

비단가리비 종묘생산을 위한 연구*

1. 산란, 발생 및 유생사육

나기환** · 정우건 · 조창환

경상대학교 수산대학 양식학과

**어장환경연구소

A Study on Seedling Production of Jicon Scallop, *Chlamys farreri**

1. Spawning, Development and Rearing of Larvae

Gui-Hwan Na** , Woo-Geon Jeong and Chang-Hwan Cho

Fisheries College, Gyeongsang National University, Tong-yeong 650-160, Korea

**Fisheries Aquaculture Environments Institute, Keoje 656-850, Korea

ABSTRACT

Jicon scallop (*Chlamys farreri*), as one of new culture species, has been taken a growing interest in Korea recently. Artificial seeds are needed since seeds in natural waters are absolutely short. To develop the better methods for the artificial spawning and the rearing larvae on a large scale, experiments were carried out from July 1993 to May 1994. Mother shells were collected from the area near Tong-yeong and Geoje-do, the southern part of the Korean Peninsula.

It was estimated that a period of 2-years was needed to be mother shells after the fertilization. Generally, spawning occurred intermittently from March to August and the maximum occurred in July. A best way for the artificial spawning was a chemical incentive, a 'serotonin injection' in parallel with the exposure and the temperature stimulation. Densities of the fertilized eggs for the normal development was from 30 to 40 per milliliter. It took 27-days from the fertilization to the settling larva averaging 155 μ m in size with water temperature 11.5~13.0°C. *Isochrysis galvana* and *Chaetoceros calcitrans* with a density of $1,500 \times 10^4$ cells per milliliter were supplied for rearing the larvae. A proper density of larvae was 10 individuals per milliliter, and the survival rate of larvae from the flowing water system was much better than that of larvae from the still water.

* 본 연구는 경상남도 연구보조비에 의해 수행되었음.

서 론

우리 나라 양식은 1960년대 해조류, 70년대 굴과 백합, 80년대 피조개와 우렁쉥이 그리고 80년대 후반부터 어류양식으로 발전해 왔다. 양식되고 있는 품종은 약 40종이지만 그 중, 생산량과 수출액에서 큰 비중을 차지하는 종류는 굴, 피조개 그리고 바지락이다. 그러나, 근년, 굴은 채묘부진, 인건비 상승으로 인한 생산비 증가, 노동력 확보의 어려움 등으로 기피하는 실정이고 피조개는 채묘부진과 양성장의 환경악화로 역시 어려움을 겪고 있다. 바지락 또한 주 산지인 서해안이 대규모 간척·매립사업으로 양식여건이 불투명하다. 따라서, 최근에는 기존 양식품종을 대체할 수 있는 새로운 품종을 개발중인 데, 비단가리비가 그 하나가 될 수 있다. 굴 수하연과 피조개 채묘연에 함께 부착되어 있는 비단가리비는 수익성이 있어, 이 품종을 양식하고자 하는 관심이 많기 때문이다. 지구상에 분포하는 가리비류 중, 산업적으로 중요한 것은 30여 종이다. 나라마다 다르지만 우리 나라, 일본, 중국에서는 큰가리비(*Patinopecten yessoensis*)와 비단가리비가 산업적으로 중요하다. 우리 나라에서는 큰가리비에 대한 연구는 많았지만(김·손 1971; 이·장 1977; 卞·盧 1978; 柳·朴 1979; 姜 등 1982; 김 1991; 張 등 1992) 비단가리비에 대해서는 자연채묘(盧 등 1944), 유생사육(許 1994) 및 성육시험(李·具 1995)에 관한 보고가 있다.

비단가리비는 전국연안에 분포한다. 특히 대흑산도, 태도, 홍도 및 소흑산도에 상당량이 분포하여 1967년부터 산업적으로 채포하기 시작하여 1972년에는 패행망 100여척과 잠수기선 10여척에 의해 연간 2,500톤이상 생산되어 대부분이 자건품으로 동남아 제국에 수출되었다(황·김 1973). 그러나 그 후, 자원감소에 따라 산업적인 채포는 중단되었다. 그러다가 1992년부터 연이은 굴채묘 부진 및 이에 대한 대체품종의 개발이라는 관점에서 자연에서 수집한 치패로 양성을 시도하여, 양식 가능성이 있다고 진단되었다(李·具 1995).

비단가리비를 새로운 양식품종으로 개발하기 위해서는 종묘확보가 필수적이므로 이번 연구에서는 일단계 작업으로 모패 생태를 조사하고 아울러, 산란을 유발하는 최적의 방법과 유생사육을 시험하였다.

재료 및 방법

1. 모패의 생태

1993년 7월부터 1994년 4월까지의 기간 중 거제시 장목면 실전리에 있는 방파제 근처에서 직접 잠수하여 채집한 것과 통영과 거제 인근해역에서 해녀들이 채취한 것 중 큰 것들만 골라 시료(50~70 마리)로 사용하였다. 매월 전중, 각종, 육중을 0.1 g까지 그리고 각고와 각장을 0.1 mm까지 측정하였으며, 비만도는 육중/전중 × 100 으로 산출하였다.

2. 산란 유발 및 발생

산란유발은 현장수온이 11.5~17.0°C 사이인 3, 4월 중에 육안적으로 생식소 발달이 잘된 모패를 선택하여 실시하였다.

산란유발의 방법은 간출, 온도, 화학적자극을 각각 혹은 병행하였다.

간출자극은 그늘에서 오후 1시부터 2시까지 한 시간 동안 실시하였고, 간출·온도자극의 병행은 30 분동안 간출 후 수조에 수용하여 전기히타로 수온을 30분마다 1°C 씩 올려 현장수온보다 5°C 높게

상승시켰다가 현장수온에 1시간 정지시킨 후, 다시 2°C 상승시킨 해수를 주수하였다. 간출·온도·화학적자극의 병행은 GFC 0.45 μm 여과지로 거른 해수 100 ml에 신경전달물질인 serotonin 0.8 g을 녹여 개체당 0.2 ml 씩 폐각근에 주사한 후 위의 간출·온도자극 병행의 방법과 같이 하였다. 유생의 발생과정은 현미경으로 관찰하면서 단계별로 크기를 측정하였다.

3. 유생 사육

부화한 유생은 지수식과 우수식으로 사육하였다. 지수식은 수량 5톤인 4각 콘크리트 수조에 유생밀도는 10 마리/ml를 수용하였으며 매일 1/3정도 환수하였다. 우수식은 직경 20 cm, 길이 36 cm의 PVC원통 바닥에 30 μm 물러가제를 막아 사용했다. 이 원통을 바게스 안에 넣고 위에서 주수하였고 원통 내의 수량은 10 l로 유지하였으며, 유생의 밀도는 지수식과 같이 10 마리/ml이었다.

사용한 먹이는 *Isochrysis galvana*와 *Chaetoceros calcitrans*로 국립수산진흥원 남해수산배양장에서 분양받아 대량 배양하였다. 2 l 원형플라스크와 20 l 아크릴 곡물용기에 표면조도를 2,000~3,000 lux로 조사하면서 통기배양하였다. 실온은 22°C로 유지하고 명암주기는 16:8로 하였다. 접종후 4일째 세포농도는 1 ml당 $1,500 \times 10^4$ 세포로 되었고 이 때 5톤짜리 야외 4각콘크리트 수조로 옮겼다. 수조 깊이의 1/3정도를 모래여과관 해수로 채우고 거기에 상기 세포농도로 자란 먹이생물을 포함한 배양수 0.1톤을 접종했다. 그리고 배양탱크수에는 해수 1톤당 화학비료 유안 100 g, 용가린 20 g, 요소 10 g을 시비하고 매일 해수를 1/3씩 첨가하였다. 최대번무기에 도달하면 수중펌프를 사용해 초당 1 l씩 유생사육조에 공급하였다. 유생의 성장에 따라 공급량을 조절했다.

결 과

1. 모패 생태

산란에 사용한 모패의 각고 조성은 65.7~100.2 mm로, 평균 83.2 mm이었으며 평균 연령은 2.7년으로 추정되었다(Fig. 1). 모패의 각고 주 mode는 3년륜에서는 80 mm 전후였고 2년륜은 40~60 mm 그리고 1년륜은 10~30 mm였다. 이것으로 볼 때, 산란후 다음해 2월에 1년륜이 형성될 때까지의 대부분의 성장은 10~30 mm이고 일찍 산란되어 자란 개체들은 40 mm까지 성장하는 것으로 나타났으며, 다음해 연륜이 형성될 때까지는 60 mm까지 성장하였으며, 3년륜이 나타나는 즉 산란으로부터 2년 반에 대부분의 개체들이 80 mm이상 성장하는 것으로 나타났다.

비만도의 월별 변화는 Fig. 2와 같으며, 연중 22.3~51.6의 범위였다. 난과 정자의 방출이 끝난 후인 9월에는 29.3으로 낮아졌고, 생식소의 퇴화 및 휴지기인 11월에서 2월에 가장 낮은 범위였으며, 방란, 방정 직전인 6월이 51.6으로 가장 높았다.

2. 산란 및 유생의 발생과정

산란유발 자극방법별 실험 결과는 Table 1과 같다.

간출과 온도자극을 병행했을 경우의 산란유발율은 40.0과 66.6이었으나, 간출자극만을 실시한 경우는 85.0으로 오히려 높았다. 그러나 간출·온도자극에 화학자극을 병행했을 때에는 90.6으로 가장 높았으며, 이 때의 산란수는 320×10^4 이었다.

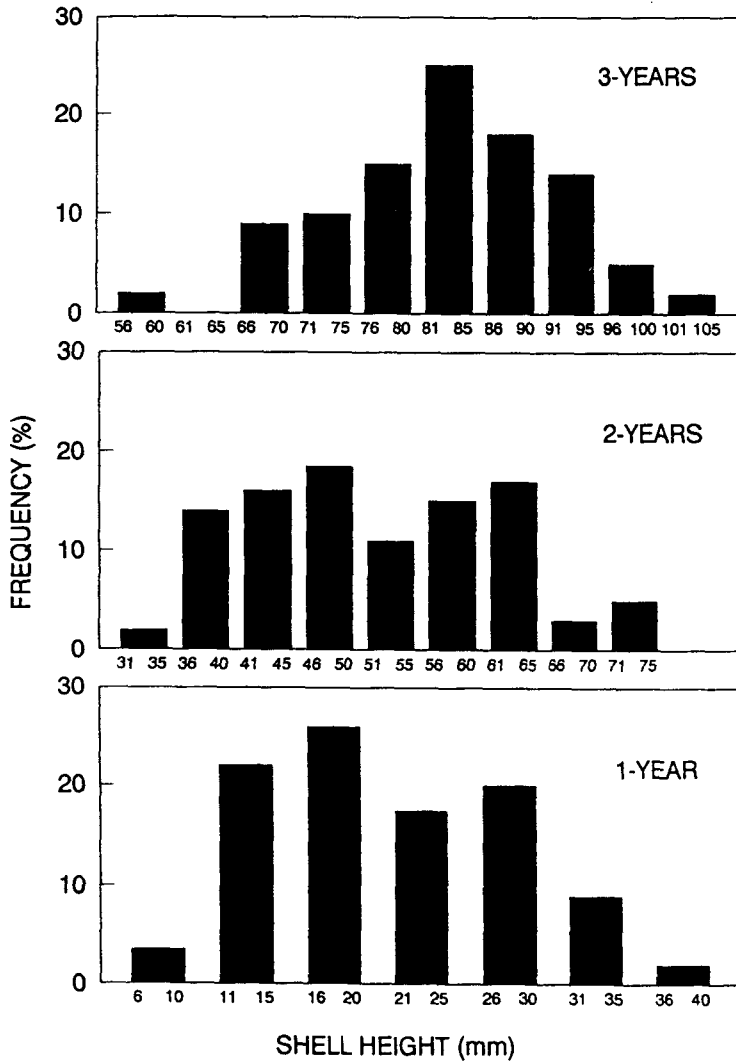


Fig. 1. Composition of shell height of Jicon scallop, *Chlamys farreri* in accordance with years.

Table 1. Results of induced spawning in Jicon scallop, *Chlamys farreri*

Date	Methods*	Numbers of mother shell	Numbers of reaction shell	Reaction rate	Numbers of spawning ($\times 10^4$)
March 28	E+T	30	12	40.0	50
April 2	E+T	45	30	66.6	120
6	E	40	34	85.0	180
30	E+T+S	64	58	90.6	320

*E : Exposure in the aii, T : Temperature rise, S : Serotonin injection.

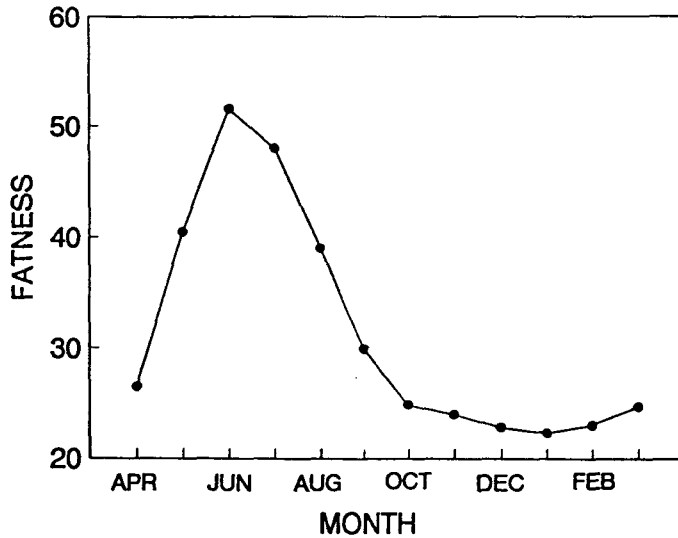


Fig. 2. A monthly variation of the fatness of Jicon scallop, *Chlamys farreri*.

산란유발은 간출자극시킨 후 암, 수를 분리하여 산란용기에 수용하고 자외선 조사 여과해수를 흘리자 40분 후에 수컷부터 패각을 조금 열고 띠모양으로 서서히 방정하기 시작하여 산란통 전체가 백색으로 되었다. 이어 10분 후 암컷도 물을 세차게 패각연면부로 뿜어 내면서 분홍색의 난들을 뿜어내었다.

처음에는 걸으로 볼 때 거의 무색이지만 패각을 자주 열면서 알을 뿜어내면 산란통이 흰색일 경우 분홍색을 띄었다. 알을 뿜어낼 때 몸에서 점액질이 나와 뿜어낸 알과 섞일 수도 있고 serotonin 주사시에는 아가미 파편도 떨어져 나올 수 있으므로 이런 때는 일단 100 μm 채로 걸러낸 후 깨끗한 알만 있는 곳에 정자를 부어 수정시켰다. 이 때 정자의 농도가 높으면 다정수정이 일어나 기형으로 발생하는 수정란이 많아지므로 정자는 난 1 cc당 10만이 최대치이나 정자의 농도는 낮을수록 부화율이 좋았다. 10분 후에 30 μm 채로 여분의 정자를 여과살균 해수로 씻어 낸 후 18 l 부화조에 넣어 담륜자 유생이 될때까지 어두운 곳에서 정치시켜 놓았다.

수정란의 발생(Fig. 3)은 수온 11.5°C에서 수정시킨 후 40분 후에 위관강이 형성되었고, 2시간 후에 극체를 방출한 후 30분 후에 제2세포기로 되었으며, 1시간 후에 다시 4~8세포기로 진행되었다(Fig. 3~1). 수정 후 6시간 후에 16세포기에서 계속 난할이 진행되어 22시간 후에는 담륜자 유생(Trochopore larvae)으로 발생되고 그 3일 후에는 초기 D상에서 부착기까지 성장하는 데 11.5°C~13.0°C에서 27일이 소요되었다(Fig. 3~6).

초기 D상일 때 각장의 크기는 95 μm 이었고, 후기 D상 유생에서는 108 μm , 후기 각정기 유생때에는 142 μm , 부착기 유생으로 되었을 때는 155 μm 으로, 다른 이매패 유생에 비해 각장이 작았다.

3. 유생 사육

지수식과 유수식으로 사육한 유생의 크기(각장)와 생존율은 Table 2와 같았다.

수조내 수용후 5일경에 수조 바닥에 섬모충류와 부착규조류의 번무로 유생의 사육이 더 이상 불

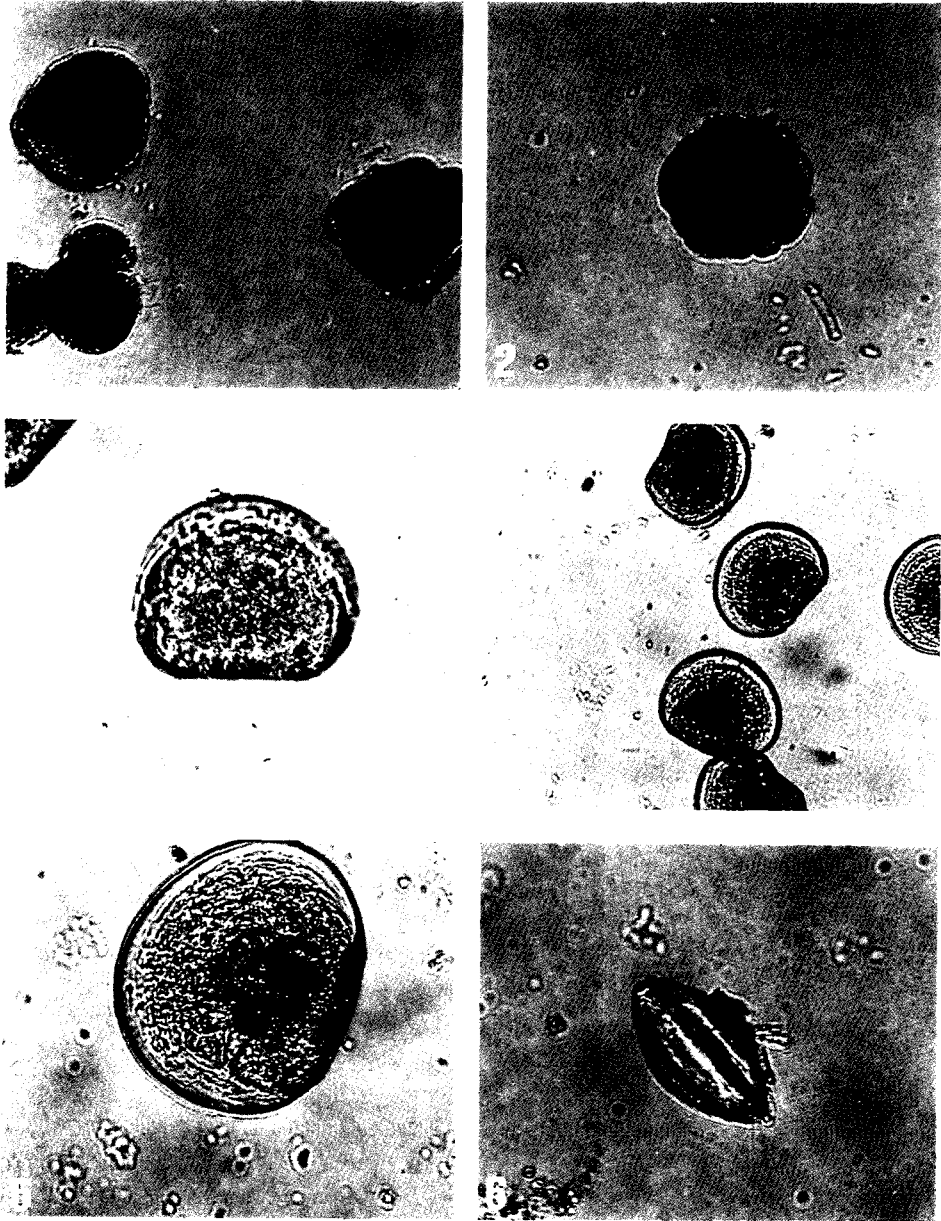


Fig. 3. A development of larvae of Jicon, *Chlamys farreri*.

(1). 4-cells' stage (2 hours after fertilization) and size is 65 m, (2). D-shape larva (14 hours) and 66 m, (3). D-shape larva (7th day) and 95 m, (4). Post D-shape larvae (14th day) and 108 μm , (5). Umbo stage (21st day) and 140 μm , and (6). Settling larva (27th day) and 155 μm .

Table 2. Average shell lengths and survival rates of larvae of Jicon saclop, *Chlamys farreri* in accordance with still water and running water

Days	Shell length (μm)		Survival rate (%)	
	Still water	Running water	Still water	Running water
1	76.0	76.0	100	100
3	95.0	95.0	51.0	54.4
8	107.0	110.0	19.3	39.8
14	118.0	120.0	11.3	27.6
18	127.0	131.0	2.4	23.2
21	139.0	142.0	0	20.8
25	—	155.0	0	13.1

가능하여 수조를 바꾸어가면서 사육했으나, 유생들 사이폰으로 수집시 많은 개체들의 패각이 부서지기도 하고 또 유생이 장기간 부유하므로, 대량채묘에는 어려움이 많았다. 결국 수정 후 3일까지는 51.0%의 생존율을 나타 내었으나, 8일째부터 급격히 낮아져서 21일째인 각장 139.0 μm일 때 전량 폐사하였다(Table 2).

그래서, 1차 때의 결점을 보완하고 인위적인 환수에 따른 유생의 감모율을 줄이기 위해 유수식으로 사육하였다. 그 결과 Table 2에서와 같이 수정 후 21일째까지 평균각장 155.0 μm, 13.1%의 생존율을 나타 내었다. 따라서 각장의 크기와 생존율은 지수식에 비해 유수식에서 좋았음을 알 수 있다. 또한 1차 때 사각 콘크리트 수조에서 있었던 부착규조 번성후에 나타나는 섬모충이나 선충류 등이 없이 비교적 균질의 좋은 각정기 및 부착기의 치패를 얻을 수 있었다(Fig. 3).

고 찰

가리비류는 양식을 통해서 자원을 적절히 유지, 관리, 이용할 수 있는 대표적인 종이기 때문에 전 세계적으로 관심을 가지고 인공종묘 생산에 힘을 쏟고 있다. 우리 나라에서도 비단가리비는 굴 수하연 및 피조개 채묘장에 부착된 치패(1년산)들을 모아 간헐적으로 어민 스스로 양식을 시도하고 있는 종이므로, 이에 대한 집중적인 연구가 필요하다.

패류의 양식산업화는 종묘수급, 양성, 판매, 사회적 요구 등이 서로 보완 순환하면서 이루어져야 가능하다. 이 중 종묘수급의 한 방법인 인공종묘생산은 종묘생산자의 입장에서 우선 고려되어야 할 사항이 경제성으로서, 좁은 공간에서 대량으로 사육되어야 하고 또 장기간에 걸쳐 종묘생산이 가능하면 사업으로 더욱 타당성이 있을 것이다.

비단가리비의 경우, 산란양이 많고 본 실험에서 밝혔듯이, 3월부터 채란이 가능하고 9월 중순 피조개 채묘때까지도 부착기 유생이 분포하는 것을 볼 수 있으므로 6개월 정도는 채란이 가능할 것으로 사료된다. 그러나 산란양이 많고 장기간 채란이 가능하더라도 최종적으로 양식에 사용되는 건강한 치패의 양성까지 연결되어 양식어민의 욕구에 충족하려면 좁은 공간에서 최대한의 종묘생산을 하기 위해 이에 대한 기술개발이 뒷받침 되어야 한다.

특히 중국과 같이 종묘생산시 인건비가 차지하는 비중이 우리보다는 낮은 상황에서 대규모 인원

동원으로 산동성 상구만의 경우 40개의 배양장에서 15억미의 치패생산으로 비단가리비 양식산업이 활발히 진행되는 것을 볼 때(Feng 1993), 우리 나라에서도 우리 실정에 맞는 기술개발이 진전되어야 한다.

일반적으로 패류가 성숙된 상태에 이르렀을 때 산란 유발시키는 방법은 온도, 간출자극, 정자현탁액 등으로 자극을 받아 쉽게 산란을 유발시킬 수 있다. 굵은 소량의 정자현탁액을 첨가할 때 쉽게 산란되고(Loosanoff and Davis 1963), 전복과 같은 복족류에서는 자외선조사 해수자극이 매우 효과적인 방법으로 보고되고 있다(Kikuchi and Uki 1974).

본 실험에서 간출자극, 온도자극도 효과가 있었으나 특히 상기 2가지 방법에 신경전달 물질인 serotonin주사에 의한 화학자극을 병행한 것이 가장 효과가 있었다(Table 1). 따라서 성숙된 생식소를 가진 어느 모패에서도 산란유발하는 데는 별 어려움이 없어 채란이 가능할 것으로 판단된다. 수정란의 적정수용밀도는 1 ml당 30~40개이지만 현장에서는 계수가 어려우므로 백색의 부화조의 바닥이 연분홍색을 띠면 상기 밀도와 유사하므로 이 방법을 쓰는 것이 편리할 것으로 생각된다.

채란뿐 아니라 인공종묘 생산에 있어서 수정란의 부화와 성장은 수온, 빛, 먹이생물 및 깨끗한 수질관리에 달려 있다. 특히 수온은 성장을 지배하는 중요한 요인으로 수온의 증가에 따라 호흡률이 증가하고 먹이생물의 섭취가 활발하여 유생발달에도 크게 영향을 준다(Walne 1974; 柳 등 1993). 그러나 수온이너무 높거나 낮을 때 전량 폐사의 위험성이 높으며, 너무 낮을 때에는 성장이 지연되어 상대적으로 생산경비가 많이 들어가므로 자연산란기를 중심으로 한 인공종묘 생산시기도 일치하여야 좋은 성적을 거둘 것으로 기대된다.

종묘생산 과정 중 중요관리 사항의 하나는 생존율을 높이는 것이다. 패류종묘의 생존율은 자연상태에서는 개체군 생존율의 특성상 초기에는 대량 산란, 발생되나 시간이 지날수록 반치수적으로 감소하는 특성이 있고, 부유유생기의 감도와 부착기 직전의 변태에 밀접한 관련이 있으므로(Jorgensen 1981) 부유유생기에는 먹이 섭취에 따라 달라지고 변태기에는 전복과 같이 변태를 촉진하는 화학물질의 첨가에 따라 부착 효율을 높이는 방법(Morse et al. 1979)도 모색해 보아야 할 것이다.

종묘생산시 성공과 실패의 관건이 되는 요인 중 제일 중요한 것은 먹이생물의 공급이다. 현재 우리나라에서는 국립배양장에서 실험용의 먹이생물 배양은 확립되어 있으나 산업현장에서의 대규모 배양은 확립되어 있지 않다. 결국 이매패의 고밀도 사육은 살아있는 미소조류의 생산에 달려있고 이것은 치패 생산경비의 30%를 차지한다고 한다(Coutteau and Sorgeloos 1993). 모패관리나 유생이 부착까지, 부착후 1~2 mm로 될 때까지 단세포조류의 공급이 필수적이다. 양적인 공급뿐 아니라 질적인 가치도 대단히 중요한데, *Isochrysis*와 *Pavlova*를 혼합 급여하는 것이 단일종을 공급하는 것보다 유생의 생존율에 좋은 결과를 나타낸다는 것은 널리 알려져 있으나 실험실 규모가 아닌 상업적인 치패 생산시에는 많아야 3종이고, 2종이면 충분하다고 사료된다. 현재 상업적인 인공종묘 생산시 두 가지 종을 배양하는 배양장이 제일 많으며, 숙련된 기술로도 건중량 1 kg의 단세포조류를 생산하는데 US\$ 160~200이 소요된다고 한다(Coutteau and Sorgeloos 1993).

패류의 종묘생산에 있어서 유생의 적정수용밀도를 정하는 것은 대단히 중요한 일이다. 대량생산을 위해서는 유생의 밀도를 높일수록 좋으나 어느 한계 이상으로 높이면 유생간의 밀도효과로 성장이 느려지거나 유생의 과도한 배설물로 인하여 수질이 악화되어 질병에 걸리기 쉽고 다른 원생동물의 번성에 따라 실패하기가 쉬우므로 통상 대용량의 수조에서 저밀도 장기간 사육의 경우 1 ml당 1개체가 통상적이나 연속 유수식으로 사육한 본 실험에서는 1 ml당 10개체일 때 부착기까지 순조롭게 진행되는

점은 Lou (1991)에 의한 중국의 결과와도 큰 차이 없이 진행되었다. 일반적으로 호흡율이 좋아지고 먹이의 섭취가 많은 고수온에서는 저밀도를 유지하는 것이 바람직하며 저수온에서는 고밀도를 유지하여도 성장이나 폐사에 영향이 적을 것으로 사료된다.

앞으로 비단가리비의 양식 산업화를 위해서는 인건비와 노동력 절감을 위해 적은 공간에서 고밀도로 유생을 사육할 수 있는 기술개발이 요청되며 일본의 큰가리비 자연채묘와 같이 한 개의 양파주머니 채묘기에서 30,000마리 이상의 인공채묘 기술 확립과 연이어 1~2 mm 치패의 바다에서의 적응시험, 10 mm 이상 치패의 본양성 시험에 따른 양식 시설물의 검토 즉, 진주양식과 같이 망을 쓸 것인지 큰가리비와 같이 귀를 매달 것인지 등의 여러 양식방법에 대한 검토가 있어야 하겠다.

요 약

최근 비단가리비가 새로운 양식품종으로 관심이 높다. 자연에서의 치패는 절대 부족하므로 인공종묘 생산이 필수적이다. 1993년 7월부터 1994년 5월까지 거제군 장목면 실전리 지선과 통영해역에서 수집한 모패로 인공종묘 생산을 시도했다. 산란은 수온이 상승하는 3월부터 고수온기에 걸쳐 간헐적으로 일어났고 산란성기는 7월로 간주되었다. 간출자극, 온도자극, 화학자극을 단독 또는 병행 실시하여도 성숙상태만 좋으면 어느 경우에도 산란유발에는 어렵지 않았다. 그 중, serotonin 주사에 의한 화학자극에다 간출.온도자극을 병행한 방법이 가장 효과가 있었다. 수정란의 수용밀도는 부화율에 많은 영향을 미쳤는데 정상적인 발생을 위한 밀도는 1 ml당 30~40개이었다. 부착기 유생의 평균각장은 155 μm 였으며, 수정에서 부착기유생까지는 수온 11.5~13.0 $^{\circ}\text{C}$ 에서 27일이 소요되었다. 먹이생물은 *Isochrysis galvana*와 *Chaetoceros calcitrans*이었다. 사육시의 유생의 적정밀도는 10 마리/ml이었다.

참 고 문 헌

- Coutteau, P. and P. Sorgeloos, 1993. Substitute diets for live algae in the intensive culture of bivalve mollusks—a state of the art report. *World aquaculture* 24 : 45~60.
- Feng, J. K., 1993. Artificial seed production and culture of scallops in Sungo Bay. Abstract, 9th International Pectinid Workshop, Nanaimo, British Columbia.
- Jorgensen, C. B., 1981. Mortality, growth and grazing impact of a cohort of bivalve larvae, *Mytilus edulis*. *Ophelia* 20 : 185~192.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974. Technical study on artificial spawning of abalone with ultraviolet rays on induction of spawning. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* 33 : 79~86.
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing bivalve mollusks. pp. 1~136. In : F. S. Russel (Ed.), *Advances in Marine Biology*, Vol. 1. Academic Press, New York.
- Lou, Y. S., 1991. China. pp. 809~824. In : S. E. Shumway (Ed.), *Scallops : Biology, Ecology and Aquaculture*. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Vol. 21, Elsevier/New York.
- Morse, D. E., Hooker, N., Jensen, L. and H. Duncan, 1979. Induction of larval abalone settling and metamorphosis by r-Aminobutyric acid and its congeners from Crustose red algae.

II. Application to cultivation, seed-production and bioassays : principal causes of mortality and interference. Proc. World maricul. Soc. 10 : 81~91.

- Walne, T. R., 1974. Shellfish culture, pp.379~398. In : F. R. Hardrn Jones (Ed.), Sea Fisheries Research. Elek, London.
- 姜海遠 · 鄭成采 · 李鍾寬 · 趙榮朝 · 張貞源, 1982. 가리비 人工種苗生産에 關한 研究. 수진연구보고 30 : 111~118.
- 김봉래, 1991. 강원도 수산 증양식 현황과 대책. 다. 가리비양식. 한국수산학회 1991년도 추계심포지움 pp.6~7.
- 김용술 · 손송정, 1971. 가리비, 피조개의 산란유발시험. 수산진흥원 사업보고 10 : 59~63
- 卞忠圭 · 盧龍吉, 1978. 가리비, *Patinopecten yessoensis* (Jay)의 人工採苗에 關한 연구. 수진연구보고 20 : 141~155.
- 柳成奎 · 朴旻洋, 1979. 迎日灣의 가리비 浮遊幼生の 分布. 한국해양학회지 14 : 54~60.
- 柳浩英 · 朴斗元 · 鄭春九 · 金敬姬 · 全昌永 · 金大熙 · 明正仁, 1993. 참담치 人工種묘생산 技術개발에 關한 研究. 경상남도 양식종묘 시험생산 사업보고서 156p.
- 이보형 · 장성일, 1977. 가리비 양식에 관한 연구. (1) 자연채묘 및 수하양식시험. 수진연구보고 16 : 165~178.
- 張貞源 · 朴榮祭 · 金完基 · 高又鎭 · 朴基榮 · 金炯燮 · 孫龍秀 · 安斗海 · 白國基 · 朴魯用, 1992. 가리비 養殖技術開發에 關한 研究. 농림수산부 특정연구개발사업 연구보고서 69p.
- 許永伯, 1994. 二枚貝類 8種 幼生の 發生 및 成長에 關한 比較研究. 부산수산대학 석사학위청구논문 56p. Pls. VIII.
- 황호정 · 김명남, 1973. 흑산도 근해 비단가리비의 분포 생태에 관한 연구. 수진연구보고 11 : 25~35.