

<단보>

## 해산 자치어의 먹이생물로서 섬모충 *Euplotes* sp.의 평가

유진형\* · 허성범†

\*여수대학교 수산증양식연구센터, 부경대학교 양식학과

### Evaluation of Ciliate *Euplotes* sp. as a Live Food for Marine Fish Larvae

Jin Hyung YOO\* and Sung Bum HUR†

\*Aquaculture Research Center, Yosu University, Yosu 556-901, Korea

Department of Aquaculture, Pukyong University, Busan 608-737, Korea

This study was carried out to evaluate the ciliates *Euplotes* sp. as a live food for marine fish larvae. The ciliates and the rotifers *Brachionus plicatilis*, which were cultured with the baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae* and the  $\omega$ -yeast emulsified with cuttle fish liver oil, were supplied to the larvae of flounder *Paralichthys olivaceus* and grouper *Epinephelus akaara*. Considering the size difference between the ciliates  $68 \pm 7 \mu\text{m}$  and the rotifers  $160 \pm 20 \mu\text{m}$ , the rotifers and ciliates were supplied to the larvae tank with the density of 2 inds./mL and 20 inds./mL, respectively. The survival rate and growth in length of the flounder larvae fed on rotifer were significantly higher than those on *Euplotes* sp.. In grouper larvae which have a small mouth diameter, even the survival rate of the larvae fed on the ciliates was better than that on the rotifers, it was very low less than 20%. Therefore, *Euplotes* sp. seem to be incongruent as a live food for marine fish larvae.

Key words: Marine fish larvae, Live food, Ciliate, *Euplotes*

근년 해산어류의 종묘생산이 본격화되면서 양식기술이 개발되고 양식 대상 종의 다양화에 따라 새로운 먹이생물의 개발이 요구되고 있다. 해산어류의 종묘생산에는 초기 먹이생물로서 윤충류(*Brachionus* spp.)가 널리 이용되고 있으나, 능성어와 독가시치와 같이 구경이 작은 일부 어류에서는 윤충류의 크기가 커서 먹이로 이용할 수 없는 근본적인 문제점이 있다(代田, 1970; 萱野, 1988). 따라서, 양식생산 어종의 다양화와 종묘의 질적 향상을 위해서는 자치어기의 구경에 적합한 다양한 크기의 동물성 먹이생물이 개발되어야 한다.

섬모충은 크기가 다양하고 번식률이 높고 부드러운 세포벽을 가지고 있으며 배양의 용이성 등으로 천연 동물먹이생물로서의 개발 가능성이 오래 전부터 제시되어 왔다(Johannes, 1965; Winter et al., 1975).

*Euplotes* sp.는 체장  $50 \mu\text{m}$  전후의 부유성 섬모충으로써 연안이나 종묘생산 수조 중에 흔히 출현하는 종으로(Maeda and Garey, 1985), 능성어 자어(Nagano et al., 2000)와 새우 유생(Nagano and Decamp, 2002)의 먹이생물로 이용한 바 있다. 본 연구에서는 동물성 먹이생물로서 주목받고 있는 *Euplotes* sp.를 대량 배양하고 구경이 큰 넙치 *Paralichthys olivaceus*와 구경이 작아 종묘생산이 어려운 붉바리 *Epinephelus akaara* 자어에 공급하여 새로운 동물성 먹이생물로서의 가치를 파악하고자 하였다.

남해안 광양만에서 채집된 섬모충 *Euplotes* sp.는 실험실에서 순수분리하여 Føyn's Erdschreiber 배지를 변형하여 개발한 MERds-II 배지(Thompson et al., 1988)로 계대배양하였다. *Euplotes* sp.의 대량배양을 위해서 윤충류의 배양에 널리 이용되는

빵효모 *Saccharomyces cerevisiae*와 오징어간유 12%로 제조한 이화유지공업사의 유지효모 제품을 이용하였고 먹이농도는 1.0 g/L로 공급하였다.

넙치 자어 실험은 수정란을 부경대학교 수산과학연구소에서 채란 부화시켰으며, 부화직후의 자어는 50 L 사각수조의 40 L 여과해수에 500마리씩 수용하였다. 사육수온은  $19 \pm 2^\circ\text{C}$ 이었으며, 지수식 사육으로 1일 1회 약 20% 환수하였다. 실험기간은 부화 후 1일령의 자어를 각 실험수조에 수용하고 절식구의 생존율이 약 10%가 되는 2주 동안 실험하였다. 붉바리 자어 실험은 수정란을 국립수산과학원 여천 시험장에서 분양받아 부화시킨 후 1 L 소형 플라스크에 15마리씩을 수용하여 절식구의 생존율이 10% 이하가 되는 4일 동안 실험하였다.

먹이로 공급한 *Euplotes* sp.의 평균 크기는 장축  $68.0 \pm 7.3 \mu\text{m}$ , 폭  $32.2 \pm 5.8 \mu\text{m}$ 이었으며, 윤충(*Brachionus plicatilis*)의 평균 장축은  $160 \pm 24 \mu\text{m}$ , 폭  $74 \pm 18 \mu\text{m}$ 이었다. 먹이공급량은 부화 후 1일째부터 윤충은 2 inds./mL, *Euplotes* sp.는 20 inds./mL를 공급하였고, 5일째부터는 윤충은 10 inds./mL, *Euplotes* sp.는 100 inds./mL를 공급하였으며, 윤충과 *Euplotes* sp. 혼합구는 단독구 먹이량의 50%씩을 혼합하여 공급하였다. 자어 사육실험은 윤충 단독구, 윤충과 *Euplotes* sp.의 혼합구, *Euplotes* sp. 단독구, 먹이를 공급하지 않은 절식구로 구분하여 2 반복 실험하였다.

빵효모로 배양된 윤충과 *Euplotes* sp.를 넙치 자어에 공급한 결과는 Table 1과 같다. 윤충이 공급된 실험구에서는 50% 이상의 생존율이었으나, *Euplotes* sp. 공급구는 18.3%, 절식구는 10.7%로써 윤충 공급구에 비하여 유의적으로 낮은 생존율을 보였다( $p < 0.05$ ). 자어의 전장은 윤충 공급구 3.99 mm, 윤충+*Euplotes* sp.

\*Corresponding author: hurs@pknu.ac.kr

공급구 3.86 mm, *Euplotes* sp. 공급구 2.99 mm, 절식구 2.83 mm로써 섬모충 공급구는 윤충 공급구에 비하여 유의적으로 낮은 성장을 보였다 ( $p < 0.01$ ). 먹이공급 후 현미경하에서 자어의 장내 포식상태를 확인한 결과 *Euplotes* sp.가 관찰되었으나 *Euplotes* sp.를 단독으로 공급한 경우의 생존율과 성장이 절식구에 비하여 유의적 차이를 보이지는 않았다.

**Table 1. Survival rate and growth of *Paralichthys olivaceus* larvae fed on rotifer and *Euplotes* sp. cultured with baker's yeast for two weeks (initial larvae numbers: 500, initial total length:  $3.04 \pm 0.16$  mm)**

	Rotifer	Rotifer+ <i>Euplotes</i> sp.	<i>Euplotes</i> sp.	Non-fed
Survival rate (%)	59.2 <sup>b</sup>	50.7 <sup>b</sup>	18.3 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>
Total length (mm)	$3.99 \pm 0.81^b$	$3.86 \pm 0.58^b$	$2.99 \pm 0.32^a$	$2.83 \pm 0.25^a$

The value of total length represents means  $\pm$  S.D. from 20 individuals. Different superscript letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

유지효모로 배양한 윤충과 *Euplotes* sp.를 넘치 자어에 공급한 결과는 Table 2와 같다. 윤충 공급구 80.0%, 윤충+*Euplotes* 공급구 58.4%, *Euplotes* sp. 공급구 4.4%, 절식구 0.3%로써, 빵효모로 배양한 결과에 비하여 윤충 단독 공급구에서만 생존율이 향상되었다. 또, *Euplotes* sp.만을 공급한 실험구와 절식구에서는 유의적으로 매우 낮은 생존율을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 전장은 윤충류 공급구 5.18 mm, 윤충류+*Euplotes* 공급구 4.68 mm, *Euplotes* sp. 공급구 3.26 mm, 절식구 3.13 mm로써 빵효모로 배양한 결과보다 다소 향상되었다.

**Table 2. Survival rate and growth of *Paralichthys olivaceus* larvae fed on rotifer and *Euplotes* sp. cultured with  $\omega$ -yeast for two weeks (initial larvae numbers: 500, initial total length:  $2.65 \pm 0.41$  mm)**

	Rotifer	Rotifer+ <i>Euplotes</i> sp.	<i>Euplotes</i> sp.	Non-fed
Survival rate (%)	80.0 <sup>b</sup>	58.4 <sup>b</sup>	4.4 <sup>a</sup>	0.3 <sup>a</sup>
Total length (mm)	$5.18 \pm 0.36^b$	$4.68 \pm 0.33^b$	$3.26 \pm 0.23^a$	$3.13 \pm 0.31^a$

The value of total length represents means  $\pm$  sd from 20 individuals. Different superscript letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

북바리 자어의 경우 생존율은 윤충 공급구에서 13%, 윤충+*Euplotes* 공급구 17%, *Euplotes* 공급구 20%, 절식구 3%로써 섬모충을 공급한 자어가 더 높은 생존율을 보였다 (Fig. 1).

어류의 종묘생산에 이용되는 동물성 먹이생물의 조건으로는 자어가 포식하기에 용이한 크기, 운동성, 소화, 영양가, 고밀도 배양 등이 만족되어야 하며 (平野·大島, 1963) 이와 같은 면에서 섬모충은 어류 종묘생산의 먹이생물로서 가능성이 높게 평가되고 있다



**Fig. 1. Survival rate of *Epinephelus akaara* larvae fed on rotifer and *Euplotes* sp. reared with  $\omega$ -yeast for four days after hatching out. (R: rotifer, R+E: rotifer+*Euplotes* sp., E: *Euplotes* sp., N: non fed). Letters indicate significant difference,  $p < 0.05$ . Vertical line shows standard errors.**

(Winter et al., 1975). 본 실험에 이용된 *Euplotes* sp.는 평균 전장이  $68.0 \pm 7.3 \mu\text{m}$ , 폭이  $32.2 \pm 5.8 \mu\text{m}$ 로써 자유유영능력이 있으며, MERds-II 배지에서 용이하게 배양되어지고, 빵효모에 의한 대량배양도 용이하였다. Yoo and Hur (2002)는 *Euplotes* sp.의 배양환경 연구에서 빵효모 1.0 g/L를 공급하여 배양 7일만에 100 inds./mL에서 1,240 inds./mL로 증식시켜 *Euplotes* sp.를 새로운 먹이생물로 개발할 가능성이 있다고 보고하였다.

본 실험에서 넘치자어는 *Euplotes* sp.를 포식하는 것으로 관찰되긴 하였으나 *Euplotes* sp.를 먹이로 공급한 실험구는 윤충의 공급구에 비해서는 현저하게 낮은 생존율을 보인 점으로 보아 넘치자어의 경우 *Euplotes* sp.의 먹이효율은 윤충 보다 낮음을 알 수 있었다. 그러나 *Euplotes* sp.만을 공급한 넘치 자어 실험구와 절식구의 생존율과 성장이 유의성이 없었던 점으로 보아 넘치의 경우 *Euplotes* sp.의 먹이효율은 없는 것으로 판단된다.

한편, 부화후 구경이 작아 종묘생산에 어려움이 있는 북바리 자어의 경우 *Euplotes* sp.는 윤충보다 좋은 먹이효율을 보이긴 하였으나 실험 4일 만의 생존율이 20% 이하로 매우 저조하여 *Euplotes* sp.의 정확한 먹이효율을 평가할 수 없었다. 따라서 앞으로는 구경이 작은 다양한 해산어 자어를 대상으로 *Euplotes* sp.의 영양학적 평가와 영양강화 등에 관한 구체적인 연구가 요망된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인 부경대학교 해양산업개발 연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

### 참고 문헌

Johannes, R.E. 1965. Influence of marine protozoa on nutrient regeneration. *Limnol. Oceanogr.*, 10, 434~442.  
 Maeda, M. and P.G. Garey. 1985. An illustrated guide to the species of the Families Halteriididae and Strobilidiidae (*Oligotrichida, ciliophora*), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo*, 19, 68pp.

- Nagano, N. and O. Decamp. 2002. Ingestion of the first-feeding larval stage of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* on a ciliated protozoa. Book of abstracts. World Aquaculture 2002, Beijing, 532pp.
- Nagano, N., Y. Iwatsuki, T. Kamiyama, H. Shimizu and H. Nakata. 2000. Ciliated protozoans as food for first-feeding larval grouper, *Epinephelus septemfasciatus*: Laboratory experiment. Plankton Biol. Ecol., 47, 93~99.
- Thompson, A.S., J.C. Phodes and I. Pettman. 1988. Culture collection of algae and protozoa. Natural Environment Research Council. Cumbria. U.K., 164pp.
- Winter, F., G. Persoone and C. Benijts-Claus. 1975. *Fabrea salina*, a promising live food for mariculture purpose. In *Progressing 6th annual workshop of the world mariculture*, Seattle, USA, pp. 429~438.
- Yoo, J.H. and S.B. Hur. 2002. Evaluation of six species ciliates as a live food and culture environment for euplotes sp. J. Korean Fish Soc., 35, 342~347 (in Korean).
- 平野札次郎・大島泰雄. 1963. 海産動物幼生の飼育とその餌料について. 日水誌, 29, 282~297.
- 萱野泰久. 1988. キジハタ仔稚魚の口器の發達と攝餌. 岡山水試報, 3, 55~60.
- 代田昭彦. 1970. 魚類稚仔魚期の口徑に関する研究. 日水誌, 36, 353~368.

---

2002년 5월 31일 접수

2002년 9월 30일 수리