

## 낙동강 하구해역에서 채집된 전갱이 (*Trachurus japonicus*)의 식성

허 성 회 · 차 병 열\*

부경대학교 해양학과 · \*남해수산연구소

(1998년 4월 15일 접수)

### **Feeding Habits of Jack Mackerel, *Trachurus japonicus*, Collected from the Nakdong River Estuary**

**Sung-Hoi HUH and Byung-Yul CHA\***

Department of Oceanography, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

\*South Sea Fisheries Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Yeosu, Cheonman 550-120, Korea

(Received April 15, 1998)

#### **Abstract**

The feeding habits of jack mackerel, *Trachurus japonicus*, collected from the Nakdong River estuary from February 1987 to January 1988 were studied. Jack mackerel(4~15cm SL) was a planktivore which fed mainly on copepods, amphipods and mysids. Its diets included small quantities of decapods, euphausiids, polychaetes, chaetognaths and fish larvae. *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi* and *Calanus sinicus* were the three most abundant copepod species found in the stomach contents of jack mackerel. Jack mackerel showed ontogenetic changes in feeding habits. Small individuals of the fish(4~7cm SL) preyed heavily on copepods. However, the portion of copepods in stomach contents decreased with increasing fish size, and this decrease was compensated by an increased consumption of amphipods and mysids.

**Key words** : jack mackerel, *Trachurus japonicus*, feeding habits, copepods, amphipods, mysids

#### 서 론

하구(estuary) 및 주변해역은 기초생산이 매우 높은 해양환경 중의 하나이다(Mcclusky, 1989). 하구해역에는 먹이가 풍부하기 때문에 새우 등의 무척추동물과 어류, 조류 등 많은 생물들이 서식하고 있어 대단히 복잡한 생태계를 형성하고 있다. 이와같이 값진 자연환경을 보다 효율적으로 보존

하고 합리적으로 이용하기 위해서는 하구해역의 생태계에 대한 이해가 필요하다.

최근들어 우리나라의 대표적인 하구로 알려져 있는 낙동강 하구 및 주변해역의 생태계를 이해하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(김·홍, 1980; 김 등, 1982; 이 등, 1985; 박 등, 1986; 윤 등, 1986; 김·장, 1987; 원, 1987; 윤 등, 1987; 정 등, 1989; 조·허, 1988; 차·허, 1989; 정, 1989; 문

· 최, 1991; Park and Moon, 1992; 장 · 김, 1992; 문 · 권, 1994). 그러나 생태계의 기능적인 면을 이해하기 위해서는 그 생태계의 먹이망(food webs)을 파악해야 하는데 아직까지 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

한 생태계의 먹이망을 구축하기 위해서는 기초 자료로서 구성 생물 각자의 식성을 알 필요가 있다. 이를 위해 낙동강 하구해역에 서식하는 어종에 대한 식성 연구가 종합적으로 진행되고 있는데, 본 논문에서는 우선 낙동강 하구해역에서 출현하고 있는 상업성 어종인 전갱이(*Trachurus japonicus*)의 위내용물 분석 결과를 보고한다.

전갱이는 전갱이과(Carangidae)에 속하는 어류로서 우리나라의 전 연안에 많이 서식하고 있으며, 봄과 여름에 복상 회유를 하고 가을과 겨울에 남하 회유를 하는 것으로 알려져 있다(정, 1977). 지금까지 국내에서 행해진 전갱이에 관한 연구로는 김(1970)과 조(1981) 등에 의한 분포 및 어획량 변동에 관한 연구, 안(1970)과 조(1973)에 의한 형태학적 연구, 이(1970)에 의한 성숙과 산란 연구, 안(1973)에 의한 연령과 성장 연구 등이 있다.

## 재료 및 방법

본 조사에 사용된 전갱이의 시료는 낙동강 하구해역(Fig. 1)에서 1987년 2월부터 1988년 1월까지 매월 소형 기선저인망(otter trawl)을 이용하여 채집하였다.

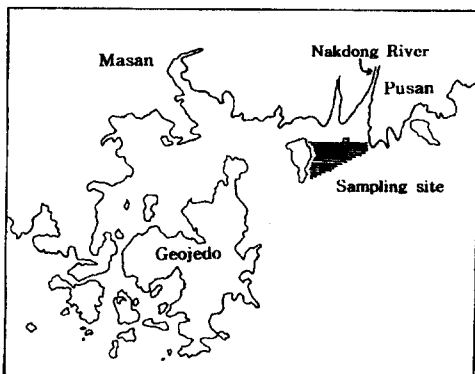


Fig. 1. Map Showing the sampling site in this study.

채집 즉시 모든 어류를 10% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였으며, 채집된 어류 중 전갱이만 선별한 뒤, 각 어체에 대해 표준체장(standard length: SL)을 mm 단위까지 측정하였다. 측정된 어류는 체장을 기준으로 10mm 간격으로 크기군(size class)을 나누었으며, 어체에서 위를 분리하였다.

위내용물은 해부현미경하에서 동정, 계수하였다. 먹이생물 중 요각류는 가능한 한 종(species) 단위까지 분류하였고, 그 외 먹이생물은 대분류하였다. 각 먹이생물의 크기를 mm 단위까지 측정하였으며, 개체수를 계수하였다. 위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도, 개체수비, 그리고 건조중량비로 나타내었다.

각 먹이생물의 출현빈도( $F_i$ )는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

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

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

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

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

여기서,  $N$ 은 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율,  $W$ 는 먹이생물 총 건조중량에 대한 백분율, 그리고  $F$ 는 각 먹이생물의 출현빈도이다.

각 먹이생물에 대한 전갱이의 선택성은 Ivlev (1961)가 제시한 선택도지수(electivity index)를 이용하여 구하였다.

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

여기서,  $R_i$ 는 위내용물 중에서  $i$  종의 개체수비이고,  $P_i$ 는 주변환경에서 출현하는  $i$  종의 개체수비이다.

이 식에서 사용된 환경생물의 종조성 자료는 어

류 채집 당시 NORPAC net(구경 45cm, 망목 333 $\mu$ m)를 이용하여 저층에서 표층까지 약 1 m/sec의 속도로 수직 채집한 시료를 분석해서 구한 자료이다.

## 결 과

조사기간 동안 낙동강 하구해역에서 4~15cm 체장 범위의 전갱이가 채집되었다. 그러나 어획대상이 되는 크기인 체장 20cm 이상의 전갱이는 본 조사해역에서 채집되지 않았다.

월별 채집 개체수를 보면(Fig. 2), 수온이 낮은 겨울과 초봄에는 전갱이가 거의 채집되지 않았다. 수온이 크게 상승하는 5월부터 급격히 채집 개체수가 증가하여 6월에 연중 최대치인 675마리가 채집되었다. 7~8월에는 채집량이 크게 감소하였으

나, 9월에 다시 크게 증가하였다. 10월 이후로는 채집량이 지속적으로 감소하였다.

월별 체장 분포를 보면(Fig. 2), 3~6월 사이에는 체장 7cm 이하의 소형 개체가 대부분을 차지하였으며, 그 이후 점차 성장하여 9월 이후에는 거의 대부분의 전갱이가 12cm 이상의 체장을 보였다.

### 1. 위내용물 조성

위내용물 조사에 사용된 전갱이는 총 1,646개체였으며, 이 중 위속에 내용물이 전혀 없었던 개체는 115개체로 약 7%를 차지하였다.

먹이를 섭취한 1,531개체의 위내용물 중에는 요각류(Copepoda), 단각류(Amphipoda), 곤쟁이류(Mysidacea), 난바다곤쟁이류(Euphausiacea), 십각류(Decapoda), 모악류(Chaetognatha), 갯지렁이류(Polychaeta) 등의 무척추동물과 어란(fish eggs) 및 자어(fish larvae), 해조류(algae), 데트리터스(detritus), 펄질(mud) 등이 발견되었다.

Table 1은 전갱이의 위내용물 분석 결과를 보여준다. 낙동강 하구해역에서 채집된 전갱이의 가장 중요한 먹이생물은 요각류로 총 먹이생물 개체수의 85.8%와 전체 위내용물 건조중량의 57.9%를 차지하였으며, 86.1%의 높은 출현빈도를 나타내었다. 요각류의 상대중요성지수비는 95.3%로 매우 높은 값을 보였다.

그 다음으로 중요한 먹이생물은 단각류와 곤쟁이류였는데, 단각류는 먹이생물 개체수의 5.9%와 건조중량의 14.6%를 차지하였으며, 13.9%의 출현빈도를 보였다. 단각류의 상대중요성지수비는 2.2%였다. 곤쟁이류는 4.7%의 개체수비, 13.5%의 건조중량비 그리고 15.3%의 출현빈도를 보였으며, 상대중요성지수비는 2.1%였다.

그 외 십각류, 난바다곤쟁이류, 갯지렁이류, 모악류, 어란 및 자어, 해조류, 데트리터스, 펄질 등은 각각 5% 이하의 출현빈도, 2% 이하의 개체수비 그리고 4% 이하의 낮은 건조중량비를 보였다.

요각류 중에서는 *Calanus sinicus*, *Paracalanus parvus* 및 *Acartia clausi*가 많이 잡혀 먹혔는데, *Calanus sinicus*는 총 먹이생물 개체수의 21.9%와 위내용물 건조중량의 19.8%를 차지하였다. *Paracalanus parvus*는 먹이생물 개체수의

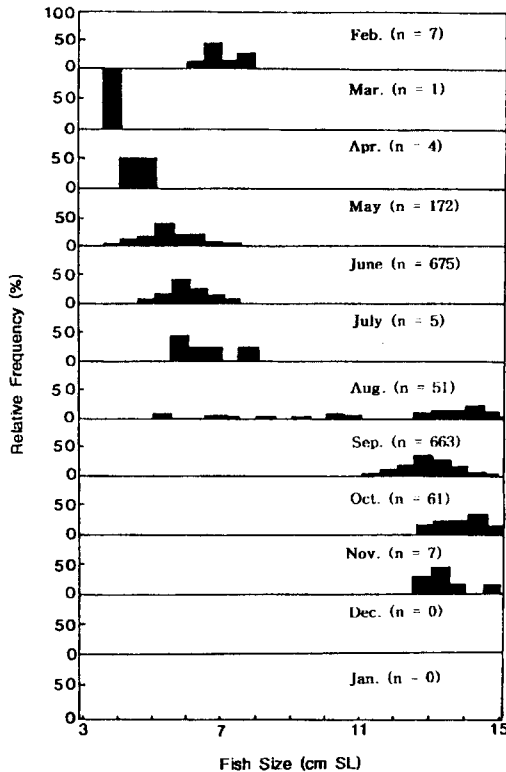


Fig. 2. Size distributions of *Trachurus japonicus* collected in the Nakdong River estuary from February 1987 to January 1988.

**Table 1. Percent composition of the stomach contents of *Trachurus japonicus* by frequency of occurrence, number, dry weight, and IRI**

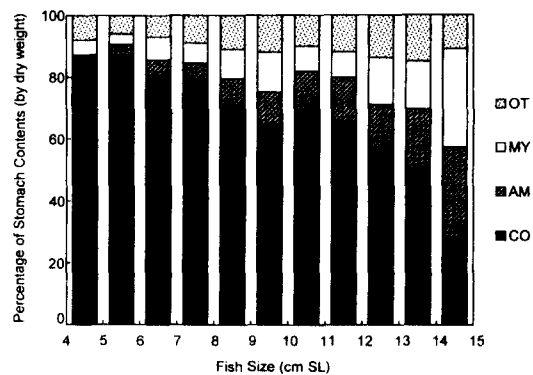
Food organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI(%)
<b>Crustacea</b>					
<b>Copepoda</b>	<b>(86.1)</b>	<b>(85.8)</b>	<b>(57.9)</b>	<b>12,372.6</b>	<b>95.3</b>
<i>Acartia clausi</i>	52.1	20.9	12.3		
<i>Calanus sinicus</i>	61.9	21.9	19.8		
<i>Centropages abdominalis</i>	8.1	2.2	1.3		
<i>Euchaeta</i> sp.	2.4	1.5	0.8		
<i>Paracalanus parvus</i>	54.7	25.5	15.3		
<i>Temora</i> sp.	0.3	0.4	0.2		
<i>Corycaeus</i> sp.	23.7	10.2	6.4		
<i>Oncaea</i> sp.	10.3	2.3	1.2		
<i>Oithona</i> sp.	2.4	1.1	0.6		
<b>Amphipoda</b>	<b>13.9</b>	<b>5.9</b>	<b>14.6</b>	<b>285.0</b>	<b>2.2</b>
<b>Mysidacea</b>	<b>15.3</b>	<b>4.7</b>	<b>13.5</b>	<b>278.5</b>	<b>2.1</b>
<b>Euphausiacea</b>	2.1	0.3	1.2	3.2	+
<b>Decapoda</b>	4.6	1.2	3.0	19.3	0.1
<b>Polychaeta</b>	3.4	1.0	3.2	13.4	0.1
<b>Chaetognatha</b>					
<i>Sagitta</i> sp.	0.8	0.4	1.6	1.6	+
<b>Pisces</b>					
Fish larvae	1.7	0.5	1.9	4.1	+
Fish eggs	0.3	+	+	+	+
<b>Algae</b>	2.2		0.9		
<b>Detritus</b>	3.5		1.7		
<b>Mud</b>	1.6		0.5		

+ : less than 0.1%

25.5%와 건조중량의 15.3%를 차지하였고, *Acartia clausi*는 먹이생물 개체수의 20.9%와 건조중량의 12.3%를 차지하였다. 따라서 전갱이의 위내용물 중 발견된 요각류의 대부분이 Calanoid Copepoda였다. Cyclopoid Copepoda 중에서는 *Corycaeus* sp.가 비교적 많이(10.2%의 개체수비와 6.4%의 건조중량비) 섭취되었을 뿐, 나머지 종들은 건조중량비 및 개체수비가 3% 미만에 불과하였다. Harpacticoid Copepoda는 거의 섭취되지 않았다.

## 2. 성장에 따른 먹이 조성의 변화

전갱이의 체장에 따른 먹이 조성의 변화를 보면 (Fig. 3), 본 조사해역에서 채집된 전갱이 중 가장 작은 크기군인 4~5cm 체장에서는 요각류가 위내



**Fig. 3. Ontogenetic changes in feeding habits of *Trachurus japonicus*.**

(CO : Copepoda, AM : Amphipoda, MY : Mysidacea, OT : Others)

용물의 거의 대부분(전체 건조중량의 87.2%)을 차지하였다. 그러나 성장하면서 요각류의 점유율이

점차 감소하여 14~15cm 체장에서는 27.6%의 건조중량비를 보였다. 반면 단각류는 5~6cm 체장에서는 건조중량비가 4.3%에 불과하였으나, 성장하면서 점차 증가하여 14~15cm 체장에서는 29.5%의 건조중량비를 보였다. 또한 곤쟁이류 역시 4~5cm에서는 건조중량비가 4.8%에 불과하였으나, 성장하면서 점차 증가하여 14~15cm 체장에서는 건조중량비가 31.9%로 크게 증가하였다.

Fig. 4는 전갱이의 성장에 따른 먹이생물의 크기 변화를 보여준다. 4~5cm 체장에서는 먹이생물의 크기가 0.5~2.8mm 범위를 나타내었다. 이 중 1.0mm 이하의 먹이가 전체 먹이생물 개체수의 70% 이상을 차지하였다. 그 결과 평균 먹이의 크기는 0.9mm에 불과하였다. 그러나 체장이 증가하면서 먹이생물의 크기가 점차 증가하여 본 조사에서 채집된 가장 큰 크기군인 14~15cm 체장에서는 4~7mm의 먹이생물이 50% 이상을 차지한 반면, 3mm 이하의 먹이생물은 20% 이하에 불과하였다. 이 체장에서의 평균 먹이 크기는 5.1mm였다.

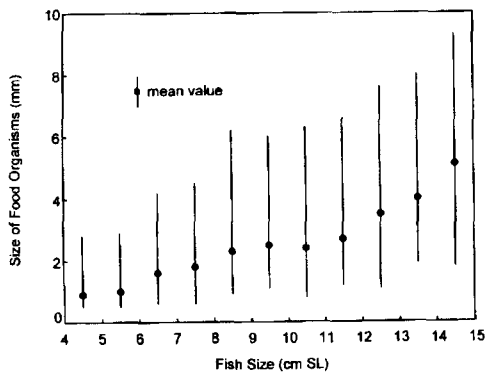


Fig. 4. Ontogenetic changes in the size of food organisms consumed by *Trachurus japonicus*.

### 3. 주요 먹이생물에 대한 선택도지수

Fig. 5는 주요 요각류 종들이 낙동강 하구해역에서 출현하는 동물플랑크톤 중 차지하는 비율과 전갱이 위내용물 중 차지하는 비율을 보여준다.

*Paracalanus parvus* 와 *Acartia clausi*는 주변 환경에서 출현한 전체 동물플랑크톤 중 각각 24.9%, 15.1%를 차지하였고, 전갱이의 위내용물 중에서는 각각 25.5%, 20.9%의 출현율을 보였다.

한편, *Calanus sinicus*는 주변환경에서는 4.0% 정도로 소량 출현하였지만, 위내용물에서는 21.9%로 상당히 많이 출현하였다. *Corycaeus* sp. 역시 주변환경에서는 출현율이 4.9%에 불과하였으나, 위내용물 중에서는 10.2%의 출현율을 보였다. 반면 *Oithona* sp.는 주변환경에서 출현하는 동물플랑크톤의 4.8%를 차지하였으나, 위내용물에서는 출현율이 1.1%에 불과하였다.

요각류의 주요 종에 대한 전갱이의 선호도를 알아보기 위하여 낙동강 하구해역과 전갱이의 위내용물 중에서 출현하는 각 종의 조성비를 이용하여 선택도지수를 구해본 결과(Table 2), *Calanus sinicus*는 0.69의 매우 높은 선택도지수 값을 나타

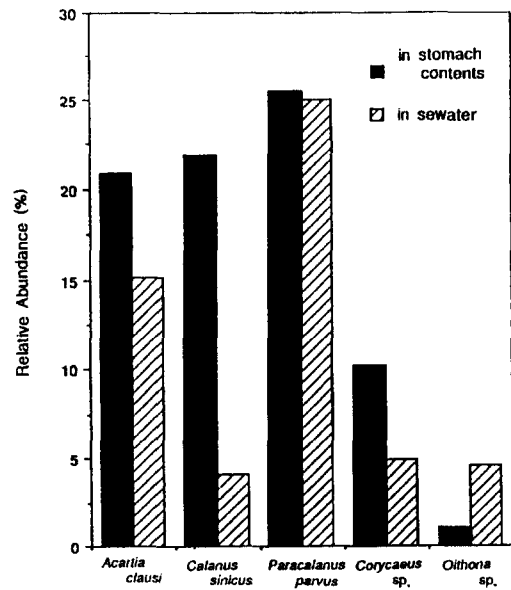


Fig. 5. Comparison of the composition of Copepoda in seawater and in stomach contents of *Trachurus japonicus*.

Table 2. Electivity indices of the dominant copepod species eaten by *Trachurus japonicus*

Species	Electivity index
<i>Acartia clausi</i>	0.01
<i>Calanus sinicus</i>	0.69
<i>Paracalanus parvus</i>	0.16
<i>Corycaeus</i> sp.	0.35
<i>Oithona</i> sp.	-0.63

내었다. 다음으로 *Corycaeus* sp.는 0.35의 비교적 높은 지수값을 보였으며, *Paracalanus parvus*와 *Acartia clausi*는 각각 0.16, 0.01의 값을 나타냈다. 한편 *Oithona* sp.는 -0.63으로 음의 선택도지수 값을 보였다.

## 고 찰

낙동강 하구해역에서 채집된 체장 4~15cm 크기의 전갱이는 요각류를 비롯하여 단각류, 곤쟁이류 등의 부유성 갑각류를 주로 잡아먹는 플랑크톤식자(planktivore)로 나타났다.

김(1987)에 의하면, 낙동강 하구해역에 서식하는 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 멸치(*Engraulis japonicus*)와 웅어(*Coilia nasus*) 등도 주로 요각류를 잡아 먹는다. 따라서 부유성 요각류가 본 조사해역에서 출현하는 많은 어종(특히, 표층을 떠서 다니는 부어류)의 주요 먹이생물이 되고 있음을 알 수 있다.

한편, 제주도 연안해역에서 정치망으로 채집된 전갱이의 위내용물 조사(신, 1986)에서도 요각류가 주요 먹이생물로 나타났지만, 위내용물 중 요각류가 차지하는 비율(총 먹이생물 개체수의 45.8% 차지)은 낙동강 하구해역 전갱이(요각류가 총 먹이생물 개체수의 85.8% 차지)와 비교해 볼 때 그다지 높지 않았다. 그리고 단각류, 십각류, 난바다곤쟁이류, 모악류 등이 제주도산 전갱이의 위내용물 중 차지하는 비율이 비교적 높았는데, 이는 십각류, 난바다곤쟁이류 및 모악류를 별로 먹지 않는 낙동강 하구해역의 전갱이와 다른 양상이었다. 이처럼 두 해역의 전갱이가 먹이조성에 있어 차이를 보이는 것은 환경에서 출현하는 동물플랑크톤의 조성이 다르기 때문으로 생각된다.

본 해역의 전갱이 위내용물 중에서 해조류와 데트리티스가 소량 발견되었는데, 이들은 다른 먹이생물을 잡아먹는 과정에서 우연히 섭취된 것으로 추정된다. 낙동강 하구 주변은 갈대 등의 식물군락이 풍부한 지역이기 때문에 식물이 분해되면서 형성된 많은 데트리티스가 하구해역에 존재해 있다(김 등, 1982).

전갱이가 성장하면서 먹이생물의 조성이 점차

변하였다. 작은 체장에서는 요각류가 위내용물의 대부분을 차지하였으나, 체장이 증가하면서 요각류가 차지하는 비중이 점차 감소하였으며, 특히 체장 14cm 이상에서는 뚜렷한 감소 현상을 보였다. 반면에 단각류와 곤쟁이류는 작은 체장에서는 위내용물 중 차지하는 비율이 매우 낮았으나, 전갱이의 체장이 증가하면서 중요한 먹이생물로 나타났다. 이는 전갱이가 초기에는 주변환경에 많이 출현하며 또한 크기가 작아 쉽게 잡아먹을 수 있는 요각류를 선호하나, 체장이 증가하면서 보다 에너지량이 많은 큰 먹이생물로 선호도가 바뀌어 감을 의미한다.

이와같이 성장하면서 작은 크기의 갑각류에서 비교적 큰 크기의 갑각류로 먹이 전환이 이루어지는 현상은 많은 어종에서 발견된다(Fuse, 1962; Kikuchi, 1966; Carlson and Haight, 1976; Singer, 1985; Halderson and Richards, 1987; 허·곽, 1997a,b, 1998a,b). 어류가 성장하면서 큰 먹이생물로 전환이 이루어지는 것은 입의 크기가 증가하고, 먹이를 여과하는 부분인 새파(gill raker)의 간격이 증가하기 때문이다.

Suzuki(1965)에 따르면, 일본산 전갱이는 성어가 되면 플랑크톤식성과 어식성을 동시에 갖는다고 한다. Sendai Bay에서 채집된 전갱이 성어의 주요 먹이생물은 어린 멸치, 난바다곤쟁이류, 요각류 및 소형 새우류였다. 그러나 본 조사해역에서는 체장 15cm 이상의 큰 개체가 채집되지 않아 이들에 대한 식성을 정확히 조사할 수 없었다. 우리나라 주변해역에서 멸치가 연중 많이 출현하고 있는 점을 감안해 볼 때 일본산 전갱이처럼 어느 정도 성장하면 멸치와 같은 소형 어류를 많이 잡아 먹을 것으로 추정된다.

전갱이는 체장이 증가하면서 먹이생물의 크기가 증가할 뿐만 아니라, 먹이 종류가 다양해지는 데, 이와같은 양상은 Hansen and Pethon(1985)의 대서양산 연어(*Salmo salar*), Last(1989)의 북해산 청어(*Clupea harengas*)의 식성 연구에서도 보고된 바 있다.

본 연구 해역에서 출현하는 주요 요각류 종들에 대한 선택도지수를 구해본 결과, 비교적 크기가 큰 요각류인 *Calanus sinicus*가 가장 높은 값을

보여 전갱이가 가장 선호하는 먹이생물로 나타났다. 실제로 *C. sinicus*는 환경에는 별로 많이 출현하지 않았으나, 위내용물 중에서는 높은 점유율을 보였다. 한편, 환경에서 높은 출현량을 보인 *Acartia clausi*와 *Paracalanus parvus*는 위내용물에서 차지하는 비율이 주변 환경과 거의 비슷하였다. 그러나 작은 크기의 *Oithona* sp.는 음의 선택도지수 값을 보여 주변환경에서 비교적 많이 출현하였음에도 불구하고 전갱이가 별로 선호하지 않는 것으로 나타났다.

낙동강 하구해역에 서식하는 밴댕이와 멀치도 *C. sinicus*를 선호하여 전갱이와 유사한 경향을 보였다(김, 1987). 따라서 이들 어종 사이에 먹이 경쟁 관계가 형성될 가능성이 있으나, 이를 밝히기 위해서는 좀 더 상세한 연구가 필요하다고 생각된다.

## 요 약

1987년 2월부터 1988년 1월까지 낙동강 하구해역에서 채집된 전갱이(체장 4~15cm)의 식성을 조사하였다. 전갱이의 주요 먹이생물은 요각류(Copepoda), 단각류(Amphipods), 곤쟁이류(Mysidacea) 등의 갑각류였다. 특히 요각류가 위내용물 중 차지하는 비율이 매우 높았다. 그 외에 십각류(Decapoda), 난바다곤쟁이류(Euphausiacea), 모악류(Chaetognatha), 갯지렁이류(Polychaeta), 어란 및 자어 등이 위내용물 중 소량 발견되었다. 요각류 중에서는 *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi* 그리고 *Calanus sinicus*가 많이 섭이되었는데, 특히 *C. sinicus*에 대한 선호도가 높았다. 전갱이가 성장함에 따라 먹이생물의 조성이 점차 변하였다. 작은 전갱이들은 그들의 먹이를 요각류에 거의 전적으로 의존하였으나, 체장이 증가하면서 위내용물 중 요각류가 차지하는 비율은 점차 감소하였으며, 그 대신 비교적 큰 먹이생물인 단각류 및 곤쟁이류의 점유율은 점차 증가하였다.

## 감사의 글

자료 정리에 많은 도움을 준 부경대학교 해양학과 추현기, 안용락, 김대지에게 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 김관식 (1987) : 낙동강 하구해역에 서식하는 청어목 어류군집사이의 trophic relationship에 관한 연구. 부산수산대학 석사학위논문.
- 김기주 (1970) : 고등어와 전갱이의 종간상호관계. 1. 장기변동의 해석. 한수지 3(3), 149 - 163.
- 김용익 · 홍성운 (1980) : 낙동강 하류 철새 도래지의 어류상. 자연보존연구보고서 2, 137 - 146.
- 김준호 · 김훈수 · 이인규 · 김종원 · 문형태 (1982) : 낙동강 하구 생태계의 구조와 기능에 관한 연구. 서울대학교 자연과학논문집 7(2), 121 - 163.
- 김훈수 · 장천영 (1987) : 낙동강 하구 일대의 연체동물과 갑각류의 종류상 및 분포상. 자연보존연구보고서 9, 31 - 58.
- 문창호 · 권기영 (1994) : 낙동강 하구역 입자성 유기탄소의 계절적 변화. 한해지 29(1), 5 - 16.
- 문창호 · 최혜지 (1991) : 낙동강 하구 환경 특성 및 식물플랑크톤의 군집구조의 연구. 한해지 26(2), 144 - 154.
- 박청길 · 조규대 · 허성희 · 김삼곤 · 조창환 (1986) : 낙동강 하구 부근의 해양환경조사 연구. 어업기술 22(4), 1 - 20.
- 신희섭 (1986) : 북촌연안 정치망에서 어획된 생물의 종출현과 섭이관계. 제주대학교 석사학위논문.
- 안화부 (1970) : 전갱이의 형태측정 결과에 대하여. 수진자원조사보고 8, 53 - 74.
- 안화부 (1973) : 전갱이의 연령과 성장. 수진원연구보고 10, 73 - 85.
- 원병오 (1987) : 낙동강 하구 하계의 조류. 자연보존연구보고서 9, 59 - 76.
- 윤일병 · 배경석 · 공동수 · 송미영 (1987) : 낙동강 하구의 저서성 대형 무척추 동물상 관계 연구. 자연보존연구보고서 9, 59 - 76.
- 윤일병 · 배경석 · 배연재 · 어성준 · 김기홍 (1986) : 낙동강 하구의 저서성 대형 무척추 동물의 계절적 군집구조에 관한 연구. 육수학회지 19(3~4), 19 - 38.
- 이보홍 (1970) : 전갱이의 성숙과 산란. 수진원자원조사보고 8, 49 - 62.

- 이택열 · 박주석 · 진평 · 강용주 · 손철현 · 이필용 (1985) : 낙동강 하류역의 주요 수산 생물의 환경 및 자원생물학적 연구. 수진원연구보고 34, 9 - 13.
- 장인권 · 김창현 (1992) : 낙동강 하구둑 건설에 의한 연체동물상 및 갑각류상의 변화에 관한 연구. 한수지 25(4), 265 - 281.
- 정문기 (1977) : 한국어도보. 일지사.
- 정성근 (1989) : 낙동강 하구 주변해역의 어류군집의 종조성 및 계절변화. 부산수산대학 석사학위논문.
- 정영호 · 신현철 · 이상명 (1989) : 낙동강 하구수역의 수생관속 식물상과 현존량. 자연보존 65, 39 - 48.
- 조규대 (1981) : 동지나해의 해황과 선망어장의 분포 및 변동에 관한 연구. I. 고등어, 전갱이 어장의 분포. 한수지 14(4), 239 - 252.
- 조문규 (1973) : 전갱이의 형태측정 결과에 대하여. 수진원연구보고 10, 53 - 70.
- 조창환 · 허성회 (1988) : 낙동강 하구 근해의 식물플랑크톤 군집구조와 분포. 해양연구 10(1), 39 - 45.
- 차성식 · 허성회 (1989) : 낙동강 하구부근의 부유성 난자치어의 출현량 변동. 어업기술 24(4), 135 - 143.
- 허성회 · 광석남 (1997a) : 베도라치(*Pholis nebulosa*)의 식성. 한어지 9(1), 22 - 29.
- 허성회 · 광석남 (1997b) : 광양만 잘피밭에 서식하는 실고기(*Syngnathus schlegeli*)의 식성. 한수지 30(5), 896 - 902.
- 허성회 · 광석남 (1998a) : 광양만 잘피밭에 서식하는 볼락(*Sebastes inermis*)의 식성. 한수지 31(2), 168 - 175.
- 허성회 · 광석남 (1998b) : 광양만 잘피밭에 서식하는 농어(*Lateolabrax japonicus*)의 식성. 어업기술 34(2), 191 - 199.
- Carlson, H.R. and R.E. Haight (1976) : Juvenile life of Pacific ocean perch, *Sebastes alutus*, in coastal fjords of southeastern Alaska : their environment, growth, food habits, and schooling behavior. Trans. Am. Fish. Soc. 105, 191 - 201.
- Fuse, S. (1962) : The animal community in the *Zostera* belt. Physiol. & Ecol. Kyoto, 11, 1 - 22.
- Haldorson, L. and L. Richards (1987) : Post-larval copper rockfish in the Strait of Georgia : habitat use, feeding, and growth in the first year. In : Proc. Int. Rockfish Symp., October 1986, Anchorage, Alaska Sea Grant Rept. No. 87 - 92.
- Hansen, L.P. and P. Pethon (1985) : The food of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., caught by long-line in northern Norwegian waters. J. Fish Biol. 26, 553 - 562.
- Ivlev, V.S. (1961) : Experimental Ecology of Feeding of Fish. Yale Univ. Press, New Haven.
- 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.
- Last, J.M. (1989) : The food of herring, *Clupea harengas*, in the North Sea, 1983~1986. J. Fish Biol. 34, 489 - 501.
- Park, M.O. and C.H. Moon (1992) : Abundance of a unicellular, chroococcoid picoplankton in the Nakdong River estuary, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea 27(2), 137 - 144.
- 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.
- Singer, M.M. (1985) : Food habits of juvenile rockfishes (*Sebastes*) in a central California kelp forest. Fish. Bull. 83, 531 - 541.
- Suzuki, T. (1965) : Ecological studies on the jack mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL). I. On the feeding habits. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 14, 19 - 29.