

4종 조개류 유생의 발생과 성장

허영백 · 허성범

부경대학교 양식학과

Development and Growth of Larvae of Four Bivalve Species

Young Baek Hur and Sung Bum Hur

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Exposure to air and increased temperature induced successful spawning in *Mytilus edulis*, *M. coruscus*, *Crassostrea gigas* and *Pinctata fucata martensii*. Developmental durations required for an egg to attain D-shaped larva and the D-shaped larva to reach pediveliger stage were estimated in these bivalves. Size of fertilized eggs was the largest (70.3 μ m) in *M. coruscus* and the smallest (45.3 μ m) in *P. fucata martensii*. At 17 $^{\circ}$ C, *M. edulis* and *M. coruscus* attained D-shaped larval stage within 48 hours after fertilization but those of *C. gigas* and *B. fucata martensii* within 24 and 22 hours at 21 and 26 $^{\circ}$ C, respectively. The development duration required for a D-shaped larva to attain pediveliger stage was the longest (27 days) in *M. coruscus* and ranged between 20 and 22 days for the others. The shell length of the pediveliger was the longest (274.9 μ m) in *C. gigas* and smallest (190.9 μ m) in *P. fucata martensii*. Length and height of larval shell was highly correlated with each other in all the 4 species. The shell height of *C. gigas* was more than the shell length beyond the size of 100 μ m shell length. However, shell length of the others was always longer than shell height at the larval stage.

Key words: Bivalve larvae, Development, Growth, *Mytilus edulis*, *M. coruscus*, *Crassostrea gigas*, *Pinctata fucata martensii*

서 론

우리나라의 조개류 양식업은 1920년 영흥만에서 굴 양식을 시작으로 점차 발달하여 1742년에는 굴, 대합, 바지락, 고막 및 피조개 등으로 그 종이 다양해지면서(박, 1966), 생산량이 매년 증가하여 1987년 446.847 M/T으로 가장 많은 생산량을 보였다. 그러나 최근 연안오염, 적조, 각종 간척 및 매립에 의한 어장의 상실 등으로 산란 가능한 천연 어미와 치패 생산량의 감소로 그 생산량이 날로 줄어들고 있다(이와 류, 1995).

우리나라의 조개류 양식에 필요한 종묘는 주로 자연채묘나 혹은 천연적으로 발생한 치패를 수집하여 이용하므로 그 해 종묘의 수급 여건에 따라 생산량의 기복이 심하

다. 따라서 안정적인 종묘수급을 위해서 최근 인공종묘생산의 중요성이 커지고 있으나, 아직까지도 필요한 종묘의 절대량을 천연종묘생산에 의존하고 있어 정확한 채묘예보가 중요하다.

우리나라 연안에서 중요 조개류의 채묘예보에 대한 연구는 참굴(배와 배, 1971; Yoo and Ryu, 1985), 진주담치(유 등, 1990), 진주조개(배, 1985) 등의 보고가 있는데, 대부분의 연구들은 초기 부유유생의 정확한 동정의 어려움을 지적하고 있다.

따라서 본 연구는 국내에서 산업적으로 중요한 4종류 조개, 진주담치(*Mytilus edulis*), 홍합(*Mytilus coruscus*), 참굴(*Crassostrea gigas*) 및 진주조개(*Pinctata fucata martensii*)의 채묘예보시 부유유생의 정확한 동정과 실내 종묘생산

본 연구는 한국과학재단 지정 우수 공학연구센터인 해양산업연구소의 지원에 의해 수행되었음.

시 초기 유생사육에 따른 생물학적 기초 지식을 파악하고자 실내에서 인위적인 방란·방정을 유도하여 난 발생, 유생의 성장 및 형태 등을 조사 비교하였다.

재료 및 방법

어미관리

실험에 사용된 어미로서 진주담치와 참굴은 2월 경남 진동만에서, 홍합은 4월 거제만에서 채집하였고, 진주조개는 거제만에서 채롱 양성하던 어미를 이용하였다. 실험실로 운반된 어미는 200 l 사각 FRP 수조에 수용하고, 자연해수를 0.5 l/min. 되게 유수하였다. 각종의 산란 유발을 위하여 채집시의 자연해수 수온보다 약 3°C 높게 가온하여 성 성숙을 유도하였다. 각종 어미의 크기와 산란 유발을 위한 수온 조절은 Table 1과 같다.

어미 조개의 가온사육 기간중 공급한 먹이는 한국해양 미세조류은행의 *Chlorella ellipsoidea* (KMCC-C-20) 와 *Phaeodactylum tricornutum* (KMCC-B-128)을 배양하여 매일 오전 중 각각 50×10^4 cells/ml 씩 혼합하여 공급하였다.

채란 및 발생

방란·방정을 유도하기 위하여 간출 및 수온상승 자극법을 병행하였다. 각각의 어미 조개는 깨끗하게 세척하여 통풍이 잘되는 음지에서 1시간 정도 간출시켰다. 그리고 여과해수로 채워진 50 l 사각 수조에 실험 어미 전부를 일시에 수용하고 수온을 서서히 상승시켜, 종에 따라 2~5시간 내에 사육수온보다 3~9°C 높게 유지하여 주었다.

방란·방정이 유도되면, 어미를 제거하고 30분 정도 수정이 완료될 때까지 방치한 후 100µm인 걸름망을 이용하여 방란·방정시 배출된 큰 입자를 제거하고 수정란은 20 µm 걸름망으로 수집하여 세란하였다.

세란이 완료된 알은 계수한 후 적당한 밀도로 나누어서 200 l FRP 사각 수조에 수용하였으며, 충격으로 인한 기형 발생을 배제하기 위하여 D형 유생으로 되어 부상할 때

까지 미량의 공기를 공급하였다. 알은 발생 단계별로 현미경하에서 관찰하였으며, 단계별 완료는 50%를 기준으로 하였다.

유생사육

정상적인 D상 유생으로 발생이 완료되었을 때 10개체/ml로 200 l FRP 사각 수조로 옮겨 사육하였다. 사육방법은 지수식으로 사육수는 2일 마다 전량 환수하였으며, 사육수는 3 µm cartridge 여과기로 여과한 후 1 µm filter bag으로 다시 여과한 후 자외선으로 처리하여 사용하였다. 유생의 안정을 위하여 차광망을 씌워 사육수조 상부의 조도가 10 lux 이하가 되도록 하였으며, 유생과 먹이생물의 균일한 분포와 산소의 보충을 위해 연속적으로 소량의 공기를 공급하였다.

먹이공급은 한국미세조류은행의 *Pavlova lutheri* (KMCC-H-4)와 *Isochrysis galbana* (KMCC-H-3)를 배양하여 D형 시기에는 2×10^4 cells/ml, 각정기 유생에는 5×10^4 cells/ml, 부착기 전후의 유생에는 10×10^4 cells/ml의 밀도로 매일 2회 공급하였다.

유생의 성장과 발달과정은 매일 측정하였고, 성장은 현미경의 micrometer로 각장과 각고를 0.1 µm까지 30개체씩 측정하였다. 유생은 안점 또는 발의 발달이 관찰되는 초기 부착기 유생까지 사육하였다.

부유유생 발달 비교

각각의 종에 대한 외부 형태비교는 Chanley and Andrews (1971)의 방법에 따라(Fig. 1) 각 부위별 형태를 인화된 화상을 이용하여 실시하였고, 성장에 따른 각장과 각고의 상대성장을 조사하여 비교하였다.

결 과

유생의 발생

4종류 조개 수정란의 발생과정을 관찰한 결과는 Table

Table 1. Temperature and shellfish size suitable for successful induction of spawning in four species of bivalves

Species	No. of individual	Shell size (mm)		Total weight (g)	Spawning temperature (°C)	
		Length	Height		Initial	Final
<i>M. edulis</i>	50	35.1±3.74	66.0± 2.77	30.1± 6.67	15.5	18.0
<i>M. coruscus</i>	30	49.7±5.19	97.7± 8.32	92.5±18.91	16.0	21.0
<i>C. gigas</i>	50	35.0±5.85	50.1±12.01	24.3±12.43	20.0	24.5
<i>P. fucata martensii</i>	11	75.0±5.50	73.9± 6.41	52.6± 6.83	21.0	30.5

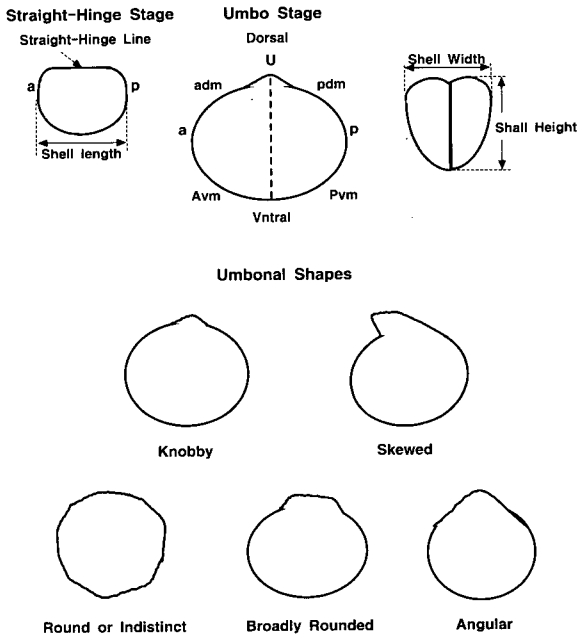


Fig. 1. Terminology used to describe shellfish larvae (a: anterior, adm: anterior dorsal margin, avm: anterior ventral margin, p: posterior, pdm: posterior dorsal margin, pvm: posterior ventral margin, u; umbo).

2와 같다. 수온 15.5°C에 수용했던 진주담치는 1시간 간출 시킨 후 수온을 서서히 상승시켜 수온이 18°C에 도달하였을 때 방란·방정이 일어났다. 수정란을 수온 16.5°C의 여과해수에 수용하여 발생과정을 관찰한 결과, 산란 직후 알의 모양은 달걀 모양이나, 수정되면 곧 수정막이 형성되고 알은 원형으로 되었다. 이때 알의 크기는 65.1±3.7

μm였다. 성숙분열을 시작하여 산란 후 1시간 정도가 되면 제 1극체가 방출되고, 2시간 정도가 지나면 제 2극체가 방출되어 성숙분열이 완료되었다. 수정 후 9시간 40분 정도에 상실배로 되고, 11시간 35분 정도 되면 표면에 섬모를 가진 포배기로 되어 서서히 회전운동을 하게되고, 산란 후 20시간 정도 되면 섬모환이 생겨 답륜자 유생으로 되어 자유 유영하였다. 답륜자 유생은 계속해서 발달하여 면반이 발달하며 패각도 만들어져 수정 후 약 48시간만에 D형 유생으로 되었다.

수온 16°C에 수용했던 참담치는 1시간 간출 시킨 후 서서히 온도를 상승시켜 수온 21.0°C에서 방란·방정이 일어났다. 수정란을 수온 17°C에 수용하여 발생과정을 관찰한 결과 산란 직후의 난의 모양은 진주담치와 비슷한 달걀 모양을 하였으며, 수정이 일어나 수정막이 형성되어 원형으로 되었을 때 크기는 70.3±1.8 μm였다. 산란 후 40분이 경과하면 제 1극체가 방출되고 1시간 30분이 지나면 제 2극체가 방출되어 성숙분열이 완료되었다. 산란 후 2시간 정도에서 제 1난황을 하여 2세포기가 되고, 수정 후 6시간 30분만에 32세포기가 되었다. 그리고 9시간 30분 정도에 상실배로 되고, 12시간 30분 정도 되면 표면에 섬모를 가진 포배기로 되어 서서히 회전운동을 하였다. 산란 후 19시간 만에 섬모환이 생겨 답륜자 유생으로 되어 자유 유영을 하였다. D형 유생으로 발달하는데는 약 46시간 정도 소요되었다

참굴은 1시간 간출시킨 후 어미 수용 온도와 같은 수온인 20°C에 수용한 후 서서히 온도를 상승시켰을 때 수온

Table 2. Development duration from fertilized egg to D-shaped larva of four shellfishes

Stage	Elapsed time (hour)			
	<i>M. edulis</i>	<i>M. coruscus</i>	<i>C. gigas</i>	<i>P. fucata martensii</i>
I st. polar body	1 : 00	0 : 40	0 : 30	0 : 25
II nd. polar body	2 : 00	1 : 30	1 : 00	0 : 45
2 cells	2 : 10	2 : 00	1 : 10	1 : 00
4 cells	2 : 50	2 : 40	2 : 00	1 : 45
8 cells	4 : 10	3 : 50	2 : 45	2 : 10
16 cells	5 : 20	4 : 55	3 : 20	2 : 40
32 cells	6 : 50	6 : 30	3 : 45	3 : 05
Morula	9 : 40	9 : 30	4 : 20	4 : 05
Blastula	11 : 35	12 : 30	5 : 00	5 : 00
Gastrula	14 : 40	15 : 40	7 : 00	7 : 40
Trochophore	20 : 00	19 : 00	10 : 00	9 : 30
D-shaped larva	47 : 55	45 : 55	23 : 55	22 : 00
Temperature (°C)	16.5±1.0	17.0±1.0	21.0±1.0	26.0±1.0

24.5℃에서 방란·방정이 일어났다. 세란 후 수온 21℃에 수용하여 발생과정을 관찰한 결과 산란 직후 난의 모양은 족자 꼴을 취하지만 수정이 완료되면, 난은 원형에 가까웠다. 이 때의 난의 크기는 $55.3 \pm 2.8 \mu\text{m}$ 였고, 성숙분열 시작 1시간이 지나면 제 2 극체를 방출하고 성숙분열이 완료되어진다. 수정이 완료되면 난은 분열을 시작하여 산란 후 1시간 10분 만에 제 1차 난할을 하여 2포기로 되고 산란 후 3시간 45분 만에 32 세포기로 되었다. 산란 후 4시간 20분 만에 상실배, 10시간 만에 담륜자 유생, 23시간 55분 만에 패각이 완전히 형성된 초기 D형 유생으로 되었다.

진주조개는 1시간 간출 후 21.0℃의 어미 사육 수온에서 서서히 수온을 상승시킨 결과 29℃에 도달하자 패각의 개폐 운동이 일어나면서 수온이 30.5℃에 도달하였을 때 최초로 방란·방정이 일어났다. 수온 26℃에서 발생과정을 관찰한 결과 수정 후 45분 만에 제 2 극체가 형성되어 성숙분열을 마치고, 1시간이 경과하면 2세포기로 되었다. 산란 후 3시간 5분 만에 32 세포기, 5시간 만에 포배기, 9시간 반 만에 담륜자 유생, 22시간 만에 초기 D형 유생으로 발달하였다.

유생의 성장과 발달

4종 유생의 D상부부터 부착기까지의 성장과정은 Fig. 2와 같다. 진주담치, 홍합, 참굴 및 진주조개의 초기 D형 유생의 평균 각장은 각각 $102.3 \mu\text{m}$, $103.9 \mu\text{m}$, $72.9 \mu\text{m}$, $75.4 \mu\text{m}$ 이었으며 평균 각고는 각각 $62.4 \mu\text{m}$, $78.1 \mu\text{m}$, $73.4 \mu\text{m}$, $61.1 \mu\text{m}$ 였다.

진주담치와 홍합의 초기 D형 유생 형태는 각정기선이 각장의 길이와 비슷하며 각장이 각고에 비해 현저히 크고, 전·후 대칭인 직사각형의 형태였다. 초기 상태의 유생에서는 내부 장기의 형태는 뚜렷하게 관찰이 되지 않았고, 전체적인 유생의 색깔은 옅은 노란색을 띠었다. 굴과 진주조개는 각장과 각고의 길이가 비슷하고, 전체적인 외형의 형태는 정사각형에 가까웠다.

유생의 발달정도에 따라 D형, umbo 및 pediveliger의 3가지 유형으로 구분한 각장의 크기와 경과 일수를 Table 3, 4에 나타내었다. 각각의 사육 수온조건에서 후기 D형으로 발달하는데 까지 진주담치는 10일, 홍합은 17일, 참굴은 9일 및 진주조개는 13일이 소요되었고, 이 시기의 평균 각장의 크기는 각각 $126.0 \mu\text{m}$, $151.8 \mu\text{m}$, $102.0 \mu\text{m}$, $91.5 \mu\text{m}$ 였다. 초기 각정기에서 후기 각정기 유생으로 성장하는데는 산란 후 각각 19일, 26일, 21일 및 20일이 걸렸다.

또 이들 4 종류의 각정기 유생의 평균 각장의 크기는 각각 $182.1 \mu\text{m}$, $217.8 \mu\text{m}$, $192.4 \mu\text{m}$, $158.5 \mu\text{m}$ 였다.

진주담치와 홍합의 각정기 유생의 형태는 비슷하였고, 진주담치는 각장 $170 \mu\text{m}$, 홍합은 각장 $190 \mu\text{m}$ 전후로 각정의 돌출이 현저하였다. 각정의 돌출과 함께 등변경사의 길이는 후변경사보다 전변경사가 길어지면서 전·후 대칭의 구도가 변화하게 된다. 이러한 현상은 유생이 부착기로 성장함에 따라 점점 뚜렷해지고, 복변의 경사가 완만한 타원형을 이루었다.

참굴의 각정기 유생의 특징은 각장 $90 \mu\text{m}$ 쯤에서 각정의 돌출이 관찰되고, $110 \mu\text{m}$ 에서 현저하게 나타난다. 이 때 까지는 각장이 각고 보다 대체적으로 크고, 각정의 회전은 크게 관찰되지 않지만, 이 크기 이 후부터는 각고가 각장 보다 크고, 각정이 뒤쪽으로 휘게 되고, 등변경사의 길이가 후변경사보다 전변경사가 길어지면서 전·후의 대칭 구도가 변화하게 된다. 이러한 현상은 성장함에 따라 점점 현저해 지고, 복변의 전·후변 경사가 커지면서 원형에 가깝게 되었다.

진주조개의 각정기 유생의 특징은 각장 $90 \mu\text{m}$ 전후로 각정의 돌출이 나타나고, $125 \mu\text{m}$ 전후로 각정의 돌출이 현저해 진다. 굴과 같은 각정의 회전현상은 크게 관찰되지 않았고 등변의 중앙부위에서 발달하고 돌출이 뚜렷하였다. 그리고 등변의 경사가 비슷한 전·후 대칭을 이루며 전체적인 패각의 색깔은 담황색이고 각정부위는 검은 색소가 침착하여 검은색으로 보였다.

부착기의 특징을 나타내는 안점의 출현과 발의 발달이 관찰되는 pediveliger 시기는 진주담치, 홍합, 참굴, 진주조개 각각 산란 후 20일, 27일, 22일, 21일 이었고, 평균 각장의 크기는 각각 $194.1 \mu\text{m}$, $233.6 \mu\text{m}$, $274.9 \mu\text{m}$, $190.9 \mu\text{m}$ 였다. 각각의 종을 초기 D형 유생기로부터 부착기까지 사육하는 동안에 측정된 각장(L)에 대한 각고(H)의 상대성장은 4종 모두 각장이 성장함에 따라 각고도 비례적으로 성장하였다(Fig. 3).

한편 각장에 따른 각고/각장의 비(H/L)를 보면 진주담치: $H/L = 0.002L + 0.5334$ ($R^2 = 0.957$), 홍합: $H/L = 0.001L + 0.603$ ($R^2 = 0.944$), 참굴: $H/L = 0.001L + 0.871$ ($R^2 = 0.550$) 및 진주조개: $H/L = 0.001L + 0.791$ ($R^2 = 0.700$)로 나타나 참굴은 각장 $110 \mu\text{m}$ 전후로 각고가 각장에 비해 커지며, 진주담치, 홍합 및 진주조개는 초기 D형에서 부착기 이전까지는 각장이 각고에 비해 크를 알 수 있다. 그러나 부착 이후 초기 치패부터는 4종 모두 각고가 각장

4종 조개류 유생의 발생과 성장
































Shell length(μm)	Species			
	<i>M. edulis</i>	<i>M. coruscus</i>	<i>C. gigas</i>	<i>P. fucata martensii</i>
70.0				
80.0				
90.0				
100.0				
110.0				
120.0				
130.0				
140.0				
150.0				
160.0				

Fig. 2. External morphology of the larvae of four shellfish species.








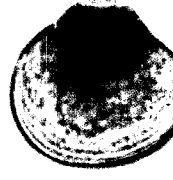



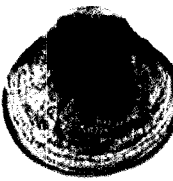

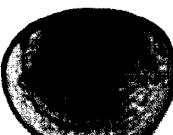
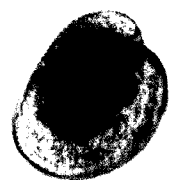
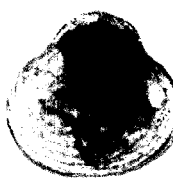


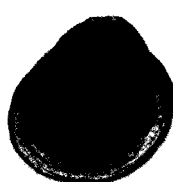








Shell length(μm)	Species			
	<i>M. edulis</i>	<i>M. coruscus</i>	<i>C. gigas</i>	<i>P. fucata martensii</i>
170.0				
180.0				
190.0				
200.0				
210.0				
220.0				
230.0				

Fig. 2. Continued.





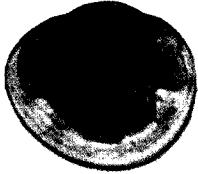

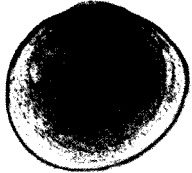
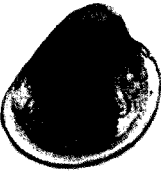


Shell length(μm)	Species		
	<i>M. edulis</i>	<i>M. coruscus</i>	<i>C. gigas</i>
240.0			
250.0			
260.0			
270.0			
280.0			

Fig. 2. Continued.

에 비해 성장이 빨랐다.

고 찰

조개류의 수정란을 얻기 위해서 성숙한 어미를 확보하는 방법은 산란기에 천연의 성숙 개체를 채집하는 방법과 실내에서 사육하여 인위적으로 성숙시킨 개체를 이용하는 방법이 있으며, 주로 양자를 병행하는 방법이 널리 이용되고 있다. 특히 여기서 중요시되는 것은 어미의 성숙 정도인데, 조개류의 성숙은 먹이 (Toba, 1990; His and

Seaman, 1992), 광주기(Webber and Giese, 1969), 사육 환경(Lannan, 1980)등과 같은 여러 가지 요인에 의해서 이루어지지만 주로 온도의 영향을 많이 받는다고 하였다 (Loosanoff and Davis, 1963). 본 연구에서도 굴과 진주조개의 인위적인 성숙을 위하여 약 1개월간 수온 21℃에서 사육한 결과 성숙란을 얻는 데 어려움이 없었다.

조개류의 수정은 굴에서와 같이 난핵포(germinal vesicle)의 유무에 관계없이 수정이 용이한 종류도 있으나 일반적으로 자연산란이든 인공자극에 의한 것이든 거의 대부분이 난 핵포가 소실된 후에 정상적인 발생이 이루어지

Table 3. Shell length of larvae at three developmental stages of four shellfishes

Species	Length (μm)			
	Fertilized egg	D-shaped	Umboral	Pediveliger
<i>M. edulis</i>	65.1 \pm 3.7	126.0 \pm 16.3	182.1 \pm 23.4	194.1 \pm 20.7
<i>M. coruscus</i>	70.3 \pm 1.8	151.8 \pm 27.2	217.8 \pm 14.4	233.6 \pm 13.8
<i>C. gigas</i>	55.3 \pm 2.8	102.0 \pm 18.5	192.4 \pm 45.8	274.9 \pm 16.1
<i>P. fucata martensii</i>	45.3 \pm 3.8	91.5 \pm 14.0	158.5 \pm 21.3	190.9 \pm 9.6

Table 4. Duration required by the larva from D-shaped to pediveliger stage

Species	Elapsed day				Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
	Post D-shaped	Early umboral	Post umboral	Pediveliger	
<i>M. edulis</i>	10	11	19	20	16.5 \pm 2
<i>M. coruscus</i>	17	18	26	27	17.0 \pm 2
<i>C. gigas</i>	9	10	21	22	21.0 \pm 1
<i>P. fucata martensii</i>	13	14	20	21	26.0 \pm 1

는 것으로 알려져 있다(Loosanoff and Davis, 1963). 인위적으로 적출한 알은 대부분이 난핵포를 가지므로 거의 수정이 이루어지지 않는다(Sagare, 1985)고 하였다. 본 실험

의 경우에도 인위적인 생식소의 적출에 의한 난의 수정은 유도할 수 없었으며, 산란 유발의 경우에도 그 성숙도가 완숙란이 아닐 경우에는 방란·방정의 유도 효과가 좋지 못하였다.

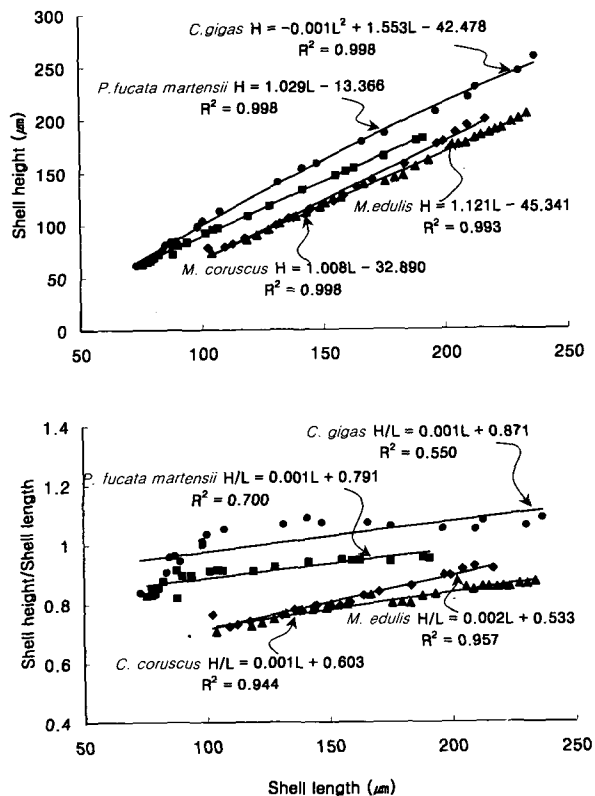


Fig. 3. Regression between shell length and shell height (top) and between shell length and shell height per unit of shell length (bottom) of the larvae of four shellfishes.

담치류, 특히 진주담치는 유생의 동정(Chanley and Andrew, 1971), 번식생태(劉·梶原, 1983), 초기 유생의 발달과 성장(柳, 1969; Tanaka, 1979; Sakai and Sekiguchi, 1992) 등 비교적 많은 연구가 수행되었다. Tanaka (1979)와 Sakai and Sekiguchi (1992)는 진주담치의 부착기 유생의 크기는 각각 각각 307 μm , 340 μm 라고 하였다. 그러나 본 연구에서는 194 μm 에서 부착기 유생의 특징인 안점이 출현되어 이들의 연구와는 차이를 보였고, 패각의 형태는 후복변의 길이가 길게 신장되어 있는데 이와 같은 특징은 이 종을 구별하는 중요한 특징으로 판단되었다.

홍합의 경우, 유 (1969)는 부착기 유생까지 성장하는 데 소요 일수와 각장의 크기는 24~26일, 281.4~310.9 μm 라고 하였는데, 본 연구에서는 수정 후 27일, 평균 각장 233.6 μm 의 유생에서 초기 부착기 유생의 특징인 안점이 출현하였고, 발의 발달이 현저하게 관찰되었다. 이와 같은 결과의 차이점은 유생의 사육 조건과 먹이생물의 차이에서 발생한 결과라고 생각된다. 한편, 부착기 유생의 전체적인 모양은 후복변의 길이가 신장되어 있는 점은 진주담치와 비슷하였다. 홍합 초기 부착기 유생의 특징인 안점의 출현시기와 크기는 진주담치에 비하여 동일 조건에서 7일 정도 늦고, 평균 각장은 약 40 μm 크게 나타났다.

참굴의 경우 유생사육 및 식별 (Miyazaki, 1962; Tan-

aka, 1980b; Hu et al., 1993), 실내유생사육(Loosanoff and Davis, 1963; 민 등, 1995) 등 인공종묘생산에 관한 연구가 많이 수행되었다. 참굴 유생은 각장 110 μm 에서 이미 각정의 돌출 형태가 뚜렷하고, 이 때부터 각장이 각고에 비하여 커지므로 패각의 모양이 다른 실험 조개류의 형태와 확연히 차이가 있었다.

진주조개의 발생 및 유생사육에 관한 연구는 유생의 발생과 형태(Tanaka, 1980a; Fujimura et al., 1995) 등의 연구가 있고, 특히 일본에서 모패사육, 발생, 유생사육 등 많은 연구가 수행되었다(Kobayashi and Yuki, 1952). Tanaka (1980a)는 진주조개 부착기 유생의 각장의 크기는 230~255 μm 라고 하였으나, 본 연구에서는 190.9 μm 로 어느 정도 차이를 보였다. 그러나 전체적인 패각의 형태변화는 비슷한 결과를 보였다.

본 연구는 이들 4종의 천연종묘 생산시 부유유생의 구별을 용이하게끔 외부형태를 동일 각장 대 별로 나누어 비교하였고, 초기 유생의 발달과 성장을 비교하였다. 그러나 이와 같은 유생의 성장은 사육수온, 먹이, 유생 사육밀도(Loosanoff and Davis, 1963; Kennedy et al., 1974; Beaumont and Budd, 1982) 등에 따라 다르며, 또 알의 영양학적 특성(Gallager et al., 1986)에 따라 다를 수 있다. 따라서 본 연구에서 조사한 4 종류 유생의 구체적인 성장 특성은 사육 환경요인 및 난질 등과 관련하여 비교 분석할 필요가 있다.

요 약

진주담치(*Mytilus edulis*), 홍합(*Mytilus coruscus*), 참굴(*Crassostrea gigas*) 및 진주조개(*Pinctata fucata martensii*)를 인위적인 방란 방정을 유도하여 이들의 수정란과 부유유생을 사육하여 난 발생, 유생의 성장 및 형태를 비교한 결과는 다음과 같다.

수정란의 크기는 진주담치와 홍합이 각각 65.1 μm , 70.3 μm 로 비슷한 크기를 보였고, 참굴과 진주조개는 각각 52.3 μm , 45.3 μm 로 비슷한 크기를 보였다. 수정란에서 D형 유생으로 되는 데 소요되는 시간은 진주담치와 참담치는 자연수온(17.0 \pm 1 $^{\circ}\text{C}$)에서 각각 47시간55분, 45시간 55분이 소요되었고, 참굴과 진주조개는 수온 21.0 $^{\circ}\text{C}$ 와 26.0 $^{\circ}\text{C}$ 에서 각각 23시간 55분과 22시간이 소요되었다. 진주담치, 홍합, 참굴, 진주조개가 초기 D형 유생에서 부착기 유생으로 성장하는 데는 각각의 수온에서 각각 20일, 27일, 22일,

및 21일이 소요되었고 이때의 평균 각장의 크기는 각각 194.1 μm , 233.6 μm , 274.9 μm , 190.9 μm 였다.

초기 D형 유생에서 초기 부착기 유생까지 각장(L)과 각고(H)의 상관관계는 높으며, 각장에 따른 각고/각장의 비율(H/L)은 진주담치: H/L = 0.002L + 0.5334 ($R^2 = 0.957$), 홍합: H/L = 0.001L + 0.603 ($R^2 = 0.944$), 참굴: H/L = 0.001L + 0.871 ($R^2 = 0.550$) 및 진주조개: H/L = 0.001L + 0.791 ($R^2 = 0.700$)로 나타났다.

참 고 문 헌

- Beaumont, A. R. and M. D. Budd, 1982. Delayed growth of mussel (*Mytilus edulis*) and scallop (*Pecten maximus*) veligers at low temperatures. *Mar. Biol.*, 71 : 97-100.
- Chanley, P. and J. D. Andrews, 1971. Aids for identification of bivalve larvae of Virginia. *Malacologia*, 11 : 45-119.
- Fujimura, T., K. Wada and T. Iwaki, 1995. Development and morphology of the pearl oyster larvae, *Pinctada fucata*. *Venus*, 54 : 25-48.
- Gallager, S. M., R. Mann and G. C. Sasaki, 1986. Lipid as an index of growth and viability in three species of bivalve larvae. *Aquaculture*, 56 : 81-103.
- His, E., and M. N. L. Seaman, 1992. Effects of temporary starvation on the survival and on subsequent feeding and growth of oyster (*Crassostrea gigas*) larvae. *Mar. Biol.*, 114 : 277-279.
- Hu, Y. P., C. Fuller, M. Castagna, R. C. Vrijenhoek and R. A. Luts, 1993. Shell morphology and identification of early life history stages of congeneric species of *Crassostrea* and *Ostrea*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 73 : 471-496.
- Kennedy, V. S., W. H. Roosenberg, M. Castagna and J. A. Mihursky, 1974. *Mercenaria mercenaria* (Mollusca: bivalvia): Temperature-time relationships for survival of embryos and larvae. *Fish. Bull.*, 72 : 1160-1166.
- Kobayashi, S., and R. Yuki, 1952. Artificial breeding of pearl oyster, *Pinctata martensii* in tanks. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 17 : 65-72.
- Lannan, J. E., 1980. Broodstock management of *Crassostrea gigas*. I. Genetic and environmental variation in survival in the larval rearing system. *Aquaculture*, 21 : 323-336.
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of bivalve mollusks. In *Advances in Marine Biology*, Vol. 1. Academic Press, New York. : 1-136.

- Miyazaki, I., 1962. On the identification of lamellibranch larvae. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 28 : 955-968.
- Sagare, J. 1985. Artificial discharge of reproductive elements of certain bivalves caused by injection with NH₄OH. Jap. Soc. Sci. Fish, 23 : 505-510.
- Sakai, A and H. Sekiguchi, 1992. Identification of planktonic late-stage larval and settled bivalves in a tidal flat. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr., 56 : 410-425.
- Tanaka, Y., 1979. Identification of bivalve larvae-2. Kaiyo-To-Seibutsu (Aquabiology), 1 : 43-50.
- Tanaka, Y., 1980a. Identification of bivalve larvae-5. Kaiyo-To-Seibutsu (Aquabiology), 2 : 42-46.
- Tanaka Y., 1980b. Identification of bivalve larvae-8. Kaiyo-To-Seibutsu (Aquabiology), 2 : 289-291.
- Toba, M., 1990. Gonadal development and spawning induction in artificially conditioned manila clams *Ruditapes philippinarum*. Nippon Suisan Gakkaishi, 87 : 1269-1275.
- Yoo, S. K. and H. Y. Ryu, 1985. Occurrence and survival rate of the larvae of Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in Hansan Bay. Bull. Korea Fish. Soc., 18 : 471-476.
- Webber, H. H. and A. C. Giese, 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone, *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda : Prosobranchiata). Mar. Biol., 4 : 152-159.
- 민광식 · 장영진 · 박두원 · 정춘구 · 김대희 · 김경희, 1995. 참굴, *Crassostrea gigas*의 인공종묘생산을 위한 유생 사육 조건에 관한 연구. 수진연구보고, 49 : 91-111.
- 박구병, 1966. 한국수산업사. 태화출판사, 부산. 389.
- 배경만 · 배평암, 1971. 참굴채묘에 관하여(II). 수진원연구보고, 8 : 45-53.
- 배종태, 1985. 한산만에서 진주조개(*Pinctada fucata*) 부유 유생 출현시기와 생존율. 부산수산대학교대학원 석사학위논문, 25pp.
- 유성규, 1969. 담치의 사육조건과 성장. 한국수산학회지, 4 : 1-13.
- 유성규 · 임현식 · 장영진, 1990. 진해만에서 진주담치 *Mytilus edulis*의 부유유생의 출현, 부착 및 초기성장에 관한 연구. 한국패류학회지, 6 : 1-10.
- 劉明淑 · 梶原武 1983. ムラサキイガイの繁殖生態. 附着生物研究, 4 : 11-21.
- 이정열 · 류동기, 1995. 서해연안의 양식장 환경조사 5. 군산 연안 양식장의 저질환경. 한국양식학회지, 8 : 85-98.