

산모양갈갈새우 (*Metapenaeopsis dalei*) 유생의 염분, 수온 및 먹이조건에 따른 성장 및 생존율

최정화 · 홍성윤 · 이종화*

부경대학교 해양생물학과, *순천향대학교 생명과학부

The Effect of Salinity, Temperature and Diet on Larval Growth and Survival of *Metapenaeopsis dalei* (Rathbun) (Decapoda: Penaeidae)

Jung Hwa CHOI, Sung Yun HONG and Jong Hwa LEE*

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Division of Resources Science, SoonChunHyang University, Asan 336-746, Korea

Larvae of *Metapenaeopsis dalei* (Rathbun) were successfully spawned and reared in the laboratory under controlled conditions. The experiments were designed to examine effects of salinity (20, 25, 30 and 35), temperature (21, 24 and 27°C) and food (five items) on larval development, survival and growth. Salinity affected larval survival, from 0% at 20, to 60% at 35 (protozoa 1 to first postlarva). The highest survival rate was obtained at 35‰. Temperature affected larval survival, from 46% at 27°C to 54% at 21°C (protozoa 1 to first postlarva). The highest survival rate was obtained at 24°C. Mortality was the highest from protozoa 1 to protozoa 3, but decreased considerably for all temperatures once the mysis stage was reached. Larval growth was affected by different of food items. Phytoplankton (*Isochrysis galbana*) was the optimum food for the larval survival and the growth from protozoa 3 to first postlarva.

Key words: *Metapenaeopsis dalei*, Larval growth and survival, Salinity, Temperature, Food

서 론

산모양갈갈새우 (*Metapenaeopsis dalei*)는 일본, 중국 및 한국에서 중요 산업종 중 하나이며 (Holthuis, 1980), 해양저서어류의 중요한 먹이다. 일본 Sendai만에서는 34종 어류의 먹이가 되는 것으로 조사 되었으며, 특히 달강어 (*Lepidotrigla microptera*), 꼽치 (*Lipris tanakai*), 물가자미 (*Eopsetta grigojewi*)의 중요 먹이가 된다 (Kosaka, 1977). 산모양갈갈새우에 관한 연구로는 일본 Yamaguchi현 내만에 서식하는 개체군의 주산란기, 월별 체장조성, 성장 및 성비 (Yatuyanagi and Maekawa, 1957), Sendai만내에서의 성장, 식성, 포식종 및 계절적 분포, 이동 (Kosaka, 1977), 사육 실험에 의한 유생의 형태적 특징 기재 (Choi and Hong, 2001) 등이 있다.

보리새우류에 관한 사육실험 연구는 주로 보리새우 (*Marsupenaeus japonicus*)와 대하 (*Fenneropercus chinensis*)와 같은 양식 대상종을 중심으로 이루어졌다 (Oka, 1967; Pyun, 1969; Choe, 1970; Choe, 1971). 이에 반해, 해양저서어류의 중요한 먹이가 되는 소형종에 관한 연구는 개체군 동태를 파악하는 범위에 그치고 있다 (Kim, 1994; Cha, 1997). 보리새우과 새우류는 일반적으로 강의 하구역과 연안을 산란장으로 이용하는 것으로 알려져 있으며, 산란된 난이 부화하여 유생시기를 거치면서 외해로 이동하게 된다. 이러한 생활사의 특징으로 인하여, 보리새우과 새우류는 발생단계에 따라 유생이 서식하는 환경이 다른 것으로 알려져 있다. 이를 통해 볼 때, 보리새우류 유생의 서식환경변화에 대한 생존율 및 성장률을 파악하기 위한 사육 실험은 이들의 개체군 동태를 파악

하는 기초자료를 제공할 뿐만 아니라, 이들이 서식할 수 있는 적정환경을 파악하는 좋은 기초 자료가 된다 (Cockcroft and Emmerston, 1984; Preston, 1985; Staples and Heales, 1991; Haywood and Staples, 1993).

본 연구의 목적은 산모양갈갈새우 유생의 실내 사육 실험을 통해 각 염분 구간에 따른 생존율과 각 수온 구간과 먹이에 따른 생존율 및 성장률을 조사하여, 이들의 적정 서식 환경과 초기 먹이를 파악하는 것이다.

재료 및 방법

성숙한 난소를 가진 산모양갈갈새우는 1999년 8월 11일 충남 외연도 근해에서 새우조망으로 채집하여 실험에 사용하였다 (23.5°C, 염분 32). 채집된 모하는 수송 도중 산소 부족으로 인한 폐사를 막기위해 산소포장 후 아이스팩을 이용, 채집 시 수온보다 5°C 낮게 유지하여 실험실로 운반하였다. 실험실로 옮긴 모하는 산소포장된 상태로 사육용 수조에 넣어 약 30분간 25°C의 수온에 안정시킨 후 포란 상태가 양호한 20개체를 분리 수용하였다 (25°C, 염분 30). 당일 21:00부터 익일 03:00 사이에 대부분의 모하가 산란하였다. 산란된 난은 발생단계를 관찰하여 nauplius기 유생을 실험에 사용하였다.

염분단계에 따른 유생의 생존율 실험은 20, 25, 30 및 35로 세분하여, 염분 조절은 지하수를 약 1일 이상 강력하게 기폭시켜 유해물질이 산화되게 한 후, 카트리지 여과기로 여과 한 실험용 해수에 넣어 각각의 염분을 조절하였으며, 염분 35 구간은 천일염을

첨가하여 만들었다. 수온은 수온 조절기를 사용하여 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 를 유지하였다. 각각의 실험구에 활력이 좋은 nauplius 3기 유생 100마리를 2L 비이커에 넣었다. 시간경과에 따른 유생의 형태적인 변화를 관찰함과 동시에 각 실험구별 생존한 유생을 계수하였다. 유생의 취급에 의한 사망률을 배제하기 위하여 각 실험구별 생존율은 protozoa 1기로부터 계수하여 백분율로 환산하였다. Nauplius와 protozoa기 동안은 이들에 한번 사육수의 1/3을, mysis기 동안은 사육수 전부를 환수하였다. 사체 확인은 사육수 환수시 부속지의 움직임이 없는 개체를 사망개체로 계수하였다. 먹이로는 protozoa기는 *Chaetoceros gracilis*와 *Isochrysis galbana*를 매일 일회씩 투여하였으며, 먹이 농도는 사육수가 연한 갈색 ($<1,000$ cells/mL)이 되도록 하였다. 그리고 mysis기부터는 갯 부화한 *Artemia nauplii*를 매일 일회씩 사육수 교환 시 먹이가 남을 만큼 충분히 공급하였다.

수온에 의한 유생의 생존율과 성장에 관한 실험은 모하가 채집될 당시의 수온과 서해안의 7~8월 평균 수온인 24°C 에 근거하여 21°C , 24°C , 27°C 의 3구간으로 실시하였다. 수온 조절은 21°C 로 맞추어진 항온실에 20L 수조를 설치하여 1/2가량 물을 채우고 여기에 비이커를 담구어 수온의 변화를 최소화 하였으며, 24°C 와 27°C 실험구는 같은 방법으로 하되 수온의 상승을 방지하기 위하여 온도조절기를 설치하여 $\pm 1^\circ\text{C}$ 범위내에서 유지되도록 하였다. 염분은 30을 유지하였으며, 사체 확인, 먹이 투여 방법 및 사육수 교환은 염분 실험의 경우와 동일하게 실시하였다.

먹이에 의한 생존율과 성장에 관한 실험은 Chu (1989)의 실험 방법에 따라 protozoa 1, 2기 동안을 *C. gracilis*와 *I. galbana*를 함께 투여하여 사육한, protozoa 3기 유생을 이용하여 first postlarva기까지 실시하였다 (Table 1). 실험에 사용된 먹이는 5구간으로써 식물성 먹이인 *C. gracilis*와 *I. galbana*를 단일 또는 혼합하여 공급하였으며, 동물성 먹이인 *Brachionus* sp.와 *Artemia nauplii*를 각각 사용하였다. 유생의 사육 밀도는 Emmerson and Andrews (1981)가 제시한 결과에 근거하여 protozoa 3기 유생 50개체를 1,000 mL 비이커에 각각 넣어 염분 30, 24°C 에서 실험을 실시하였다. 각 먹이구간별 먹이 농도와 크기는 표 1과 같으며, 실험에 사용된 protozoa 3기 유생의 두흉갑장은 평균 0.67 mm이었다. 생존개체 확인과 사육수 교환은 염분과 수온 구간 실험과 동일한 방법으로 실시하였다.

먹이실험에서 먹이에 따른 성장률의 차이를 살펴보기 위해 광학현미경 하에서 first postlarva 유생의 두흉갑장을 측정하였다. 두흉갑장은 안병의 기저에서 두흉갑의 등면 뒤쪽의 오목한 부분

까지로 하였다. 측정된 자료에 근거하여 각 먹이 구간별 성장의 차이를 살펴보기 위해 Bartlett's test에 의한 변이의 동질성을 검정한 후 ANOVA분석법을 실시하였다.

결 과

1) 염 분

염분에 의한 유생의 생존율은 (Fig. 1), 20에서 모든 유생이 protozoa 1기로 탈피하지 못하고 폐사하여 20을 제외한 3 염분구간으로 나타내었다. 25에서는 실험시작 2일째 생존율이 급격히 떨어져 22%만이 생존하였으며, protozoa 2기 유생은 20%만이 생존하여 30과 35에 비해 낮은 생존율을 보였고, 이후 생존율이 더 떨어져 실험이 종료된 13일째에는 7%만이 생존하여 실험구간 중 가장 낮은 생존율을 보였다. 또한, 실험이 종료된 13일째까지 생존한 개체는 first postlarva기로 탈피하지 못하였다. 30에서는 실험 4일째까지 생존율이 급격히 떨어져 60%만이 생존하였으며, protozoa 2기 유생으로 59%만이 성장하였다. 이후 생존율의 감소는 10% 이내를 유지하였으나, mysis 3기에서 first postlarva기로 탈피하면서 다소 많은 사망 개체가 나타나 실험종료 시에는 48%

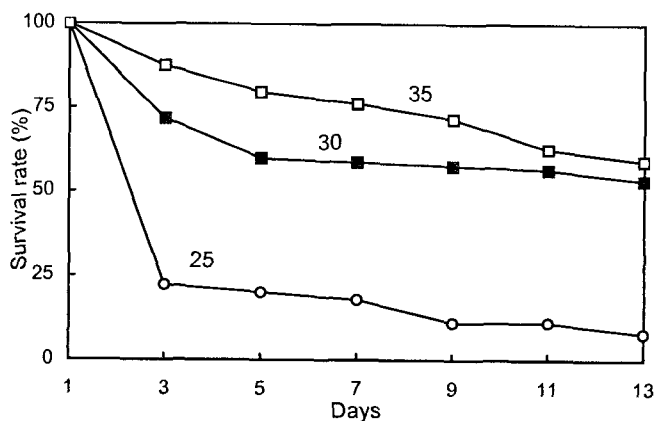
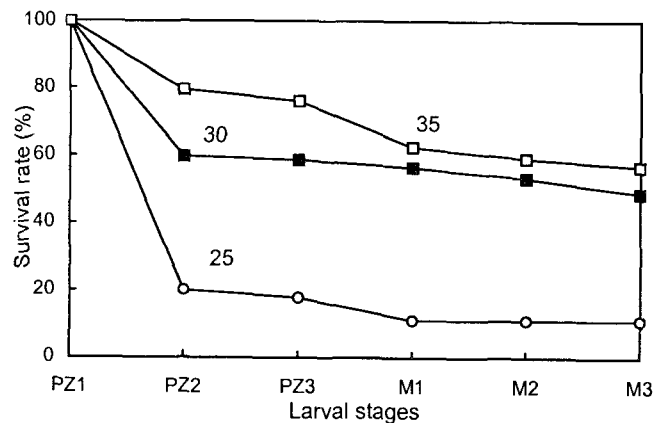


Fig. 1. Survival with salinity of *Metapenaeopsis dalei* larvae from the first protozoal stage to the third mysis stage. PZ, protozoa; M, mysis.

Table 1. Density of food items for *Metapenaeopsis dalei* larvae from third protozoa stage to first postlarval stage

Food item	Density (1,000 cells/L)	Reference
<i>Isochrysis galbana</i>	1,000	Chu (1989)
<i>Chaetoceros gracilis</i>	1,000	Chu (1989)
<i>I. galbana</i> + <i>C. gracilis</i>	1,000	Chu (1989)
<i>Brachionus</i> sp.	15	Emmerson (1984)
<i>Artemia nauplii</i>	1	Emmerson (1984)

만이 생존하였다. 35에서는 protozoa 2기의 생존율이 79%로 다른 염분 구간에 비해 비교적 높았으며, protozoa 3기에서 mysis 1기로 성장하면서 14% 이상의 많은 개체가 사망하였다. 실험종료 시점인 13일째에는 59%의 생존율을 보여 4구간 중 비교적 높은 생존율을 보였다. 각 염분 구간 (염분 20 제외)의 protozoa 1기에서부터 mysis 3기까지의 생존율을 비교해 보면, 염분 25가 상대적으로 생존율이 낮은 것으로 나타났으며, 이에 비해 35에서 높은 것으로 나타났다 ($\chi^2=30.64$, $df=2$, $P<0.01$).

2) 수 온

수온별 생존율을 살펴보면 (Fig. 2), 21°C에서는 실험시작부터 protozoa 2기가 출현한 시점인 4일째까지 사망률이 증가하여 protozoa 2기와 3기의 생존율이 각각 80%, 68%이었다. Mysis기 이후 사망률이 10% 이하로 낮아져 실험 종료시점인 17일째의 생존율은 54%로 비교적 높았다. 수온구간 24°C에서는 실험시작부터 protozoa 3기가 출현한 6일째까지 88%의 높은 생존율을 보이면서 protozoa 3기까지 84%가 생존하였다. Mysis 1기에서 mysis 2기로 진행되면서 사망률이 20% 증가하여 mysis 2기의 생존율은 56%로 급격히 낮아졌다. Mysis 3기에서 first postlarva기 사이에서 사망률이 증가하지 않아 실험종료시의 생존율은 54%이었다. 수온

구간 27°C에서는 실험 4일째까지 사망률이 46%로 protozoa 3기의 생존율이 54%이었다. Protozoa 3기 이후 사망률이 10% 이하의 매우 안정된 상태를 유지하여, 실험종료 시 생존율은 46%를 보였고, 성장도 매우 빠르게 진행되어 실험시작 15일째 모든 개체가 first postlarva기까지 탈피하였다. 각 수온 구간의 protozoa 1기에서부터 first postlarva기까지 생존율의 통계적 차이는 없는 것으로 나타났다 ($\chi^2=0.46$, $df=2$, $P>0.01$). 또한, 각 수온에 따른 first postlarva기의 평균 두흉갑장은 21°C에서 1.245 mm이었으며, 24°C에서 1.232 mm였고, 27°C에서 1.319 mm로 나타났으며, 분산분석에서는 이들 세 크기 중 적어도 하나는 다르다는 결론이 가능했다 (ANOVA, $F=4.40$, $df=2$, 69 , $P<0.05$). 특히, 인접한 두 수온구간에 크기 차이 비교결과에서는 21°C는 24°C, 27°C와 차이가 없는 것으로 나타났으며, 24°C가 27°C보다 다소 적은 것으로 나타났다 (Table 2).

Table 2. Multiple comparisons using a posteriori Tukey-Kramer test (Sokal and Rohlf, 1995) for mean carapace length of first postlarval stage of *Metapenaeopsis dalei* at three temperature regimes

Temperature	Temperature	
	21°C	24°C
21°C		
24°C	0.959	
27°C	0.318	0.013

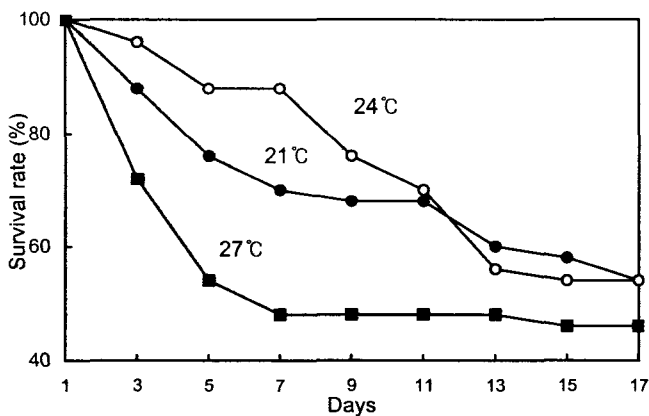
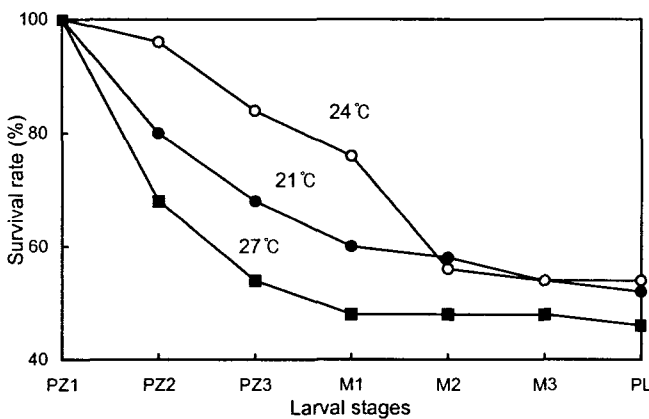


Fig. 2. Survival with temperature of *Metapenaeopsis dalei* larvae from the first protozoal stage to the first postlarval stage. PZ, protozoa, M, mysis; PL, first postlarva.

3) 먹 이

각 먹이별 생존율을 살펴보면 (Fig. 3), *I. galbana*를 투여한 실험구에서는 mysis기 유생까지 92%의 생존율을 보여 다른 실험구에 비해 높게 나타났으나, first postlarva기 유생이 출현하면서, 사망률이 증가하여 실험종료시의 생존율은 79%를 나타내었다. *C. gracilis*를 투여한 실험구에서는 실험시작 2일째부터 사망률이 증가하였으며, 4일째에 생존율이 76%를 나타내었고, 6일째에 생존율은 66%를 나타내었으며, mysis 2기까지의 생존율은 65%를 나타내었다. 실험종료시의 생존율은 60%로 실험구간 중 가장 낮게 나타났다. *I. galbana*와 *C. gracilis*를 함께 투여한 실험구에서는 실험 2일부터 4일까지 사망률이 높았으나, 6일째부터 사망률이 감소하여 mysis 3기의 생존율이 69%를 나타내었으며, 실험종료시의 생존율은 67%를 나타내었다. *Brachionus* sp.를 투여한 실험구에서는 6일째부터 사망률이 증가하여 mysis 3기의 생존율이 81%로 나타났다. *Artemia* nauplii를 투여한 실험구에서는 실험 2일째까지 사망률이 증가하여 mysis 1기의 생존율이 90%였으며, mysis 2기부터 사망개체가 적어 실험종료시의 생존율은 77%였다. 각 먹이 구간에 따른 protozoa 3기에서 first postlarva기까지의 생존율의 통계적 차이는 없는 것으로 나타났다 ($\chi^2=3.92$, $df=4$, $P>0.01$). 각 먹이별 성장의 차이를 살펴보면 (Table 3), 먹이가 유생의 성장에 영향을 미치는 것으로 나타났다 (ANOVA, $F=16.31$, $df=4$, 81 , $P<0.05$). *Chaetoceros gracilis*와 *I. galbana*를 혼합하여 투여한 실험구의 유생이 first postlarva기까지 비교적 빨리 도달하였으며, 두흉갑장의 길이도 긴 것으로 나타났다. 그리고, *Brachionus*

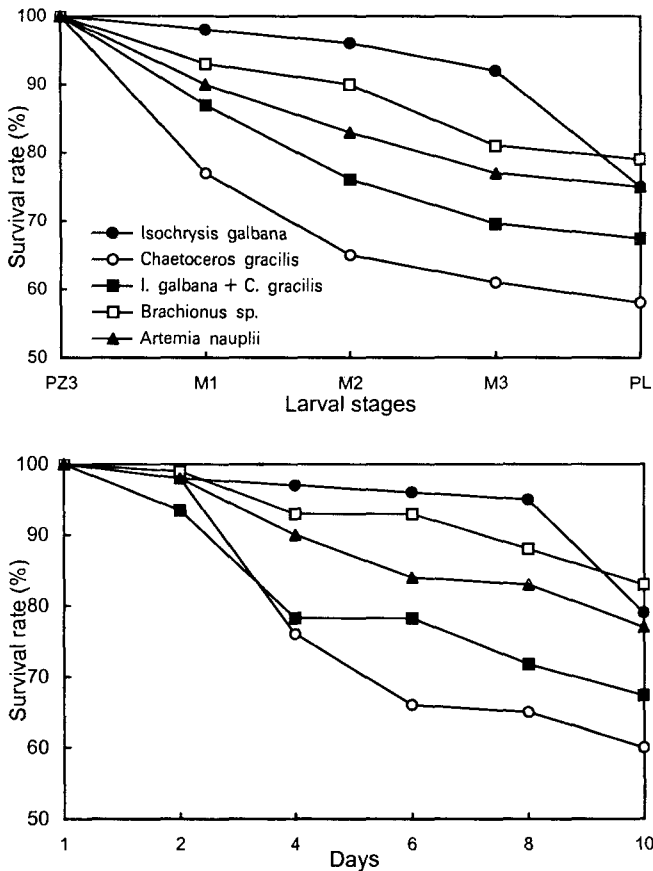


Fig. 3. Survival with food of *Metapenaeopsis dalei* larvae from the third protozoal stage to the first postlarval stage. PZ, protozoa; M, mysis; PL, first postlarva.

sp.를 투여한 실험구 유생이 first postlarva기로의 탈피가 다른 먹이 조건보다 비교적 느린 것으로 나타났으며, 길이도 작은 것으로 나타났다. 각 먹이실험구간 상호간의 차이는 동물성먹이 (*Brachionus* sp., *Artemia nauplii*)보다는 식물성먹이 (*C. gracilis*, *I. galbana*)를 투여한 구간의 유생 두흉갑장의 길이가 다소 긴 것으로 나타났다 (Table 3).

고찰

보리새우류 유생의 생존율, 성장 및 성장률은 먹이의 질 또는 양 (Emmerson, 1980; Chu, 1989), 수온 (Cockcroft and Emmerson, 1984), 염분 (Staples and Heales, 1991), 및 사육 밀도 (Emmerson and Andrews, 1981) 등의 사육환경에 의해 영향을 받는 것으로 보고되어 있다.

1) 염분에 의한 영향

본 연구에서는 염분 20에서 사육한 모든 nauplius기 유생이 protozoa기로 탈피하지 못하고 사망하였다. 이에 비해 서식지의 염분과 유사한 30, 35에서의 사망률은 30% 이하로 매우 낮게 나

Table 3. Multiple comparisons using a posteriori Tukey-Kramer test (Sokal and Rohlf, 1995) for mean carapace length of first postlarval stage of *Metapenaeopsis dalei* fed with five different food items

	Food items			
	<i>Isochrysis galbana</i>	<i>Chaetoceros gracilis</i>	<i>I. galbana</i> + <i>C. gracilis</i>	<i>Brachionus</i> sp.
<i>Isochrysis galbana</i>				
<i>Chaetoceros gracilis</i>	0.722			
<i>I. galbana</i> + <i>C. gracilis</i>	0.965	0.331		
<i>Brachionus</i> sp.	0	0	0	
<i>Artemia nauplii</i>	0.05	0.01	0.235	0.198

타났다 (Fig. 1). Preston (1985)은 보리새우류의 초기 유생의 사망이 산란 시 염분과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 보고하였는데, 본 실험에서도 산란시의 염분인 32와 비슷한 구간인 35가 30에 비해 높은 생존율을 나타내었다. 또한, 모든 염분 구간에서 protozoa 1기의 사망률이 다른 유생단계에 비해 매우 높게 나타났다. *Metapenaeus bennettiae* Racek and Dall을 비롯한 대부분의 보리새우 유생은 protozoa기 사망률이 다른 유생기에 비해 매우 높게 나타난다고 보고되어 있으며 (Preston, 1985), 이러한 protozoa기의 높은 사망률은 이들이 mysis와 postlarva기에 비해 염분 등 환경 요인에 대한 적응력이 낮기 때문인 것으로 보고되어 있다 (Hudinaga, 1942; Gopalakrishnan, 1976; Omori, 1979). 이러한 염분 구간에 따른 유생의 사육 실험결과 이들 어미의 산란장과 유생의 성육장을 추측할 수 있다. 보리새우류는 하구역이나 내만에서 산란하는 생활사를 가진 종과 외해에서 산란하는 생활사를 가진 종으로 나누어져 있다 (Dall et al., 1990). 하구와 내만에 산란하는 종은 유생과 어린 개체가 강우와 외부의 담수 유입으로 인한 염분의 변화가 매우 심한 곳에 서식함으로써 인해 광염성을 지니고 있다. 이에 비해 외해에서 산란하는 종의 유생과 어린 개체는 대부분 협염성이며, 초기 유생시기를 외양에서 보내므로, 이들의 초기유생은 저염분에서 높은 사망률을 나타내는 것으로 알려져 있다 (Dall et al., 1990). 따라서 20과 25에서 초기 사망률이 높게 나타난 *M. dalei*는 외양에 서식하며, 산란장과 성육장은 외해에 즉 담수의 유입에 의한 염분의 변화가 심하지 않은 곳에 위치한다고 추측할 수 있다.

2) 수온에 의한 영향

본 연구에서는 산란 시 수온인 24°C에서 21°C와 27°C에 비해 생존율이 높은 것으로 나타났다 (Fig. 2). 이러한 결과는 산란시 수온이 보리새우류의 유생의 생존율에 영향을 미친다고 밝힌 Preston (1985)의 연구 결과와 비슷하다. 하지만, 서식지의 수온과 모하의 온도 내성을 위한 기간을 고려하지 않은 산란시의 수온은 유생의 사망률을 높이는 것으로 보고되어 있다 (Preston, 1985).

유생의 수온에 따른 성장기간은 27°C에서 15일, 21°C에서 18일 이상이 소요되어 고수온에서 저수온에 비해 성장이 빨랐다. Ewald (1965)는 *Penaeus duorarum* (Burkenroad)이 산란에서 first postlarva기까지의 기간이 26°C에서는 15일, 21°C에서는 25일로 유생의 성장이 저온보다 고온에서 빠른 것으로 보고하였다. 특히 수온은 갑각류의 탈피주기와 탈피에 따른 성장에 많은 영향을 미친다고 밝혀져 있는데, Gopalakrishnan (1976)의 보고에 의하면, *Penaeus marginatus* (Randall)의 유생성장은 섭이하는 먹이보다 수온에 의해 더욱 많은 영향을 받으며, 고수온보다 저수온에서 탈피주기가 길어진다고 보고하고 있다. 또한, Cockcroft and Emmerson (1984)은 *Macropetasma africanus* (Balss) 유생을 nauplius에서 first postlarva기까지 각각 15, 18, 22와 25°C에서 사육하여 고수온에서 유생의 성장이 빠르다고 보고하였다. 본 연구에서도 수온에 따른 first postlarva기의 두흉갑장은 27°C에서 1.319 (± 0.14) mm, 24°C에서 1.232 (± 0.11) mm, 21°C에서 1.245 (± 0.09) mm로 21°C와 27, 24°C는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 27°C가 24°C에 비해 다소 큰 것으로 나타났다 (Table 2).

3) 먹이에 의한 영향

본 연구에서는 *I. galbana*를 투여한 실험구에서 다른 4개의 실험구에 비해 다소 높은 생존율을 보였으며, *C. gracilis*를 투여한 실험구에서 낮은 생존율을 보였다 (Fig. 3). 일반적으로 보리새우류 유생은 nauplius기 동안은 yolk에 의해 생존하고 성장하며, protozoa기부터 먹이를 섭식하는데, protozoa기와 mysis 2기까지 식물성 먹이를 섭식하고, mysis 3기부터 동물성 먹이를 섭식하는 것으로 밝혀져 있다 (Emmerson, 1984). Sanchez (1986)는 *Penaeus vannamei* (Boone)의 mysis 유생을 *Isochrysis* sp.만을 투여하여 53%가 postlarva로 탈피하였다고 보고하였다. 이러한 결과는, 본 연구에서도 나타났는데, 동물성 먹이를 섭식한 실험구에 비해 식물성 먹이를 섭식한 실험구에서 빠른 성장률을 보였다 (Fig. 3, Table 3). Kuban et al. (1985)은 *Penaeus aztecus* (Ives), *Penaeus setiferus* (Linnaeus), *P. vannamei*와 *Penaeus stylirostris* (Stimpson) 4종의 유생 성장 실험에서 식물성 먹이만을 투여한 실험구에서 동물성 먹이 (*Artemia* nauplii)를 함께 투여한 실험구보다 protozoa 2기부터 first postlarva기까지 유생의 생존율과 성장률이 높다고 보고하였다. 이러한 결과는 유생시기의 구강 구조와 크기가 동물성 먹이에 비해 식물성 먹이를 섭식하기 쉬운 것에 기인한 것으로 추측된다. 식물성 먹이 종류에 따라서도 유생의 생존율은 차이를 나타내었다. Chu and Lui (1990)는 *Metapenaeus ensis* (De Haan) 유생이 *Isochrysis* sp.와 *C. gracilis*를 섭식하는 것이 *Platymonas* sp.를 섭식하는 것보다 생존율이 높게 나타나 식물성 먹이에 따른 생존율의 차이가 있다고 보고하였다. 특히, 본 연구의 대상종인 *M. dalei*는 protozoa기 동안은 *I. galbana*와 *C. gracilis*를 같이 투여한 실험구가 각각을 투여한 실험구에 비해 생존율이 높은 것으로 나타났다 (Choi, unpublished data). 위의 결과를 통해 볼 때 *M. dalei* 유생의 protozoa기에서 postlarva기까지의 먹이로는 생존율과 성장률이 상대적으로 높은 *I. galbana*를 비롯한 식물성 먹이가 적당하다고 추정된다.

요 약

실험에 사용한 성숙한 난소를 가진 산모양깔새우 (*Metapenaeopsis dalei*)는 1999년 8월 11일 충남 외연도 근해에서 새우조망을 이용하여 채집하였다. 산란한 유생을 4개의 염분구간과 3개의 수온구간 및 5개의 다른 먹이 조건에서 사육하여 이들의 생존율과 성장률을 비교하였다. 염분조건에서는 채집지의 염분과 유사한 30과 35에서 생존율이 높았고, 수온 조건에서는 산란 수온 24°C에서 생존율이 가장 높았다. 먹이 조건 실험에서는 식물성 먹이에서 생존율과 성장이 동물성을 투여한 실험구보다 높았다.

감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- Cha, H.K. 1997. Ecology of *Metapenaeus joyneri* Miers and *Trachypenaeus curvirostris* Stimpson (Decapoda: Penaeidae) in the western coast of Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong Nat'l Univ., 150 pp (in Korean).
- Choe, S. 1970. Studies of feeding and growth of the oriental brown shrimp, *Penaeus japonicus* Bate. Bull. Korean Fish. Soc., 3, 161~171.
- Choe, S. 1971. Body increase during molt and molting cycle of the oriental brown shrimp *Penaeus japonicus*. Mar. Biol., 9, 31~37.
- Choi, J.H. and S.Y. Hong. 2001. Larval development of the kishi velet shrimp, *Metapenaeopsis dalei* (Decapoda: Penaeidae) reared in the laboratory. Fish. Bull., 99, 275~291.
- Chu, K.H. 1989. *Chaetoceros gracilis* as the exclusive feed for the larvae and postlarvae of the shrimp *Metapenaeus ensis*. Aquaculture, 83, 281~287.
- Chu, K.H. and L.K. Lui. 1990. Evaluation of algal species as diet for larvae and postlarvae of the shrimp *Metapenaeus ensis*. Bull. Mar. Sci., 47, 255.
- Cockcroft, A.C. and W.D. Emmerson. 1984. The effect of temperature on the growth, development and survival of *Macropetasma africanus* (Balss) (Penaeoidea: Penaeidae) larvae reared in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 84, 203~210.
- Dall, W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg and D.J. Sharples. 1990. The biology of Penaeidae. In *Advances in Marine Biology*, Vol. 27, J.H.S. Blaxter and A.J. Southward, eds., Academic Press, London, pp. 1~448.
- Emmerson, W.D. 1980. Ingestion, growth and development of *Penaeus indicus* larvae as a function of *Thalassiosira weissflogii* cell concentration. Mar. Biol., 58, 65~73.
- Emmerson, W.D. 1984. Predation and energetics of *Penaeus indicus* (Decapoda: Penaeidae) larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Artemia* nauplii. Aquaculture, 38, 201~209.
- Emmerson, W.D. and B. Andrews. 1981. The effect of stocking density on the growth, development and survival of *Penaeus indicus* Milne Edwards larvae. Aquaculture, 23, 45~57.

- Ewald, J.J. 1965. The laboratory rearing of pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. Bull. Mar. Sci., 15, 436~449.
- Gopalakrishnan, K. 1976. Larval rearing of red shrimp *Penaeus marginatus* (Crustacea). Aquaculture, 9, 145~154.
- Haywood, M.D.E. and D.J. Staples. 1993. Field estimates of growth and mortality of juvenile banana prawn (*Penaeus merguensis*). Mar. Biol., 116, 407~416.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO Species Catalogue. Vol. 1: Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis, No. 125, Vol. 1, 271 pp.
- Hudinaga, M. 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Jap. J. Zool., 10, 305~393.
- Kim, S.T. 1994. Growth and reproduction of *Trachypenaeus curvirostris* in the western coast of Korea. M.S. Thesis, Nat'l Fish. Univ. Pusan, 40 pp (in Korean).
- Kosaka, M. 1977. On the ecology of the penaeid shrimp, *Metapenaeiopsis dalei* (Rathbun), in Sendai bay. Bull. Fac. Fish. Tokai Univ., 10, 129~136 (in Japanese).
- Kuban, F.D., A.L. Lawrence and J.S. Wilkenfeld. 1985. Survival, metamorphosis and growth of larvae from four penaeid species fed six food combinations. Aquaculture, 47, 151~162.
- Oka, M. 1967. Studies on *Penaeus orientalis* Kishinouye - V. Fertilization and development. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 23, 71~87.
- Omori, M. 1979. Growth, feeding and mortality of larval and early postlarval stages of the oceanic shrimp *Sergestes similis* Hansen. Limnol. Oceanogr., 24, 273~288.
- Preston, N. 1985. The combined effects of temperature and salinity on hatching success and the survival, growth, and development of the larval stages of *Metapenaeus bennettiae* (Racek & Dall). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 85, 57~74.
- Pyun, C.K. 1969. Rearing of the larval prawn, *Penaeus japonicus* Bate. Bull. Korean Fish. Soc., 2, 87~91 (in Korean).
- Sanchez, M.R. 1986. Rearing of mysids stages of *Penaeus vannamei* fed cultured algae of three species. Aquaculture, 58, 139~144.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1995. Biometry. The principles and Practice of Statistic in Biological Research, 3rd ed. W.H. Freeman & Company, San Francisco, 887 pp.
- Staples, D.J. and D.S. Heales. 1991. Temperature and salinity optima for growth and survival of juvenile banana prawns *Penaeus merguensis*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 154, 251~274.
- Yatuyanagi, K. and K. Maekawa. 1957. Ecological studies on the useful sea animals of Yamaguchi Pref. Inland Sea. 15. Ecological studies on the *Metapenaeopsis dalei* (Rathbun). J. Yamaguchi Pref. Naikai Fish. Exp. St., 9, 13~20 (in Japanese).

2001년 4월 30일 접수

2001년 7월 3일 수리