



기수재첩, *Corbicula japonica*의 인공종묘생산

김완기* · 이채성 · 이정용 · 허성범¹

국립수산진흥원 강릉수산종묘시험장 · ¹부경대학교 양식학과

Production of Artificial Seedling of the Brackish Water Clam, *Corbicula japonica*

Wan-Ki Kim*, Chae-Sung Lee, Jeong-Yong Lee and Sung-Bum Hur¹

Gangnung Marine Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, Gangnung 210-800, Korea

¹Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

To develop techniques for the production of artificial seedling of *Corbicula japonica*, protocols for induction of spawning and larval development were developed. During the assumed spawning period of August to mid-September, attempts were first made to induce spawning by gonadal incision and UV-irradiation but all in vain. At the end of August, elevated thermal induction evoked 90 % positive response in animals maintained at 3 ‰ salinity. Immersion in (1/1000~3/1000 N) ammonium hydroxide (NH₄OH) also induced spawning in 15~45% of the treated animals at 3 ‰ salinity. Fertilized eggs measured 86 μm. At 23.0~24.5 °C, the fertilized eggs developed into 4-cell stage embryos within 2 hours, trochophores 15 hours, D-shaped larvae 2 days, umbo 9 days and fully grown veligers, ready to infiltrate into the sediment, within 16 days.

Key words: *Corbicula japonica*, Thermal induction of spawning, Successful larval development

서 론

재첩은 우리나라 낙동강 하구에서 한강까지의 기수 또는 담수 수역에 분포하는 조개류로서 내수면 패류중 식용으로 가장 많이 이용되는 종류이다. 옛날부터 재첩국 등의 요리로서 기호식품으로 애호를 받아 왔으나, 최근에는 국내 소비뿐만 아니라 일본 수출로 자연 서식장의 어획이 증가하고 있으며, 국내 재첩 생산량은 1984년에 15,513톤이었으나 매년 감소하여 1988년에는 6,660톤, 1996년에는 699톤으로 급격히 감소하였다 (한국수산회, 1997). 그러므로 이에 대한 자원관리가 필수적이며, 지역특산 소득원인 재첩의 생산량을 지속적으로 증대시키기 위해서는 양식

에 많은 노력을 기울여야 한다.

재첩류의 연구는 일본의 경우 재첩류의 생리, 생태 (谷田·平野, 1952; 石田·石井, 1971; Fuji, 1979; 丸, 1981), 성장 (Fuji, 1957), 성장과 연령 (宇藤, 1981)에 관한 많은 연구가 있다. 우리나라에서는 Park and Lee (1968)의 자원학적 연구 이후, 생태 (Jung, 1977), 정자형성과정 (Kim and Yoo, 2000a), 생식주기 (Lee and Chung, 1980; Kim and Yoo, 2000b) 및 분류 (Lee and Kim, 1997)가 연구되어 있다. 그러나 재첩의 인공 종묘생산에 관한 연구는 없는 실정이다.

따라서 이 연구에서는 강원도 양양군 남대천에서 채취한 기수재첩을 대상으로 산란기와 산란유발 및 난 발생,

*Corresponding author : wgkim@nfrda.re.kr

유생사육 등의 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

모패의 채집

실험에 사용한 기수재첩은 2000년 7월 2일부터 10월 10일까지 8회에 걸쳐 강원도 양양군 남대천 하구에서 행망으로 채취하였다.

산란기 조사

채집된 기수재첩은 실내 연구실로 운반되어 Vernier caliper를 이용하여 각장 (shell length, SL), 각고 (shell height, SH), 각폭 (shell width, SW)을 0.1 mm까지 측정하고, 전자 저울을 이용하여 육중량 (body weight, BW)을 0.1 g까지 측정 후 비만도 ($BW \times 1000 / SL \times SH \times SW$)를 구하여 산란기를 추정하였다.

산란유발

산란유발에 사용한 모패는 총 560마리로 각장 23.2 ± 5.7 mm, 전중 4.9 ± 3.4 g되는 것을 이용하였다 (Table 1). 산란유발은 수온 자극, 자외선 조사 자극, H_2O_2 자극, NH_4OH 용액을 용수에 첨가하는 자극 및 생식소를 절개하여 인공 수정하는 방법을 사용하였다.

수온 자극은 담수 (0%)와 3% 염분 조건으로 구분하여 자연 수온에서 사육하던 어미를 $4.1 \sim 4.7^\circ C$ 상승시켜 자극하였으며, 자외선 조사 자극은 菊地·浮 (1974)의 방법에 따랐다. H_2O_2 용액을 3% 해수에 첨가하는 자극은 자극 농도를 1/100 및 3/100 N으로 조정하였으며, NH_4OH 를 해수에 첨가하는 자극은 1/1000, 2/1000, 3/1000 및 5/1000 N으로 조정하여 산란유발을 시켰다. 절개법은 생식소를 절개하여 현미경으로 생식소 속도를 관찰한 후 인위적으로 채란, 채정하여 습식법으로 인공수정 시켰다.

산란유발 방법에 따라 방란·방정된 알과 정자는 즉시 인공수정 시킨 후 30 μm 망목에서 깨끗한 여과 해수로 3~4회 세란한 뒤 부화용 수조 (20 L 원형 플라스틱 수조)에 수용하였다.

Table 1. *Corbicula japonica* used for induction of spawning

Adult (No.)	Shell length (mm)	Shell height (mm)	Total weight (g)
560	range 16.3~35.4	15.1~33.0	1.8~16.4
	mean 23.2 ± 5.7	21.3 ± 5.2	4.9 ± 3.4

유생사육

유생의 발생을 관찰하기 위하여 $\phi 40 \times 60$ cm의 원형 아크릴 수조 4개를 사용하여 산란된 알을 3 개체/ml 밀도로 수용하였다.

먹이는 *Chaetoceros calcitrans*를 D상 시기에는 10^4 cells/ml, 각정기유생 시기에는 5×10^4 cells/ml의 밀도로 공급하였다. 사육 방법은 지수식으로 매일 오전 8시에 사육수의 1/2씩 환수하였다.

알 및 유생의 크기와 발달과정은 30개체를 무작위로 추출하여 광학현미경 100배 (Olympus BH-2)에서 관찰하였다. 실험기간 동안의 수온은 $23.0 \sim 24.5^\circ C$, 염분은 1.78~3.16 ‰ 범위였다.

결 과

산란기

재첩의 산란기를 파악하기 위하여 비만도를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 7월 2일에는 10.7이던 것이 급격히 증가하여 8월 6일에는 17.3으로 최고를 보였으며, 그 이후 점차 감소하여 9월 3일에는 11.2, 9월 27일에는 8.9로 감소한 후 다시 증가함으로써 비만도에 의한 산란기는 7월 하순부터 9월 하순까지로 나타났다.

산란유발

재첩의 산란유발을 위하여 수온 자극, 자외선 조사 자극, H_2O_2 자극, NH_4OH 를 3% 해수에 첨가하는 자극 및 생식소 절개 등으로 얻은 알과 정자의 인공수정을 실시한 결과는 Table 2 및 3과 같다.

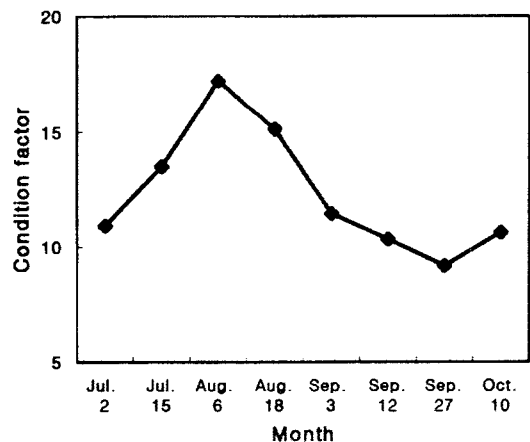


Fig. 1. Variations of condition factor of *Corbicula japonica* from July to October in 2000.

수온 자극은 담수와 3% 염분 조건으로 나누어 7월 15일부터 9월 3일까지 4회 실시하였는데 담수에서는 전혀 반응이 없었으며, 3% 해수에서는 8월 27일에는 수온 22.4℃로 사육하던 모패를 26.5℃로 서서히 상승시키던 중 암컷 8마리, 수컷 10마리가 반응하여 90.0%의 반응률을 보였으며, 그 후 9월 3일에는 75.0%의 반응률을 보여 총 70만개의 수정란을 얻을 수 있었다.

정자 현탁액을 첨가한 것과 자외선 조사 자극에서는 방란·방정이 일어나지 않았으며, 생식소를 절개하여 얻은 알과 정자를 인공수정 시켰으나 수정이 전혀 이루어지지

않았다.

H₂O₂ 자극과 NH₄OH를 3% 해수에 첨가하는 자극의 경우 Table 3에서와 같이 H₂O₂ 자극은 반응이 전혀 없었으며, NH₄OH 자극에서는 1/1000~3/1000 N에서 15~45%의 비교적 높은 반응률을 보였으나 정자의 활력이 약하여 정상적인 수정은 이루어지지 않았다.

난 발생 및 유생의 발달

성숙된 모패를 3% 해수에서 수온 자극에 의해 인공

Table 2. Induction of spawning in *Corbicula japonica* with different protocols

Inductor	Date	Induction protocol	Attempts (No.)	Response (No.)		Response (%)
				♀	♂	
Temperature						
- Freshwater	July 15	21.6℃→26.3℃ (1 hr)	20	-	-	0
	Aug. 6	23.5℃→28.0℃ (1.5 hr)	20	-	-	0
	Aug. 27	22.4℃→26.5℃ (1 hr)	20	-	-	0
	Sep. 3	20.2℃→24.6℃ (1 hr)	20	-	-	0
- 3‰ seawater	July 15	21.6℃→26.3℃ (1 hr)	20	-	-	0
	Aug. 6	23.5℃→28.0℃ (1.5 hr)	20	-	2	10.0
	Aug. 27	22.4℃→26.5℃ (1 hr)	20	8	10	90.0
	Sep. 3	20.2℃→24.6℃ (1 hr)	20	8	7	75.0
Add sperm suspension solution	Aug. 27	107 inds./ml	20	2	1	0
	Sep. 3	"	20	3	2	0
UV-ray irradiation	Aug. 27	670.2 mW/h	20	-	-	0
	Sep. 3	"	20	-	-	0
Pulse spawning	July 15	Incision of gonads	20	UF		0
	Aug. 6	"	20	UF		0
	Aug. 27	"	20	UF		0
	Sep. 3	"	20	UF		0

() : Time for stimulation. UF : Unfertilization.

Table 3. Induction of spawning in *Corbicula japonica* by H₂O₂ and NH₄OH inductors

Inductor	Date	Concentration (N)	Attempts (No.)	Response (No.)		Response (%)
				♀	♂	
H ₂ O ₂	Aug. 26	1/100	20	-	-	0
		3/100	20	-	-	0
	Sep. 3	1/100	20	-	-	0
		3/100	20	-	-	0
NH ₄ OH	Aug. 26	1/1000	20	2	3	25.0
		2/1000	20	5	2	35.0
		3/1000	20	3	1	20.0
		5/1000	20	-	1	5.0
	Sep. 3	1/1000	20	3	2	25.0
		2/1000	20	5	4	45.0
		3/1000	20	1	2	15.0
		5/1000	20	-	-	0

수정시켜 수정란을 얻었으며, 수온 23.0~24.5℃일 때 재첩의 난 발생을 현미경으로 관찰한 결과는 Table 4와 Fig. 2 및 3에 나타내었다. 수정란은 구형으로 난경은 $86 \pm 3 \mu\text{m}$ 이었으며, 수정이 완료된 알은 제1 극체를 형성 (Fig. 2A)한 후, 수정 후 1시간 10분이 지나면 제1차 난할을 하여 2세포기로 되었고 (Fig. 2B), 수정 후 2시간이 되면 4세포기 (Fig. 2C), 2시간 50분이 경과하면 8세포기가 되었다 (Fig. 2D). 수정 후 3시간 30분이 경과하면 16세포기로 되었으며 (Fig. 2E), 수정 후 4시간 50분이 경과하면 섬모가 생겨 회전운동을 시작하는 포배기에 이르렀으며 (Fig. 2F), 6시간 15분이 지나면 낭배기를 거쳐 (Fig. 2G), 15시간이 지나면 나선상의 상하 운동을 반복하는 담륜자유생(trochophore larvae)으로 부화하였다 (Fig. 2H).

이후 유생은 면발과 함께 패각이 형성되었고, 수정 후 2일째에는 각장 $114 \mu\text{m}$ 의 D상 유생으로 되었으며 (Fig. 3A), 9일째에는 각장 $158 \mu\text{m}$ 로 각의 연변부가 둥글게 되면서 D상의 직선 부분에서 각정이 형성되었다 (Fig. 3C). 각장 $201 \mu\text{m}$ 에서는 각정부가 더욱 커지며 (Fig. 3D), 16일째에는 각장 $267 \mu\text{m}$ 로 성장하여 성숙자패가 되면서 저서생활로 이행하게 되었다 (Fig. 3E). 이때부터 잠입을 하게 되며, 잠입 한지 3일이 지나면 각장 $302 \mu\text{m}$ 로 성장하였다 (Fig. 3F).

고 찰

재첩의 산란기에 관하여 일본의 網走湖産은 7월 중순부터 9월 하순(丸, 1981), 藻琴湖産은 7월 상순에 생식소가 완전히 성숙하고 7월 중순부터 9월 상순까지 방란이

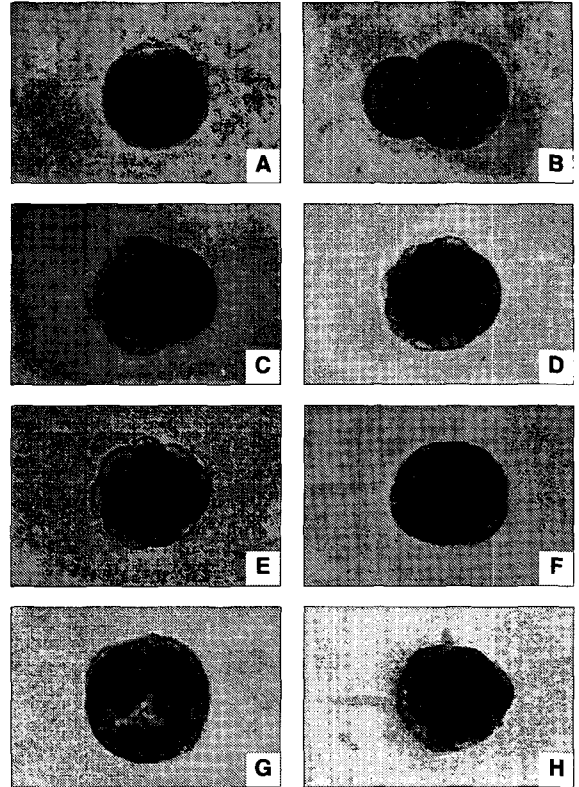


Fig. 2. Early development of fertilized egg of *Corbicula japonica*.

A, 1st polar body; B, 2-cell; C, 4-cell; D, 8-cell; E, 16-cell; F, blastula; G, gastrula; H, trochophore.

되며 (木下 · 澁谷, 1939), 靑森縣三瀨에서는 7월 상순부터 8월 하순까지 (Fuji, 1957)라고 하였다. 이 연구에서는 7월 하순부터 9월 하순까지였으며, 주 산란기는 8월 초순부터 9월 중순으로 나타나 일본 지역의 산란기와 비슷하였다.

Table 4. Development of *Corbicula japonica* at 23~24.5℃

Stages	Time elapsed after fertilization	Remarks
Fertilized egg	0	$86 \mu\text{m}$
2 cells	1 hr. 10 min.	
4 cells	2 hr. 00 min.	
8 cells	2 hr. 50 min.	
16 cells	3 hr. 30 min.	
Blastula	4 hr. 50 min.	
Gastrula	6 hr. 15 min.	Begin to move with cilia
Trochophore	15 hr. 00 min.	Hatching
D-shaped larvae	2 days	$114 \times 82 \mu\text{m}$
Post D-shaped larvae	5 days	$143 \times 125 \mu\text{m}$
Early umbo stage	9 days	$158 \times 143 \mu\text{m}$
Post umbo stage	13 days	$201 \times 176 \mu\text{m}$
Full grown stage	16 days	$267 \times 248 \mu\text{m}$

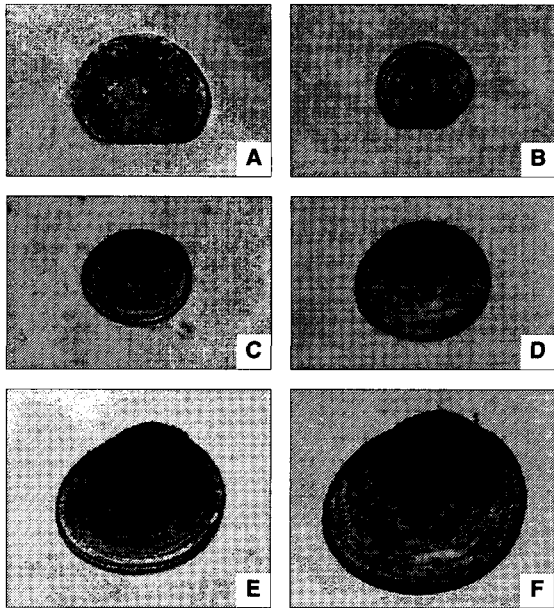


Fig. 3. Development of larvae of *Corbicula japonica*. A, D-shaped larvae; B, post D-shaped larvae; C, early umbo stage; D, post umbo stage; E, full grown stage (shell length : 267 μ m); F, 3rd days after infiltration (shell length : 302 μ m).

조개류의 수정은 자연 산란되거나 인공 자극에 의해 산란된 알이라도 卵核胞 (germinal vesicle)의 유무에 관계없이 수정이 용이한 종도 있으나 (Allen, 1953; Clotteau and Dube, 1993) 거의 대부분이 卵核胞가 소실된 후에 정상적인 발생이 이루어지는 것으로 알려지고 있다 (Loosanoff and Davis, 1963).

濱本·大林 (1985)은 코끼리조개, *Panope japonica*의 생식소를 절개하여 인공 수정시킨 결과, 부유유생을 얻지 못했다고 하였으나, Lee et al. (1997)은 15.0~45.0%의 수정률을 보였다고 하여 같은 종이라도 성숙 단계에 따라 절개에 의한 수정 가능성이 다른 것으로 보고하였다. 이 연구에서는 濱本·大林 (1985)과 같이 생식소 절개에 의해서는 수정난을 얻지 못하여 난핵포가 완전히 소실되어야 수정이 이루어지는 것으로 생각된다.

온도 자극에서 Kanno (1962)와 Lee et al. (1997)은 단일 자극보다 반복 자극에 의한 효과가 높았다고 하였다. 이 연구에서는 담수에서의 온도 자극은 반응이 거의 없었으나, 3‰ 해수에서는 8월 하순에 수온 상승 자극에 쉽게 반응하는 것으로 나타났다.

패류의 사육수에 NaOH나 NH₄OH 용액을 첨가하면 해수의 pH를 높여 산란이 유발된다 (木下 等, 1943).

Sagara (1958)는 동족에 NH₄OH를 첨가한 경우, 8/1000 N 이하에서 방란·방정이 일어난다고 보고하였으며, Lee et al. (1997)은 코끼리조개의 8/1000~10/1000 N에서 가장 좋은 반응을 나타내었다고 보고하였으나, 이 연구에서는 1/1000~3/1000 N에서 15~45%의 양호한 반응을 보였다. 그러나 키조개 (Cheong et al., 1986)에서는 이 자극으로 산란유발 효과를 보지 못하였다고 보고하여 종에 따라 상이함을 알 수 있다.

기수재첩의 수정난은 크기가 86±3 μ m 정도의 구형으로 대합, *Meretrix lamarckii*과 맛조개, *Solen strictus*의 80~90 μ m (田中, 1982)와는 비슷하였으며, 바지락 (Won, 1994)과 코끼리조개 (Lee and Rho, 1997)보다는 컸다.

기수재첩의 초기 발생은 대부분의 조개류와 비슷한 과정을 거치면서 수정 후 2일째에 D상으로 변태 하였는데 이는 참담치 (柳 等, 1993) 및 북방대합 (Lee, 1996)과 비슷하였으나 가무락의 20~23시간 (小野, 1972)보다는 늦은 편이다. 이때의 크기는 114 μ m로서 대합류 (*Meretrix lamarckii*)의 121 μ m (田中, 1982) 보다는 작았지만, 왕우럭조개 (龜山, 1966)와 참굴 (Min et al., 1995)보다는 큰 것으로 판단된다.

Lee and Rho (1997)에 의하면 코끼리조개의 부유유생 변태 기간은 수정 후 25일째 D상에서 각정이 조금 팽출하여 각정기로 되고, 36일째에는 성숙기 유생으로 된다고 보고된 바 있으며, 대합 (Choi, 1975)의 성숙유생기까지는 20일이 소요된다고 하였다. 그러나 이 연구에서는 성숙유생기까지 16일이 소요되어 비교적 발생이 빠른 것으로 나타났다.

또한 성숙유생기까지의 크기는 이 연구에서 267 μ m로 코끼리조개의 205 μ m (Lee and Rho, 1997), 대합의 208 μ m (Choi, 1975), 왕우럭조개의 234 μ m (龜山, 1966)보다는 컸으며, 피조개의 260 μ m (田中, 1982)와는 비슷하였다.

요 약

기수재첩의 인공 종묘생산 기술개발의 일환으로 산란기 조사, 산란유발, 난 발생 및 유생의 발달 과정을 관찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

기수재첩의 산란기는 7월 하순부터 9월 하순까지이며, 주 산란기는 8월 초순부터 9월 중순으로 나타났다.

산란유발은 자외선 조사 자극과 생식소절개 방법으로는 반응이 전혀 없었다. 3‰ 해수의 온도 자극에서는 8월

하순에 90.0%, 9월에 75.0%의 높은 반응률을 보였다. NH₄OH용액을 3‰ 해수에 첨가하는 자극은 1/1000~3/1000 N에서 15~45%의 반응률을 보였다.

기수채첩의 수정난은 직경 86±3 μm의 구형이다. 수정난의 발생은 23.0~24.5℃에서 2시간 후 4세포기로 되고, 15시간이 지나면 담륜자 유생 (trochophore larvae), 수정 후 2일째에는 D상 유생, 9일째에는 각정기로 성장하였다. 수정 16일째에는 성숙 유생으로 성장하여 저서 생활을 시작하였다.

참 고 문 헌

- Allen, R. D., 1953. Fertilization and artificial activation in the egg of the surf clam *Spisula solidissima*. Biol. Bull. 105 : 213-239.
- Cheong, S. C., J. S. Hue, Y. B. Moon, J. K. Lee, C. H. Song and K. K. Kim, 1986. Experimental study on the seedling production of the pen shell, *Atrina pectinata* (Reeve). Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Inst., 39 : 143-150 (in Korean).
- Choi, S. S., 1975. Comparative studies on the early embryonic development and growth of *Meretrix lusoria* and *Cyclina sinensis*. Bull. Korean Fish. Soc., 8(3) : 185-195 (in Korean).
- Clotteau, G. and F. Dube, 1993. Optimization of fertilization parameters for rearing surf clams (*Spisula solidissima*). Aquaculture 114 : 339-353.
- Fuji, A., 1957. Growth and breeding season of the brackish-water bivalve, *Corbicula japonica*, in Zyusan-gata Inlet. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 8 : 178-184.
- Fuji, A., 1979. Phosphorus budget in natural population of *Corbicula japonica* Prime in poikilohaline lagoon, Zyusan-ko. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 30(1) : 34-49.
- Jung, J. Y., 1977. Ecological studies of a brackish water clam, *Corbicula japonica* from Nac Dong river. Nat. Fresh Water Fish. Hat. of Fish. Cheong-pyong, Korea. 2 : 130-140 (in Korean).
- Kanno, H., 1962. Artificial discharge of reproductive substance of mollusca caused by repeatedly stimulation of temperature. Bull. Tohoku Rep. Fish. Res. Lab. 20 : 114-120.
- Kim, J. H. and M. S. Yoo, 2000a. Spermatogenesis and sperm morphology in marsh clam, *Corbicula leana* (Prime). Bull. Korean Fish. Soc., 33(3) : 171-175 (in Korean).
- Kim, J. H. and M. S. Yoo, 2000b. Reproductive cycle of marsh clam, *Corbicula leana* (Prime) in Hyongsan Estuary. Bull. Korean Fish. Soc., 33(3) : 184-191 (in Korean).
- Lee, C. S. and S. Rho, 1997. Studies of the artificial seedling production of geoduck clam, *Panope japonica*. II. Development of egg and larvae. J. of Aquaculture 10(1) : 25-32 (in Korean).
- Lee, C. S., S. Rho and Y. J. Park, 1997. Studies of the artificial seedling production of geoduck clam, *Panope japonica*. I. Spawning induction and hatching. J. of Aquaculture 10(2) : 113-121 (in Korean).
- Lee, J. S. and J. B. Kim, 1997. Systematic study on the genus *Corbicula* (Bivalvia : Corbiculidae) in Korea. Korean J. Syst. Zool. 13(3) : 233-246 (in Korean).
- Lee, T. Y. and E. Y. Chung, 1980. Reproductive cycle of marsh clam, *Corbicula fluminea* (v. MULLER). Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan, 12 : 47-54 (in Korean).
- Lee, J. Y., 1996. Annual reproductive cycle and spawning induction of the surf clam, *Spisula sachalinensis*. Master thesis of Dep. of Fish. Bio., Graduate School, Nat. Fish. Univ. Busan, 47pp. (in Korean).
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of bivalve molluscs. pp.14~26. (in) Advances in Marine Biology, (ed) F. S. Russell. Vol. 1. Academic Press. New York.
- Min, K. S., Y. J. Chang, D. W. Park, C. G. Jung, D. H. Kim and G. H. Kim, 1995. Studies on rearing conditions for mass seedling production in Pacific oyster larvae, *Crassostrea gigas* (Thunberg). Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Inst., 49 : 91-111 (in Korean).
- Park, S. W. and S. H. Lee, 1968. Analysis of the shell height frequencies on the flesh water cockle, *Corbicula elatior*, by means of probability graph. Bull. Korean Fish. Soc., 1(1) : 31-43 (in Korean).
- Sagara, J., 1958. Artificial discharge of reproductive elements of certain bivalves caused by treatment of seawater and by injection with NH₄OH. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish. 23(9) : 505-510.
- Won, M. S., 1994. Seed production and environmental influence on productivity of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*. Ph. D. thesis of Dept. of Fish. Bio., Graduate School, Nat. Fish. Univ. of Pusan, 220 pp. (in Korean).
- 한국수산회, 1997. 수산연감. 동양문화인쇄. 서울, 569pp.
- 菊地省吾·浮永久, 1974. アワビ屬の採卵技術に関する研究. 第2報, 紫外線照射海水の産卵誘發效果. 東北水研報 33 : 79-86.
- 木下虎一郎·澁谷三五郎, 1939. 藻琴湖産蜆の産卵期. 北水試旬報 417 : 7-8.
- 木下虎一郎·澁谷三五郎·清水二郎, 1943. ホタテガイ, *Pecten (Pationpecten) yessoensis* JAYの産卵誘發に関する試験(豫報). 日本誌, 11(5-6) : 168-170.
- 濱本俊策·大林萬鋪, 1985. 備讚瀬戸鹽飽諸島海域におけ

- るナミカイ *Panopea japonica* (A, Adams)의大量發生
とその漁業實態. 栽培技研 14(2) :7-25.
- 石田 修・石井俊雄, 1971. ヤマトシジミの鹽分に對する抵抗性ならびに地域による形態の相違. 水産増殖 19(4) :167-182.
- 小野 剛, 1972. ハマグリ的人工種苗生産に就て. 養殖 1 :114-118.
- 谷田專治・平野和夫, 1952. 松島灣附近のシジミに關する研究. 東北水研報 1 :68-81.
- 宇藤 均, 1981. 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* Prime の生長. 北水試報 23 :65-81.
- 柳浩英・朴斗元・鄭春九・金敬熙・全昌永・金大姫・明正仁, 1993. 참담치 人工種苗生産技術에 關한 研究. 慶尙南道, 1-156.
- 田中彌太郎, 1982. 二枚貝類の幼生同定. 海洋と生物 4(2) :137-139.
- 龜山展志, 1966. ミルクイ幼生の水槽飼育について. 水産増殖 14(3) :151-156.
- 丸 那義, 1981. 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* Prime の生殖週期. 北水試報 23 :83~95.

(접수: 2001년 11월 2일, 수리: 2002년 1월 5일)