

眞珠조개, *Pinctada fucata*의 稚貝生産 및 養殖에 關한 環境學的 研究 — (4) 種苗量産化에 關한 基礎的 研究

盧 滙 · 卞忠圭

Environmental Studies on the Culture and the Spat Production of Pearl Oyster — (4) Basic Studies on Mass Spat Production of the Pearl Oyster, *Pinctada fucata* (DUNKER)

Sum RHO · Choong Kyu PYEN

(Dept. Aquaculture, College of Ocean Sciences)

In order to develop the technique for seed production of a pearl oyster, *Pinctada fucata*, the successive experiments including the spawning induction, larval development, feeding ecology and growth of larvae, spat collection in rearing tank and culture of young pearl oysters in the sea were carried. Results obtained by these experiments are summarized as follows.

1. Stimulation with water temperature raised by heat of sunshine after exposing adults in the air for 30 to 60 minutes was most effective in spawning induction of *P. fucata*. 12.35~59.24% of adults tested were spawned by this method.
2. Adults reacted in 1 to 3 hours after receiveing the stimulation of exposure and 77.12% of them spawned.
3. In a range of temperature, 21.7 °C to 29.0 °C, relationships between water temperature (X, °C) and time required (Y, trochophore and D-shaped larvae in min., after early umbo larvae in day) for development of each larval stage were expressed by following formulae ;
Trochophore ; $Y = -21.0113X + 876.7349$ ($r = 0.9733$)
D-shaped ; $Y = -21.9782x + 1719.5152$ ($r = 0.9303$)
Early umbo ; $Y = -0.7163X + 25.3230$ ($r = 0.9752$)
Umbo ; $Y = -1.0108X + 37.5844$ ($r = 0.9586$)
Fully grown ; $Y = -0.6569X + 31.6218$ ($r = 0.8523$)
4. When the larvae after hatching were fed with three species of food organism, relationships between feeding duration (X, days) and growth of shell length (Y, μ m) were expressed by following formulae ;
Pavlova lutheri ; $Y = 6.6881X + 55.6323$ ($r = 0.9911$)
Chaetoceros simplex ; $Y = 4.3864X + 58.1607$ ($r = 0.9687$)
P. lutheri + *C. simplex* ; $Y = 7.0570 + 56.0477$ ($r = 0.9939$)
Chlorella sp. ; $Y = 0.5829X + 71.8874$ ($r = 0.9801$)

5. Maximum feeding amount per larva(MF, cells/day) and optimum density(OF, cells/ml) of *P. lutheri* for maximum feeding rate were as follows ;
 1-5 days after hatching ; MF = 418.76 ± 34.95 , OF = 6692.31
 6-10 days after hatching ; MF = 1237.60 ± 42.53 , OF = 12958.39
 11-15 days after hatching ; MF = 4891.00 ± 297.88 , OF = 19022.39
 16-20 days after hatching ; MF = 17639.33 ± 460.37 , OF = 45269.02
 21-25 days after hatching ; MF = 40651.33 ± 444.95 , OF = 56183.25
6. No appreciable difference in number of larvae settled on three kinds of collector, oyster shell, nylon net and PVC plate was recognized. However, there was significant difference in number of settled larvae by setting method of collector, i.e. collector set horizontally on the bottom of tank showed better result than that set vertically.
7. Desirable size of young pearl oysters for the intermediate culture in the sea was revealed to be more than 5mm in shell length. Rearing density per cm^2 of small size net cage for the good survival was 1 to 6 individuals less than 10mm in shell length of young pearl oyster.

序 論

前報(1986)에서 眞珠조개 人工種苗生産 技術開發을 위하여 人工産卵誘發刺戟에 의한 初期發生과 成長에 대한 基礎的인 試驗結果를 報告한 바 있다.

本 研究에서는 前報에서 다소 미흡한 모패의 産卵誘發刺戟과 먹이로서 使用한 *Pavlova lutheri* 의 攝餌密度에 따른 攝食量과의 關係를 먹이의 密度 設定範圍를 확대하여 비교적 면밀한 조사를 시도 하는 한편, 種苗 大量生産技術開發을 위하여 水溫에 따른 各段階別 幼生の 發生速度, 먹이生物의 種類에 따른 幼生の 成長과 生殘率, 海水鹽分濃度에 대한 浮游幼生の 耐性, 採苗器의 種類와 採苗 方法 等 室內水槽 飼育에 따른 諸般問題와 海中 中間育成에 適合한 稚貝의 크기와 密度等에 對하여 檢討하였다.

本文에 앞서 本 研究를 수행함에 있어서 먹이生物等 유익한 資料를 제공하여 주신 韓國科學技術院 附設 海洋研究所 許亨澤所長과 吳舜吉, 金鐘萬 室長에게 感謝를 드리며 幼生飼育과 稚貝의 海中 中間育成에 助力하여준 海洋科學大學 大學院生 趙佑賢君과 在學生 韓國宗, 許太榮, 全濟千, 金京敏, 金光培 諸君에게 感謝를 表한다.

材料 및 方法

産卵誘發에 使用한 母貝의 殼高範圍는 51.

5~95.0 mm, 體重範圍는 25~80 g 되는 것으로서 1982年度에 79尾, 1983년에 230尾, 1984年 350尾, 1985年 158尾, 1986年 165尾를 各各 使用하였다.

母貝는 慶南 統營郡과 全南 麗川郡 三山面 養殖場에서 養成中の 2~4年生으로서 産卵誘發刺戟 約 7日前에 비닐 하우스내에 設置한 원형 FRP 水槽 ϕ 150 cm \times 70 cm 에 收容하고 모래여과해수 10~30 l/min 로 流水飼育하였다.

産卵誘發刺戟 方法으로서는 干出, 햇빛을 利用한 水溫上昇, 紫外線照射 海水等の 刺戟方法을 단독 또는 並行하여 實施하였으며, 産卵槽로서는 約 20l 원형 plastic 水槽에 암수 5~10尾씩을 별도로 收容하였다.

産卵이 시작된 母貝는 별도 産卵槽에 옮기고 産卵된 알은 Müller gauze (25 μ m)로 만든 걸름網 (30 \times 40 cm)내에서 約 5分間 受精시킨후 底面積 1 cm^2 당 50~100개씩 收容하였다. 孵化되어 浮上한 trochophore 幼生은 FRP 원형수조 (0.5~1.0 m^3)에 옮겨주고 D狀幼生으로 變態한 후 4日째 부터 飼育水槽에 弱하게 aeration을 시키면서 이때부터 培養해둔 微細藻類, *Pavlova lutheri*, *Chaetoceros simplex* 등을 供給하였다. 孵化幼生の 適正먹이生物을 調査하기 위하여 透明한 원형 아크릴水槽 (ϕ 40 cm \times 70 cm)에 여과해수 10l를 채우고 孵化後 2日째의 D狀幼狀을 5個體/ml 되도록 調整한후 먹이로서 *P. lutheri*, *C. simplex*, *Chlorella* sp. 등을 飼育海水內의 먹이密度가 $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^4$ cells/ml 되도록 주면서 25日間 飼育하였다. 各 먹이生物에 따른 眞珠조개 幼生の 成

長은 各 水槽에서 5日 間隔으로 幼生 50尾씩을 무작위 추출하여 100倍 현미경에서 micrometer로 殼長을 測定하였으며, 生殘率은 水槽의 表層과 底層에서 100 ml 비커를 利用하여 채집된 幼生을 成長에 따라 網目 50~100 μm müller gauze로 여과하여 立體顯微鏡下에서 係數平均하였다. 浮游幼生의 成長에 따른 發生段階別 먹이生物의 密度에 따른 捕食量 調査는 Table 1과 같이 筆者等의 1985年 試驗에서 漏落된 먹이 密度區와 孵化後 16~25日 사이의 幼生에 對하여 追加補完시켰다.

海水比重에 對한 幼生의 耐性照射는 500 ml 유리 비커에서 海水比重(d_{15})을 1.005, 1.010, 1.015, 1.020, 1.024의 5段階로 調整하여 變態直後의 D狀幼生 100尾씩을 收容하여 먹이를 주지 않은채 48時間동안 正常游泳을 하는것과 底面에 沈降한 個體數 및 斃死體數를 經過時間別로 調査하였다.

水溫에 따른 發生速度와의 關係는 1984~1986年 사이에 11회에 걸쳐 調査된 每日의 水溫을 積算한 値와 受精直後 各 發生段階에 達하는 經過時間을 整理하여 나타내었다.

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

Experimental No. Days after hatching	1985					1986			
	1	2	3	4	5	A	B	C	D
1~5	1,000	2,000	4,000	6,000	8,000	5,000	7,000	10,000	12,000
6~10	4,000	8,000	12,000	16,000	20,000	10,000	15,000	20,000	25,000
11~15	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	20,000	25,000	30,000	35,000
16~20	-	-	-	-	-	30,000	40,000	50,000	60,000
21~25	-	-	-	-	-	40,000	50,000	60,000	70,000

附着器의 材料로서는 참굴껍질(平均殼高, 8.2 cm), 透明한 PVC板, 白色 Nylon그물(網目 4 mm)을 가로 30×세로 40 cm 되게 절단하여 使用하였고 참고로 採苗水槽(白色 FRP 원형수조)의 벽에 着生한 幼生數를 計數하여 1 cm^2 內的 附着數로 換算하여 比較하였다.

또 同一한 採苗器의 水槽內 設置方法에 따른 着生數를 比較하기 위하여 水槽中에 垂直으로 垂下시킨것과 水槽底面에 水平으로 設置한 것에서의

着生數를 比較한후 採苗器資材別 附着數와 設置方法에 따른 附着數 차이를 有意性 檢定하였다.

附着期 幼生의 經過時間에 따른 水槽內의 垂直移動을 알기 위하여 採苗水槽의 한쪽 벽에서 저면까지 10 cm 깊이로 눈금을 表示한 poly film(30×50 cm)를 設置하고 5日間隔으로 稚貝의 垂直移動狀態를 計數하였다.

附着期以後 幼生의 海中 中間育成場所는 Fig. 1과 같이 서귀포시 정방동 沿岸의 水深 約 20 m

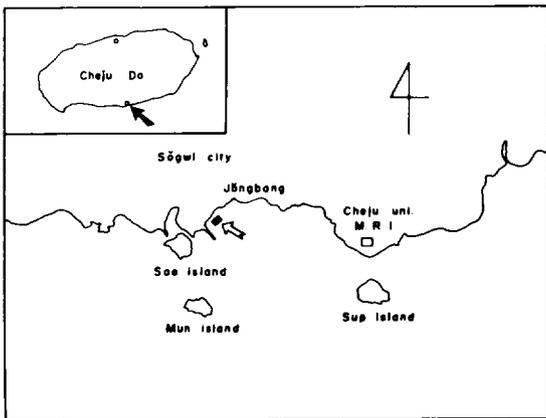


Fig. 1. Map showing the rearing station.

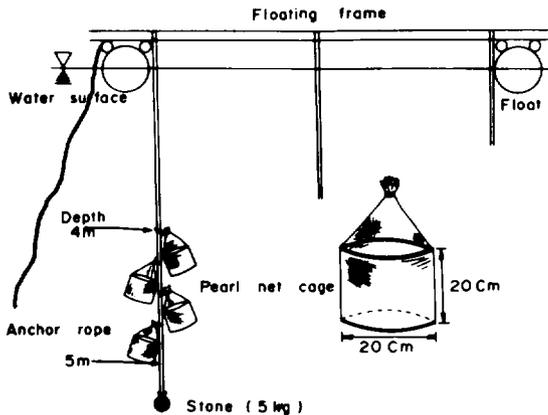


Fig. 2. Rough map showing the facilities of rearing pearl oyster.

되는곳에 設置된 魚類養殖 뜰들을 利用하였으며, 中間育成用 養容은 Fig. 2에서와 같이 防蟲網(網目 2mm)을 利用하여 비닐피복철사로 원형테두리를 만들어 지름 20 cm, 높이 20 cm의 원통형으로 製作하였다.

室內水槽飼育에서 바다의 中間育成으로 옮기는 適合한 時期를 파악하기 위하여 平均 殼長 3, 5, 7 mm 內外의 稚貝를 各各 200尾씩 收容시킨것과, 養容내의 適正收容密度를 알기 위하여 殼長 5 mm 단계 的 稚貝를 養容의 底面積 1cm²에 1, 2, 4, 6 個體로 調整하였다. 各 試驗區의 養容은 수하련에 매달아 水面下의 4~5 m 水層에 매달아서

1986年 11月22日~1987年 3月22日까지 120日間 每月 50尾씩을 무작위 추출하여 殼長, 殼高, 體重 을 測定하였으며 養容내의 全生殘個體數를 計數하였다.

結 果

1. 產卵誘發刺戟

가. 母貝의 殼高 및 體重組成

1982년부터 1986年 사이에 產卵用 母貝의 總使用尾數는 982尾였고, 其中 647尾를 對象으로 年度別로 調查된 母貝의 殼高 및 體重의 組成을 보면 Fig. 3과 같다. 즉, 1983年度의 6月과 1986年度

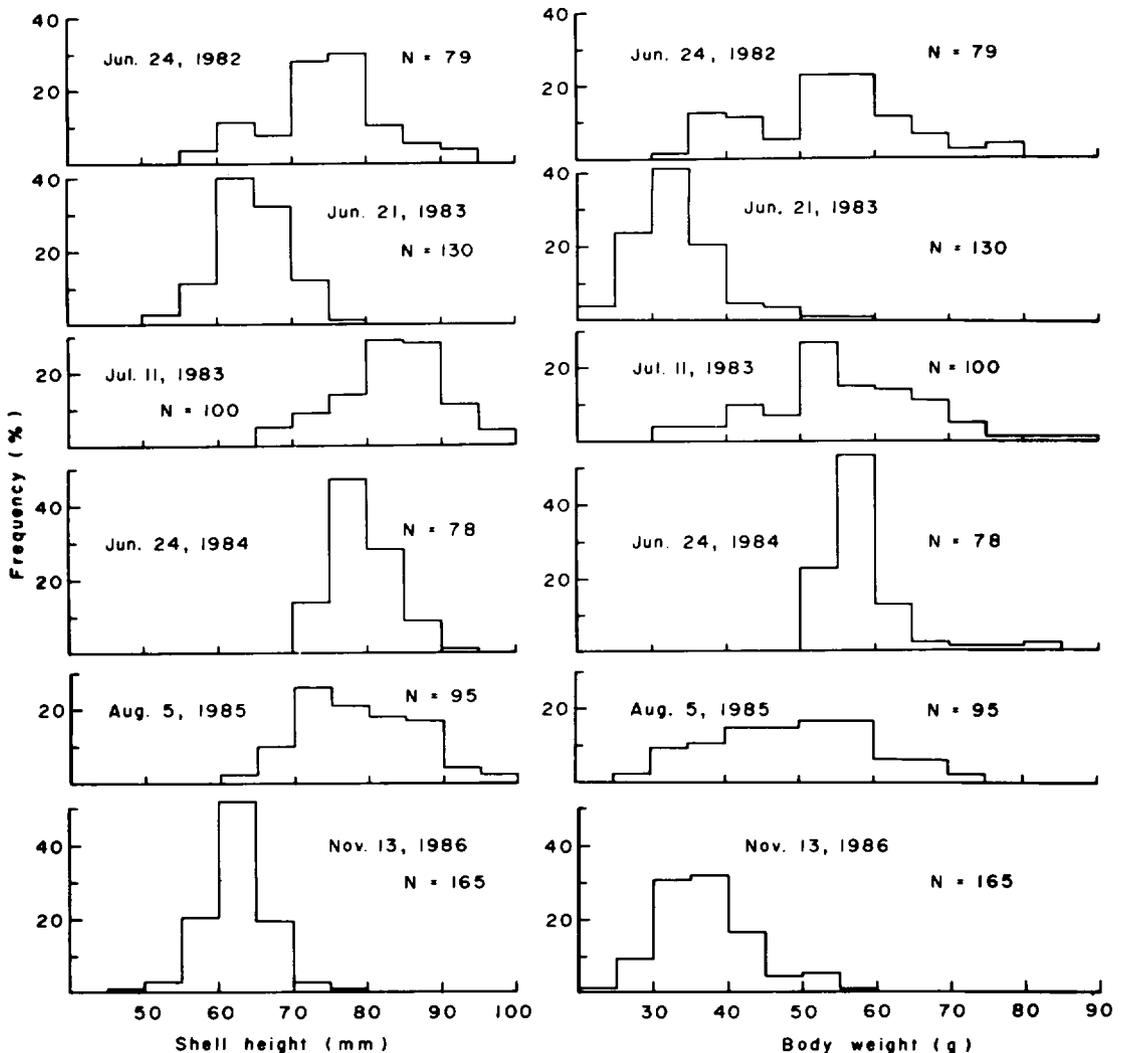


Fig. 3. Shell height and body weight composition of the adult pearl oyster.

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

Date	Methods of stimulation	Group of adults	Used of adults		Nos. of discharged		Rate of discharged		Nos. of eggs (10 ⁴)	Fertilization rate(%)	Hatching rate(%)			
			Female	male	Female	male	Female	male						
June 24, 1982	D(60)	A	38	41	79	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00			
27, "	D(30)+WH(240)		37	41	78	0	1	0.00	2.44	1.28	0.00			
30, "	D(45)+SH(180)		33	36	69	19	22	41	57.58	61.11	59.42	3.000	64.72	57.99
July 26, "	D(30)+WH(300)		31	33	64	1	0	1	3.23	0.00	1.56	120	0.00	0.00
28, "	WH(310)		30	30	60	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
30, "	D(50)+SH(240)		30	30	60	7	6	13	23.33	53.33	21.67	1.050	79.36	75.86
31, "	D(30)+WH(300)		30	30	60	0	2	2	0.00	6.67	3.33	0	0.00	0.00
Subtotal			38	41	79	27	31	58	71.05	75.61	73.42	4.170	66.54	60.82
June 21, 1983	D(60)	B	52	78	130	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
23, "	D(30)+WH(240)		52	78	130	0	4	4	0.00	5.13	3.08	0	0.00	0.00
25, "	D(60)+SH(240)		52	78	130	12	29	41	23.08	37.18	31.54	1.040	91.35	89.13
27, "	D(45)+UV(300)+SH(300)		51	78	129	8	15	23	15.69	19.23	17.83	500	84.80	81.25
29, "	D(40)+WH(210)		51	75	126	1	3	4	1.96	4.00	3.17	80	73.63	64.30
Subtotal			52	78	130	21	51	72	40.38	65.38	55.38	1.620	88.45	85.48
July 11, 1983	D(45)	C	46	54	100	0	2	2	0.00	4.35	2.00	0	0.00	0.00
13, "	D(30)+WH(210)		46	54	100	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
15, "	D(45)+SH(210)		46	54	100	9	21	30	19.57	38.89	30.00	500	70.92	64.48
17, "	D(45)+UV(210)+WH(210)		46	54	100	1	3	4	2.17	5.56	4.00	60	34.17	10.17
19, "	D(60)+SH(210)		43	50	93	7	16	23	16.18	32.00	24.73	620	80.15	78.18
21, "	D(30)+WH(210)		40	41	81	0	2	2	0.00	4.88	2.47	0	0.00	0.00
23, "	D(45)+SH(210)		40	41	81	4	6	10	10.00	14.63	12.35	190	87.53	71.26
Subtotal			46	54	100	21	50	71	45.65	92.59	71.00	1,370	75.79	69.24

Note : D : dries, WH : artificial heating, SH : sunny heating, UV : irradiation of ultra violet lamp. (: time(min.) of stimulation

의 母貝를 除外하고서는 大部分이 殼高는 70~80 mm, 體重은 50~60 g에 Mode 가 나타났다.

나. 產卵誘發刺戟方法에 따른 母貝의 反應

6 가지 產卵誘發刺戟方法으로 19회에 걸쳐 실시한 母貝의 암수별 產卵誘發率과 產卵된 알의 受精率과 孵化率을 Table 2와 Fig. 4에 나타내었다.

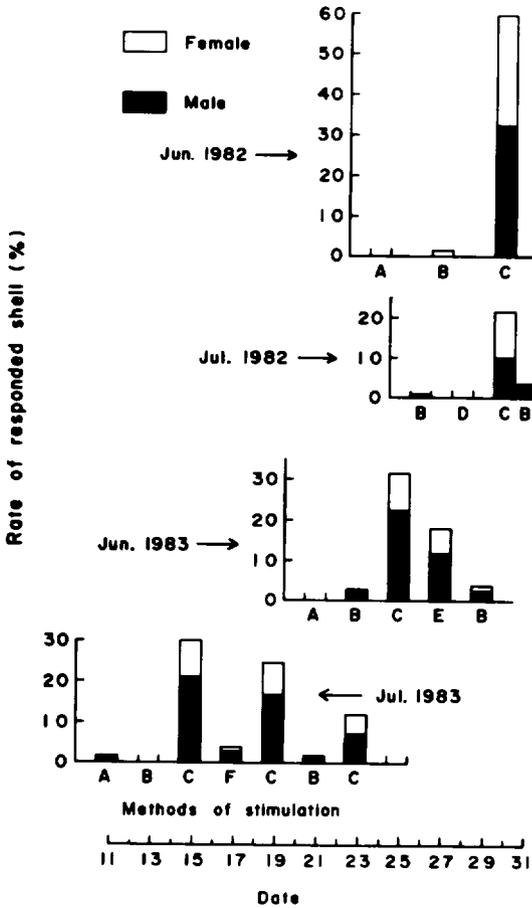


Fig. 4. Responded rate of adult shells by various stimulation.

- (A) dries.
- (B) dries and artificial heating.
- (C) dries and sunny heating.
- (D) artificial heating.
- (E) dries and irradiation of U.V. lamp and sunny heating.
- (F) dries and irradiation of U.V. lamp and artificial heating.

同試驗에서 가장 확실하게 產卵이 誘發되었던 方法은 30~60分의 干出刺戟後 直射日光下에서 水溫을 上昇시켰던 C方法으로서 6회의 誘發刺戟에서 모두 放卵放精이 일어났으며, 總產卵誘發個體數에 對한 反應率은 12.35~59.42% 범위였다. 그 다음 效果가 있었던 方法은 干出 + 紫外線照射海水 + 太陽熱加溫을 並行한 E方法과 干出 + 紫外線照射海水 + 人工加溫을 시킨 F方法, 干出 + 人工加溫을 並行한 B方法順位였으며, 이때의 反應率은 2.47~17.83% 범위였다.

한편 단순한 干出刺戟이나 人工加溫만을 시켰던 A, D의 方法에서는 放卵放精이 일어나지 않았다. 또 產卵이 誘發된후 正常的인 受精과 良質의 孵化幼生을 얻을 수 있었던 것도 앞에서의 결과와 마찬가지로 C, E, F方法의 順位로 나타났으며, 이때의 受精率은 64.72~91.35%, 84.80%, 34.17%였다.

또 本 研究에서 가장 反應率이 높았던 干出刺戟後 太陽熱을 利用한 加溫刺戟中에서 干出時間을 각기 다르게 하여 調査한 母貝의 反應率은 Table 3과 같다.

干出을 전혀 하지 않았던 것에서는 숫컷의 소수 개체가 放精을 한 경우는 있었지만 암컷의 放卵은 일어나지 않았다. 1時間 以內의 干出時間에서는 干出時間이 길수록 反應率은 높게 나타나는 경향이 있으나 確實한 效果를 볼 수 있었던 것은 40分以上에서였다.

產卵誘發刺戟後 放卵放精 狀態를 보면 Fig. 5에서와 같이 干出刺戟을 實施한 後 母貝를 물속에 수용하여 加溫刺戟을 실시한 20~60分 사이에 產卵이 시작되었고, 가장 길게 放卵放精이 지속된 것은 約 5시간동안 이었다.

產卵이 일어나는 때의 水溫을 보면 27℃에서 29℃로 上昇하는 時期에 大部分의 경우 암컷보다 숫컷의 放精이 먼저 일어났고 곧이어서 암수의 放卵放精이 연속적으로 일어났다.

產卵誘發刺戟을 午前 08:00~09:00時 사이에 實施할 경우 하루중 가장 많이 放卵放精이 일어난 시각은 Fig. 6에서와 같이 干出刺戟後 1~3時間에 해당되는 10:00~12:00사이에 77.12%의 높은 反應率을 볼 수 있었다.

同 試驗에서 各 水溫別로 放卵放精이 일어난 反應率을 보면 Fig. 7에서와 같이 숫컷은 26.5℃에서 放精이 시작되어 29℃로 上昇할때 가장 높은

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

Date	Dried time(min.)	Used of adults			No. of discharged			Discharged rate(%)		
		Female	Male	Total	Female	Male	Total	Female	Male	Total
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
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
Aug. 9, 1986	0	20	12	32	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	15	20	12	32	0	2	2	0.0	16.7	6.3
	30	20	12	32	1	4	5	5.0	33.3	15.6
	45	20	12	32	11	11	22	55.0	91.7	68.8
	60	20	12	32	16	10	26	80.0	83.3	81.3

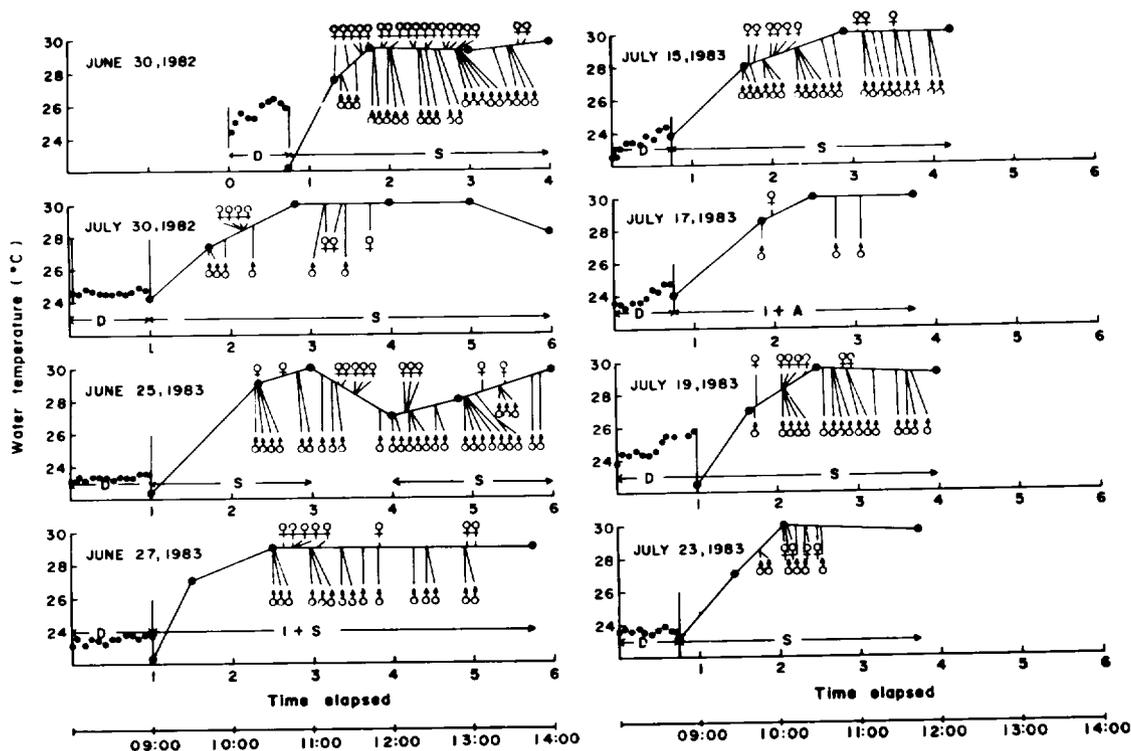


Fig. 5. Induced spawnings of pearl oyster *pinctada fucata* by the various stimulation methods.

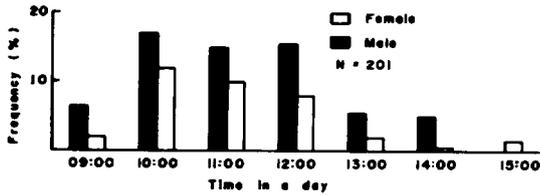


Fig. 6. Induced spawning times of pearl oyster by various stimulation methods.

反應率를 볼 수 있었고, 암컷은 수컷에 비하여 다소 높은 27°C 때 부터 시작되어 29°C 때 가장 높은 反應率을 보였다.

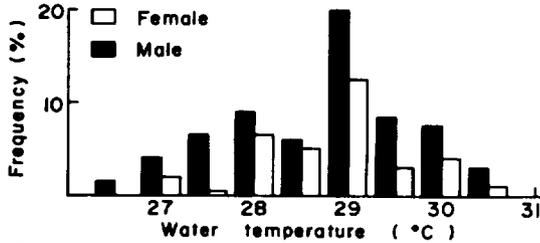


Fig. 7. Induced spawning rate of the pearl oyster by various water temperature.

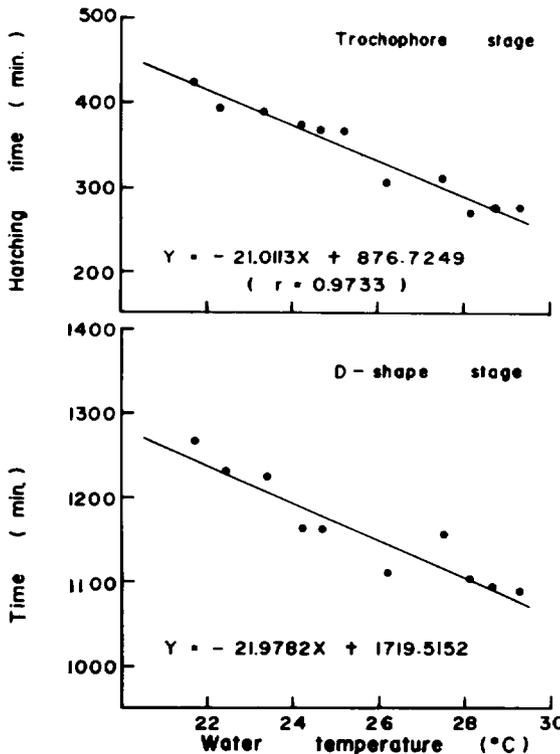


Fig. 8. Relationship between the water temperature and required time until each larval stage.

2. 水溫과 幼生의 發生

水溫 21.7~29.3°C 범위에서 飼育水溫과 眞珠조개의 各 幼生期까지 發生段階別 所要時間과의 關係를 보면 Fig. 8 및 Fig. 9에서 보는 바와 같다.

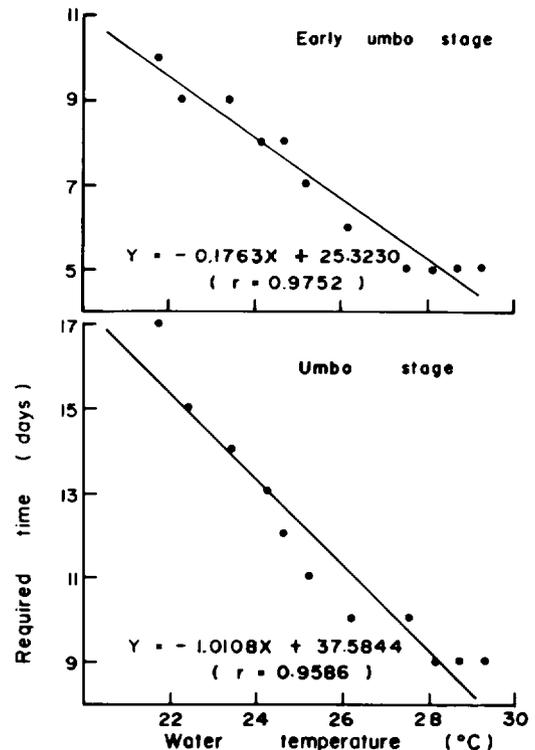
受精卵의 trochophore 幼生으로 孵化하기 까지의 所要時間은 4時間 51分~7時間 4分 범위였으며, 水溫(X)과 孵化時間(Y:分)과의 사이에는 $y = -21.0113X + 876.7249$ ($r = 0.9733$)의 關係式으로 表示되었고

D狀幼生으로 變態하는데 所要되는 時間은 18時間 10分~21時間 10分이었고, 水溫과 所要時間(分)과의 사이에는 $y = -21.9782X + 1719.5152$

5152 ($r = 0.9393$)로 表示되었다.

初期殼頂期幼生에 達하는데 所要되는 日數는 5~10日이었으며 水溫과 所要日數와의 사이에는 $y = -0.7163X + 25.3230$ ($r = 0.9752$)의 關係式으로 表示되었고,

殼頂期幼生에 達하는 日數는 孵化後 9~17日이었으며, 水溫과 所要日數와의 關係式은 $y = -1.0108X + 37.5844$ ($r = 0.9586$)으로 表示되었으며



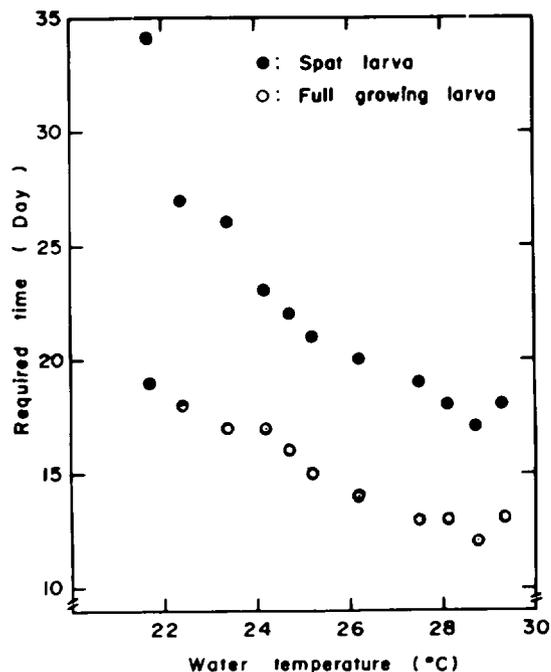


Fig. 9. Relationship between the water temperature and required until each larval stage.

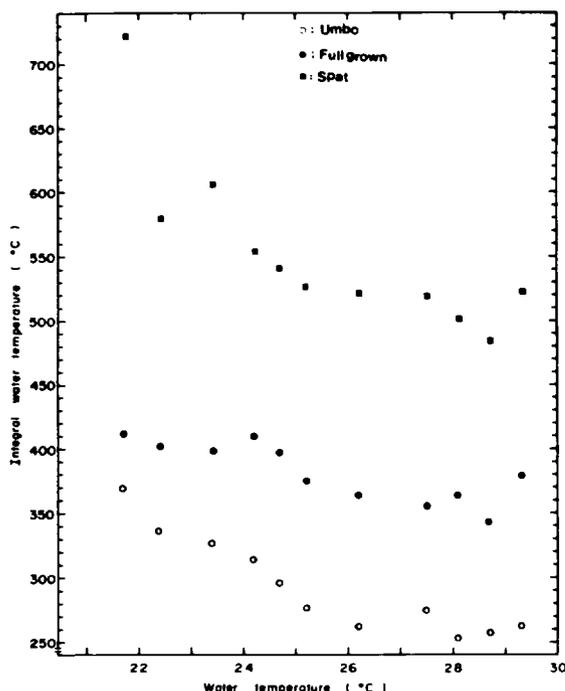


Fig. 10. Relationship between the water temperature and integral water temperature in developmental stage.

成熟仔貝에 達하는 所要日數는 孵化後 12~19日 範圍였으며, 水溫과 所要日數와의 사이에는 $y = -0.6569X + 31.6218$ ($r = 0.5823$)의 關係式으로 表示되었다.

最終 附着期幼生까지의 所要日數는 17~34日 範圍였다.

殼頂期幼生에서 附着稚貝에 이르기까지 各 發生 段階別 幼生の 飼育平均 水溫과 積算水溫과의 關係를 보면 Fig. 10과 같다. 殼頂期幼生까지의 積算水溫範圍를 2512.9~318.9 °C 였고, 成熟仔貝까지는 344.4~412.3 °C 였다.

浮游生活을 마치는 附着期仔貝까지의 積算水溫範圍는 Table 4에서와 같이 487.9~724.2 °C 로서 平均飼育水溫 25.2 °C 까지는 平均水溫이 높아질수록 積算水溫値는 낮아지는 경향을 보였으나, 平均水溫 25.2~29.3 °C 에서는 근소한 差異를 보였다.

各 幼生期로 變態 成長할때까지의 所要日數에 對한 積算水溫値를 보면 Fig. 11에서와 같이 所要日數가 길어질수록 積算水溫도 높아지는 경향을

보였다. 各 幼生期別로 所要日數(A)와 積算水溫(Y)과의 사이에는 殼頂期幼生은 $y = 13.8581X + 131.3551$ ($r = 0.9918$), 成熟期仔貝는 $y = 8.9696X + 246.8069$ ($r = 0.9290$), 附着期幼生은 $y = 12.5253X + 276.6463$ ($r = 0.9698$)의 關係式으로 各各 表示되었다.

3. 먹이生物의 種類에 따른 成長과 生殘率

먹이生物로서 使用한 *P. lutheri*, *C. simplex*, *Chlorella sp.*를 단독으로 먹인것과 *P. lutheri*와 *C. simplex*를 混合하여 孵化後 25日동안 飼育한 幼生の 殼長 成長을 보면 Fig. 12와 같고 同試驗에서의 生殘率은 Fig. 13과 같다.

*Chlorella sp.*의 경우 D狀仔貝에서 殼頂期幼生으로 成長하는 것은 소수에 불과하였으며, 孵化後 10日以後부터 斃死個體數가 急增하여 孵化後 20日째에 全數가 斃死하였다.

*C. simplex*를 단독으로 투여한 것에서는 孵化後 10日以後 底層에서 먹이生物이 粘液狀物質의

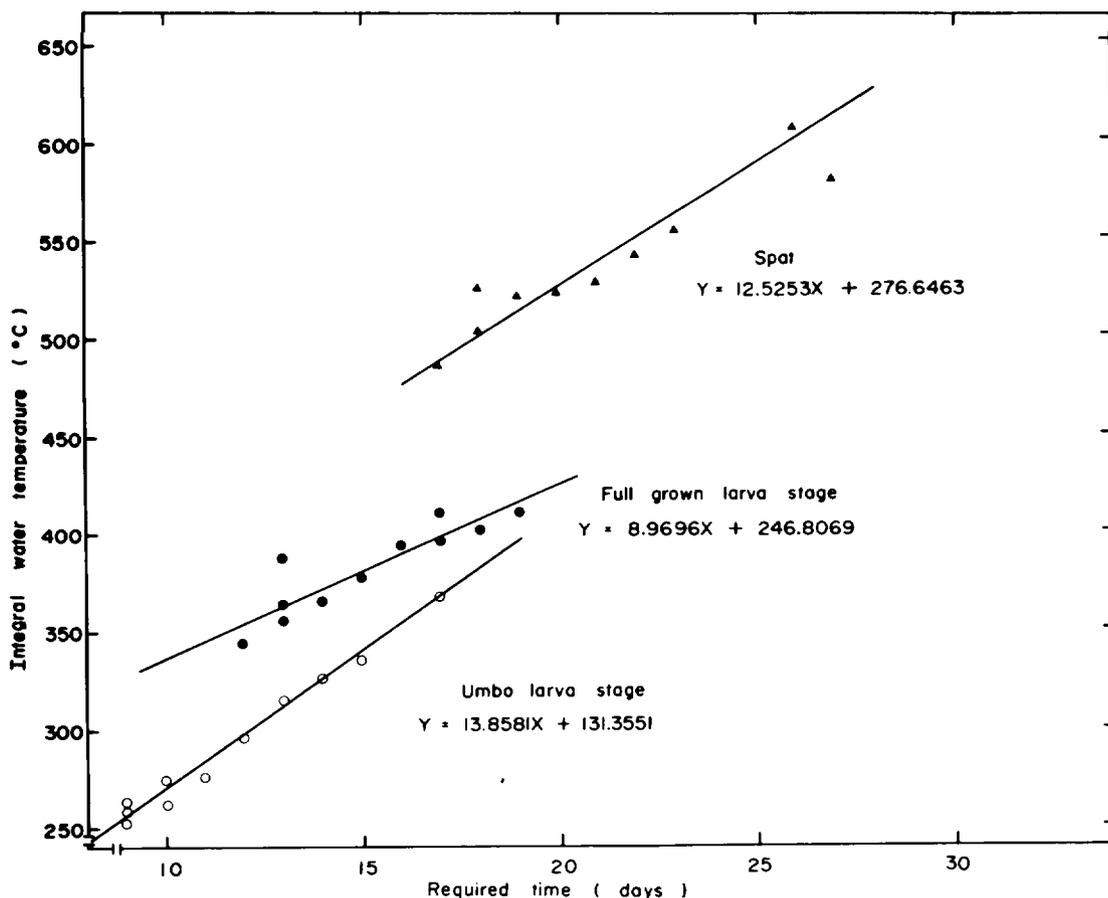


Fig. 11. Relationship between the required time until each larval stage and integral water temperature.

Table 4. Relationship between the integral water temperature and required time until spat occurrence

Hatching date	Spat stage	Required days	Average water temperature(°C)	Integral water temperature(°C)
June 11, 1984	July 15, 1984	34	21.3	724.2
" 27, "	" 24, "	27	22.4	582.4
" 27, "	" 23, "	26	23.4	608.4
July 30, 1985	Aug. 23, 1985	23	24.2	556.4
" 30, "	" 22, "	22	24.7	543.4
Aug. 5, "	" 23, "	18	29.3	527.4
" 5, "	" 24, "	19	27.5	522.5
" 10, 1986	" 31, 1986	21	25.2	529.2
" 10, "	" 30, "	20	26.2	524.0
" 10, "	" 28, "	18	28.1	505.8
" 10, "	" 27, "	17	28.7	487.9
Average	Subtotal	22.27	25.54	555.62

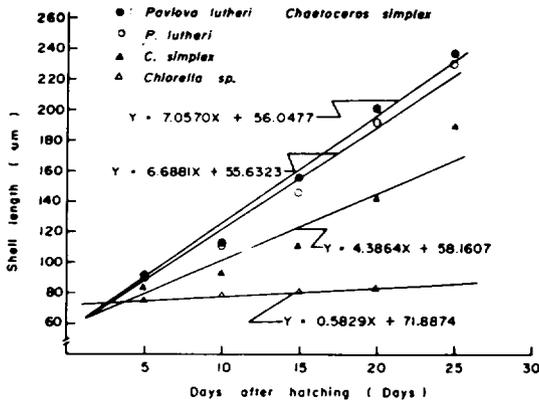


Fig. 12. Relationship between the days after hatching and shell length by the various food organism of the pearl oyster larval shell.

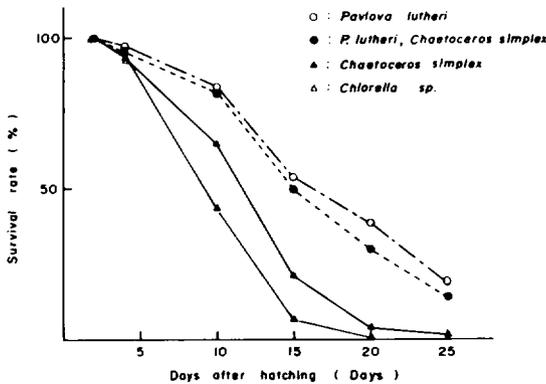


Fig. 13. Survival curve of pearl oyster larval shell caused by various food organism.

덩어리가 形成되기 시작하여 상당수의 幼生이 영커붙은 채 斃死하는 個體數가 많이 出現하기 시작하여 孵化後 15日째에는 約 80%의 斃死가 일어났고 이러한 現象은 계속되어 附着幼生에 이르는 것은 3.63%의 저조한 生殘率을 보였다.

가장 良好한 成長을 보인것은 *P. lutheri*의 단 일투이구와 *C. simplex*를 混合하여준 것으로서 成長의 면에서는 混合 投餌區에서 다소 우세하게 나타났으나 生殘率에서는 前者의 경우 18.50%인데 비하여 後者の 경우는 14.29%로서 反對의 경향을 보였다. 各 먹이생물의 種類別 投餌區에서 孵化後 經過日數(X)에 따른 殼長의 成長(Y)과의

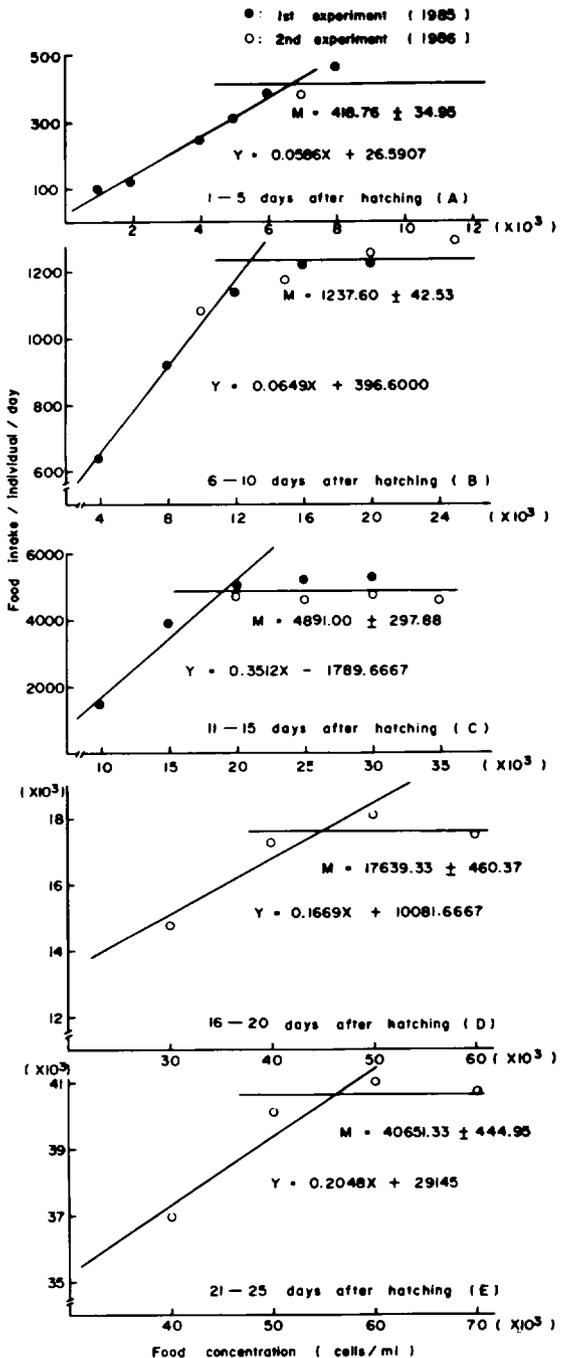


Fig. 14. Relationship between the food concentration and food intake of the pearl oyster larvae.

關係式을 보면 *P. lutheri* 와 *C. simplex* 의 混合投餌區는 $Y = 7.0570X + 56.0477$ ($r = 0.9939$)로 가장 良好한 成長을 보였고, *P. lutheri* 단일投餌區는 $Y = 6.6881X + 55.6323$ ($r = 0.9911$), *C. simplex*, 단일투이구는 $y = 4.3864X + 58.1607$ ($r = 0.9687$), *Chlorella* sp. 單一投餌는 $y = 0.5829X + 71.8874$ ($r = 0.9801$)의 順位를 나타냈다.

4. 먹이生物의 密度에 따른 幼生의 成長과 生殘率

浮游幼生의 發生段階에 따른 適正投餌量을 알기 위하여 Table 1과 같은 孵化後 經過日數別 幼生의 設定된 各 먹이生物의 投餌密度에 따른 攝餌量은 Fig. 14와 같다.

孵化後 1~5日째 幼生은 *P. lutheri* 의 投餌密度 1,000~7,000 cells/ml 範圍에서는 먹이生物의 投餌密度(X)가 커짐에 따라 攝食量(y)도 增加를 보였으나, 7,000 cells/ml 以上の 密度에서는 X의 增加에 關係없이 Y는 X軸에 平行하게 나타나므로 여기서 八塚(1962)의 민꽃게, *Portunus pelagicus* 의 飽食量算出方法을 적용하여 보면 먼저 먹이生物의 密度(X)의 增加에 따라 Y도 增加하는 범위에서는 $y = 0.0586X + 26.5907$ ($r = 0.9920$)의 關係式으로 表示되고 X軸에 平行하는 Y 값에서 얻어진 418.76 ± 34.95 cells/ml/日을 最大

飽食量(MF)이라고 할 수 있다.

이 最大飽食量과 회귀직선에서 만나는 점에서 適正投餌量(OF) 6692.31 cells/ml/日을 算出해낼 수 있다.

同一方法으로 孵化後 6~10日사이의 幼生에서는 $y = 0.0649X + 396.6000$ ($r = 0.9901$)關係式과 最大飽食量(MF) 1237.60 ± 42.53 cells/ml/日가 算出되며, 이때 適正投餌量(OF)은 12958.39 cells/ml/日였다.

孵化後 11~15日 사이의 幼生은 $y = 0.3512X - 1789.6667$ ($r = 0.9778$)의 關係式과 最大飽食量(MF), 4891.00 ± 297.88 cells/ml/日에서 適正投餌量(OF)은 19022.39 cells/ml/日였다.

孵化後 16~20日 사이의 附着期로 移行될 무렵의 幼生은 $y = 0.1669X + 10081.6667$ ($r = 0.9637$)의 關係式과 最大飽食量(MF), 1769.33 ± 460.37 cells/ml/日에서 適正投餌量(OF), 45269.02 cells/ml/日을 얻을 수 있다.

孵化後 21~25日 사이의 幼生은 $y = 0.2048X + 29145$ ($r = 0.9494$)의 關係式과 最大飽食量(MF) 40651.33 ± 444.95 cells/ml/日에서 適正投餌量(OF), 56183.25 cells/ml/日을 求하였다.

Table 1에서 1986年에서 실시한 各 먹이生物의 密度(ABCD)에 따른 25日동안의 飼育結果를 Table 5에 정리하였다.

Table 5. Growth and survival rates of pearl oyster larvae up to days 25 from hatching by the various food concentration

Experimental No.	A	B	C	D
Initial				
Date	Aug. 10, 1986	Aug. 10, 1986	Aug. 10, 1986	Aug. 10, 1986
Mean shell length μ m(S.D)	72.26 ± 1.36	72.26 ± 1.36	72.26 ± 1.36	
No. of larval shell	282,000	282,000	282,000	282,000
Final				
Date	Sep. 4, 1986	Sep. 4, 1986	Sep. 4, 1986	Sep. 4, 1986
Mean shell length μ m(S.D)	212.84 ± 41.74	254.34 ± 21.94	281.46 ± 30.14	224.00 ± 29.93
Total increment(μ m)	140.58	182.08	209.20	151.74
Dialy increment(μ m)	5.62	7.28	8.36	6.07
No. of survived	41,228	78,452	88,774	63,296
Survival rate(%)	14.62	27.82	31.48	22.45
*d	7.69×10^{-2}	5.12×10^{-2}	4.62×10^{-2}	5.98×10^{-2}
**s	0.9259717	0.9501106	0.95481991	0.9419873
***a	7.40×10^{-2}	4.99×10^{-2}	4.52×10^{-2}	5.80×10^{-2}

* : Instantaneous death rate ** : Daily survival rate *** : Daily death rate

全體 實驗區의 最終 生殘率을 보면 14.62~31.48%範圍였고, 순간 死亡率을 보면 A區가 7.69×10^{-2} 로 가장 높았고, D區는 5.98×10^{-2} , B區는 5.12×10^{-2} , C區는 4.62×10^{-2} 로 가장 낮았다.

同試驗에서 5日間隔으로 調査한 各 期間別 殼長의 日間成長量을 試驗區別로 比較해 보면, Fig. 15와 같다.

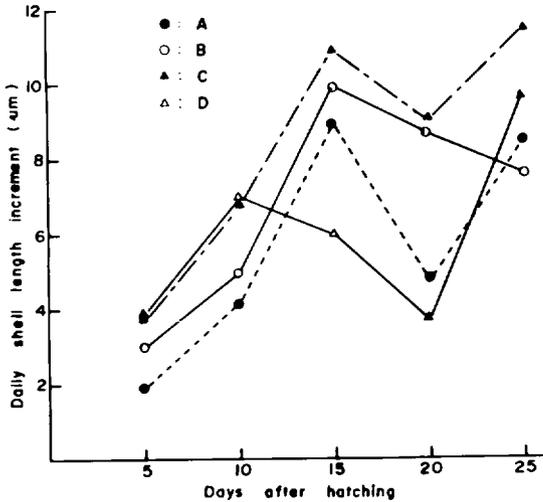


Fig. 15. Comparison of daily shell length increment by various food concentration in days after hatching.

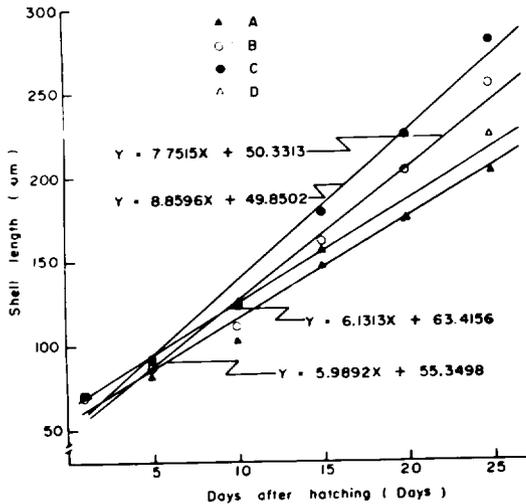


Fig. 16. Relationship between the days after hatching and shell length by the various food concentration of the pearl oyster larval shell.

孵化後 1~5日사이 幼生의 日間成長量은 1.91~3.82 μm 範圍로서 試驗區 D, C, B, A의 順位로서 먹이密度가 높은쪽의 成長이 다소 높게 나타났다.

孵化後 6~10日, 11~15日 사이의 成長速度는 初期에 비하여 빠르게 나타나서 이때의 日間成長量은 4.15~7.04, 6.05~10.91 $\mu\text{m}/\text{日}$ 였고, 10日까지 가장 빠른 成長을 보였던 投餌密度가 가장 높은 試驗區D (25,000 cells/ml)의 成長量이 15日째 부터 급격히 저조해지면서 일부 廢사체가 출현한데 비하여 試驗區 C, B區 (15,000~20,000 cells/ml)는 계속 빠르게 成長하였다. 附着期 幼生으로 移行하는 孵化後 15~20日 사이의 日間成長量은 3.72~9.03 $\mu\text{m}/\text{日}$ 로서 지금까지와는 달리 全 試驗區에서 다소 낮은 成長量을 보였으나 孵化後 21~25日 사이에는 大部分의 幼生이 附着生活로 들어갔으며, 이때의 日間成長量은 7.57~11.45 $\mu\text{m}/\text{日}$ 로서 다시 빠른 成長을 보였으며, 試驗區別 成長順位는 C, D, A, B로 나타났다.

各 試驗區의 孵化後 25日까지 全 飼育期間을 통하여 孵化後 經過日數에 대한 殼長의 成長과의 關係를 보면 Fig. 16과 같다. 試驗區A는 $y = 7.7515X + 50.3313$ ($r = 0.9876$), 試驗區B는 $y = 8.8596X + 49.8502$ ($r = 0.9881$), 試驗區C, $y = 6.1313X + 63.4156$ ($r = 0.9922$), 試驗區D, $y = 5.9892X + 63.4156$ ($r = 0.9941$)로 各各 表示되었으며, 먹이密度區에 따른 全 期間中의 成長順位는 C, B, D, A의 차례로 나타났다.

5. 海水比重에 따른 浮游幼生의 耐性

變態直後의 D狀幼生을 使用하여 各 比重別로 調整된 飼育水에 收容하고 經過時間에 따른 幼生의 狀態를 Fig. 17에 나타내었다.

海水比重 1.015以下에 處理한 D狀幼生은 處理直後 全幼生이 水槽底面에 沈降해 버렸는데, 比重 1.005에서는 1時間以內에 貝殼內의 肉質部가 膨大해지면서 섬모가 곳곳하게 固定되면서 全數 斃死하였다. 比重 1.010~1.015의 경우 모두 沈降된 狀態에서 貝殼을 담은채 심장박동은 계속되었으나 처리 1時間後 比重 1.010에서는 80% 以上이 斃死하였고, 24時間후에는 94.5%가 斃死하였으며, 生存해 있는 個體도 매우 微弱한 심장박동이 인정되었으며, 48時間後에는 全數 斃死하였다. 比重 1.015의 경우 處理 1時間째에 24.5%의 斃

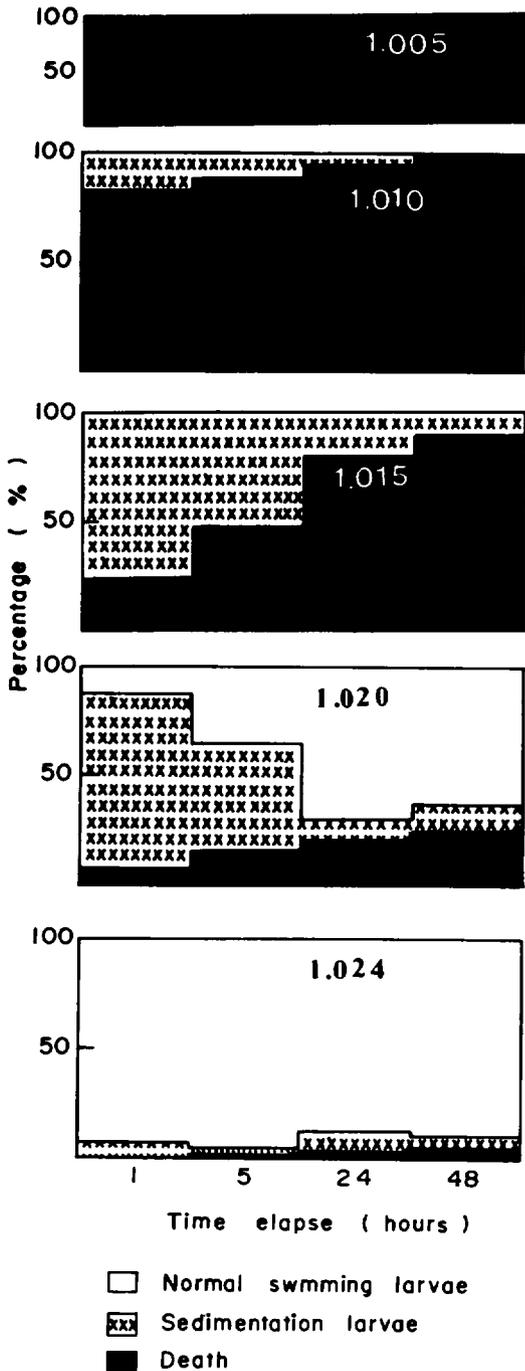


Fig. 17. Survival rater of D-shape larvae pearl oyster exposed to various specific gravity ($\delta_{1.5}$) in 48 hours.

死가 일어났고 5時間後에는 約 半數가 斃死하였지만, 48時間後에도 約 10%가 沈降狀態로 生存해 있었다. 比重 1.020에서는 處理直後 일시적으로 沈降現象이 일어났지만 곧이어 正常游泳을 하면서 浮上하는 個體가 많았고 48時間後에는 76.0%의 生殘率을 보이면서 正常的인 游泳을 하였으나 比較區로 設定한 正常海水에서의 95%의 生殘率에 比하면 低調한 生殘率이었다.

6. 採苗器의 種類와 採苗方法

孵化後 20日째에 3種의 材質을 使用하여 垂直, 水平으로 設置한 後 5日만에 調査한 各 設置方法에 따른 採苗器 種類別 附着數를 cm^2 내의 着生個體로 換算하여 Table 6에 나타내었다.

採苗器의 種類別 幼生의 附着數는 採苗器를 垂直으로 垂下하였을 경우 Nylon 그물이 $0.509 \pm 0.34/cm^2$ 로 最低值를 보였고, 水槽의 벽면이 $0.625 \pm 0.40/cm^2$ 로 最大值를 보였으며, 水槽底面に 놓혀서 設置한 경우 굴껍질에서 最低值인 5.077 ± 0.74 個體/ cm^2 , PVC 平板에서 最大值인 6.026 ± 1.40 個體/ cm^2 로서 同一한 設置方法에서는 採苗器의 種類에 따른 幼生의 附着數에는 F檢定結果 有意의인 差異가 없었다.

그러나 設置方法에 따라서는 垂直設置의 경우보다 水槽底面に 깔아준 方法에서 約 10倍의 많은 着生數를 볼 수 있었으며, t-test 結果는 Table 7과 같이 99%수준에서 매우 有意의이었던 점을 볼때 垂直方向보다 水平方向의 採苗가 더 效果的으로 인정되었다.

7. 水槽內의 附着稚貝의 垂直移動

浮游幼生의 附着直前に 水槽의 한쪽 壁면에서 底面으로 깔아준 透明한 Poly Film에 附着한 幼生을 對象으로 5日마다 調査한 水深別 幼生의 移動狀態를 보면 Fig. 18과 같다.

처음 附着初期에는 比較的 底面に 集中되어 있던 稚貝가 附着後 5日째에는 比較的 底層에서 上層으로 移動해 가는 것을 볼 수 있었으며, 附着後 10日以後에는 水面에서 10 cm 以內에 50%以上이 集結해 있고, 15日以後에는 75%以上이 水面 가까이로 移動하여 水槽內의 水交換이나 流水時에 작은 水位變動이 일어나면 空氣中에 露出된채 斃死하는 것이 發見되었다.

Table 6. Results of settling larvae in methods of hanging and laying on the bottom in the breeding aquarium

Collector		Methods	
Materials	Size(cm ²)	Hanging(ind./cm ²)	Laying(ind./cm ²)
Oyster shell	57.46	0.616±0.29	5.077±0.74
Plain PVC plates	2400.00	0.566±0.29	6.026±1.40
Net(Nylon)	2400.00	0.509±0.34	5.598±1.75
Tank wall	4.00	0.625±0.40	-

Table 7. Statistical comparison of settling larvae in methods of hanging and laying on the bottom in breeding tank

Kinds of collectors	t value
Oyster shell	24.791
Plain PVC plates	4.344
Net(Nylon)	11.241

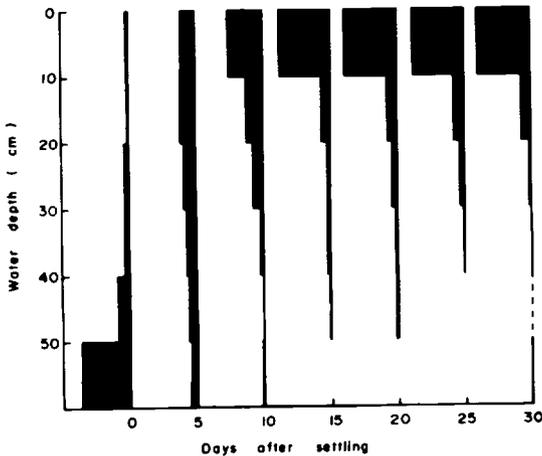


Fig. 18. Vertical distribution of the young shell after settling days in rearing tank.

8. 海中 中間育成

採苗器에 着生한 附着器 幼生을 海中으로 옮기는 時期는 먹이生物의 大量培養에 따르는 室內飼育의 번거러움과 稚貝의 成長面에서 可能하면 빠른 시기에 自然環境에서 기르는 것이 有利하다.

그러나 새로운 環境에 대한 稚貝의 適應力과 微細한 仔貝의 海中管理에 따른 保護育成은 稚貝의 成長과 生殘率에 미치는 영향이 클 것으로 생각되므로 이러한 점을 고려한 海中 中間育成을 시작할 단계의 稚貝크기의 決定은 重要한 의미를 가지고

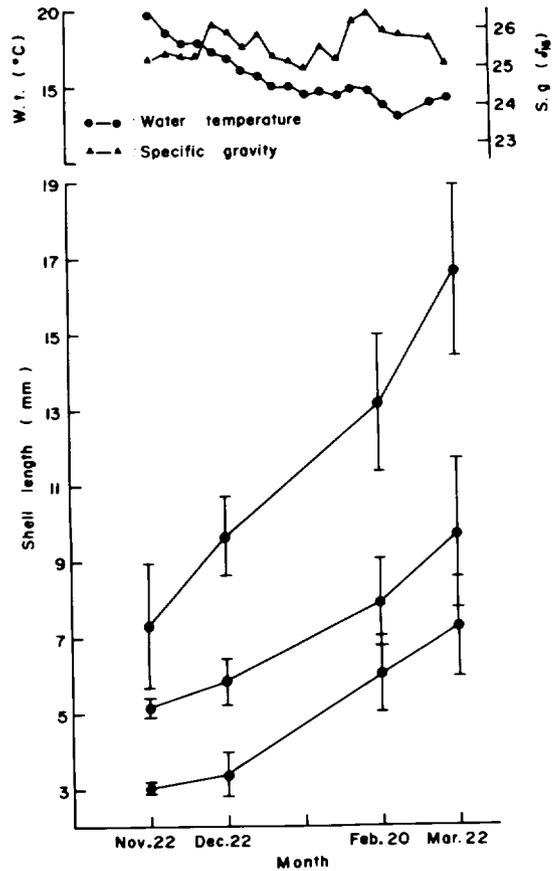


Fig. 19. Monthly growth depending on the stocking sized group of young pearl oyster in the net cage.

있다.

망목 2 mm의 防蟲網으로 만든 채籠에서 3段階 크기의 稚貝를 利用하여 1986年 11月22日부터 1987年 3月22日까지 120日間 中間育成을 實施한 結果는 Table 8과 같고 月別 殼長의 成長은 Fig. 19와 같다.

Table 8. Growth and survival rate depending on the stocking size of young pearl oyster in the net cage from 22 November 1986 to 22 March 1987

Experimental No.	Mean shell length mm \pm (S.D)		Mean shell height mm \pm (S.D)		Mean body weight mg		Dialy increment		Survival rate(%)			
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final	S.L(μ m)	S.H(μ m)				
3	3.03 \pm 0.14	7.25 \pm 1.32	4.22	1.89 \pm 0.25	5.58 \pm 0.72	3.29	2.0	33.0	31.0	27.42	0.26	56.33
5	5.15 \pm 0.24	9.71 \pm 1.97	4.56	3.48 \pm 0.35	7.71 \pm 1.54	4.23	5.0	79.0	74.0	38.00	35.25	73.33
7	7.29 \pm 1.63	16.64 \pm 2.25	9.35	5.33 \pm 1.32	13.56 \pm 1.94	8.23	31.0	200.0	169.0	77.92	68.58	74.62

* size of net cage : ϕ 20 \times 30 cm

Table 9. The growth and survival rate depending on the stocking density of young pearl oyster in the net cage from 22 November 1986 to 22 March 1987

Experimental No.	Mean shell length mm \pm (S.D)		Mean shell height mm \pm (S.D)		Mean body weight mg		Dialy increment		Survival rate(%)				
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final	S.L(μ m)	S.H(μ m)					
1	5.15 \pm 0.24	9.28 \pm 2.24	3.13	3.48 \pm 0.35	7.71 \pm 2.06	4.23	5.0	85.0	80.0	34.42	35.25	0.67	83.74
2	5.24 \pm 0.30	9.32 \pm 2.04	4.08	3.64 \pm 0.39	7.69 \pm 1.78	4.03	6.0	89.0	63.0	34.00	33.58	0.69	66.99
4	5.18 \pm 0.27	9.17 \pm 1.52	2.99	3.47 \pm 0.31	7.51 \pm 2.02	4.04	5.0	69.0	64.0	33.25	33.67	0.53	60.49
6	5.41 \pm 0.37	9.01 \pm 1.95	2.60	3.74 \pm 0.42	7.56 \pm 1.76	3.82	6.0	65.0	59.0	30.30	31.83	0.49	65.88

飼育期間中の 各 크기별 稚貝의 各 體部의 日間 成長量을 보면 시작당시 平均殼長 7 mm group 이 가장 빠른 성장을 보여 殼長 77.92 μm , 殼高 68.58 μm , 體重 1.41mg 의 成長을 보였고, 다음 이 殼長 5 mm group 으로서 38.00 μm , 35.25 μm , 0.62mg 으로 成長하였으나 殼長 3 mm group 은 35.17 μm , 27.42 μm , 0.26 mg 의 가장 낮은 成長을 보였다.

同期間中の 生殘率에서도 平均殼長 7 mm group 이 74.62%로 가장 높았고 殼長 5 mm group 은 73.33%로 거의 類似하게 나타났으나 殼長 3 mm group 은 56.33%로서 가장 저조하였다.

同期間中에 平均殼長 5 mm 內外의 稚貝를 對象으로 실시한 養殖내의 收容密度別 飼育試驗結果는 Table 9와 같다. 本 研究에서 設定한 最大收容密度 6 個體/cm² 範圍內에서의 日間成長量을 보면 殼長의 경우 30.00~34.42 μm /日, 殼高 31.83~35.25 μm /日, 體重 0.49~0.69 mg/日로 試驗區間의 成長差는 근소하게 나타났다.

生殘率의 경우에서도 收容密度가 가장 낮은 1 個體/cm² 區에서의 83.74%를 제외하고서는 60.49~66.99%의 범위로서 모두 類似하게 나타나고 있어 試驗終了時의 殼長, 9 mm 크기까지는 收容密度 1~6 個體/cm² 範圍에서의 成長과 生殘率에 差異를 볼 수 없었다.

考 察

計劃적이고 安定된 種苗生産을 위하여는 必要時에 良質의 受精卵을 쉽게 確保할 수 있어야 한다.

진주조개의 產卵은 잘 成熟된 母貝인 경우 水槽內 飼育에서 自然產卵이 쉽게 일어나며 (Alagar-swami et al. 1983) 常溫에서 5℃ 程度 上昇시키는 方法을 반복하거나 干出刺戟과 水溫上昇 자극에서 受精卵의 確保가 可能하지만 刺戟에 對한 反應率이 저조하여 보다 確實한 效率의인 方法의 究明이 要求되고 있다 (辻 1974, 盧 等 1986).

本 研究에서는 水溫上昇을 위한 加溫方法에서 人工的인 加溫보다 寬면이 넓은 產卵水槽에 海水를 작게 채운후 直射光線을 利用하여 간단하게 加溫한 것이 더 높게 반응하였으며, 加溫에 앞서 40 分以上의 干出刺戟이 더 效果的이었다.

干出이나 溫度上昇은 모두 母貝에 直接的인 作用을 하는 要因이 되겠지만 直射光線에 의한 加溫

은 햇빛속의 紫外線이 田中(1978)가 指摘한 전복류나 가리비등의 2 枚貝에서 報告된 活性酸素에 의한 體內的 酸化高進에 關여된 것으로 推定된다.

受精된 알의 孵化時間과 孵化幼生の 初期發生速度는 他魚貝類의 경우와 마찬가지로 水溫條件에 크게 左右되고 있다. 辻(1974)는 比較的 低水溫인 20.3~26.4℃ 範圍에서 D 形幼生은 12~15日, 初期殼頂期幼生은 14~18日, 殼頂期幼生은 45日 以上이 所要되었다고 한데 비하여 小林等(1952)은 水溫 26.4~28.2℃ 에서 受精後 20時間만에 D 狀幼生, 7~10日째에 初期殼頂期幼生, 13日째에 殼頂期幼生으로 되어 빠른것은 17日째에 附着變態한다고 하였고 Alagar-swami et al.(1983)은 水溫 24.2~27.2℃ 에서 24日만에 附着稚貝로 變態하였다고 報告하였다.

本 研究에서 11回의 飼育期間中の 平均水溫 21.7~29.3℃ 의 範圍에서 調査된 各 段階 幼生期에 達하는 所要時間은 受精에서 孵化까지 4時間48分~11時間4分範圍였고, D 狀幼生까지는 18時間10分~21時間10分, 初期殼頂期幼生은 5~10日, 殼頂期幼生은 9~17日, 成熟仔貝까지는 12~19日, 附着稚貝까지는 17~34日이 所要되므로써 辻(1974)에 比해서는 대체로 빠른편이었고 小林等(1952), Alagar-swami et al.(1983)等과는 거의 類似하였다.

孵化後 幼生の 發生速度는 水溫以外에도 먹이의 質과 量에도 크게 影響된다. 二枚貝 幼生이 먹이條件으로서는 捕食될 수 있는 먹이生物의 크기나 모양, 營養要求를 만족시킬 수 있는 成分을 가지고 있어야 하며, 細胞膜이 없거나 얇은것등이 指摘되고 있다. 특히 *Mercenaria* 와 같은 二枚貝는 두꺼운 細胞膜을 가지고 있는 *Chlorella* sp.의 消化能力을 가지고 있지만 *Crassostrea* 의 경우는 約 110 μm 以上으로 成長하여야 利用이 可能하다고 하여 種에 따라서 또는 成長段階에 따라서 각기 相異함을 나타내고 있다 (Davis et al. 1958, 和田 1973, 田中等 1970).

또, 和田(1973)는 3種의 微細藻類를 먹여 飼育한 진주조개의 幼生飼育에서 *Pavlova* (*Monochrysis*) *lutheri* 와 *C. calcitrans* 를 混合하여 투여한 것이 가장 良好하였다고 하며, *P. lutheri* 와 *C. calcitrans* 를 單一 먹이로 준것에서도 類似한 結果를 거두었지만 *Chlorella* sp.를 單獨 또는 混合供給하였던 것에서는 저조한 成長이었다고 報告하였다. 本 研究에서 成長結果는 *P. lutheri* 와 *C.*

*simplex*의 混合區, *P. lutheri*의 單一區의 順으로 良好하였지만 生殘率에서는 *C. simplex*의 경우 투여後 水槽底面에 死體에 의한 粘質物質이 생겨 이로 인한 浮游幼生の 斃死가 계속되어 오히려 *P. lutheri* 單一區가 더 높게 나타나 진주조개의 먹이로서 우수성을 확실히 알 수 있었다.

그러나 *Chlorella* sp.를 單獨으로 급여한 것에서는 孵化後 10일이 經過한 以後 일부가 初期殼頂期로 變態하였으나 20일경까지 D狀幼生에서 그대로 斃死하므로써 和田(1973)의 結果와 거의 일치하였으며, 이러한 점에서 辻(1974)의 經過時間에 따른 幼生の 成長이 저조하였던 것도 初期飼育期間中 約 21日째까지 먹이로서 *Chlorella*에 의존도가 컸던 것이 原因으로 推定된다.

游泳力이 弱한 貝類의 浮游幼生에 대하여 充分한 飽食을 시킬 수 있는 먹이의 투여밀도는 먹이의 種類와 마찬가지로 重要하다.

林(1982)는 진주조개 幼生の 最大成長을 위한 *P. lutheri*의 投餌量은 孵化後 1~5日째에 7,500 cells/ml, 6~10日째에 15,000 cells/ml, 11~15日 사이에 30,000~40,000 cells/ml로 報告하였다. 筆者等은 前報(1986)에서 孵化後 1~15日사이의 幼生을 대상으로 *P. lutheri*의 各 投餌密度에 따른 最大飽食量으로 부터 適正投餌密度를 算出한 바 있지만 投餌密度의 設定이 다소 不足하여 本 研究에서는 最大投餌密度쪽으로 몇 단계의 密度와 前報에서 누락된 부화後 16~25日사이의 幼生에 대하여 補完試驗을 실시하여 前報의 資料와 綜合平均한 結果, 孵化後 1~5日사이의 幼生은 6692.31 cells/ml/日, 孵化後 6~10日 幼生은 12958.39 cells/ml/日, 孵化後 11~15日 幼生은 19022.39 cells/ml/日, 孵化後 16~20日 幼生은 45269.02 cells/ml/日, 孵化後 21~25日 幼生은 56183.25 cells/ml/日로서 林(1982)의 結果보다 다소 낮게 나타난 편이지만 試驗條件에서 孵化幼生の 飼育密度와 飼育環境條件등의 差異와 算出方法이 서로 다른점을 감안해보면 거의 類似할 것으로 생각된다.

田中等(1970)은 흑염조개, *Pinctada margaritifera* 幼生の 種苗生産過程에서 初期 16日동안 *P. lutheri*의 給餌量을 1×10^4 , 5×10^4 cells/ml로 하였을때 生殘率은 1×10^4 의 저밀도에서 더 높게 나타났다고 報告하였고 西村(1982)는 孵化後 1~5日 幼生에 *P. lutheri*의 投餌密度가 8,000, 14,000 cells/ml, 부화後 6~10日 幼生에 17,000, 26,000

cells/ml, 孵化後 11~15日 幼生에 28,000, 38,000 cells/ml로 投餌한 것은 過剩投餌로 되어 더 낮은 投餌密度의 飼育結果보다 成長이 不良하고 大量斃死의 原因으로 指摘하였다.

本 研究에서도 가장 投餌密度가 높았던 1986年度의 投餌密度區 D의 경우 孵化後 16~20日, 21~25日 사이의 幼生에게 35,000, 60,000 cells/ml씩을 投餌한 것에서 오히려 더 낮은 먹이密度區인 A, B, C의 경우보다 저조한 日間成長量과 높은 日間死亡率을 보였던 것은 같은 原因으로 생각되었다. Guillard(1957)가 指摘한 *P. lutheri*의 細菌오염 및 높은 溫度(23~26°C)와 相關한 毒化現象과 西村(1982)가 報告한 *P. lutheri*는 投餌한 2~3日에 斃死現象 등으로 보아 必要以上の 投餌密度는 25°C 以上の 幼生飼育槽에서 먹고 남은 것이 斃死되면서 細菌 및 原生動物의 發生을 초래하는 한편, 飼育槽內의 Ammonia, 유기질소 등은 水質惡化의 要因이 되며, 幼生の 游泳을 直接 방해하거나 먹이를 먹는 기작을 방해하는 原因으로 된다.

附着期의 仔貝는 採苗水槽의 底面에 着生한 것을 붓으로 박리시켜 林等(1981)은 차광그물(40×40 cm)에 附着시켜 2~3 mm 때 海中 中間育成에 들어가며 城龍(1981)은 염화비닐板등을 利用하여 水面과 平行하게 設置하여 附着시키고 있다. Alagarwami(1982)는 백탁된 유리섬유, 유리판 합성수지, 프, 害竹, 야자섬유 등에 잘 附着하며 水平으로 採苗한 採苗器에서는 밀면보다 윗면에서 더 높은 密度로 着生하였다고 한다. 本 研究에서 採苗器로 使用한 굴 패각, Nylon 그물, 투명한 PVC 板등의 採苗器에서 採苗器材質에 關係없이 모두 類似한 着生數를 보였으나 採苗器의 設置方法에서 水槽底面에 水平으로 設置한 것이 垂直으로 매다는 것보다 월등하게 많은 着生을 보인 것은 Alagarwami(1982)의 報告와 잘 일치되며 이러한 現象은 盧等(1974, 1986)의 참전복과 소라의 種苗生産過程에서도 同一하게 나타났다.

이것은 貝類의 浮游幼生이 底棲附着生活에 들어갈때 발이 발달하기 시작하면서 Velum의 퇴화가 일어나고 游泳機能이 匍匐 또는 附着으로 轉換되므로서 차츰 저면으로 沈降해가는 段階에서 附着基質에 着底, 匍匐할 수 있는 條件이 垂直方向보다 水平方向이 보다 용이하기 때문인 것 같다.

二枚貝幼生の 飼育過程에서 일어나는 減耗現象에 對하여 田中等(1970)은 *P. margaritifera*에서

後期D形期로 부터 殼頂期에 들어가는 段階에서 현저하게 높았다고 하였고, 盧等(1986)의 진주조개 종묘생산의 過程에서도 D狀幼生에서 初期殼頂期로 移行하는 時期와 成熟仔貝에서 附着期로 들어가는 단계에서 높은 斃死率을 報告한 바 있으며, 本 研究에서도 各 生産過程에 일치된 경향을 보였다.

이러한 現象은 變態를 하기 위한 體內的 營養蓄積과 깊은 관련이 있다고 생각되며, 盧等(1974)의 參見, 田中等(1970)이 *P. margaritifera* 幼生 飼育過程에서 指摘한 소위 Critical period 에 해당하는 시기로 생각된다. 附着稚貝의 海中育成時의 크기에 대하여 城龍(1981)은 殼長 1~2 mm의 仔貝는 減耗率이 높지만 殼長 3.1, 3.6 mm 仔貝를 網目 1 mm 채롱에서 飼育한 경우 海中育成 1個月後에 48~100%의 生殘率을 報告하였다.

盧等(1986)은 孵化後 37日째 平均殼長 1 mm의 稚貝를 網目 0.76 mm의 채롱에 수용한 경우 사육초기에 0.7 mm의 小形稚貝의 離脫에 의한 減耗로 海中育成 22日째에 28.54%의 減耗가 일어났고 117日間の 飼育에서 63.12%의 生殘率을 보고한 바 있다.

本 研究에서 平均殼長 3, 5, 7 mm 內외의 3단계 크기의 仔貝를 120日間 中間育成하였던 결과, 收容初期에 網目이 不安定하여 채롱에서 일부 이탈하는 개체가 보였지만 비교적 높은 56.33~74.62%의 生殘率을 보여 大形의 稚貝일수록 높은 生殘率을 볼 수 있었던 것은 잘 일치되었다.

海中 中間育成에서 減耗의 主要原因으로 생각되는 것은 網目を 통한 幼貝의 離脫現象과 이의 防止를 위하여 더 작은 網目を 使用할 경우 채롱내의 潮流소통이 제대로 될수 없어 먹이生物의 流入이 어렵고 微細한 網紙表面에 附着하는 水中의 懸탁물을 비롯한 各種 附着生物은 채롱내의 海水소통을 더욱 惡化시키고 채롱내에 高密度로 收容된 稚貝의 代謝物質에 의한 環境惡化등에 따른 斃死를 들 수 있다. 따라서 中間育成에 내보낼 仔貝의 크기는 成長과 生殘을 고려한 측면과 室內飼育의 長期化에 따른 技術的 管理 및 經營上的 면에서 더 구체적인 검토가 이루어져야 하겠다.

要 約

진주조개 *Pinctada fucata*의 種苗生産技術開發을 위하여 室內水槽에서 殼高 51.5~95.0 mm 爲

는 母貝 982尾를 使用하여 各種 產卵誘發刺戟을 實施하고 母貝 反應率, 產卵生態, 各 發生段階에 達하는 積算水溫과의 關係를 調查하였다.

幼生期の 먹이生態를 알기 위하여 먹이生物의 種類, 投餌密度에 따른 各 幼生期の 攝食量, 成長, 生殘率, 海水比重에 따른 幼生の 耐性, 採苗器의 種類와 設置方法에 따른 附着數의 差異를 比較하였다.

附着稚貝를 利用하여 120日 海中育成을 實施하고 中間育成에 適當한 稚貝의 크기와 채롱내의 適正收容密度에 대하여 調查한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 產卵誘發刺戟中 40~60分의 干出刺戟後 直 射光線을 利用한 水溫上昇方法이 가장 效果의 이었으며, 이때의 母貝 反應率은 12.35~59.42%였다.

2. 08:00~09:00시에 產卵誘發刺戟을 實施한 경우 반응시간은 干出刺戟後 1~3時間後인 10:00~12:00시 사이로서 反應個體의 77.12%가 이때에 집중적으로 產卵하였다.

3. 水溫 21.7~29.3℃ 範圍에서 各 幼生期에 이르기까지 水溫(X)과 孵化時間(Y: Trochophore, D狀幼生: 分, 초기각정기 이후 幼生: 日)과의 사이의 關係式은 다음과 같이 表示되었다.

Trochophore 幼生: $Y = -21.0113 X + 876.7249$
($r = 0.9733$),

D 狀 幼 生: $Y = -21.9782 X + 1719.5152$ ($r = 0.9303$),

初期殼頂期幼生: $Y = -0.7163 X + 25.3230$
($r = 0.9752$),

殼頂期幼生: $Y = -1.0108 X + 37.5844$ ($r = 0.9586$),

成熟仔貝期: $Y = 0.6569 X + 31.6218$ ($r = 0.8523$).

4. 먹이生物로서 *P. lutheri* + *C. simplex*를 混合하여 먹인것과 *P. lutheri*, *C. simplex*, *Chlorella* sp.를 單一먹이로 飼育한 경우 孵化後 經過日數(X)에 따른 殼長(Y)의 成長 關係式은

$Y = 7.050X + 56.0477$ ($r = 0.9939$),

$Y = 6.6881X + 55.6323$ ($r = 0.9911$),

$Y = 4.3864X + 58.1607$ ($r = 0.9687$),

$Y = 0.5829X + 71.8874$ ($r = 0.9801$)로 表示되었다.

5. *P. lutheri*의 密度에 따른 各 段階別幼生の 攝食率과의 關係에서 求해진 最大攝食量

(MF)과 이에 도달하기 위한 適正 먹이 密度 (OF)는

孵化後 1~5日 幼生은

MF=418.76±34.95 cells/ml

OF=6692.31 cells/ml

孵化後 6~10日 幼生은

MF=1237.60±42.53 cells/ml

OF=12958.39 cells/ml

孵化後 11~15日 幼生은

MF=4891.00±297.88 cells/ml

OF=45269.02 cells/ml

孵化後 16~20日 幼生은

MF=17639.33±460.37 cells/ml

OF=45269.02 cells/ml

孵化後 21~25日 幼生은

MF=40651.33±444.95 cells/ml

OF=56183.25 cells/ml 였다.

6. 굴貝殼, Nylon 그물, PVC 平板을 利用한 採苗器材質에 따른 附着幼生數의 差異는 보이지 않았으나 採苗器의 設置方法에서는 垂直方向보다 水槽底面에 水平으로 깔아둔 方法이 현저하게 많은 편이었다.

7. 海中 中間育成에 適合한 크기는 生殘率의 견지에서 5 mm 以上の 크기가 바람직하였고, 殼長 10 mm 以內的 크기인 120日間の 飼育에서 채롱(φ 20×20 cm)의 收容密度 1~6 個體/cm²에서의 成長 및 生殘率은 類似하게 나타났다.

參 考 文 獻

Alagarwami, K., dharmarai, 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.

Davis, H.C. and V. R. Guillard 1958. Relative value of ten genera of micor-organisms as foods for oyster and clam larvae. Fish. Bull., U. S. No. 136 (58), 293~304.

Guillard., R. R. 1957. Proc. Nat. Shell fish Ass., 48.

134~142.

林正博. 1982. 아코야가이의 適正投餌量について, 三重縣 浜島水試年報, 90~92.

_____. 中村 吉伸·山本 慶子. 1981. 아코야가이의 種苗生産, 三重縣栽培 센터 事報, 26~43.

城龍 太郎. 1981. 아코야가이人工増殖의 全貌을 살펴 看. 眞珠往來, 15(5), 14~39.

小林 新二郎·結城 了伍. 1952. 아코야가이 (*Pinctada martensii*)의 탱크內人工飼育. 日水誌, 17(8, 9), 65~72.

辻道行. 1974. 아코야가이人工採苗試驗研修報告, 長崎縣 眞珠養殖漁協, 1~19.

西村 守央. 1982. 過剩投餌아코야가이幼生의 生殘成長에及ぼす影響. 三重縣浜島水試年報, 86~89.

盧 進·下 忠圭·全得山. 1986. 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. 濟州大 海資研報, 10, 45~56.

_____. 朴春奎·下 忠圭. 1974. 전북의 増殖에 關한 研究 1, 麗水近海産 전복, *Haliotis discus hannai* Ino의 春季採苗에 關하여, 水振研報, 13, 77~92.

_____. 下 忠圭·孫松正. 1986. 소라種苗生産에 關한 基礎的研究, 濟州大 海資研報, 10, 13~28.

田中 彌太郎·伊野 波盛仁 嘉數青. 1970. 沖繩に おけるクロチヨウガイ의 種苗生産に關する基礎 研究-II. 餌料生物의 選定. 東海水研報, No. 63, 79~86.

_____. 1970. 沖繩におけるクロチヨウガイ의 種苗生産に關する 基礎研究-V.

_____. 1978. 過酸化水素添加によるアワヒ의 産卵 誘發, 東海水研報, No. 96, 93~101.

和田 克彦. 1973. 三種類의 微細藻類을與えたアコヤ가이 幼生의 成長, 國立眞珠研報, 17, 2075~2083.

八塚 剛. 1962. 카코類とくにタイワンガザミ, *Portunus pelagicus* LINNAEUS 의 幼生의 人工 飼育に關する研究, 宇佐臨實研報, 1, 1~95.