

眞珠조개 (*Pinctada fucata*)의 稚貝生産 및 養殖에 關한 環境學的 研究-(1)

初期發生과 成長

盧 暹 · 卞忠圭 · 全得山
(濟州大學校 海洋科學大學)

Environmental Studies on the Culture and the Spat Production of Pearl Oyster-(1)

Early Development and Growth of the Young Pearl Oyster, *Pinctada fucata* (DUNKER)

Sum RHO · Choog Kyu PYEN and Deuk San JEON
(Coll. Ocean Sciences, Cheju National Univ.)

Studies on spawning induction, development of fertilized eggs and larvae, optimal density of food organisms, feeding rate, and growth and mortality of young shells in culture ground were performed to develop the technique of seedling production on a pearl oyster, *Pinctada fucata* (DUNKER).

The rate of spawning induced by both stimulations of exposure to the air and temperature was 40.6-55.6%.

The best duration of exposure time to the air for spawning reaction was 40-60 minutes.

The rates of fertilization and hatching were ranged 64.3-80.6% of eggs and 70.4-84.4% of fertilized eggs, respectively.

The eggs hatched out 5 hours after fertilization at 26.9-29.7°C and the larvae attached to the collectors on 18 days after hatching.

With regard to relationship between the rearing days (D) and growth of shell length (L) following two formulae were obtained,

hatching - attached young stage;

$$L = 8,6429D + 56,0533$$

hatching - 117 days later

$$L = 0,00002488D^{2,9160}$$

Proper densities of food organisms in rearing sea water in three kinds of time intervals after hatching, 1 to 5 days, 6 to 10 days, and 11 to 15 days were 8,000 cells/ml, 13,000 cells/ml and 20,000 cells/ml, respectively.

A higher mortality (47.8%) of swimming larvae occurred at the time of metamorphosis turning to umbo stage of attachment was 27.7%.

The rearing experiment on the attached youngs during 94 days revealed that very high mortality(28.5%) occurred at the time just after transfer to the intermediate culture bed and 63.1% of the attached youngs finally remained.

序 論

1961년부터 시작된 우리나라南海岸의 眞珠조개 養殖은 挿核 및 加工을 비롯한 養殖全般에 걸친 技術의 인 問題와 環境條件上 불가항력적인 문제로 대두된 겨울철의 越冬問題로 한동안 도산위기에 直面하게 되었다. 그러나 最近 巨文島, 濟州道 等地에서 越冬의 可能性이 立證됨으로써 '86·'88.兩 國際大會를 앞둔 眞珠養殖業界에 새로운 活力素를 불어넣게 되었다. 그러나 우리나라에는 天然産 眞珠조개가 棲息하지 않고 있기 때문에 養殖의 가장 基本이 되는 挿核用 母貝와 養成用 稚貝를 全數 日本으로부터 輸入하고 있어 國內의 種苗自給을 위한 種苗生産 技術開發이 시급히 要求되고 있는 實情에 있다. 眞珠조개의 人工種苗生産에 關한 研究로는 眞珠養殖의 原産이라고 할 수 있는 日本國의 小林 等(1952)의 TANK內的 人工採苗를 효시로 하여 和田(1973), 辻(1974), 林等(1981), 西村(1982), 等の 많은 研究者들에 의하여 現在에는 大量生産段階에 突入하여 있다. 特히 最近에는 早期種苗生産에 關한 養殖期間의 短縮으로 養殖의 合理化에 심혈을 기울이고 있다. 한편 우리나라의 진주조개 種苗生産에 關한 研究로서는 李(1972)의 眞珠조개 생식소形成 및 發達에 關한 研究와 金(1969), 裴(1985)의 慶南 統營郡 兩山面을 中心으로 하여 自然採苗를 위한 浮遊幼生の 出現에 關한 研究를 제외하고서는 人工種苗生産에 關한 報告는 全無한 實情이다. 따라서 本研究는 眞珠養殖의 가장 基本이 되는 種苗問題의 解決을 위하여 種苗生産 技術開發의 기초적 要素인 母貝의 産卵誘發, 알 및 幼生の 發生, 먹이의 適正投餌量, 幼生の 成長 및 生殘率 等に 關여하는 要因을 究明하고자 實施하였다. 本文에 앞서 本研究에 使用한 母貝와 먹이生物인 *pavlova lutheri*의 原種 및 幼生飼育用水槽 등을 제공하여 준 明和眞珠의 張麗萬 社長과 高麗眞珠 朴恒雄 社長에게 深甚한 謝意를 表하며 50℃가 넘는 두더운 Vinyl house 內에서 먹이培養 및 幼生飼育에 助力해준 國立水産振興院 麗水種苗培養場의 金昌吉 金鍾華 崔善吉 諸氏에게 감사를 드린다.

材 料 및 方 法

種苗生産에 使用한 産卵用母貝는 殼高範圍 60-95 mm, 體重範圍 25-80 g 되는 것으로서 1983年度에 30尾 1984年度에 350尾, 1985年度에 158尾를 各各 使用하였다.

母貝는 慶南 統營郡과 全南 麗川郡 巨文里 養殖場에서 産卵刺戟 豫定日의 約 7日전에 室內의 圓형 FRP 1톤 水槽에 收容하고 모래濾過海水로 20ℓ/min 程度에서 流水飼育시켰다. 産卵誘發刺戟方法은 Fig.1에서

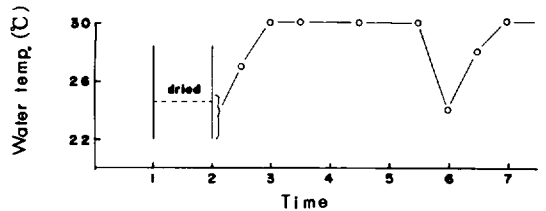


Fig.1. The typical curve of induced spawning by stimulation.

와 같이 約 60分間 日光下에서 干出し킨 후 20ℓ 圓形 plastic 水槽에 各各 5-6尾씩 收容하여 cartridge 濾過器(3μm)를 通過시킨 海水를 5-10ℓ 채운 後 常溫에서 30分만에 水溫 27℃로 上昇시킨 후 1時間만에 30℃로 上昇시켰다. 흐린날에는 海水를 加溫한 후 流水式 紫外線殺菌器(30W×4대)를 通過시켜 使用하였다.

放卵·放精이 確認된 母貝는 즉시 別途水槽에 母貝를 區分 收容한 後 알은 müller gauze 로 收去한 後 精虫을 加하여 受精시킨 다음 깨끗한 濾過海水로 洗卵하여 20ℓ 孵化槽內에 卵의 密度가 5-10개/ml 되도록 收容하였다. 表面에 浮上한 孵化直後の Trochophore 幼生은 0.5-1톤 FRP 圓형수조에 5-10개체/ml 되도록 上澄海水만 옮겨주고 弱하게 Aeration시켰다. 飼育槽의 表面은 1,000 lux 以內로 차광하였고 먹이로서는 *Pavlova lutheri* 와 *Chaetoceros calcitrans* 를 4:1의 比率로 하여 初期에는 3,000-6,000 cells/ml로 投

Table 1. Feeding experiment of the pearl oyster larvae in five density of *Pavlova lutheri*

Density of micro organisms		1	2	3	4	5
Days after hatching	Experimental No.					
1 - 5	A	1,000	2,000	4,000	6,000	8,000
6 - 10	B	4,000	8,000	12,000	16,000	20,000
11 - 15	C	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000

餌하였고 幼生の 成長에 따라 10,000-50,000 cells / ml로 漸次 增加시켰다. 換水는 2-3日 間隔으로 幼生을 網目 25, 50, 75, 100 μ m의 müller gauze로 全量 회수한 후에 完全 換水하였으며 採苗器로는 白色 結節 網과 PVC 透明板을 使用하였다. 平均殼長 1 mm 內外에서 網目 0.76 mm의 polyethylen mesh screen으로 만든 容器 (40 x 40 x 30 cm)에 收容하여 水深 2 m의 海中에 中間育成시켰다. 稚貝의 成長에 따라 容器의 網目을 2 mm, 4 mm로 교체시켜 容器內의 海水流通이 원활하게 관리하였다. 幼生の 成長段階別 適正 먹이密度를 調査하기 위하여 10 l 원형유리水槽에 Table 1에서와 같이 *P. lutheri*의 密度를 調整한 후 孵化直後의 幼生을 7.2 個體 / ml 되도록 收容하였다.

調査期間은 5日을 1單位로 하여 15日까지 3개의 試驗區로 나누었고 午前 10時에 飼育水 0.1 cc 內의 *P. lutheri*의 殘量을 計數한 후 다시 原來의 먹이密度로 補充시켜 주었고 其他의 飼育管理는 앞에서와 同一하게 하였다.

幼生の 生殘數는 3日째와 5日째에 100 cc 內의 幼生數를 計數하였고 成長度測定은 試驗 시작 또는 終了되는 날에 50尾를 對象으로 殼長을 micro meter로 測定하였다.

結 果

1. 母貝의 殼高 및 體重組成

試驗에 使用한 母貝의 殼高 및 體重組成을 보면 Fig. 2, 3과 같다.

殼高의 組成에서는 1984年, 1985年 共히 70-80 mm에 mode가 나타났다. 産卵用母貝로서 별도로 養成을 시킨 '84年의 경우 殼高의 範圍가 좁고 體重의 組成도 50-60 g에 mode가 나타났는데 비하여 核삽입을 위하여 역제 또는 구입 당시 자연에서 産卵盛期

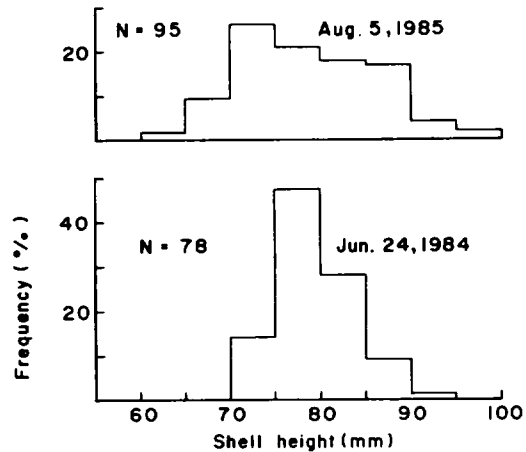


Fig.2. Shell height composition of the adult pearl oyster.

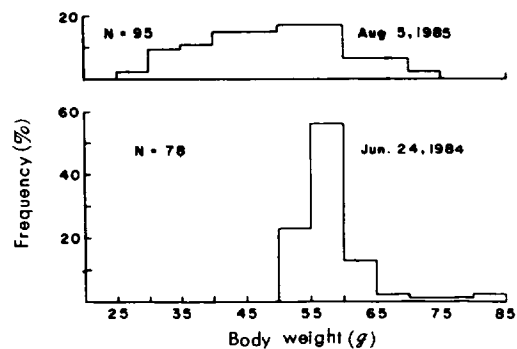


Fig.3. Body weight composition of the adult pearl oyster.

가 지난후에 구입함으로써 一部 放卵을 마친 狀態의 '85年度 母貝는 殼高의 크기에 비하여 體重이 가벼운 것을 볼 수 있고 범위가 넓게 나타났다.

2. 産 卵

가. 産卵習性

本研究中 産卵誘發刺戟方法으로 使用하였던 Fig.1의 基本刺戟方法에 따른 産卵誘發結果는 Table 2 및

Fig.4 와 같다. 午前中 約 60 分의 공기중 노출 후 太陽熱 또는 人爲的인 加溫에 의하여 約 30 分만에 常溫에서 3℃ 程度 높은 27℃로 水溫을 上昇시킨 후 다음 단계인 30℃로 上昇시키는 過程에서 또는 30℃로 上昇된 數分~2, 3 時間 이내에 産卵이 일어났다. 産卵은

Table 2. Induce spawning in pearl oyster by the stimulation of various methods

Date	No. of adults			Methods of stimulation	No. of discharged			Discharged rate			No. of eggs 10 ⁴	Fertilization rate (%)	Hatching rate (%)
	♀	♂	Total		♀	♂	Total	♀	♂	Total			
July 27, 1984	12	18	30	D+Ha	5	7	12	41.67	38.89	40.00	200	64.25	70.41
July 30, 1984	9	11	20	D+Hs	5	8	13	55.55	72.73	65.00	460	76.40	83.64
Aug. 5, 1985	32	46	78	D+Hs	13	20	33	40.63	43.48	42.31	780	80.61	84.42

* D: Dried (sunny place), Ha: Heated by artificial, Hs: Heated by sunlight.

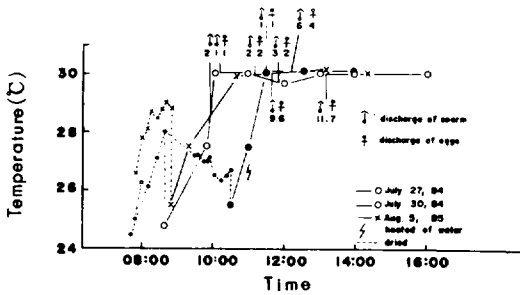


Fig.4. Induced spawning of pearl oyster by the various stimulation methods.

大部分의 경우 수컷의 放精이 먼저 일어났으며 이어서 암컷이 放卵하는 경우가 많았다. 産卵時刻도 주로 午前中이었으며 늦어도 午後 1時 경이면 終了되었다.

한번 産卵이 시작되면 인위적인 충격이나 産卵中の 母貝를 다른 水槽로 옮겨주어도 中止하지 않고 계속되었다.

放卵·放精行動을 보면 後耳部와 後貝殼筋 사이의 오목한 部分을 통하여 암컷은 도화색을 띤 알을, 수컷은 유백색의 精子를 2~3 줄의 연기처럼 가늘게 體外로 放出시켰다.

나. 産卵誘發刺戟에 따른 반응율

干出刺戟과 水溫上昇刺戟을 병행하였던 反應結果는 Table 1에 나타내었다.

1984 年의 경우 使用 母貝 50 尾 (♀, 21; ♂, 29) 中 母의 反應率은 47.62%인데 비하여 ♂는 51.7%였다. 1985 年의 경우에도 使用 母貝 78 尾 (♀, 32; ♂, 46) 中 母의 反應率은 40.63%인데 비하여 ♂는 43.48%

로서 모두 ♂의 反應率이 다소 높게 나타났다. 水溫上昇刺戟과 병행 실시하였던 干出刺戟方法에 있어서 效果的인 干出時間을 調査한 結果를 보면 Table 3과 같다. 産卵誘發刺戟의 實施時期에 따라서 다소 차이는 있었지만 40-60 分의 干出刺戟에서는 30-76.7%의 높은 反應率을 보였는데 비하여 干出刺戟을 하지 않았거나 20 分 以下에서는 5-15%로서 저조하게 나타났다.

다. 알의 形態 및 크기

成熟한 알은 球形으로서 分離沈性卵이며 受精卵의 크기는 Table 4와 같다.

알의 크기는 母貝에 따라서 혹은 同一 母貝에서 産卵된 알에서도 個體差가 인식되었다. 年度別로 測定된 알의 直徑은 1984 年의 경우 0.0488 ± 0.0061 mm였고 1985 年의 경우 0.0549 ± 0.0036 mm였다.

라. 産卵量

1984 年度의 경우 母 10 마리의 産卵量은 約 660 × 10⁴ 개로서 1 마리의 1 회 産卵量은 約 66 × 10⁴ 개였다. 1985 年度의 경우 母貝 13 마리의 産卵量은 約 780 × 10⁴ 개로서 1 마리의 1 회 産卵量은 約 60 × 10⁴ 개였다. 産卵이 끝난 개체에서 상당량의 生殖巢가 發見되는 것으로 보아 産卵은 한꺼번에 全數를 放出하는 것은 아닌 것 같다.

3. 알 및 幼生의 發生

受精卵은 PL.A에서 보는 바와 같이 명료한 卵膜을

Table 3. Effect of induced spawning according to dried time in sunny heating stimulation of the pearl oyster

Date	Dried time (min)	Used adults			No. of discharged			Discharged rate (%)		
		Female	Male	Total	Female	Male	Total	Female	Male	Total
June 8, 1984	0	10	10	20	0	1	1	0.0	10.0	5.0
	20	10	10	20	1	2	3	10.0	20.0	15.0
	40	10	10	20	3	5	8	30.0	50.0	40.0
	60	10	10	20	3	6	9	30.0	60.0	45.0
June 11, 1984	40	20	20	40	7	9	16	35.0	45.0	40.0
	60	20	20	40	9	11	20	45.0	55.0	50.0
June 27, 1984	0	10	10	20	0	2	2	0.0	20.0	10.0
	20	10	10	20	1	1	2	10.0	10.0	10.0
	40	10	10	20	4	4	8	40.0	40.0	40.0
	60	10	10	20	3	7	10	30.0	70.0	50.0
July 14, 1984	40	15	15	30	8	12	20	53.3	80.0	66.7
	60	15	15	30	9	14	23	60.0	93.3	76.7
Aug. 5, 1985	0	10	10	20	0	1	1	0.0	10.0	5.0
	20	10	10	20	0	1	1	0.0	10.0	5.0
	40	10	10	20	1	5	6	10.0	50.0	30.0
	60	10	10	20	2	4	6	20.0	40.0	30.0

Table 4. Comparison of diameter of fertilized egg in pearl oyster, *Pinctada fucata* DUNKER

Reference and author	Present data		Nishimura (1982)	Alagarwami, K., et al. (1983)	Rho, et al. (1982)
	(1984,	1985)			
Egg diameter (mm)	0.0488 ± 0.0061	0.0549 ± 0.0036	0.0375 - 0.0568	0.0475	0.0544 ± 0.0030

形成하지만 團卵腔은 볼 수 없다. 受精卵의 發生은 比較的 빠르게 進行되어 Table 5에서 보는 바와 같이 水溫 27℃에서 受精後 約 41분에 2細胞期로 되고 곧 이어서 58분에 4細胞期, 3時間 26分만에 morula 期로 되었고 4時間 51분에 Trochophore 幼生으로 孵化하여 물 表面을 向하여 浮上하였다. 孵化幼生の 附着時期까지의 經過日數에 따른 成長은 Fig.5에서 보는 바와 같다. Trochophore 幼生の 크기는 57.05 ± 2.08 μm로서 比較的 活潑한 游泳活動을 하며 表面에 群集하는 傾向을 보였으며 幼生の 색채는 핑크색으로 보여 肉眼으로 쉽게 識別이 可能하였다.

受精後 18時間 39분에 D狀幼生으로 變態하며 變態直後의 모양은 PL.B에서와 같이 殼長 71.82 ± 1.93 μm로 자라면서 蝶番線의 中央部位가 다소 오목하게 들어간 모양이지만 곧이어 直線으로 되면서 消化管의 發達

과 함께 Velum에 의한 活潑한 游泳行動과 捕食活動으로 黃色鞭毛藻類인 *Pavlova lutheri* 나 *Chaetoceros Calcutrans* 등의 微細藻類를 잘 攝食하였다.

受精後 5일째에는 빠른 것은 PL.C에서와 같이 蝶番線의 直線部가 짧아지고 殼頂部의 發達이 認識되면서 貝殼의 모양은 원형으로 膨大되어 初期 umbo 期로 되며 이때의 殼長은 95.34 ± 5.60 μm로 成長하였다. 受精後 9日째에는 PL.D와 같이 全體 모양은 더욱 둥글게 되면서 殼長 128.94 ± 12.71 μm로 成長하였고 umbo의 隆起가 더욱 確實해졌다. 受精後 15日째에는 PL.E와 같이 殼長 179.83 ± 25.54 μm로 成長하였고 貝殼의 中央部에는 粒子狀의 油球와 함께 검은색의 眼點이 出現한다. 受精後 18日째에는 PL.F에서와 같이 水槽 벽이나 採苗器로 使用한 PVC板과 합성수지 그물의 表面을 發達한 足으로 匍匐하거나 3-4

Table 5. Developmental stage of *Pinctada fucata*: references worke are given to compare

Stage	Reference and present data		Present data		Thsji (1974)	Alagarwami, K. et al. (1983)	Kobayashi, et al. (1952)
	(1984)	(1985)	(1984)	(1985)			
Fertilized egg	0	0	0	0	0	0	0
First division (min.)	46	41	40	41	40	-	-
Second division (min.)	63	58	60	58	60	-	-
Fourth division (hours)	1,21	1,18	1,35	1,18	1,35	-	-
Morula stage (hours)	3,43	3,26	3,00	3,26	3,00	4,00	-
Hatched out (hours)	5,06	4,51	4,29	4,51	4,29	-	-
D-shaped larvae (hours)	19,46	18,39	24,00	18,39	24,00	20,40	20,00
Early umbo stage (days)	6-14	5-12	6-15	5-12	6-15	-	7-10
Umbo stage larvae (days)	12-24	9-16	10-18	9-16	10-18	10-12	13-15
Full grown larvae (days)	21-30	15-24	15-25	15-24	15-25	20-22	17
Attached larvae (days)	over 28	over 18	over 45	over 18	over 45	over 24	over 18

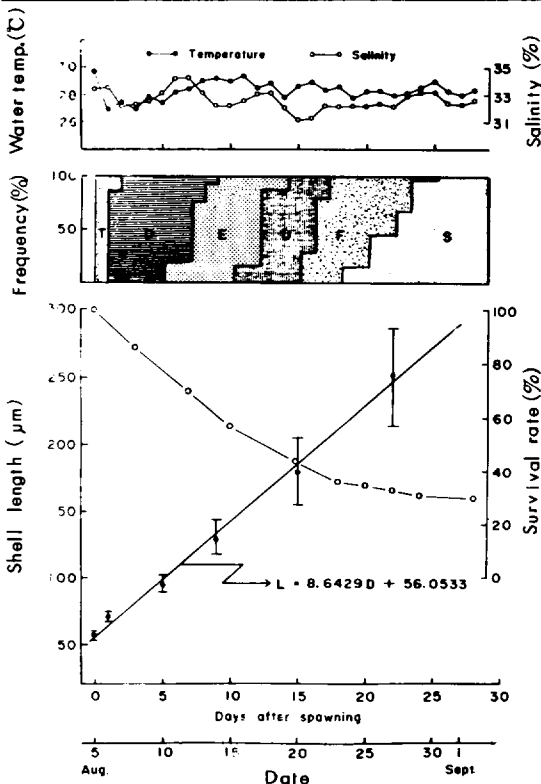


Fig.5. Growth and survival rate of pearl oyster up to days 28 from spawning. The bar represent the standard deviation of shell length and the dot the mean size.

(T: Trochophore larva, D: D-shape larva, E: Early umbo larva, U: Umbo larva, F: Full-grown larva, S: Spat)

개의 足糸로 附着해 있는 幼生을 볼 수 있으며 이때의 크기는 殼長 $252.77 \pm 36.53 \mu\text{m}$ 로 成長하였다.

이 時期의 幼生은 照도가 300-500 lux 範圍內의 水槽에서 比較的 밝은 물表面 가까이 密集着生하는 것 을 볼 수 있었다. 着生後의 稚貝는 水溫 25.0-31.0°C 에서 1日 平均 70 μm 程度의 比較的 빠른 成長을 보 이면서 體形은 完全히 成體形으로 되었다. 孵化後 變態 附着하기까지는 約 22日을 所要하였으며 이 期間中 孵化後 經過日數(x)와 殼長(S)사이에는 $S=8.6429x + 56.0533$ 의 成長關係式으로 表示되었다.

飼育條件이 不適한 경우의 浮游幼生은 長期間에 걸쳐 遊泳生活을 계속하였다.

本 研究에 있어서 最長時間 浮游生活을 하였던 例는 38日제였으며 이때의 最大殼長은 249 μm 에 達하였다.

4. 附着稚貝의 成長

孵化後 23日頃 大部分의 幼生이 附着基質에 附着한 것을 確認한 後 採苗器를 1톤 圓形水槽의 水面가까이 垂下시키고 *P. lutheri*를 給餌하면서 14日間 飼育하 였다. 孵化後 37日제인 8月 22日에는 平均殼長 1mm로 자란 稚貝를 中間育成用 水槽(40 × 40 × 30 cm)에 500-700마리씩 收容시켜 海中에서 부화 後 117日 까지 飼育하였던 結果는 Fig.6과 같다. 附着以後의 稚貝 成長은 比較的 빠른 편으로서 室內飼育에서의 殼長의 日間成長量은 50-70 $\mu\text{m}/\text{day}$ 였던 것이 天然海中에 中間育成한 以後에 있어서는 孵化後 49-59日사이에

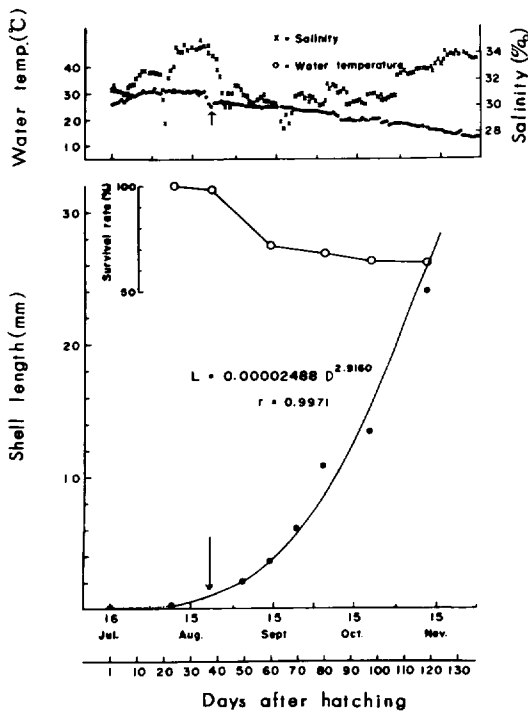


Fig. 6. Growth of shell length in young pearl oyster. Arrow indicates beginning of the subculture in the shallow.

는 $153.0 \mu\text{m/day}$, 59-69 日 사이에는 $227 \mu\text{m/day}$, 69-79 日 사이에는 $487 \mu\text{m/day}$ 로 점차 빠른 成長速度를 나타내었다.

附着稚貝의 孵化後 經過日數(D)와 殼長(L)과의 사이에는 $L = 0.00002488 D^{2.9160}$ 의 指數曲線式으로 表示되었다.

5. 生殘率

1) 浮遊幼生

孵化한 Trochophore 幼生은 D狀幼生으로 變態할 때까지의 斃死는 거의 보이지 않았으며 D狀幼生以後 附着하기까지의 生殘率은 Table 6 및 Fig. 5에서 보는 바와 같다. 浮遊幼生 期間中の 가장 높은 斃死率은 大部分의 飼育例에서 初期 umbo 期로 移行하는 時期로서 22.40-70.60%의 높은 減耗가 일어났고 umbo 期以後 full-grown 幼生期에서는 비교적 높은 生殘率을 보이다가 附着期로 移行하는 時期에 2.60-25.0%의 두번째 높은 斃死가 일어났다.

Table 1-6의 全飼育試驗에서 附着稚貝까지의 最終生殘의 範圍는 17.90-43.10%였고 그중 生殘率이 가장 높았던 것은 實驗 3, 4區로서 36.0-43.1%였다. 實驗 3, 4區의 飼育條件을 他試驗區와 比較해 보면 水溫의 範圍가 25.7-30.4°C, 26.9-29.7°C로서 比較的 높았고

Table 6. Survival rate of pearl oyster larvae in the breeding experiment

Experimental No.	1	2	3	4
Rearing period	July 28 -Aug. 23, 1984	Aug. 6 - Aug. 27, 1985		
No. of D-shape larvae (10)	1,400	1,000	1,000	100
No. of umbo larvae (10)	801	294	676	56
Survival rate (%)	57.21	29.40	67.60	56.00
No. of full grown lar. (10)	674	205	592	48
Survival rate (%)	48.14	20.50	59.20	48.00
No. of spat (10)	324	179	431	36
Survival rate (%)	23.14	17.90	43.10	36.00
Water condition of aquarium				
Water temperature (°C)	23.8-26.7	23.1-25.4	25.7-30.4	26.9-29.7
Salinity (‰)	32.16-33.63	31.78-33.84	31.35-34.12	31.24-34.26
Feeds density cell/ml	3,000-20,000	3,000-15,000	6,000-25,000	5,000-20,000

먹이生物, *P. lutheri*의 投餌量이 5,000-25,000 cells/ml로 가장 높았던 점이였다.

2) 附着以後의 稚貝

孵化後 117日까지 飼育하는 동안의 生殘率은 Fig. 6과

같다.

附着以後 室内 飼育期間中에는 비교적 높은 98% 以上の 生殘率을 보였으나 海中 中間育成 直後인 孵化後 59日 째에 71.46% 급격하게 低下하였던 것은 使用한 채롱의 보오그물의 網目이 0.76 mm 이기 때문에 0.7 mm 以下의 小形稚貝의 채롱 離脫에 의한 減耗가 가장 크게 나타났고 일부는 천연의 환경에 처음 노출됨으로써 적응력이 微弱한 데서 기인된 것으로 보였다.

以後 빠른 成長과 함께 生殘率은 더욱 安定되어 最終 孵化後 117日, 殼長 23.91 ± 2.49 mm 까지의 生殘率은 63.12% 였다.

6. 먹이生物의 適正密度

1) 먹이生物의 密度와 飽食量

浮遊幼生의 發生段階에 따른 적정투이량을 알기 위하여 Table 1에서와 같이 孵化後 1-5日 (A區), 6-10日 (B區), 11-15日 (C區) 사이의 幼生을 對象으로 飼育水中에 투여한 먹이生物의 各 密度에 따른 攝食量은 Fig. 7

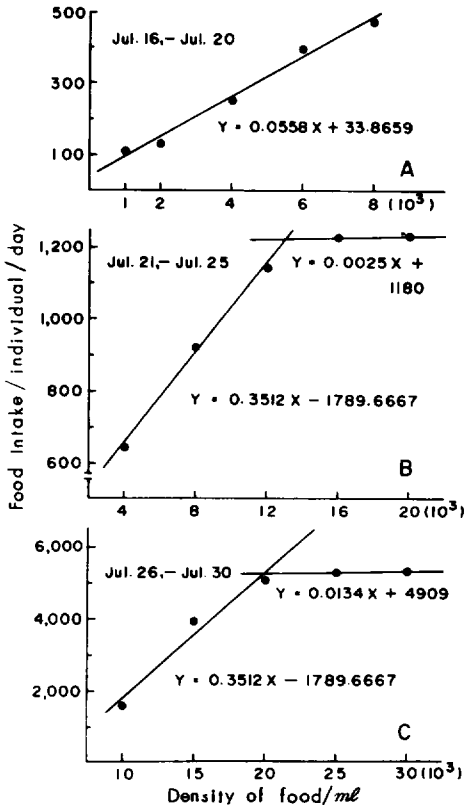


Fig. 7. Relationship between the density of food and food intake of the swimming larval shell.

과 같다. 實驗A區에서 實施한 먹이生物의 投餌密度 1,000 - 8,000 cells/ml 範圍에서는 投餌密度가 높을수록 攝食量도 일정하게 增加하는 傾向을 보임으로써 이 期間中の 적정투이량은 8,000 cells/ml/day 以上으로 推定되었으며 먹이生物의 密度(X)와 攝食量(Y) 과의 사이에 $Y = 0.0558 + 33.8659$ 의 關係式으로 表示할 수 있었다 (Fig. 7, A). 實驗B區에서는 먹이生物의 投餌密度와 攝食量과의 關係는 Fig. 7, B와 같다.

즉 12,000 cells/ml까지는 投餌密度의 增加에 따라 捕食量도 增加하였으나 16,000 cells/ml 以上에서는 捕食量은 X軸에 平行하게 나타남으로써 이 時期의 적정投餌量을 八塚(1962)의 민꽃게, *Portunus pelagicus*의 捕食量 調査方法을 적용하여 보면 $Y = 0.0624 X + 403.3333$ 과 $Y = 0.0025 X + 1180$ 의 直線이 서로 만나는 교차점 즉 適正投餌密度는 約 13,000 cells/ml/day가 된다.

實驗C區에서 調査한 結果는 Fig. 7, C에 나타낸 바와 같다. 즉 $Y = 0.3512 X + 1789.6667$ 과 $Y = 0.0134 X + 4909$ 의 두 關係式의 交차점은 約 20,000 cells/ml/day

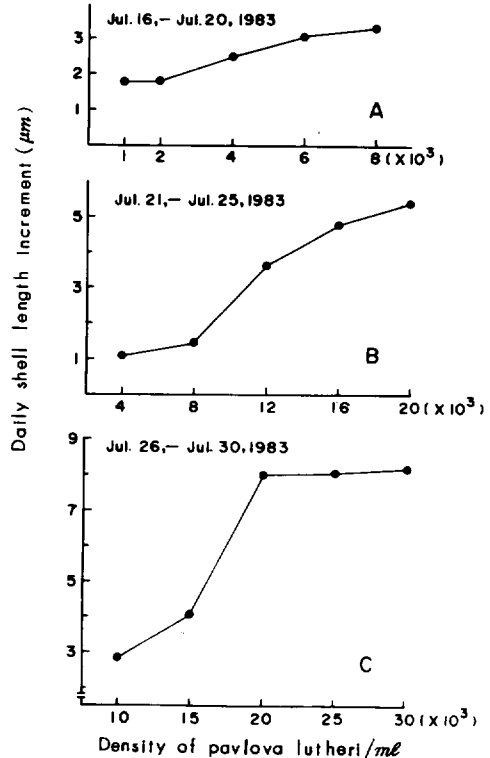


Fig. 8. Relationship between density of food organism and daily shell length increment of the swimming larvae pearl oyster.

로 나타났다.

2) 먹이密度와 日間成長量

Fig.7에서의 먹이生物의 投餌密度에 따른 各 實驗期間 中の 日間成長의 成長量을 보면 Fig.8과 같다. 實驗A 區에 있어서는 日間成長량이 3 $\mu\text{m}/\text{day}$ 이상을 나타낸 投餌密度는 6,000 cells/ml 이상에서였다. 實驗B 區에서는 적정 投餌密度로 算出된 13,000 cells/ml의 日間成長量은 약 4 $\mu\text{m}/\text{day}$ 로 나타났다. 그러나 실제 12,000 cells/ml/day의 投餌量은 먼저 실시한 實驗A 區에 있어서 投餌密度 4,000 cells/ml의 부족한 양의 먹이로서 연 속하여 飼育한 幼生이기 때문에 實驗A에서 받은 영향이 다소 관여되었을 것이므로 실제로는 이보다 높은 값에 해당 될 것 같다. 實驗C에서는 各 먹이 密度에 따른 成長차 이가 좀 더 確實하게 나타나 投餌密度 20,000 cells/ml 以上에서 8 $\mu\text{m}/\text{day}$ 以上の 成長量을 볼 수 있었다.

考 察

진주 조개의 種苗生産을 위한 受精卵의 確保方法으로서 小林等(1952)은 *Anmonia* (pH 8.6) 海水를 利用하여 受精卵의 確保가 가능하였다. 또 Alagar swami et al. (1983)은 잘 成熟한 母貝의 水槽內 飼育에서 自然産卵에 의한 採卵方法으로 生産이 可能함을 報告한 바 있다. 그러나 *Anmonia* 海水에서의 産卵誘發은 Alkali 度가 높아지거나 胚胞의 崩괴, 受精率의 低下等의 문제를 들고 있다 (辻, 1974). 또 自然産卵의 경우 卵質이나 孵化幼生の 狀態 等은 良好하나 生物自體의 産卵을 기다리고만 있다는 것은 바람직하지 못하다고 생각된다. 따라서 合理的 種苗生産을 위하여서는 計劃的인 生産體制가 確立되는 것이 重要하다. 辻(1974)는 常溫에서 5℃ 程度 上昇시키는 방법을 계속 반복하여 어느 程度 受精卵을 確保할 수 있었다고 하지만 刺戟에 對한 反應率이 저조하여 補充을 要하고 있다. 本 研究에서는 干出과 水溫上昇刺戟으로 비교적 손쉽게 受精卵의 確保가 可能하였지만 干出時間을 40-60 分으로 조정 실시함으로써 보다 確實한 效果를 볼 수 있었다. 또 같은 方法의 刺戟에서도 6-7月에는 平均 産卵誘發率이 40-76.7%인데 비하여 産卵의 終期에 실시한 8月の 경우는 30%에 불과한 것은 産卵誘發刺戟方法에 앞서 母貝自體의 生殖素의 充滿度와 性 熟度의 重要性을 뒷받침하는 結果로 思料된다. 受精卵의 크기에 對하여 Alagar swami, K. et al. (1983)은

47.5 μm , 小林等(1959)은 50.7 μm , 西村(1982)는 卵質評價를 위한 조사에서 卵徑의 範圍는 37.5-56.8 μm 였고 良質의 알로서 蓄積營養量이 많은 大型卵을 指摘한 바 있다. 本 研究에서는 1984 年度의 경우 48.8 \pm 6.1 μm , 1985 年度는 54.9 \pm 3.6 μm 으로서 母貝에 따라 또는 同一 個體에서 放出된 알에 있어서는 個體 差異가 다소 認識되었지만 全體範圍는 他研究者의 報告値와 對等하게 나타났으며 西村가 指摘한 良質卵의 크기에 類似하였다.

受精後 附着期까지의 初期發生 速度에 對하여 辻(1974)는 比較的 낮은 水溫인 20.3-26.4℃에서 45일이 所 要된데 비하여 Alagar swami, K. et al. (1983)은 水溫 24.3-27.2℃에서 24日, 小林等(1952)은 比較의 高 水溫인 26.4-28.2℃에서 18日을 所 要하였다.

本 研究에서는 1984 年度의 23.1-25.8℃에서 28日, 1985 年度의 경우 26.9-29.7℃에서 18日을 所 要하였던 것은 Alagar swami, et al. 과 小林 등의 結果와 잘 일치되고 있다. 初期幼生の 發生速度 및 成長 速度는 다른 海産動物의 發生에서와 마찬가지로 環境 條件中 水溫과 가장 關係가 깊게 나타났으며 일반 온 대성 어류와는 달리 25℃ 以上の 高水溫에서 發生速度가 빠를뿐 아니라 生殘率이 높게 나타났던 것은 진주조개의 棲息好適水溫이 높는데 기인된 것으로 생각 된다.

조개類 幼生の 人工飼育에는 飼育條件에 關하여 여러가지 문제점들이 있지만 技術的으로 가장 문제가 되는 것은 먹이生物의 質的, 量的인 面을 充足시키는 문제라 하겠다. 現在까지 조개類의 먹이로서 잘 利用되어 온 것은 diatom, green algae 및 naked flagellates 등의 單細胞 微細藻類이다 (平野, 大島, 1963). 진주조개의 幼生飼育에서 小林等(1952)은 monas sp. 를 使用하여 附着稚貝까지 飼育이 可能하였다. 한편 和田(1973)는 *Pavlova lutheri*, *chaetoceros calcitrans*, *chlorella* sp. 를 먹이로 使用하였을 때 *Pavlova lutheri* 를 單獨 또는 혼합 使用한 것이 가장 良好한 成績을 나타내었다고 하며 林等(1981)과 西村(1982)는 *Pavlova* (*monochysis*) *lutheri* 만을 使用하여 量産에 成功한 바 있다. 또 먹이의 적정投餌量에 對하여 林(1982)은 孵化後 1-5日 사이의 진주조개 幼生을 10 個體/ml 로 收容하였을 때 *P. lutheri* 의 적정투이 밀도는 7,500 cells/ml, 6-10日제에는 15,000 cells/ml, 11-15日 사이에서는 진주조개 幼生の 密度가 7 個體/ml 에서 30,000-40,000 cells/ml 에서 最大成長을 보였다고 했다. 本 研究에서도 *P. lutheri* 의 단독 給餌

로서 大量生産이 可能하였던 점으로 보아 同種의 幼生의 먹이로서 확실히 적합한 것이 인정되었지만 먹이生物의 식경투이량에 對하여는 다소 상이하게 나타났다.

즉 本 研究의 경우 幼生의 收容密度가 7.2개체/ml로 다소 낮은 상태에서 孵化後 1-5日(實驗A區) 사이의 幼生에서 本 研究에서 設定한 最大投餌密度인 8,000 cells/ml까지는 投餌密度에 따라 攝食量도 계속 增加하였던 것으로 보아 林(1982)이 지적한 7,500 cells/ml 보다는 더 높을 것으로 생각되었다.

그러나 幼生의 密度가 5.68-7.11개체/ml에서 실시한 孵化後 6-10日(實驗B區) 사이의 幼生에서 적정投餌密度로 算定된 13,000 cells/ml에서는 攝食推定値는 約 1,220 cells/ml로서 林의 報告보다 다소 낮게 나타났지만 幼生의 收容密度가 낮았던 점을 고려한다면 거의 대등한 결과로 생각되었다.

孵化後 11-15日(實驗C區) 사이의 幼生은 收容密度 3.67-5.92개체/ml에서의 적정투이밀도는 20,000 cells/ml이고 이때의 攝食量은 約 5,000 cells/ml로서 林의 結果와는 幼生의 收容密度를 고려할 때 적정투이 밀도는 有似値에 가까우나 攝食量에서는 오히려 높게 나타났다. 이러한 差異는 實驗條件으로서 水溫, 鹽分, 其他 水質, 光度 등의 飼育環境의 적정여부와 幼生의 成長差에 따른 捕食力의 差異도 크게 作用되므로 今後 이에 따른 더 많은 研究가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

要 約

진주조개, *Pinctada fucata* (GOULD)의 種苗生産 技術開發을 위하여 1983~1985年에 걸쳐 母貝의 產卵誘發刺戟에 따른 反應率, 알과 幼生의 發生, 먹이生物의 적정投餌密度와 攝食量, 附着稚貝의 海中飼育에 따른 稚貝의 成長 및 生殘率을 調査하였다.

1. 干出刺戟과 水溫刺戟의 병행에서 40.63-55.55%의 反應率을 볼 수 있었다.
2. 水溫刺戟과 병행하여 實施한 干出刺戟時間은 40-60分에서 현저한 效果가 認識되었다.
3. 同 刺戟方法에 의하여 放出된 알의 人工受精率은 64.25-80.61%였고 受精卵의 孵化率은 70.41-84.42%였다.
4. 受精卵의 發生은 水溫 26.9-29.7℃에서 4時間 51分만에 孵化하였고 18日만에 變態附着하였다.
5. 孵化幼生의 附着幼生期까지의 成長에서 經過日

數(X)에 따른 殼長(S)의 成長關係式은 $S = 8.6429 \times X + 56.0533$ 의 회귀직선式으로 표시되었다.

6. 附着幼生의 孵化後 117日까지의 飼育에서 孵化後 經過日數(D)에 따른 殼長(L)의 成長關係式은 $L = 0.00002488 D^{2.9160}$ 의 指數曲線式으로 表示되었다.

7. 浮遊幼生의 個體當 日間適正投餌密度는 孵化後 1-5日 사이에는 8,000 cells/ml 이상이었고, 6-10日 사이에는 13,000 cells/ml, 11-15日 사이에는 20,000 cells/ml였다.

8. 浮遊幼生의 發生段階別로 本 大量減耗期는 umbo期로 移行하는 時期에 平均 47.8%의 斃死率을 보였고 最終 附着變態期까지의 平均 生殘率은 27.71%였다.

9. 附着稚貝의 94日間の 飼育에서 斃死率은 中間 育成直後에 28.54%로 가장 높았고 最終生殘率은 63.12%였다.

參 考 文 獻

- Alagarwami, K., Dharmaraj, S., Velayudhan, T. S., Chellam, A., Victor, A. C. C., Gandhi, A. D. 1983. Larval rearing and Production of Spat of Pearl Oyster, *Pinctada fucata* (GOULD), Aquaculture, 34:287-301.
- 裴鍾泰. 1985. 閑山灣에서의 眞珠조개, *Pinctada fucata* 浮遊幼生 出現時期와 生存率. 釜山水大 大學院 碩士學位請求論文, 1-27.
- 林 正博, 中材 吉伸, 山本 慶子. 1981. アコヤガイ의 種苗生産. 三重縣栽培センター事報. 26-43.
- 平野 平次郎, 大島 泰雄. 1963. 海産動物幼生 飼育と その 餌料について. 日水誌. 29(3), 282-297.
- 城龍 太郎. 1981. アコヤガイ 人工増殖의 全貌을 さぐり. 眞珠往來, 15(5), 14-39.
- 金一玉. 1969. 진주조개 부유유생 出現시기에 대하여. 水振研報 4, 119-123.
- 小林 新二郎, 結城 了伍. 1952. アコヤガイ (*Pinctada martensii*)의 Tank內 人工飼育. 日水誌. 17(8,9), 65-72.
- 小林 新二郎, 渡部 哲光. 1959. 眞珠의 研究. 技報堂, 東京, 62.
- 小竹 子之助. 1953. アコヤガイ 増殖에 關する研究-I. アコヤガイ浮遊幼生의 出現時期について, 日水誌. 19(3), 145-150.
- 李澤烈. 1972. 眞珠조개의 生殖細胞形成 및 發達에 對하여. 水大臨研報, 5, 21-30.

眞珠조개 (*Pinctada fucata*) 의 稚貝生産 및 養殖에 關한 環境學的 研究- (1)

- 西村 守央. 1982. アコヤガイ 種苗生産における 卵質 評價について. 水産増殖. 30(1), 33-38.
- 西村 守央. 1982. 過剰投餌ガ アコヤガイ 幼生の 生後 成長に及ぼす 影響. 三重縣 浜島水試年報. 86-89.
- 辻 道行. 1974. アコヤガイ 人工採苗試験研修報告. 長崎 縣 眞珠養殖漁協. 1-19.
- 和田 克彦. 1973. 三種類の 微細藻類を 與えた アコヤ ガイ 幼生の 生長. 國立眞珠研報. 17, 2075-2083.
- 八塚 剛. 1962. カニ類 とくに タイワン ガザミ, *Portunus pelagicus* LINNAEUS の 幼生の 人工飼育に關 する 研究. 宇佐臨實研報 1, 1-95.

EXPLANATION OF PLATE

PLATE

- A. Fertilized eggs, diameter $54.9 \pm 0.61 \mu m$
- B. D-shape larvae, shell length $71.82 \pm 0.61 \mu m$
18 hours 39 minutes after fertilization.
- C. Early umbo stage larvae, shell length $95.34 \pm 5.60 \mu m$
5-12 days after fertilization.
- D. Umbo stage larvae, shell length $128.94 \pm 12.72 \mu m$
9-16 days after fertilization.
- E. Full-grown larva, shell length $179.83 \pm 25.54 \mu m$
15-24 days after fertilization.
- F. Spat and young shell, shell length : small, $252.77 \pm 36.53 \mu m$ large, $486 \mu m$,
18-26 days after fertilization.

PLATE

