

담수산 새우, *Macrobrachium koreana* (De Kwon)의 유생에 대한 수온, 염분 및 먹이의 영향*

이 복 규
동의대학교 생물학과

The Effects of Temperature, Salinity and Diet on the Larvae of the Fresh Water Prawn, *Macrobrachium koreana* (De Kwon)*

Bok - Kyu LEE

Department of Biology, Dong Eui University, Pusan 614 - 013, Korea

The effects of temperatures, salinities and diets on the larvae of the fresh water prawn, *Macrobrachium koreana* were studied. Survival rates were decreased with increasing salinity concentrations, and the second larval stages were almost died in 48 hours in over 40‰ sea water (13.7%). The intermolt duration of the each stage were shortened with increasing water temperature, and the optimum temperatures of the larvae were from 22°C~26°C. The larvae fed with the meat of *Tapes japonicus* showed the highest survival rate. When the larvae were fed with the egg yolk powder, all the larvae died before fourth zoea. Under starved condition moltings were continued up to third zoea.

서 론

Macrobrachium koreana (De Kwon)은 우리나라의 강상류나 계곡에 서식하는 징거미屬의 일종으로 Kwon and Han (1984)에 의하면 우리나라에만 서식하는 종으로 알려져 있다. 담수산 새우 특히 *Macrobrachium*屬의 수온과 염분농도의 영향에 관한 연구는 Choudhury (1971), Moreira et al. (1980, 1986), Holtsohmit and Pfeiller (1984) 등이 있고, 유생발생에 관한 연구는 Kwon and Uno (1969), Shokita (1973, 1977), Dugger and Dobkin (1975), Atkinson (1977), Chong and Khoo (1987) 등이 있으며, 성장 및 섭식에 관한 연구는 Choudhury (1971), Harpaz et al. (1987), 등의 많은 연구보고들이 있다.

본 종의 유생발생은 완전생략형 (Highly abbreviated type)이며 Kwon and Han (1984a)과 Chong and Khoo (1987)에 의하면 *Macrobrachium*屬 중 완전생략형은 전세계적으로 19종 정도 보고 되고 있으며 대

부분 열대 및 아열대 지역에 서식하는 것으로 되어 있다.

한편 우리나라에만 서식하고 식용으로 이용되고 있는 본 종에 대한 연구는 Kwon and Han (1984a), Kwon (1985)의 형태적 특징 및 유생발생에 대한 보고와 Lee (1986)의 산소소비에 대한 보고 이외에는 거의 찾아 볼 수 없어 본 종에 대한 생물학적 기초 연구의 일환으로 본 종 유생에 대한 수온, 염분농도 및 먹이에 대한 영향을 조사 하였다.

재료 및 방법

실험동물인 담수산 새우 *Macrobrachium koreana*는 1987년 4월 부터 1988년 3월 까지 동의대학교 부설 생물생산 연구소에 설치된 1.0톤 용적의 순환식 여과수조에 수용하면서 포란한 개체가 발견되면 30ℓ 용량의 순환식 여과수조에 "물리가제"를 이용한 3ℓ 용량의 플라스틱통을 설치해서 포란한 개체

*본 연구는 1987년도 한국과학재단 신진연구비 지원에 의하여 연구되었음.

한마리씩 넣은 후 부화시 까지 유지 하였고 부화된 유생은 각 실험 방법에 따라 조사하였다.

염분농도별 실험은 수온 24℃에서 담수에서 100% 해수(33%)까지 해수와 담수를 비율로 희석하여 사용하였다. 실험구 설정은 10% 해수농도 간격으로 하여 제2기 유생 30마리를 8ℓ 용적의 유리수조에 넣어 통기시키면서 무급식으로 48시간 후의 생존율을 조사하였고, 그 결과 생존율이 비교적 높았던 40%해수 농도까지 다시 10% 해수농도 간격으로 8ℓ 용적의 순환식 여과수조에 제2기 유생 40마리씩 넣은 후 바지락을 매일 18:00시에 충분량 급식하고 다음날 8:00에 청소하면서 생존율을 조사하였다. 각 실험에 사용된 해수농도별 염분 농도를 염분농도측정기(YSI model 33)로 측정하여 Fig. 1에 나타내었다.

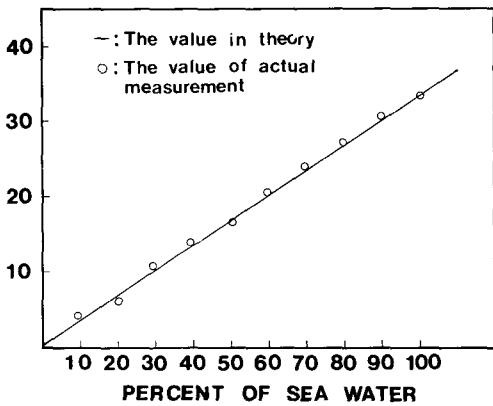


Fig. 1. Salinity of the sea water for the experiment.

수온별 실험은 냉각기와 유리히-타를 사용하여 수온 18℃, 22℃ 26℃ 및 30℃로 조절한 후 실험수조 관리는 염분농도별 실험과 같은 방법으로 유지관리 하면서 령기 및 생존율을 조사하였다.

먹이영향에 대한 실험은 담수에서 수온 24℃를 유지한 30ℓ용적의 순환식 여과수조에 물러가제를 이용한 500ml용적의 플라스틱 용기 7개를 설치하여 갓부화된 유생 15마리씩 넣은 후 특정먹이를 충분량 급식하면서 생존율과 령기를 조사하였다. 바지락은 부산진구 가야시장에서 구입하여 삶은뒤 육질을 잘게 썰어 급식하였고, *Chlorella*, *Rotifera* 및 *Artemia*는 본 연구소에서 배양하면서 급식하였고, 난황분말은 계란을 삶은뒤 노른자만 분말로 만들어 급식 하였으며, *Shrimp powder*는 *Macrobrachium koreana* 성체를 80℃에 48시간 건조시킨뒤 조직 파쇄기로 분말을 만들어 급식하였다.

수온 24~26℃에서 본종의 유생은 부화후 약 10~15시간정도 지나면 제2기 유생으로 되고, 한 개체가 포란한 것을 모두 부화하는데 소요시간이 약 10시간 정도 걸리므로 본 실험에서는 편의상 주로 제2기 유생을 실험 재료로 사용하였다. 령기 구분은 Kwon and Han(1984b)의 방법에 의하였고, 주로 제1촉각(antennule), 액각(rostrum), 미절(telson) 및 미각(uropod)의 특징으로 구분하였다.

결 과

*Macrobrachium koreana*의 제2기 유생에 대한 염분의 영향을 Fig. 2에 나타내었다.

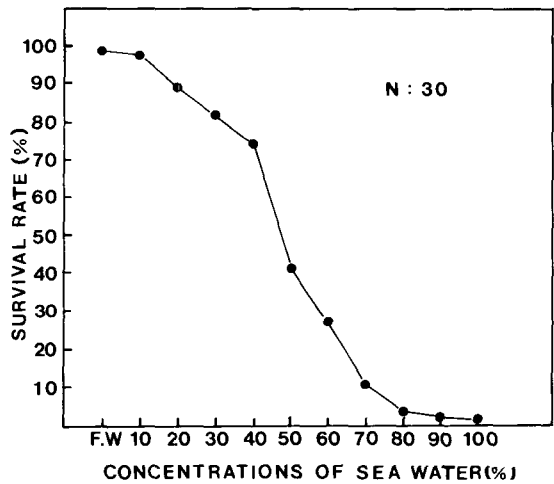


Fig. 2. Survival rate of the second larval stage of *Macrobrachium koreana* reared without food after 48 hours in the various salinity concentrations at 24℃.

생존율은 20% 해수농도 (3.8%)까지는 큰 변동이 없었으나, 40%해수농도 (19.7%)까지는 서서히 떨어지다가 그 이상의 농도에서는 급격히 떨어졌으며, 특히 고농도에서는 48시간후에 생존 개체수가 거의 없는 것으로 보아 40%해수농도 이상이 되면 본 유생 생존에 치명적으로 생각된다.

Fig. 2의 실험결과에서 죽은개체수와 탈피수를 표 1에 나타내었다. 염분농도가 높아질수록 탈피수가 줄어들었으며 특히 50%해수농도 이상에서는 탈피 후 곧 죽는 경우가 많았고, 70% 해수농도 이상에서는 탈피와 관계없이 죽는 것으로 나타났다.

바지락(*Tapes japonicus*)을 급식하면서 40일간 생존율을 조사하여 Fig. 3에 나타내었다.

Table 1. Comparison of molting and mortality of the second larval stage of *Macrobrachium koreana* reared without food after 48 hours in the various salinity concentrations at 24°C

	F.W.	Sea water concentration(%)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
No. of Molting	18	18	15	13	9	9	6	4	3	2	3
No. of Mortality	1	2	3	5	7	17	22	27	28	29	29

F.W. : Fresh water N : 30

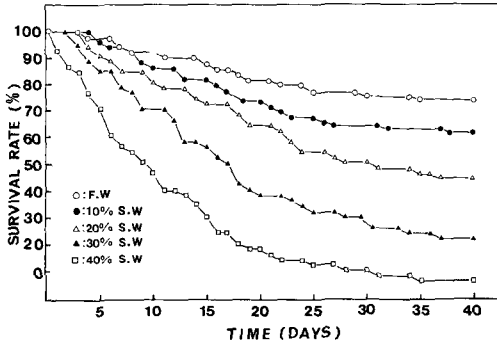


Fig. 3. Survival rate of larvae, second larval stage of *Macrobrachium koreana* reared in the different salinity and fed on the shell-fish, *T. japonicus* for 40 dys at 24°C.

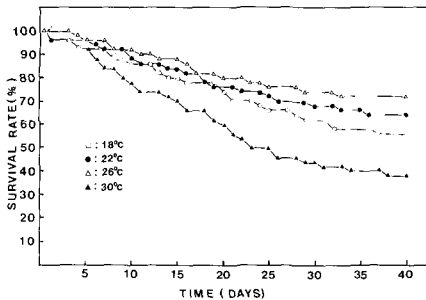


Fig. 4. Survival rate of larvae, transferred the second larval stage, of *Macrobrachium koreana* reared at the different temperature and fed on the shellfish, *T. japonicus* for 40 days.

담수에서 해수농도가 높아질 수록 생존율이 떨어졌으며 모든 실험구역에서 25일이 지나면서 생존율 감소 정도가 줄어들었다. 이 시기가 대개 제7기 유생 또는 후기유생이 된다. 40일 경과후 30%와 40% 해수농도에서는 생존율이 많이 떨어져 초기유생 생존을 억제하는 것으로 보이며, 특히 이 농도에서는

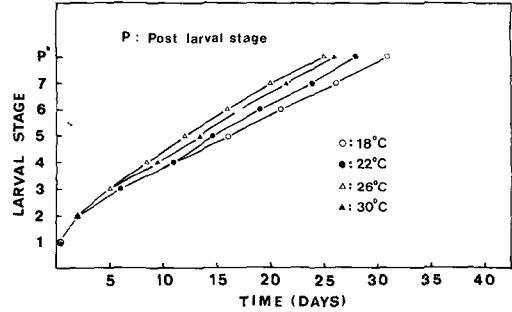


Fig. 5. Duration of each stage of larvae, from hatching to post larvae of *Macrobrachium koreana* reared at different temperatures and fed on the shellfish, *T. japonicus*.

탈피 후 죽는 개체가 늘어나는 경우가 종종 관찰되었다.

각 수온별 유생생존율을 조사하여 Fig. 4에 나타내었다. 수온 26°C까지는 수온이 높아질 수록 생존율이 증가하다가 수온 30°C에서는 오히려 떨어지는 것으로 봐서 이들 유생은 수온 30°C 이상이 되면 생존에 적합하지 않은 고온으로 생각된다.

또한 모든 실험구역에서 27일이 지나면서 죽는 개체수가 줄어들었으며 이 실험에서 이들 유생의 최적수온은 22°C~26°C인 것으로 나타났다.

수온에 따른 유생의 각 단계별 소요기간을 조사하여 Fig. 5에 나타내었다.

수온이 상승함에 따라 intermolt기간이 짧아 지는 것으로 나타났고 후기유생까지 경과 일수는 수온에 따라 약 25일~31일 정도 걸렸다. 그러나 수온 30°C에서는 수온 26°C에서 보다 하루 정도 늦게 후기유생으로 되었다. Fig. 4의 결과에서 본 바와 같이 생존율은 가장 낮았으나 후기유생으로 되는 속도는 수온 26°C 다음으로 나타났는데, 이것은 수온 상승에 따른 물질대사 촉진에 의한 것으로 생각된다.

각 특정먹이를 총분량 급식하면서 후기유생까지 각 stage 별 생존율을 조사하여 표2에 나타내었다.

Table 2. Survival and metamorphosed rate (%) of the larvae from hatching to post-larvae of *Macrobrachium koreana* fed on various diets at 24°C

Larval stage	Diet	<i>Chlorella</i> sp.	Rotifera	<i>Artemia</i> nauplii	<i>Tapes japonicus</i>	Shrimp powder	Egg powder	No food
1		100	98	99	100	100	99	100
2		91	94	93	96	98	87	98
3		76	82	85	90	91	40	64
4		57	62	70	84	45	12	16
5		34	49	63	71	20	0	0
6		16	38	51	67	0	0	0
7		0	26	42	61	0	0	0
p*		0	18	32	58	0	0	0

* Post larval stage

바지락급식구에서 후기유생까지 58%의 생존율로서 가장 높았고, 무급식구에서는 제3기유생까지는 비교적 높은 생존율을 유지했으나 제4기 유생이 되는율은 급격히 떨어져 먹이공급없이 제4기유생까지 생존하기는 어려운 것으로 생각된다. 난황분말 급식구에서는 무급식구에서보다 생존율이 더 낮았는데 이것은 난황분말이 물러가제에 붙어 물의 유통을 나쁘게하기 때문으로 생각되며, *Chlorella* 급식구와 shrimp powder 급식구에서도 약간의 차이는 있으나 비슷한 경향을 보였다. Rotifera 급식구와 *Artemia nauplii*의 급식구에서 생존율이 떨어진것은 비교적 행동이 느린 본 유생이 빨리 움직이는 먹이를 포획하는데 다소 지장이 있었으리라고 생각된다.

고 찰

*Macrobrachium*속 중에는, 성체는 담수산인데 유생기에는 적당한 염분농도하에서 성장속도와 변태율이 더 좋은 것들이 있는데(Uno and Kwon, 1969; Holtschmit and Pfeiller, 1984; Moriera et al., 1986), 본 실험결과로 볼 때 이 종은 전 생활환(life cycle)에 걸쳐 어떤 염분농도도 요구하는 시기가 없으므로 나타났고, 특히 초기유생들은 40% 해수농도(13.7%)이상일때는 생존하는데 큰 장애가 되는것으로 나타났다.

유생변태에 대한 온도의 영향은 일반적으로 수온이 상승 할수록 각 유생 단계에 걸리는 기간에 짧아지는데(Moreira et al., 1986), 여기서도 거의 같은 결과를 얻었으며 강상류나 계곡에 서식하는 본종 유생의 성장에 적당한 수온은 22°C~26°C로 나타났다.

본 유생의 먹이로는 바지락 급식구에서 생존율이 가장 좋은 것으로 보아 고품의 육질이 좋은 것으로 생각되고, 분말은 먹이로 적절히 이용되지 못하는 것 같으며, 빠르게 움직이는 이료를 섭식하는데도 다소 어려움이 있는 것으로 생각된다.

한편, 본 종의 성체는 체장이 4.0cm~7.2cm정도 되며 체중이 약 3~5g 정도 되어 식용으로 이용되고 있는 본 종에 대한 생물학적 기초지식을 넓히기 위해 앞으로 보다 많은 연구가 요구된다.

요 약

*Macrobrachium koreana*의 유생에 대한 수온, 염분농도 및 먹이의 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

염분농도가 증가 할수록 생존율이 감소했고, 제2기 유생은 40% 해수농도(13.7%) 이상 일때는 48시간내에 대부분 죽었다.

수온이 상승할 수록 각 stage별 소요기간이 짧아졌으며, 이들 유생의 성장에 알맞는 수온은 22°C~26°C로 나타났고, 수온 30°C에서는 생존율이 떨어졌다.

먹이효과는 바지락 급식구에서 가장 생존율이 높았고 무급식구와 분말급식구에서는 제4기 유생이 될때까지 대부분 죽었다.

문 헌

Atkinson, J. M. 1977. Larval development of a fresh water prawn, *Macrobrachium lar* (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. Crusta-

- ceana 32(2), 119~113.
- Chong, S. S. and H. W. Khoo. 1987. The abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium malayanum* (Roux, 1934) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. Crustaceana 53(1), 29~42.
- Choudhury, P. C. 1971. Response of larval *Macrobrachium carcinus* (L.) to variations in salinity and diet (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 20, 113~120.
- Degger, D. M. and S. Dobkin. 1975. A contribution to knowledge of the larval development of *Macrobrachium olfersii* (wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 29(1), 1~30.
- Harpaz, S., D. Kahan and R. Galun. 1987. Variability in feeding behavior of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) during the molt cycle (Decapoda, Caridea). Crustaceana 52 (1), 53~60.
- Holtzman, K. H. and E. Pfeiffer. 1984. Effect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 46, 23~28.
- Kwon, C. S. and Y. Uno. 1969. The larval development of *Macrobrachium nipponense* (De Hann) reared in the laboratory. La Mer. 7(4), 30~46.
- Kwon, C. S. and C. H. Han. 1984a. On a new species of the freshwater prawn, Genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae) occurred in South Korea. J. Inst. Bio -Prod. Res. Dong Eui Univ. 1, 1~28.
- Kwon, C. S. and C. H. Han. 1984b. The larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium koreana* (De Kwon) (Decapoda, Palaemonidae) reared in the laboratory. *ibid.* 1, 95~121.
- Kwon, C. S. 1985. The morphological study on the late embryonic stage of *Macrobrachium koreana* (De Kwon) reared in the laboratory. J. Inst. Bio -Prod. Res. Dong Eui Univ. 2, 1~11
- Lee, B. K. 1986. Oxygen consumption of the freshwater prawn, *Macrobrachium koreana* (De Kwon), with the different temperatures and salinities. J. Inst. Bio -Prod. Res. Dong Eui Univ. 3, 29~37.
- Moreira, G. S., J. c. McNamara, P. S. Moreira and M. Weinrich. 1980. Temperature and salinity effects on the respiratory metabolism of the first zoeal stage of *Macrobrachium holthuisi* Genofre and Lobao (Decapoda, Palaemonidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 47, 141~148.
- Moreira, G. S., J. C. McNamara and P. S. Moreira. 1986. The effect of salinity on the upper thermal limits of survival and metamorphosis during larval development in *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 50(3), 231~238.
- Shokita, S. 1973. Abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium shokitai* Fujino et Baba (Decapoda, Palaemonidae) from Iriomoto Island of the Ryukyus. Annot. Zool. Japon. 46, 111~126.
- Uno, Y. and C. S. Kwon. 1969. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) reared in the laboratory. J. Tokyo Univ. Fish. 55, 179~190.
- Williamson, D. I. 1972. Larval development in a marine and freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 23, 282~298.

1988년 5월 31일 접수

1988년 6월 25일 수리