

군산연안 내초도 조간대에 서식하는 왜풀망둑 *Acanthogobius elongatus*의 섭식생태

김종연 · 노용태*

군산대학교 양식학과 · *건국대학교 생물학과

Feeding Habits of *Acanthogobius elongatus* from the Kunsan Coast Intertidal Zone, Neacho-do in the West Coast of Korea

Jong-Yeong KIM and Yong-Tai NOH*

Department of Aquaculture, Kunsan National University, Kunsan 573-702, Korea

*Department of Biology, Kon-kuk University, Seoul 133-701, Korea

To know the food chain of an intertidal community, feeding habits of *Acanthogobius elongata* were studied by analyzing stomach contents. *A. elongata* were monthly collected and the environment conditions of the habitat were investigated in the intertidal zone of Naecho-do, Kunsan from July 1993 to June 1994.

Ratio of stomach contents to weight of *A. elongata* was 1.78%, and fullness of stomach showed a similar value to ratio of stomach contents to weight. Fullness of stomach was increased twice a day in the morning and the afternoon. The most important food item was copepods amounting to 54% of the total stomach contents. Of these, *Paracalanus parvus* was most abundant in spring, *Calanus sinicus* in summer, *Acartia* sp. in autumn, and *Calanus sinicus* in winter. Degree of overlapping for the food items between seasons was not very high, except between spring and summer. There were little differences in feeding habits among the size groups. For all size groups of *A. elongata*, the occurrence rates of copepods, decapods, molluscs and cirriped larvae were high. As the fish grows, those of amphipods, polychaete larvae, isopods, cumaceans and stomatopods increased gradually. The importance index of the major food items was in the order of *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis* and *Acartia* sp..

Key words : *Acanthogobius elongatus*, feeding habits, intertidal zone

緒 論

농어목에 속하는 망둑어과 (Gobiidae) 어류는 연안과汽水域에 아주 흔한 底棲性 소형어류로 전세계의 연안에 널리 분포한다.

망둑어과 어류는 전세계에 약 270屬, 2,000여종 (Hoese, 1985)으로 추산되고 있어 어류 가운데 종수가 많은 분류군이다 (Hoese and Allen, 1977). 따라서 이것들은 연안과 內灣生態系の 營養段階에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있어서 (Takagi, 1966), 오래전부터 망둑어과 어류의 분류에 대한 연구가 활발히 지속되어 왔다 (Tomiyama, 1936; Akihito and Meguro, 1977; Winterbottom, 1984).

한국산 망둑어과 어류에 대한 보고는 Regan (1908)이 *Ctenogobius bedfordi*에 대하여 처음 보고한 이후, Jordan and Metz (1913)가 부산과 수원 등지에서 14屬 17種을 기록하였으나 종합적인 목록으로는 Mori (1952)와 Chyung (1977)의 27屬 40여종의 보고가 있다. 그후, Kim et al. (1986)이 한국산 망둑어과 어류 4亞科 30屬 46種의 목록을 제시하였고, 우리나라 연안의 망둑어亞科 어류의

20屬 33種의 계통유연관계를 논의하였다 (Kim et al., 1987). 한편, 沿岸魚類相의 조사 가운데서 망둑어과 어류가 목록으로 제시된 것으로는, 충남 淺水灣 (Lee and Seok, 1984), 古群山列島 (Ryu and Lee, 1984) 등이 있으나 확인종이 소수에 지나지 않는다.

망둑어과 어류의 攝食生態에 대한 연구는 풀망둑의 먹이조사 (Baek, 1969), 內草島 潮間帶에 出現하는 망둑어과 魚類의 底質別 分布樣相 및 먹이生物에 關한 研究 (Chung et al., 1990), 韓國產 말뚝망둥어 亞科 魚類의 分類와 生態 (Ryu, 1991) 등이 있다.

오래전부터 외국에서는 어류와 그 먹이생물 간의 생태적 연구가 활발히 이루어 졌으나 (Pillay, 1953; Gotshall et al., 1965; Janssen, 1978), 국내에서는 Baek (1969), Kim et al. (1985), Kim and Kang (1986), Huh (1989), Chung et al. (1990), Kim and Kang (1991) 등 일부 연구가 있을 뿐이다. 이러한 연구들은 어류의 생태학적 연구 뿐 아니라 수산업의 기초분야로서 그 중요성을 인정받고 있다 (Baek, 1969).

沿岸生物群集에 있어서 먹이網과 營養段階間에 물질의

유동을 파악하기 위해서는 捕食者和 被食者間的 攝食關係를 구명해야 한다. 이를 위해서는 捕食者の 위내용물을 분석하여 이들의 攝食生物, 攝食量, 分食 등에 관한 연구가 필요하다.

본 연구는 군산연안 내초도 조간대에 서식하는 왜풀망둑을 재료로 하여 그 서식환경과 성장, 계절 등에 따른 攝食生態를 파악하여 沿岸生物群集의 먹이사슬에 관한 기초지식을 얻고자 하였으며, 망둑어과 어류는 底棲性 어류이므로 底質의 상태가 그들의 棲息處를 결정하는 주된 환경요인으로 볼 수 있어 (Chung et al., 1990), 底質環境에 대해서도 분석하였다.

또한, 군산연안 중 특히 내초도 수역은 넓은 干潟地가 크게 발달되어 있어서 옛부터 친해의 패류 양식장으로 널리 이용되어 오던 곳인데, 최근의 서해안 개발에 따른 간척사업 지역에 포함되어 있어 앞으로 이 일대에 커다란 생태적 변화가 예측되므로 사전의 이 지역 潮間帶環境과 生物相에 대한 조사는 중요한 의미가 있다고 생각되어, 여기에 서식하는 왜풀망둑의 攝食生態에 대해서 연구하였다.

材料 및 方法

재료인 왜풀망둑의 個體群은 군산의 내초도 연안 (Fig. 1)에서 1993년 7월부터 1994년 6월까지 매월 1회씩 주로 간조시를 이용해 수로 또는 조수웅덩이에서 채집하였다. 채집도구로서는 족대, 초망, 뜰망, 투망 등을 사용하였으며, 일부 成魚는 두토막논썩참갯지렁이 (*Perineris aibuhi-tensis*)와 바위갯지렁이 (*Marphysa sanguinea*)를 미끼로 한 줄납시 또는 대납시를 사용하여 주로 만조시에 채집하였다.

標本魚 중 치어는 채집 즉시 10% 중성 formalin 용액으로 고정하여 실험실로 옮겼다. 실험실로 가져온 표본은 체장 (0.01 cm까지 측정), 체중 (0.001 g까지 측정) 등을 측정한 다음 해부하여 위를 절취하였다. 위는 절취 즉시 무게 (生重量)를 달고 바로 절개하여 위내용물을 분리하였으며, 위내용물을 분리하고난 후의 空胃 무게도 측정하였다. 분리된 위내용물은 슬라이드 글라스나 소형 사아래에 옮겨 쌍안현미경 (×1,000)과 쌍안해부현미경 (×80) 하에서 관찰하였다. 채집된 표본의 위내용물 중에는 種까지의 분류가 곤란한 것도 있었다. 또한, 조사된 일부 어체 중에는 위내용물이 전혀 들어있지 않은 것들도 있었는데, 이런 어체들은 제외시키고 위내용물이 들어있는 어체만을 분석대상으로 하였다.

서식지에서는 서식지의 부유생물, 저서생물의 조사를

행했다. 부유생물 중 식물플랑크톤은 각 채집지에서 총 20ℓ를 채수해 ××13의 물러가제로 여과한 채집물을 표본으로 해서 5% 중성 formalin으로 고정해 보존한 후, 표본의 1/20 이상을 실체현미경 및 해부현미경 하에서 분석하였다. 동물플랑크톤은 여수계가 부착된 Norpac type 정량채집망 (구경 45 cm, GG54)으로 수평채집하였고, 채집된 표본은 즉시 5% 중성 formalin으로 고정하여 실험실로 옮긴 후 해부현미경 하에서 동정 분류하였다. 표본의 계수는 전체표본을 표본의 양에 따라 분할기로 4회 분할한 뒤 계수하여 총 개체수를 계산한 다음 단위 체적당 개체수로 환산하였으며, 여과 수량은 망구에 부착한 여수계로 측정하였다. 저서생물은 採泥한 泥를 그대로 실험실에 옮겨 수도물 중에 넣고 혼합해서 수중의 현탁물을 ××25의 네트로 모으는 것을 여러번 되풀이해서 泥中の 생물을 채집해서 10% 중성 formalin으로 고정, 보존하여 표본의 1/20 이상을 실체현미경 및 해부현미경 하에서 분석하였다. 부유생물은 개체수/m³, 저서생물은 개체수/m²로 나타내었다.

본 연구에 있어서 각종 생물의 분류에는 Okada (1965), Yamaji (1966), Ryu (1976), Chyung (1977), Bowman and Abele (1982), Kim et al. (1987) 등이 주로 이용되었다.

서식지의 환경을 파악하기 위하여 매월 표본 채집시 干潮時를 기준으로 수온, 潟溫, 염분, pH 등을 측정하였고, 왜풀망둑의 상당수가 底質에 묻혀 생활하기 때문에 매월 채집시 底質을 채취해 底質의 pH, 함수량, 유기물 함량, 底質의 粒度組成 등도 상법에 따라 조사하였다.

위내용물에 대해서 각 먹이생물 종류마다 개체수를 계수하여 먹이생물 전체 개체수에 대한 백분율을 각 먹이생물의 출현율로 나타내었다. 또한, 위내용물을 관찰한 왜풀망둑의 전 개체수에 대해서 각 먹이생물의 종류가 하나라도 발견된 어류 개체수의 백분율을 그 먹이생물의 出現頻度로 하였다. 위내용물 중에는 種까지 同定 가능한 먹이생물도 있었지만 攝餌後 상당한 시간이 경과한 경우에는 種의 同定이 불가능하였는데 요각류, 십각류 등에서는 가능한 한 屬 또는 種까지 그밖의 먹이생물에 대해서는 目 또는 綱 수준까지 분류하였다.

위내용물 生重量은 胃部를 절개해 취해서 濾紙를 이용해 胃 표면의 수분을 제거하고 측정된 중량에서 위내용물을 제거한 후의 위중량을 뺀 生重量으로 구하였다. 또 위내용물 生重量을 표준화하기 위해서 위내용물 生重量의 魚體重量에 대한 백분율을 구해 위내용물 重量比 (ratio of stomach content weight)로 하였다.

胃滿腹度 (fullness of stomach)는 어체의 胃滿腹度, 위내용물의 중량, 체중을 각각 *F*, *S*, *W*라 하면,

$$F = \frac{S}{W} \times 100$$

$$I_i = \sqrt{\frac{n_i}{N} \cdot \frac{f_i}{F}}$$

이다 (Kim and Kang, 1991).

시간별 먹이생물의 출현양상을 조사하기 위하여 채집 시간에 따른 위내용물의 중량변화를 胃滿腹度를 통해서 살펴 보았으며, 위내용물 내에서 관찰된 주요 먹이생물이 계절의 변화에 따라 어떻게 달라지는가를 위내용물이 관찰된 어류에 대해서 조사하였고, 어류의 체장별 먹이생물의 출현양상을 조사하기 위하여 위내용물에서 관찰된 주요 먹이생물이 어체의 體長差 (1.0~1.9, 2.0~2.9, 3.0~3.9, 4.0~4.9, 5.0~5.9, 6.0~6.9 cm)에 따라 어떻게 달라지는가를 위내용물이 관찰된 왜풀망둑에 대해서 조사하였다.

계절과 어체의 체장 크기가 달라짐에 따라 어류가 攝食하는 먹이생물의 변화가 어느 정도인가를 알아보기 위하여 Morisita의 重複度指數를 변형한 Horn의 重複度指數 (C_λ)를 사용하여 (Johnson, 1981) 먹이생물의 중복도를 조사하였다. 즉, S를 종류수, X_i 를 X群에서 종류 i의 개체수, Y_i 를 Y群에서 종류 i의 개체수라 하면

$$C_\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^s X_i Y_i}{\sum_{i=1}^s X_i^2 + \sum_{i=1}^s Y_i^2}$$

이다.

어류가 성장함에 따라 攝食하는 먹이생물의 多樣度를 파악하기 위하여 위내용물에서 관찰된 먹이생물의 多樣度를 Shannon-Weaver Index H' (Pielou, 1976)로써 나타내었다. 여기서, S와 N은 위내용물에서 관찰된 먹이생물의 總種類數와 總個體數이고, n_i 는 위내용물에서 관찰된 먹이생물 중 종류 i의 개체수이다. 그리고 多樣度를 구성하는 요소인 種類數와 均等度는 Margalef의 種豊度指數 D' (Kimoto, 1978),

$$D' = \frac{S - 1}{\log_2 N}$$

와 Pielou (1976)의 均等度指數 J' 를 사용하였다. D' 는 어류가 攝食하는 먹이생물의 種豊度 (species richness)를 나타내는 指數로서 사용하였고, J' 는 어류가 서식지의 각 종류의 먹이생물을 어느 정도로 균등하게 攝食하는가를 나타내는 指數로서 사용하였다.

또한, 왜풀망둑의 먹이로서 각 종류가 차지하는 비중을 알아보기 위하여 위내용물에 있어서 각 종류의 重要度를 계산하였다. 重要度는 Windell (1971)의 重要度指數 (I_i),

로써 나타내었다. 여기서, N은 全標本魚體의 위내용물에서 출현한 먹이생물의 總個體數이고, n_i 는 N중 종류 i의 개체수이다. 그리고, F는 全標本 어체수이고, f_i 는 F중 먹이생물 종류 i가 위내용물에서 적어도 1尾 이상 관찰된 標本魚體數이다.

結果 및 考察

1. 棲息地의 環境

조사기간 동안 매일 표본 채집시 서식지의 環境을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

수온과 濕溫을 측정한 결과를 보면, 수온은 1993년 8월에 33.2°C로서 가장 높았는데, 이러한 고온 하에서도 왜풀망둑이 활발하게 활동하고 있는 것으로 보아 고온에 대한 적응성이 뛰어난 어류로 생각된다. 수온이 가장 낮은 때는 1993년 12월로 4.5°C였다. 濕溫은 1993년 7월에 27.9°C로 가장 높았고, 1993년 12월에 3.5°C로서 가장 낮은 값을 나타내었으며, 전반적으로 수온과 濕溫의 변화는 계절에 따라 폭 넓은 변화양상을 보였는데, 여름철이 가장 높고 겨울철이 가장 낮은 온대해역 내만의 전형적인 변화양상을 나타내었다.

염분은 조사기간 동안 21.68~27.41‰의 범위를 나타내었는데, Lee (1992)가 보고한 군산연안 양식장의 12.1~31.0‰보다는 변화폭이 크지 않았으며, Lee et al. (1989)이 보고한 庇仁灣의 29.3~33.9‰보다는 낮은 염분 값을 나타내었다. 일반적으로 망둑어과 어류는 염분에 대한 적응성이 매우 큰 廣鹽性 어류로 알려져 있다.

해수 pH 변화 범위는 7.6~8.1로서, 정상적인 沿岸海水의 pH값을 나타내었는데, 이 값은 Lee (1992)가 보고한 군산연안 양식장의 7.2~8.3과는 비슷한 변화 범위를, Lee et al. (1989)이 庇仁灣 해역에서 보고한 7.7~8.4보다는 낮은 변화 범위를 나타내었다.

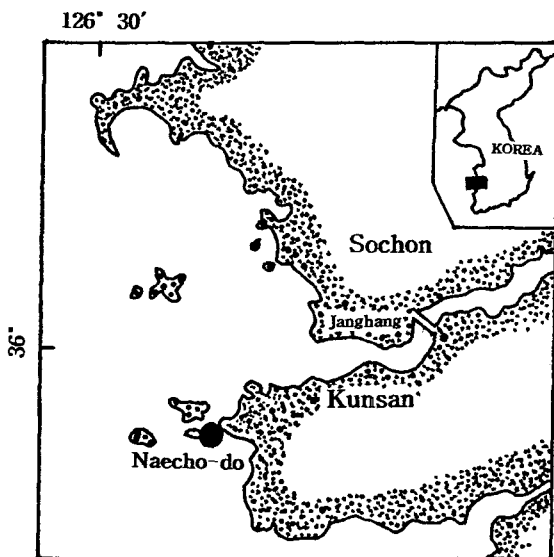
底質 pH 변화 범위는 8.5~9.2로서 庇仁灣 (Lee et al., 1989)의 7.4~8.9보다는 높은 값을, 扶安海城 (Lee and Kim, 1991)의 8.3~9.5보다는 낮은 값으로 이는 본 조사水域의 底質性狀이 다른水域의 底質性狀과 다르다는 것을 말해준다. 底質含水量은 48.5~76.2%의 범위를 나타내었는데, 내초도는 底質이 주로 펄질로 되어서 상당히 높은 값을 나타내었다.

底質의 유기물함량은 1.67~2.81% 범위를 보였다. 底質 粒度組成을 보면, 주로 細粒 퇴적물로서 粒徑 0.074 mm 이하의 粘土 성분이 71.60%를 차지하고 있었다.

Table 1. Environmental factors in the intertidal zone of Naecho-do studied areas from July 1993 to June 1994

Date	Temperature (°C)		Salinity (‰)	pH		Sediment	
	Water	Sediment		Water	Sediment	W	O
July 16, '93	28.5	27.9	21.68	7.6	8.8	64.2	2.81
Aug. 19	33.2	27.3	26.82	8.1	8.9	76.2	2.58
Sept. 11	25.4	26.3	27.41	7.8	8.8	58.6	2.35
Oct. 16	19.3	18.6	27.01	7.9	8.7	62.4	1.74
Nov. 19	15.2	15.0	25.01	7.8	8.5	54.7	2.03
Dec. 15	4.5	3.5	23.70	8.0	8.9	50.9	1.67
Jan. 30, '94	8.0	6.5	25.72	7.9	8.8	53.3	2.33
Feb. 25	6.2	4.2	25.86	8.1	9.0	51.2	1.95
Mar. 17	18.6	13.5	23.51	7.8	8.6	50.8	2.38
Apr. 28	26.0	22.6	26.71	8.1	9.0	72.6	2.23
May. 13	21.5	21.4	27.02	8.0	9.2	48.5	1.97
June. 11	27.6	29.1	24.54	7.9	8.9	50.7	2.12
Mean	19.5	18.0	25.42	7.9	8.8	57.8	2.18

W : Water content (%), O : Organic content (%)

**Fig. 1.** Location of the sampling stations.

2. 攝食生態

어류의 위내용물을 분석하여 어류의 먹이생물을 구명하고자 할 때는 어류의 위내용물 증량의 日週變化를 事前에 조사한 다음, 攝食活動이 활발한 時間帶에 채집된 어체의 위내용물을 사용하는 것이 타당하리라고 본다. 왜냐하면, 먹이생물이 위 속에서 소화되는 속도가 먹이생물의 종류별로 다르기 때문에 (Darnell and Meierotto, 1962; Noble, 1973) 非攝食 活動時間에 채집된 어체의 위내용물에서는 소화가 빨리 진행된 먹이생물은 관찰되지 않고, 소화가 상대적으로 느리게 진행되는 먹이생물만 관찰되므로 攝食된 먹이생물의 組成比를 그릇되게 평가

Table 2. Date of catch and number of specimens of *Acanthogobius elongatus* collected from Naecho-do

Date	Number of specimens	Range of body length (cm)
July 16, 1993	15	1.7~6.9
Aug. 19	15	1.3~5.2
Sep. 11	15	1.3~5.3
Oct. 16	14	1.6~4.2
Nov. 19	14	2.4~4.3
Dec. 15	15	2.1~4.0
Feb. 25, 1994	10	2.3~4.2
Mar. 17	14	2.5~4.5
Apr. 28	15	1.7~5.4
May 13	14	3.8~6.3
June 11	15	1.8~6.5
Total	156	1.3~6.9

할 우려가 있기 때문이다 (Kim, 1987). 본 연구에서는干潮時에 조수웅덩이나 수로 등에서 주로 중간에 어류를 채집하였기 때문에 완전한 日週變化를 파악하기에는 어려움이 있었으나, 위내용물 분석시 가능한한 攝食活動이 활발한 時間帶에 채집된 어체를 사용하였다.

내초도 水域에서 채집된 왜풀망둑 중 매월 (단, 1994년 1월 제외) 위 내용물을 조사한 魚體는 체장 크기별로 10~15 마리씩 모두 156마리였다 (Table 2).

위내용물이 조사된 魚體의 위내용물 重量比를 보면, 겨울철인 1993년 12월에 0.87%, 1994년 2월에 0.63%로 낮은 위내용물 重量比를 보였고, 1994년 5월에 3.87%로 가장 높은 위내용물 重量比를 나타내었는데, 일반적으로 크기가 작은 먹이는 중량비가 낮아지고 크기가 큰 먹이는 중량비가 증가할 것으로 생각된다.

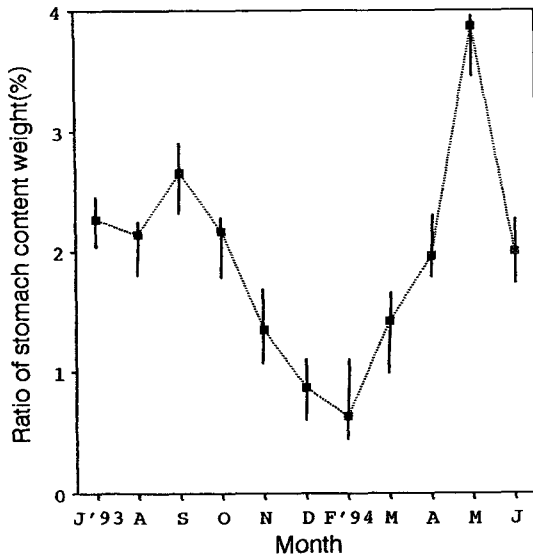


Fig. 2. Monthly variations in the ratio of stomach content to weight of *Acanthogobius elongatus* from 1993 to June 1994.

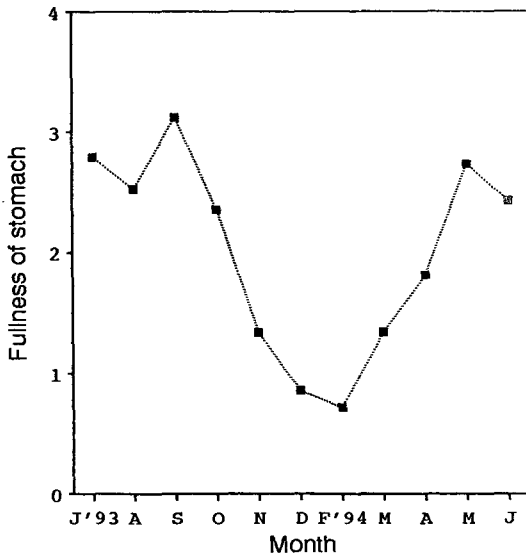


Fig. 3. Monthly variations in stomach fullness of *Acanthogobius elongatus* from July 1993 to June 1994.

전반적으로 여름철과 가을철에 해당되는 6, 7, 8, 9, 10월에 2.00% 이상의 비교적 높은 값을 보였고, 나머지 달에는 2.00% 이하의 낮은 값을 보이는 경향이었으며, 조사기간 동안 1.78%의 평균 값을 나타내었다 (Fig. 2).

胃滿腹度を 살펴보면, 5, 6, 7, 8, 9, 10월에 2.43 이상으로 비교적 높은 값을 보였고, 1993년 12월과 1994년 2월에 낮은 값을 나타내었다. 1993년 9월에 3.12로 가장 높

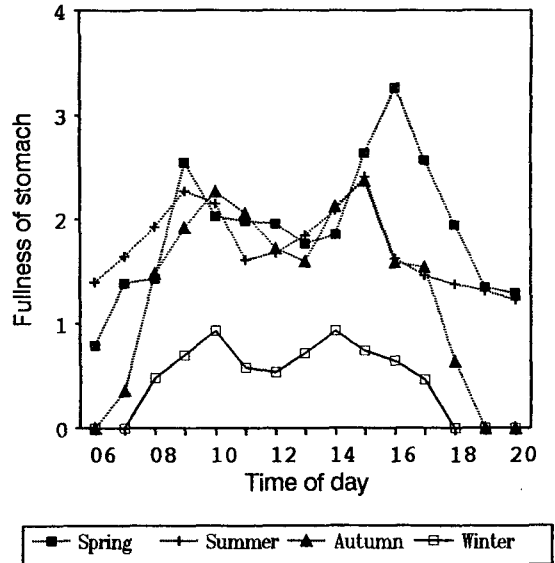


Fig. 4. Daily changes in fullness of stomach of *Acanthogobius elongatus*.

은 값을, 1994년 2월에 0.72로 가장 낮은 값을 보였다 (Fig. 3).

전 조사기간 동안 채집된 왜폴망둑의 채집 시간별 胃滿腹度を 계절별로 살펴 보면, 봄철에는 오전 9시까지 胃滿腹도가 점점 증가하다가 이후 점차 감소한 다음, 오후 (14:00~16:00)에 다시 증가한 후 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 여름철에는 오전 9시까지 계속해 증가하다가 이후 점차 감소한 후, 오후 (12:00~15:00)에 다시 증가한 다음 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 가을철에는 오전 10시까지 꾸준히 증가하다가 이후 계속해서 감소한 후, 오후 (13:00~15:00)에 다시 증가한 다음 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 겨울철에는 오전 중에는 오전 10시까지 증가하다가 감소한 후, 12시 이후부터 14시까지 다시 증가한 다음 서서히 감소하는 경향을 보였다 (Fig. 4).

이상과 같이 胃滿腹度の 변화를 보면, 胃滿腹度は 하루 동안에도 시시각각 달랐다. 하루 중 어체의 체중변화가 없다고 가정한다면, 이는 위내용물의 중량이 수시로 달라짐을 말해주는 것으로, 攝食活動이 하루 중에서도 一定時間에서 왕성하게 일어나고 있음을 의미한다 (Kim and Kang, 1991). 본 연구의 결과에서 胃滿腹도가 대개 하루에 두 차례씩 크게 증가하는 것으로 보아 主攝食活動은 하루 중 오전과 오후에 각 1회씩 두 번 일어나고 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 攝食 리듬은 肉食性 어류에서 많이 볼 수 있다 (Darnell and Meierotto, 1962; Steingebner and Larkin, 1974; Nakashima and Leggett,

Table 3. The composition of food items in the stomach of *Acanthogobius elongata* and in the intertidal zone of Naecho-do from July 1993 to June 1994

Food item	Frequency	Stomach		Habitat
		N	%	N
Polycheata larvae	19.8	93	1.39	486
Mysidacea	17.6	80	1.19	240
Isopoda	12.8	40	0.60	79
Amphipoda				
Caprellidea	13.2	63	0.92	100
Gammaridea	10.3	48	0.71	42
Euphausiid larvae	17.5	82	1.22	56
Copepoda				
<i>Acartia</i> sp.	62.3	660	9.83	913
<i>Calanus sinicus</i>	72.4	874	13.02	1,354
<i>Corycaeus affinis</i>	69.0	763	11.36	1,156
<i>Labidocera pavo</i>	25.7	248	3.69	720
<i>Microsetella</i> sp.	16.4	170	2.53	492
<i>Paracalanus parvus</i>	58.2	579	8.62	1,099
<i>Pontellopsis</i> sp.	31.4	147	2.19	272
<i>Sinocalanus tenellus</i>	30.1	188	2.80	413
Cladocera				
<i>Evadne spinifera</i>	19.8	93	1.39	130
<i>Podon</i> sp.	12.2	76	1.13	84
Decapoda				
Natantia larvae	57.2	357	5.32	833
<i>Acetes japonicus</i>	26.7	189	2.82	558
<i>Leptochela gracilis</i>	25.1	157	2.34	331
Reptantia larvae	25.3	190	2.83	641
Mollusca				
Bivalvia larvae	38.5	227	3.38	979
<i>Mactra veneriformis</i>	29.1	136	2.03	668
<i>Meretrix lusoria</i>	11.6	76	1.13	225
Gastropoda larvae	39.8	176	2.62	615
Cirripedia larvae	48.9	229	3.41	341
Fish eggs	13.3	116	1.73	46
Invertebrate eggs	15.2	121	1.80	48
Diatoms				
<i>Asterionella japonica</i>	21.7	102	1.52	447
<i>Coscinodiscus</i> sp.	13.6	47	0.70	567
<i>Nitzschia seriata</i>	24.5	153	2.28	921
<i>Pleurosigma</i> sp.	18.7	81	1.21	466
Unidentified items	32.9	154	2.29	77
Total		6,714	100	15,399

1978; Helfman, 1981)고 하였는데, 왜푼망둑의 위내용물에서 copepods, decapods, molluscs 등이 주로 관찰되고, 육식성 어류의 섭식리듬을 나타내는 것으로 보아 食性이肉食性에 가깝다고 생각된다.

Table 3은 위내용물에서 출현한 먹이생물과 調査水域에서 채집된 생물을 정리한 결과를 보여 준다. 관찰된 全標本魚體의 위내용물에서 출현한 먹이생물의 모든 개

체수는 6,724개체였다. 위내용물과 서식지에서 개체수가 가장 많이 출현한 것은 copepods로서 위내용물에서는 54.04%의 組成比를 보였는데, Chung et al. (1990)이 날개망둑 *Favonigobius gymnauchen*의 위내용물에서 copepods가 65.15%의 조성비를 보였다고 보고한 것과 Im (1989)이 얼룩망둑 *Chaenogobius mororanus*의 위내용물에서 copepods가 80.7%를 차지하고 있었다고 보고한 것에 비하

Table 4. Seasonal changes in total number of individuals of each food item in the stomach contents of *Acanthogobius elongata* and in the intertidal zone of Necho-do from July 1993 to June 1994

Species	Stomach				Habitat (indiv./m ²)			
	Sp.	Su.	Au.	Wi.	Sp.	Su.	Au.	Wi.
<i>Acartia</i> sp.	40	455	160	5	106	470	318	18
<i>Calanus sinicus</i>	155	602	48	69	406	791	132	25
<i>Corycaeus affinis</i>	247	418	75	23	381	541	174	59
<i>Labidocera pavo</i>	133	86	23	6	241	296	178	4
<i>Microsetella</i> sp.	59	97	5	9	135	315	28	14
<i>Paracalanus parvus</i>	311	156	85	27	294	300	357	148
<i>Pontellopsis</i> sp.	30	81	18	18	58	188	20	6
<i>Sinocalanus tenellus</i>	60	104	20	4	58	315	37	3
Natantia larvae	165	146	37	9	279	402	146	6
<i>Acetes japonicus</i>	55	110	18	6	128	368	58	4
<i>Leptochela gracilis</i>	33	103	17	4	73	217	39	2
Reptantia larvae	53	80	53	4	136	219	195	19
Bivalvia larvae	52	136	32	7	307	614	55	3
<i>Mactra veneriformis</i>	29	88	15	4	137	468	58	5
Gastropoda larvae	46	99	29	2	183	274	150	8
Cirripedia larvae	50	104	73	2	104	164	69	4
<i>Nitzschia seriata</i>	49	77	25	2	155	492	265	9

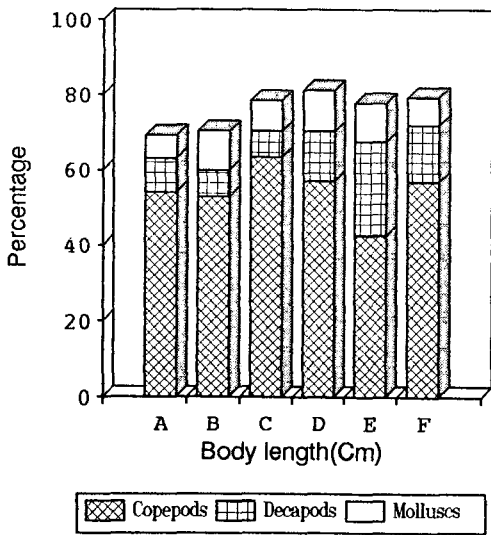


Fig. 5 Composition of the major food items in the stomach of *Acanthogobius elongata*. A: 1.0~1.9 cm, B: 2.0~2.9 cm, C: 3.0~3.9 cm, D: 4.0~4.9 cm, E: 5.0~5.9 cm, F: 6.0~6.9 cm

면 낮은 組成比를 보였다. 이것은 魚種이 다르고 주변환경에 서식하는 먹이생물의 분포양상이 서로 다르기 때문인 것으로 생각된다.

위내용물에서 관찰된 copepods 중 제일 많은 것은 *Calanus sinicus*로 13.02%의 조성비를 보였는데, copepods

Table 5. Degree of overlapping expressed by Horn's index between seasons on the food items in stomach contents of *Acanthogobius elongata* from Naecho-do July 1993 to June 1994

Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
Spring	—			
Summer	0.601	—		
Autumn	0.544	0.389	—	
Winter	0.233	0.142	0.325	—

다음으로 decapods, molluscs, diatoms 등의 순으로 많은 개체수가 출현하였고, 서식지에서는 molluscs, diatoms, decapods 등의 순으로 많은 개체수가 출현하였다. 한편, 위내용물을 조사한 왜풀망둑 尾數에 대한 각 먹이생물이 출현한 出現頻度를 보면 *Acartia* sp., *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis*, *Paracalanus parvus*, natantia larvae 및 cirriped larvae 등에서 48.9% 이상의 높은 出現頻度를 나타내었다.

왜풀망둑의 위내용물에서 계절별 주요 먹이생물의 출현양상을 살펴보면, 봄에는 *Paracalanus parvus*, 여름에는 *Calanus sinicus*, 가을에는 *Acartia* sp., 겨울에는 *Calanus sinicus*가 가장 많이 출현하였다 (Table 4).

왜풀망둑의 체장별 주요 먹이생물의 출현양상을 보면, 체장의 크기와 관계없이 전체 먹이생물 중 copepods가 평균 54.51%, decapods가 평균 12.96%, molluscs가 평균 8.94%의 조성비를 나타내었다. 또한 체장 1.0~4.9 cm의

Table 6. Degree of overlapping expressed by Horn's index between the size groups on the food items in stomach contents of *Acanthogobius elongata* from Naecho-do July 1993 to June 1994

Body length (cm)	1.0~1.9	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0~4.9	5.0~5.9	6.0~6.9
1.0~1.9	—					
2.0~2.9	0.664	—				
3.0~3.9	0.784	0.864	—			
4.0~4.9	0.773	0.817	0.949	—		
5.0~5.9	0.631	0.795	0.849	0.858	—	
6.0~6.9	0.791	0.812	0.915	0.920	0.910	—

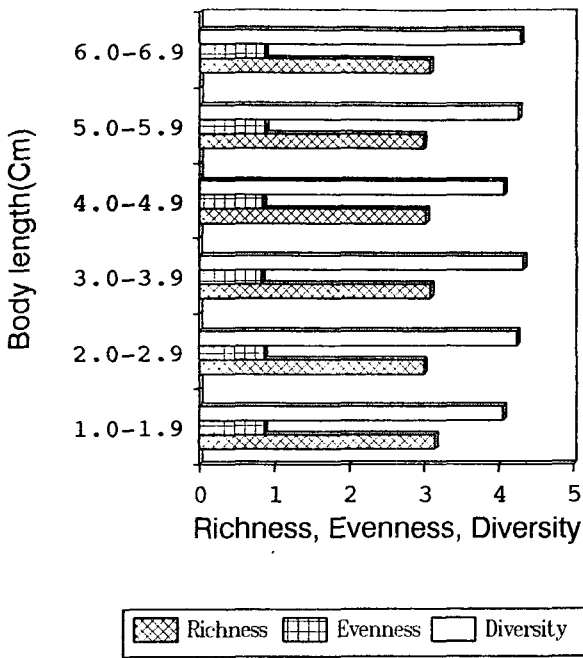


Fig. 6 Margalef's species richness, Pielou's evenness and Shannon-Weaver's species diversity of food items of *Acanthogobius elongata*.

것에서는 전체 먹이생물 중 diatoms가 평균 8.07%의 조성을 나타내었는데, 특히 체장 1.0~1.9 cm에서는 diatoms가 16.04%로 상당히 높은 조성을 나타내었다 (Fig. 5). 이것은 Baek (1969)이 7 cm 이하의 풀망둑 *Synechogobius hasta*에서 먹이로서 copepods와 decapods를 주로 섭이하였다고 한 보고와 Chung et al. (1990)과 Im (1989)이 각각 날개망둑과 얼룩망둑에서 먹이의 대부분을 copepods가 차지하고 있었다는 결과와 거의 일치하였다.

계절간 주요 먹이생물의 重複度를 살펴보면, 계절간 重複度가 비교적 낮은 값을 보였는데 그 중에서 봄과 여름 사이에 0.601로 가장 높은 값을, 여름과 겨울 사이에 0.142로 가장 낮은 重複度를 나타내어, 봄과 여름 사이에

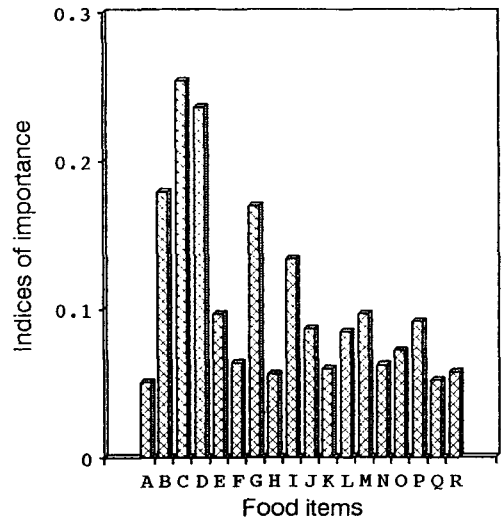


Fig. 7 Indices of importance of the major food items in the diets of *Acanthogobius elongata*. A : Polychaeta larvae, B : *Acrtia* sp., C : *Calanus sinicus*, D : *Corycaeus affinis*, E : *Labidocera pavo*, F : *Microsetella* sp., G : *Paracalanus parvus*, H : *Sinocalanus tenelus*, I : *Natantia* larvae, J : *Acetes japonicus*, K : *Leptochela gracilis*, L : *Reptantia* larvae, M : Bivalvia larvae, N : *Mactra veneriformis*, O : Gastropoda larvae, P : Cirripedia larvae, Q : Invertebrate eggs, R : *Nitzschia seriata*.

는 먹이생물이 거의 같고 여름과 겨울 사이에는 먹이생물이 서로 다르다는 것을 알 수 있었다 (Table 5).

어체 체장간 주요 먹이생물의 重複度를 보면, 체장 3.0~3.9 cm의 것과 체장 4.0~4.9 cm의 것 사이에서 0.949로 가장 높은 重複度를 보였고, 체장 1.0~1.9 cm의 것과 체장 5.0~5.9 cm의 것 사이에서 0.631로 가장 낮은 重複度를 나타내었으나, 모두 0.6 이상의 값을 보여 체장 변화에 따른 먹이생물의 변화는 그다지 크지 않다는 것을 알 수 있었다 (Table 6).

주요 먹이생물의 多様度와 관련이 있는 먹이생물의 種 豊度指數 (D')를 보면, 체장 1.0~1.9 cm의 것에서 3.163 으로 가장 높은 값을, 체장 2.0~2.9 cm의 것에서 3.004로 가장 낮은 값을 나타내었으나, 체장급간에 유의한 차이는 없었다 (Fig. 6).

왜풀망둑이 각 종류의 먹이생물을 어느 정도로 균등하게 攝食하는가를 나타내는 均等度指數 (J')를 보면, 체장 5.0~5.9 cm의 것에서 0.885로 가장 높은 값을, 체장 3.0~3.9 cm의 것에서 0.827로 가장 낮은 값을 보였는데 평균 0.863의 均等度指數를 나타내어, 비교적 높은 均等度指數를 보였나 (Fig. 6).

한편, 왜풀망둑이 성장함에 따라 攝食하는 먹이생물의 多様性을 알아보기 위해 주요 먹이생물에 대한 多様度 (H')를 살펴보면, 체장 5.0~5.9 cm의 것에서 4.423으로 가장 높은 값을, 체장 3.0~3.9 cm의 것에서 4.136으로 가장 낮은 값을 보였는데 평균 4.309의 多様度 값을 나타내었다 (Fig. 6).

주요 먹이생물의 각 종류가 먹이로서 차지하는 비중을 알아보기 위하여 重要度指數를 구해본 결과를 보면, *Calanus sinicus*가 0.254로 가장 높은 값을 보였고, *Corycaeus affinis* (0.236), *Acartia* sp. (0.179), *Paracalanus parvus* (0.170), *Natantia* larvae (0.134) 등의 순으로 높은 값을 나타내었다 (Fig. 7). 여기서 重要度指數가 높은 먹이생물은 copepods로서 왜풀망둑이 가장 많이 攝餌하는 것은 copepods로 생각된다.

要 約

潮間帶에 서식하는 왜풀망둑의 서식지 환경과 攝食生態를 파악하여 연안 生物群集의 먹이사슬에 관한 기초지식을 얻고자, 1993년 7월부터 1994년 6월까지 군산연안의 내초도에서 매월 1회씩 왜풀망둑을 채집하면서 서식지 환경을 조사하고, 위내용물 분석을 통해 攝食生態를 조사하였다.

본 조사기간 동안 潮間帶의 수온은 4.5~33.2°C, 滷溫은 3.5~29.1°C, 염분은 21.68~27.41‰, 해수 pH는 7.6~8.1, 底質 pH는 8.5~9.2, 저질함수량은 48.5~76.2% 및 底質의 유기물함량은 1.67~2.81%의 범위를 나타내었다.

왜풀망둑의 위내용물 重量比는 1.78%, 胃滿腹度도 거의 비슷한 값을 나타내었으며, 胃滿腹度는 하루 중 오전과 오후에 각각 한 차례씩 증가하는 경향을 보였다. 왜풀망둑의 위내용물에서 출현한 먹이생물 중 개체수가 가장 많은 것은 copepods로 54%의 조성비를 나타내었다. 계절별 주요 먹이생물의 출현양상은 봄에 *Paracalanus*

parvus, 여름에 *Calanus sinicus*, 가을에 *Acartia* sp., 겨울에 *Calanus sinicus* 등이 가장 많이 출현하였다. 계절간 먹이생물의 重複度는 봄과 여름 사이에서만 크게 나타났고 나머지 계절 사이에서는 그다지 크지 않았다. 체장별 먹이생물의 차이는 거의 볼 수 없었으며, 체장별 주요 먹이생물의 조성을 보면, 주로 copepods, decapods, molluscs 및 cirriped larvae 등의 순으로 많이 출현하였고, 체장이 커질수록 amphipods, polychaete larvae, isopods, cumaceans 및 stomatopods 등의 출현율이 점점 증가하였다. 주요 먹이생물의 重要度指數는 *Calanus sinicus*, *Corycaeus affinis* 및 *Acartia* sp. 등의 순이었다.

參 考 文 獻

Akitho, P. and K. Meguro, 1977. Five species of the genus *Callogobius* found in Japan and their relationships. *Japan. J. Ichthyol.*, 24, 113~127.

Baek, E. I. 1969. A study of the food of the goby, *Synechogobius hasta*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 2, 47~62 (in Korean).

Bowman, T. E. and L. G. Abele. 1982. Classification of the recent Crustacea. In *The Biology of Crustacea*. 1 Systematics, the fossil record, and biography. Academic Press, New York, pp. 1~27.

Chung, E. Y., I. S. Kim and Y. Choi. 1990. Study on the food organisms and the distribution patterns of Gobiid fishes (Gobiidae) according to the bottom sediments at the intertidal zone of Naecho-do. *Mar. Dev. Res. Kunsan Nat'l Univ.*, 2, 19~35 (in Korean).

Chyung, M. K. 1977. The Fishes of Korea. Iljisa Publishing Co., Seoul, 522pp (in Korean).

Darnell, R. M. and R. R. Meierotto. 1962. Determination of feeding chronology in fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 91, 313~320.

Gotshall, D. W., J. G. Smith and A. Holbert. 1965. Food of the blue rockfish, *Sebastes mystinus*. *Calif. Fish Game*, 51, 147~162.

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. Indopacific genera of gobiid fishes. Abstracts of Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. *Ichthyol. Soc. Japan*, pp. 60.

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. 1989. Studies on the fishery biology of pomfrets, *Pampus* spp., in the Korean waters. 4. Food of *Pampus echinogaster*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 22, 291~293 (in

- Korean).
- Im, Y. J. 1989. Seasonal fluctuations in species composition and ecology of the Yellow Sea, Korea. M.S. Thesis, Chungnam Univ., Korea. 56 pp.
- Janssen, J. 1978. Feeding-behavior repertoire of the alewife, *Alosa pseudoharengus*, and ciscoes, *Coregonus hoyi* and *C. artedii*. J. Fish. Res. Bd. Can., 35, 249~253.
- Johnson, J. H. 1981. The summer diet of the cutlips minnows *Exoglossum maxillingua*, in a central New York stream. Copeia, 2, 484~487.
- Jordan, D. S. and C. W. Metz. 1913. A catalogue of the fishes known from the water of Korea. Mem. Carn. Mus., 6, 1~107.
- Kim, I. S., Y. J. Lee and Y. U. Kim. 1986. Synopsis of the family Gobiidae (Pisces, Perciformes) from Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 19, 387~408.
- 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 (in Korean).
- Kim, C. K. and Y. J. Kang. 1986. Diets of the rock trout, *Agrammus agrammus*, in the shore area of Tonhbaeksom, Pusan. Bull. Korean Fish. Soc., 19, 411~422 (in Korean).
- 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, 273~288 (in Korean).
- Kim, J. M., D. Y. Kim, J. M. Yoo and H. T. Huh. 1985. Food of the larval gunnel, *Enedrias fangi*. Bull. Korean Fish. Soc., 18, 484~490 (in Korean).
- Kimoto, S. 1978. The Methods of Study of Animal Community I. Diversity and Species Composition, Ecology Study Lectureship 14, Kyorith Publishing Co. Ltd., Tokyo, p. 61~92, 131~146.
- Lee, J. Y. 1992. Environmental survey on the cultivation ground in the west coast of Korea. 4. Environmental conditions on the coastal farm of Kunsan. Fish. Sci. Res., 8, 1~21 (in Korean).
- Lee, J. Y., Y. G. Kim. 1991. Environmental survey on the cultivation ground in the west coast of Korea. 3. Environmental conditions for hard clam farm in Puan. J. Aquacult., 4, 111~128 (in Korean).
- Lee, J. Y., Y. G. Kim and J. Y. Kim. 1989. Environmental survey on the cultivation ground in the west coast of Korea. 1. Oceanographic condition of laver farm in Biin Bay. Bull. Fish. Sci. Inst. Kunsan Fish. Jr. Coll., 5, 11~30 (in Korean).
- Lee, T. W. and K. J. Seok. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. J. Ocean. Soc. Kor., 19, 217~227.
- Mori, T. 1952. Check list of the fishes of Korea. Hyogo Univ. Agr., 1, 1~228.
- 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.
- Pielou, E. C. 1976. Mathematical Ecology. John Wiley & Sons, Inc. 2nd ed., pp. 291~311.
- Pillay, T. V. R. 1953. Studies on the food, feeding habits and alimentary tract of the grey mullet *Mugil tade* Forskal. Proc. Nat'l. Inst. Sci. India, 19, 777~827.
- Regan, C. T. 1908. A collection of freshwater fishes from Korea. Proc. Zool. Soc. London, pp. 59~63.
- Ryu, B. S. 1991. Taxonomy and ecology of mudskippers, the subfamily Gobiellinae (Pisces, Gobiidae) from Korea. Ph.D. Thesis. Chunbuk Univ., Korea. 134 pp (in Korean).
- Ryu, B. S. and K. R. Lee. 1984. Fundamental studies of the species composition caught by long bag net in Gogunsan area. Bull. Kunsan Fish. J. Coll., 18, 81~91 (in Korean).
- Ryu, J. S. 1976. Korean Shells in Colour. Iljisa Publishing Co., Seoul, 196 pp. (in Korean).
- 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.
- Tomiya, I. 1936. Gobiidae of Japan. Japan. J. Zool., 7, 37~112.
- Windell, J. T. 1971. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*, 3rd ed. (T. Bagnel, ed.) Oxford, Blackwell Sci. Publ., pp. 219~226.
- Winterbottom, R. 1984. A review of the gobiid fish genus *Trimma* from the Chagos Archipelago, Central Indian Ocean, with the description of seven new species. Can. J. Zool., 62, 695~715.
- Yamaji, I. 1966. Illustrations of the Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd., Osaka, 537 pp.