

## 서해연안 조간대에 서식하는 비늘흰발망둑, *Acanthogobius luridus*의 식성

김 종 연\*

군산대학교 해양생명과학부

### Feeding Habits of *Acanthogobius luridus* Inhabiting the Intertidal Zone of the Western Coast of Korea

Jong-Yeon Kim\*

Faculty of Marine Aquaculture and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 573-702, Korea

Feeding habits of *A. luridus* were studied by analyzing the stomach contents of monthly collected fish from the intertidal zone of Dodun-ri, Sochon from July 1996 to June 1997. Fullness of stomach increased twice a day, first in the morning and second in the afternoon. *A. luridus* (1.2~5.9 cm in standard length) was a carnivore consuming mainly decapods (natantia larvae, *Acetes japonicus*, *Penaeus japonicus* and reptantia larvae), amphipods (caprellids, gammarids and hyperiids) and copepods (*Acartia* sp., *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis*, and *Microsetella* sp.). Its diets also included minor quantities of isopods, cirriped larvae, polychaete larvae and stomatopods. According to fish size, some changes in feeding habits were apparent, i.e. smaller fish preferred to prey in the following order : copepods < decapods < amphipods. However, as the size increased, decapods and amphipods were selected.

Key words: *Acanthogobius luridus*, Feeding habits, Intertidal zone, Stomach contents, Decapods, Amphipods, Copepods

## 서 론

망둑어과(Gobiidae) 어류는 전세계에 약 270속, 2,000여 종 (Hoese, 1985)이 분포하고 있는 것으로 추산되고 있어, 어류 가운데 종수가 많은 분류군 중의 하나이다 (Hoese and Allen, 1977). 따라서 이것들은 연안과 내만 생태계의 영양단계에 있어서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다 (Takagi, 1966).

비늘흰발망둑 (*Acanthogobius luridus*)은 망둑어과의 문절망둑어속 (*Acanthogobius*)에 속하는 어종으로 우리나라의 서해와 남해의 연안 및 기수역에 분포하는데, 문절망둑어속에는 이외에도 흰발망둑 (*A. lactipes*), 왜풀망둑 (*A.*

*elongata*), 문절망둑 (*A. flavimanus*), 풀망둑 (*A. hasta*) 등이 있으며 (Kim et al., 1987), 이들은 주로 수심이 얕은 기수역 및 조간대에 서식한다.

망둑어과 어류의 섭식생태에 대한 연구는 풀망둑 (Paik, 1969), 두줄망둑 (Kim and Noh, 1996), 왜풀망둑 (Kim and Noh, 1997), 날개망둑 (Kim, 1997), 문절망둑 (Huh and Kwak, 1999) 등의 식성에 관한 연구가 있으나, 비늘흰발망둑의 식성에 대한 보고는 아직 없다.

어류의 식성에 대한 연구는 그 어류가 속해 있는 생태계의 기능적인 면을 이해하기 위한 기초자료를 제공한다 (Huh and Kwak, 1999). 본 연구에서는 서해안의 충남 서천군 서면 도둔리의 조간대에 서식하는 비늘흰발망둑의

\*Corresponding author : jongyeon@imail.kunsan.ac.kr

식성을 분석하였다.

### 재료 및 방법

본 연구에 사용된 비늘흰발망둑의 시료는 충남 서천군 서면 도둔리 조간대(Fig. 1)에서 1996년 7월부터 1997년 6월 동안 표본어가 전혀 채집되지 않은 1996년 12월과 1997년 1월을 제외하고 매월 1회씩 주로 간조시를 이용해 수로 또는 조수웅덩이에서 채집하였다. 채집도구는 쪽대, 초망, 뜰망, 투망 등을 사용하였다.

채집된 어류는 채집 즉시 10% 중성 formalin 용액으로 고정하였으며, 실험실에서 표준체장(standard length: SL)을 기준으로 10 mm 간격의 크기군으로 나눈 뒤, 어체에서 위를 분리하였다. 분리된 위 내용물은 슬라이드 글라스나 소형 사레에 옮겨 쌍안광학현미경과 쌍안해부현미경을 이용하여 먹이 종류별로 구분하였다. 채집된 표본어의 위 내용물 중에는 종까지의 분류가 곤란한 것도 있었다. 또한, 조사된 일부 어체 중에는 위 내용물이 전혀 들어있지 않은 것들도 있었는데, 이런 어체들은 제외시키고 위 내용물이 들어있는 어체만을 분석대상으로 하였다.

위 내용물을 관찰한 비늘흰발망둑의 전 개체수에 대해서 각 먹이생물의 종류가 하나라도 발견된 어류 개체수의 백분율을 그 먹이생물의 출현빈도로 하였다. 위 내용물 중에는 종까지 동정 가능한 먹이생물도 있었지만 섭이 후

상당한 시간이 경과한 경우에는 종의 동정이 불가능하였는데 요각류, 십각류 등에서는 가능한 한 속 또는 종까지 그 외의 먹이생물에 대해서는 대분류하였다.

또한, 먹이생물 종류별로 80°C의 건조기에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자식 저울을 이용하여 건조 중량을 측정하여 건조 중량비를 구하였다.

위 만복도(fullness of stomach)는 어체의 위 만복도, 위 내용물의 중량, 체중을 각각  $F$ ,  $S$ ,  $W$ 라 하면,

$$F = \frac{S}{W} \times 100 \text{ 이다 (Kim and Kang, 1991).}$$

시간별 먹이생물의 출현양상을 조사하기 위하여 채집 시간에 따른 위 내용물의 중량변화를 위 만복도를 통해서 살펴보았으며, 위 내용물에서 관찰된 주요 먹이생물이 계절의 변화에 따라 어떻게 달라지는가를 조사하였고, 어류의 체장별 먹이생물의 출현양상을 조사하기 위하여 위 내용물에서 관찰된 주요 먹이생물이 어체의 체장 차이(1.0~1.9, 2.0~2.9, 3.0~3.9, 4.0~4.9, 5.0~5.9 cm)에 따라 어떻게 달라지는가를 조사하였다.

계절에 따라 어류가 섭식하는 먹이생물의 변화가 어느 정도인가를 알아보기 위하여 Morisita의 중복도지수를 변형한 Horn의 중복도지수( $C_h$ )를 사용하여(Johnson, 1981) 먹이생물의 중복도를 조사하였다. 즉,  $S$ 를 종류수,  $X_i$ 를  $X$ 군에서 종류  $i$ 의 개체수,  $Y_i$ 를  $Y$ 군에서 종류  $i$ 의 개체수라 하면,

$$C_h = \frac{2 \sum_{i=1}^S X_i Y_i}{\sum_{i=1}^S X_i^2 + \sum_{i=1}^S Y_i^2}$$

이다.

어류가 성장함에 따라 섭식하는 먹이생물의 다양도를 파악하기 위하여 위 내용물에서 관찰된 먹이생물의 다양도를 Shannon-Weaver Index  $H'$  (Pielou, 1976)로써 나타내었다.

어류의 먹이로서 각 종류의 먹이가 차지하는 비중을 알아보기 위하여 섭식된 먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)를 Pinkas et al. (1971)의 식을 이용하여 구하였다.

$$IRI = (N + W) \cdot F$$

여기서,  $N$ : 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율

$W$ : 먹이생물 총 건조중량에 대한 백분율

$F$ : 각 먹이생물의 출현빈도

본 연구에 있어서 각종 생물의 분류에는 Okada (1965),

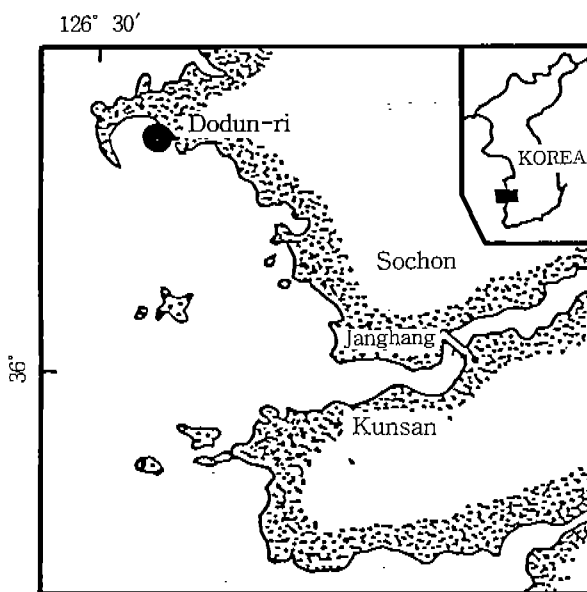


Fig. 1. Map showing the sampling station.

Yamaji (1966), Ryu (1976), Chyung (1977), Bowman and Abele (1982), Kim et al. (1987) 등이 주로 이용되었다.

### 결과 및 고찰

어류의 위 내용물을 분석하여 어류의 먹이생물을 구명하고자 할 때는 어류의 위 내용물 중량의 일주 변화를 사전에 조사한 다음, 섭식 활동이 활발한 시간대에 채집된 어체의 위 내용물을 사용하는 것이 타당하리라고 본다. 왜냐하면, 먹이생물이 위 속에서 소화되는 속도가 먹이생물의 종류별로 다르기 때문에(Darnell and Meierotto, 1962; Noble, 1973) 비섭식 활동 시간에 채집된 어체의 위 내용물에서는 소화가 빨리 진행된 먹이생물은 관찰되지 않고, 소화가 상대적으로 느리게 진행되는 먹이생물만 관찰되므로 섭식된 먹이생물의 조성비를 그릇되게 평가할 우려가 있기 때문이다(Kim, 1987). 본 연구에서는 간조시에 조수웅덩이나 수로 등에서 주로 주간에 어류를 채집하였기 때문에 완전한 일주 변화를 파악하기에는 어려움이 있으나, 위 내용물 분석시 가능한한 섭식 활동이 활발한 시간대에 채집된 어체를 사용하였다.

조사 수역에서 채집된 비늘흰발망둑은 매월(단, 1996년 12월과 1997년 1월은 제외) 체장 크기별로 5~20 마리씩 모두 154 마리였다(Table 1).

비늘흰발망둑은 서해연안 조간대에 대량 서식하는 왜풀망둑, 두줄망둑 및 날개망둑 등에 비하면 소량 분포하는 어종으로 채집된 개체수가 많지 않았다. 조사기간 동안 채집된 비늘흰발망둑의 체장 분포는 1.2~5.9 cm 범위

로 소형 개체들이 대부분을 차지하였다.

채집된 개체수는 1996년 6월과 1997년 7월에 각각 20마리씩 채집되어 다른 달에 비해서 상대적으로 많은 개체들이 채집되었고, 1997년 2월과 3월에는 각각 5, 9마리가 채집되어 채집된 개체수가 적었으며, 1996년 12월과 1997년 1월은 채집을 시도하였으나 채집된 개체수가 전혀 없었는데, 수온이 매우 낮은 한겨울철에는 월동을 위해 수심이 더 깊은 곳으로 이동을 하는 것으로 추측된다.

전 조사기간 동안 채집된 비늘흰발망둑의 채집 시간별 위 만복도(각 시간마다 1~3마리씩 조사하여 마리 당 평균값으로 표시)를 계절별로 살펴보면, 봄철에는 오전 10시까지 위 만복도가 점점 증가하다가 이후 점차 감소한 다음, 오후 2시에서 4시 사이에 다시 증가한 후 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 여름철에는 오전 10시까지 계속 증가하다가 이후 점차 감소한 후, 오후 4시에 다시 증가한 다음 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 가을철에는 오전 10시까지 증가하다가 감소한 후, 오후 2시에 다시 증가한 다음 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 겨울철에는 오전 중에는 오전 10시까지 증가하다가 감소한 후, 오후 2시에 증가한 다음 서서히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2).

이상과 같이 위 만복도의 변화를 보면, 위 만복도는 하루 동안에도 시시각각 달랐다. 하루 중 어체의 체중변화가 없다고 가정한다면, 이는 위 내용물의 중량이 수시로 달라짐을 말해주는 것으로, 섭식 활동이 하루 중에서도 일정 시간에서 왕성하게 일어나고 있음을 의미한다(Kim and Kang, 1991). 본 연구의 결과에서 위 만복도가 대개 하루에 두 차례씩 크게 증가하는 것으로 보아 주 섭식활

Table 1. Specimens of *Acanthogobius luridus* and their body length

Date	Specimen (No)	Body length (cm)	Mean ± SD
July 14 1996	20	1.2~5.8	3.7±1.42
Aug. 17	18	1.4~5.5	3.5±1.61
Sep. 13	19	1.5~5.4	3.4±1.72
Oct. 15	15	1.7~4.8	3.2±1.24
Nov. 14	14	2.3~4.6	3.3±1.53
Feb. 23 1997	5	2.1~4.9	3.6±1.00
Mar. 18	9	2.0~5.2	3.7±1.02
Apr. 25	16	1.6~5.3	3.6±1.81
May 16	18	1.8~5.7	3.8±1.57
June 19	20	1.5~5.9	3.9±1.52
Total	154	1.2~5.9	3.6±1.44

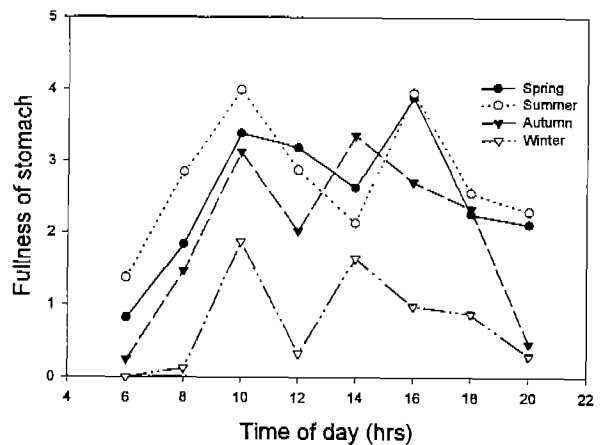


Fig. 2. Daily changes in the fullness of stomach of *A. luridus*.

동은 하루 중 오전과 오후에 각 1 회씩 두 번 일어나고 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 섭식 리듬은 육식성 어류에서 많이 볼 수 있다(Darnell and Meierotto, 1962; Steigenberger and Larkin, 1974; Nakashima and Leggett, 1978; Helfman, 1981)고 하였는데, 비늘흰발망둑의 위 내용물에서 요각류(Copepoda), 십각류(Decapoda), 단각류(Amphipoda) 등이 주로 관찰되고, 육식성 어류의 섭식 리듬을 나타내는 것으로 보아 식성이 육식성으로 판단된다.

위 내용물 분석에 사용된 비늘흰발망둑은 총 154개체였으며, 이 중 위 속에 먹이가 전혀 없었던 개체는 7개체로서 4.5%를 차지하였다. 먹이를 섭취한 147개체의 위 내

용물을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

비늘흰발망둑의 주요 먹이생물은 십각류, 단각류, 요각류, 등각류(Isopoda) 및 만각류 유생(Cirripedia larvae) 등이었다. 십각류는 62.7%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 15.9%와 건조중량의 36.8%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 26.2%를 나타내었다. 십각류 중 주로 잡혀 먹힌 먹이는 *Natantia* larvae, *Acetes japonicus*, 보리새우(*Penaeus japonicus*), *Reptantia* larvae 등이었다.

단각류는 32.1%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 3.1%와 건조중량의 23.7%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 6.6%를 나타내었다. 단각류 중 잡혀 먹힌

Table 2. Composition of the food items present in the stomach of *Acanthogobius luridus* collected from July 1996 to June 1997

Food items	Occurrence (%)	Stomach			
		Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Polycheate larvae	13.2	0.6	1.7	30.7	0.2
Stomatopoda	10.4	0.3	2.2	26.0	0.2
Mysidacea	15.6	1.0	2.9	60.8	0.5
Cumacea	7.2	0.6	3.6	26.5	0.2
Isopoda	19.2	1.2	3.5	90.2	0.7
Anthuridea	11.7	0.8	2.8		
Flabellifera	12.5	0.4	0.7		
Amphipoda	32.1	3.1	23.7	860.3	6.6
Caprellidea	28.1	1.5	11.6		
Gammaridea	11.3	1.1	8.6		
Hyperiidea	8.4	0.5	3.5		
Copepoda	92.1	64.0	19.2	7662.7	58.8
<i>Acartia</i> sp.	76.8	11.7	3.6		
<i>Calanus sinicus</i>	82.5	14.7	4.3		
<i>Corycaeus affinis</i>	88.4	15.2	4.6		
<i>Labidocera</i> sp.	35.2	5.5	1.6		
<i>Microsetella</i> sp.	52.9	7.4	2.2		
<i>Oithona</i> sp.	50.1	2.2	0.5		
<i>Paracalanus parvus</i>	48.5	5.6	1.7		
<i>Sinocalanus</i> sp.	31.3	1.7	0.7		
Decapoda	62.7	15.9	38.6	3417.2	26.2
<i>Natantia</i> larvae	42.2	3.3	8.2		
<i>Acetes japonicus</i>	34.6	3.0	7.8		
<i>Leptochela</i> sp.	24.1	2.0	4.6		
<i>Penaeus japonicus</i>	28.8	3.5	8.4		
<i>Reptantia</i> larvae	36.3	2.5	6.3		
<i>Cleistostoma</i> sp.	16.5	1.6	3.3		
Cirripedia larvae	59.4	7.3	2.8	599.9	4.6
Fish eggs	28.2	2.2	0.5		0.6
Invertebrate eggs	18.0	1.8	0.9		0.4
Unidentified items	24.8	2.0	0.4		1.0
Total		100	100		100

먹이는 카프렐라류(Caprellidea), 열새우류(Gammaridea) 및 하이페리아류(Hyperidea) 등이었다. 요각류는 92.1%의 출현빈도를 보여 대부분의 개체에서 출현하였으며, 총 먹이생물 개체수의 64.0%와 건조중량의 19.2%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 58.8%를 나타내었다. 요각류 중 주로 잡혀 먹힌 먹이는 *Acartia* sp., *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis* 및 *Microsetella* sp. 등이었다. 등각류는 19.2%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 1.2%와 건조중량의 3.5%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 0.7%를 나타내었다. 단각류 유생은 59.4%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 7.3%와 건조중량의 2.8%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 4.6%를 나타내었다.

Kim and Noh (1996)가 두줄망둑(*Tridentiger trigonoccephalus*)의 위 내용물에서 요각류가 총 먹이생물 개체수의 50.92%, Kim and Noh (1997)가 왜풀망둑(*Acanthogobius elongata*)의 위 내용물에서 요각류가 총 먹이생물 개체수의 54.04%의 조성비를 보였다고 보고한 것보다는 높은 조성비를 보였고, Chung et al. (1990)이 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*)의 위 내용물에서 요각류가 총 먹이생물 개체수의 65.15%, Kim (1997)이 날개망둑의 위 내용물에서 요각류가 총 먹이생물 개체수의 68.00%의 조성비를 보였다고 보고한 것과는 비슷한 결과를 보였으며, Im (1989)이 얼룩망둑의 위 내용물에서 요각류가 총 먹이생물 개체수의 80.7%를 차지하고 있었다고 보고한 것에 비하면 낮은 조성비를 보였다. 이것은 어종이 다르고 주변 환경에서 서식하는 먹이생물의 분포 양상이 서로 다르기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 위의 보고들은 단순히 출현 개체수의 비만 제시하였는데, 먹이생물의 중량이 종류에 따라 각기 다르기 때문에 먹이생물별 중량비를 고려해야 한다는 점에서 문제가 있는 것으로 생각된다.

계절에 따른 먹이생물 변화를 보면, 비늘흰발망둑은 대체적으로 계절에 관계없이 십각류, 단각류, 요각류 등을 주로 먹었으나, 이들 주요 먹이생물이 위 내용물 중에서 차지하는 비율은 계절에 따라 조금씩 달랐다(Fig. 3).

봄에는 십각류가 36.5%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 단각류(24.7%), 요각류(20.6%), 쿠마류(4.0%), 등각류(3.0%) 등의 순으로 출현하였다. 여름에는 십각류가 35.4%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 요각류(23.9%), 단각류(22.7%), 등각류(3.4%), 단각류 유생(3.1%) 등의 순으로 출현하였다. 가을에는 십각류가 38.2%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 단

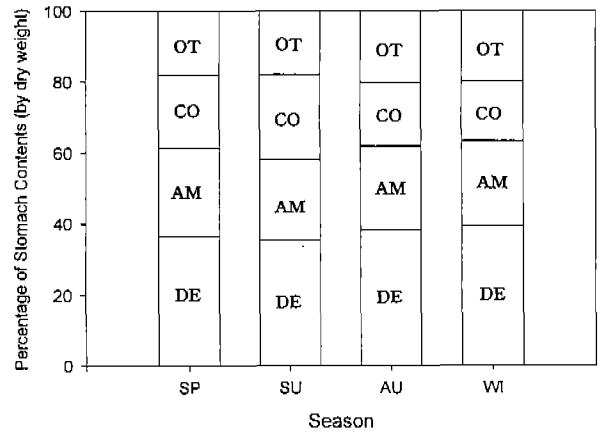


Fig. 3. Seasonal changes in the prey components of *A. luridus*. (CO: Copepoda, AM: Amphipoda, DE: Decapoda, OT: Others, SP: Spring, SU: Summer, AU: Autumn, WI: Winter)

각류(23.7%), 요각류(17.9%), 등각류(4.3%), 쿠마류(4.2%) 등의 순으로 출현하였다. 겨울에는 십각류가 39.3%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 단각류(23.9%), 요각류(16.9%), 등각류(4.0%), 쿠마류(3.5%) 등의 순으로 출현하였다.

전반적으로 계절에 따른 먹이생물의 변화는 크지 않았고 십각류, 단각류 및 요각류가 대부분을 차지하였다. 그 중 십각류는 35.4~39.3%의 범위를 보였으며, 여름에 가장 낮은 값을, 겨울에 가장 높은 값을 나타내었다. 단각류는 22.7~24.7%의 범위를 보였으며, 여름에 가장 낮은 값을, 봄에 가장 높은 값을 나타내었다. 요각류는 16.9~23.9%의 범위를 보였으며, 겨울에 가장 낮은 값을, 여름에 가장 높은 값을 나타내었다. 잘피밭에 서식하는 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)의 계절에 따른 먹이조성 변화는 잘피밭에서 출현하는 환경생물의 출현량과 어느 정도 연관성이 있는 것으로 나타났다(Huh and Kwak, 1997). 날개망둑의 경우 요각류의 출현량이 많았던 봄에는 요각류를 많이 먹었으나, 열새우류, 갯지렁이류 및 게류의 출현량이 높았던 여름에는 이들 먹이생물을 많이 먹었다(Huh and Kwak, 1998a). 출망둑(*Acentrogobius pflaumi*)의 경우 열새우류와 갯지렁이류의 출현량이 많았던 여름에는 이들 먹이생물이 위 내용물 중 차지하는 비율이 높았으며, 또한 북족류의 출현량이 증가하였던 겨울에는 북족류가 차지하는 비율이 증가하였다(Huh and Kwak, 1998b)고 보고한 것과 같이 비늘흰발망둑의 계절에 따른 먹이조성 변화도 이들이 서식하는 환경에서 출현하는 환경생물

의 출현량과 깊은 연관성이 있을 것으로 추측된다. 그러나 문절망둑의 계절에 따른 먹이조성의 변화가 전적으로 환경생물의 출현량에 의해 좌우되는 것은 아니며, 계절마다 잘피밭에서 출현하는 문절망둑의 체장 조성이 달랐는데, 이것 역시 문절망둑의 먹이조성 변동에 어느 정도 영향을 주었으리라 추정된다(Huh and Kwak, 1999)고 한 것과 같이, 본 조사에서 채집된 비늘흰발망둑은 소형개체들이 대부분이었기 때문에 어류의 크기도 계절에 따른 먹이조성 변동에 상당한 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

비늘흰발망둑의 체장별 주요 먹이생물의 출현 양상을 건조중량으로 살펴보면 Fig. 4와 같다. 체장 1.0~1.9 cm의 크기군에서는 전체 먹이생물 중 요각류가 평균 36.8%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 십각류(30.7%), 단각류(20.5%), 기타 먹이생물(12.0%) 등의 순으로 출현하였다. 체장 2.0~2.9 cm의 크기군에서는 전체 먹이생물 중 십각류가 평균 34.2%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 요각류(30.6%), 단각류(22.4%), 기타 먹이생물(12.8%) 등의 순으로 출현하였다. 체장 3.0~3.9 cm의 크기군에서는 전체 먹이생물 중 십각류가 평균 36.5%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 요각류(26.2%), 단각류(24.7%), 기타 먹이생물(12.6%) 등의 순으로 출현하였다. 체장 4.0~4.9 cm의 크기군에서는 전체 먹이생물 중 십각류가 평균 38.4%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 단각류(26.2%), 기타 먹이생물(18.9%), 요각류(16.5%) 등의 순으로 출현하였다. 체장 5.0~5.9 cm의 크기군에서는 전체 먹이생물 중 단각류가 평

균 39.6%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 그 다음으로 십각류(27.6%), 기타 먹이생물(19.1%), 요각류(13.7%) 등의 순으로 출현하였다. 이것은 Paik (1969)이 7 cm 이하의 풀망둑 *Synechogobius hasta*는 요각류와 십각류를 주로 섭이하였다고 한 보고와 거의 일치하였으며, Chung et al. (1990)과 Im (1989)이 각각 날개망둑과 얼룩망둑에서 출현 개체수로 보았을 때 먹이의 대부분을 요각류가 차지하고 있었다고 하였는데, 이것을 먹이생물의 건조중량으로 비교하면 다른 결과가 나올 것으로 생각된다.

전반적으로 요각류는 13.7~36.8%의 범위를 보였으며, 체장이 작은 어린 개체일수록 먹이생물에서 요각류가 차지하는 비율이 높았고, 체장이 증가하면서 요각류의 비율이 급격히 줄어들었다. 이것은 어류가 체장이 증가하면서 크기가 작은 요각류보다는 크기가 상대적으로 큰 십각류나 단각류 및 기타 먹이를 더 많이 섭식하게 된다는 것을 보여준다. 단각류는 20.5~27.6%의 범위를 보였으며, 체장이 작은 어린 개체에서는 상대적으로 낮은 값을 보였고, 체장이 증가할수록 점차 비율이 높아지는 경향을 보였다. 십각류는 30.7~39.6%의 범위를 보였으며, 단각류와 마찬가지로 체장이 작은 어린 개체에서는 상대적으로 낮은 값을 보였고 체장이 증가할수록 점차 비율이 높아지는 경향을 보였다.

문절망둑은 서식하는 장소에 관계없이 초기에는 해양 환경 중에 풍부하면서 잡아 먹기 쉬운 요각류를 주로 섭이하나, 체장이 증가하면서 서식처가 해저 밀바닥에 정착됨에 따라 저서성 생물로 먹이를 전환하는 것으로 판단되고(Huh and Kwak, 1999), 우리나라 연안 해역에서 많이 출현하는 왜풀망둑의 경우 초기에는 요각류를 주로 먹으나, 체장이 증가하면서 십각류를 먹는 비율이 증가하였으며(Kim and Noh, 1997), 풀망둑의 경우 작은 개체들은 요각류를 주로 먹었으나, 체장이 증가함에 따라 갯지렁이류, 새우류 및 작은 크기의 어류 등으로 먹이 전환이 일어났다(Paik, 1969; Im, 1989; Chung et al., 1990; Choi et al., 1996). 또한 날개망둑과 줄망둑의 경우도 체장 1cm 이하의 유어들은 요각류를 주로 먹었으나, 성장함에 따라 곧바로 갯지렁이류, 복족류 및 옆새우류로 먹이를 전환하였는데(Huh and Kwak, 1998a,c), 비늘흰발망둑의 경우도 어린 개체일수록 요각류를 많이 먹었으며, 체장이 증가함에 따라 십각류와 단각류 등의 비율이 점차 증가하였다.

계절간 주요 먹이생물의 중복도를 살펴보면, 계절간 중복도가 비교적 낮은 값을 보였는데 그 중에서 봄과 여름

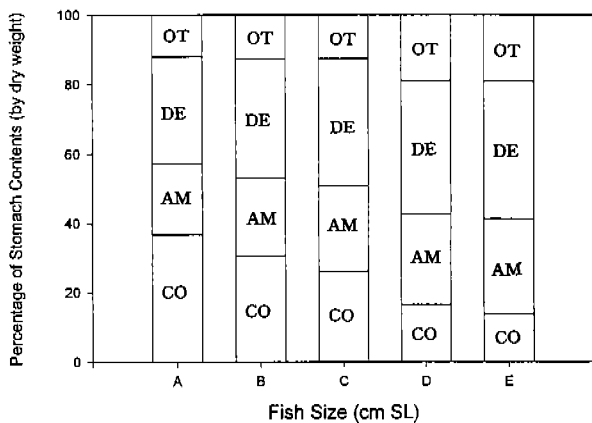


Fig. 4. Changes in the prey components of *A. luridus* according to fish size. (CO : Copepoda, AM : Amphipoda, DE : Decapoda, OT : Others, A : 1.0~1.9 cm, B : 2.0~2.9 cm, C : 3.0~3.9 cm, D : 4.0~4.9 cm, E : 5.0~5.9 cm)

사이에 0.698로 가장 높은 값을, 봄과 겨울 사이에 0.168로 가장 낮은 중복도를 나타내었다(Table 3). 일반적으로 먹이생물의 중복도는 0.6 이상일 경우 먹이생물의 변화가 거의 없는 것으로 보는데, 여기서는 계절간 주요 먹이생물의 중복도가 봄과 여름, 여름과 가을 사이에서만 0.6 이상을 보여, 이 계절들 사이에는 계절간 먹이생물의 변화가 거의 없으며, 나머지 계절들 간에는 먹이생물의 변화가 상당히 크다는 것을 나타낸다.

한편, 비늘흰발망둑이 성장함에 따라 섭식하는 먹이생물의 다양성을 알아보기 위해 주요 먹이생물에 대한 다양도( $H'$ )를 살펴보면, 체장 5.0~5.9 cm의 크기군에서 4.384로 가장 높은 값을, 체장 1.0~1.9 cm의 크기군에서 3.884로 가장 낮은 값을 보였는데 평균 4.106의 높은 다양도 값을 나타내었다(Fig. 5). 따라서 비늘흰발망둑의 경우 체장이 큰 개체일수록 먹이를 다양하게 섭식하며, 체장이 작은 어린 개체일수록 큰 개체들보다는 먹이 다양성이 낮아진다는 것을 의미한다.

Table 3. Degree of seasonal overlapping between food items examined in the stomach contents of *A. luridus* collected from July 1996 to June 1997

Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
Spring	-			
Summer	0.698	-		
Autumn	0.523	0.612	-	
Winter	0.168	0.231	0.234	-

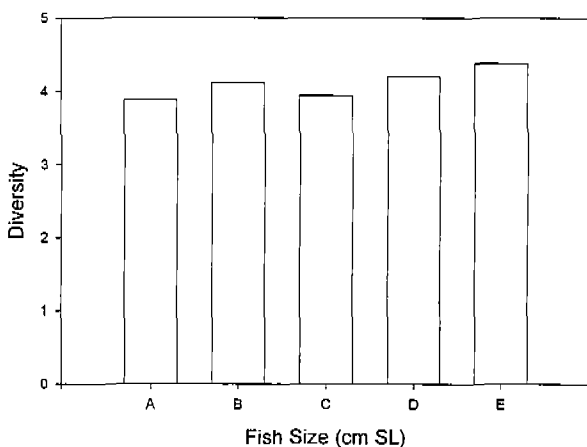


Fig. 5. Shannon-Weaver's species diversity ( $H'$ ) of food items of *A. luridus*. (A: 1.0~1.9 cm, B: 2.0~2.9 cm, C: 3.0~3.9 cm, D: 4.0~4.9 cm, E: 5.0~5.9 cm)

## 요 약

조간대에 서식하는 비늘흰발망둑의 섭식 생태를 파악하여 연안 생물 군집의 먹이 사슬에 관한 기초 지식을 얻고자, 1996년 7월부터 1997년 6월까지 충남 서천군 서면 도둔리에서 매일 1회씩 비늘흰발망둑을 채집하여 위 내용물 분석을 통해 섭식 생태를 조사하였다.

위 반복도는 하루 중 오전과 오후에 각각 한 차례씩 증가하는 경향을 보였다. 비늘흰발망둑(1.2~5.9 cm SL)의 주요 먹이생물은 십각류(유영류 유생, 갯새우, 보리새우 및 보행류 유생), 단각류(카프렐라류, 옆새우류 및 하이페리아류), 요각류(*Acartia* sp., *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis* 및 *Microsetella* sp.) 등으로 식성이 육식성이었다. 그 외 등각류, 만각류 유생, 다모류 유생 및 구각류 등이 소량씩 위 내용물 중에서 발견되었다. 비늘흰발망둑이 성장함에 따라 먹이생물의 조성비가 점차 변하였다. 체장이 작은 비늘흰발망둑은 요각류, 십각류 및 단각류 순으로 먹었으나, 체장이 증가하면서 요각류의 비율은 점차 낮아진 반면, 십각류와 단각류가 위 내용물 중 차지하는 비율은 점차 증가하였다.

## 참 고 문 헌

- Bowman, T. E. and L. G. Abele, 1982. Classification of the recent crustacea. pp. 1-27. (in) The biology of crustacea. 1. Systematics, the fossil record, and biography, (ed.) Bliss, D. E. Academic Press, New York.
- 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.
- Chung, E. Y., I. S. Kim and Y. Choi, 1990. Study on the food organisms and the distribution patterns of gobiidfishes (Gobiidae) according to the bottom sediments at intertidal zone of Naecho-do. Mar. Dev. Res. of Kunsan Nat'l Univ., 2(1): 19-35.
- Chyung, M. K., 1977. The fishes of Korea. Iljisa Publishing Co., Seoul, 522 pp.
- Darnell, R. M. and R. R. Meierotto, 1962. Determination of feeding chronology in fishes. Trans. Amer. Fish. Soc. 91: 313-320.
- Helfman, G. S., 1981. Twilight activities and temporal structure in a freshwater fish community. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1405-1420.
- Hoese, D. F., 1985. Indo-Pacific genera of gobiid fis-

- hes. Abstracts of second international conference on Indo-Pacific Fishes. Ichthyol. Soc. Japan, 60pp.
- Hoese, D. F. and G. R. Allen, 1977. *Signigobius biocellatus*, a new genus and species of sand-dwelling coral-reef gobioid fish from the western tropical Pacific. Japan. J. Ichthyol. 23 : 199-207.
- Huh, S. H. and S. N. Kwak, 1997. Species composition and seasonal variations of fishes in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Korean J. Ichthyol., 9(2) : 202-220.
- 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 *Lateolabrax japonicus* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 34(2) : 191-199.
- Huh, S. H. and S. N. Kwak, 1998c. 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, 1999. Feeding habits of *Acanthogobius flavimanus* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Korean Fish. Soc., 32(1) : 10-17.
- Johnson, J. H., 1981. The summer diet of the cutlips minnows *Exoglossum maxillingua*, in a central New York stream. Copeia, 2 : 484-487.
- Im, Y. J., 1989. Seasonal fluctuations in species composition and ecology of the major species of gobioid fishes in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea. M.S. Thesis, Chungnam Nat'l Univ. 56 pp.
- Kim, I. S., Y. J. Lee and Y. U. Kim, 1987. A taxonomic revision of the subfamily Gobiinae (Pisces, Gobiidae) from Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 20 : 529-542.
- Kim, C. K., 1987. Feeding ecology of shore fishes in the Samchonpo Channel. Ph.D. Thesis. Nat'l Fish. Univ. of Pusan, Korea. 142 pp.
- 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.
- Nakashima, B. S. and W. C. Leggett, 1978. Daily ration of yellow perch (*Perca flavescens*) from Lake Memphremagog, Quebec-Vermont, with a comparison of methods for *in situ* determinations. J. Fish. Res. Bd. Canada, 35 : 1597-1603.
- Noble, R. L., 1973. Evacuation rates of young yellow perch, *Perca flavescens* (Mitchill). Trans. Amer. Fish. Soc., 102 : 759-763.
- Okada, Y., 1965. Illustrated encyclopedia of the fauna of Japan I, II, III. Hokuryukan, Tokyo. 679 pp, 803 pp, 763 pp.
- Paik, E. I., 1969. A study of the food of the goby, *Synechogobius hasta*. Bull. Korean Fish. Soc., 2 : 47-62.
- Pielou, E. C., 1976. Mathematical ecology. pp. 291-311. John Wiley & Sons, Inc. 2nd ed.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant and I. L. K. Iverson, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull., 152 : 1-105.
- Ryu, J. S., 1976. Korean shells in colour. Iljisa Publishing Co., Seoul. 196 pp.
- Steigenberger, L. W. and P. A. Larkin, 1974. Feeding activity and rates of digestion of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). J. Fish. Res. Bd. Canada, 31 : 411-420.
- Takagi, K., 1966. Distributions and ecology of the gobioid fishes in the Japanese waters. J. Tokyo Univ. Fish, 52 : 87-127.
- Yamaji, I., 1966. Illustrations of the marine plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd. Osaka. 537 pp.