

# 한국산 벗굴, *Ostrea denselamellosa*의 유생발생

양문호, 한창희<sup>1)</sup>, 최상덕<sup>2)</sup>, 김형섭<sup>3)</sup>

국립수산진흥원 남해수산연구소, <sup>1)</sup>동의대학교 생물학과, <sup>2)</sup>여수대학교 양식학과,  
<sup>3)</sup>군산지방해양수산청 부안수산기술관리소

## The Development of Larvae and Egg of Flat oyster, *Ostrea denselamellosa* in Korea

Moon-Ho Yang, Chang Hee-Han<sup>1)</sup>, Sang-Duk Choi<sup>2)</sup> and Hyung-Sub Kim<sup>3)</sup>

South Sea Fisheries Reseach Institute, National Fisheries Reseach and Development Agency, Yosu 555-820, Korea, <sup>1)</sup>Department of Biology, Donggeui University, Pusan 614-714, Korea, <sup>2)</sup>Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea, <sup>3)</sup>Kunsan Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, Puan Fisheries Technology Institute, Puan 570-850, Korea

### ABSTRACT

We investigated the processes of egg and larval developments for aquaculture technique development of seedling production of the flat oyster, *Ostrea denselamellosa*. The flat oyster of larviparous type was different from the pacific oyster (oviparous type) because their larvae (trochophore and prodissoconch larvae) in the gill released into the seawater. The process of egg development was observed by artificial fertilization at 25°C, using a dissecting method. The sizes of Unfertilized eggs ranged from 80 to 90 µm and fertilized eggs with globule-shape was 90-100 µm. The Polar body appeared after fertilization and egg cleavage began within 1 hour, reaching the blastula stage after 10 hours. The trochophore in the gill appeared 2-3 days after fertilization and grew to the prodissoconch larvae (130×140 µm) hving a complete shell after 1-2 days. The shell of prodissoconch larvae grew to 205×220 µm after 10 hours, and then they became umbo stage larvae showing oval in shape. The velum of umbo stage

larvae was degenerated about 17-20 days after fertilization and grew into a pediveliger with a developed foot, at this time, the shell length size was 320×360 µm.

**Key words** : Flat oyster, *Ostrea denselamellosa*, Egg development, Larvae

### 서 론

우리나라에서 굴양식은 1990년대에 들어서면서 해에 따라 채묘의 불안정으로 생산량의 변동 폭이 커질 뿐만 아니라 그 생산량도 점차로 줄어들고 있는 추세에 있다. 이러한 생산량의 감소는 굴 양식 어민에게 막대한 타격을 주었을 뿐 아니라 전체 양식 생산량도 큰 차질을 가져오게 되었다. 채묘의 불안과 생산량의 감소는 우리나라의 굴 양식이 전적으로 참굴(*Crassostrea gigas*) 한 종에만 의존하고 있으며 모패 적정량의 잔류 등 적극적이며 체계적인 관리가 이루어지지 못하여 열성화가 초래되었을 뿐만 아니라 산업의 발달로 인한 도시의 생활하수와 산업폐수 등의 유입으로 내만의 부영양화와 어장의 생산량을 높이기 위한 밀식 등으로 대부분의 어장환경이 극도로 악화되었기 때문이라고 볼 수 있다(Bae and Han, 1998; Choi et al., 1997; Kim, 1990). 그러므로 지속적인 어민소득의 증대와 굴 생산의 안정적인 공급을 위해서는 환경적응 능력이 강하고 고부가 가치성을 가진 새로운 양식 대상품종을 개발하여 굴 양식을 다원화 할 필요가 있다. 새로운 양식 대상 종의 선정은 양식 주종인 참굴보다 환경적응 능력이 좋

Received September 6, 1999; Accepted November 21, 1999  
Corresponding author: Yang, Moon-Ho  
Tel: (82) 662-690-8981; e-mail: mhyang@haema.nfrda.re.kr  
1225-3480/15205  
© The Malacological Society of Korea

아야 하며 참굴과 생태학적으로 경쟁적 위치에 있지 않은 종을 선택하는 것이 가장 바람직하다.

우리 나라에서는 참굴 인공종묘 생산의 산업화(Min, 1998), 강굴의 난 발생 및 사육에 미치는 수온과 염분의 영향(Yoo and Kang, 1995), 바윗굴 유생기의 사육조건과 성장(Yoo and Park, 1997) 등 타종에 대한 연구는 찾아볼 수 있으나 벗굴에 대한 연구 보고는 거의 찾아볼 수 없고, 특히 생리·생태학적 특성 연구나 양식에 관련된 보고는 전혀 없는 실정이며, 외국에서도 염색체의 특징에 대한 연구만을 찾아볼 수가 있었다(Insua and Thiriou-Quievreux, 1991).

따라서 본 연구는 벗굴의 생물학적 기초자료를 확보하고 양식산업화를 확립하기 위하여 이 종에 대한 유생발생과정을 조사하였다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용된 벗굴, *O. denselamellosa*는 전남 고흥군 시오도 해역에서 1998년 5월에 잠수 및 형망으로 수집된 것 중에서 각고가 21±4 cm인 개체 약 500마리를 채집하여 아이스박스에 넣어 패류사육실로 운반하여 모패로 이용하였다. 난 발생과정을 관찰하기 위하여 수정후 포배기까지는 절개법으로 인공수정을 실시한 후 25°C에서 배양하면서 현미경으로 관찰하였으며 유생의 변태과정을 관찰하기 위하여 포배기에서 D상 유생까지는 포란하고 있는

모패를 25±1°C로 사육하면서 모패의 아가미에 부착되어 있는 유생을 분리하여 현미경(Olympus BX 50)하에서 관찰하였다. 또한 D상 유생에서 부착기의 유생까지는 수조에서 유생들을 사육하면서 일부를 취하여 성장도를 측정하였다.

## 결 과

### 1. 난 발생

수정후 포배기까지 난 발생 과정을 Table 1과 Fig. 1에 나타내었다. 벗굴의 난은 침성란으로서 생식상피에서 떨어진 미수정 난의 크기는 80-90 μm로 타원의 배상구조를 하고 있었으며 다른 패류의 난(50 μm 내외)들 보다 큰 편이었다. 미수정난은 수정후 90-100 μm 정도의 구형이 되었으며 수정 후 바로 극체가 나타나고 1시간 내에 난할이 일어나기 시작하여 2시간만에 4세포기로 발달하였다. 일반적으로 10시간이 지나면 모두 포배기(blastula) 상태로 들어갔다.

### 2. 유생발생

유생의 변태과정과 경과 시간에 대한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 산란후 약 1-3일이 되면 아가미 점액상에 포배되어 있는 담륜자 유생(trochophore)을 관찰할 수 있으며 이들 유생은 점액질내에서 활발한 섬모운동에 의해

Table 1. Developmental stages of fertilized eggs and larvae reared at 25°C.

Developmental stage	Elapsed time	Size( μm)		Remark
		Shell length	Shell height	
Unfertilized egg	-	80-90		Fig. 1. A
Fertilized egg	-	90-100		Fig. 1. B
Appearance of first polar body	1 hour			Fig. 1. C
2 cell	2 hours			Fig. 1. E
4 cell	3-4 hours			Fig. 1. F
Blastula	10 hours	110-120		Fig. 1. H
Trochophore	1-3 days	110-125		Fig. 1. I
D-shape larvae (prodissoconch larvae)	3-10 days	120-200	110-191	Fig. 2. A-D
Umbo stage larvae (veliconcha larvae)	9-14 days	192-295	162-268	Fig. 2. E-G
Pediveliger stage	13-18 days	250-360	230-327	Fig. 2. H-I

회전운동을 반복하였다. 답륜자 유생은 점차로 유생 앞쪽에 섬모총(apical tuft)이 발달하면서 유생 뒤쪽부위에서는 패각을 형성하기 위하여 패각 분비선이 발달하는 모습이였다. 이 답륜자 유생은 1-2일내에 패각이 완성된 130×140 μm 크기의 D상 유생(prodissoconch larvae)으로 발달하며 이 시기가 되면 점액질내에 포매된 D상 유생들은 곧바로 방출이 시작된다. 이들 방출된 D상의 유생들은 10일 정도 경과되면 크기가 205×220 μm로 자라면서 straight hinge부분이 팽창되어 umbo가 형성되면서 패각의 형태는 타원형으로 변하는 각정기 유생(umbo stage larvae)으로 된다. 각정기 유생들은 산란 후 약 17-20일경에 면반(velum)이 퇴화되고 발(foot)이 발달하는 부착 직전의 유생으로 발달되었고 이때 유생의 크기는 320×360 μm 정도로 자라게 되며 이 시기부터 기질에 부착하기 시작하였다.

### 3. 유생의 형태적 특징

벗굴 부유유생의 형태적 특징은 좌각이 우각보다 다소 크고 갈색을 띠고 있으며 초기 D형 부유유생은 각장 140 μm로 다른 이매패류들에 비해 큰 개체로 관찰되었다. 발달 단계별 각장의 크기는 D형 부유유생이 140-220 μm,

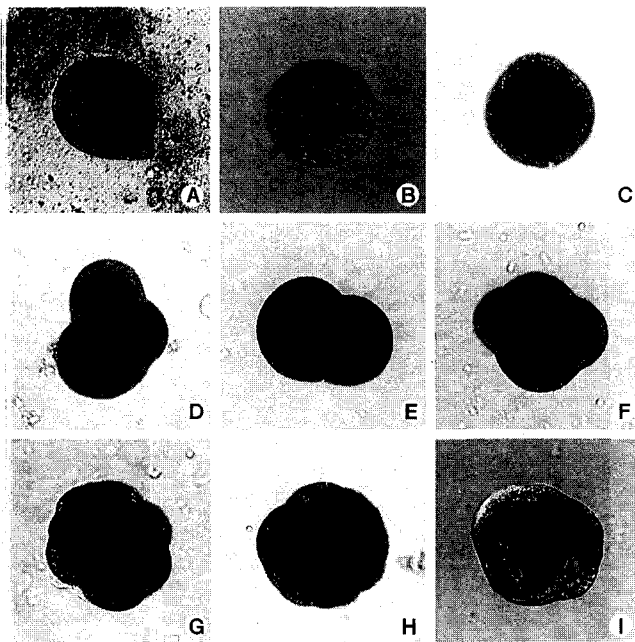


Fig. 1. Egg development of the flat oyster, *Ostrea denselamellosa*.  
A: unfertilized egg, B: fertilized egg, C: before cell division, D: trefoil stage, E: 2 cell, F: 4 cell, G: 32 cell stage, H: blastula stage, I: trochophore larval stage.

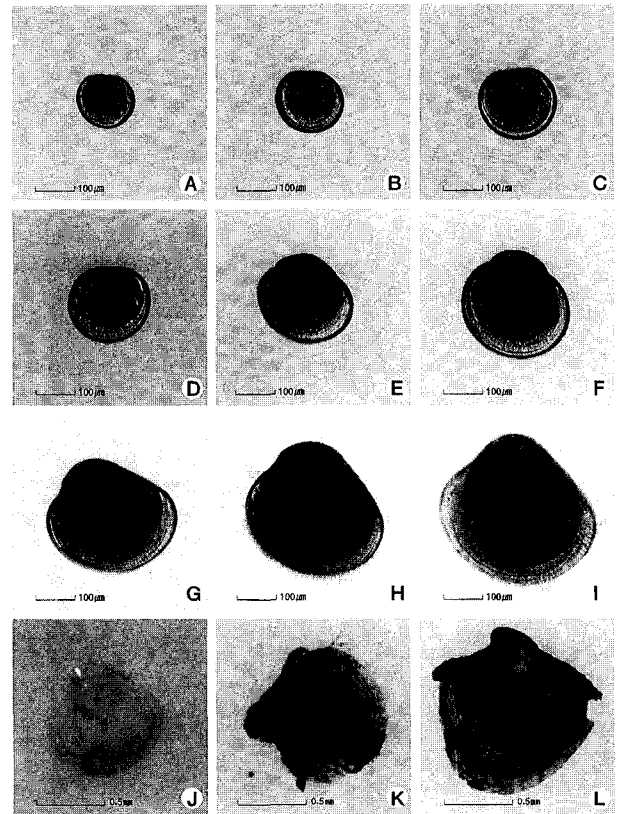


Fig. 2. Larval development of the flat oyster, *Ostrea denselamellosa*.  
A-C: D-shaped larva, D: Late D-shaped larvae, E-G: Umbo stage larva, H-I: Pediveliger larva, J-L: Early spats.

각정기 부유유생이 220-320 μm, 안점이 보이는 부착기 부유유생의 크기는 320 μm 이상으로 나타났다(Fig. 2). 벗굴의 원각(prodissoconch)의 성장선은 약 15개 내외이고 간격이 넓으며 성장할수록 형태가 뚜렷하게 달라졌다(Fig. 3). D형 부유유생기부터 부착기 부유유생까지의 각장(SL)과 각고(SH)의 관계를 보면, Fig. 4와 같이 회귀직선식  $SH = 0.9726SL - 11.3194$  ( $r^2 = 0.9727$ )로 나타나 각장이 각고에 비해 다소 큰 타원형 상태를 나타내었다.

### 고 찰

굴은 연체동물(Mollusca), 이매패강(Bivalvia), 익각목(Pteioida), 굴과(Ostreidae)에 속하고 현재 *Crassostrea*, *Ostrea*, *Pycnodonta*의 3속 100종 이상으로 분류되고 있으며(유, 1989). 우리나라에서 서식 분포하고 있는 굴은 참굴(*Crassostrea gigas*) 외에 강굴(*C. rivularis*), 바윗굴(*C. nippona*), 털굴(*C. echinata*), 세굴(*C. circumpecta*),

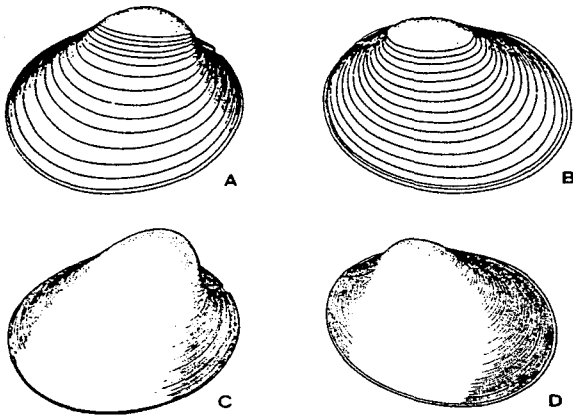


Fig. 3. Morphological difference between the Pacific oyster and the flat oyster in pediveliger larvae.

A: left shell of flat oyster, B: right shell of flat oyster, C: left shell of the pacific oyster, D: right shell of the pacific oyster.

로사굴(*C. rosasea*), 중국굴(*C. sinensis*), 벗굴(*Ostrea denselamellosa*) 등 모두 8종이 있다(Jeung, 1997). 이들은 대부분 생식과 발생양상 및 서식생태가 참굴과 유사하나, 그 중 벗굴은 하나 굴로서 서식생태, 생식과 발생 양상이 참굴과 다르다. 따라서 본 연구에서는 벗굴의 양식산업화를 위하여 유생발생과정을 조사하였다.

자연상태에서 벗굴 유생발생은 D상 유생에서 부착기 유생까지 약 28일정도 걸리는 것으로 조사되었으나(Yang, 1999) 본 연구에서 수온 25°C로 사육했을 때는 약 18일이 걸려 1주일이나 빨리 성장하였는데 이는 자연수온보다 약 5°C 이상 고수온과 인공 먹이공급에 의한 풍부한 영양섭취 영향이라고 생각된다. 또한 D상 유생과 각정기 유생의 크기는 종에 따라 다르지만 본 종의 유생들은 참굴, 피조개, 담치 등 다른 패류들과 형태도 다를 뿐만 아니라 패각의 크기가 특히 크다는 것을 알 수 있었다. 참굴의 난발생은 수온 및 염분 등의 물리, 화학적 요인이 영향을 미친다고 보고(Loosanoff and Davis, 1963; Gallager and Mann, 1986)된 바 있고, Walne (1970)는 패류 유생의 성장에 미치는 중요한 환경요인은 수온, 먹이생물, 유생수용 밀도 및 조도 등이라 하였으며, Loosanoff and Davis(1963)는 해산무척추동물의 유생기간은 먹이생물의 질과 수온에 따라 다르다고 하였는데 본 실험의 유생발생 실험도 이와 유사한 경향을 나타내었다.

벗굴 부유유생의 형태적 특징은 좌각이 우각보다 다소 크고 갈색을 띄며 초기 D형 부유유생은 각장 140 μm로 다른 조개류(Hur, 1994)에 비해 월등히 크다. Hur는 이때 패류 8종의 유생발생 및 성장에서 *Mytilus edulis* 102 μm, *Mytilus coruscus* 103 μm, *Crassostrea gigas* 72 μm, *Chramys farrei* 107 μm, *Pinctata fucata* 75

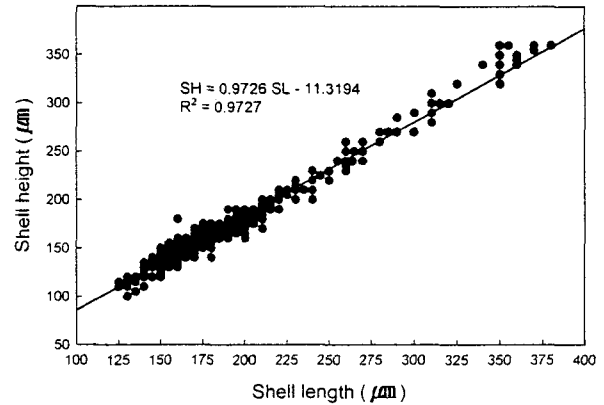


Fig. 4. Relationship between shell length and shell height of the flat oyster larvae.

μm, *Ruditapes philippinarum* 90 μm, *Macraa veneriformis* 88 μm, *Cyclina sinensis* 123 μm로 나타내고 있다. 벗굴 부유유생을 참굴과 비교해 보면 좌각이 우각보다 큰 점은 같으나 벗굴의 초기 D형 유생이 2배 가량 크며 벗굴은 각장이 각고보다 크고 참굴은 각고가 각장보다 크다. 초기 D형 유생기부터 부착기까지의 각장에 대한 각고의 상대성장은 각장(SL)과 각고(SH)의 관계를 회귀 직선식으로 나타내면  $SH = 0.9726SL - 11.3194$  ( $r^2 = 0.9727$ )로 각장이 각고에 비해 다소 큰 것으로 나타났다. Yoo et al.(1970)는 담치의 생물학적 조사에서 산란 후 24-26일후인 각장 280 μm 전후에서 각장과 각고가 역전된다고 하였고, 宮崎(1962)도 패류의 veliger기 식별방법을 조사하면서 키조개의 유생은 성장기중 각장과 각고의 비가 역전한다고도 보고하였다. 벗굴에서도 부착기인 각정기가 되면 각장과 각고가 전도되어 각고가 서서히 커지게 되나 키조개와 담치처럼 큰 차이가 나는 것은 아니고 타원형의 비슷한 형태로 성장함을 나타내었다.

## 요 약

본 연구는 벗굴의 중요생산 기술개발을 위한 생물학적 기초조사로서 난발생 및 부유유생의 발생과정을 조사하였다. 벗굴은 참굴 등의 난생형과는 다르게 trochophore 및 D상유생으로 수중에 방출되므로 난발생과정은 절개법으로 조사하였는데 미수정 난의 크기는 80-90 μm 크기였고, 수정 후 바로 극체가 나타났으며 이때의 난 경은 90-100 μm로 구형이었다. 1시간 이내에 난할이 일어나기 시작하여 10시간이 지나면 모두 포배기(blastula stage) 상태로 들어갔다. 수정후 2-3일만에 아가미 점액상에 포배되어 있는 trochophore으로 발달하며 담류자 유생은 수온에 따라 1-2일만에 패각이 완성되어 130×140 μm의 D상유생(prodissoconch larvae)으로 발달하였다.

한편, 모패에서 방출된 D상 유생은 10일정도 경과되면 각장이 205×220 μm로 성장하면서 straight hinge 부분이 팽출되어 umbo가 형성되었고 패각의 형태가 타원형으로 변하는 각정기 유생(umbo stage larvae)으로 되었다. 각정기 유생은 수정후, 약 17-20일경에 면반(velum)이 퇴화되고 발(foot)이 발달하는 부착기의 유생으로 발달하며 이때의 각장의 크기는 320×360 μm으로 성장하였다.

### 감사의 말씀

이 논문은 해양수산부에서 지원한 수산특정연구 사업비에 의해 동의대학교에서 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

- Bae, P.A. and Han, C.H. (1998) Effects of nursery environmental factors on the growth of pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *Kor. J. Aquaculture.*, **11**(3): 391-400. [in Korean]
- Choi, W.J., Chun, Y.Y. Park J.H. and Park, Y.C. (1997) The influence of environmental characteristics on the fatness of pacific oyster, *Crassostrea gigas* in Hansan-Geoje bay. *J. Kor. Fish. Soc.*, **30**(5): 794-803. [in Korean]
- Gallager, S.M. and Mann, R. (1986) Growth and survival of larvae of *Mercenaria mercenaria* (L) and *Crassostrea virginica* (Gmelin) relative to broodstock conditioning and lipid content of eggs. *Aquaculture*, **56**: 105-121.
- Hur, Y.B. 1994. Comparative on the embryonic development and the growth of larvae of eight Bivalve species. Nat'l. Fish. Univ. M.S. Thesis, Busan, 511 pp. [in Korean]
- Insua, A. and Thiriot-Quievreux, C. (1991) The characterization of *Ostrea denselamellosa* (Mollusca, Bivalvia) chromosomes: Karyotype constitutive heterochromatin and nucleolus organizer regions. *Aquaculture*, **97**(4): 317-325.
- Jeung, J.H. (1997) Annual reproductive cycle of oyster, *Ostrea denselamellosa*. Dong Eui Univ. M.S. Thesis, Busan, 27 pp. [in Korean]
- Kim, A.Y. (1990) A Comparative study of oyster culture in Japan and Korea, - Culture of hardened seed oyster. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **23**(3): 253-262. [in Korean]
- Loosanoff, V.L. and Davis, H.C. (1963) Rearing of bivalve molluscus. *Adv. Mar. Biol.*, **1**: 1-136.
- Min, K.S. (1998) Studies on the commercial scale production of artificial seedling of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). Nat'l. Fish. Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 248 pp. [in Korean]
- Walne, P.R. (1970) Present problems in the culture of the larvae of *Ostrea edulis*. *Helgolander wiss. Meeresunters.*, **20**: 514-525.
- Yang, M.H. (1999) The Biology and seed production of the flat oyster, *Ostrea denselamellosa*. Dong Eui Univ. Ph.D. Thesis, Busan, 161 pp [in Korean]
- Yoo, S.K. and Kang, K.H. (1995) Influence of water temperature and salinity on egg development larvae rearing of oyster, *Crassostrea rivularis*. *Kor. J. Malacol.*, **11**(2): 165-170. [in Korean]
- Yoo, S.K., Kim, K.J and Lee, Ch.G. (1970) Biological studies on the propagation of impormant bivalves, 4. Growth of the mussel, *Mytilus edulis* (Linné). *Bull. Kor. Fish. Soc.*, **3**(2): 103-109. [in Korean]
- Yoo, S.K. and Park, H.G. (1997) Culture condition and larval growth of the oyster, *Crassostrea nippona*. *Kor. J. Aquaculture*, **10**(2): 97-103. [in Korean]
- 宮崎一老 (1962) 二枚貝の浮游幼貝(Velliger)の識別について. *日水誌*, **26**(10): 955-966
- 유성규 (1989) 천해양식. 새로출판사, pp. 86-192