

# 광양만 잘피밭에 서식하는 줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*)의 식성

허 성 회 · 곽 석 남

부경대학교 해양학과 및 해양과학공동연구소

1994년 1월부터 1994년 12월까지 광양만 대도 주변 잘피밭에서 채집된 줄망둑의 식성을 조사하였다. 줄망둑의 주요 먹이생물은 단각류(특히 옆새우류), 갯지렁이류 및 복족류였으며, 그 외 요각류, 주걱벌레붙이류, 게류, 이매패류 등이 소량씩 위내용물 중 발견되었다. 줄망둑이 성장함에 따라 먹이생물의 조성이 점차 변하였다. 체장이 작은(1~2cm SL) 줄망둑은 옆새우류를 주로 먹었으나, 체장이 증가하면서 옆새우류가 위내용물 중 차지하는 비율은 점차 낮아진 반면, 갯지렁이류 및 복족류가 차지하는 비율은 증가하였다. 계절에 따라 먹이생물 조성이 다소 변했는데, 여름에는 옆새우류와 갯지렁이류가, 그리고 겨울에는 복족류가 차지하는 비율이 다른 계절에 비해 높았다.

## 서 론

줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*)은 망둑어과(Gobiidae)에 속하는 어종으로 한국, 일본 및 필리핀 등지에서 분포하며, 수심이 얇은 내만의 모래 또는 갯펄 해안에 서식한다고 알려져있다(정, 1977). 우리나라 연안역에 출현하는 줄망둑속(*Acentrogobius*) 어종은 점줄망둑(*A. pellidebilis*), 애기망둑(*A. masago*) 등이 있다(김·강, 1993).

지금까지 우리나라에서 수행된 줄망둑에 관한 연구로는 일부 어류군집 연구(유·최, 1993; 허·곽, 1997c; 추, 1997)에서 단편적으로 언급된 내용을 제외하고는 거의 없는 실정이다. 그러나 줄망둑은 우리나라와 일본 연안의 잘피밭에서 많은 출현량을 보인 어종으로 보고되고 있어(Kikuchi, 1966; Matsumiya *et al.*, 1980; 허, 1986; 허·곽, 1997c; 고·조, 1997), 이 종에 대한 생태학적인 연구가 필요하다고 생각된다.

어류의 먹이습성 연구는 그 어류가 속해 있는 생태계의 기능적인 면을 이해하기 위한 기초 자료를 제공한다. 본 연구에서는 현재 우리나라 남해안에

밀생되어 있는 잘피밭의 생태계에 대한 종합적인 연구의 일환으로써 광양만 잘피밭의 우점 어종 중 하나인 줄망둑의 식성을 분석하였다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 줄망둑의 시료는 1994년 1월부터 1994년 12월까지 광양만 대도 주변 잘피밭(Fig. 1)에서 매일 소형 trawl을 이용하여 채집하였다.

시료 채집에 사용된 어구의 크기는 길이가 5m였으며, 망목의 크기는 날개그물에서 1.9cm, 끝자루로 갈수록 차츰 망목의 크기가 감소하여 끝자루에서는 1cm였다.

채집된 어류는 10% 중성 포르말린으로 고정하였으며, 실험실에서 표준체장(standard length : SL)을 기준으로 10mm 간격의 크기군(size class)으로 나눈 뒤, 어체에서 위를 분리하였다. 위내용물은 해부현미경을 이용하여 먹이 종류별로 구분하였다. 많이 출현한 먹이생물은 가능한 종까지 동정하였으나, 그 외 먹이생물은 과(family) 혹은 목

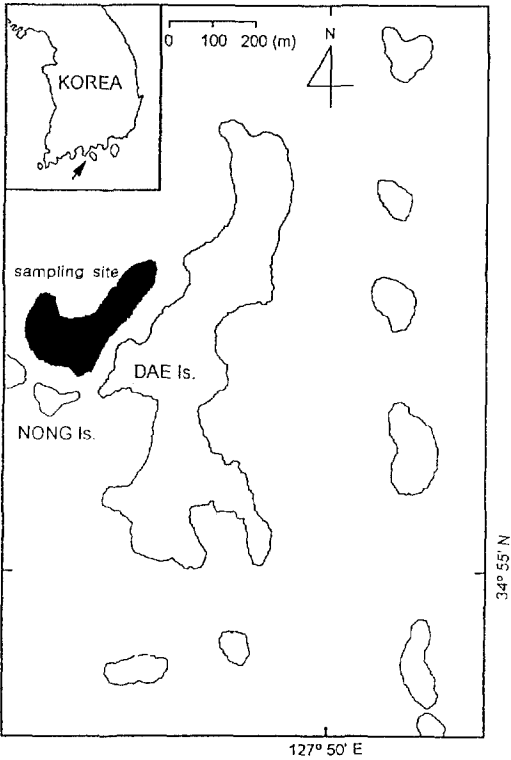


Fig. 1. Location of the study area in Kwangyang Bay, Korea.

(order) 단위까지 분류하였다. 먹이생물 종류별로 개체수를 계수하였으며, 크기는 mm 단위까지 측정하였다. 그리고 먹이 종류별로 80℃의 건조기에서 24시간 건조시킨 뒤, 전자식 저울을 이용하여 건조중량을 측정하였다.

위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도(Frequency of occurrence), 먹이생물의 개체수비 및 건조중량비로 나타내었다.

각 먹이생물에 출현빈도수( $F_i$ )는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$F_i = \frac{A_i}{N} \times 100$$

여기서, N은 조사된 총 어류의 개체수이며,  $A_i$ 는 위내용물 중 i 먹이생물이 발견된 어류의 개체수이다.

섭이된 먹이생물의 상대중요성지수(Index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.*(1971)의 식을 이용하여 구하였다.

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

여기서, N은 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율, W는 위내용물 건조중량에 대한 백분율, F는 각 먹이생물의 출현빈도수이다.

각 먹이생물에 대한 선택성은 Ivlev(1961)가 제안한 선택도지수(Selectivity index)를 이용하여 구하였다.

$$E = \frac{R_i - P_i}{R_i + P_i}$$

여기서,  $R_i$ 는 위내용물 중에서 i 종의 개체수의 비이고,  $P_i$ 는 환경에 출현하는 i 종의 개체수의 비이다. 이 식에서 사용된 환경생물(저서동물 및 동물플랑크톤)의 종조성 자료는 줄망둑의 채집 당시 동시에 조사를 실시하여 구해진 자료(곽, 1997)를 참고하였다.

### 결과 및 고찰

줄망둑은 본 조사해역인 광양만 대도주변 잘피밭에서 많이 출현한 어종 중의 하나이다(허·곽, 1997c). 조사기간 동안 채집된 줄망둑은 1.3~5.8cm의 체장 분포 범위를 보였다(Fig. 2).

1월에는 4~6cm 크기의 개체들이 소량 채집되었으며, 2월에는 3~5cm 크기 개체들의 채집량이 급격히 증가하였다. 3월에는 채집량이 일시적으로 감소하였으나, 4월에 다시 채집량이 크게 증가하였다. 이 시기에는 2~5cm 크기들이 대부분을 차지하였다. 5월부터 개체수가 감소하여 9월까지 매월 60개체 이하를 나타내었다. 이 시기에 채집된 줄망둑의 체장을 보면, 5월에서 7월까지 4~6cm 크기가 우세하였으며, 8월부터는 2~3cm 크기의 개체들이 새롭게 유입되었다. 10월에는 채집량이 급격히 증가하여 최대치(192개체)를 보였으나, 11월부터는 개체수가 서서히 감소하였다. 11월에는 3~5cm, 12월에는 4~6cm 크기의 개체가 대부분을 차지하였다.

허(1986)에 따르면, 충무 한실포 잘피밭에서 줄망둑은 늦봄에서 가을까지 비교적 많이 출현하였

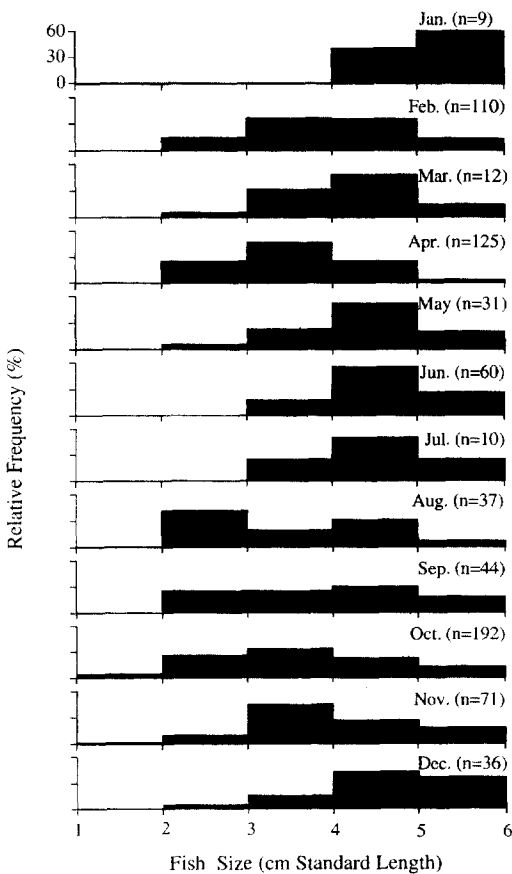


Fig. 2. Monthly variation in size distributions of *Acentrogobius pflaumii*.

으며, 10월에 최대 출현량을 보였다고 보고되어, 본 조사해역과 비슷한 양상이었다.

### 1. 위내용물 조성

위내용물 분석에 사용된 줄망둑은 총 160개체였으며, 이 중 위 속에 먹이가 전혀 없었던 개체는 5개체로서, 3.1%를 차지하였다. 먹이를 섭취한 155개체의 위 내용물을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

줄망둑의 주요 먹이생물은 단각류(Amphipoda)에 속하는 옆새우류(Gammaridea), 갯지렁이류(Polychaeta) 및 복족류(Gastropoda)였다. 옆새우류는 49.8%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 32.5%와 위내용물 건조중량의 33.7%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 44.4%였다. 옆

새우류 중 많이 잡혀 먹힌 종은 *Ampelisca* sp. 였다. 갯지렁이류는 38.1%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 24.9%와 위내용물 건조중량의 30.1%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 28.2%였다. 복족류는 37.8%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 16.8%와 위내용물 건조중량의 27.8%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 22.7%였다. 잡혀 먹힌 복족류는 후새아강(Opisthobranchia)에 속하는 나새류(Nudibranchia), *Aplysia* sp. 등으로 구성되어 있었다.

한편, 요각류(Copepoda)는 12.4%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 19.1%를 차지하였으나, 위내용물 건조중량 중 차지하는 비율은 2.6%에 불과하였다. 상대중요성지수비는 3.6%였다. 요각류 중 잡혀 먹힌 종은 *Calanus sinicus*, *Acartia omorii* 등이었다. 카프렐라류(Caprellidea)는 8.7%의 출현빈도를 보였으며, 총 먹이생물 개체수의 5.2%와 위내용물 건조중량의 3.8%를 차지하였다. 상대중요성지수비는 1.1%였다. 그밖에 게류(Brachyura), 이매패류(Bivalvia), 주걱벌레붙이류(Tanaidacea) 등도 위내용물 속에서 발견되었으나, 그 양은 많지 않았다.

따라서 잘피밭에 서식하는 줄망둑은 옆새우류, 갯지렁이류, 복족류 등의 저서성 생물을 주로 잡아먹는 육식성 어종임을 알 수 있다. 한편 줄망둑은 잘피밭에서 출현하는 가시망둑, 문절망둑, 농어, 쥐노래미 등에게 잡혀 먹히고 있어(곽, 1997; 허·곽, 1998a, b), 잘피밭 생태계의 먹이사슬에서 저차 소비자와 고차 소비자를 연결시켜주는 중요한 고리 역할을 담당하고 있음을 알 수 있다.

### 2. 성장에 따른 먹이 변화

조사기간 동안 채집된 줄망둑 중에서 크기가 가장 작은 1~2cm 체장에서는 옆새우류가 전체 위내용물 건조중량 중 50% 정도를 차지하였으며, 그의 갯지렁이류와 복족류가 각각 15%씩, 그리고 요각류가 10% 정도를 차지하였다(Fig. 3). 그러나 체장이 증가함에 따라 옆새우류의 점유율은 점차 감소하는 반면, 갯지렁이류와 복족류의 점유율이 점차 증가하여, 5~6cm 체장에서는 갯지렁이류(39.5%)와 복족류(41.4%)가 위내용물의 대부분을

Table 1. Percent composition of the stomach contents of *Acentrogobius pflaumi* by frequency of occurrence, number, dry weight, and index of relative importance(IRI)

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
<b>Crustacea</b>					
<b>Amphipoda</b>					
<b>Gammaridea</b>	<b>49.8</b>	<b>32.5</b>	<b>33.7</b>	<b>3296.8</b>	<b>44.4</b>
<b>Caprellidea</b>	<b>8.7</b>	<b>5.2</b>	<b>3.8</b>	<b>78.3</b>	<b>1.1</b>
<i>Caprella kroeyeri</i>	8.4	3.3	3.0		
<i>Caprella tsugarensis</i>	3.7	1.9	0.8		
<b>Copepoda</b>	<b>12.4</b>	<b>19.1</b>	<b>2.6</b>	<b>269.1</b>	<b>3.6</b>
<i>Calanus sinicus</i>	10.5	7.2	1.4		
<i>Acartia omorii</i>	9.9	6.8	0.8		
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	8.2	5.1	0.4		
<b>Brachyura</b>					
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1.4	0.2	0.4	0.8	+
<b>Isopoda</b>					
<i>Cymodoce japonica</i>	1.4	0.2	+	0.4	+
<b>Tanaidacea</b>					
<i>Tanais cavolinii</i>	2.8	0.8	0.6	3.9	0.1
<b>Polychaeta</b>	<b>38.1</b>	<b>24.9</b>	<b>30.1</b>	<b>2098.5</b>	<b>28.2</b>
<b>Mollusca</b>					
<b>Gastropoda</b>	<b>37.8</b>	<b>16.8</b>	<b>27.8</b>	<b>1685.9</b>	<b>22.7</b>
<b>Bivalvia</b>					
<i>Theora fragilis</i>	2.1	0.3	0.6	1.9	+
<b>Nematoda</b>					
	1.4	0.2	+		
Total		100	100		100

+ : less than 0.1%

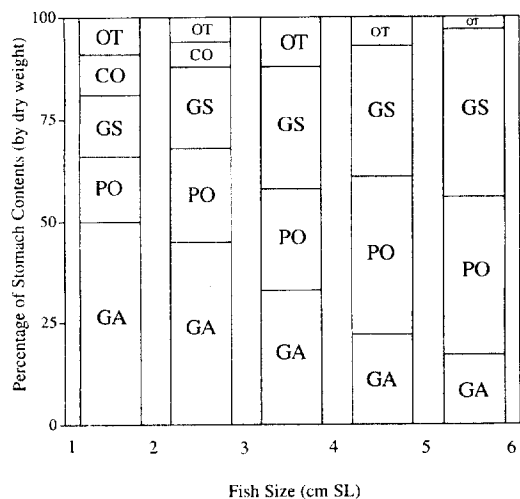


Fig. 3. Ontogenetic changes in feeding habits of *Acentrogobius pflaumi*. (GA : Gammaridea, PO : Polychaeta, GS : Gastropoda, CO : Copepoda, OT : Others).

차지하였다.

국외에서 이루어진 연구 결과와 비교해 보면, 일본 Tomioka Bay의 잘피밭에서 서식하는 줄망둑은 체장 0.8cm 이전에는 요각류와 같은 동물플랑크톤을 주로 먹었으나, 체장이 증가하면서 해저에서 서식하는 단각류 및 갯지렁이류를 주로 먹었으며(Kikuchi, 1966), Shijiki Bay의 잘피밭에서도 체장이 증가할수록 저서성 단각류와 갯지렁이류를 주로 먹는다고 보고된 바 있다(Matsumiya et al., 1980). 한편 Tomioka Bay의 잘피가 밀생하지 않는 펼길 해역에서도 초기에는 요각류가 줄망둑의 중요 먹이생물이었으나, 체장이 증가함에 따라 위내용물 중 요각류의 점유율은 감소하고 연체동물(Mollusca)과 갯지렁이류의 점유율이 크게 증가하였다(Kikuchi and Yamashita, 1992).

본 조사에서는 체장 1cm 이하의 개체가 채집되지 않아 동물플랑크톤을 많이 잡아 먹는지 여부는 확인되지 않았으나, 성장하면서 위내용물 중 갯지

렁이류와 연체동물의 비율이 증가한 점은 일본산 줄망둑과 유사하였다. 이로 미루어 보아 줄망둑은 해역에 관계없이 1cm 이하의 유어들은 해양 환경 중에서 양적으로 풍부하고 쉽게 잡아 먹을 수 있는 동물플랑크톤을 주로 섭취하나, 성장하면서 해저 밀바닥에 서식함에 따라 저서성 먹이생물로 전환하는 것으로 판단된다.

우리나라 연안해역에서 서식하는 다른 망둑어 종류인 미끈날망둑(*Chaenogobius laevis*), 얼룩망둑(*Chaenogobius mororanus*), 풀망둑(*Acanthogobius hasta*), 두줄망둑(*Tridentiger trigonocephalus*), 왜풀망둑(*Acanthogobius elongatus*)도 줄망둑과 마찬가지로 아주 어린 시기에는 요각류와 같은 동물플랑크톤을 주로 잡아 먹었으나, 성장하면서 곧바로 단각류, 십각류, 갯지렁이류 또는 작은 크기의 어류 등과 같은 저서성 먹이생물로 전환한다고 보고된 바 있어(백, 1969; 임, 1989; 정 등, 1990; 최 등, 1996; 이·허, 1989; 김·노, 1997), 망둑어과 어류들은 대체적으로 유사한 먹이 전환 양상을 보이고 있음을 알 수 있다.

줄망둑의 주요 먹이생물의 크기 변동을 보면 (Fig. 4), 1~2cm 줄망둑에 의해 먹힌 옆새우류의 크기는 평균 1.3mm(전장)였으나, 어류가 성장함에 따라 점차 증가하여 5~6cm 줄망둑은 평균 5.3mm 크기의 옆새우류를 먹었다. 옆새우류 다음

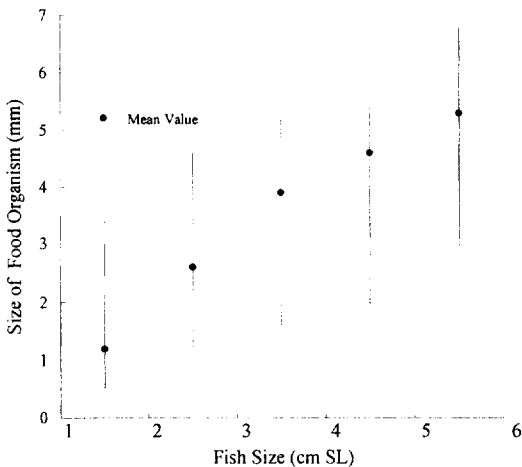


Fig. 4. Ontogenetic changes in size of Gammaridea consumed by *Acentrogobius pflaumi*.

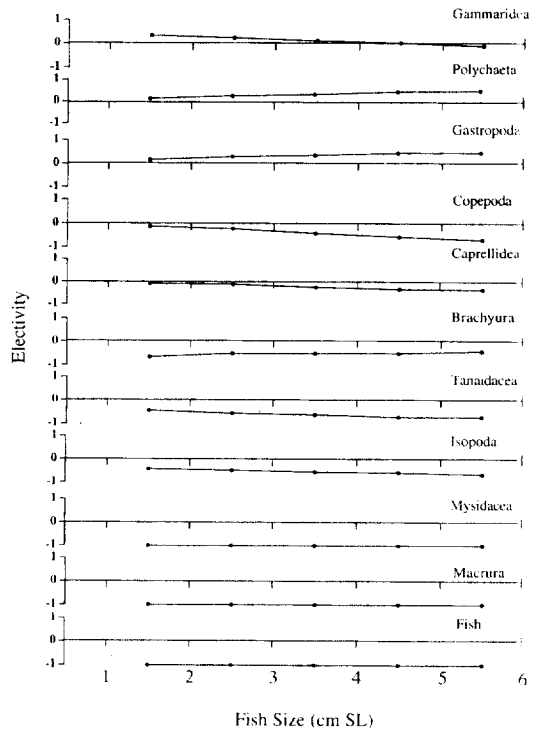


Fig. 5. Ontogenetic changes in electivity indices of the prey organisms eaten by *Acentrogobius pflaumi*.

으로 중요한 먹이생물인 갯지렁이류와 복족류는 소화 정도가 심하여 크기를 정확하게 측정할 수 없었다.

각 먹이생물에 대한 선택도지수를 보면(Fig. 5), 갯지렁이류와 복족류는 조사된 모든 크기군에서 양의 수치를 보여 가장 적극적으로 선택된 먹이생물이었으며, 체장 5cm 이상부터는 선택도지수가 0.5 이상의 높은 수치를 보였다. 옆새우류는 1~2cm 체장에서는 높은 양의 수치를 보였으나, 체장이 증가하면서 선택도지수가 점차 감소하는 양상을 보였으며, 5cm 이상부터는 음의 수치를 보였다. 그 외 요각류, 카프렐라류, 계류, 주걱벌레붙이류, 등각류 등은 모든 크기에서 음의 수치를 나타내어 먹이생물로서 거의 선택되지 않았다.

### 3. 계절에 따른 먹이 변화

계절에 따른 줄망둑의 먹이구성 변화를 보면 (Fig. 6), 대체적으로 계절에 관계없이 옆새우류,

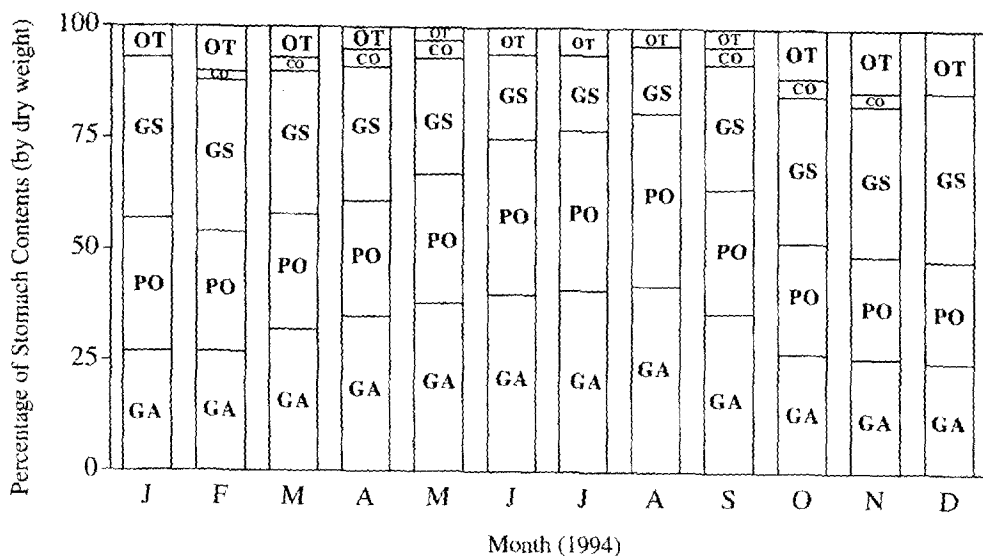


Fig. 6. Seasonal changes in feeding habits of *Acentrogobius pflaumi*.

갯지렁이류 및 복족류를 꾸준히 많이 먹었다. 그러나 계절에 따라 이들 먹이생물이 차지하는 비율은 조금씩 달랐다.

1월과 2월에는 복족류가 위내용물 중 차지하는 비율이 34.5~36.7%를 나타내어 갯지렁이류(27.4~30.3%)와 옆새우류(27.2~27.5%) 보다 높았다. 3월에서 4월까지의 옆새우류, 갯지렁이류 및 복족류가 비슷한 점유율을 보였다. 그러나 5월에 접어들면서 복족류의 점유율은 점차 감소한 반면 옆새우류와 갯지렁이류는 점유율이 점차 증가하였다. 그 결과 7월과 8월에는 옆새우류가 40.6~41.3%, 갯지렁이류가 35.3~36.2%를 나타냈으며, 복족류는 15.3~17.7%에 불과하였다. 한편 9월 이후에는 이와는 반대로 옆새우류와 갯지렁이류의 점유율은 점차 감소하고, 복족류의 점유율은 크게 증가하여 11월과 12월에는 옆새우류와 갯지렁이류보다 복족류가 다시 가장 중요한 먹이생물이 되었다.

줄망둑의 주요 먹이생물에 대한 잘피밭 환경에서의 출현량 변동 양상을 보면(곽, 1997), 옆새우류는 봄부터 출현량이 증가하여 여름에 최대 출현량을 보인 후 감소하였으며, 갯지렁이류는 여름에 비교적 많은 출현량을 보였으나, 다른 계절에는 소량씩 출현하였다. 복족류는 봄에 많은 출현량을 보인 후, 여름과 가을에는 감소하고 겨울에 다시 증

가하는 양상이었다.

따라서 잘피밭에서 옆새우류와 갯지렁이류의 출현량이 많았던 여름에는 줄망둑의 위내용물 중 이들이 차지하는 비율이 비교적 높았으며, 또한 잘피밭에서 복족류의 출현량이 증가하였던 겨울에는 복족류가 위내용물 중 차지하는 비율이 증가한 점으로 보아, 계절에 따른 줄망둑의 먹이조성 변화는 잘피밭에서 출현하는 환경생물의 출현량 변동과 어느 정도 연관성이 있는 것으로 판단된다. 이와 같이 해양 환경 중에서 출현하는 먹이생물의 양적 변동에 따라 먹이조성이 변하는 현상은 본 조사 해역에서 우점하였던 베도라치(*Pholis nebulosa*), 살고기(*Syngnathus schlegeli*)의 식성연구에서도 보고된 바 있다(허·곽, 1997a,b).

### 인용 문헌

고유봉·조성환. 1997. 제주도 연안 해초지대 어류군집에 관한 연구. I. 종조성과 계절변화. 한어지 9(1): 48~60.  
 곽석남. 1997. 광양만 대도주변 잘피밭의 생물상과 어류의 섭식생태. 부경대 박사학위논문. 411 pp.  
 김익수·강연중. 1993. 원색 한국어류도감. 아카데미서적. 477 pp.  
 김종연·노용태. 1997. 군산 연안 내초도 조간대에 서식

- 하는 왜폴망둑, *Acanthogobius elongatus*의 섭식생태. 한수지 30(3) : 413~422.
- 백의인. 1969. 폴망둑, *Synecogobius hasta*(Temminck et Schlegel)의 먹이조사. 한수지 2 : 529~542.
- 유봉석·최 윤. 1993. 군산 연안 어류의 군집 변동. 한어지 5(2) : 194~207.
- 이태원·허성희. 1989. 해산동물의 초기생활사의 연구. 2. 미끈날망둑, *Chaenogobius laevis*(Steindachner)의 자치어기의 연령, 성장 및 식성. 한수지 22(2) : 332~341.
- 임양재. 1989. 천수만 망둑어과 어류의 계절에 따른 종조성 변화와 생태. 충남대 석사학위논문. 56 pp.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울. 727 pp.
- 정의영·김익수·최윤. 1990. 내초도 조간대에 출현하는 망둑어과(Gobiidae) 어류의 저질별 분포양상 및 먹이생물에 관한 연구. 군산대 해양연구소 보고서 2(1) : 19~35.
- 최윤·김익수·유봉석·박종영. 1996. 금강 하구 폴망둑 (*Synecogobius hasta*)의 생태. 한수지 29(1) : 115~123.
- 추현기. 1997. 광양만 대도주변 어류의 종조성 변화. 부경대 석사학위논문. 59 pp.
- 허성희. 1986. 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 출현량의 계절적 변동에 관한 연구. 한수지 19(5) : 509~517.
- 허성희·곽석남. 1997a. 베도라치(*Pholis nebulosa*)의 식성. 한어지 9(1) : 22~29.
- 허성희·곽석남. 1997b. 광양만 잘피밭에 서식하는 실고기(*Syngnathus schlegeli*)의 식성. 한수지 30(5) : 896~902.
- 허성희·곽석남. 1997c. 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종조성 및 계절 변동. 한어지 9(2) : 202~220.
- 허성희·곽석남. 1998a. 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)의 식성. 한수지 31(1) : 37~44.
- 허성희·곽석남. 1998b. 광양만 잘피밭에 서식하는 농어(*Lateolabrax japonicus*)의 식성. 어업기술 34(2) : 인쇄중.
- Ivlev, V. S. 1961. Experimental Ecology of Feeding of Fish. Yale Univ. Press, New Haven. 302 pp.
- Kikuchi, T. 1966. An ecological study on animal communities of the *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. 1(1) : 1~106.
- Kikuchi, T. and Y. Yamashita. 1992. Seasonal occurrence of gobiid fish and their food habits in a small mud flat in Amakusa. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab. 11(2) : 73~93.
- Matsumiya, Y., T. Murakami, T. Suzuki and M. Oka. 1980. Some ecological observations on gobies, *Sagamia peneionema* and *Rhinogobius pflaumi* in Shijiki Bay. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. 54 : 321~331.
- 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.

## **Feeding Habits of *Acentrogobius pflaumii* in the Eelgrass (*Zostera marina*) Bed in Kwangyang Bay**

**Sung-Hoi Huh and Seok Nam Kwak**

Department of Oceanography and Korea Inter-University Institute of Ocean Science,  
Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea.

Feeding habits of *Acentrogobius pflaumii* collected from the eelgrass bed in Kwangyang Bay from January 1994 to December 1994 were studied. *Acentrogobius pflaumii* was a carnivore which consumed mainly gammarid amphipods, polychaetes and gastropods. Its diets included minor quantities of copepods, tanaids and crabs. It showed ontogenetic changes in feeding habits. Individuals of 1~2cm SL preyed heavily on gammarid amphipods. However, polychaetes and gastropods were selected with increasing fish size. Although gammarid amphipods, polychaetes, and gastropods were major prey organisms for all seasons, the relative proportion of these food items changed with season. Consumption of gammarid amphipods and polychaetes was relatively high in summer, and consumption of gastropods was relatively high in winter.

**Key words** : *Acentrogobius pflaumii*, feeding habits, gammarid amphipods, polychaetes, gastropods