

## 서해연안 조간대에 서식하는 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*) 자치어의 먹이생물

김종연 · 윤종만<sup>†</sup>  
(군산대학교)

### Food Organisms of Juveniles of *Tridentiger trigonocephalus* from the Intertidal Zone in the Western Coast of Korea

Jong-Yeon KIM · Jong-Man YOON<sup>†</sup>  
(Kunsan National University)

#### Abstract

To investigate the feeding habits of *Tridentiger trigonocephalus* juveniles captured in the intertidal zone of Dodun-ri, Seocheon-gun from the end of May to early June 2012, the gut contents were observed. Feeding incidence of the juveniles increased twice a day, first in the morning and second in the afternoon. The major food organisms of the juveniles (6.5~10.0 mm NL) were composed of copepods (65.4%), amphipods (2.0%), shrimp larvae (14.5%), polychaete larvae (22.6%), and etc. These food items held more than 2 percentage in the dry weight of the total food items.

**Key words** : Dodun-ri, Feeding habit, Intertidal zone, Juvenile, *Tridentiger trigonocephalus*

#### I. 서론

망둑어과 어류는 전 세계에 약 2,000 종이 분포하고 있는 것으로 추산되고 있고(Hoese 1985), 연안과 내만생태계의 영양단계에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다(Takagi 1966; Choi et al. 1996).

그 중 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*)은 바닥에서 사는 작은 물고기로서, 가까운 일본을 비롯하여 우리나라 가까운 연안의 조수웅덩이나 암초 사이에 많이 분포하고 있다.

물고기의 발육단계 중 자어후기는 외부 환경으로부터 영양을 적극적으로 섭취하는 단계이고, 형태 변화도 비교적 활발한 시기이다. 외국의 경

우 물고기 초기 단계에서 먹이를 먹는 것에 대한 연구가 이루어져 왔으나 (Hunter 1976; Arthur 1976; Jenkins 1987; Matsushita et al. 1988), 우리나라에서는 물고기의 먹이에 대한 연구가 주로 성어에 대해서 수행되었다(Kang and Chin 1983; Kim and Kang 1986; Kim and Kang 1991). 망둑어과 어류의 섭식생태에 대한 연구는 *Acanthogobius hasta* (Paik 1969), *Tridentiger trigonocephalus* (Kim and Noh 1996), *Acanthogobius elongata* (Kim and Noh 1997), *Favonigobius gymnauchen* (Kim 1997; Huh and Kwak 1998a), *Pseudoblennius cottoides* (Huh and Kwak 1998c), *Acentrogobius pflaumii* (Huh and Kwak 1998b), *Acanthogobius flavimanus* (Huh and

<sup>†</sup> Corresponding author : 063-469-1887, jmyoon@kunsan.ac.kr

Kwak 1999) 등이 있는데, 이들도 주로 치어기 이상의 크기에 관해서 연구가 이루어졌다. 치어기의 초기 먹이에 관한 연구는 *Enedrias fangi* (Kim et al. 1985)와 *Chaenogobius laevis* (Lee and Huh 1989) 등이 있고, 먹이를 처음으로 먹는 후기자치어의 먹이에 관한 연구는 *Engraulis japonica* (Park and Cha 1995)와 *Konosirus punctatus* (Park et al. 1996) 등이 있을 뿐이다.

본 연구에서는, 서해 연안 조간대에 널리 분포하여, 생태적으로 중요한 위치를 차지하고 있는 두줄망둑의 자치어기에서의 섭식 참여율을 조사하고, 위내용물로부터 먹이의 종류와 조성, 물고기의 크기에 따른 먹이의 변화를 파악하고자 하였다.

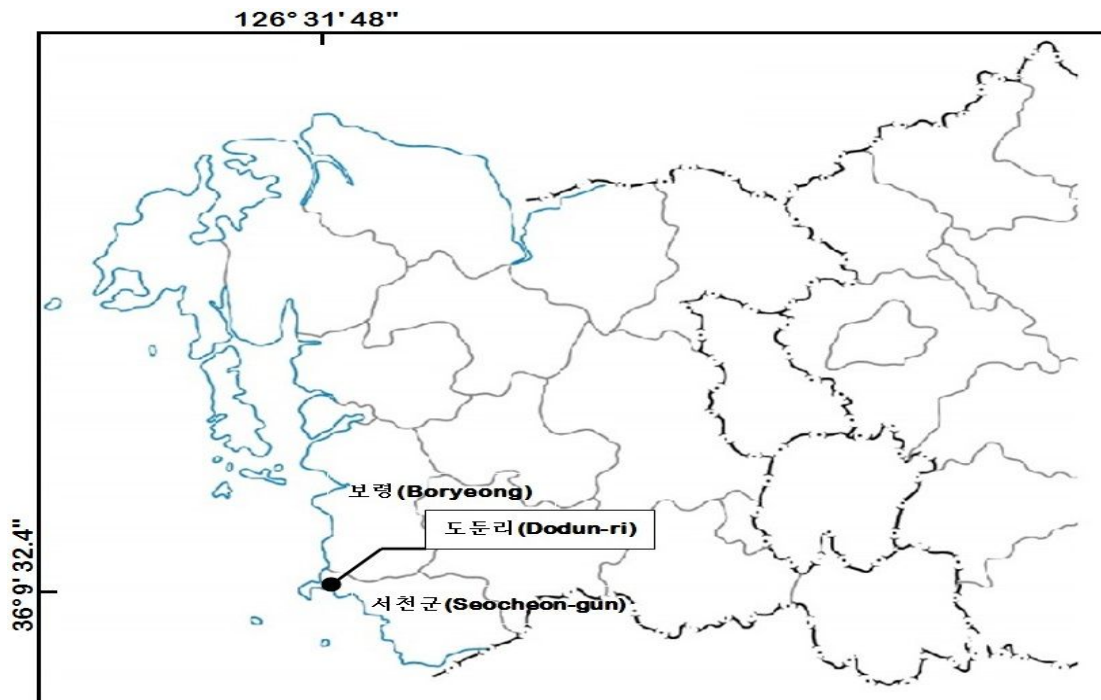
## II. 재료 및 방법

이 연구에 사용된 두줄망둑은 충청남도 서천군 서면 도둔리의 조간대(Fig. 1)에서 2012년 5월말

부터 6월초 사이에 주로 간조 시에 수로 또는 조수웅덩이에서 집중적으로 채집되었다. 채집 도구는 족대와 뜰망 등을 사용하였고, 채집된 두줄망둑 자치어는 186 마리였다. 물고기는 채집 즉시 5% 중성 포르말린 용액으로 고정하였으며, 물고기의 크기는 척색장을 기준으로 0.1 mm까지 측정하였다.

측정이 끝난 물고기는 날카로운 핀을 이용하여 위를 분리하였다. 분리된 위는 10% KOH 용액에 넣고, 70℃에서 30분간 중탕하여 투명하게 만들었다(Park et al., 1996). 투명해진 위를 슬라이드 글라스 위에 놓고, 생물 현미경을 이용하여 먹이를 먹었는지의 여부를 판정하였으며, 위 내의 먹이생물을 분류하였다. 먹이생물의 동정에는 Okada (1965), Yamaji (1966), Bowman and Abele (1982) 등이 참고되었다.

시간대별 먹이생물의 출현 양상을 조사하기 위하여 09시부터 18시까지 매시간 채집한 후, 채집 시간에 따른 위 내용물의 중량 변화를 섭식 참여



[Fig. 1] Location of sampling station

을을 통해서 살펴보았다 (Kim and Kang 1991). 또한, 물고기 크기군별로 전체 위 내용물에 대한 각 먹이생물의 건조 중량비로 나타내었다. 건조 중량은 80°C의 dry oven에서 24시간 건조시킨 뒤, 정밀한 전자식 저울을 이용하여 측정하였다.

위 내용물들은 먹은 후 상당한 시간이 경과한 경우가 많아, 종까지의 동정이 불가능하여, 대부분 류하였으며, 먹이 중에서 전혀 동정할 수 없는 아주 작은 유기물질은 detritus 항목에 포함시켰다.

섭식 참여율은 총 실험 개체 수에 대한 섭식 자어수의 비로써 계산하였다. 섭식 자어의 먹이생물을 분류군별로 계수하여 먹이생물의 개체수 조성(N)을 조사하였으며, 각 먹이생물이 출현한 치어의 수로부터 먹이생물의 출현율을 조사하였다. 각 먹이생물의 중요도를 알아보기 위하여 먹이생물의 개체수 조성과 출현율의 곱으로부터 상대중요성지수(IRI: Index of Relative Importance)를 계산하였다(Jenkins 1987).

### Ⅲ. 결과 및 고찰

채집된 두줄망둑 치어는 척색장이 6.5mm~10.0mm의 크기였으며, 위 내용물 분석이 이루어진 186 마리 자치어 중에서 위 내용물을 가진 자치어는 126 마리로 전체의 67.7%를 차지하였다 (<Table 1>).

척색장에 따른 섭식 참여율을 보면, 척색장 6.5~7.0mm에서 51.4%로 가장 낮은 참여율을 나타내었고, 척색장 9.5~10.0mm에서 83.3%로 가장 높은 참여율을 나타내었다. 척색장 7.0~7.5mm에서는 55.6%의 섭식 참여율을 나타내었고, 척색장 7.5~8.0mm에서 60.9%, 척색장 8.0~8.5mm에서 69.0%, 척색장 8.5~9.0mm에서 80.8%, 척색장 9.0~9.5mm에서 81.8%로 비교적 높은 섭식 참여율을 나타내었다.

본 연구에서 두줄망둑 자치어의 섭식 참여율이 평균 67.7%로 나타나, 전어의 후기자어 섭식 참

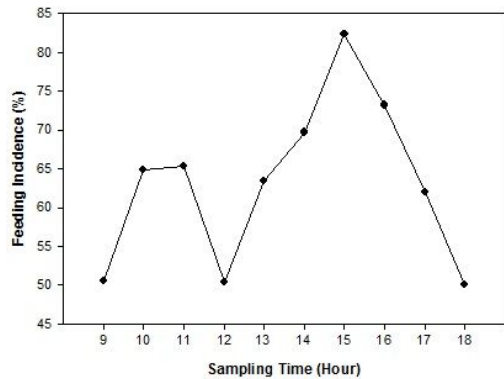
<Table 1> Feeding incidence of *Tridentiger trigrinocephalus* juveniles captured in studied sites

Size range of NL*(mm)	Number of Guts	
	Examined	Filled
6.5~7.0	35	18 (51.4%)
7.0~7.5	27	15 (55.6%)
7.5~8.0	23	14 (60.9%)
8.0~8.5	29	20 (69.0%)
8.5~9.0	26	21 (80.8%)
9.0~9.5	22	18 (81.8%)
9.5~10.0	24	20 (83.3%)
Total	186	126 (67.7%)

\*Notochord length

여율 62.2% (Park et al. 1996) 과 멸치 후기자어의 섭식 참여율 61.9%(Park and Cha 1995) 보다는 다소 높은 편이었으며, 척색장이 증가할수록 점차 섭식 참여율이 증가하는 경향을 보였다.

채집 시간에 따른 섭식 참여율을 살펴보면, 오전에 평균 70.0% 수준을 보였으며, 이것이 점차 낮아져 정오 무렵에 50.4%까지 감소하였다가 오후에 다시 증가하기 시작하여 오후 3시경에 82.4%로 최대값을 보였다. 그 후 다시 점차 낮아져 오후 6시경에 50.0%로 가장 낮은 값을 보였다 ([Fig. 2]).



[Fig. 2] Variation of feeding incidence of *Tridentiger trigrinocephalus* juveniles according to the captured time

해양 어류의 대부분은 시각포식자로서 낮 동안에만 섭식이 이루어지며, 달빛이 밝은 경우에도 섭식이 이루어진다(Blaxter 1965; Arthur 1976).

본 연구에서 시간에 따른 섭식 참여율이 아침에 낮고 오전에 증가하다가 감소한 후 오후 3시경에 최대를 보였다. 이러한 결과는 시각포식자인 다른 종들과 유사한 경향을 보여, 두줄망둑이 시각포식자임을 암시하고 있다(Young and Davis 1990; Park and Cha 1995).

두줄망둑의 자치어의 위 내용물에서 관찰된 주요 먹이생물은 copepods, amphipods, shrimp larvae, polychaete larvae 등이었으며, 이들이 건중량의 2% 이상을 차지하였다. 그중에서 copepods가 평균 65.5%로 가장 많은 양을 차지하였고, polychaete larvae, shrimp larvae 등의 순으로 많이 출현하였다. 그 외에도 ostracods, cladocerans, crab larvae, nemertians 등도 소량 출현하였다(<Table 2>).

척색장에 따른 주요 먹이생물의 건중량 백분율

을 보면, 척색장 6.5~7.0mm의 자치어에서 copepods가 69.3%, polychaete larvae가 18.7%, cladocerans가 2.2%, 기타 먹이가 9.8%를 차지하였다. 척색장 7.0~7.5mm에서 copepods가 68.0%, polychaete larvae가 15.6%, shrimp larvae가 3.5%, 기타 먹이가 12.9%를 차지하였다. 척색장 7.5~8.0mm에서 copepods가 67.5%, polychaete larvae가 14.3%, shrimp larvae가 4.6%, 기타 먹이가 13.6%를 차지하였다. 척색장 8.0~8.5mm에서 copepods가 66.2%, polychaete larvae가 15.2%, shrimp larvae가 5.8%, 기타 먹이가 12.8%를 차지하였다. 척색장 8.5~9.0mm에서 copepods가 64.3%, polychaete larvae가 13.2%, shrimp larvae가 4.0%, 기타 먹이가 18.5%를 차지하였다. 척색장 9.0~9.5mm에서 copepods가 62.0%, polychaete larvae가 14.8%, shrimp larvae가 5.6%, 기타 먹이가 17.6%를 차지하였다. 척색장 9.5~10.0mm에서 copepods가 61.5%, polychaete larvae가 15.3%, shrimp larvae가 5.2%, 기타 먹이가 18.0%를 차지하였다.

<Table 2> Percentage composition of food items in the gut contents of *Tridentiger trionocephalus* juveniles by dry weight

Food item	Fish size(mm TL)						
	6.5~7.0	7.0~7.5	7.5~8.0	8.0~8.5	8.5~9.0	9.0~9.5	9.5~10.0
Copepoda	69.3	68.0	67.5	66.2	64.3	62.0	61.5
Amphipoda	-	-	1.5	3.8	2.9	2.2	3.8
Ostracoda	Tr	1.5	-	1.7	1.6	1.9	2.0
Cladocera	2.2	2.5	1.1	-	1.5	-	-
Crab larvae	-	-	1.5	1.6	1.8	1.1	2.3
Shrimp larvae	1.8	3.5	4.6	5.8	4.0	5.6	5.2
Polychaeta larvae	18.7	15.6	14.3	15.2	13.2	14.8	15.3
Nemertinea	-	-	-	-	1.6	2.9	1.3
Veligers	1.2	2.0	1.8	-	2.1	2.4	2.8
Algae	Tr	Tr	-	-	Tr	Tr	-
Detritus	2.1	2.3	2.6	1.9	2.0	2.2	1.5
Sand grains	1.3	1.7	1.5	1.6	1.4	1.5	1.9
Unidentified	2.5	2.6	2.0	2.2	2.8	2.9	2.4

Tr: less than 1%

먹이생물의 개체수 조성비를 보면, copepods가 65.4%를 차지하여 가장 높았고, polychaete larvae는 22.6%, shrimp larvae는 14.5%를 차지하였다(Table 3). 먹이생물의 출현율을 보면, copepods는 juveniles의 82.1%에서 관찰되었고, polychaete larvae는 juveniles의 28.9%에서 관찰되었으며, shrimp larvae는 juveniles의 19.8%에서 관찰되었다.

먹이생물 중 copepods는 개체수 조성비가 높고 출현율도 높아서, IRI(index of relative importance)가 5,369.3으로 가장 높은 수치를 나타내었고, polychaete larvae는 653.1, shrimp larvae는 287.1의 수치를 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때, 두줄망둑의 자치어가 가장 많이 섭식하는 먹이생물은 copepods로 생각되며, 이것은 copepods의 크기가 작아 섭식하기가 쉽고 다른 먹이생물들에 비해 상대적으로 서식지에 많이 분포하고 있기 때문인 것으로 생각된다.

<Table 3> Diet items of *Tridentiger trignocephalus* juveniles expressed as percent frequency of occurrence (F), percent composition of items number (N) in the gut contents, and the product (NxF) which was taken as an index of relative importance

Food item	N	F	NxF
Copepoda	65.4	82.1	5,369.3
Amphipoda	2.0	3.8	7.6
Ostracoda	1.2	2.6	3.1
Cladocera	1.0	1.7	1.7
Crab larvae	1.2	2.2	2.6
Shrimp larvae	14.5	19.8	287.1
Polychaeta larvae	22.6	28.9	653.1
Nemertinea	0.8	1.5	1.2
Veligers	1.7	3.1	5.3
Algae	0.6	1.6	1.0
Unidentified	4.8	8.3	39.8

#### IV. 요약

두줄망둑 자치어의 먹이생물을 조사하기 위하여 2012년 5월말부터 6월초 사이에 충남 서천

군 서면 도둔리의 조간대에서 채집된 두줄망둑의 위내용물을 조사하였다. 섭식참여율은 낮 동안에 오전과 오후에 각각 한 차례씩 증가하는 경향을 보였다. 두줄망둑의 자치어의 주요 먹이생물은 copepods, amphipods, shrimp larvae, polychaete larvae 등이었으며, 이들이 건중량의 2% 이상을 차지하였다. 그중에서 copepods가 평균 65.5%로 가장 많은 양을 차지하였고, polychaete larvae, shrimp larvae 등의 순으로 많이 출현하였다.

먹이생물의 개체수 조성비를 보면, copepods가 65.4%를 차지하여 가장 높았고, polychaete larvae는 22.6%, shrimp larvae는 14.5%를 차지하였다.

먹이생물 중 copepods는 개체수 조성비가 높고 출현율도 높아서, IRI가 5,369.3으로 가장 높은 수치를 나타내었고, polychaete larvae는 653.1, shrimp larvae는 287.1의 수치를 나타내었다. 따라서 두줄망둑의 자치어의 가장 중요한 먹이생물은 copepods, polychaete larvae, shrimp larvae 등이었다.

#### References

- Arthur, D. K.(1976). Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California Current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax*, and *Trachurus symmetricus*. Fish. Bull. U.S., 74(3), 517~530.
- Blaxter, J. H. S.(1965). The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep., 10, 79~88.
- Bowman, T. E. and L. G. Abele(1982). Classification of the recent Crustacea. In Bliss, D.E.(ed.), The Biology of Crustacea. 1. Systematics, the fossil record, and biography. Academic Press, New York, 1~27.
- 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. Korean Fish. Soc., 29(1), 115~123.
- Hoesel, D. F.(1985). Indopacific genera of gobiid fishes. Abstracts of Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. Ichthyol. Soc. Japan, 60.

- Huh, S. H. and S. N. Kwak(1998a). Feeding habits of *Favonigobius gymnauchen* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 31(3), 372~379.
- Huh, S. H. and S. N. Kwak(1998b). Feeding habits of *Acentrogobius pflaumii* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Korean J. Ichthyol., 10(1), 24~31.
- Huh, S. H. and S. N. Kwak(1998c). Feeding habits of *Peudoblennius cottooides*. J. Korean Fish. Soc., 31(1), 37~44.
- Huh, S. H. and S. N. Kwak(1999). Feeding habits of *Acanthogobius flavimanus* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 32(1), 10~17.
- Hunter, J. R.(1976). Report of a colloquium on larval fish mortality studies and their relation to fishery research, January, 1975. NOAA tech. Rep. NWFS SSRS-395, 1~5.
- Jenkins, G. P.(1987). Comparative diets, prey selection, and predatory impact of co-occurring larvae of two flounder species. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 110, 147~170.
- Kang, Y. J. and P. Chin(1983). Feeding ecology of the rock trout, *Agrammus agrammus*. Bull. Nat'l. Fish. Univ. Pusan, 23,1~8.
- Kim, J. M., D. Y. Kim. Yoo and H.T. Huh (1985). Food of the larval gunnel, *Enedrias fangi*. Bull. Korean Fish. Soc., 17, 206~218.
- Kim, C. K. and Y. J. Kang(1986). Diets of the rock trout, *Agrammus agrammus*, in the shore Area of Tongbaeksom, Pusan. Bull. Korean Fish. Soc. 19(5), 411~422.
- Kim, C. K. and Y. J. Kang(1991). Mathematical approaches related to daily feeding activities of rock trout, *Agrammus agrammus*. Bull. Korean Fish. Soc., 24(5), 273~288.
- Kim, J. Y.(1997). Feeding habits of the *Favonigobius gymnauchen* from the coast intertidal zone in the west coast of Korea. Fish. Sci. Res., 13, 1~11.
- Kim, J. Y. and Y. T. Noh(1996). Feeding habits of the *Tridentiger trigonocephalus* from the coast intertidal zone in the west coast of Korea. Fish. Sci. Res., 12, 25~42.
- Kim, J. Y. and Y. T. Noh(1997). Feeding habits of the *Acanthogobius elongatus* from the Kunsan coast intertidal zone, Neach-do in the west coast of Korea. J. Korean Fish. Soc., 30(3), 413~422.
- Lee, T. W. and S. H. Huh(1989). Early life history of the marine animals, 2. Age, growth and food of *Chaenogobius laevis* (Steindachner) larvae and juveniles. Bull. Korean Fish. Soc., 22(5), 332~341.
- Matsushita, K. · M. Shimizu and Y. Nose(1988). Food density and rate of feeding larvae of anchovy and sardine in patchy distribution. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 54(3), 401~411.
- Okada, Y.(1965). Illustrated encyclopedia of the fauna of Japan I, II, III. Hokuryukan, Tokyo 679pp., 803pp., 763pp.
- Paik, E. I.(1969). A study of the food of the goby, *Synechogobius hasta*. Bull. Korean Fish. Soc., 2, 47~62.
- Park, K. J. and S. S. Cha(1995). Food organisms of postlarvae of Japanese anchovy (*Engraulis japonica*) in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc. 28(3), 247~252.
- Park, K. J. · S. S. Cha and S. H. Huh(1996). Food organisms of postlarval sad (*Konosirus punctatus*) in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc. 29(4), 450~455.
- Takagi, K.(1966). Distributions and ecology of the gobioid fishes in the Japanese waters. J. Tokyo Univ. Fish. 52(2):87~127.
- Yamaji, I.(1966). Illustrations of the marine plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd. Osaka, 537.
- Young, J. W. and T. L. O. Davis(1990). Feeding ecology of larvae of southern bluefin, albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in the eastern Indian Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 61, 17~29.

• Received : 09 November, 2015

• Revised : 25 November, 2015

• Accepted : 03 December, 2015