

진해만 동부해역에 분포하는 청어 (*Clupea pallasii*) 자치어의 식성

김현지 · 정재묵¹ · 박종혁 · 백근욱*

경상대학교 해양식품생명과학과 · 해양산업연구소 · 해양생물교육연구센터, ¹국립수산과학원 연근해자원과

Feeding habits of larval *Clupea pallasii* in the Eastern Jinhae Bay, Korea

Hyeon-Ji KIM, Jae-Mook JEONG¹, Jong-Hyeok PARK and Gun-Wook BAECK*

Department of Seafood & Aquaculture Science / Institute of Marine Industry/Marine Bio-Education & Research Center,
Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

¹Coastal Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

The feeding habits of larval (5.0~27.0 mm SL) *Clupea pallasii* were examined and 1,523 individuals were collected from November 2010 to March 2011 in the coastal water of Eastern Jinhae Bay, Korea. Larval *C. pallasii* were fed mainly on copepods that constituted 55.2% in IRI. Monogeneans were the second largest prey component, another prey items tintinnids, cladocerans and ostracoda. The results of analysis in ontogenetic changes exhibit high during the daytime, two small size classes (≤ 10 mm, 10~15 mm) mainly fed copepods. while the percentage of copepods decreased, monogeneans ratio increased in 15~20 mm size class. Feeding rate in diel difference of larval *C. pallasii* were high during the daytime.

Keywords : Larval fishes, *Clupea pallasii*, Feeding habits, Daily feeding rate

서론

청어 (*Clupea pallasii*)는 청어목 (Clupeiformes), 청어과 (Clupeidae)에 속하는 어류로 수온이 낮은 해역에 서식하며 (Kim et al., 2005), 산란시기는 12월에서 4월로 침성점착란을 산란하는 특성을 가진다 (Chyung, 1977). 또한 청어는 매년 어획량의 변동이 심해 자원관리가 필요한 어종이다 (Ji et al., 2015)

청어를 대상으로 수행된 선행연구를 살펴보면, 낙동강 하구역의 자치어 식성 연구 (Choi et al., 2015), 자어의 형태 발달에 관한 연구 (Ji et al., 2015), 알래스카 연안의 성어 식성 연구 (Foy and Norcross, 1999) 등이

알려져 있다. 그러나 청어 자치어에 관한 선행 연구는 부족할 뿐만 아니라, 본 연구지역인 진해만 동부해역에 출현하는 청어를 대상으로 한 식성 연구는 전무한 실정이다. 자치어 식성에 관한 연구는 수산자원의 가입을 결정짓는 초기 성장과 밀접하게 연관되어 있어 수산자원관리에 필요한 기초자료로 이용하기 위한 하나의 방법으로 중요하게 이용될 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 청어 자치어를 대상으로 주 먹이생물을 파악하고, 성장에 따른 먹이생물 조성의 변화, 일주기 섭식율, 월별 먹이생물 조성을 바탕으로 진해만 동부해역에 우점하여 분포하는 청어 자치어의 식성을 알아보고자 한다.

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

재료 및 방법

청어 자치어는 2010년 11월, 2011년 1월에서 3월에 채집은 RN80네트 (망구 0.8 m, 망목 330 μm)를 이용하여 정점별 약 5분간 수평 채집하였다 (Fig. 1).

채집된 시료는 현장에서 5% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였으며, 각 개체의 척색장 (notochord length)을 0.1 mm까지 측정하였다. 이후 현미경 아래에서 소화관 전체를 분리한 뒤, 동물플랑크 등과 같은 소화관 내용물에 부착된 이물질 제거를 위해 70% 젯산을 사용해 분석하였다 (Youn et al., 2010). 소화관 내용물은 가능한 중 수준까지 동정하였으며, Yoo et al. (1991), Chang (2010), Soh (2010)을 이용하여 요각류, Yamaji (1984)를 이용하여 요각류를 비롯한 동물플랑크톤을 동정하였다. 요각류의 경우 전체적 형태뿐만 아니라, 분류학적 형질들을 자세히 관찰하였다. 동정한 먹이생물은 종류별로 크기 (가로, 세로)를 측정하고 개체수를 계수하였으며, 이후 Takatu et al. (2007)의 부피 계산식을 참고하여 부피를 계산하였다. 소화관 내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도 (%F), 개체수비 (%N) 그리고 부피비 (%V)로 나타내었으며, 다음 식 (1)을 이용하여 구하였다.

$$\% F = A_i / N \times 100$$

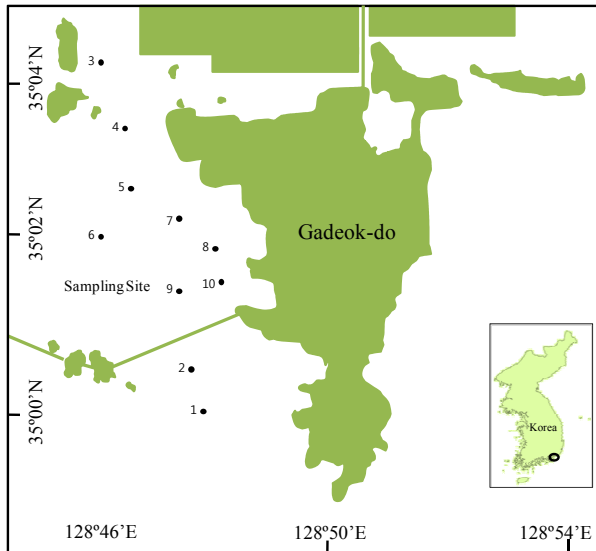


Fig. 1. Location of sampling sites in the Eastern Jinhae Bay Nov. 2010, from Jan. to Mar. in 2011.

$$\% N = N_i / N_{total} \times 100 \quad (1)$$

$$\% V = V_i / V_{total} \times 100$$

여기서, A_i 는 소화관내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 청어 자치어의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 청어 자치어의 총 개체수, N_i (V_i)는 해당 먹이생물의 개체수 (부피), N_{total} (V_{total})은 전체 먹이 개체수 (부피)이다. 먹이생물의 상대중요성지수 (index of relative importance, IRI)는 Pinkas et al. (1971)의 식 (2)를 이용하여 구하였다.

$$IRI = (\%N + \%V) \times \%F \quad (2)$$

상대중요성지수는 백분율로 환산하여 상대중요성지수비 (%IRI)로 나타내었다.

청어 자치어의 시간별 섭식을 변화시키기 위하여 전 기간 채집된 모든 개체를 대상으로 오전 6시부터 자정까지 3시간 간격의 섭식율을 알아보았다. 또한 척색장별 먹이조성의 변화를 파악하기 위하여 ≤ 10 mm, 10~15 mm, 15~20 mm, 20mm < 의 4개 크기군으로 구분하였으며, 크기군별 개체당 평균 먹이생물 개체수 (Mean number of preys per gut, mN/Gut), 개체당 평균 먹이생물 부피 (Mean volume of preys per gut, mW/Gut)를 구하였으며, 크기군별 먹이생물의 개체수와 부피 차이를 분산분석 (Analysis of variance, ANOVA)으로 유의성을 검정하고 Tukey 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

청어 자치어 식성 연구를 위하여 총 1,523개체의 시료가 사용되었다 (Fig. 2). 11월에 508개체, 1월에 407개체, 2월에 606개체, 3월에 2개체가 출현하였으며, 2월에 가장 많이 출현하였고, 3월에 가장 적게 출현하였다. 척색장 분포를 살펴보면 청어 자치어는 5.0~27.0 mm의 범위를 보였는데, 11월에 5.0~9.0 mm의 출현 범위를 나타냈으며, 전 개체가 ≤ 10 mm의 크기군을 나타냈다. 1월에는 6.8~25.0 mm의 출현 범위를 나타냈으며, 10~15 mm의 크기군에서 55.3%로 가장 많이 출현하였다. 2월에는 6.6~27.0 mm의 출현 범위를 나타냈으며, 15~20 mm 이하의 크기군에서 51.8%로 가장 많이 출현

하였다. 3월에는 6.8~6.9 mm의 출현 범위를 나타냈으며, 전 개체가 ≤10 mm 크기군을 나타내었다.

본 연구기간 동안 출현한 청어 자치어는 총 1,523개체 중 공복인 1,051개체를 제외한 472개체를 대상으로 청어 자치어의 소화관 내용물을 분석한 결과 (Table 1), 요각류 (Copepoda)가 출현빈도 61.9%, 개체수비 54.6%, 부피비 45.6%, 상대중요성지수비 55.2%로 가장 중요한 먹이생물이었다. 요각류 중 미확인 요각류 (Unidentified Copepods)가 출현빈도 28.6%, 개체수비 21.7%, 부피비 6.1%로 가장 많이 섭식되었으며, 그 다음으로 요각류 후기 유생 (Copepodite)이 출현빈도 25.6%, 개체수비 19.9%, 부피비 5.3%로 두 번째로 많이 섭식된 먹이생물이었다. 요각류 다음으로 많이 섭식된

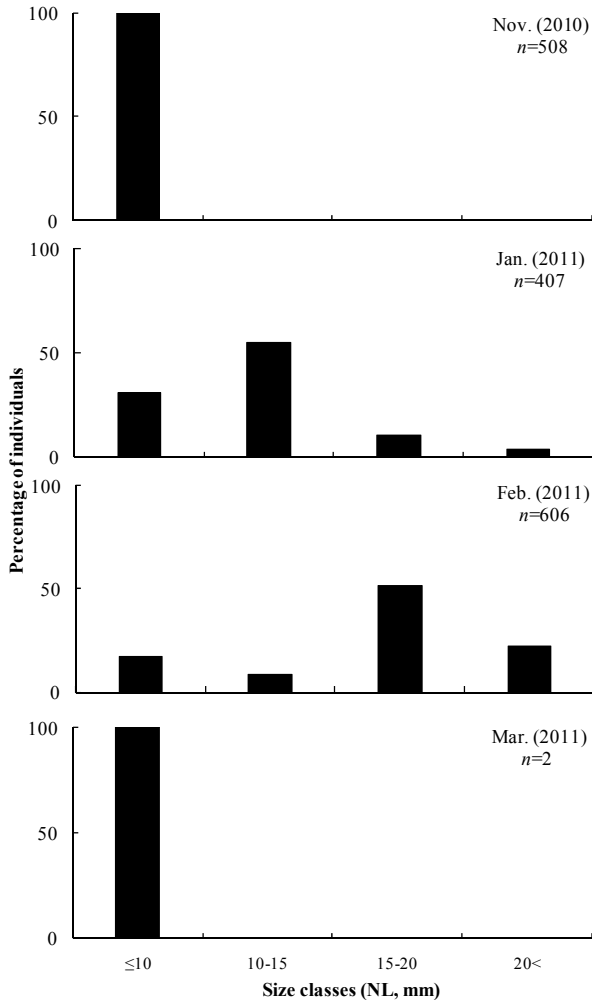
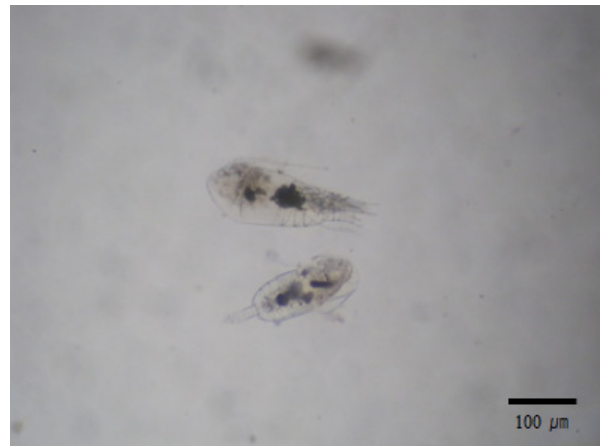


Fig. 2. Monthly size frequency of larval *Clupea pallasii* collected in the Eastern Jinhae Bay.

먹이생물은 단생흡충류 (Monogenean)로 출현빈도 51.1%, 개체수비 44.3%, 부피비 54.2%, 상대중요성지수비 44.8%를 나타내었다. 이 외에 패충류 (Ostracoda), 유충섬모충류 (Tintinnid), 지각류 (Cladocera)를 섭식되었지만 출현량은 매우 적었다.

청어 자치어의 가장 우점 먹이생물은 요각류 (Copepoda)로 나타났다 (Fig. 3). 요각류는 해양생태계의 중요 이차생산자 역할을 하는 분류군으로서 많은 해산 자치어들에게 주요 먹이생물로 이용되고 있다 (Foy and Norcross, 1999; Islam and Tanaka, 2009; Choi et al., 2015b). 낙동강에 출현하는 청어 자치어의 경우에도 요각류가 가장 우점한 먹이생물로 나타나 (Choi et al., 2015b) 본 연구결과와 매우 유사하다는 것을 알 수 있었다.

또한 본 연구결과에서 청어 자치어의 두 번째로 중요한 먹이생물은 단생흡충류 (Monogenean)로 나타났다. 단생흡충류는 양식대상과 요각류 등의 숙주에 부착하여 질병을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있는데 (Maran et al., 2014), 본 연구해역인 진해만 동부해역은 과거에 어패류 양식이 이루어진 곳일 뿐만 아니라 (Kim and Kim, 2009), 진해만 동부해역의 거가대교, 부산 신항만 건설 등으로 인한 지속적인 해양 환경의 변화에 기인한 현상이라고 생각된다. 하지만 낙동강에 출현하는 청어 자치어는 두 번째로 중요한 먹이생물이 윤충류 (Rotifera)로 나타났다 (Choi et al., 2015). 이는 본 연구결과와 다른 양상을 나타냈으며, 이는 청어 자치어가



Calanoida

Fig. 3. Photographic fo main prey item of larval *Clupea pallasii*.

출현하는 서식 환경의 먹이생물 조성 차이 때문인 것으로 생각된다. 개체를 대상으로 청어 자치어의 소화관 내용물을 분석한 결과, 요각류 (Copepoda)가 출현빈도 61.9%, 개체수비 54.6%, 부피비 45.6%, 상대중요성지수비 55.2%로 가장 중요한 먹이생물이었다. 요각류 중 미확인 요각류 (Unidentified Copepods)를 제외하고 요각류 후기 유생 (Copepodite)이 출현빈도 25.6%, 개체수비 19.9%, 부피비 5.3%로 가장 많이 섭식된 먹이생물이었다 (Table 1). 요각류 다음으로 많이 섭식된 먹이생물은 단생흡충류 (Monogenean)로 출현빈도 51.1%, 개체수비 44.3%, 부피비 54.2%, 상대중요성지수비 44.8%를 나타내었다. 이 외에 패충류 (Ostracoda), 유충섬모충류 (Tintinnid), 지각류 (Cladocera)가 섭식되었지만 출현량은 매우 적었다.

청어 자치어의 성장에 따른 먹이생물의 변화 양상을 알아보기 위하여 ≤ 10 mm, 10~15 mm, 15~20 mm, 20mm < 4개의 크기군으로 나누었다 (Fig. 4). ≤ 10 mm의 크기군은 청어 자치어가 6개체 출현하였는데, 요각류 (Copepoda)가 94.8%를 차지하여 가장 우점하였고 단생흡충류 (Monogenean)가 5.2%를 차지하였다. 10~15 mm의 크기군에서는 청어 자치어가 143개체가 출현하였는데, 요각류가 87.8%를 차지하여 가장 우점하였고 단생흡충류가 12.1%를 차지하였다. 15~20 mm의 크기군에서는 청어 자치어가 228개체가 출현하였는데, 요각류는 36.4%로 감소하였고 단생흡충류가 63.6%로 증가하여 가장 우점하였다. 20 < mm의 크기군에서 청어 자치어가 95개체가 출현하였는데, 요각류가 45.9%를 차지하였고 단생흡충류가 54.1%를 차지하여

Table 1. Composition of the gut contents of larval *Clupea pallasii* by frequency of occurrence, number, volume and index of relative importance (IRI)

| Prey organisms | %F | %N | %V | IRI | %IRI |
|--------------------------------|------|-------|-------|----------|-------|
| Copepoda | 61.9 | 54.6 | 45.6 | 6,195.4 | 55.2 |
| Calanoida | 12.1 | 10.8 | 31.2 | | |
| <i>Acartia omorii</i> | 1.9 | 1.3 | 2.5 | | |
| <i>Calanus sinicus</i> | 1.1 | 0.8 | 7.5 | | |
| <i>Centropage</i> sp. | 1.5 | 1.3 | 7.4 | | |
| <i>Centropages abdominalis</i> | 0.6 | 0.5 | 3.3 | | |
| <i>Paracalanus parvus</i> s.l. | 8.1 | 6.7 | 10.6 | | |
| Cyclopoida | 0.6 | 0.7 | 2.2 | | |
| <i>Oithona</i> sp. | 0.6 | 0.5 | 1.2 | | |
| <i>Oncaea</i> sp. | 0.2 | 0.1 | 1.0 | | |
| Harpacticoida | 0.4 | 0.3 | 0.5 | | |
| <i>Euterpina acutifrons</i> | 0.4 | 0.3 | 0.5 | | |
| Nauplius | 0.2 | 0.1 | 0.2 | | |
| Copepods eggs | 0.8 | 1.1 | 0.1 | | |
| Copepodites | 25.6 | 19.9 | 5.3 | | |
| Unidentified Copepods | 28.6 | 21.7 | 6.1 | | |
| Cladocera | 0.4 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | + |
| <i>Podon polyphemoides</i> | 0.4 | 0.3 | 2.4 | | |
| Tintinnid | 0.4 | 0.7 | 0.1 | 0.3 | + |
| Ostracoda | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | + |
| Monogenean | 51.1 | 44.3 | 54.2 | 5,030.4 | 44.8 |
| Total | | 100.0 | 100.0 | 11,226.3 | 100.0 |

+ : less than 0.1

가장 우점하였다. 그 외 먹이생물은 전 크기군에서 0.1% 이하의 작은 수준을 나타내었다.

성장에 따른 먹이생물의 변화는 일반적으로 입크기, 유영능력, 소화능력과 같은 자치어의 발달단계와 관련되어 있는 것으로 보고되고 있다 (Shirota, 1970; Hunter, 1981; Young and Davis, 1990). 본 연구의 성장에 따른 먹이생물 변화를 알아본 결과, 청어 자치어는 성장함에 따라 요각류에서 단생흡충류로 먹이생물이 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 낙동강 하구역에 출현한 비슷한 크기군의 청어 자치어는 성장하면서 윤충류에서 요각류로 먹이생물이 변화하였다 (Choi et al., 2015). 이는 낙동강 하구역이 본 연구지역보다 담수의 영향이 더 많은 지역이기 때문에 윤충류의 발생 및 성장 조건이 잘 갖추어져 윤충류의 상대적 밀도가 높아졌기 때문에 본 연구 대상 청어 자치어와 유사한 크기군의 낙동강 하구에 분포하는 청어 자치어가 요각류보다 윤충류를 더 용이하게 섭식한 결과로 생각된다. 따라서 청어는 주변 환경에 분포하는 먹이생물 중에 따라 섭식하는 먹이생물이 변화하는 기회주의적 섭식경향을 나타내는 것을 알 수 있다.

청어 자치어의 크기군별 먹이생물의 평균 개체수 (mN/Gut), 평균 부피 (mV/Gut)를 알아본 결과 (Fig. 5), 척색장군이 증가하면서 평균 먹이생물 개체수는 증가하였으며 (ANOVA, $F_{3,465}=4.259$, $P<0.05$), 사후검정 결과 10~15 mm와 20 mm < 의 크기군에서 차이가 있었다 (Tukey HSD). 평균 먹이생물 부피 또한 증가하는 경향을 보였으며, (ANOVA, $F_{3,465}=14.031$, $P<0.05$) 사후검정 결과, 10~15 mm와 15~20 mm, 20 mm < 의 크기군에서 차이가 있었다 (Tukey HSD).

어류의 성장에 따른 먹이생물 평균 개체수와 부피를 살펴보면, 일반적으로 성장하면서 평균 먹이생물 개체수와 부피 모두가 증가하는 경향, 평균 먹이생물 개체수는 증가하지만 부피는 감소하는 경향, 평균 먹이생물 개체수는 감소하지만 부피는 증가하는 경향과 같은 세 가지 경향이 있는데, 이는 성장에 따른 영양학적 효율성을 위한 섭식전략의 한 양상이다. 본 연구결과, 청어 자치어는 성장하면서 평균 먹이생물 개체수와 부피 모두 증가하는 경향을 확인할 수 있었으며, 낙동강 하구역에 출현하는 청어에서도 본 연구결과와 동일한 경향을 확인할 수 있었다 (Choi et al., 2015).

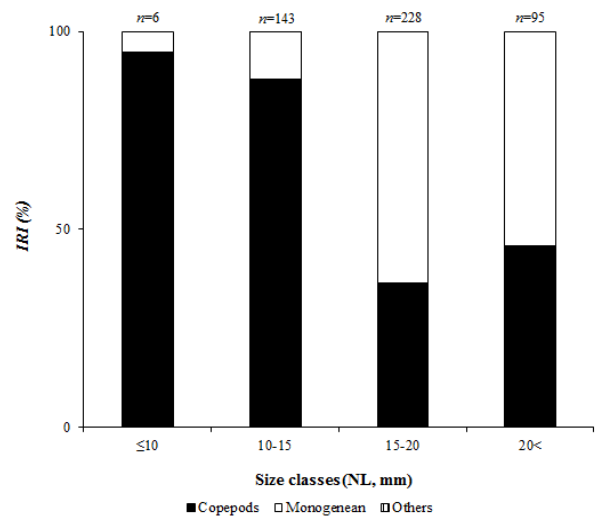


Fig. 4. Ontogenetic changes in composition of gut contents of larval *Clupea pallasii* by percentage of IRI.

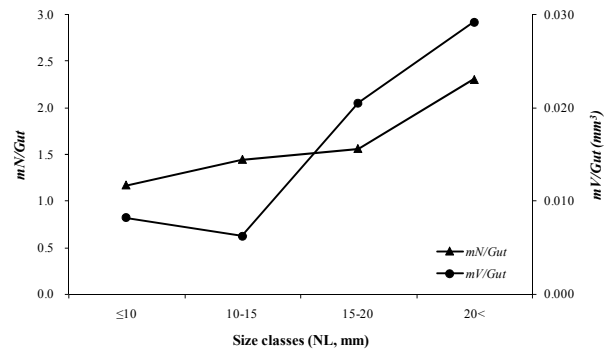


Fig. 5. Variation of mean number of preys per gut (mN/Gut) and mean volume of prey per gut (mV/Gut) of larval *Clupea pallasii* among size classes.

이는 성장하면서 입 크기가 증가하고 먹이생물의 포획능력이 증가하였기 때문인 것으로 생각된다 (Shirota, 1970).

청어 자치어의 일주기 섭식 양상을 살펴보면, 12 h 시간대에 섭식율이 58.5%로 가장 높게 나타났다 (Fig. 6). 이후 15 h 시간대에 10.0%, 18 h 시간대 6.4%로 점차 감소하다가 21 h 시간대에는 섭식율이 3.1%로 나타났으며, 24 h 시간대에 36.5%로 증가하였다.

낙동강 하구역에 출현하는 청어 자치어는 일몰 후 자정 시간대까지 활발한 섭식활동을 보여 낮 시간대에 주로 섭식하는 본 연구와는 다른 경향을 나타냈지만,

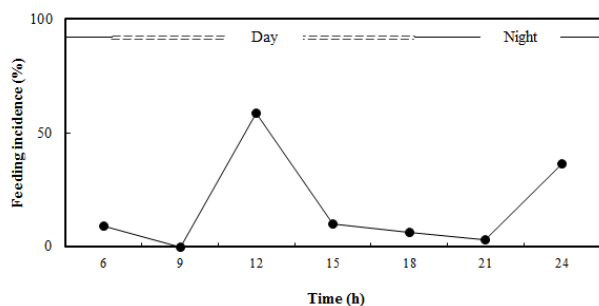


Fig. 6. Daily feeding rate in gut of larval *Clupea pallasii* in the Eastern Jinhae Bay.

자정 시간대에 활발한 섭식을 보인 것은 비슷하다 (Choi et al., 2015). 그러나 Blaxter (1965)의 연구에서는 청어 자치어가 본 연구결과와 동일한 시간대에 가장 높은 섭식이 일어난 것을 확인할 수 있었다. 그러나 Blaxter (1965)의 연구에서는 청어 자치어가 본 연구결과와 동일한 시간대에 가장 높은 섭식이 일어난 것을 확인할 수 있었다. 따라서 청어 자치어는 서식지역의 환경적, 생물학적 요인에 따라 섭식시간대를 달리할 수 있다는 것을 알 수 있다.

결론

2011년 11월, 1월에서 3월에 진해만 동부해역에서 RN80으로 채집된 청어 (*Clupea pallasii*) 자치어 1,523 개체의 소화관 내용물 조성을 조사하였다. 청어의 척색장은 5.0~27.0 (mm, SL)의 범위를 보였으며, 요각류 (Copepoda)가 가장 우점한 먹이생물이었다. 요각류 다음으로는 단생흡충류 (Monogenean)가 우점하였다. 그 외 유충섭모충류 (Tintinnids), 지각류 (Cladocerans), 패충류 (Ostracoda) 등도 섭식하였으나 그 양은 많지 않았다. 청어 자치어의 성장에 따른 먹이 변화 양상을 알아본 결과, 청어 치어는 성장하면서 요각류에서 단생흡충류로 먹이 전환을 하였다. 또한 청어 자치어의 일주기 섭식 양상을 알아본 결과, 청어 자치어는 주로 낮 시간 때 섭식하는 것으로 나타났다.

References

Blaxter JHS. 1965. The feeding of herring larvae and their ecology in relation to feeding. CalCOFI Reports, 10, 79-88.
Blaxter JHS. 1986. Development of sense organs and behavior

of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidance. Trans Am Fish Soc 115, 98-114.
Chang CY. 2010. Invertebrate Fauna of Korea-Continental Harpacticoida, NIBR 21(4), 246.
Chesney Jr EJ. 1989. Estimating the food requirements of striped bass larvae *Morone saxatilis* : effects of light, turbidity and turbulence. Mar Ecol Prog Ser 53, 191-200. (DOI:0171-8630/89/0053/0191/\$03.00)
Choi HC, Park JM, Youn SH and Huh SH. 2015. Feeding Habits of Larval *Clupea pallasii* from the Nakdong River Estuary, Korea. Kor J Fish Aquat Sci 48, 498-506. (DOI:10.5657/KFAS.2015.0498)
Chyung MK. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, Korea, 727.
Eldridge, MB, Whipple JA, Eng D, Bowers MJ and Jarvis BM. 1981. Effects of food and feeding factors on laboratory-reared striped bass larvae. Trans Am Fish Soc 110, 111-120. (DOI:10.1577/1548-8659(1981)110<111:EOFAFF>2.0.CO;2)
Foy RJ and Norcross BL. 1999. Spatial and temporal variability in the diet of juvenile Pacific herring (*Clupea pallasii*) in Prince William Sound, Alaska Can J Zool 77, 697-706. (DOI:10.1139/z99-030)
Huh SH and Baeck GW. 2003. Feeding habits of *Repomucenus valenciennei* collected in the coastal waters of Gadeok-do, Korea. Kor J Ichthyol 15, 289-294. (ECN:ECN-0102-2009-520-003314962)
Hunter JR. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. Marine fish larvae: morphological, ecology, and relation to fisheries. University of Washington Press, Seattle, 343-355.
Islam MS and Tanaka M. 2009. Diet and prey selection in larval and juvenile Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Ariake Bay, Japan. Aquat Ecol 43, 549-558. (DOI:10.1007/s10452-008-9207-6)
Ji HS, Lee DW, Choi JH and Choi KH. 2015. Development of naturally-spawned pacific herring *Clupea pallasii* larvae. Kor J Fish Aquat Sci 48, 362-367. (DOI:10.5657/KFAS.2015.0362)
Kim IS, Choi Y, Lee CH, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publ, Seoul, Korea, 615.
Kim TK and Kim ES. 2009. Seawater Quality of Jinhae Bay

- and Adjacent Sea of Gaduk Island, Korea. J Kor Soc Mar Environ Saf 6, 137-143.
- Maran BV, Oh YS, Moon SY, Soh HY, Kim CK and Myoung JG. 2014. Monogeneans (Platyhelminthes) from marine fishes of Tongyeong, Korea. J parasitic diseases 38, 277-285. (DOI:10.1007/s12639-012-0232-y)
- Pinkas L, Oliphant MS and Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish Bull 152, 1-105.
- Shirota A. 1970 Studies on the mouth size of fish larvae (in Japanese with English abstract). Nippon Suisan Gakk 36, 353-368.
- Soh HY. 2010 Invertebrate fauna of Korea-Marine Planktonic Copepods. NIBR, 21(3), 199.
- Soh HY and Choi SD. 2004. Species composition and occurrence patterns of zooplankton in Jinhae Bay. Kor J Environ Biol 22, 43-56. (ECN:ECN-0102-2009-470-002701802)
- Takatsu T, Suzuki Y, Shimizu A, Imura K, Hiraoka Y and Shiga N. 2007. Feeding habits of stone flounder *Platichthys bicoloratus* larvae in Mutsu Bay, Japan. Fisheries Sci 73, 142-155. (DOI:10.1111/j.1444-2906.2007.01312.x)
- Tamura T. 1952. Feeding sense of juvenile Japanese temperate bass (in Japanese with English abstract). Nippon Suisan Gakk 17, 8-12.
- Yamaji I. 1984. Illustration of the Marine Plankton of Japan. Hoikusha publishing Co., Ltd. 538.
- Yoo GI, Hue HK and Lee WC. 1991. Taxonomical revision on the genus *Acartia* (copepoda : calanoida) in the Korean Waters. Bull Kor Fish Soc 24, 255-265. (ECN:ECN-0102-2008-520-002470007)
- Youn SH, Oh GS, Chung MH. 2010. Zooplankton Community Structure and Copepod Production in the Seomjin River Estuary. Kor Soc Mar Environ Saf. 16, 369-379.
- Young JW and Davis TLO. 1990. Feeding ecology of larvae of southern bluefin, albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in the Eastern Indian Ocean. Mar Ecol Prog Ser 6, 17-29. (DOI:10.3354/meps061017)
-
2016. 10. 25 Received
2017. 02. 16 Revised
2017. 02. 16 Accepted