

나팔고둥, *Charonia lampas sauliae*의 산란유발, 유생 및 치패사육에 미치는 수온의 영향

선승천, 김재민, 정춘구¹, 윤성종¹, 강경호

여수대학교 양식학과

¹국립수산과학원 남해수산연구소

Influence of Water Temperature on Spawning Induction, Larval and Spat Rearing of Trumpet Shell, *Charonia lampas sauliae*

Seung Cheon Seon, Jae Min Kim, Choon-Goo Jung¹, Seong Jong Yun¹ and Kyoung Ho Kang

Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

¹South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Yeosu 550-823, Korea

ABSTRACT

In the present study, the fecundation and fertilization behaviors of the trumpet shell, *Charonia lampas sauliae* were observed from November 2003 to March 2004.

Female has multiple fecundation and multiple fertilization, and the fertilization continued for two days. The fertilized female stayed with the egg mass to protect the eggs, and the fecundation was made during the fertilization.

The highest survival rate of egg capsule was 60% at 15°C.

Charonia lampas sauliae fed with *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana*, and *Pavlova lutheri*. Growth and survival rates of *C. lampas sauliae* in the conditions of various water temperature were observed. The highest survival rate was 23% at 15°C reared for 60 days. The growth was presented in the 15°C group, with shell length from 408 ± 21.52 µm to 625 ± 19.76 µm during the experiment.

Keywords: Trumpet shell, *Charonia lampas sauliae*, Water temperature, Spawning induction, Egg

Received August 25, 2005; Accepted December 3, 2005

Corresponding author: Kang, Kyoung Ho

Tel: (82) 61-659-3165 e-mail: mobidic@yosu.ac.kr

1225-3480/21203

© The Malacological Society of Korea

development, Larva, Spat

서론

나팔고둥 (*Charonia lampas sauliae*)은 우리나라의 남해안과 제주도, 필리핀, 인도네시아 등에 분포하는 수염고둥과로서 우리나라 북쪽류 중 가장 크고, 수심 20-200 m 깊이의 저질이 모래 또는 자갈이 많은 암초 지역에서 서식하며, 육식성으로 불가사리를 먹이로 한다. 나팔고둥은 다른 북쪽류와 같이 포복이동을 하며, 불가사리 포식시 치설을 이용하여 포식한다. 이러한 나팔고둥은 예로부터 식용 및 약기로 이용되어져 왔으나, 우리나라에서의 어획량은 연간 몇 마리에 불과할 정도로 자원이 고갈되어 있는 실정이며, 환경부에 의해 멸종위기 동물로 지정되어 있다.

지금까지 나팔고둥의 번식생물학에 관한 기초연구는 전혀 이루어지고 있지 않았으며, 단지 불가사리에 대한 나팔고둥의 포식능력이 크다는 연구결과가 있을 뿐이다. 나팔고둥의 불가사리에 대한 포식특성 실험 결과, 불가사리 외에 유용 패류는 포식하지 않은 것으로 나타나 (Kang and Kim, 2004), 나팔고둥을 이용한 불가사리 제거는 연안생태환경 복원 및 패류자원관리에 획기적 전환점을 마련해 줄 것이라고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 나팔고둥의 인공종묘생산기법 확립의 전단계로 나팔고둥의 생식주기, 산란유발, 유생 및 치패사육에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 나팔고둥 모패는 제주도 연안에서 채집한 암

컷 210 마리와 수컷 70 마리를 육상양식장으로 운반 후 자연 해수를 이용하여 사육하였는데 그 외부적 형태는 암컷의 경우 각장 20.4 ± 2.3 cm, 전중 723.6 ± 23.2 g, 수컷의 경우 각장 16.9 ± 1.4 cm, 전중 365.7 ± 22.8 g 이었다 (Table 1). 먹이는 어미의 성 성숙을 위하여 나팔고둥이 가장 선호하는 별불가사리와 아무르불가사리를 충분히 공급하면서 사육 관리하였다.

나팔고둥의 교미 및 산란유발을 위하여 5°C부터 30°C까지 5°C간격으로 6 개 실험구를 설정하였고, 모패를 실험실내 순환 사육수조로 운반 후 암컷 30 마리와 수컷 10 마리씩 각 수온별로 수용하였으며, 대조구로 자연수온을 두어 교미 및 산란 행동을 관찰하였다.

수온별 난발생 속도를 알아보기 위한 실험수온은 산란유발사와 동일하게 설정하였고, 수온별로 200 개의 난을 수용하였다. 난 및 유생의 발생과정은 각 수온구별로 난발생의 경우 2일, 유생발생은 3일 간격으로 3 개의 난낭을 절개하여 광학현미경 하에서 관찰하였으며, 발생단계별 50% 이상 발생이 진전되었을 시 각 발생단계로 판정하였다.

또한 수온별 유생 및 치패의 성장을 조사하기 위하여 각 수온별로 부화 직후의 veliger 유생을 30 liter 수조에 1

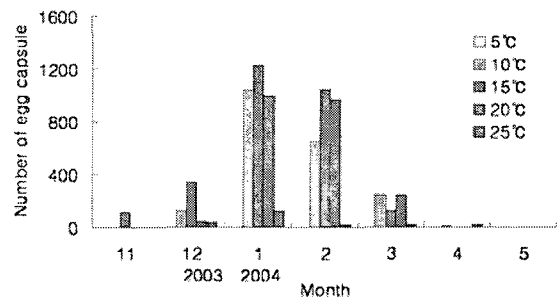


Fig. 1. Number of egg capsules of *Charonia lampas sauliae* during experimental period.

individual/ml 밀도로 수용하여 사육하였다.

먹이는 연속 통기배양법으로 순수 배양된 *Chaetoceros calcitrans*, *Pavlova lutheri*, *Isochrysis galbana*를 혼합하여 공급하였고, 먹이 배양시 사용한 영양배지는 Conwy culture medium (Walne, 1974) 을 사용하였으며, 사육수는 매일 전환수 하였다.

결 과

수온별 나팔고둥의 산란양을 조사한 결과, 15°C에서 전체 암컷이 2003년 11월에 113 개의 난낭을 산란하였고, 12월 345 개, 2004년 1월 1,232 개, 2월에 1,045 개의 난낭을 산란하였고 3월에 124 개의 난낭을 산란하였으며, 4월 이후에는 산란하지 않았다. 또한 10°C에서는 1월에 1,043 개의 난낭을 산란

Table 1. Measurement of *Charonia lampas sauliae* used in the experiment for spawning induction.

Sex	No. of adult	Shell length \pm SD (cm)	Total weight \pm SD (g)
Female	210	20.4 ± 2.3	723.6 ± 23.2
Male	70	16.9 ± 1.4	365.7 ± 22.8

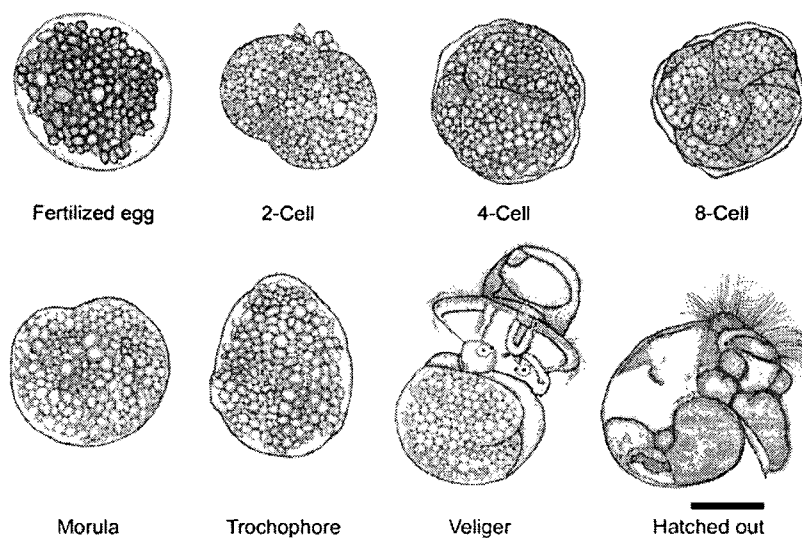


Fig. 2. The developmental stages of *Charonia lampas sauliae*. Scale bar = 100 μ m.

Table 2. Days for reaching to each developmental stage after fertilization at different water temperature.

Developmental stage	Days at water temperature (°C)					
	5	10	15	20	25	30
4-cell	24	10	7	5	5	-
8-cell	-	17	10	8	7	-
Morula	-	28	15	12	10	-
Trochophore	-	33	18	14	12	-
Veliger	-	50	34	27	24	-
Hatched veliger	-	83	64	54	50	-

하여 최고치를 보이다가 4월에 8 개의 난낭을 산란한 후 산란을 멈추었다. 20°C에서는 1월과 2월에 각각 998 개, 968 개의 산란양으로 최고치를 보이다가 4월 이후에 산란하지 않았다. 이에 반해 25°C에서는 1월에 124개의 난낭을 산란하였을 뿐 매월 20-30 개의 산란양을 보여 극히 저조하였고, 5°C에서는 산란이 전혀 이루어지지 않았다 (Fig. 1).

나팔고둥의 발생속도를 파악하기 위한 난발생과 유생의 성장 단계는 수정란, 4-세포기, 8-세포기, 상실기, trochophore,

veliger, hatched veliger로 구분하였는데 (Fig. 2), 난낭을 뚫고 부출하기까지는 수온에 따라 약 50-83일이 소요되었다. Table 2는 각 발생 단계의 수온별 소요시간을 나타낸 표로서 8-세포기까지 10°C에서는 10일, 15°C에서 7일이 걸렸고, 20°C와 25°C에서는 5일이 소요된 반면, 5°C에서는 4-세포기에서 멈추었고 30°C에서는 발생이 관찰되지 않았다.

부화시 각 수온구별 난낭의 생존율을 보면 15°C에서 62%, 20°C 40%, 25°C 18%, 10°C 10% 순으로 나타나 난발생시 적정 수온은 15°C라고 판단되었고 (Fig. 3), 이러한 난 발생시 유생의 각장 (SL) 과 각폭 (SW) 의 성장유형을 알아보기 위한 관계식은 $SW = 0.5925SL + 65.234$ ($r^2 = 0.5353$) 으로 나타났다 (Fig. 4).

나팔고둥 유생의 수온별 성장을 조사한 결과, 10°C와 30°C에서는 모든 유생이 폐사하였고, 25°C의 경우 실험개시시 평균 체장 $408 \pm 21.52 \mu\text{m}$ 이던 유생의 30일 경과 후 $544 \pm 23.22 \mu\text{m}$, 60일 경과 후 $683 \pm 19.76 \mu\text{m}$ 로 성장하여 가장 높은 성장을 보였으나 (Fig. 5), 생존율은 10%로 가장 낮았고 15°C에서는 30일 후 $509 \pm 18.34 \mu\text{m}$, 60일 후 $625 \pm 19.76 \mu\text{m}$ 의 성장과 23%의 생존을 보여 유생사육시 가장 적정한 수온은 15°C라 판단되었다 (Fig. 6, 7).

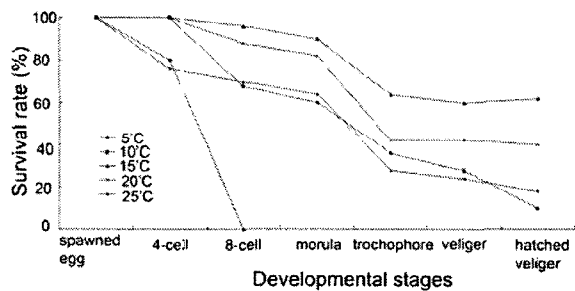


Fig. 3. Survival rate of egg capsules according to water temperature at developmental stage.

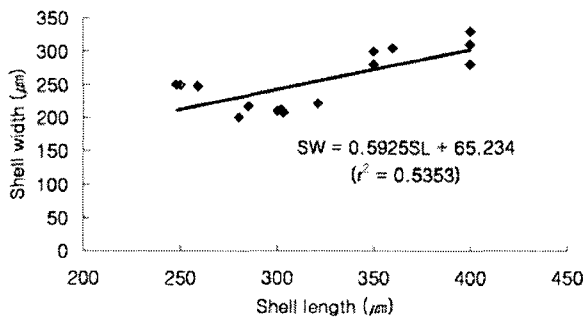


Fig. 4. Relationship between shell length (SL) and shell width (SW) of hatched larvae of *Charonia lampas sauliae*.

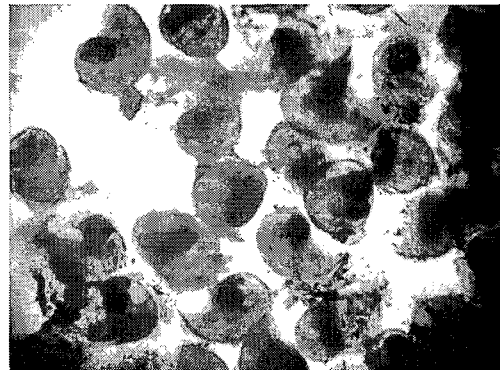


Fig. 5. Settled spat of *Charonia lampas sauliae*.

Influence of Water Temperature on Larvae of Trumpet Shell

이러한 결과를 이용하여 가장 생존율이 높게 나타났던 15°C 실험구에서 사육일수에 따른 체장 (SL) 과 체폭 (SW) 의 성장 유형을 알아보기 위한 관계식은 $SW = 0.5732SL + 91.942$ ($r^2 = 0.2852$) 로 나타났다 (Fig. 8).

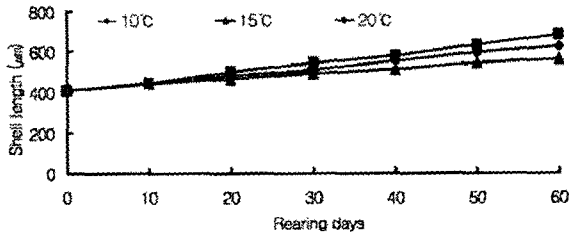


Fig. 6. Growth of *Charonia lampas sauliae* larvae at different water temperature.

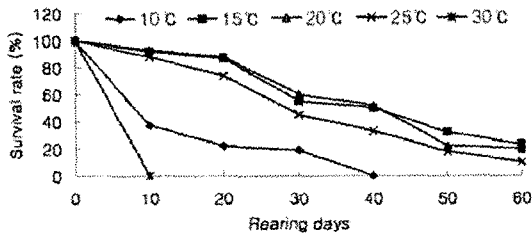


Fig. 7. Survival rate of *Charonia lampas sauliae* larvae at different water temperature.

고 찰

우리나라에 서식하는 복족류 중 수염고둥과는 나팔고둥 속을 비롯해서 4 속 7 종이 서식하는 것으로 알려져 있다. 그 중 일반적으로 나팔고둥이라 불리는 *Charonia* 속에는 *Charonia lampas sauliae*와 *Charonia lampas macilenta*가 있는데, *C. l. sauliae*는 조간대로부터 수심 50 m까지 암반 지역에 서식하고, *C. l. macilenta*는 수심 50-250 m의 사니질에 서식한다.

지금까지 나팔고둥의 산란기에 관한 보고는 *Charonia tritonis*의 경우 Shimoike (1997) 는 11월에 교미하여 11월부터 1월까지 여러 차례 산란한다고 보고하였고, Lelong (1993) 은 1월에 교미하여 2월에 산란한다고 하였다. 이러한

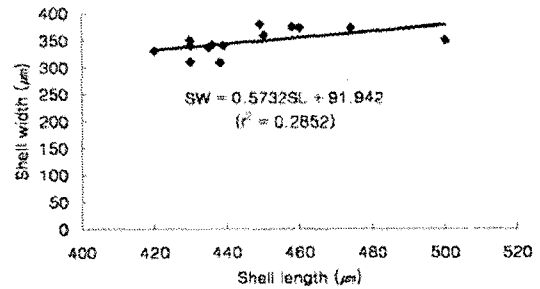


Fig. 8. Relationship between shell length (SL) and shell width (SW) of *Charonia lampas sauliae* larvae cultured at 15°C.

결과로 볼 때 산란은 교미 후 약 한 달 뒤 이루어지는 것으로 생각되어지며 본 종의 경우 교미는 11월부터 시작하여 3월까지 관찰되었고 산란은 12월부터 4월까지 관찰되어 생식소 조직을 관찰한 결과와 일치하였다. 그리고 교미와 산란이 다회에 걸쳐 행해졌고, 한 마리의 수컷이 여러 마리의 암컷에 차례로 교미하는 것이 관찰되었다.

나팔고둥은 본 실험에서 발생초기에 많은 배출세포가 생기고, 부화하면서 흡수 소실하였다. 이러한 발생 양식은 같은 나팔고둥 속의 *Monoplex echo*의 경우와 흡사하다 (二村, 1990). 그러나 부화 직후의 veliger 유생의 경우 *Monoplex echo*의 두부촉각은 좌우 2 개가 있는 것에 반해 나팔고둥의 촉각은 오른쪽 1 개 밖에 형성되지 않았다. 또한 유생사육 30일이 지난 veliger 유생의 경우도 촉각이 1 개로 어미의 촉각이 2 개인 점을 미루어 생각해 볼 때 나팔고둥의 유생기간은 상당히 길어질 것으로 생각된다.

나팔고둥 부화시의 유생은 면반과 면반의 섬모가 발달되어 섬모에 의한 유영 및 먹이 섭식이 활발하였으나 부화 직전의 난낭을 인위적으로 찢어 부화한 유생은 면반이 형성되었지만 섬모가 발달하지 않아 유영능력이 낮고 먹이 섭식활동이 활발하지 않아 나팔고둥 유생은 3일 만에 모두 폐사하였다. 폐사한 나팔고둥 유생의 패각 내에는 원생동물과 선충이 유생을 포식하는 것이 관찰되었고, 수조 저면에서는 원생동물이 관찰된 반면 표층에서는 관찰되지 않아 유생의 유영능력과 생존이 밀접한 관계를 가질 것으로 생각되고 부화도 자연스럽게 이루어져야 할 것이라 생각되어진다.

패류에 미치는 수온의 영향은 성장, 생존 및 생식특성에 영향을 미치며 (Calow, 1981; Wilson, 1988), 염분은 해양 및 기수지역에 서식하는 생물의 생리적 과정에 영향을 미치는데 (Kinne, 1967; Widdows, 1985), 특히 수온과 염분의 변화로 인해 패류에서 일어나는 전형적인 반응은 패류의 먹이섭취 활동과 성장률이 저하되며, *Crassostrea virginica* (Hand and Stickle, 1977) 과 *Modiolus modiolus* (Shumway, 1977)

등에서는 폐각을 열지 않는 반응을 보인다고 한다.

환경의 온도는 동물의 대사율에 중요한 역할을 하며, 여러 가지 다른 환경요인과 복합하여 영향을 미친다 (Venables, 1981). 온도 내성한계는 생물이 이전에 경험했던 비유전적 적응의 범위와 관련되어 있으며, 반면에 동일한 환경조건 하에서는 생물이 서로 다른 온도내성범위를 갖는 것은 그 생물이 가지는 한정된 유전적 범위로서 보고하고 있다 (Otto, 1973).

요 약

나팔고둥의 효율적인 종묘생산을 위한 생물학적 기초자료를 얻고자 산란유발, 유생 및 치패사육에 미치는 수온의 영향에 대하여 실험한 결과는 다음과 같다.

수온별 나팔고둥의 산란양을 조사한 결과, 가장 많은 산란을 한 15℃에서 전체 암컷이 2003년 11월에 113 개의 난낭을 산란하였고, 12월에 345 개, 2004년 1월에 1,232 개, 2월에 1,045 개의 난낭을 산란하여 우리나라에서 나팔고둥의 산란기는 1월과 2월임을 알 수 있었다.

나팔고둥의 발생속도를 파악하기 위한 난발생과 유생의 성장 단계는 수정란, 4-세포기, 8-세포기, 상실기, trochophore, veliger, hatched veliger로 구분하였는데, 난낭을 뚫고 부출하기까지 약 50-83일이 소요되었다. 각 발생 단계의 수온별 소요시간을 보면 8-세포기까지 10℃에서는 10일, 15℃에서 7일이 걸렸고, 20℃와 25℃에서는 5일이 소요된 반면, 5℃와 30℃에서는 발생이 관찰되지 않았다.

나팔고둥 유생의 수온별 성장을 조사한 결과, 10℃와 30℃에서는 모든 유생이 폐사하였고, 25℃의 경우 실험개시시 평균 체장 408 ± 21.52 μm이던 유생의 30일 경과 후 544 ± 23.22 μm, 60일 경과 후 683 ± 19.76 μm로 성장하여 가장 높은 성장을 보였으나, 생존율은 10%로 가장 낮았다. 또한 15℃의 경우 30일 경과 후 509 ± 18.34 μm, 60일 후 625 ± 19.76 μm로 성장하였고, 생존율은 23%로 가장 높게 나타나 치패사육시 가장 적절한 수온은 15℃라 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Calow, P. (1981) Resource, utilization and reproduction. *In: Physiological Zoology: an Evolutionary Approach to Resource Use.* (ed. by Townsend, C.R. and Calow, P.) pp. 245-270. Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Hand, S.C. and Stickle, W.B. (1977) Effects of tidal fluctuations of salinity on pericardial fluid composition of the American *Crassostrea virginica*. *Marine Biology*, **42**: 259-271.
- Kang, K.H. and Kim, J.M. (2004) The predation of trumpet shell, *Charonia* sp., on eight different marine invertebrate species. *Aquaculture Research*, **35**: 1202-1206.
- Kinne, O. (1967) Physiological of esturian organism with special reference to salinity and temperature: general aspect. *In: Estuaries.* (ed. by Lauff, G.H.) pp. 525-540. American Association for the Advancement of Science. No. 83, Washington DC.
- Lelong, P. (1993) Millions of tritons at the Institut Oceanographique Paul Ricard. *Oceanorama. Institut Oceanographique Paul Ricard*, **21**: 18-20.
- Otto, R.G. (1973) Temperature tolerance of the mosquito fish, *Gambusia affinis* (Baird and Girard). *Journal of Fish Biology*, **5**: 575-585.
- Shimoike, K. (1997) Early life history of trumpet shell *Charonia tritonis* (Linnaeus). *Midorishi*, **8**: 16-19.
- Shumway, S. (1977) The effects of fluctuating salinity on the tissue water content of eight of bivalve molluscs. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology*, **116**: 269-285.
- Venables, B.J. (1981) Oxygen consumption in a tropical beach amphipod, *Talorchestia margaritae* Stephenson: Effects of size and temperature. *Crustaceana*, **41**: 89-94.
- Walne P.R. (1974) Culture of Bivalve Molluscs. pp. 1-173. Whitefriar Press, UK.
- Widdow, J. (1985) The effects of fluctuating and abrupt changes in salinity on the performance of *Mytilus edulis*. *In: Marine Biology of Polar Regions and Effect of Stress on Marine Organism.* (ed. by Gray, J.S. and Christiansen, M.E.) pp. 555-566. John Wiley and Sons Ltd.
- Wilson, J.G. (1988) Resource partitioning and predation as a limit to size in *Nucula turgida* (Leckenby and Marshall). *Functional Ecology*, **2**: 63-66.
- 二村繪理子 (1990) カコボラの初期生活史の研究. 平成元年度日本女子大學家政學部卒業論文, 13 pp.