YU, Myoung JG, Han KH and Kang CB. 1992. Morphology of larvae, egg development and spawning behavior of the blennioid fish, *Pictiblennius yatabei*. Korean J Ichthyol 4, 44-54.
- Kimura S, Okada M, Yamashita T, Taniyama I, Yodo T, Hirose M and Kimura F. 1999. Eggs, larvae and juveniles of the fishes occurring in the Nagara River estuary, central Japan. Bull Fac Bioresour-Mie Univ 23, 37-62.
- Kotrschal K and Thomson DA. 1986. Feeding patterns in eastern tropical Pacific blennioid fishes (Teleostei: Tripterygiidae, Labrisomidae, Chaenopsidae, Blenniidae). Oecologia, 70, 367-378. <https://dx.doi.org/10.1007/BF00379499>.
- Kwak SN, Huh SH and Kim HW. 2013. Temporal and spatial variations and species composition of ichthyoplanktons in a Sea Area, with the construction of artificial upwelling structure. J Kor Soc Mar Environ Saf 19, 309-314. <https://dx.doi.org/10.7837/kosomes.2013.19.4.309>.
- Okiyama M. 2014. An atlas of the early stage fishes in Japan, second edition. Tokai University Press, Tokyo, Japan.
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish Bull 152, 1-105.
- Rao TR. 2003. Ecological and ethological perspectives in larval fish feeding. J Appl Aquacult 13, 145-178. http://dx.doi.org/10.1300/J028v13n01_06.
- Takatsu T, Suzuki Y, Shimizu A, Imura K, Hiraoka Y and Shiga N. 2007. Feeding habits of stone flounder *Platichthys bicoloratus* larvae in Mutsu Bay, Japan. Fisheries Sci 73, 142-155. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1444-2906.2007.01312.x>.
- Thorisson K. 1994. Is metamorphosis a critical interval in the early life of marine fishes. Environ Biol Fish 40, 23-36.
- 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. Aquaculture Sci 64, 53-61. <http://dx.doi.org/10.11233/aquaculturesci.64.53>.