



서해연안 조간대에 서식하는 왜풀망둑 (*Acanthogobius elongata*) 자치어의 먹이생물

김종연 · 윤종만†
군산대학교(교수)

Food Organisms of Juveniles of *Acanthogobius elongata* from the Intertidal Zone in the Western Coast of Korea

Jong-Yeon KIM · Jong-Man YOON†
Kunsan National University(professor)

Abstract

To investigate the feeding habits of *Acanthogobius elongata* juveniles, the gut contents of the juveniles, captured in the intertidal zone of Dodun-ri, Sochon from the end of May to early June 2018, were observed. Feeding incidence of the juveniles increased twice a day, first in the morning and second in the afternoon. The major food items of the juvenils (7.0~10.5 mm NL) were copepods, amphipods, shrimp larvae and polychaete larvae. These food items held more than 2 percentage in the dry weight of the total food items.

Key words : *Acanthogobius elongata*, food organism, Intertidal zone, Juvenile

I. 서론

연안과 내만의 먹이연쇄에서 중요한 위치를 점하고 있는 망둑어과 어류(Takagi, 1966; Choi et al., 1996)는 약 2,000여종이 알려져 있으며(Hoese, 1985), 그 중에서 왜풀망둑(*Acanthogobius elongata*)은 조간대에 서식하는 소형 어류로서, 연안 갯벌의 암초 사이나 조수웅덩이에 주로 서식하고 있다(Kim and Yoon, 2016).

자어후기에는 치어들이 난황을 모두 흡수한 후에 적극적으로 외부로부터 먹이를 섭취하면서 형태적인 변화도 심하게 일어난다. 외국의 경우 어류의 초기 먹이 연구가 많이 행해졌으나(Hunter, 1972; Arthur, 1976; Jenkins, 1987; Matsushita et

al., 1988), 우리나라에서는 어류의 먹이 연구가 다 자란 성어에 대해서 많이 수행되어 왔다(Kang and Chin, 1983; Kim and Kang, 1986; Kim and Kang, 1991). 망둑어과 어류의 먹이에 대한 연구는 *Tridentiger trigonocephalus* (Kim and Noh, 1996; Kim and Yoon, 2016), *Acanthogobius elongata*(Kim and Noh, 1997), *Acanthogobius flavimanus*(Huh and Kwak, 1999) 등이 있는데, 이들 연구도 치어기 이상의 크기(체)에 대한 연구가 주로 이루어졌다(Kim and Yoon, 2016). 어류의 치어기 초기 먹이에 관한 연구는 *Enedrias fangi*(Kim et. al., 1985)와 *Chaenogobius laevis*(Lee and Huh, 1989) 등이 있고, 후기자어기의 먹이에 관한 연구는 *Engraulis japonica*(Park and Cha, 1995),

† Corresponding author : 063-469-1887, jmyoon@kunsan.ac.kr

Konosirus punctatus(Park et al., 1996)와 *Tridentiger trionocephalus*(Kim and Yoon, 2016) 등이 있을 뿐이다. 본 연구에서는, 서해 연안 조간대에 많이 서식하며, 조간대 먹이연쇄에서 중요한 위치를 점하고 있는 왜폴망둑 자치어의 섭식 참여율, 먹이의 종류와 조성, 어류 크기에 따른 먹이 변화를 조사 연구하였다.

II. 재료 및 방법

충남 서천군 서면 도둔리의 조간대([Fig. 1])에서 2018년 5월말부터 6월초 사이에 주로 간조 때에 수로 또는 조수웅덩이에서 왜폴망둑 자치어가 채집되었다. 채집도구는 족대와 뜰망을 사용하였고, 조사기간 동안 총 188마리가 채집되었다. 채집 즉시 5% 중성 포르말린 용액으로 고정하였으며, 크기는 척색장을 기준으로 0.1 mm까지 측정하였다. 크기 측정을 마친 자치어는 날카로운 핀으로 위를 분리하였다. 분리된 위는 10% KOH 용액에 넣고, 70℃에서 30분간 중탕하여 투명하게 만들었다(Park et al., 1996).

투명해진 위를 슬라이드 글라스 위에 올려놓고, 현미경(Olympus, CKX31, Japan) 관찰을 통해

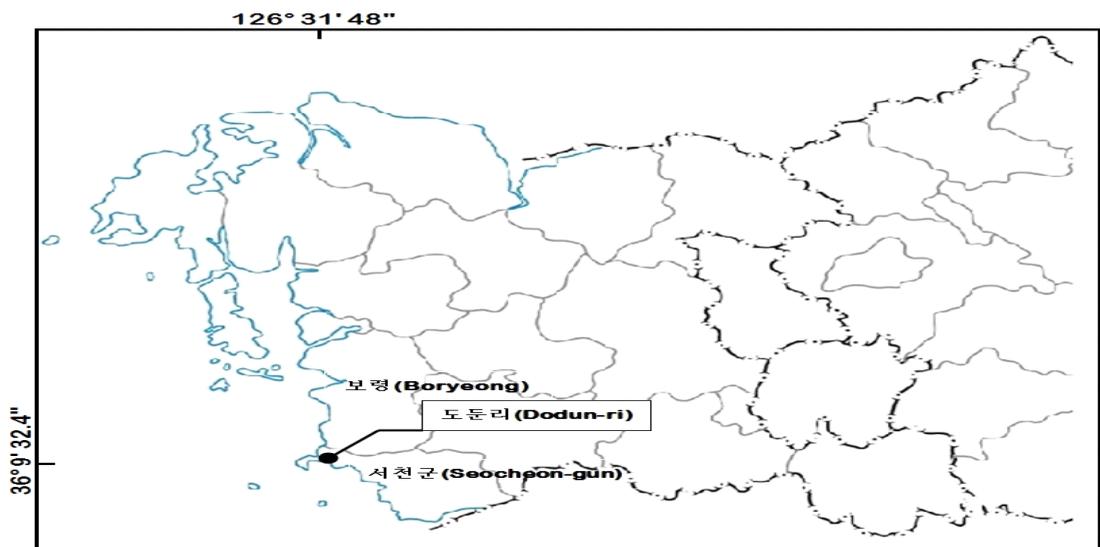
서 우선 먹이 섭취여부를 판정하였고, 위 내의 먹이를 분류하였다.

먹이의 분류에는, Okad(1965), Yamaji(1966), Bowman and Abel(1982) 등을 참고하였다.

시간에 따른 먹이의 출현 양상을 알아보기 위하여, 채집 시간에 따른 위 내용물의 무게 변화를 섭식 참여율을 통해서 알아보았다(Kim and Kang, 1991). 또한, 어류의 크기군 별로 위 내용물 전체에 대한 각 먹이생물의 건조 중량 비를 조사하였다(Kim and Yoon, 2016). 건조 중량은 80℃의 dry oven(Sanyo, MOV-212F, Japan)에서 24시간 건조 후, 정밀한 전자식 저울(Sartorius, DE/CP423S, Japan)로 측정하였다(Kim and Yoon, 2016).

위 내용물들은 섭식 후 시간이 한참 경과한 경우가 많아, 종까지의 동정이 쉽지 않아서, 대분류하였고, 먹이 중에서 전혀 동정이 불가능한 아주 작은 유기물질들은 detritus 항목에 포함시켰다(Kim and Yoon, 2016).

섭식 참여율은 총 실험 개체수에 대한 섭식 자어의 비로써 계산하였다(Kim and Yoon, 2016). 섭식 자어의 먹이생물을 분류군별로 계수하여 먹이생물의 개체수 조성(N)을 나타내었으며, 각 먹이



[Fig. 1] Location of sampling station

생물이 출현한 치어의 수로부터 먹이생물의 출현율을 분석하였다(Kim and Yoon, 2016). 각 먹이생물의 중요도는 먹이생물의 개체수 조성과 출현율의 곱으로 상대중요성지수(IRI: Index of Relative Importance)를 계산하였다(Jenkins, 1987).

Ⅲ. 결과 및 고찰

시료로 채집된 왜풀망둑 치어는 척색장이 7.0mm~10.5mm의 크기를 나타내었으며, 위 내용물 분석이 이루어진 183 마리의 자치어 중에서 위 내

<Table 1> Feeding incidence of *Acanthogobius elongata* juveniles captured in studied sites, 2018

Size range of NL* (mm)	Number of Guts	
	Examined	Filled
7.0~7.5	25	13 (52.0%)
7.5~8.0	26	14 (53.8%)
8.0~8.5	25	15 (60.0%)
8.5~9.0	28	21 (72.4%)
9.0~9.5	23	18 (75.0%)
9.5~10.0	29	24 (82.8%)
10.0~10.5	27	24 (88.9%)
Total	183	129 (70.5%)

*Notochord length

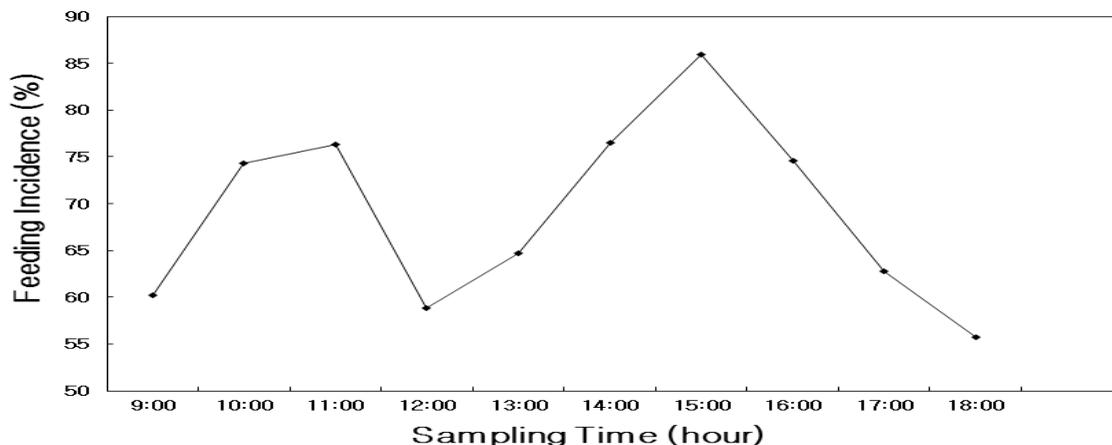
용물이 들어 있는 자치어는 129 마리로 70.5%의

섭식 참여율을 나타내었다(<Table 1>).

척색장 7.0~7.5mm에서 52.0%로 가장 낮은 섭식 참여율을 보였고, 척색장 10.0~10.5mm에서 88.9%로 가장 높은 섭식 참여율을 보였다. 척색장 7.5~8.0mm에서는 53.8%의 섭식 참여율을 보였고, 척색장 8.0~8.5mm에서 60.0%, 척색장 8.5~9.0mm에서 72.4%, 척색장 9.0~9.5mm에서 75.0%, 척색장 9.5~10.0mm에서 82.8%로 비교적 높은 섭식 참여율을 보였다.

본 연구에서 왜풀망둑의 자치어 섭식 참여율이 평균 70.5%를 보여, 전어의 후기자어 섭식 참여율 62.2% (Park et al., 1996), 멸치 후기자어의 섭식 참여율 61.9%(Park and Cha, 1995) 및 두줄망둑 자치어의 섭식 참여율 67.7% (Kim and Yoon, 2016) 보다는 약간 높았으며, 척색장이 증가할수록 점차 섭식 참여율이 증가하는 경향을 나타내었다.

채집 시간에 따른 섭식 참여율을 보면, 오전에 평균 70.3% 수준을 나타내었으며, 정오 무렵에 58.8%까지 낮아졌다가, 오후에 다시 증가하기 시작하여 오후 3시경에 85.9%로 가장 높은 값을 보인 후, 다시 점차 낮아져 오후 6시경에 55.7%로 가장 낮은 값을 나타내었으며([Fig. 2]), 두줄망둑 자치어의 채집 시간에 따른 섭식 참여율(Kim and Yoon, 2016)과 비슷한 경향을 보였다.



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

바다에 서식하는 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 다시 감소한 후 오후 3시경에 최대값을 보였다. 이러한 결과는 시각포식자인 다른 종들과 유사한 경향을 보여, 왜푼망둑도 시각포식자임을 암시하고 있다(Young and Davis, 1990; Park and Cha, 1995).

위 내용물에서 관찰된 왜푼망둑 자치어의 주요 먹이생물은 copepods, amphipods, cladocerans, shrimp larvae, polychaete larvae 등이었으며, 각 체급별 먹이 건중량의 평균 2% 이상을 차지하였다. 그 외에 unidentified와 detritus가 각각 평균 2.5%, 2.2%를 차지하였다. 먹이생물 중에서 copepods가 평균 64.7%로 가장 높은 비중을 차지하였고, polychaete larvae, shrimp larvae, amphipods 등의 순으로 높은 비중을 차지하였다. 그 외에도 ostracods, crab larvae, veligers 등도 소량 출현하였다(<Table 2>).

주요 먹이생물의 건중량 백분율을 보면, 척색장 7.0~7.5mm의 자치어에서는 copepods가 67.8%, polychaete larvae가 18.0%, cladocerans가 2.6%, 기타 먹이가 11.6%를 나타내었다. 척색장 7.5~8.0mm에서 copepods가 68.3%, polychaete larvae가 17.1%, cladocerans가 2.5%, 기타 먹이가 12.1%를 나타내었다. 척색장 8.0~8.5mm에서 copepods가 66.2%, polychaete larvae가 16.7%, shrimp larvae가 3.9%, 기타 먹이가 13.26%를 나타내었다. 척색장 8.5~9.0mm에서 copepods가 65.1%, polychaete larvae가 15.6%, shrimp larvae가 5.8%, 기타 먹이가 13.5%를 나타내었다. 척색장 9.0~9.5mm에서 copepods가 63.5%, polychaete larvae가 14.1%, shrimp larvae가 4.5%, 기타 먹이가 17.9%를 나타내었다. 척색장 9.5~10.0mm에서 copepods가 61.7%, polychaete larvae가 15.3%, shrimp larvae가 5.3%, 기타 먹이가 17.7%를 나타내었다. 척색장 10.0~10.5mm에서 copepods가 60.2%, polychaete larvae가 15.1%, shrimp larvae가 5.3%, 기타 먹이가 19.4%를 나타내었다.

<Table 2> Percentage composition of the gut contents of *Acanthogobius elongata* by dry weight

Food item	Fish size(mm TL)						
	7.0~7.5	7.5~8.0	8.0~8.5	8.5~9.0	9.0~9.5	9.5~10.0	10.0~10.5
Copepoda	67.8	68.3	66.2	65.1	63.5	61.7	60.2
Amphipoda	1.4	1.2	2.6	3.4	2.3	2.4	3.6
Ostracoda	-	-	Tr	1.7	1.4	2.5	2.5
Cladocera	2.6	2.5	2.3	-	2.2	2.4	2.3
Crab larvae	-	-	1.2	1.9	2.0	-	-
Shrimp larvae	2.2	2.4	3.9	5.8	4.5	5.3	5.3
Polychaeta larvae	18.0	17.1	16.7	15.6	14.1	15.3	15.1
Nemertinea	-	-	Tr	Tr	1.7	2.2	2.1
Veligers	1.5	2.4	-	1.0	2.2	2.1	2.6
Algae	Tr	-	Tr	-	Tr	Tr	-
Detritus	2.4	2.1	2.7	2.1	2.3	1.8	2.3
Sand grains	1.4	1.7	1.9	1.0	1.2	1.4	1.9
Unidentified	2.7	2.3	2.5	2.4	2.6	2.9	2.1

Tr: less than 1%

먹이생물의 개체수 조성비를 보면, copepods가 66.2%를 보여 가장 높았고, polychaete larvae는 23.2%, shrimp larvae는 14.7%를 나타내었다 (<Table 3>).

<Table 3> Diet items of *Acanthogobius elongata* juveniles expressed as percent frequency of occurrence (F) in juveniles guts, percent of the total number (N) of items in the diet, and the product (NxF) which was taken as an index of relative importance

Food item	N	F	NxF
Copepoda	66.2	83.4	5,521.1
Amphipoda	2.3	3.7	8.5
Ostracoda	1.4	2.5	3.5
Cladocera	1.1	1.8	2.0
Crab larvae	1.3	2.2	2.9
Shrimp larvae	14.7	19.6	288.1
Polychaeta larvae	23.2	28.7	665.8
Nemertinea	0.7	1.8	1.3
Veligers	1.8	3.2	5.8
Algae	0.6	1.8	1.1
Unidentified	4.7	8.4	39.5

먹이생물의 출현율을 보면, copepods는 juveniles의 83.4%에서 나타났고, polychaete larvae는 juveniles의 28.7%에서 나타났으며, shrimp larvae는 juveniles의 19.6%에서 나타났다.

먹이생물 중 copepods는 개체수 조성비가 높고 출현율도 높아서, IRI가 5,521.1로 가장 높은 값을 보였고, polychaete larvae는 665.8, shrimp larvae는 288.1의 값을 보였다. 이상의 결과로 볼 때, 왜풀망둑의 자치어가 가장 많이 섭식하는 먹이생물은 copepods로 보여지며, 이것은 copepods의 크기가 작아 왜풀망둑 자치어가 섭식하기가 용이하고 다른 먹이생물들에 비해 왜풀망둑의 서식지에 상대적으로 많이 분포하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

IV. 결론

왜풀망둑 자치어의 먹이생물을 조사하기 위하여 2018년 5월말부터 6월초 사이에 충남 서천군 서면 도둔리의 조간대에서 채집된 왜풀망둑의 위내용물을 조사하였다.

섭식참여율은 낮 동안에 오전과 오후에 각각 한 차례씩 증가하는 경향을 보였다. 왜풀망둑의 자치어의 주요 먹이생물은 copepods, amphipods, shrimp larvae, polychaete larvae 등이었으며, 각 체급별 먹이 건중량의 평균 2% 이상을 차지하였다. 그중에서 copepods가 평균 64.7%로 가장 많은 양을 차지하였고, polychaete larvae, shrimp larvae, amphipods 등의 순으로 많이 출현하였다.

먹이생물의 개체수 조성비를 추정해 보면, copepods가 66.2%를 차지하여 가장 높았고, polychaete larvae는 23.2%, shrimp larvae는 14.7%를 차지하였다.

References

- Arthur DK(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.
- Baxter JHS(1965). The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep., 10, 79-88.
- Bowman TE and Abele LG(1982). Classification of the recent Crustacea. In Bliss, D.E.(ed.), The Biology of Crustacea. 1. Systematics, the fossil record, and biogeography. Academic Press, New York, pp. 1-27.
- Choi Y, Kim IS, Ryu BS and Park JY(1996). Ecology of *Synechogobius hasta* (Pisces: Gobiidae) in the Kum River Estuary, Korea. J. Korean Fish. Soc., 29(1), 115-123.
- Hoesel DF(1985). Indo-Pacific genera of gobiid fishes. Abstracts of Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. Ichthyol. Soc. Japan pp.60.
- 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 JR(1972). Report of a colloquium on larval fish mortality studies and their relation to fishery research, January, 1975. NOAA Tach. Rep. NWFS SSRS-395, 1~5.
- Jenkins GP(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 YJ and Chin P(1983). Feeding ecology of the rock trout, *Agrammus agrammus*. Bull. Nat'l. Fish. Univ. Pusan, 23, 1~8.
- Kim CK and Kang YJ(1986). Diets of the Rock Trout, *Agrammus agrammus*, in the shore Area of Tongbaeksom, Pusan. Bull. Korean Fish. Soc. 19(5), 411~422.
- Kim CK and Kang YJ(1991). Mathematical approaches related to daily feeding activities of Rock trout, *Agrammus agrammus*. Bull. Korean Fish. Soc., 24(5), 273~288.
- Kim JM, Kim DY, Yoo and Huh HT(1985). Food of the larval gunnel, *Enedrias fangi*. Bull. Korean Fish. Soc., 17, 206~218.
- Kim JY and Noh YT(1996). Feeding habits of the *Tridentiger trignocephalus* from the coast intertidal zone in the west coast of Korea. Fish. Sci. Res., 12, 25~42.
- Kim JY and Noh YT(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.
- Kim JY and Yoon JM(2016). Food Organisms of Juveniles of *Tridentiger trignocephalus* from the Intertidal Zone in the Western Coast of Korea. JFMSE, 28(1), 180~185.
- Lee TW and Huh SH(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, Shimizu M and Nose Y(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.
- Park KJ and Cha SS(1995). Food Organisms of Postlarvae of Japanese Anchovy (*Engraulis japonica*) in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc. 28(3), 247~252.
- Park KJ, Cha SS and Huh SH(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, 537pp.
- Young JW and Davis TLO(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 : 21 May, 2019
 - Revised : 17 June, 2019
 - Accepted : 19 June, 2019