

여수 금오도 주변해역에 출현하는 전갱이 (*Trachurus japonicus*) 유어의 위내용물 조성

김희용 · 임유나¹ · 정재묵¹ · 김현지² · 백근욱^{2*}

국립수산과학원 연구기획과, ¹국립수산과학원 남서해수산연구소,
²경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소/해양생물교육연구센터

Diet composition of juvenile *Trachurus japonicus* in the coastal waters of Geumodo Yeosu, Korea

Heeyong KIM, Yu Na LIM¹, Jae Mook JEONG¹, Hyeon Ji KIM² and Gun Wook BAECK^{2*}

Research and Development Planning Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-705, Korea

¹Department Southwest Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Yeosu,
556-823, Korea

²Department of Seafood & Aquaculture Science/Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

The diet composition of juvenile *Trachurus japonicus* were studied using 195 specimens collected from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea. The size of juvenile *T. japonicus* ranged from 4.3 to 15.2 cm in body length (BL). Juvenile *T. japonicus* was carnivorous and crustaceans predators that consumes mainly consumed copepods. Its diet also included small quantities of decapods, cirripedians, nematods, chaetognathans, fishes, amphipods, cumaceans, ostracods and euphausiids. The graphical method for feeding strategy revealed that juvenile *T. japonicus* is an opportunistic and specialized predator on copepods, especially *Corycaeus affinis*, and showed narrow niche width. Juvenile *T. japonicus* showed ontogenetic diet change. Small size group individuals (4.3-8.0 cm BL) mainly consumed copepods. The portion of this prey item decreased in the large size group (8.0-15.2 cm BL), and this decrease was paralleled with increased consumption of decapods.

Keywords: diet composition, *Trachurus japonicus*, juvenile, Geumodo, Yeosu

서론

전갱이 (*Trachurus japonicus*)는 농어목 (Perciformes) 전갱이과 (Carangidae)에 속하는 어류로서 우리나라 전

해역과 온대 해역에 분포한다 (Kim et al, 2005). 전갱이는 연안의 중층과 저층에서 유영 생활을 하며, 4-7월경 산란기가 되면 얇은 곳으로 이동하고, 부화 후 1년

*Corresponding author: gwbaeck@gnu.ac.kr, Tel: 82-55-772-9156, Fax: 82-55-772-9159

만에 가랑이체장 (Fork length, FL)이 18 cm, 2년 후에 24 cm, 3년이 지나면 30 cm까지 성장한다고 알려져 있다 (Chyung, 1977; Kim et al., 2005; Yamada et al., 2007). 또한 과거 식성연구 결과에 의하면 전갱이는 대부분 요각류 (Copepoda)를 주 먹이생물로 하는 플랑크톤식성 부어류 (Planktivorous pelagic fish)라고 알려져 있다 (Huh and Cha, 1998; Tanaka et al., 2006; Sassa et al., 2008).

전갱이는 우리나라에서 매우 중요한 유용 수산자원 생물이므로 이들의 생태학적 특성, 특히 섭식생태를 연구하는 것은 자원의 보존과 관리 측면에서 매우 중요하다. 그럼에도 불구하고, 지금까지 전갱이의 자원생태학적인 연구는 미비한 실정이다. 전갱이의 식성에 관한 선행 연구를 살펴보면, Huh and Cha (1998)에 의해 낙동강 하구해역, Tanaka et al. (2006)에 의해 일본 큐슈 북쪽과 서쪽연안, Sassa et al. (2008)에 의해 동지나해에 출현하는 전갱이 식성연구가 이루어졌다. 이와 같이 전갱이 식성에 대해서 여러 해역에서 몇몇 과거 연구가 있었으나 모두 단편적인 식성 결과만을 언급하고 있으며 전갱이 유어를 대상으로 섭식패턴 및 섭식전략을 포함한 보다 세밀한 식성 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서 여수 금오도 주변해역에 출현하는 전갱이 유어만을 대상으로 이들의 먹이생물, 섭식패턴 및 섭식전략, 크기군별 먹이생물 변화를 알아보려고 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 전갱이 유어 시료는 2013년 5, 6, 9월과 2014년 5, 6, 7월에 여수 금오도 심미 주변해역 (34°29'75.0"N, 127°46'100"E)에서 각망을 이용하여 채집하였다 (Fig. 1). 채집된 시료는 10% 중성 포르말린에 보관, 실험실로 운반하여 각 개체의 체장 (Body length, BL)은 0.1 cm 단위까지, 체중은 0.1 g 단위까지 측정하였다. 조사기간 동안 총 195개체가 채집되었는데, 체장 범위는 4.3-15.2 cm로써 6-7 cm 계급의 빈도수가 27.2%로 가장 높았으며 (Fig. 2), 월별 채집 개체수는 2014년 5월 (n=15)을 제외하고 모든 월에 각각 30개체가 채집되었다 (Table 1). 또한 이 후, 각 개체는 위부분을 분리하여 위내용물을 분석하였다. 위내용물 중 발견된 먹이생물을 가능한 한 종까지 분류하였으며, 종류별로 계수하였다.

위내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도 (%F)와 개체수비 (%N)로 나타내었으며, 다음 식 (1)과 식 (2)을 이용하여 구하였다.

$$\%F = A_i / N \times 100 \quad \text{식 (1)}$$

$$\%N = N_i / N_{total} \times 100 \quad \text{식 (2)}$$

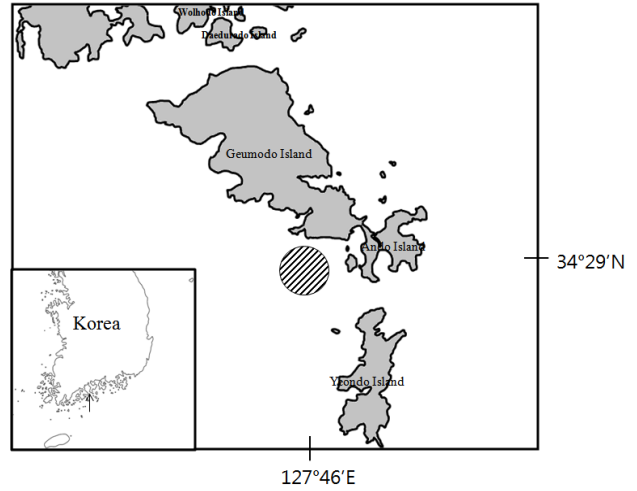


Fig. 1. Study area with sampling locations of juvenile *Trachurus japonicus* collected by stationary net of rectangular shape from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea.

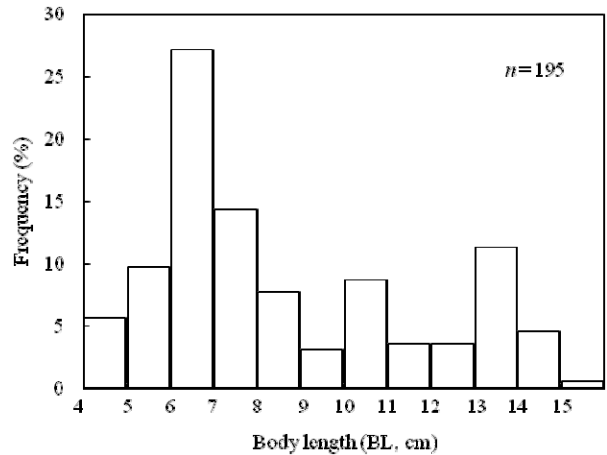


Fig. 2. Size distribution of juvenile *Trachurus japonicus* collected by stationary net of rectangular shape from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea.

Table 1. Month-related differences in specimens of juvenile *Trachurus japonicus* collected by stationary net of rectangular shape from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea

	2013. May	June	July	September	2014. May	June	July	Total
Specimens	30	30	30	30	15	30	30	195

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 전갱이 유어의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 전갱이 유어의 총 개체수, N_i 는 해당 먹이생물의 개체수, N_{total} 은 전체 먹이개체수이다.

먹이생물의 상대중요성을 알기 위해서 상대중요성 (Relative Importance, RI)은 식 (3)을 이용하여 구하였다 (Laroche, 1982).

$$RI = \%N \times \%F \quad \text{식 (3)}$$

상대중요성은 백분율로 환산하여 상대중요성비 ($\%RI$)로 나타내었다.

$$\%P_i = (\sum S_i / \sum S_{ii}) \times 100 \quad \text{식 (4)}$$

여기서, $\%P_i$ 는 먹이생물 i 의 특정먹이생물우점도 (%), S_i 는 위내용물 중 먹이생물 i 의 개체수, S_{ii} 는 먹이생물 i 를 섭식한 개체의 위내용물 중 전체 먹이생물 개체수이다.

또한 크기군별 전갱이 유어의 먹이생물 변화를 파악하기 위해서 채집된 시료를 작은 크기군 (Small, 4.3-8.0 cm, $n=79$)과 큰 크기군 (Large, 8.0-15.2 cm, $n=55$)으로 나누어 먹이생물의 조성을 조사하였다. 크기군간 위내용물 조성의 통계적 차이를 분석하기 위하여 카이검정 (χ^2 -test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

위내용물 조성

총 195개체의 전갱이 유어 위내용물을 분석한 결과, 위내용물이 없었던 개체는 61개체로써 31.3%의 공복률을 나타내었다. 먹이를 섭식한 134개체의 위내용물을 분석한 결과 (Table 2), 전갱이 유어의 가장 중요한 먹이생물은 출현빈도 67.9%, 개체수비 59.4%, 상대중요성비 82.5%를 나타낸 요각류 (Copepoda)였다. 그 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 17.9%, 개

체수비 22.0%, 상대중요성비 8.1%를 나타낸 십각류 (Decapoda)였다. 십각류 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 29.9%, 개체수비 10.2%, 상대중요성비 6.2%를 나타낸 만각류 (Cirripedia)와 출현빈도 22.4%, 개체수비 6.9%, 상대중요성비 3.2%를 나타낸 선충류 (Nematoda)였다. 그 외, 화살벌레류 (Chaetognatha), 어류 (Pisces), 단각류 (Amphipoda), 쿠마류 (Cumacea), 패충류 (Ostracoda), 난바다곤쟁이류 (Euphausiacea)가 먹이생물이었으나, 상대중요성비가 0.1% 이하로 그 양은 매우 적었다. 따라서 전갱이 유어는 요각류를 주로 섭식하는 전형적인 육식성포식자 (Carnivorous predators)이며 갑각류포식자 (Crustaceans predators)였다. 낙동강

Table 2. Composition of the stomach contents of juvenile *Trachurus japonicus* (by frequency of occurrence (%F), number (%N) and relative importance (%RI)) collected by stationary net of rectangular shape from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea.

Prey organisms	%F	%N	RI	%RI
Copepoda	67.9	59.4	4033.3	82.5
<i>Acartia</i> sp.	0.7	0.1		
<i>Acrocalanus</i> sp.	0.7	0.4		
<i>Calanus sinicus</i>	4.5	1.8		
<i>Centropage</i> sp.	1.5	0.7		
<i>Corycaeus affinis</i>	34.3	35.8		
<i>Euierpina acutifrons</i>	1.5	0.2		
<i>Paracalanus parvus</i>	4.5	1.2		
<i>Paraeuchaeta russelli</i>	0.7	0.1		
Copepoda nauplii	0.7	0.1		
Copepodite	17.2	10.9		
Unidentified Copepoda	17.9	8.1		
Decapoda	17.9	22.0	393.8	8.1
Brachyura larvae	17.2	21.5		
Marcurra larvae	2.2	0.5		
Cirripedia	29.9	10.2	305.0	6.2
Cirripedia larvae	29.9	10.2		
Chaetognatha	2.2	0.4	0.9	+
<i>Sagitta</i> sp.	2.2	0.4		
Cumacea	0.7	0.4	0.3	+
Amphipoda	1.5	0.2	0.3	+
<i>Caprella</i> sp.	1.5	0.2		
Ostracoda	0.7	0.2	0.1	+
Euphausiacea	0.7	0.1	0.1	+
Nematoda	22.4	6.9	154.6	3.2
Pisces	1.5	0.2	0.3	+
Pisces larvae	1.5	0.2		
Total		100.0	4888.6	100.0

+ : less than 0.1%

하구해역, 일본 큐슈 연안, 동지나해에서 연구되어진 과거 선행연구들 (Huh and Cha, 1998; Tanaka et al., 2006; Sassa et al., 2008)을 살펴보면, 본 연구 결과와 마찬가지로 다른 모든 연구해역에서 전갱이의 주 먹이생물은 요각류로 보고되어 본 연구결과와 유사하였다. 또한 황아귀 (*Lophius litulon*) 유어 등과 같은 특정 어식성어류 (Piscivore)를 제외한 용어 (*Coilia nasus*), 실고기 (*Syngnathus schlegeli*), 멸치 (*Engraulis japonica*) 등 전갱이 유어와 같은 대부분의 갑각류식자들은 유어기에 요각류를 주 먹이생물로 섭식하는 것으로 알려져 있다 (Huh and Kwak, 1997; Baeck and Huh, 2003; Meng, 2003; Beack et al., 2011). 일반적으로 유어는 성어에 비해 작은 입 크기, 낮은 유영능력, 낮은 소화능력 등을 가지고 있어 전갱이 유어 역시 비교적 포식하기에 적합한 요각류를 주로 섭식하였던 것으로 판단된다.

전갱이 유어의 전체 먹이생물을 대상으로 출현빈도에 대한 특정먹이생물우점도 (prey-specific abundance)를 알아본 결과 (Fig. 3, A), 요각류는 77.1%의 % P_i 와 67.9%의 % F_i 를 보여 그래프에서 오른쪽 상부에 위치해 있어 우점 먹이생물이었다. 십각류, 단각류, 선충류는 각각 85.5%, 66.7%, 51.3%의 비교적 높은 % P_i 를 보였지만, 17.9%, 1.5%, 22.4%의 비교적 낮은 % F_i 를 보였다. 하지만 그 외의 먹이생물들은 33.3% 이하의 % P_i 와

29.9% 이하의 % F_i 를 보여 그래프의 왼쪽 아랫부분에 위치해 있었으며, 비우점 먹이생물이었다. 전갱이 유어의 가장 중요한 먹이생물인 요각류 만을 대상으로 출현빈도에 대한 특정먹이생물우점도를 알아본 결과 (Fig. 3, B), *Corycaeus affinis*는 79.1%의 % P_i 와 50.5%의 % F_i 를 보여 그래프에서 상부에 위치해 있어 요각류 중에서 가장 우점한 먹이생물이었다. *Acrocalanus* sp.와 Copepodite는 각각 75.0%와 72.7%의 비교적 높은 % P_i 를 보였지만, 1.1%와 25.3%의 비교적 낮은 % F_i 를 보였다. 하지만 그 외의 먹이생물들은 42.9% 이하의 % P_i 와 6.6% 이하의 % F_i 를 보여 그래프의 왼쪽 아랫부분에 위치해 있었으며, 비우점 먹이생물이었다. 출현빈도에 대한 특정먹이생물우점도를 그래프상에 나타내는 방법은 Amundsen et al. (1996)에 의해 제안되었으며, 많은 연구에서 어류의 섭식패턴 및 섭식전략을 분석하는데 유용하게 사용되고 있다. 먹이생물종 또는 분류군이 그래프에서 상부에 위치할수록 우점 먹이생물이며, 개체당 섭식한 먹이생물 종류가 적은 섭식특화종 (specialist predator)임을 나타낸다. 또한 그래프 아래쪽에 위치할수록 다양한 먹이생물을 섭식하는 섭식일반종 (generalist predator)임을 나타낸다. 어류의 섭식전략에서 섭식특화종은 좁은 섭식폭을 가지는 반면, 섭식일반종은 넓은 섭식폭을 가진다 (Pianka, 1988).

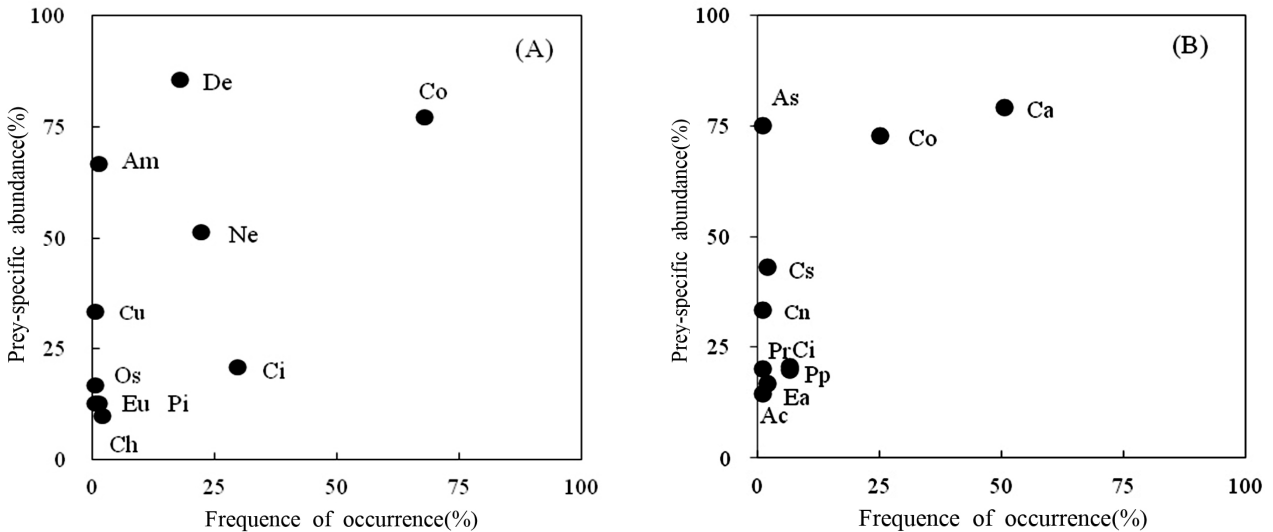


Fig. 3. Graphical representation of feeding pattern of juvenile *Trachurus japonicus* collected by stationary net of rectangular shape from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea. (A; total prey items, B; copepoda, Co; Copepoda, De; Decapoda, Am; Amphipoda, Ne; Nematoda, Cu; Cumacea, Ci; Cirripedia, Os; Ostracoda, Eu; Euphausiacea, Pi; Pisces, Ch; Chaetognatha, Ca; *Corycaeus affinis*, Co; Copepodite, As; *Acrocalanus* sp., Cs; *Centropage* sp., Cn; Copepoda nauplii, Ci; *Calanus sinicus*, Pr; *Paraeuchaeta russelli*, Pp; *Paracalanus parvus*, Ea; *Euierpina acutifrons*, Ac; *Acartia* sp.).

따라서 본 연구에서 출현빈도에 대한 특정먹이생물 우점도 분석 결과, 전갱이 유어는 요각류를 주로 섭식하였으며 요각류 중에서도 *C. affinis*를 가장 선호하는 좁은 섭식폭의 섭식특화종임을 알 수 있었다. 전갱이 유어의 주 먹이생물인 요각류만을 살펴보았을 때 다른 연구해역들과 본 연구해역에서 전갱이 유어가 섭식한 요각류 주요 종이 동일하지 않았다. 따라서 전갱이 유어는 해역의 환경에 따라 풍부하게 서식하고 있는 먹이생물을 선택하는 기회주의적 섭식자 (Opportunistic carnivores)라고 판단된다 (Pihl, 1985).

크기군별 위내용물 조성의 변화

전갱이 유어의 크기군별 위내용물 조성의 변화를 조사한 결과 (Table 3), 작은 체장군과 큰 체장군 사이에서 먹이생물의 출현빈도 ($\chi^2=54.529$), 개체수비 ($\chi^2=111.610$), 상대중요도비 ($\chi^2=131.466$)의 비율이 유사하지 않아 체장군 간에 위내용물 조성에 대하여 유의한 차이를 나타내었다 ($P<0.05$). 전갱이 유어의 먹이생물 중 가장 중요한 요각류는 작은 체장군에서 출현빈도 86.1%, 개체수비 80.4%, 상대중요도비 93.9%를 보였으며, 큰 체장군에서는 출현빈도 40.0%, 개체수비 12.8%, 상대중요도비 14.5%를 나타내었다. 반면, 십각류는 작은 체장군에서 출현빈도 3.8%, 개체수비 2.2%, 상대중요도비 0.1%를 보였으며, 큰 체장군에서 출현빈도 38.2%, 개체수비 65.8%, 상대중요도비 71.2%를 나타내었다.

본 연구에서 전갱이 유어는 작은 체장군과 큰 체장군의 위내용물 조성에서 큰 차이를 보였는데, 어류들이

체장이 증가함에 따라 먹이전환을 하는 것은 일반적인 현상으로 알려져 있다 (Gkenas et al., 2012). 연안 해역에 서식하는 비교적 많은 어류들이 본 연구의 전갱이 유어와 유사하게 작은 체장군에서 요각류를 주로 섭식하다가 성장함에 따라 큰 체장군에서 십각류 등과 같은 비교적 큰 크기의 갑각류로 위내용물 조성의 변화를 보였다 (Huh and Kwak, 1997; Greenstreet et al., 1998; Huh, 1999; Baeck et al., 2011). 특히, Huh and Cha (1998)는 어류가 성장하면서 큰 먹이생물로 먹이전환이 이루어지는 것은 입의 크기가 증가하고, 먹이를 여과하는 부분인 새파 (Gill raker)의 간격이 증가하기 때문이라 하였다. 따라서 전갱이 유어가 부화 후, 작은 크기군에서 요각류 유생과 소형 요각류들을 섭식하다가 성장함에 따라 연안으로 회유를 하여 연안 표층에 풍부하게 서식하고 있는 부화한지 얼마 되지 않은 많은 양의 게류 유생과 같은 비교적 큰 크기의 갑각류를 섭식한 것으로 판단된다. 낙동강 하구해역에 출현하는 전갱이 유어의 경우에도 작은 크기군에서는 요각류를 비교적 많이 섭식하였지만, 성장함에 따라 요각류의 점유율은 감소하고 비교적 큰 크기의 갑각류 점유율이 증가하는 경향을 보여 (Huh and Cha, 1998) 본 연구과 유사한 결과를 보였다. 또한 전갱이 유어의 작은 체장군과 큰 체장군 사이에 위내용물 조성의 변화는 전갱이 유어가 성장할수록 체장과 체중이 크고 비대해져 더 많은 에너지를 필요로 하고, 동종 내에서 크기군간 먹이경쟁을 피해 다양한 크기군이 공존하는 것을 가능하게 하기 위해서 십각류와 같은 큰 크기의 먹이생물을 섭식하는 에너지

Table 3. Size-related differences in diet composition of juvenile *Trachurus japonicus* collected by stationary net of rectangular shape from 2013 (May, June, July, and September) to 2014 (May, June, and July) in the coastal waters of Geumodo, Yeosu, Korea

Prey items	Small (n=79)				Large (n=55)			
	%F	%N	RI	%RI	%F	%N	RI	%RI
Copepoda	86.1	80.4	6,922.4	93.9	40.0	12.8	512.0	14.5
Decapoda	3.8	2.2	8.4	0.1	38.2	65.8	2,513.6	71.2
Cirripedia	30.4	9.9	299.7	4.1	29.1	10.9	317.2	9.0
Chaetognatha	1.3	0.2	0.2	+	3.6	0.8	2.7	0.1
Cumacea	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.1	2.0	0.1
Amphipoda	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.8	2.7	0.1
Ostracoda	1.3	0.3	0.4	+	0.0	0.0	0.0	0.0
Eupausiacea	1.3	0.2	0.2	+	0.0	0.0	0.0	0.0
Nematoda	21.5	6.6	142.5	1.9	23.6	7.5	177.5	5.0
Pisces	1.3	0.2	0.2	+	1.8	0.4	0.7	+
Total		100.0	7,374.0	100.0		100.0	3,528.4	100.0

+: less than 0.1%

획득의 최적화와 동종 내 먹이경쟁 회피와 관련이 있다고 판단된다 (Langton, 1983; Stoner and Livingston, 1984; Šantić et al., 2009). 여수 금오도 주변해역에서 출현하는 전갱이 유어의 위내용물 분석 결과 주 먹이생물은 요각류였으며 섭식특화종이었다. 또한 작은 크기 군에서는 요각류를 주로 섭식하고 큰 크기군에서는 십각류를 주로 섭식하여 먹이전환이 이루어졌다. 하지만 본 연구는 전갱이 유어만을 대상으로 조사하여 전갱이 성어를 포함한 전 체장군에 대한 전반적인 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 향후, 본 연구해역에서 전갱이 성어의 위내용물 조성 연구는 반드시 필요하다.

결론

2013년 5, 6, 7, 9월과 2014년 5, 6, 7월에 여수 금오도 주변해역에서 각망에 의해 채집된 전갱이 (*Trachurus japonicus*) 유어 195개체의 위내용물 조성을 조사하였다. 전갱이 유어의 체장은 4.3-15.2 cm였으며, 위내용물을 분석한 결과, 요각류 (Copepoda)를 주로 섭식하는 전형적인 육식성포식자 (Carnivorous predators)이면서 갑각류포식자 (Crustaceans predators)였다. 요각류 다음으로 중요한 먹이생물은 십각류 (Decapoda)였으며, 그 외에 만각류 (Cirripedia), 선충류 (Nematoda) 등도 섭식하였으나 그 양은 비교적 많지 않았다. 전갱이 유어의 섭식패턴 및 섭식전략을 조사하기 위해 도해적방법 (Graphical method)을 이용한 결과, 전갱이 유어는 요각류를 주로 섭식하였으며 요각류 중에서도 *Corycaeus affinis*를 가장 선호하는 좁은 섭식폭의 섭식특화종 (Specialist predator)이며 기회주의적 섭식자 (Opportunistic carnivores)임을 알 수 있었다. 전갱이 유어는 작은 체장군에서 요각류를 주로 섭식하다가 큰 크기군에서 십각류 등과 같은 비교적 큰 크기의 갑각류로 위내용물 조성의 변화를 보였다.

사사

본 연구는 국립수산물과학원 수산시험연구소사업인 남해 연안어업 및 환경생태 조사사업 (R2015031)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

Amundsen PA, Gabler HM and Staldvik FJ. 1996. A new approach

to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of Costello (1990) method. J Fish Biol 48, 607-614.

Baeck GW and Huh SH. 2003. Feeding habits of juvenile *Lophius litulon* in the coastal waters of Kori, Korea. J Korean Fish Soc 36, 695-699.

Baeck GW, Park JM, Choo HG and Huh SH. 2011. Diet composition of *Coilia nasus* in the coastal waters off Gori, Korea. Korean J Ichthyol 23, 163-167.

Chyung MK. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, p 727.

Gkenas Ch, Malavasi S and Leonardos I. 2012. Diet and feeding habits of *Economidichthys pygmaeus* (Perciformes: Gobiidae) in Lake Pamvotis, NW Greece. J Appl Ichthyol 28, 75-81. (doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01912.x)

Greenstreet SPR, McMillan JA and Armstron E. 1998. Seasonal variation in the importance of pelagic fish in the diet of piscivorous fish in the Moray Firth, NE Scotland: A response to variation in prey abundance? ICES J Mar Sci 55, 121-133. (doi:10.1006/jmsc.1997.0258)

Huh SH and Cha BY. 1998. Feeding habits of jack mackerel, *Trachurus japonicus*, collected from the Nakdong River Estuary. J Korean Soc Fish Tech 34, 320-327.

Huh SH and Kwak SN. 1997. Feeding habits of *Syngnathus schlegelii* in eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Korean Fish Soc 30, 896-902.

Huh SH. 1999. Feeding habits of hairtail, *Trichiurus lepturus*. Korean J Ichthyol 11, 191-197.

Kim IS, Choi Y, Lee CR, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kohak, Inc., p 616.

Langton RW. 1983. Food habits of yellow-tail flounder, *Limanda ferruginea* (Storer), from off the northeastern United States. Fish Bull 81, 15-22.

Laroche JL. 1982. Trophic patterns among larvae of five species of sculpins (family: Cottidae) in a maine estuary. Fish Bull 80, 827-840.

Meng TX. 2003. Studies on the feeding of anchovy (*Engraulis japonicus*) at different life stages on zooplankton in the middle and southern waters of the Yellow Sea. Mar Fish Res 24, 1-9.

Pianka ER. 1988. Evolutionary Ecology, 4th ed. Harper Collins, New York, p 468.

Pihl L. 1985. Food selection and consumption of mobile epibenthic fauna in shallow marine areas. Mar Ecol Prog Ser 22, 169-179. (doi:10.3354/meps022169)

Šantić M, Podvinski M, Pallaoro A, Jardas I and Kirinčić M. 2009. Feeding habits of megrim, *Lepidorhombus whiffiagonis* (Walbaum, 1792), from the central Adriatic Sea. J Appl Ichthyol 25, 417-422. (doi:10.1111/j.1439-0426.2009.01257.x)

Sassa C, Tsukamoto Y and Konishi Y. 2008. Diet composition and

- feeding habits of *Trachurus japonicus* and *Scomber* spp. larvae in the shelf break region of the East China Sea. Bull Mar Sci 82, 137-153.
- Stoner AW and Livingston RJ. 1984. Ontogenetic patterns in diet and feeding morphology in sympatric sparid fishes from sea-grass meadows. Copeia 1984, 174-178.
- Tanaka H, Aoki I and Ohshimo S. 2006. Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. J Fish Biol 68, 1041-1061. (doi:10.1111/j.0022-1112.2006.00988.x)
- Yamada UY, Tokimura MH, Horikawa H and Nakahoko T. 2007. Fishes and Fisheries of the East China and Yellow Seas. Tokai University Press, pp 661-668.
-
2015. 10. 12 Received
2015. 11. 23 Revised
2015. 11. 26 Accepted