

## 범게 (*Orithya sinica* Linnaeus) 유생의 생존, 성장 및 탈피주기에 미치는 수온의 영향

구자근 · 지정훈\* · 김종만 · 강주찬†

인천광역시 수산종묘배양연구소, \*부경대학교 수산생명의학과

### Effect of Water Temperature on Survival, Growth and Intermolt Period of Tiger Crab, *Orithya sinica* (Linnaeus) Larvae

Ja-Geun Koo, Jung-Hoon Jee\*, Jong-Man Kim and Ju-Chan Kang†

Incheon Fisheries Hatchery Research Institute, Incheon 409-781, Korea

\*Department of Aquatic Life Medicine, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

In the present study, the effect of different water temperature (15, 20, 25, 30°C and ambient) on survival, growth rate and intermolt period of zoea and megalopa stage of tiger crab, *Orithya sinica* were examined. The survival rate of zoea and megalopa stages of experimental crab was observed high at 20°C and ambient water temperature. The growth rate of crab larvae showed temperature-dependent increase. Therefore, the maximum growth rate was recorded at 30°C temperature-regulated group in both zoea and megalopa stage. However, temperature-dependent decrease in larval stages of crab during intermolt period has been observed in the present investigation.

**Key words** : Tiger crab, *Orithya sinica*, Growth, Intermolt period, Survival rate, Water temperature

수온은 갑각류의 초기 생활사에 있어서 생존에 영향을 미치며 특히 zoea와 megalopa와 같은 유생단계에서는 탈피, 변태, 성장 등과 밀접한 관련이 있다 (Passano, 1960; Costlow and Bookhout, 1966; Moreira *et al.*, 1986; Luis, 2002). 즉, 갑각류 유생은 탈피 전후에 많은 스트레스를 받게 되며, 이때 수온의 변화는 갑각류 유생의 생존, 탈피 및 성장 등에 영향을 미치게 된다 (Lucas, 1972; Chittleborough, 1975; Sastry, 1983; Charmantier, 1998).

범게, *Orithya sinica*는 절지동물 십각목 금게과에 속하는 갑각류로서 우리나라 서해안 (전북 이북)에서 중국 발해만 연해까지 분포하며, 주로 사니질 장소에서 서식하는 황해의 고유종이다

(Kim and Chung, 1990). 범게에 대한 현재까지 연구는 분포 (Kim, 1973), 초기발생 (Hong, 1976), 생활사 및 생태 (Kim, 1988) 등으로 대부분 기초적인 생태분야에 편중되어 있다. 범게는 세계적으로 희귀종에 속하며, 경제적으로도 부가가치가 높은 잠재력을 가지고 있지만, 이종의 생활사, 생태, 자원생물학적인 연구는 매우 부족한 실정이다. 또한, 현재 무분별한 어획과 서식 환경악화로 인하여 범게 자원은 거의 소멸단계에 있기 때문에 이에 대한 연구가 필요하며, 특히 환경변화에 따른 범게의 생산성에 관한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 범게의 초기 생활사인 zoea 및 megalopage에 있어 수온의 영향을 파악하기 위하여 수온변화에 따른 이

†Corresponding Author : Ju-Chan Kang, Tel : 051-620-6146,  
Fax : 051-628-7430, E-mail : jckang@pknu.ac.kr

들의 생존, 성장 및 탈피주기를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

실험에 사용한 산란 유도용 어미게 (평균 갑장:  $79.06 \pm 12.22$  mm, 중량:  $131.22 \pm 35.27$  g)는 2003년 8-9월에 걸쳐 인천광역시 옹진군 영흥면 외리 일대의 저질이 사질인 모래톱 해역에서 간조 때 암컷 30마리를 채집하였다. 이후 채집된 어미게는 유수식 수조 (2 ton, water flow; 50L/min) 2개에 분산 수용하여 자연 해수의 수온 ( $20.4 \pm 0.5^\circ\text{C}$ )으로 유지하면서 적응시켰다. 먹이는 바지락 살을 하루 3회 충분히 공급하였으며, 자연 성숙, 부화 할 때까지 어미관리를 하여 유생이 부화됨과 동시에 각 발달단계에 따라 유생을 실험에 사용하였다.

### 실험수온

수온은 각각 15, 20, 25,  $30^\circ\text{C}$ 와 실온 (ambient)의 5개 실험구를 설정하여, 실온을 제외한 모든 실험은 온도조절이 가능한 항온에서 실시하였고, 설정수온이 유지되는지 확인하기 위하여 매일 2회 (09:00, 15:00)에 걸쳐 수온을 측정하였다.

### 생존율, 성장률 및 탈피주기

유생은 2 L 비이커에 20마리씩 넣어 사육하면서 zoea와 megalopa로 나누어서 생존율, 성장률 및 탈피주기를 조사하였다. 생존율은 실험 유생의 마리수에 대한 살아 남은 유생 백분율 (%)로 나타내었다. 성장률은 각 유생의 단계마다 갑장 (carapace length)을 측정 (Fig. 1), 실험 시작

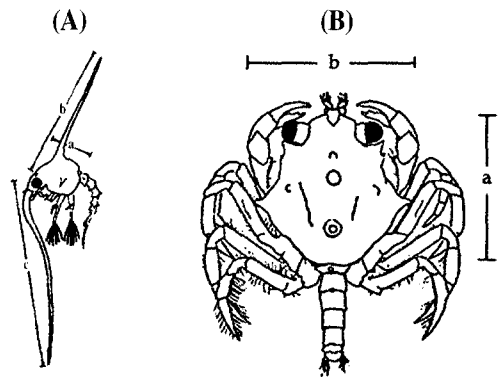


Fig. 1. Dimensions measured at zoea, megalopa stages of the tiger crab, *Orithytia sinica*

A, zoea stage; a, carapace length; b, dorsal spine length; c, rostral spine length.  
B, megalopa stage; a, carapace length; b, carapace width.

시 갑장에 대한 마지막 측정 시 갑장의 증가율을 백분율 (%)로 나타내었다. 탈피주기 (intermolt period)는 각 수온별로 사육 하면서 개체별로 탈피체를 확인하여 탈피를 한 날짜를 기준으로 다음 탈피까지 걸리는 시간을 조사하였다.

### 통계분석

결과에 대한 유의성은 SPSS 통계프로그램 (Jung and Chei, 1997)을 이용하여 ANOVA test를 실시하였고, 다중 비교는 최소 유의차이로 평균간의 유의성 ( $P < 0.05$ )을 검정하였다.

## 결 과

### 수온변화

범계 유생의 수온별 실험에서 각 실험구에 따른 수온의 변화를 Table 1에 나타냈다. Zoea기의 실온 실험구는  $17.6\text{--}23.3^\circ\text{C}$ 의 범위였으며, mega-

Table 1. Variation of water temperature during the experiment (Value are mean  $\pm$  S.E.)

Group	15°C	20°C	25°C	30°C	Ambient
Zoea stage	$15.6 \pm 0.32$	$20.4 \pm 0.28$	$25.4 \pm 0.52$	$29.6 \pm 0.42$	$17.6 \pm 0.3\text{--}23.3 \pm 0.2$
Megalopa stage	$15.3 \pm 0.39$	$20.5 \pm 0.92$	$25.4 \pm 0.56$	$30.7 \pm 0.61$	$17.3 \pm 0.2\text{--}22.9 \pm 1.3$

lopa기의 경우 17.3-22.9의 범위를 나타내었다. 또한 각각 15-30°C사이에서 설정된 수온은 실험 기간동안 0.3-0.72 °C의 변동을 보여 대부분 설정온도 범위로 유지되었다.

**생 존**

범게 zoea기 유생의 생존율은 실험 20일째 실온 실험구에서 82%로 가장 높았으며, 20, 25, 15, 30°C의 순으로 조사되었다 (Fig. 2). Megalopa기의 생존율은 실온과 20°C에서 70%로 가장 높았

고, 25, 15, 30°C 순으로 나타났다 (Fig. 3).

**성 장**

수온에 따른 범게 zoea기 유생의 성장률은 실온을 제외한 모든 실험구에서 수온의 상승에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 특히 30°C 실험구에서는 185%로 가장 높게 나타나 25°C를 제외한 모든 실험구와 비교하여 유의한 성장차이를 나타내었다 (Table 2). Megalopa기 유생의 성장률은 실온을 제외한 모든 실험구에서 수온의 상

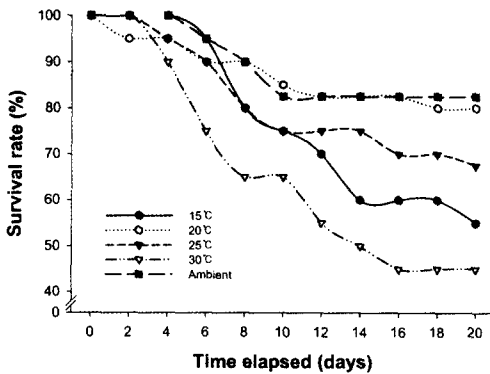


Fig. 2. Survival rate at the zoea stages of *Orithya sinica* reared at different water temperature regimes during experiments.

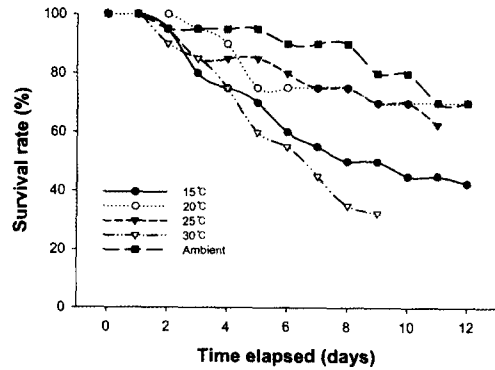


Fig. 3. Survival rate at the megalopa stages of *Orithya sinica* reared at different water temperature regimes during experiments.

**Table 2.** Growth rate and intermolt period at the zoea stage of the tiger crab, *Orithya sinica* reared at different water temperature regimes for 25 days

Water temperature (°C)	Mean carapace length (mm)		Growth rate (%)	Intermolt period (days)
	Initial ± S.E.	Final ± S.E.		
15	1.26 ± 0.11	2.54 ± 0.15	101.59 <sup>c</sup>	24.4 ± 1.16 <sup>b</sup>
20	1.21 ± 0.09	2.86 ± 0.16	136.36 <sup>bc</sup>	20.2 ± 1.52 <sup>ab</sup>
25	1.22 ± 0.05	3.24 ± 0.12	165.57 <sup>ab</sup>	18.2 ± 1.41 <sup>a</sup>
30	1.27 ± 0.07	3.62 ± 0.08	185.04 <sup>a</sup>	16.4 ± 2.32 <sup>a</sup>
Ambient	1.31 ± 0.09	3.26 ± 0.19	148.05 <sup>b</sup>	20.4 ± 1.16 <sup>ab</sup>

Different superscript letters within a column significantly different from each other at P<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test.

**Table 3.** Growth rate and intermolt period at the megalopa stage of the tiger crab, *Orithytia sinica* reared at different water temperature regimes for 16 days

Water temperature (°C)	Mean carapace length (mm)		Growth rate (%)	Intermolt period (days)
	Initial ± S.E.	Final ± S.E.		
15	2.79 ± 0.25	3.45 ± 0.23	23.65 <sup>a</sup>	15.2 ± 1.21 <sup>c</sup>
20	2.84 ± 0.31	3.77 ± 0.21	32.75 <sup>b</sup>	12.3 ± 0.99 <sup>b</sup>
25	2.94 ± 0.21	3.96 ± 0.19	34.69 <sup>ab</sup>	11.4 ± 1.11 <sup>ab</sup>
30	2.91 ± 0.28	4.12 ± 0.25	41.58 <sup>a</sup>	9.2 ± 0.86 <sup>a</sup>
Ambient	2.84 ± 0.31	3.64 ± 0.28	28.17 <sup>b</sup>	12.1 ± 0.91 <sup>b</sup>

Different superscript letters within a column significantly different from each other at  $P < 0.05$  as determined by Duncan's multiple-range test.

승에 따라 증가하여 zoea기 유생과 유사한 경향을 보였으며, 30°C에서 42%의 가장 높은 성장률을 보였으며, 25°C를 제외한 모든 실험구에서 유의한 성장차이를 나타내었다 (Table 3).

### 탈피주기

수온에 따른 zoea기 유생의 탈피주기는 설정 온도에 비례하여 수온이 높을수록 짧아지는 경향을 나타냈으며, 30°C에서 16.4일로 가장 단축된 탈피주기를 나타냈다. 그리고 30°C에 비하여 15°C에서 유의적 차이를 나타내었다 (Table 2). Megalopa기 유생의 탈피주기는 zoea기 유생과 같은 경향을 보였으며, 30°C에서 9.2일로 가장 짧았다. 그리고 수온 30°C의 탈피주기는 25°C를 제외한 모든 수온에서의 탈피주기와 비교하여 유의한 차이를 나타내었다 (Table 3).

### 고 찰

갑각류 유생의 생존율은 여러 가지 환경 요인들에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 특히 수온은 갑각류 유생의 생존에 큰 영향을 주며 (Kinne, 1971), 성체에 비해 감소하는 것으로 알려져 있다 (Sastry, 1983; Charmantier, 1998).

Seo (2003)는 꽃게 유생의 생존율에 있어 수온 25°C에서 17.3%의 가장 높은 생존율을 지적하였다. Kim (1993)은 대하 (*Fenneropenaeus chinensis*)를 대상으로 한 연구에서 20~21°C가 가장 적합한 수온으로 보고하였다. 또한, Rho (1990)의 연구에서는 zoea 기에는 22~24°C, mysis 기에는 23~25°C가 사육 시 안정적인 생존을 나타내는 적정 수온으로 보고하였다. 본 연구에서 수온에 따른 범게 zoea기와 megalopa기 유생에 대한 생존율을 조사한 결과 실온에서 각각 82%, 70%로 다른 실험구에 비해 높은 것으로 조사되었고, 최고 수온 설정구인 30°C에서는 각각 45%, 32.5%로 최저 생존율을 나타내었다. 따라서 범게 유생은 실온 구간의 평균값에 해당하는 20°C 전후에서 가장 높은 생존율을 나타내는 것으로 파악되어 이 종의 적정 생존 온도를 확인할 수 있었다.

갑각류 유생의 성장은 섭이하는 먹이보다 수온에 의해 더욱더 많은 영향을 받으며 탈피 주기는 고수온일수록 짧아진다 (Gopalakrishnan, 1976). Emmerson (1984)의 연구 결과에서도 *Macropetasma africanus*를 대상으로 고수온 사육 시 성장이 빨라지고 탈피주기가 짧아진다는 보고가 있다. 이는 갑각류의 성장이 주기적인 탈

피로 가능하며, 사육온도에 따라 탈피간격에 영향을 주기 때문인 것으로 인식된다 (Mauchline, 1977). 이와 같은 결과는 적정 수온범위 내에서의 사육수온은 탈피 간격이 고온에서 사육된 개체들이 낮은 사육 수온에 비하여 탈피간격이 짧아진다는 연구결과와 일치 한다 (Lucas, 1972; Chittleborough, 1975). 따라서 본 연구에서 30°C 구에서의 최고 성장은 고수온 설정에 따른 탈피주기가 빨라진 결과라고 판단되며, 이번 연구에서의 탈피주기 결과도 30°C의 실험구에서 가장 짧은 것으로 조사되었다. 이는 범게 유생이 꽃게 등의 다른 갑각류와 다른 수온에 관한 특이성을 갖는다고 생각된다.

### 요 약

범게의 zoea 및 megalopa기 유생에 있어 수온의 영향을 파악하기 위하여 수온변화에 따른 이들의 생존, 성장 및 탈피주기를 조사하였다. Zoea 및 megalopa기 유생에서 실온과 20°C에서 82.5%와 80%로 높은 생존율을 나타내었다. 성장률은 수온이 높을수록 양호한 경향을 나타내어 30°C에서 zoea 및 megalopa기 유생의 성장률은 각각 185.0% 및 41.6%를 나타내어 15°C구간의 101.6% 및 23.7%에 비해 유의한 성장 증가를 나타내었다. 탈피주기는 온도에 반비례하여 수온이 높을수록 빨라지는 경향을 나타내어, 30°C 설정 실험구에서 zoea 및 megalopa기 유생에서 각각 16.4일 및 9.2일을 나타내어 15°C의 24.4일 및 15.2일과 비교하여 유의적 차이를 나타내었다.

### 참 고 문 헌

Charmantier, G. : Ontogeny of osmoregulation in crustacean; a review. *Invert. Repro. Devel.*, 33 : 177-190, 1998.

Chittleborough, R. G. : Environmental factors affecting growth and survival of juvenile

western rock lobsters *Panulirus longipes* (MilneEdwards). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 26 : 279-295, 1975.

Costlow, J. C. and Bookhout, G. G. : Larval stages of the crab *Pinnotheres maculatus* under laboratory conditions. *Chesapeake Sci.*, 7 : 157-163, 1966.

Emmerson, W. D. : Predation and energetic of *Penaeus indicus* larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and *Artemia nauplii*. *Aquaculture*, 38 : 201-209, 1984.

Gopalakrishnan, K. : Larval rearing of red shrimp *Penaeus marginatus* (Crustacea). *Aquaculture*, 9, 145-154, 1976.

Hong, S. Y. : Zoeal stager of *Orithya sinica* (Linnaeus) reared in the laboratory. *Pub. Mar. Lab. Busan. Fish. Coll.*, 9 : 17-23, 1976. (in Korean)

Jung, C, G, and Chei, L. G. : Statistic analysis by SPSS. Trade management. 1-667. 1997. (in Korean)

Kim, H. J. : The study on environmental factor and live feeds for the seeding production of Fleshy shrimp, *Penaeus chinensis*. Ph. D. thesis, National Fisheries University, Korea, 1-172, 1993. (in Korean)

Kim, H. S. : Illustrated Encyclopedia of Fauna and Korea., Sam-Wha Publ. Co., 14 : 1-289, 1973. (in Korean)

Kim, Y. H. : Ecological studies on the growth of the tiger crab *Orithya sinica* (Linnaeus). Ph. D. thesis, Cheju National University, Korea, 1-83, 1988. (in Korean)

Kim, Y. H. and Chung, S. C. : Studies on the growth and moulting of the figer crab, *Orithya sinica* (Linnaeus). *Bull. Korean Fish. Soc.*, 23 : 93-108, 1990. (in Korean)

Kinne, O. : Salinity. In O. Kinne (Ed.) *Cultivation of animals: research cultivation. Mar. Eco.*

- New York: Wiley/ Interscience. 3 : 821-995, 1971.
- Lucas, J. S. : The larval stages of some Australian species of *Halicarcinus* (Crustacea, Brachyura, Hymenossomatidae). 2. Physiology. Bull. Mar. Sci., 22 : 824-840, 1972.
- Luis, G. : Effect of prehatching salinity and initial larval biomass on survival and duration do development in the zoea 1 of the estuarine crab, *Chasmagnathus granulata*, under nutritional stress. J. Exp. Mar. Ecol., 270 : 93-110, 2002.
- Mauchline, J. : Growth in shrimps, crab and lobster - an assessment. J. Cons. CIEM., 37 : 162-169, 1977.
- Moreira, G. S., McNamara, J. C. and Moreira, P. S. : The effect of salinity on the upper thermal limits of survival and metamorphosis during larval development in *Macrobrachium amazonium*. Crust., 50 : 231-126, 1986.
- Passano, L. M. : Molting and its control. In the Physiology of Crustacea I, Academic press., pp. 473-536, 1960.
- Rho, Y. G. : Present status of Fleahy prawn (*Penaeus chinensis*) and Kuruma prawn (*P. japonicus*) seed in Korea. In K. L. Main and W. Fulks, The Culture of Cold-tolerant Shrimp: Proceedings of an Asian - U. S. Workshop on Shrimp Culture. The Oceanic Institute, Hawaii, U. S. A. 29-41, 1990.
- Sastry, A. N. : Ecological aspect of reproduction. In D. E. Bliss (Ed.), The biology of crustacea, In F. Vernberg, & W. Vernberg (Eds.), In Environmental adaptation Vol. 8. New York. Academic Press. pp. 179-270, 1983.
- Seo, H. C. : Reproduction and growth of the Blue Crab, *Portunus trituberculatus* (Miers). Ph. D. thesis, Soonchunhyang University, Korea, 1-96, 2003. (in Korean)

---

Manuscript Received : January 22, 2004

Revision Accepted : April 26, 2004

Responsible Editorial Member : Joon-Ki Chung  
(Pukyong Univ.)