

## 먹이종류에 따른 동남참게, *Eriocheir japonicus*(De Haan) 초기유생의 생존율

허윤성 · 권진수 · 이복규\* · 김홍권 · 김병기 · 최주수 · 김양우

동의대학교 생물학과

### Survival of the early larvae of the Freshwater Crab, *Eriocheir japonicus* (De Haan) fed on different diets in the Laboratory

Youn-Seong HEO, Chin-Soo KWON, Bok-Kyu LEE\*, Hong-Kwon KIM,  
Byung-Kee KIM, Joo-Soo Choi and Yang-Woo KIM

Department of Biology, Dongeui University, Busan 614-714, Korea

#### Abstract

The survival of the early larvae of the freshwater crab, *E. japonicus*, fed on different diets at  $22\pm 1^\circ\text{C}$  and  $24\pm 1\%$  were studied in the laboratory.

The larvae in the control (no feed) lived for 4 days (1~2 zoeal stages), and in the experimental container of non-living foods (egg powder, soy bean powder, pellet powder, millet powder, and mussel meat), they were lived for 7~9 days (2~3 zoeal stages). When the larvae fed on phytoplankton (*Chlorella ellipsoid.*, *Skeletonema costatum.* and *Chaetoceros gracilis*), they lived for 10, 18, and 19 days (3~5 zoeal stages), and fed on zooplankton (*Artemia nauplii* and rotifer), they were reached to the juvenile stage in 24 and 25 days, respectively.

When the larvae fed on a mixed diets (see table 1), it was more effective than a single food diet, and the most effective diets included *Chaetoceros gracilis*, *Artemia nauplii* and rotifera, in which the larvae reached the juvenile stage in 22 days, and the survival was 73%.

**Key words** – diet, larva, zoea, juvenile, phytoplankton, zooplankton

#### 서 론

동남참게, *Eriocheir japonicus*(De Haan)은 갑장 5~6cm, 갑폭 6~7cm 크기의 담수산 대형 계로서 계장용으로 기호가 높아 산업적으로 유용한 종류이며, 한국, 일본, 대만등에서 볼 수 있고, 하구연안과 하천하류, 하천상류 및 저수지등에

서 서식하다가 가을부터 이른 봄에 걸쳐 산란 및 생식을 위하여 하구역으로 이동하며 그 곳에서 부화된 유생은 어린게로 변태한 후에 하천 상류로 이동하면서 성장하게 된다[15].

하천과 연안의 수질오염과 하구연의 건설 등에 의한 인위적인 하천차단 등으로 본 종과 같이 생식과 성장을 위하여 강하구와 하천상류 사이를 이동이 필요한 종들은 서식지가 파괴되어 자연에서 자원은 거의 고갈상태에 놓여 있어 한정된 일부 수역을 제외하고는 거의 찾아 보기 어려운 실정이며, 본종에 대한 수요는 많으나 자연 자원이 거의 없

\*To whom all correspondence should be addressed  
Tel : 051-890-1526, Fax : 051-890-1521  
E-mail : bklee@dongeui.ac.kr

어 일부 민간업자들이 종묘생산과 양식을 하고 있는 실정이라 효율적인 종묘생산을 위해 초기유생의 먹이의 관계를 밝히는 것이 매우 중요하다.

갑각류의 유생에 대한 연구는 수온, 염분 및 탈피[1,10]와 삼투조절[3,4], 소화효소[1,2] 등 생리적 현상에 관한 연구들이 있고, 먹이에 관한 연구로 주로 성체를 대상으로 위내용물 조사[2,9], 유생의 먹이로 *Artemia*[5,15]를 제공하고, 영기에 따라 rotifers 및 *Artemia*[20,21]를 제공하였으며, 조류(algae)와 같이 rotifers 및 *Artemia*[18,20]를 투입하여 조사한 연구들은 유생의 각 영기에 따른 형태적 특징등을 중심으로한 것이며 여러 종류의 먹이를 공급하여 그 효과를 다양하게 조사한 연구는 찾아 보기 어려웠다.

한편, 본 종의 유생에 관한 연구는 초기유생의 발생[7,8], 번식생태 및 초기유생의 성장 [12,13], 유생의 산소소비[16] 및 탈피간격일수에 미치는 수온과 염분의 영향[14], 사육지에 따른 성장도[19]등의 연구 보고가 있으나, 본 종의 자원 조성과 종묘생산을 위해서는 먹이에 대한 기초조사가 다양하게 이루어져야 할 것으로 생각된다.

지금까지, 계류의 유생에 대한 실험은 이미 밝혀진 수준의 먹이를 공급하여 탈피경과 일수나 성장등에 관한 조사가 대부분이고, 다양한 먹이를 공급하여 그 영향을 조사한 경우는 거의 찾아 볼 수 없었다. 따라서 본 실험에서는 실험실에서 뿐만 아니라 자연상태에서 부화유생이 다양하게 접할 수 있을 것으로 생각되는 다양한 먹이조건으로 가능한 많은 실험구를 설정하여 양식하는데 가장 중요하며 취급이 어려운 부화직후부터 치계가 처음 나타나는 시기까지의 각종 먹이에 대한 생존율과 소요일수를 밝히므로써 본 종 유생의 먹이생태를 좀더 이해하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 성체의 사육관리

실험에 사용한 동남참게는 섬진강 하구역에서 1999년 11월 중순경에 채집한 암수성체를 동의대학교 생물생산연구소의 사육실로 운반하여 2 ton 용량의 순환식 여과조에 10마리씩을 수용하면서 교미후 포란된 성체를 1마리씩 개별로 사육수 40 l 를 채운 30cm × 51cm × 36cm 크기의 장방형 플라스틱제 저면 여과식 순환조에 수온 17±1℃와 염도 24±1‰을 유지시키면서 부화시까지 관리하였다.

### 초기 유생의 성장에 따른 먹이별 섭식효과 조사

갑각류는 종류에 따라 다양한 유생기를 거치면서 선호하는 먹이도 다르게 된다. 일반적으로 영기에 따라 생존율이 많이 달라지는 것은 영양요구에 맞는 먹이를 제공하지 못하여서 일 것이며, 계류의 유생기에는 일반적으로 맞보다는 받아들일 수 있는 pellets이나 부유입자형태로 된 것을 선호하는 것으로 알려져 있다[18].

갯 부화한 동남참게 유생의 성장에 따라 제공하는 다양한 먹이에 대한 섭식효과를 조사하기 위하여 사육조건을 수온과 염분의 영향[14] 실험에서 가장 좋은 실험 결과를 얻은 수온 22±1℃와 염분 24±1‰로 유지시킨 사육수로써 2 l 용량의 사육병을 사용하여 갯 부화한 zoea유생을 100 마리씩 넣어 통기시키면서 3 반복 실험하였다.

이료별 실험구의 설정은 동일용량의 삼각플라스틱 사육병 3개를 한조로 하여 다음과 같은 실험구를 만들었다: 1) 무투이구(control), 2) *Artemia nauplii*, 3) rotifer, 4) 삶은 계란 난황 건조분말, 5) 삶은 대두 건조분말, 6) 인공배합사료(AP artificial plankton, micro-capsule), 7) 삶은 수수 건조분말, 8) 새우 생육세편(chopped shrimp meet), 9) 담치 외투막 생육세편, 10) *Chlorella ellipsoid*, 11) *Chaetoceros gracilis* 12) *Skeletonema costatum*, 13) *Chlorella ellipsoid* 사육수(번식밀도: 1.5×10<sup>3</sup>~3.0×10<sup>4</sup> cells/ml)에서 *Artemia nauplii*를 투입, 14) *Chaetoceros gracilis* 사육수 (번식밀도: 1.2×10<sup>3</sup>~2.5×10<sup>4</sup> cells/ml)에서 *Artemia nauplii* 투입, 15) *Skeletonema costatum* 사육수 (번식밀도: 2.0×10<sup>3</sup>~2.0×10<sup>4</sup> cells/ml)에서 *Artemia nauplius* 투입, 16) *Artemia nauplius*와 rotifer를 투입, 17) *Skeletonema costatum* 사육수에서 rotifer를 투입, 18) *Chaetoceros gracilis* 사육수에서 rotifer를 투입 그리고 19) *Chaetoceros gracilis* 사육수에서 인공배합사료 (AP artificial plankton, micro-capsule)를 투입한것으로 구분하여 유생 사육기간에 투이하는 이료별 실험구에서 megalopa 유생기를 거쳐 제 1기 juvenile이 최초로 변태하기 까지에 소요되는 사육일수와 그때까지의 생존율을 비교하여 유생의 생육에서 급여하는 각종 먹이에 대한 투여효과를 조사하였다.

*Artemia nauplii*, rotifer 및 다른 비생물성 먹이의 공급은 섭식기회를 높이기 위하여 먹고 남을 수 있도록 충분량을 공급하였으며, 먹이 공급시 환수와 동시에 새로운 먹이를 공급하였다.

통계처리는 각 실험에서 얻어진 자료값 사이의 유의차 유무는 SPSS-통계 패키지에 의한 ANOVA 및 Duncan's multiple range test로 검정 하였다.

## 결과 및 고찰

수생 갑각류들은 먹이의 다양성과 병행하여 생태적 지위가 발달되어 왔으며, 작은 갑각류들은 소형 조류(藻類)들을 섭식하지만 큰 갑각류들은 부식입자나 연체동물과 어류까지 먹는 것들이 있으며, 선호하는 먹이의 선택은 대부분 외부 부속지와 입의 형태에 따라 많은 영향을 받는다.

일반적으로 먹이에 대한 연구는 성체에 대하여 위내용물을 분석하여 먹이 생태적인 연구가 많고, 유생에 대하여서는 먹이의 영향학적 가치와 소화 흡수할 수 있는 능력등으로 인한 먹이 효율등을 보는 것이 보통으로 알려져 있다[18].

게류의 유생 먹이와 관련된 몇몇 실험들을 보면 대서양 연안에 널리 분포하고 있는 *Panopeus africanus* [22]와 *Xantho poresa* [23]의 초기 및 후기 유생 발생 조사에 먹이로 1, 2기 zoeae에는 rotifer를 공급하였고, 3기 zoeae부터 1기 juvenile이 될 때 까지는 *Artemia nauplii*를 공급 하였고, *Uca tangeri* 의 초기유생 먹이로 *Chaetoceros gracilis* 와 *Artemia nauplii*만 공급하면서 유생의 형태적인 연구를 주로 하였다[21].

또한, 캘리포니아에서 알라스카의 남동부 해안에 서식하는 Dungeness crabs(*Cancer magister* Dana)의 유생을 채집하여 담치류를 먹이로 공급하면서 다른 수온에서 섭식, 생존율, 성장을 조사 하였는데, 탈피를 전후로 하여 5일정도 섭식량이 많이 감소하는 것으로 보고하였다[12].

본 종에 대한 유생 형태 및 생태적인 연구로 [8,12,13,14] 등에 따르면 본 종은 zoea상태로 부화하여 유생은 4회의 탈피를 한후 zoea 5기를 거쳐 megalopa유생을 지난 후 제 1기 juvenile로 변태하게 되고, zoea유생은 부유생활을 하거나 megalopa유생으로 이행되면서 부유 및 유영생활을 하게되고, 그 후 제 1기 juvenile로 변태하여 저서생활로 들어 간다[12,13].

각 부화한 동남참게 유생의 섭식효과로 먹이에 따라서 megalopa 유생기를 거쳐서 제 1기 juvenile이 최초로 출현하는 시점까지에 소요되는 경과 일수와 생존율을 Table 1에 나타내었다.

실험 결과를 보면, 무투여구(control)에서는 사육후 4일 만에 65%가 죽었고, 5일만에 모든 개체가 zoea 1기 상태에서 사멸하였다. 비생물성 먹이인 난황분말과 대두분말을 투여시킨 경우는 사육후 7일만에 zoea 2기에서 전멸하였고, 수수분말, 새우 생육세편, 담치 외투막의 생육세편 및 인공배합사료분말을 각각 단독으로 투여한 경우에는 사육후 7~8일, 그리고 식물성 먹이생물인 녹조류인 *C. ellipsoid*를 투여한 경우에는 10일만에 zoea 3기에서 모두 사멸하였으나, 규조류인 *C. gracilis*와 *S. costatum*를 번식시킨 사육수에서 사육하였을 때는 사육후 각각 18일과 19일만에 zoea 5기 및 megalopa 유생에서 사멸하였다. 이러한 결과를 보았을 때 본 종 초기유생의 먹이로서는 비생물성 먹이는 먹이효과가 전혀 없는 것으로 나타났으며, 식물성 단세포 조류를 단독으로 공급하였을 때는 녹조류인 *C. ellipsoid* 보다 규조류인 *C. gracilis*와 *S. costatum*가 먹이로써 더 효과가 있는 것으로 나타났으나 juvenile까지 살아남지 못하였으며, 각 유생단계별 탈피기간이 Kwon and Lee(1994)[14]의 실험에서 보다 길어지는 경향을 보였다.

한편, 동물성 먹이인 *Artemia nauplii*를 단독으로 투여시킨 경우는 사육후 24일만에 juvenile이 최초로 출현하였고, 그때까지의 생존율은 43%를 나타냈으며, rotifer를 단독으로 투여시킨 경우는 사육후 25일만에 juvenile이 출현하였고, 그때의 생존율은 25%이었다.

한편, *C. ellipsoid*., *C. gracilis*., 및 *S. costatum*.를 번식시킨 각각의 사육수에서 *Artemia nauplii*를 각각 투여시킨 경우에는 모두 사육후 24일만에 juvenile이 출현하였으며, 그때의 생존율은 각각 53%, 62% 및 58%를 나타내었다. *Artemia nauplii*와 rotifer를 혼합하여 투여시킨 경우는 juvenile의 출현은 23일째 이었고 생존율은 70%로 높게 나타났고, 혼합투여 했을 때 가장효과가 높았던 *C. gracilis*.를 번식시킨 사육수에 *Artemia nauplii*와 rotifer를 혼합투여한 실험구에서는 22일 만에 juvenile이 출현하였고 생존율은 73%로 먹이별 실험구중에서 가장 높게 나타났다. *C. gracilis*.와 *S. costatum*.를 각각 번식시킨 사육수에서 rotifer를 투여시킨 경우에는 어느 실험구에서나 사육후 25일만에 juvenile이 출현하였으며, 그때의 생존율은 각각 35%와 30%를 나타내었다.

각 먹이가 경과일수에 따른 투여 효과를 알아보기 위하여 무투여구에서 모든 유생이 사멸한 5일째, 비생물성 먹

Table 1. Survival (%) up to the first day of metamorphosed to the first juveniles of the freshwater crab, *E. japonicus* reared at 22±1°C and 24±1‰ in the laboratory

Survival (%) up to the first day of metamorphosed to juveniles											
Elapsed days from hatching out	Kinds of diet.	control	<i>Artemia</i>	rotifer	egg	<i>Glycine</i>	pellet	<i>Sorghum</i>	Shrimp	Mussel	<i>Chlorella</i>
		(No feed)	nauplii		powder	<i>max</i>	powder	<i>bicolor</i>	meat	meat	<i>ellipsoid.</i>
Initial number of experiment.		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
Survival (%)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 day		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2		97±2	98±1	98±1	90±7	98±2	93±4	98±1	98±2	98±2	95±3
3		80±16	90±5	93±4	85±9	98±2	80±16	93±5	80±17	95±4	85±9
4		35±28	88±5	83±11	20±17	68±28	38±18	88±8	50±25	40±23	65±35
5		0	85±12	80±13	5±4	33±14	18±7	78±18	30±16	20±7	50±28
6			78±8	78±10	3±2	8±5	8±4	33±12	8±5	10±3	38±17
7			75±13	75±12	0	0	5±3	13±7	3±2	8±4	20±8
8			75±13	73±13			0	5±2	0	0	8±3
9			72±20	71±13				0			3±1
10			70±18	70±21							0
11			69±16	67±20							
12			68±15	65±14							
13			68±15	63±14							
14			66±12	60±12							
15			65±11	58±11							
16			63±9	55±9							
17			63±9	50±8							
18			60±8	48±8							
19			59±12	45±11							
20			58±6	45±11							
21			55±7	40±8							
22			50±8	35±8							
23			45±6	30±7							
24			*43±4	25±5							
25				*25±5							
26 days											

※ marks represent the first day of metamorphosed to the first juveniles.

Table 1. Continued

		Survival (%) up to the first day of metamorphosed to juveniles								
Elapsed days from hatching out	Kinds of diet.	C. gracilis.	S. costatum	Artemia nauplii plus C.ellipsisoid.	Artemia nauplii plus C.gracilis	Artemia nauplii plus S. costatum	Artemia nauplii plus rotifer	rotifer plus C. gracilis	rotifer plus S. costatum	Artemia nauplii, rotifer plus C. gracilis
		Initial number of experiment.	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
Survival (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1 day		100	100	100	100	100	100	100	100	100
2		100	94±3	93±5	98±2	95±4	97±2	99±1	96±2	100
3		95±4	88±7	91±6	90±4	88±8	95±3	96±3	94±4	96±2
4		90±7	80±13	87±8	88±6	86±6	93±5	95±3	93±4	95±2
5		81±14	78±9	85±5	88±6	83±6	93±5	93±5	90±6	93±5
6		75±13	71±8	81±6	85±8	81±8	92±4	88±6	80±9	90±8
7		71±18	64±21	80±6	83±7	81±8	91±7	88±6	78±9	90±8
8		68±16	59±17	78±9	83±7	79±6	90±6	83±9	78±6	88±9
9		62±21	51±18	75±12	82±10	78±7	90±6	75±13	75±8	87±8
10		58±23	47±22	73±8	80±8	78±7	89±8	75±13	70±11	85±10
11		50±28	35±18	71±8	80±8	77±11	88±7	70±8	68±10	85±10
12		45±11	35±11	70±7	79±12	75±9	88±7	68±6	63±9	83±9
13		40±8	30±12	68±4	78±6	75±9	86±8	65±9	58±7	82±7
14		35±6	28±8	68±4	78±6	74±6	85±8	63±8	55±8	80±6
15		30±9	23±8	65±8	76±8	74±6	85±8	63±8	55±8	80±6
16		25±9	18±7	63±6	75±6	73±4	84±14	58±5	51±6	78±6
17		15±6	8±4	61±6	73±6	70±5	83±6	53±7	50±6	77±4
18		6±3	0	60±6	70±7	67±8	78±6	53±7	48±7	76±5
19		0		58±7	70±7	65±7	75±5	50±8	45±5	76±4
20				56±7	68±5	63±5	73±7	48±6	43±6	74±5
21				55±6	67±6	60±6	70±4	45±6	40±5	74±5
22				53±4	65±5	59±4	70±4	44±4	38±4	*73±6
23				*53±4	*62±4	*58±5	*53±4	43±5	38±4	
24								38±3	35±5	
25								*35±3	*30±4	
26day										

\* marks represent the first day of metamorphosed to the first juveniles.

이투여한 실험구에서 모든 유생이 사멸한 9일째 및 제1기 치계 유생이 출현한 시점을 기준으로 각 먹이에 따른 생존율의 상관관계를 구하여 Table 2에 나타 내었다.

그 결과를 보면, 5일 경과시 까지는 비생물성 먹이의 경우 먹이에 따라 다르지만 전반적으로 생존율이 매우 낮아 먹이로서는 거의 효과가 없는 것으로 나타났으며, 생물성 먹이를 투여한 경우 녹조류인 *C. ellipsoid* 투여구가 다른 투여구에 비해 생존율이 현저히 높았으며( $P < 0.05$ ), 나머지 먹이들의 관계는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 9일 경과시 생존율을 보면 *C. ellipsoid*를 투여한 실험구에서는 생존율이 불과 3%에 불과하였으나 같은 식물성 단세포 조류 이자만 규조류인 *C. gracilis*와 *S. costatum*를 투여한 경우는 62%와 51%로 상당히 높은 생존율을 보이므로써 본종의 초기유생에 대한 투여효과가 매우 높은 것으로 생각된다.

한편, 제1기 치계 유생이 출현했을 때를 보면 rotifer를 단독 투여한 실험구와 규조류인 *C. gracilis*, 및 *S. costatum*.를 따로 번식시킨 사육수에 rotifer를 넣은 실험구사이에 유의한 차이가 없었으며 다른 실험구 보다 생존율이 낮게 나타났다. *Artemia nauplii*를 단독 투여시킨 경우와 녹조류를 투여한 실험구는 사육 후 24일만에 juvenile이 출현하였고, 이때의 생존율은 각각 53%, 62% 및 58%였다. *Artemia nauplii*와 rotifer를 혼합하여 투여시킨 경우 juvenile의 출현은 23일째 였고 생존율은 70%로 비교적 높게 나타났다. 혼합투여 했을 때 가장효과 높았던 *C. gracilis*.를 번식시킨 사육수에 *Artemia nauplii*와 rotifer를 혼합투여한 실험구에서는 22일 만에 juvenile이 출현하였고 생존율은 73%로 먹이별 실험구중에서 가장 높게 나타났다. *C. gracilis*.와 *S. costatum*.를 각각 번식시킨 사육수에서 rotifer를 투여시킨 경우에는 어느 실험구에서나 사육후 25일만에 juvenile이 출현하였으며, 그때의 생존율은 각각 35%와 30%를 나타내었다.

이와 같은 결과를 투여하는 각종 먹이에 따라 juvenile이 최초로 출현하는 시점의 생존율을 비교하면 Table 2에 나타낸것 처럼 계란 난황분말, 대두분말, 인공배합사료 분말, 수수분말, 새우생육세편, 담치 외투막의 생육세편 및 단세포 녹조류인 *C. ellipsoid*를 각각 단독으로 투여시킨 경우에는 어느 실험구나 무투여구(control)에 비하여 생존일수가 다소 연장되기는 하나 일부는 1회의 탈피를 행한 후 zoea 1~2기에서 모두 사멸하였다. 따라서 이들을 단독으로 투여시킨 경우에는 유생의 생육에 따른 먹이로서의 먹

이효과는 거의 나타나지 않았으나, 단세포 규조류인 *S. costatum*과 *C. gracilis* 각각 단독으로 투여시킨 경우에 juvenile 출현까지는 생존하지 못하였지만 부화후 18~19일 동안 생존하면서 일부는 megalopa 유생까지 생존하였고, *Artemia nauplii*와 rotifer를 각각 단독으로 투여시킨 경우에 juvenile의 출현까지 생존하여 먹이에 따른 섭식효과의 차이는 있지만 어떤 것이나 초기유생의 성장에 따른 먹이로서의 상당한 효과가 있는 것으로 나타났다.

Juvenile이 처음 출현하는 시기를 중심으로 살펴보면 [14]Kwon and Lee(1994)는 수온  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 와 염분  $24 \pm 1\text{‰}$ 에서 *Artemia nauplii*와 rotifer를 투여하였을 때 사육후 24일째 처음으로 juvenile이 출현하였으나, 본 실험에서 조류와 함께 *Artemia nauplii*와 rotifer를 투여하였을 때는 각각 1~2일 정도 단축되는 경향을 보였다.

먹이와 소화효소는 밀접한 관계가 있다. 일반적으로 육식은 다양한 단백질 분해 효소를 많이 갖고 있으며, 잡식성과 초식성은 다양한 탄수화물의 소화효소를 갖는다[6]. 또한, 소화능력은 먹이의 모양과 소화효소의 특성과 먹이의 생화학적 성분 뿐만 아니라 소화관의 해부학적 구조에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 갖고 있는 효소와 소화관이나 입의 모양 및 종류에 따라 먹이의 이용율이 다르나 일반적으로 소화관은 비교적 간단하게 이루어져 있다[18].

한편, 단세포 조류를 번식시킨 이른바 "Green water" medium사육수 내에서 *Artemia nauplii*나 rotifer를 투여시킨 경우는 각 개별 먹이인 *Artemia nauplii*와 rotifera, 조류를 단일종으로하여 투여시키며 유생을 사육시킨 경우에 비하여 어느 실험구나 먹이 효과는 현저히 높았다. 또한, 먹이로서 *Artemia nauplii*와 rotifer의 혼합투여구와 *C. gracilis*.를 번식시킨 사육수에 *Artemia nauplii*와 rotifer를 혼합투여한 실험구가 먹이별 실험구중에서 유생의 생존율이 가장 높게 나타났다. 이같은 현상은 유생의 영기가 진전됨에 따라 그들이 요구하는 먹이의 선택이나 필요성에 의한 먹이 효과의 보완작용에 기인되지 않았는가 생각되며, 이와 비슷한 결과는 *M. nipponense*[14]의 유생 사육실험에서 보듯이 "Green water" medium에서 유생을 사육시킬 경우에는 사육수내의 단세포 미세조류를 그들의 먹이로서 직접 이용되는 효과도 다소 있겠으나, 단세포 미세조류는 사육수내의 생태적 환경을 건강하게 유지함에 따라 사육기간중에 방출되는 노폐물과 먹고 남은 먹이의 잔재물 등에 의하

Table 2. Feeding efficiencies on the survival (%) of the early larvae of *E. japonicus* fed on the different diets for 5 days(died all of larvae in the control vessel), 9 days after hatching(died all of larvae in the non lived food offered vessel) and the first days metamorphosed to 1st juvenile reared in the laboratory

Kinds of diet	Elapsed days from hatching	Survival of 5 days from hatching	Letters for significant difference	Survival of 9 days from hatching	Letters for significant difference	Survival of the first juvenile appeared	Letters for significant differences
Control(no feed)		0		0		0	
<i>Artemia</i> nauplii		85±12	e	72±20	cde	43±4	b
Rotifer		80±13	e	71±13	cd	25±5	a
Egg powder		5±4	a	0		0	
Glycine max		33±14	c	0		0	
Pellet powder		18±7	ab	0		0	
<i>Sorghum bicolor</i>		78±18	e	0		0	
Shrimp meat		30±16	c	0		0	
Mussel meat		20±7	bc	0		0	
<i>Chlorella ellipsoid</i>		50±28	d	3±1	a	0	
<i>Chaetoceros gracilis</i>		81±14	e	62±21	bc	0	
<i>Skeletonema costatum</i>		78±9	e	51±18	b	0	
<i>Artemia</i> nauplii plus <i>Chlorella ellipsoid</i>		85±5	e	75±12	cde	53±4	c
<i>Artemia</i> nauplii plus <i>Chaetoceros gracilis</i>		88±6	e	82±10	cde	62±4	de
<i>Artemia</i> nauplii plus <i>Skeletonema costatum</i>		83±6	e	78±7	cde	58±5	cd
<i>Artemia</i> nauplii plus Rotifer		93±5	e	90±6	cde	53±4	ef
Rotifer plus <i>Chaetoceros gracilis</i>		93±5	e	75±13	cde	35±3	a
Rotifer plus <i>Skeletonema costatum</i>		90±6	e	75±8	cde	30±4	a
<i>Artemia</i> nauplii, Rotifer plus <i>C. gracilis</i>		93±5	e	87±8	cde	73±6	fg

Same letters in the table 2 are not significantly different ( $P>0.05$ ).

여 오염된 사육수를 정화시키는 역할과 *Artemia nauplii* 와 같은 동물성 먹이생물에서 부족한 영양물질을 보충시켜 주는 복합작용에 의한 것으로 추정된다.

갑각류의 양식에 가장 중요하게 생각 되는 것 중의 하나가 탈피가 진행됨에 따라 요구하는 먹이의 종류와 양이 다르기 때문에 그 요구를 충족하기가 어렵기 때문일 것이다. 따라서, 앞으로 특히 몸의 구조 및 먹이 요구가 가장 복잡하고 변화가 많은 초기유생의 먹이에 대한 다양한 연구가 필요 하고, 먹이에 대한 영양가를 분석하고 각 종의 특성에 따라 영기별 선호하는 먹이 찾아 내어 공급하는 것이 앞으로 갑각류 양식에서 해결하여야 할 가장 큰 과제중의 하나라고 생각된다.

## 요 약

동남참게 초기유생에 대한 다양한 먹이를 공급하여 먹이에 따른 어린게까지 소요 일수와 생존율을 수온 22±1°C 및 염분 24±1‰ 상태에서 조사한 결과는 다음과 같다.

무투여구에서는 5일만에 조에아 1~2기 상태에서 모두 사멸하였고, 살아있지 않은 먹이인 삶은 계란 난황 건조분말, 삶은 대두 건조분말, 인공배합사료 분말, 삶은 수수 건조분말, 새우 생육세편, 담치 외투막 생육세편을 공급한 실험구에서는 7~9일 까지 생존하였으며 유생의 형태는 조에아 2~3기 상태였다.

식물성 단세포인 *C. ellipsoid*, *S. costatum*, 및 *C. gracilis*를 각각 단독으로 공급하였을 때 각각 10, 18과 19일 까지 생존하였고, 유생의 형태는 조에아 3~5기 상태였고, 동물성 플랑크톤인 *Artemia nauplii* and rotifer를 공급하였을 때 각각 24일과 25일만에 치게로 변태하였고 이때의 생존율은 각각 43%와 25%이었다.

한편, 조류와 동물성 먹이를 혼합하여 공급하였을 때 단독공급시보다 모든 실험구에서 생존율이 높게 나타났고, 치게까지 도달하였다. 그중에서 가장 효과가 좋았던 실험구는 규조류인 *C. gracilis*, *Artemia nauplii* and rotifer를 혼합공급한 실험구 이었고, 22일만에 치게로 변태하였으며 이때 생존율은 73%였다.

## 감사의 글

이 논문은 2000년 동의대학교 교내연구비 지원에 의해

수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Bookbout, C. G. 1964. Salinity effects on the larval development of *Pagurus bernhardus* (L.) reared in the laboratory. *Ophelia*. **1(2)**, 275- 294.
2. Burn, G. L. and M. B. Wojtowicz. 1976. A comparative study of the digestive enzymes in the hepatopancreas of jonha crab (*Cancer borealis*) and rock crab (*Cancer irroratus*). *Comp. Biochem. Physiol. B* **53B**, 387-391.
3. Foskett, J. K. 1977. Osmoregulation in the larvae and adults of the grapsid crab, *Sesarma reticulatum* Say. *Bio. Bull.* **153**, 505-526.
4. Gille, R. 1977. Effect of osmotic stresses on the proteins and pattern of *Eriocheir sinensis* blood. *Comp. Biochem. Physiol.* **54A**, 109-114.
5. Guerae, G., and P. Abello. 1997. Larval development of the spider crab, *Macropodia longipes* (Brachyura majidae: Inachinae). *J. Crustacean Biol.* **17(3)**, 459-471.
6. Johnston, D.J. and D. Yellowlees. 1998. Relationship between dietary preferences and digestive enzyme complement of the slipper lobster, *Thenus orientalis* (Decapoda: Scyllaridae). *J. Crustacean Biol.* **18(4)**, 656-665.
7. Kim, D. H., J. P. Hong, S. U. Park, and J. K. Lee. 2000. Growth and energy partition for larval development of *Eriocheir japonicus*. *Bull. Nat'l. Fish. Inst. Korea* **58**, 96-101.
8. Kim, C. H. and S. G. Hwang. 1990. The complete larval development of *Eriocheir japonicus* De Haan (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) reared in the laboratory. *Korean J. Zool.* Vol. **33**, 411-427.
9. Kondzela C. M. and T. C. Shirley. 1993. Survival feeding, and growth of juvenile Dungeness crabs from southeastern Alaska reared at different temperatures. *J. Crust. Biol.* **13(1)**, 25-35.
10. Kosuge, T. 1993. Molting and breeding cycles of the rock-dwelling ocyropodid crab, *Macrophthalmus botelto-bagoe* (Sakai, 1939) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, **64(1)**, 57-65.
11. Kwon, C. S. and B. K. Lee. 1992. Studies on the propagation of the freshwater prawn, *Macrobrachium nipponense* (De Haan) reared in the laboratory. 2. Life history and seedling production. *J. Aquaculture* **5(1)**, 29-67 (in Korean).



12. Kwon, C. S., B. K. Lee and C. S. Lee. 1993a. Studies on the seedling production of the freshwater crab, *Eriocheir japonicus* (De Haan). 1. Reproduction ecology. J. Aquaculture **6(4)**, 235-253 (in Korean).
13. Kwon, C. S., B. K. Lee and T. S. Moon. 1993b. Studies on the seedling production of the freshwater crab, *Eriocheir japonicus* (De Haan). 2. Influence of temperature and salinity on the growth of larvae. J. Aquaculture **6(4)**, 255-271 (in Korean).
14. Kwon, C. S. and B. K. Lee. 1994. Studies on the seedling production of the freshwater crab, *Eriocheir japonicus* (De Haan). 4. Combined effects of temperature-salinity on the molting intervals of larvae. J. Aquaculture **7(1)**, 21-39 (in Korean).
15. Lago, R. P, 1993. Laval development of *Sesarma guttatum* A. Milne Edwards ((Decapoda:Brachyura: Grapsidae) reared in the laboratory, with contents on laval generic and familial characters. J. Crustacean Biol. **13(4)**, 745-762.
16. Lee B. K. and C. S. Kwon. 1993. Studies on the seedling production of the freshwater crab, *Eriocheir japonicus* (De Haan). 3. Physiological studies of osmolality of the body fluid and oxygen consumption of the larvae. J. Aquaculture **6(4)**, 273-284 (in Korean).
17. Lim, C. and W. Dominy. 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaes vannamei*). Aquaculture **87**, 53-63.
18. Mantel, L.H. 1983. Internal anatomy and physiological regulation. pp. 216-230. D.E. Bliss. The biology of crustacea. Vol. 5. Academic press Inc. New York.
19. Oh B. S. and S. Y. Kim. 1998. Experimental culture of the Korean Mitten crabs 1. Growth of Korean Mitten crabs, *Eriocheir japonicus* at different outdoor culture methods. J. Aquaculture **11(2)**, 125-132.
20. Petit, H., G. Negre-Sadargues, R. Castillo, and J-P. Trilles. 1997. The effects of dietary astaxanthin on growth and moulting cycle of postlarval stages of the prawn, *Penaeus japonicus* (Crustacea, Decapoda). Comp. Biochem. Physiol. **117A**, 539-544.
21. Rodriguez A. and D. A. Jone. 1993. Larval development of *Uca tangeri* (Eydoux,1835)(Decapoda: Ocypodidae) reared in the laboratory. J. Crustacean Biol. **13(2)**, 309-321.
22. Rodriguez, A. and Jase Paula. 1993. Larval and postlarval development of the mud crab, *Panopeus africanus* A. Milne edwards(Decapoda: Xanthidae) reared in the laboratory. J. Crustacean Biol. **13(2)**, 296-308.
23. Rodriguez, A. and Joel W. Martin. 1997. Larval development of the crab, *Xantho poresa* (Decapoda: Xanthid) reared in the laboratory. J. Crustacean Biol. **17(1)**, 98-110.

(Received April 17, 2002; Accepted July 12, 2002)