

## 해가라비, *Amusium japonicum japonicum* (GMELIN) 종묘생산에 관한 연구

손팔원 · 하동수\* · 노섭\*\* · 장대수\* · 이창훈\* · 김대권\*

국립수산진흥원 남해수산연구소 통영분소

\*국립수산진흥원 남해수산연구소 제주분소

\*\*제주대학교 해양과학대학

## Studies on Spat Production of the Sun and Moon Scallop, *Amusium japonicum japonicum* (GMELIN)

Pal-won Son, Dong-soo Ha\*, Sum Rho\*\*, Dae-soo Chang\*,  
Chang-hoon Lee\* and Dae-kweon Kim\*

Tongyoung Laboratory, South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Tongyoung 650-940, Korea

\*Cheju Laboratory, South Sea Fisheries research Institute, NFRDI, Chejudo 690-192, Korea

\*\*Marine Research Institute, Cheju National University, Chejudo 695-810, Korea

This study has been conducted to develop the techniques for spat production of the sun and moon scallop from January 1995 to December 1996. With the adult scallops collected from the Sogwipo area, spawning induction and larvae rearing were attempted several times and monthly changes of GSI were also monitored during the experimental period. The results obtained were as follows.

1. GSI started to increase from June and showed the maximum value of 22.17 and 14.98 in female and male respectively in November, and then gradually decreased from December.
2. Spawning induction by heating method turned out to be the most efficient way showing the responding rate of 64.8~91.5%. The responding temperature was 21.4~26.4°C which was 3.1~8.5°C increased from the rearing temperature of 16.3~18.3°C. An average number of eggs spawned was  $9.2 \times 10^5$ .
3. The average size of eggs after fertilization was about 72  $\mu\text{m}$  in diameter. The first polar body discharge, blastula formation, and trochopore larvae appearance occurred 30 minutes, 18 hours, and 22 hours after fertilization respectively.
- 4 Settling rates in various collectors were similar one another, whereas pouring larvae in the mesh was the most efficient way for larval settling.
5. The spats grew to be 1 mm in their shell length for the first 50 days after fertilization and 9.6 mm in 135 days.
6. Correlation between shell length (SL) of the spat and the number of days (X) after spat settlement could be expressed as  $SL = 257.75e^{0.0272X}$  ( $r = 0.9100$ ).

Key words : Spat production, Sun and moon scallop, *Amusium japonicum japonicum*

### 서 론

우리나라의 제주도 특산물종인 해가라비, *Amu-*

*sium japonicum japonicum*는 제주도 연안, 일본 중부이남 및 중국연안의 수심 20~40 m의 사니질 해역에 분포하는 종으로 최대각장 13 cm까지 성

장하는 대형종으로 패각이 아름답고, 패각근의 수율이 높으면서도 육질의 맛이 단백하여 양식기술이 개발될 경우 산업적으로 가치가 클 것으로 기대된다. 세계적으로 *Amusium*속 가리비의 연구보고는 호주에 서식하는 *Amusium balloti*에 대한 Dredge (1981)의 번식생물학적 연구, Heald and Caputi (1981)의 성장·가입·번식연구, Joll (1988)의 일간성장 운문연구, Rose et al. (1988)의 종묘생산연구, Cropp (1993)의 유생발생연구 등이 있고 태국과 필리핀 등 열대수역에 주로 서식하는 *Amusium pleuronectes*에 대한 연구는 Morton (1980)의 유영에 관한 연구, Beldam and del Norte (1988)의 산란유발과 유생사육 연구 등이 있다. 그러나 해가리비에 관한 연구는 하(1994)의 생식생태, 손 등(1996)의 연령과 성장에 관한 보고가 있을 뿐이다.

제주도의 해가리비는 어업대상이 될 정도로 자원량이 충분하지 못하여 최근까지 산업적으로 이용하기가 어려운 실정에 있다. 따라서 특정수역에서 산업적 가치가 높은 새로운 양식품종의 개발은 중요한 의미를 가지며 새로운 양식품종으로 개발하기 위해서는 종묘생산 기술개발이 선행되어야 한다.

이 연구는 해가리비의 종묘생산기술개발을 목적으로 모패의 생식소숙도, 산란유발자극방법, 알의 발생 및 부화유생의 사육, 부착이후의 자패와 치패의 성장 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 생식소 중량지수(GSI : gonadosomatic index)

해가리비의 성숙도를 조사하기 위하여 1995년 1월부터 1996년 12월까지 매월 1회 형망을 사용하여 제주도 서귀포시 법환과 강정어장에서 해가리비를 채집하였다(Fig. 1). 각고가 10cm 이상 되는 382개체를 대상으로 연체부 및 생식소를 절취한 후, 생식소를 전자저울로 0.01 g까지 측정하였다. 생식소 중량지수는 아래와 같은 방법으로 산출하였다.

생식소중량지수(gonadosomatic index, GSI)

$$= \text{생식소 습중량} / \text{연체부 습중량} \times 100$$

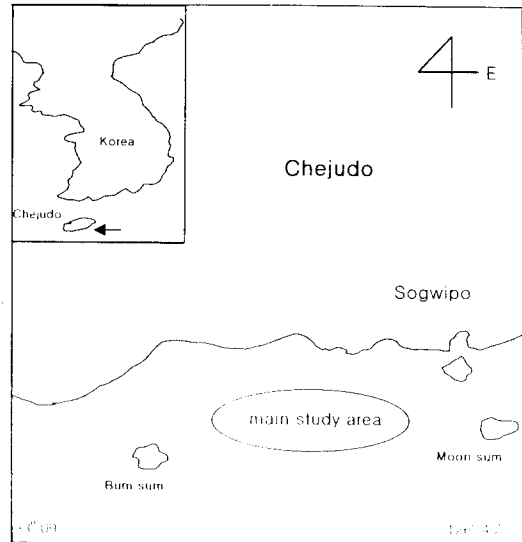


Fig. 1. Map of Sogwipo coastal area where *Amusium japonicum japonicum* were caught and experimented.

### 2. 산란유발

산란유발에 사용한 모패는 서귀포 연안에서 형망으로 채취한 각장 98.5~125.2 mm, 체중 68.0~175.3 g되는 것으로 1995년에 암컷 139마리, 수컷 61마리, 1996년에 암컷 53마리, 수컷 10마리를 각각 사용하였다. 실험실로 운반한 모패는 바닥에 20 cm 정도 모래를 깔은 원형 FRP수조(100×53 cm)에 수용하고 여과해수를 20~30 l/min되게 유수사육하였다. 먹이는 하루 2차례 *Isochrysis galbana* 와 *Pavlova lutheri*를 50,000 cells/ml씩 공급하였다. 모패를 1주일 정도 안정시킨 후 생식소 성숙상태가 좋은 것만을 육안적으로 확인하여 산란유발에 사용하였다. 산란자극 방법으로는 그늘에서 20분 간출시키는 방법, 30분간 자외선 자연해수 유수방법, 정자현탁액 이용법 및 자연광과 전기히터에 의하여 수온을 1℃씩 상승하는 방법을 단독 또는 병행하여 실시하였다. 산란에 사용한 수조는 아크릴 사각수조(50×35×

25 cm)로서 각 수조에 암수 5~10마리씩 별도로 수용하였다.

### 3. 발생 및 유생사육

산란이 완료된 모패는 별도 수조에 수용하였고, 산란수조에 방관방정된 난과 정자는 수온이  $20 \pm 1$  °C에서 습식법으로 수정시켰다. 수정된 알은 50  $\mu\text{m}$ 의 Muller gauze로 만든 망으로 2~3회 세란한 다음 20  $\ell$  플라스틱용기에 분산하여, 수온 20°C로 유지한 FRP 3톤원형수조의 수면에 띄워 부화시켰다. 부화된 trochophore 유생은 표층에 부상한 유생만을 골라 수조에 수용하였다. 1995년 11월 2일부터 22일까지는 자연해수(13.7~18.4 °C)를 여과하여 사육하였으며, 1995년 11월 27일 및 1996년 11월 6일에는 전자식 자동온도조절기를 이용하여 20 °C로 가온한 해수를 사용하였다. D상 유생으로 변태한 2일째부터는 aeration을 약하게 하면서 배양한 미세조류를 초기에는 10,000 cells/ml, 성장함에 따라 60,000 cells/ml 까지 단계적으로 늘려 하루에 2회 공급하였다. 사육수는 3  $\mu\text{m}$ 의 cartridge filter로 여과한 후 다시 1  $\mu\text{m}$ 로 여과하여 가온한 수온 20°C의 해수로 매일 1/3씩 환수하였다. 바닥에 쌓이는 규조류 및 찌꺼기를 제거하기 위하여 5~7일마다 새로운 수조로 교환하였다.

조도는 50 lux 이하로 조절하였으며, 유생의 성장은 유생 10마리를 무작위로 추출하여 광학현미경하에서 micrometer로 각장과 각고를 측정, 평균치로 나타내었다.

### 4. 채묘 및 치패사육

3톤크기의 FRP사육수조내에서 부착한 유생용 채묘기의 형태와 재질에 따른 채묘효과를 비교하기 위하여 3가지 형태의 채묘기를 사용하였다. 즉, 전복 채묘용 염화비닐과판(30×40 cm), 망목 1 mm의 양과망(30×50 cm)에 폴리에틸렌모노필라멘트 200 g을 넣은 채묘기, 그리고 망목 0.5 mm 합성섬유망(30×50 cm)에 폴리에틸렌모노필라멘트 200 g을 넣은 채묘기를 제작하여 부착기

유생의 부착율을 비교하였다. 부착기 유생의 사육 수조내에서 부착기의 설치방법에 따른 부유자패의 부착율을 비교하기 위하여 염화비닐 과판을 수평과 수직방향으로 설치하였다. 그물망은 수조에 수하식으로 설치하는 방법 및 부착기 유생을 사육수조에서 그물망에 직접 주입시켜 채묘하는 2가지 방법을 사용하였다. 부착 이후 치패는 수온 20°C로 유지한 FRP 3톤 원형수조의 수면에 사각 플라스틱 바구니(25×35×6 cm)가 완전히 잠길수 있도록 설치한 후에 각각 3 mm내의 치패를 500 마리씩 각기 수용한 후 aeration하였다.

먹이공급은 부화 후 31일부터 60일까지는 3종을 혼합하여 150,000 cells/ml, 60일 이후는 200,000 cells/ml이 유지되도록 공급하였다. 사육수는 부유유생 사육방법과 같은 방법으로 하였다. 치패 성장은 vernier caliper로 0.1 mm까지 측정하였고 먹이공급량과 사육수는 치패 사육방법과 같은 방법으로 하였다.

## 결 과

### 1. 생식소 중량지수(GSI)

해가리비의 월별 GSI의 변화를 보면 Fig. 2와 같다. 암수모두 2월부터 감소하기 시작하여 수컷은 6월에 2.45로 최저치를, 암컷은 5월에 3.44로 최저치를 나타냈다. 수컷은 7월 이후 GSI가 증가하기 시작하여 11월에 14.98의 최고치를 나타내다가 12월에는 8.31로 감소하였다. 암컷은 6월부터 증가하기 시작하여 8월에 10이상으로 되어 11월에 22.17의 최고치에 달한 후 12월에는 9.94로 감소하였고, 5월에 최저로 되었다.

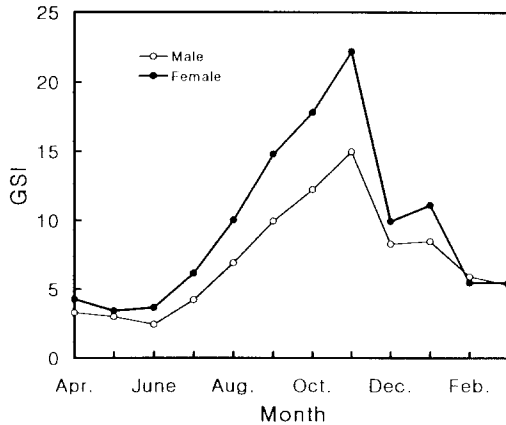
### 2. 산란유발

해가리비의 산란유발 결과는 Table 1과 같다. 자외선 조사해수 침지방법에서는 반응이 없었으며 가온자극법은 64.8~91.5%의 유발율을 나타냈다. 가온자극과 간출자극을 병행한 방법은 52.4%, 가온자극과 자외선자극방법을 병행한 방법은 56.3%로서 가온자극법에 비하여 낮게 나타났다. 가온

**Table 1. Results of induced spawning in *Amusium japonicum japonicum***

Date	Number of the adults			Methods of stimulation	Number of the spawning shells			Responded rate			Number of eggs ( $\times 10^6$ )
	♀	♂	Total		♀	♂	Total	♀	♂	Mean	
Nov. 2, 1995	21	15	36	A	12	14	26	57.1	93.3	75.2	9.9
Nov. 11, 1995	25	13	38	E + A	7	10	17	28.0	76.9	52.4	4.8
Nov. 16, 1995	52	15	67	UV + A	17	12	29	32.7	80.0	56.3	18.9
Nov. 22, 1995	13	12	25	UV	0	0	0	—	—	—	—
Nov. 27, 1995	40	18	59	A	19	15	34	46.3	83.3	64.8	19.9
Nov. 6, 1996	53	10	63	A	44	10	54	83.0	100	91.5	39.9

A : artificial heating ; E : exposure in the air ; U : sea-water irradiated by ultraviolet.



**Fig. 2. Monthly variation of GSI in *Amusium japonicum japonicum*.**

자극인 경우 반응수온은 사육수온 16.3~18.3°C에서 3.1~8.5°C 상승시킨 21.4~24.8°C에서 산란 유발되었으며, 암수 평균반응률을 비교해 보면 수컷 86.7%로서 암컷 45.4%보다 현저하게 높았다. 산란한 가리비의 개체당 평균 산란량은  $9.2 \times 10^5$  이었다. 암컷과 수컷을 각기 수조에 넣은 후 방란·방정 행동을 주시한 결과 폐각의 개폐활동을 간헐적으로 하면서 배설물을 배출하다가 후이부와 후폐각근 사이의 오목한 부분을 통하여 초기에는 가는 연기모양으로 서서히 방란·방정이 일어나기 시작하여 점차 폐각을 힘차게 개폐하면서 3~5회에 걸쳐 물을 세차게 품어내며 많은 양의 알과 정자를 방출하였다. 대부분의 경우 수컷의 방정이 먼저 일어났으며, 이후 방란이 이루어졌다. 방정

된 정자는 하얗고, 방란된 알은 분홍색을 나타내었다. 알은 분리 침성란이었다. 27.2°C 정도의 높은 수온에서 강한 자극에 의하여 산란된 알은 점액 질에 싸여 방출되었고 대부분 미숙상태였다.

### 3. 발생 및 유생사육

수온 20°C내외에서 수정란과 부화유생의 초기 발생은 유생 발생시간 및 과정은 Table 2 및 Fig 3, 4와 같다. 수정란의 크기는 약 72  $\mu\text{m}$ 였고(Fig. 3-A), 수정 후 10분경에 제1극체가 출현하였으며(Fig. 3-B) 이어서 제2극체가 출현하였다(Fig. 3-C). 수정 후 약 2시간이 지나면 2세포기(Fig. 3-D)로 되고, 5시간 후 4세포기(Fig. 3-E), 8시간 후 8세포기(Fig. 3-F)가 되었다. 수정 후 약 18시간이 경과하면서 미세한 움직임이 시작되면서 포배기에 이르고(Fig. 3-G), 22시간 후에는 섬모환의 회전운동과 더불어 상하운동 등 비교적 자유로운 유영활동을 하는 담륜자유생(trochophore larva)으로 부화하였다(Fig. 3-H).

수정 후 40시간이 경과하면서 유각이 형성되기 시작하였으며, 45시간 후 각장 128  $\mu\text{m}$ 의 D상유생(Fig. 4-A)으로 되었다. 수정후 7일째에는 D상의 직선부가 점차 짧아 지면서 각장 152  $\mu\text{m}$ (Fig. 4-B)로 성장하며, 각정형성이 시작되었고, 13일째에는 각장 208  $\mu\text{m}$ (Fig. 4-C)의 크기로 성장하면서 각정부가 더욱 뚜렷하게 관찰되었다.

수정 후 17일째에는 각정부가 돌출하면서, 뚜렷한 주연각이 형성되며 각장 크기는 232  $\mu\text{m}$ (Fig. 4-D)였고, 이때는 기질에 부착하는 개체가

Table 2. Early development of *Amusium japonicum japonicum* at 20°C

Stages	Elapsed time after fertilization	Size
Fertilized egg	0	72 $\mu$ m
The first polar body	10 minutes	
2 cells	2 hours	
4 cells	5 hours	
8 cells	8 hours	
Blastula	18 hours	
Trochophore	22 hours	
D-shaped larva	45 hours	128×96 $\mu$ m
Umbo stag larva	9 days	166×142 $\mu$ m
Full-grown stage larva	13 days	208×160 $\mu$ m
Spat attached	17 days	232×204 $\mu$ m

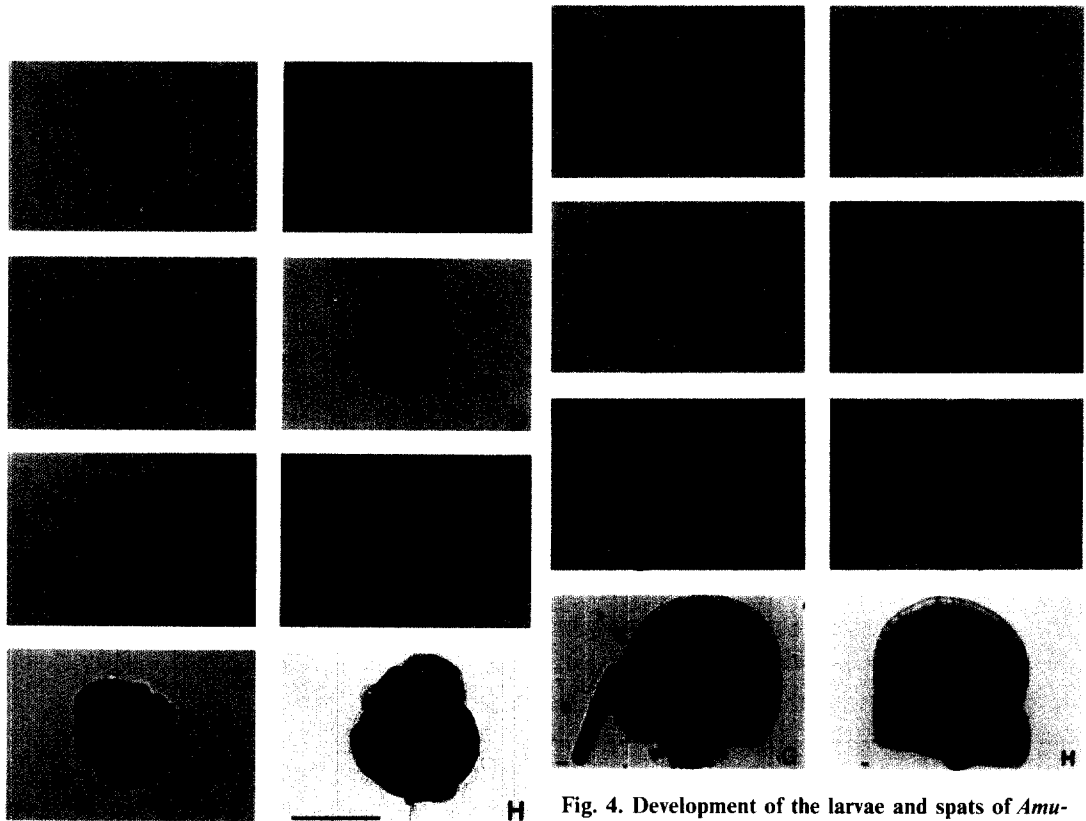


Fig. 3. Early development of *Amusium japonicum japonicum*.

A, fertilized egg ; B, 1st polar body ; C, 2nd polar body ; D, 2 cell stage ; E, 4 cell stage ; F, 8 cell stage ; G, morula stage ; H, trochophore stage (scale bar=50  $\mu$ m).

Fig. 4. Development of the larvae and spats of *Amusium japonicum japonicum*. A, D-shaped larvae (scale bar=50  $\mu$ m) ; B, late D-shaped larvae ; C, umbo stage larvae ; D, metamorphosing stage ; E, attached young spat ; F, spat (35 days) after fertilization ; G, spat (40 days) after fertilization ; scale bar=500  $\mu$ m) ; H, juvenile (50 days) after fertilization.

**Table 3. Fertilization, hatching, and survival rates of the larvae of *Amusium japonicum japonicum***

Date	Number of eggs ( $\times 10^4$ )	Fertilized eggs	Fertilization rate (%)	Number of trochophore ( $\times 10^4$ )	Hatching	Attached larvae	
						Number ( $\times 10^4$ )	Survival rate (%)
Nov. 2, 1995	982	757	77.1	31.8	4.2	—	0
Nov. 11, 1995	485	307	63.5	10.8	3.5	—	0
Nov. 16, 1995	1,890	1,413	74.8	42.4	3.0	—	0
Nov. 27, 1995	1,986	1,728	87.0	179.7	10.4	35.9	20
Nov. 6, 1996	3,987	3,429	86.0	864.0	25.2	259.2	30

**Table 4. Settling rates of *A. japonicum* larvae on the various collectors**

Collectors (material, mesh size)		Tank capacity (ℓ)	Swimming larvae			Settling larvae	
Method	Number (A)		Number of collectors (B)	Number settling (C)	(C/B)	Rate (%) (C/A)	
Polyvinyl plate	Horizontal	500	200,000	10	103	10.3	0.05
	Vertical	500	200,000	10	30	3.0	0.02
Onion bag (PE MO, 200g 1 mm)	Pouring	500	200,000	5	2,315	463.0	1.2
	Natural	500	200,000	5	393	7.8	0.02
Synthetic (PE MO, 200g 0.5 mm)	Pouring	500	200,000	5	2,420	484.0	1.2
	Natural	500	200,000	5	34	6.8	0.02

PE MO : polyethylene monofilament.

나타나기 시작하였지만 폐사된 개체가 많이 관찰되었다. 폐각형태는 하각(우각)의 크기가 상각(좌각)에 비하여 넓게 나타났다. 수정 후 25일째에는 주연각이 더욱 발달하여 각장 400  $\mu\text{m}$ (Fig. 4-E)에 달하여 각정부의 돌출부위를 뚜렷이 볼 수 있었으며, 35일째에는 각장 700  $\mu\text{m}$ (Fig. 4-F)로 대부분이 이시기에 부착하여 족사가 형성된 것을 관찰할 수 있었다. 이 족사는 일종의 점착성을 갖고 있지만 아직까지는 부착력이 약한 편이었다. 수정 후 40일째에는 각장 900  $\mu\text{m}$ 로 성장하였으며, 부착기질에서 탈락된 개체는 foot부위를 폐각 밖으로 내밀어 활발하게 움직이고 있었으며(Fig. 4-G), 이때 수조바닥에는 탈락한 개체가 다수 관찰되었다. 이 시기의 폐각형태는 상·하각의 넓이가 거의 같았다. 수정 후 45일째에는 해가리비의 형태학적 특징이 나타나기 시작하여 족사가 형성되어 있는 각정부에서 후이(後耳)와 크기가 다른 전이(前耳)를 관찰할 수 있었으며, 이때의 각장과 각고의 크기는 1,300  $\mu\text{m}$ 였다(Fig. 4-H).

수정율과 부화를 및 부착기까지의 유생의 생존율은 Table 3에 나타내었다. 1995년 11월 2, 11, 16일 산란군은 D상 유생으로 변태 후 생존율이 급격히 낮아져 전량 폐사하였다. 가온 사육한 1995년 11월 27일 산란유생은 수정 후 D상 유생까지는 10.4%가 생존하였으며, D상유생부터 부착 치패까지의 생존율은 20%였다. 1996년 11월 6일 산란유생은 D상 유생까지는 25.2%의 생존율을 나타냈으며, D상 유생부터 부착치패까지의 생존율은 30%였다.

수정 후 2일째인 초기 D상유생에서 30일째인 부착초기까지 경과일수(X)에 따른 각장(SL)의 성장은 Fig. 5에 나타난 바와 같이  $SL = 94.916e^{0.0720X}$  ( $r^2 = 0.9824$ )의 회귀직선식으로 표시할 수 있었다.

#### 4. 채묘 및 치패사육

##### 가. 채묘

수정 후 13일째는 각장 208  $\mu\text{m}$ 로 성장하여

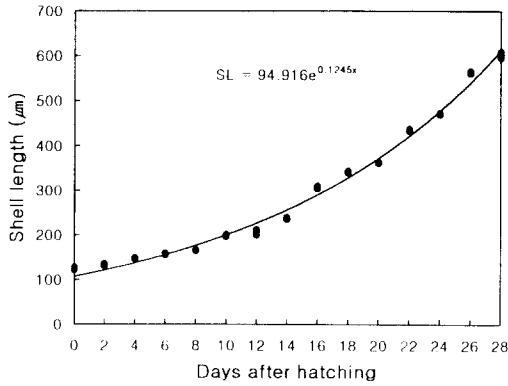


Fig. 5. Growth curve of the swimming larvae of *Amusium japonicum japonicum*.

각정이 형성되는 각정기 유생 단계에서 채묘기를 투입하였다. 채묘 자재별 부착율은 Table 4에 나타내었다. 염화비닐판에서는 수평식으로 설치한 실험구에서 채묘기당 10.3개가 부착하여 수직식 설치구의 3.0개 보다 약 3.4배 많이 부착하였다. 망목 1 mm의 양과망에서는 유생을 망내에 직접 주입하여 채묘한 실험구에서 채묘기당 463.0개가 부착하여 채묘기를 그대로 설치한 실험구의 7.8개 보다 약 60배 높게 부착하였으며, 망목 0.5 mm의 합성그물에서도 비슷한 결과를 나타냈다. 염화비닐판과 그물망을 그대로 설치한 실험구에서의 부착량 차이는 거의 없었다. 채묘기에 부착하지 않는 유생은 FRP수조의 바닥과 벽에 부착하여 성장하는 것을 관찰할 수 있었으나 합성그물의 표면에 부착하는 치패는 거의 볼 수 없었다. 수조벽에 부착하여 성장한 개체들은 각장 약 3 mm일 때 대부분이 탈락하여 수조바닥에서 발을 이용하여 이동하였다.

나. 치패사육

부착 후 30일경에는 각장 1~1.5 mm로 성장하였으며, 이때는 완전히 발달한 외투막과 아가미를 관찰할 수 있었고(Fig. 6-A), 이후 각장 2 mm로 성장하면서 일부 개체는 상각의 끝부분에서 부터 자주색이 서서히 나타나기 시작하여 해가라비 치패로서 형태적 특성을 갖추었다(Fig.

6-B).

각장 4 mm이상의 치패의 색깔은 자주색에서 얇은 적색을 띠었다(Fig. 6-C,D). 각장 3~10 mm 치패는 사각 플라스틱 바구니에 넣어 FRP 3톤 원형수조의 수면에 띄워 유수 사육하였다(Fig. 6-E). 각장 10 mm 이상으로 성장한 치패는 원형 플라스틱 통(φ27.5 cm)에 넣어 사육하였다(Fig. 6-F).

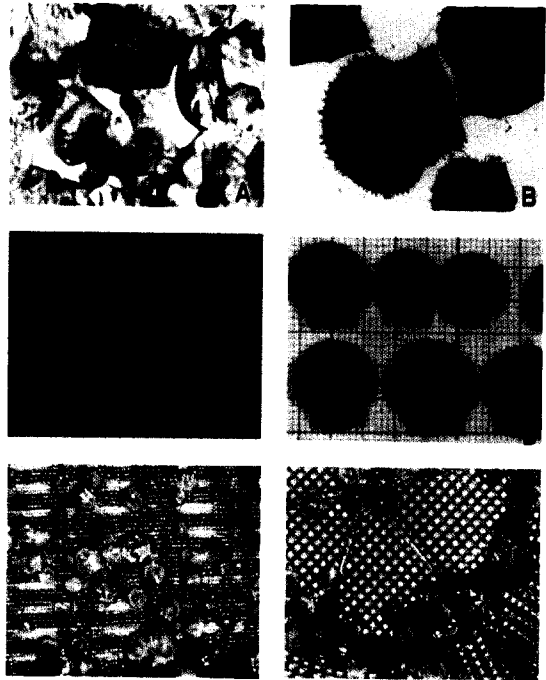


Fig. 6. Growing young shells of *Amusium japonicum japonicum*.

A, shell length(1~1.5 mm) ; B, shell(1~2 mm) ; C, shell length(2~6 mm) ; D, shell length(6~10 mm) ; E, shell length(6~15 mm) ; F, shell length(10~20 mm).

수정 후 30일제인 부착기 유생부터 135일까지의 사육일수에 따른 각장의 성장은 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 70일경까지는 완만한 성장을 보이다가 그 이후 급격한 성장을 보였으며 사육일수(X)와 각장(SL) 사이에는  $SL = 257.75^{0.0272X}$  ( $r = 0.9100$ )의 지수곡선

식으로 나타났다. 이와 같이 수정 후 50일 경과하면서 각장 약 1.0 mm로 성장한 개체들이 출현하고 135일이 경과하면서 각장 약 9.6 mm로 성장하였다.

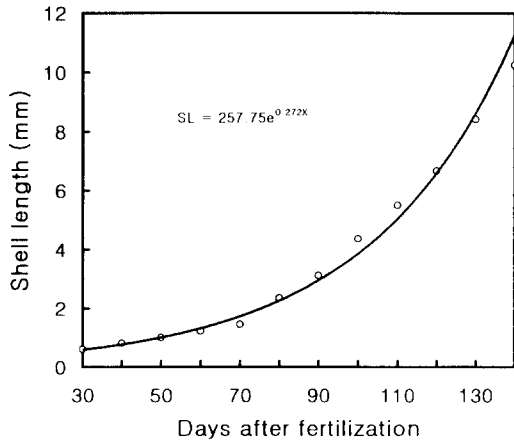


Fig. 7. Growth of shell length of *Amusium japonicum japonicum* spats.

## 고찰

가리비류중 *Amusium*속의 분포에 대하여 *Amusium balloti*는 호주의 동부와 서부의 19~24°C 수온 범위에서 서식하며(Rose et al., 1988), *A. pleuronectes* (Linnaeus, 1758)는 필리핀과 태국 등 더운 지역에 분포하며, 양식 적정수온은 26~28°C로 밝혀져 있다(Beldam and del Norte, 1988). 태국에서 이 종은 주요 어업 대상종으로 산업적으로 이용가치가 크며 적정 산란수온은 25~27°C라고 하였다(Chaitanawisuti and Menasveta, 1992). Waller (1991)에 의하면 *A. pleuronectes*는 Indo-west Pacific 수역에, *A. balloti*는 Indo-West Pacific의 New Caledonia와 Australia에 그리고 *Amusium japonicum japonicum* (Gmelin)은 West North Pacific 수역에 위치한 일본과 중국에 분포하는 것으로 알려져 있다.

우리나라에 서식하는 해가리비 *A. japonicum japonicum*는 제주 특산종으로 이용가치가 높으

며, 겨울철 수온이 높은 제주도 남부연안에 주로 분포하는데 서식수역의 연중수온의 범위는 12.8~26.6°C로 *Amusium*속 중에서는 비교적 고위도에 분포하는 종으로 지금까지 보고된 *Amusium*속의 가리비류가 열대성 또는 아열대성 패류인 것으로 볼 때, 이들과 비슷한 서식환경에 분포하고 있다.

호주서부 Shark Bay에 서식하는 *A. balloti*는 12월에서 1월 사이에 산란하며, 연령 2년째에 산란에 참여한다고 하였다(Heald and Caputi, 1981). 태국에 서식하는 *A. pleuronectes*의 산란은 11월에서 2월 사이에 일어난다고 하였다(Chaitanawisuti and Menasveta, 1992). 이 연구에서 제주도산 해가리비의 생식소지수는 암수 모두 11월에 각각 22.17, 14.98로 최고치를 보였으며 산란은 11월에서 1월사이로 *A. balloti*보다는 1개월이 빠르고, *A. pleuronectes*보다는 1개월 일찍 종료되었다. 이런 현상은 수온하강기 등 서식환경의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

이매패의 인공산란 유발방법으로는 Loosanoff and Davis (1950)와 Kanno (1962)의 온도자극, 간출자극, Kanno (1962)의 전기자극 등의 물리적 자극과 Sagara (1958)와 Iwata (1971)의 NH<sub>4</sub>OH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaCl 등의 처리에 의한 화학적 자극, 자외선을 쬐 해수자극, 신경절 현탁액 자극 등에 의한 방법이 시도되고 있다. *Amusium balloti*의 산란유발 방법은 18°C의 여과해수를 자외선을 쬐여 4~6°C수온을 상승시켜 쉽게 산란시킬 수 있었다 (Rose et al., 1988; Cropp, 1993).

이 연구에서 해가리비 산란유발방법으로 가온자극, 간출자극과 병행한 가온자극, 자외선 조사해수와 가온자극을 병행하여 실시하였으나, 그중에서 가온자극에 의해서만, 그리고 간출자극과 가온자극을 병행하여 실시한 경우 산란 반응율이 높게 나타났다. 이는 비교적 수온변화가 적은 심층(25~40 m)에 서식하고 있는 해가리비인 경우 충분히 성숙한 개체는 비교적 작은 온도 변화에도 쉽게 자극을 받기 때문으로 생각된다.

*Amusium*속의 수정란의 크기는 호주서부에 서



식하는 *A. balloti*는 난경 평균 76  $\mu\text{m}$ 였고 동북부 Queensland에 서식하는 종은 63  $\mu\text{m}$ 로 보고하였다(Rose et al., 1988). 이 연구에서 해가리비의 난경은 72  $\mu\text{m}$ 로 *A. balloti* 보다는 작았고, Queensland 종보다는 다소 컸다. *A. balloti*는 수온 18~19°C에서 수정 후 28시간에 담륜자로 부화하였고, 수정 후 2일에 D상 유생으로 되어 각장의 크기는 평균 123  $\mu\text{m}$ 였으며, 8일째에는 각장이 형성되었으며, 각장 크기는 평균 154  $\mu\text{m}$ 였다. 수정 후 20일째의 각장 크기는 평균 242  $\mu\text{m}$ 으로 부착기 유생으로 되었고, 25일 경과한 치패(부착 후 3일)의 각장 크기는 평균 333  $\mu\text{m}$ 까지 성장하였다. 수정 후 약 1개월(부착 후 7~8일)인 치패는 오른쪽 패각원각에 족사 새김눈이 나타났고 치패의 각장은 350  $\mu\text{m}$ 내외로 성장하였다(Rose et al., 1988). 이 연구에서 해가리비는 수온 20±1°C에서 수정 후 22시간에 담륜자유생으로 부화하였고, 45시간에 각장 128  $\mu\text{m}$ 의 D상 유생으로 변태하였다. 수정 후 9일째에서는 각장 166  $\mu\text{m}$ 으로 성장하면서 각정기 유생으로 되었다. 수정 후 17일째에는 각장 232  $\mu\text{m}$ 에 달하면서 부착기 유생으로 되었으며, 25일째에는 각장의 크기는 평균 400  $\mu\text{m}$ 으로 자라면서 주연각을 볼 수 있었다. 대체로 경과 일수에 따른 해가리비 유생의 크기와 발생단계가 *A. balloti*에 비하여 크고 다소 빠르게 나타났지만 이는 발생 수온이 1~2°C 높았던 것과 종에 따른 차이로 여겨진다.

이 연구에서 1995년 11월 2일, 11일 및 16일에는 자연해수 13.7~18.4°C를 여과하여 사용하였을 때 부화율이 매우 저조하였으며, D형유생이후 생존율이 계속 낮아져 부착기 유생까지의 생존개체는 찾아 볼 수 없었다. 1995년 11월 27일 및 1996년 11월 6일 시험시에는 수온을 가온하여 20°C를 유지하면서 유생을 사육한 결과 이때의 부착율은 10.4~25.2%로 나타났고, 부화후 부착기까지의 생존율은 20~30%로 자연해수 사육시보다 월등히 높게 나타났다. 부유유생기의 수온과 성장에 대하여 호주서부에 서식하는 *A. balloti*는 25°C 이상에서는 유생의 폐사율이 높아진다고 하

였다(Cropp, 1993). 따라서 해가리비의 유생사육시 적정수온은 18.4°C 이상 25°C 이하로 생각되며, 이후 연구에서는 유생의 생존률을 높이기 위해 정확한 적정수온을 규명할 필요가 있다.

인공채묘 과정에서 채묘 자재별 부착율은 염화비닐 파판이 3.0~10.3개체/채묘기에 비하여 망목 0.5 mm 합성섬유망 채묘기에서는 6.8~484개체/채묘기, 그리고 망목 1 mm 양파망 채묘기에서는 7.8~463.0 개체/채묘기로 현저하게 많은 부착을 보였다. 채묘기의 설치방법에 따른 채묘효과는 염화비닐 파판 채묘기당 유생 부착률은 수평식에서 10.3개체인 반면 수직식에서 3.0개체로 크게 저조하였다. 또한 합성섬유망과 양파망 채묘기에서도 수조내에 수직으로 수하한 것에서는 6.8~7.8 개체/채묘기, 망내에 부착기 유생을 주입하였던 것에서는 463~484개체/채묘기로 현저한 차이를 보였다. 이런 결과는 부착기 유생의 착저 기질에 대한 선택성 보다는 부착 표면적이 월등하게 넓기때문으로 여겨진다. 이것은 앞에서 Robins et al. (1993)과 Rose et al. (1988)이 지적한 *Amusium*속 부착기 유생의 족사의 부착력이 약한 점과 족사에 의한 부착기간이 대단히 짧은 생태적 특성 때문에 부착 치패가 탈락되기 쉬운 염화비닐 파판 재질과 수직으로 수하한 그물 채묘망 보다는 채묘기가 들어있는 그물 망에 부착기 유생을 넣은 것이 부착치패의 탈락 방지를 위해 좋은 결과를 얻을 수 있었던 것으로 여겨진다.

## 요 약

해가리비 종묘생산을 위하여 1995년 1월부터 1996년 12월까지 서귀포 연안에서 가리비를 어획하여 GSI, 산란유발 및 유생사육시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. GSI는 암, 수모두 7월부터 증가하기 시작하여 암컷은 11월에 22,17, 수컷은 14.98로 최고치를 보인 후 점차 감소하였다.
2. 산란유발률은 가온자극법에서 64.8~91.5%로 반응률이 높게 나타났으며, 반응수온은 사육수

온(16.3~18.3°C)에서 3.1~8.5°C 상승된 21.4~26.4°C였으며, 개체당 평균 산란량은  $9.2 \times 10^5$ 개였다.

3. 난은 분리침성란이었으며, 크기는 72  $\mu\text{m}$ 였고, 수정 30분 후 제1극체가 방출하였으며, 18시간후 포배기, 22시간이 경과하면서 담륜자 유생으로 되었다.

4. 채묘자재별 부착율은 별 차이가 없었으나 채묘방법에서는 그물망에 유생을 주입시키는 방법이 다른 시험구에 비해 현저하게 많이 부착하였다.

5. 부착기 이후 자패의 성장은 수정후 50일째에 약 1 mm, 135일이 경과하면서 9.6 mm로 성장했으며, 부착기 이후 경과일수(X)에 대한 각장의 성장은  $SL = 257.75e^{0.072x}$  ( $r = 0.9100$ )의 지수곡선식으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

- Beldam, C. A. and A. C. G. del Norte, 1988. Notes on the induced spawning and larval rearing of the Asian moon scallop, *Amusium pleuronectes*(Linne) in the laboratory. *Aquaculture*, 72 : 173-179.
- Chaitanawisuti, N. and P. Menasveta, 1992. Preliminary studies on breeding and larval rearing of the Asian moon scallop (*Amusium pleuronectes*). *J. Aqua. Trop.*, 7 : 205-218.
- Cropp, D. A., 1993 Development of large-scale hatchery production techniques for *Amusium balloti* (Bernardi 1861) in Western Australia. *Aquaculture*, 115 : 285-296.
- Dredge, M. C. L., 1981. Reproductive biology of the saucer scallop *Amusium japonicum balloti* (Bernardi) in central Queensland waters. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 32 : 775-787.
- Heald, D. I. and N. Caputi, 1981. Some aspects of growth, recruitment and reproduction in the southern saucer scallop, *Amusium balloti* (Bernardi,1861) in Shark Bay, Western Australia. *Dept. Fish. Wild.(West Australia), Fish. Res. Bull.*, 25 : 33.
- Iwata, K. S., 1971. Spawning of *Mytilus edulis*, Acid-inhibition of spawning by KCL. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 17(2) : 91-93.
- Joll, L. M., 1988. Daily growth rings in juvenile saucer scallops, *Amusium balloti* (Bernardi). *J. Shellfish Res.*, 7(1) : 73-76.
- Kanno, H., 1962. Artificial discharge of reproductive substance of Mollusca caused by repeated stimulation of temperature. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 20 : 114-120.
- Linnaeus, C., 1758. *System naturae per regna tria nature*, 10th edi. Vol. 1. Laurentii, Stockholm, iii + 824pp.
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1950. Conditioning *V. mercenaria* for spawning in winter and breeding its larvae in the laboratory. *Biol. Bull.*, 98 : 60-65.
- Morton, B., 1980. Swimming in *Amusium pleuronectes* (Bivalvia : Pectinidae). *J. Zool. Lond.*, 190 : 375-404.
- Robins Troeger, J. B. and M. C. L. Dredge, 1993. Seasonal and depth characteristics of scallop spatfall in the Australian subtropical embayment. *J. Shellfish Res.*, 12(2) : 285-290.
- Rose, R. A., G. R. Campbell and S. G. Sanders, 1988. Larval development of the saucer scallop, *Amusium balloti* Bernardi. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 39 : 153-160.
- Sagara, J., 1958. Artificial discharge of reproductive elements of certain bivalves caused by treatment of seawater and injection with  $\text{NH}_4\text{OH}$ . *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 23(9) : 505-510.
- Waller, T. R., 1991. Evolutionary relationship among commercial scallops. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 21 : 18pp.
- 손팔원 · 하동수 · 노섭 · 장대수, 1996. 해가리비, *Amusium japonicum japonicum*(Gmelin)의 연령과 성장에 관한 연구. *한국양식학회지*, 24(9) : 409-417.
- 河東秀, 1994. 해가리비, *Amusium japonicum japonicum* (Gmelin)의 생식생태와 초기발생. *제주대학교 대학원 석사학위논문*.