

홍합의 飼育條件과 成長

柳 晟 奎
釜山水産大學・増殖學科

CULTURE CONDITION AND GROWTH OF LARVAE OF THE *MYTILUS CORUSCUS* GOULD

Sung Kyoo Yoo

Pusan Fisheries College, Pusan, Korea

ABSTRACT

The larvae of *Mytilus coruscus* were grown at the room temperature of approximately 15.1°C under several different culture conditions, i. e., salinity, population of the larvae, density and kind of food organisms, etc.

(1) The egg of *Mytilus coruscus* obtained in the laboratory measured about 73.0 μ in diameter. The embryos gradually developed into larvae up to 179.0 μ shell length with the shell height of 135.9 μ even in the absence of the algal food. Beyond this size, however, the growth of larvae was considerably retarded, indicating that the better growth could be expected if the food began to be fed four days after spawning.

(2) The larvae began settling upon reaching 281.4 μ to 310.9 μ in shell length or 264.3 μ to 301.9 μ in shell height. When the shell length reaches 322.6 μ to 337.1 μ , the shell height also reaches about the same, i. e., 321.5 μ to 346.2 μ .

(3) Daily rate of food consumption was determined by the size of the larvae and the species of the algal food. Regardless of the species of food given, the rate of food consumption remained almost the same until the larva reached the straight-hinge stage, and marked variations were found as the larvae grew larger.

Daily rate of food consumption was shown as follows:

$$\text{Chaetoceros calcitrans: } Y=2.99167 e^{0.000018243X^2}$$

$$\text{Cyclotella nana: } Y=3.00324 e^{0.000015481X^2}$$

$$\text{Monochrysis lutheri: } Y=3.000056 e^{0.000014435X^2}$$

(4) Suitable amount of the food to be given was about five times of the consumed food by *Mytilus coruscus*.

(5) When the numbers of the larvae was higher than ten per milliliter, the growth was significantly retarded.

(6) *Monochrysis lutheri* and *Cyclotella nana* were much better than *Chaetoceros calcitrans* as the food of *Mytilus coruscus*, and even the same food organism showed some difference with the age of the organism.

(7) Sea water of higher salinity showed the better result in the growth of the larvae and the water with the specific gravity of 1.020 or below was dangerous for the larvae.

(8) The mean growth of the larvae of *Mytilus coruscus* under favorable condition was shown as

follows:

shell length

$$121.8 \mu \text{ to } 179.0 \mu: Y = 119.18 + 7.42X$$

$$196.7 \mu \text{ to } 322.6 \mu: Y = 203.144 + 7.687X$$

$$322.6 \mu \text{ to } 985.1 \mu: Y = 302.5978 + 11.8353 X$$

shell height

$$85.3 \mu \text{ to } 135.9 \mu: Y = 85.22 + 6.40 X$$

$$158.1 \mu \text{ to } 321.5 \mu: Y = 162.998 + 10.027 X$$

$$321.5 \mu \text{ to } 1,215.4 \mu: Y = 309.3701 + 16.258 X$$

Relationships between the shell length and shell height were shown as follows:

shell length

$$121.8 \mu \text{ to } 179.0 \mu: Y = 0.85726X - 15.79165$$

$$196.7 \mu \text{ to } 322.6 \mu: Y = 1.29909X - 103.58310$$

$$322.6 \mu \text{ to } 985.1 \mu: Y = 1.3536X - 101.6896$$

種苗를 보다 쉽고 安全하게 生産하기 爲해서는 幼生期の 最適飼育條件과 여러가지 生活習性を 잘 알아야 하기 때문에 이 研究를 始作했다.

Mytilus (Sea mussel)에 關해서는 여러 사람들에 依해서 産卵이나 受精 (岩田, 1949~1951; 和田, 1955; Iwata, 1952), 發生 (Miyazaki, 1935), 其他 (Loosanof etc., 1943; Engle etc., 1943; 細見, 1964~1967)에 關한 많은 研究들이 있으나 모두 *Mytilus edulis*에 關한 것들이다.

*Mytilus coruscus*에 對해서는 모두 天然産을 對象으로 한 生態研究들 (朝總水試, 1937; 林, 1933; 吉田, 1953)뿐이고 幼生期の 飼育試驗은 볼수 없다. 여기에서는 *Mytilus coruscus*의 幼生을 對象으로 하여 投餌量, 飼育密度, 먹이生物의 種類, 먹이生物의 日令 및 比重等과 같은 飼育條件과 이에 따른 成長에 關한 實驗을 했다. 이 研究는 1968年 6月初旬부터 8月下旬 까지의 사이에 日本 釜 研究所에서 施行한 結果이다.

實驗 方法

實驗에 使用한 홍합은 宮城縣 唐桑半島의 太平洋側 沿岸産이다. 産卵誘發은 水温上昇法에 依했으며 必要한때는 언제나 産卵시켜서 얻은 受精卵을 實驗에 使用했다. 附着初期 以後의 飼育實驗은 海上飼育 Tank (Imai, 1967) 內였지만 附着初期까지의 飼育實驗은 定溫室內서 施行했다. 即 室溫은 $15.1 \pm 1.3^\circ\text{C}$ 이고 照度는 0 Lux 였으

며 飼育用器는 180 ml 들이 牛乳瓶이었는데 여기에다 150 ml 의 濾過海水(比重 1.025 內外)를 넣어서 飼育했다. 飼育用水의 換水와 먹이生物의 投餌는 24時間마다 했고, 投餌用 먹이生物은 언제나 投餌하기 前에 깨끗이 씻은 다음 投餌했다. 그리고 飼育中에는 飼育海水가 서서히 流動하게끔 aeration을 해줬다. 먹이 生物은 *Cyclotella nana*, *Chaetoceros calcitrans* 및 *Monochrysis lutheri*의 3種을 使用했는데 이들의 培養法은 柳(1968)의 Flask法에 依해 培養한 것이다. 홍합幼生の 成長調査는 飼育中인 飼育瓶中에서 隔日마다 10個體씩을 無作爲 標本 抽出을 해서 殼長과 殼高를 計測했는데 特別한 實驗以外에는 1 larva per 2 ml인 飼育농도 였다. 實驗은 언제나 願하는 크기의 幼生을 擇해서 使用했는데 本論文에서 表示한 成長値는 (但 附着初期까지) 一回의 實驗者 똑같은 條件의 飼育瓶 3個를 同時에 使用하여 이 3個의 平均値를 1回의 實驗値로 使用했고 다시 똑 같은 實驗을 3回 反復한 다음 얻은 平均値이다. 한편 本實驗에 앞서 豫備實驗을 한 結果에 따라 必要한 實驗項目인 投餌量 飼育密度 먹이生物의 種類 먹이生物의 日令, 比重等을 定해서 이들 各各에 따른 홍합幼生の 成長을 다음과 같은 方法에 依해 調査했다. 飼育密度, 먹이生物의 日令, 比重 및 홍합의 一般成長 實驗에는 먹이를 *Cyclotella nana* 만을 使用해서 홍합成長에

알맞은 投餌量을 썼고, 比重에 따른 融合幼生の 成長實驗은 普通海水(比重 1.025 内外)에다 純水를 알맞게 融合해서 實驗하고자 하는 比重을 만들어서 實驗했다.

實驗 結果

1. 發生經過에 따른 幼生の 形態變化

産卵直後인 融合의 알은 달걀 모양이다 (Plate Figure B 參照). 그러나 30分 内外가 지나면 球形으로 된다 (Plate Figure C 參照). 이때의 卵徑은 73.0μ 内外이다. 滿 1日이 지나면 Trochophore stage로 되어서 垂直으로 螺旋狀인 上下運動을 계속한다 (Plate Figure E 參照). 2日이 지나면 거의 大部分이 D狀仔貝로 되나 늦은것은 거의 3角形에 가까운 것을 볼수있다 (Plate Figure F). 한편 球形인 알에서부터 2日이 經過해서 D狀仔貝로 될때까지의 殼長과 殼高의 變化는 殼長側이 현저히 膨出해서 (Hinge의 길이가 현저히 김) 殼長은 121.8μ 으로 되지만 殼高는 그다지 크지 않아서 86.3μ 에 지나지 않는다. 次次 成長해서 9日이 지나면 殼頂이 나타나기 始作하고 10日이 지나면 거의 大部分이 殼頂期로 된다. 그러나 이때 까지는 殼頂의 膨出이 뚜렷하지 않다 (Plate Figure J). 14日이 지나면 殼頂은 分明해지고 (Plate Figure K), 殼頂의 膨出速度는 더욱 빨라져서 18日頃이 되면 흡사 불통의 成貝끝이 된다 (Plate Figure L). 이다음 22日이 지나면 Foot가 發達하기 始作하고 發生經過가 빠른것은 一時的이지만 간혹 附着하는 것도 볼수있다. 그러나 大部分이 附着生活로 들어 가는것은 24~26日이 지나서부터 이지만 이때도 간혹 附着基質에서 떨어져 나와 포복生活를 하는것이 있다. 約 28日~30日이 지나면 殼長과 殼高의 크기가 거의 같아진다 (Plate Figure M). 附着生活로 들어간 다음에는 殼長보다도 殼高의 成長速度가 훨씬 빨라져서 形態의으로는 明確히 알 수 있다 (Plate Figure N). 次次 이와같은 傾向의 成長이 계속 되어서 約 40日 内外가 되면 거의 이미 融合의 形態에 가까워 진다 (Plate Figure O).

2. 投餌量에 따른 成長

알이 孵化 生長해서 10餘日이 되면 投餌했을

경우 殼長 179.0μ , 殼高 135.9μ , 投餌하지 않을 경우에는 殼長 155.7μ 殼高 122.6μ 内外로 成長한다. 한편 産卵後 다음 4日이 지나면 殼長 130.2μ , 殼高 97.33μ 으로 되는데 이때까지는 投餌하거나 하지 않거나 成長에는 그다지 差가 없다. 그러나 이때 부터는 投餌하지 않으면 그 以後의 成長에 많은 영향을 가져온다. 投餌하지 않더라도 10餘日까지는 生存하나 成長이 현저히 늦어질 뿐만 아니라 幼生の 活力이 현저히 떨어지더 또 이때부터 斃死하기 始作한다. 殼長 177.2μ 의 크기인 幼生을 材料로 해서 飼育密度를 1 larva per ml, 10 larvae per ml 및 20 larvae per ml로 하고, 여기에 對해서 먹이生物 (Cy. nana)의 投餌濃度를 各各 5,000 cells per ml, 50,000 cells per ml 및 100,000 cells per ml씩 投餌해서 larva當 投餌量이 5,000 cells로 一定하게 했을 경우의 融合幼生の 成長을 보면 Fig. 1과 같다.

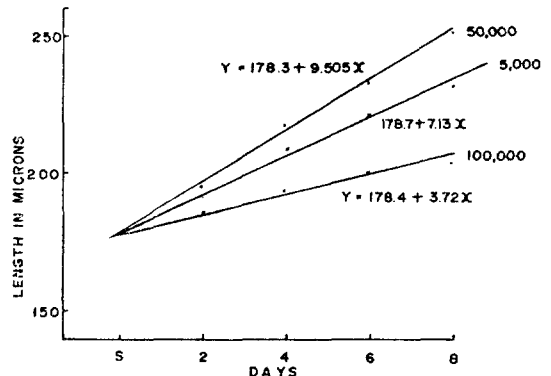
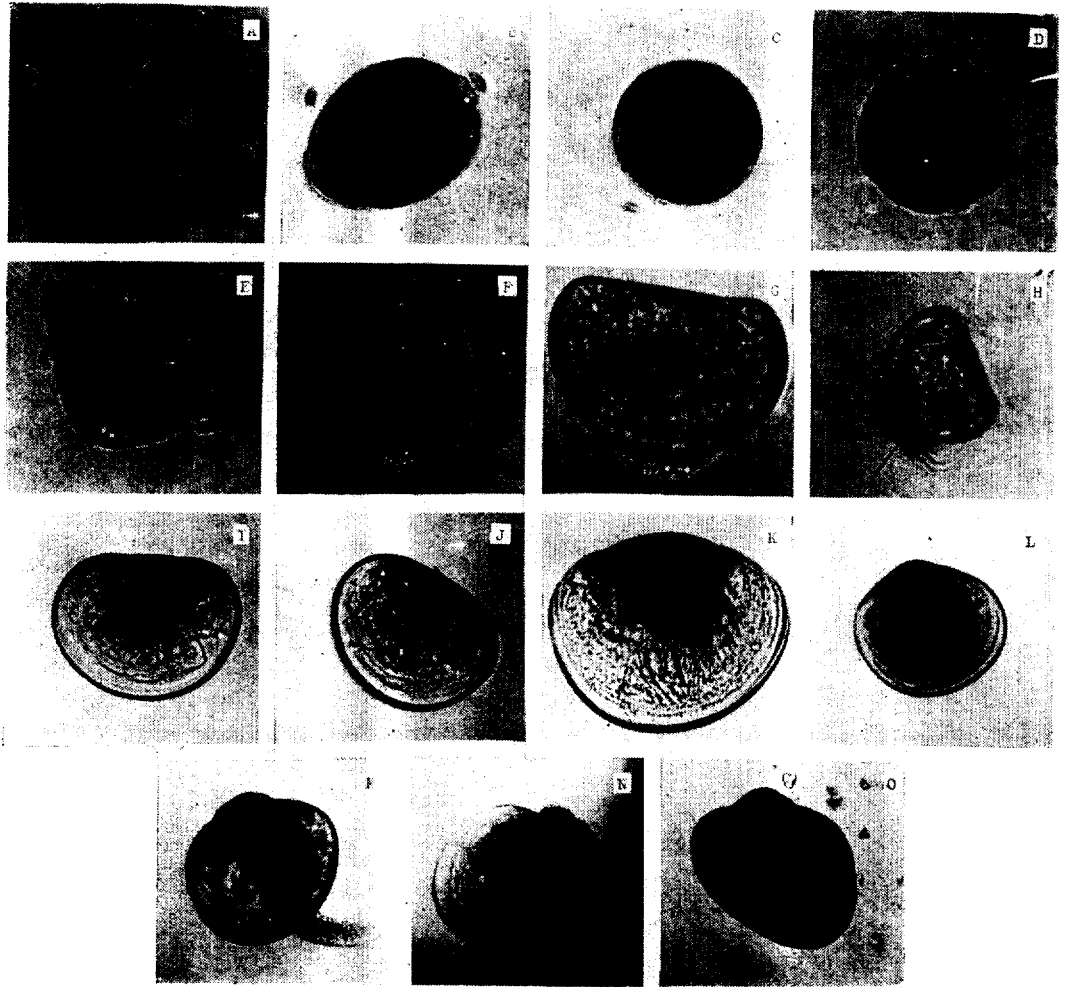


Fig. 1. Growth of the larvae of *Mytilus corscus* reared in different food concentrations. Each larva was provided with five thousand cells of food.

即 이들의 飼育經過日數 (X)와 幼生の 크기 (Y)와 의 關係는 回歸直線으로서 表示되는데 10 larvae per ml 일때 50,000 cells per ml를 投餌한 경우가 $Y=178.3+9.505X$ (相關係數 0.881)로서 成長이 가장 좋았고, 20 larvae per ml 일때 100,000 cells per ml를 投餌한 경우가 $Y=178.7+7.130X$ (相關係數 0.847)로서 다음이며, 1 larvae per ml 일때 5,000 cells per ml로 投餌한 경우가 $Y=178.4+3.730X$ (相關係數 0.869)로서 幼生の 成長이 제일 나쁘다. 한편 먹이의 種類에 따른 日間 投



Explanation of Plate: Development of *Mytilus coruscus*.

A. Spermatozoans. B. Mature egg immediately after being shed. C. Fertilized egg thirty minutes after spawning. D. Many-celled stage. E. Trochophore stage one day after spawning. F. D-shaped larva stage two days after spawning. G. D-shaped larva stage four days after spawning. H. D-shaped larva stage five days after spawning. I. D-shaped larva stage seven days after spawning. J. Umbo-stage ten days after spawning. K. Umbo-stage fourteen days after spawning. L. Umbo-stage eighteen days after spawning. M. Settled larva twenty-eight days after spawning. N. Settled larva thirty-six days after spawning. O. Settled larva forty-two days after spawning.

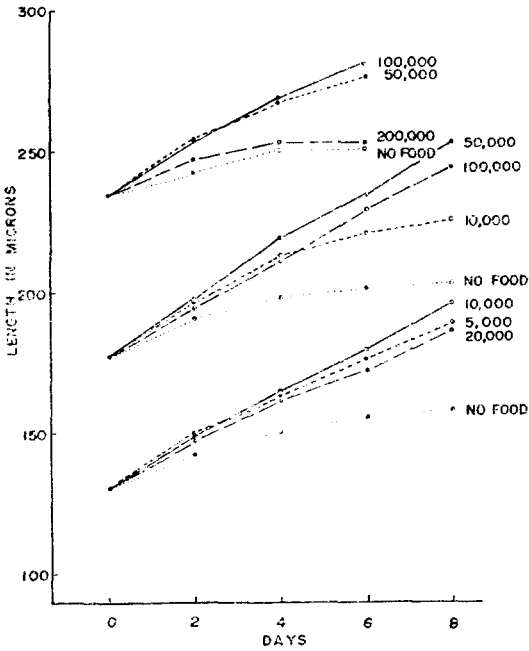


Fig. 2. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* reared at different food concentrations of *Cyclotella nana*.

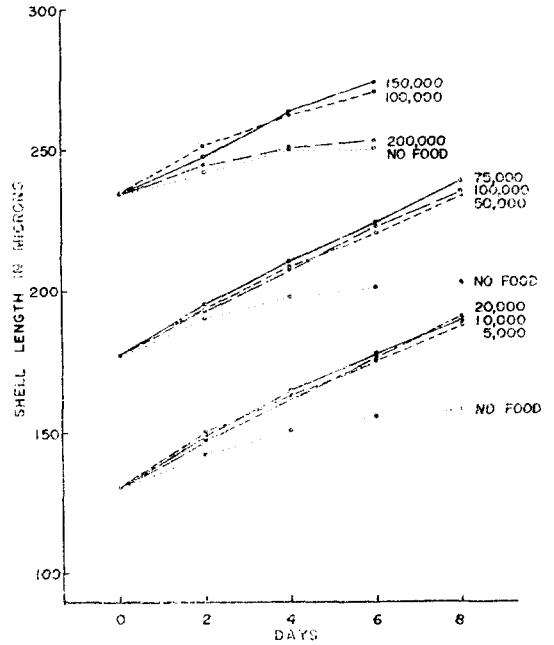


Fig. 3. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* reared at different food concentrations of *Chaetoceros calcitrans*.

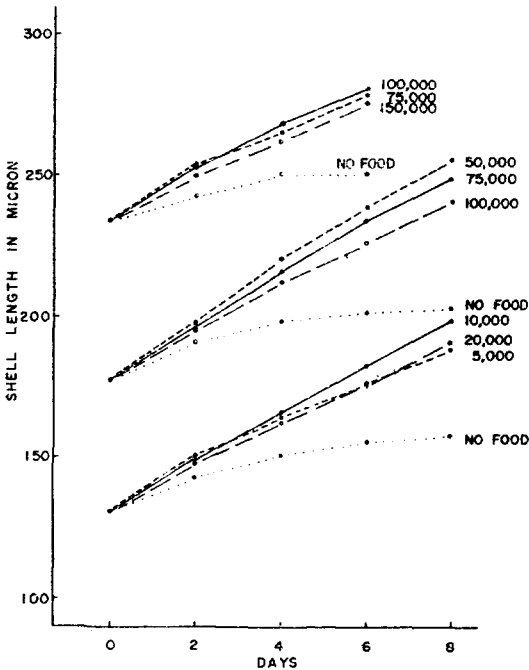


Fig. 4. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* reared at different food concentrations of *Monochrysis lutheri*.

餌量(cells per ml)을 알기 爲해 幼生의 크기별로 實驗한 結果를 보면 Fig. 2~4에서 보는 바와 같다. 먹이生物이 *Cyclotella nana*인 경우에는 Fig. 2에서 보는 바와같이 幼生의 크기가 殼長 130.2 μ 에서부터 8日까지는 10,000 cells per ml, 殼長 177.2 μ 에서부터 8日까지는 50,000 cells per ml, 殼長 234.8 μ 에서부터 6日까지는 100,000 cell per ml의 投餌濃度가 알맞다. 한편 *Chaetoceros calcitrans*인 경우에는 Fig. 3에서 보는 바와같이 幼生의 크기가 殼長 130.2 μ 에서부터 8日까지는 10,000~20,000 cells per ml, 殼長 177.2 μ 에서부터 8日까지는 10,000~20,000 cells per ml, 殼長 177.2 μ 에서부터 6日까지는 150,000 cells per ml의 投餌濃度가 各各 알맞다. 그리고 *Monochrysis lutheri*인 경우에는 Fig. 4에서 보는바와 같이 幼生의 크기가 殼長 130.2 μ 에서부터 8日까지는 10,000 cells per ml, 殼長 177.2 μ 에서부터 8日까지는 50,000 cells per ml, 殼長 234.8 μ 에서부터 6日까지는 100,000 cells per ml의 投餌濃度가 各各 알맞다. 以上과 같은 먹이生物들은 各各 알맞게 投餌했을때 總합幼生이 하루에 먹는 細胞

數(Y)를 幼生の 크기(X)別로 조사한 結果를 보면 Fig 5 와 같다.

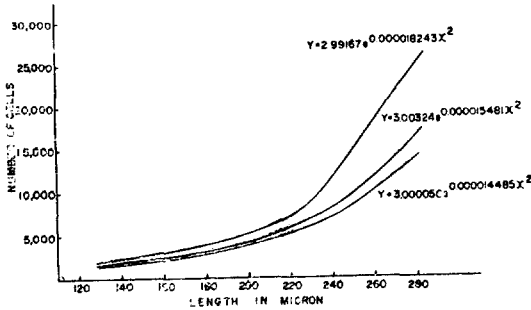


Fig. 5. Daily feeding rate of the larvae of *Mytilus coruscus*.

即 *Chaetoceros calcitrans* 는 $Y=2.99167 e^{-0.000018243x^2}$
Cyclotella nana 는 $Y=3.00324 e^{-0.000015481x^2}$
Monochrysis lutheri 는 $Y=3.000056 e^{-0.000014485x^2}$
 로서 *Ch. calcitrans* 를 가장 많이 먹고 *Mo. lutheri* 를 가장 적게 먹는다.

3. 사육 밀도에 따른 成長

먹이生物로는 *Cyclotella nana* 를 使用해서 培養

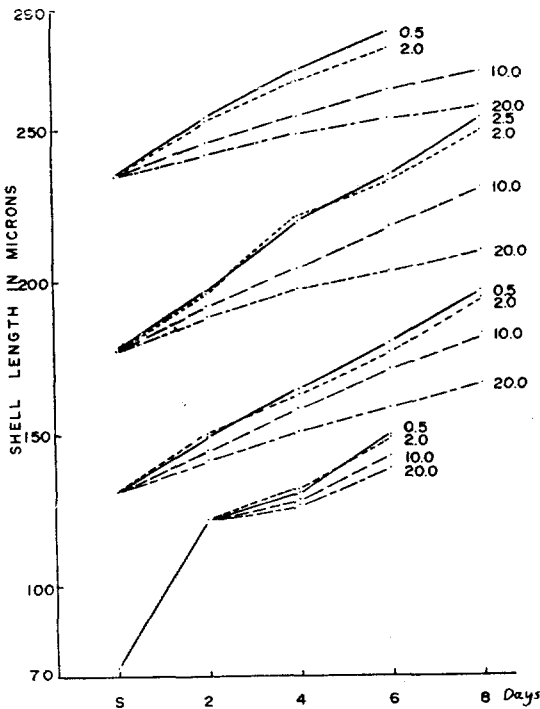


Fig. 6. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* cultured at four different concentrations of food(*Cyclotella nana*). Fifty thousand cells of food per milliliter were added every day.

幼生の 크기에 따라 가장 알맞은 投餌濃度로 投餌하고 幼生の 飼育密度를 各各 別리해서 實驗한 結果 幼生の 成長은 Fig. 6 에서 보는나와 같다. 即 앞에서 D 狀仔貝로 될때까지의 사이에는 實驗한 범위내의 飼育密度에서는 幼生の 成長에 差가 나타나지 않는다. 그러나 이 以後에 있어서는 飼育密度에 따라 많은 差를 볼수있다. 即 飼育密度가 가장 낮은 1 larva per ml 일때가 가장 成長이 빠르고 飼育密度가 가장 높은 20 larva per ml 인 경우가 가장 成長이 늦다. 이 飼育密度에 따른 成長差는 幼生の 크기가 커짐에 따라 甚하다. 即 앞에서부터 6 日까지 사이의 實驗에서는 飼育密度에 따른 幼生の 成長이 그다지 큰 差가 없지만 130.2 μ 幼生以後에서부터 次次 差가 커지기 始作해서 幼生이 177.2 μ의 크기以後에 있어서는 幼生の 飼育密度에 따라 幼生の 成長이 현저히 달라진다. 그리고 幼生の 飼育密度의 差가 크면 클수록 幼生の 成長은 많은 差를 볼수 있는데 幼生の 飼育密度差가 적은 1 larva per 2 ml 와 2 larvae per ml 의 密度에서는 그다지 큰 成長差는 볼수 없지만 飼育密度의 差가 큰 1 larva per ml 와 20 larvae per ml 의 密度에서는 幼生の 成長에 많은 差가 나타난다.

4. 먹이生物의 種類에 따른 成長

먹이生物 *Cy. nana*, *Ch. calcitrans* 및 *Mo. lutheri* 를 各各 投餌하고 또 *Mo. lutheri* 와 *Cy. nana* 및 *Mo. lutheri* 와 *Ch. calcitrans* 를 各各 半씩 混合해서 幼生の 크기에 따라 가장 成長이 좋은 投餌濃度로 投餌했을 경우 幼生の 成長結果를 보면 Fig. 7 과 같다.

대체로 幼生の 크기가 작은경우 即 幼生이 어릴때는 *Mo. lutheri* 를 投餌했을 때가 幼生の 成長이 빠르지만 幼生の 크기가 큰 경우 (234.8 μ 以上)에는 大體로 비슷하나 *Cy. nana* 를 投餌했을 경우가 오히려 幼生の 成長이 빨랐다. 單一種의 먹이生物을 各各 投餌했을때는 *Mo. lutheri* 와 *Cy. nana* 가 大體로 幼生の 成長이 빠르나, *Ch. calcitrans* 는 그 成長이 가장 늦다. 한편 *Mo. lutheri* 와 *Cy. nana* 를 半씩 混合해서 投餌했을 경우에는 *Mo. lutheri* 또는 *Cy. nana* 를 各各 單一로 投餌했을 경우와 비교해서 幼生の 成長이 거의 비슷하지만

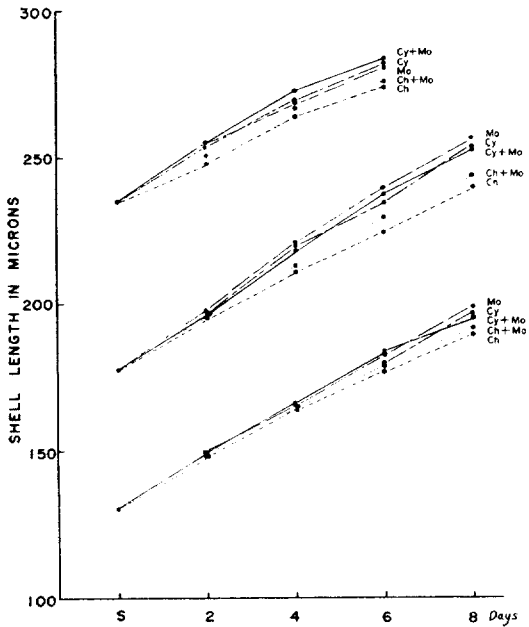


Fig. 7. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* fed with the food combined with *Monochrysis lutheri*.

Mo. lutheri 와 *Ch. calcitrans* 를 各各 半씩 投餌했을 경우에는 幼生의 成長이 *Ch. calcitrans* 單一種을 投餌했을때 보다는 多少 幼生의 成長이 빠른 傾向이지만, *Mo. lutheri*, *Cy. nana* 各各 單一種으로 投餌한 경우나 *Mo. lutheri* 와 *Cy. nana* 를 各各 半씩 混合해서 投餌했을때의 幼生成長에 比하면 그 速度가 훨씬 늦은 편이다.

5. 먹이生物의 日수에 따른 成長

먹이生物인 *Cy. nana* 를 培養開始後 120時間 ($T 122=5$ 日)되는 것과 336時間($T 336=14$ 日)되는것을 혼합幼生의 成長에 가장 알맞는 濃度로 投餌했을 경우 混合幼生의 成長은 Fig. 8에서 보는바와 같다.

幼生의 크기 122.9μ 을 飼育하기 始作해서 2 日지난 다음의 成長은 $T 336$ 과 $T 122$ 인 먹이를 使用했을경우 前者가 後者보다 0.8μ 큰 結果로 나타났으나 그 差는 아주 微小해서 거의 같다고 해도 過言이 아니다. 그러나 이 以外에 있어서는 언제나 $T 122$ 되는 먹이를 投餌했을때가 $T 336$ 인 먹이를 投餌했을때 보다 幼生의 成長이 빠르다.

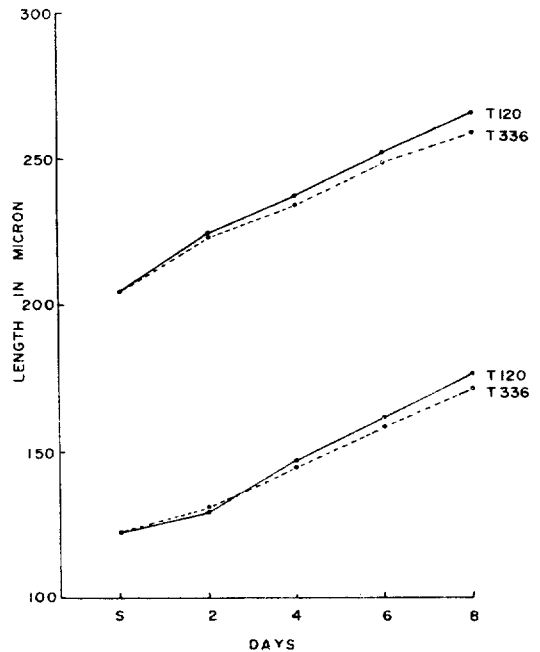


Fig. 8. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* reared with the food, *Cyclorella nana* of different age.

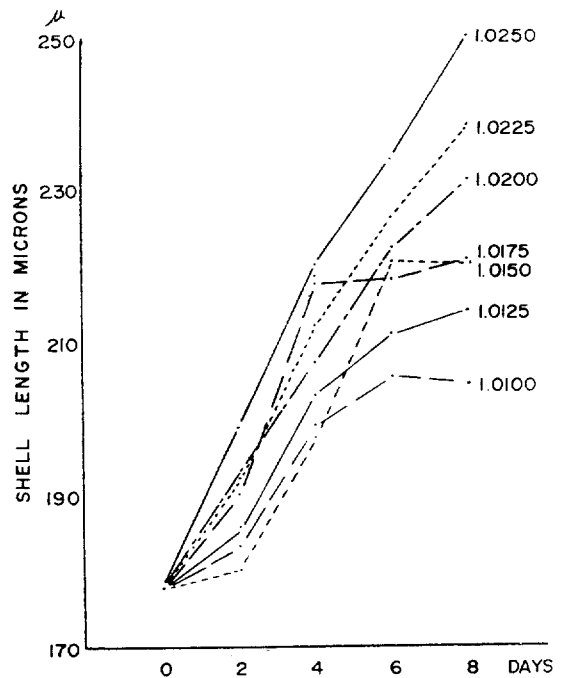


Fig. 9. Growth of the larvae of *Mytilus coruscus* in the waters of various specific gravity.

6. 比重에 따른 成長

普通海水인 1.025 (σ 15°C)인 比重에서부터 1.010 (σ 15°C)인 比重까지의 사이를 7 區間으로 나누어 이들 各各 다른 比重인 飼育水中에서 融合幼生 (177.2 μ)을 飼育했을 경우 幼生이 成長한 結果는 Fig. 9에서 보는바와 같다.

即 比重이 가장 높은 1.025 内外인 海水에서 飼育한것이 가장 成長이 빠르고, 次次 比重이 낮아지면 그에따라 成長도 늦어진다. 比重이 가장 낮은 1.010인 경우에는 幼生の 成長도 가장 늦은데 持히 飼育開始後 6日까지는 아주 늦은 成長이기는 하나 成長하는 것을 볼수 있으나, 그以後에는 成長치 않는다. 한편 比重에 따른 生存率을 보면 Fig. 10에서 보는바와 같다.

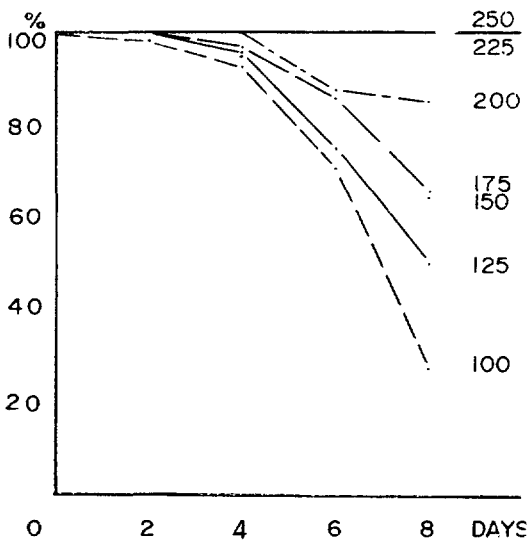


Fig. 10. Survival rate of the larvae of *Mytilus coruscus* in the waters of various specific gravity.

比重이 1.0250 과 1.0225 에서는 8日間사이에서 거의 大部分이 生存하며, 比重이 1.0200 에서는 4日까지는 斃死個體가 없지만 4日이 지나면 斃死個體가 생겨나기 始作해서 6日만에는 約 14% 또 6日에서 8日까지의 사이에는 約 15%의 斃死率을 보인다. 이 比重보다 낮은 飼育水中에서 飼育한것은 그 比重이 낮으면 斃死率도 次次 많아져서 1.0100인 比重에서는 飼育 2日만에서부터 斃死個體가 나타나는데 即 飼育 2日만에는 1.2

%, 2日에서 4日까지 사이에는 7.3%, 4日에서 6日까지 사이에는 30% 및 6日에서 8日까지 사이에는 73%의 斃死率을 各各 나타내고 있다.

7. 融合幼生の 一般成長

融合幼生에다 投餌量, 飼育密度, 먹이生物의 種類, 먹이生物의 日令및 比重等과 같은 條件을 가장 알맞게 해줘서 飼育한 結果를 보면 殼長은 產卵後 2日서부터 그다음 2日까지는 生長이 얼마되지 않으나, 이다음 產卵後 10日頃까지는 거의 비슷한 生長速度를 보인다. 殼高에 있어서는 產卵後 10日頃까지 큰 差없이 거의 같은 生長을 계속한다. 여기에서 初期의 D 狀仔貝期인 產卵後 2日서부터 產卵後 10日까지 사이의 成長을 보면 Fig. 11에서 보는바와 같다.

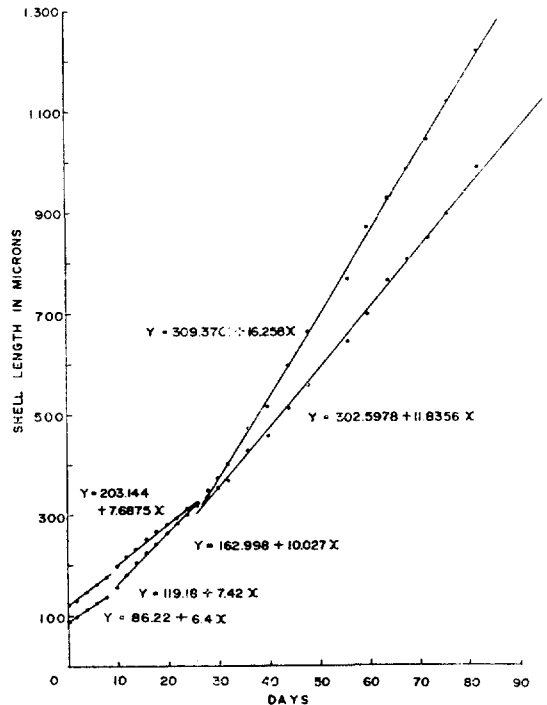


Fig. 11. The mean growth of the larvae of *Mytilus coruscus*.

이 사이의 成長은 飼育經過日數 (X)와 幼生の 크기 (Y)와의 關係를 回歸直線으로서 表示할 수 있는데 殼長 $Y=119.18+7.42 X$, 殼高 $Y=86.22+6.40 X$ 와 같다. 이와같이 殼高 보다 多少 殼長의 成長이 빠른 편이다. 한편 產卵後 12日부

더 28日까지 사이의 成長도 回歸直線式으로 表示되는데

$$\text{殼長 } Y = 203.144 + 7.687 X$$

$$\text{殼高 } Y = 162.998 + 10.027 X \text{ 이다.}$$

即 이사이에는 殼高의 成長이 殼長에 비해 훨씬 빠르다. 끝으로 產卵後 28日부터 84日까지 사이의 成長도 回歸直線으로 表示되는데 殼長 $Y = 302.598 + 11.836X$, 殼高 $Y = 309.370 + 16.258 X$ 이다. 이 사이에 있어서도 殼長보다 殼高의 成長이 훨씬 빨랐다. 한편 殼長과 殼高間의 相對 成長을 보면 Fig. 12와 같다.

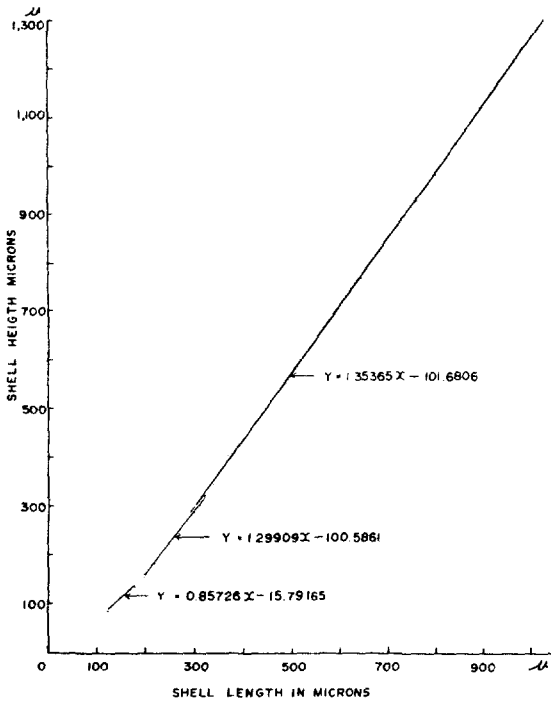


Fig. 12. Relationships between shell length and shell height.

即 相對成長도 Fig. 11에서 보는 殼長 및 殼高의 成長과 마찬가지로 殼長의 크기(X)와 殼高의 크기(Y)와의 關係는 回歸直線으로 表示되는데 3 group으로 나누어 生覺할수 있다.

$$\text{產卵後 10日까지는 } Y = 0.85726X - 15.79165,$$

$$\text{產卵後 12日부터 28日까지는 } Y = 1.29909X - 100.58610,$$

$$\text{產卵後 28日부터 64日까지는 } Y = 1.35365 X - 101.68060 \text{ 과 같다.}$$

考 察

產卵後 2日만에 D狀仔貝로 되는데 이사이 殼長側의 膨出은 크나 殼高側의 膨出은 작다. 이는 一般조개류의 發生過程에서 共通的으로 볼수있는 事實이다. 受精한 알은 發生을 계속해서 1日이 지나면 浮游運動을 始作한다. 한편 發生後 10餘日까지는 먹이를 주지 않더라도 生長한다. 이와같은 例는 가리비(柳·今井, 1968)에서도 거의 비슷한 結果를 볼수 있는데, 自體가 가지고 있는 卵黃을 榮養源으로 하기 때문이다. 그러나 이것은 產卵後 4日까지는 문제가 되지 않으나 4日以後부터는 먹이를 줬을경우와 주지않았을 경우에는 그 以後의 成長에 많은 差를 가져온다 (Fig. 2-4).

이와같은 事實은 가장 알맞은 始初의 投餌時期가 이때부터라는 것을 알켜준다. 한편 幼生의 크기가 작을때는 殼長이 殼高보다 훨씬 크지만 產卵後 28~30日 頃이 되면 殼長 322.6~337.1 μ , 殼高 321.5~346.2 μ 과 같이 그크기가 거의 비슷해지고 이 以後 부터는 殼高가 殼長보다 커지는데 成長에 따라 그差가 次次 커진다. 그러나 吉田 (1953)의 天然產을 採集調査한 結果를 보면 殼長 400 μ 될때 까지도 殼長이 殼高보다 크다. 이것과 比較하면 相當한 差가 있는데 이와같은 差는 生育환경이 根本的으로 다르기 때문이라고 믿어진다. 한편 動物의 幼生을 飼育할 경우에는 投餌量의 基準을 飼育하는 幼生의 個體에다 들것인가 飼育用水에다 들것인가 하는것이 문제가 된다. 여기에서는 혼합의 幼生 한個體當 5,000 cells 식 投餌하는 糶이 되게끔 混合幼生의 飼育密度를 各各 다르게 해서 飼育했다 (Fig. 1). Fig. 6을 參考로 한다면 幼生의 飼育密度가 가장 적은 1 larva per ml로서 投餌量이 5,000 cells per ml인 경우가 가장 成長度가 좋아야 할 것이나 ml當 投餌量이 가장 알맞은 濃度라고 할수 있는 (Fig. 2) 10 larvae per ml로서 投餌量이 50,000 cells per ml인 경우가 가장 成長이 빠르다. 이와같이 掘餌方法이 filter feeder인 混合幼生과 같은 것에 있어서는 投餌基準을 飼育幼生의 個體에다 두는것은 意義가 적고 飼料用水를 基準으로해서

定한 濃度가 되게 投餌해야 한다는 것을 알수있다. 다음 幼生の 크기와 먹이種類에 따른 投餌量은 Fig. 2~4에서 보는 바와같이 投餌量이 적당하거나 또는 그렇지 않는데 따라 幼生の 成長이 현저히 달라진다. 無投餌과 할지라도 相當히 오래 살수는 있지만 成長은 아주적거나 期待할 수 없다. 이 알맞은 投餌量은 먹이生物의 種類에 따라서 다를 뿐만아니라 幼生の 크기에 따라서도 달라진다. 한편 幼生이 하루에 먹는 攝餌量은 Fig. 5에서 보는 바와같이 먹이生物의 種類와 幼生の 크기에 따라서 다르다. 大體로 殼頂期以前인 D狀仔貝期에 있어서는 日間 攝餌量이 얼마되지 않고 또 먹이生物의 種類에 따라서 하루에 먹는 量이 多少 差는 있다하더라도 크게 다르지 않다. 그러나 殼頂이 膨出하기 始作하면서부터 攝餌量이 급격히 增加하고 幼生の 成長에 따라 攝餌量도 增加할 뿐만 아니라 먹이生物의 種類에 따라서 日間 攝餌量이 크게 달라진다. 이와같이 殼頂이 膨出하기 始作하면서 攝餌量이 急激히 增加한다는 事實은 消化器官의 完成 또는 그 機能의 發達과 殼頂이 膨出하는것이 時期的으로 一致하는것은 아닌가 생각된다 (Fig. 5. 11 및 Plate J~L). 日間 投餌量과 攝餌量 사이에는 먹이生物의 種類와 幼生の 크기에 따라서 多少間의 差는 있지만 大體로 日間投餌量 (cells per ml)은 日間攝餌量 (cells per larva)의 約 5倍가 必要하다는 것을 알수있다 (Fig. 2~4 및 5), 幼生の 飼育密度에 關한 實驗結果는 Fig. 6에서 보는 바와같이 幼生の 크기가 크면 클수록 飼育密度에 따른 成長差가 현저하게 나타난다. 即 20 larvae per ml인 飼育密度에서는 大體적으로 非正常的인 成長을 나타내며 10 larvae per ml인 飼育密度에서는 殼長 170 μ 까지는 甚하지 않으나, 그以後에 있어서는 亦是 非正常的인 成長을 나타내고 2 larvae per ml以下인 飼育密度에서는 언제나 正常的인 成長을 보이고 있다. Davis (1953)가 *Crassostrea virginica*의 幼生을 密度別로 飼育해서 얻은 結果에서는 2.8 larvae per ml以下인 飼育密度에 있어서는 密度間의 差가 大端히 甚하지만 홍합幼生은 그렇게 甚하지 않다. 이와같은 差異는 飼育한 幼生이 다

를 뿐만 아니라 投餌한 먹이生物도 다르기 때문이라 믿는다. 飼育密度에 따른 幼生の 成長은 種苗生産에 있어 特別히 幼生の 收容限界 나아가서는 生産限界를 決定하는 重要한 資料中的의 하나가 되는 것이다. 먹이生物의 種類에 따른 幼生の 成長結果는 Fig. 7에서 보는 바와같이 *Ch. calcitrans* 보다는 언제나 *Cy. nana* 및 *Mo. lutheri*를 投餌했을 때가 幼生の 成長이 좋다. 이와같은 事實은 *Mo. lutheri*와 *Ch. calcitrans*를 半씩 混合해서 投餌했을 경우보다 *Mo. lutheri*와 *Cy. nana*를 半씩 混合해서 投餌했을때가 幼生の 成長이 더 빠르다는 결과로서도 *Ch. calcitrans* 보다는 *Mo. lutheri*와 *Cy. nana*가 먹이로서 좋다는 것을 알수있다. 이와같은 事實은 柳登 (1968)이 가리비 幼生을 飼育한 結果와 一致할 뿐만아니라, Davis 등 (1958)이 *Crassostrea virginica*와 *Venus mercenaria*의 幼生을 飼育한 結果 *Mo. lutheri*가 *Isochrysis galbana*와 같이 다른 먹이生物 (*Platymonas*, *Dunaliella*, *Chlorella*, *Prymnesium* 등) 보다 좋다는 事實等으로 미루어 보아 *Mo. lutheri*와 *Cy. nana*는 먹이生物로서 좋다는 것을 알수있다. 한편 大體로 비슷한 成長을 보이고, 있지만 幼生이 어릴때는 *Cy. nana* 보다는 *Mo. lutheri*를 먹이로 投餌했을때가 幼生の 成長이 빠른것 같고, 幼生이 附着期가까이로 자란다음에는 *Mo. lutheri*보다 *Cy. nana*를 投餌했을때가 幼生の 成長이 多少 빠른것 같다. 이와같은 것은 細胞膜의 有無 (柳, 1968)에서 오는 幼生の 消化能力과 關係되지 않는가 생각된다. 單一種을 먹이로서 投餌하는 경우와 混合해서 投餌하는 경우에 있어 餌料價値가 적은것과 큰것을 混合해서 投餌했을때는 餌料價値가 적은것 單一種을 投餌했을때 보다는 幼生の 成長이 좋지만 餌料價値가 큰것보다는 幼生の 成長이 좋지않다. 그리고 餌料價値가 큰 그種은 混合投餌했을때는 幼生이 어릴때는 確實치 않으나 幼生の 크기가 附着期가까이로 커지면 單一種을 投餌한 경우보다 幼生の 成長이 빠른것 같다. 이와같은 結果는 投餌期間中에 먹이生物의 混合效果가 蓄積되었다가 幼生이 커진 다음에 나타난 것인지는 알수 없지만 이와같은 事實을 確實하게 究明할려면

적어도 먹이生物들의 成分分析結果와 綜合해서 검토하지 않으면 안될것으로 믿는다. 다음 먹이生物의 日齡에 따라 餌料價値에 差異가 있는가 없는가 하는 문제는 同調培養으로서 培養한것을 日齡에 따라 成分分析을 해서 그 結果와같이 검토되어야 한다. 그러나 여기에서는 *Cy. nana*의 日齡에따른 成分分析値가 없기 때문에 우선 日齡이 다른 두 *Cy. nana*를 먹이로 投餌했을 경우 幼生의 成長値를 比較해 보기로 했다. *Cy. nana*의 直線期(linear phase)와 緩狀期(stationary phase)라고 생각되는 먹이生物(柳, 1968)을 使用해서 실험한 結果(Fig. 8), 直線期인 먹이를 投餌했을 때가 日齡이 큰 緩狀期인 먹이를 投餌했을 때보다 幼生의 成長이 빠르다. 한편 比重에따른 飼育結果를 보면 比重이 높을수록 幼生의 成長이 좋아서 大體로 1.0225 以上인 比重에서도 正常的인 成長을하나 이 以下에서는 幼生의 成長이 非正常的이다(Fig. 9). 그리고 生存率에 있어서도 比重이 높을수록 生存率이 높고, 成長結果와 마찬가지로 1.0225 以上서는 거의 斃死하는것을 볼수없지만 이 以下에서는 比重이 낮으면 낮을수록 斃死率이 높아진다(Fig. 10). 이와같은 事實은 이種의 天然産이 分布하고있는 結果와 함께 適比重범위가 좁으며 높은 比重을 좋아하는 조개류의 一種이라는 것을 알수있다. 天然産인 *Mytilus edulis*에 있어서는 明暗이 그들의 成長에 미치는 영향이 크다는 事實(Andrew, 1960)이나, 水温에 따라 그들의 成長이 달라진다는 實例(Boëtius, 1962) 등이 있지만 本實驗에 있어서는 暗室에서 成長에 알맞는 水温(約 15°C)을 유지해주면서 飼育했다. 그리고 알맞는 比重인 用水에다 成長에 最適인 密度가 되게 幼生을 收容해서 알맞는 日齡인 먹이生物을 適量 投餌했을때의 成長結果를 보면 다음과 같다. 產卵後 2日이 되면 殼長 121.8 μ , 殼高 86.3 μ 의 크기로 되는데 이 以後의 成長傾向을 보면 殼長이나 殼高는 各各 3 단계로 나누어 볼수있다. 그리고 또 다같이 飼育經過日數(X)와 幼生의 크기(Y)와의 關係를 回歸直線으로 表示할수있다(Fig. 11 참조). 먼저 初期인 10日까지 사이의 成長은 殼長 $Y=119.18+7.42 X$,

殼高 $Y=86.22+6.40 X$ 로서 나타낼수 있다. 이와같이 殼長의 成長速度가 殼高의 그것보다 빠르다. 그러나 이다음 12日부터 28日까지의 成長은 殼長 $Y=203.144+7.688 X$, 殼高 $Y=162.998+10.027 X$ 로서 나타 낼수있다. 여기에서는 殼高가 殼長보다도 成長速度가 훨씬 빠르다. 發生經過中 形態變化를 보면 이때부터 殼頂膨出이 始作하는 時期가 된다. 即 殼頂膨出이 始作하면서부터 殼高의 成長速度가 殼長의 그것보다 훨씬 빠르다는 結果를 알수있다. 그리고 22日이 지나면 Foot가 發達하기 始作하고 一時的이지만 飼育瓶의 壁面에 附着하는것을 볼수 있는데 이들의 크기는 殼長 281.4 μ , 殼高 264.3 μ 内外이다. 그러나 이와같은 個體數는 극히 적고 많은 個體가 附着하는 것은 24日~26日이 지나서 부터인데 이때의 크기는 殼長 293.1~310.9 μ , 殼高 283.6~301.9 μ 内外이다. 그러나 이들은 간혹 附着基質에서 떨어져 지나와 匍匐活動을 하는것이 있다. 約 28日이 되면 附着基質에서 떨어져 지나와 匍匐活動을 하는 個體는 거의 볼수없는데 이때의 크기는 殼長 322.6 μ , 殼高 321.5 μ 内外이다. 附着生活로 들어가는 幼生의 크기는 殼長 281.4~310.9 μ , 殼高 264.3~301.9 μ 라고 할수있다. 이와같은 것은 吉田(1953)가 天然産 浮游仔貝와 附着稚貝를 採集해서 推定한 結果인 殼長 280~320 μ , 殼高 240~290 μ 과 殼長에 있어서는 비슷하나 殼高는 多少 큰편이다. 이와같은 差異은 棲息環境에서 오는 形態的 變異가 아닌가 생각된다. 以上과 같이 產卵後 12日~28日까지 사이에 形態的으로나 生活習性上으로 가장 變化가 많은 時期이다. 한편 이다음 28日부터 84日까지 사이의 成長은 殼長 $Y=302.598+11.836 X$, 殼高 $Y=309.370+16.258 X$ 로서 表示할수 있다. 이때도 殼高의 成長速度가 殼長보다 빠르다. 殼長에 있어서는 附着期에서부터 約 2週日頃까지는 多少 成長速度가 낮은 傾向인것 같기도 하지만 28日을 基準으로 그 以後의 成長傾向은 거의 같다고 할수있다. 前에 28日以後의 殼長과 殼高의 成長傾向은 이 以前에 比較해서 훨씬 빠르다는것을 알수있다. 한편 殼高와 殼長間의 相對成長을 보면 殼長의

크기(X)와 殼高의 크기(Y)와의 關係는 모두 回歸直線으로 表示할수 있다 (Fig. 12). 即 殼長 121.8 μ , 殼高 86.3 μ (產卵後 2日)에서부터 殼長 179.0 μ , 殼高 135.9 μ (產卵後 10日)까지는 $Y=0.85726 X-15.79165$ 로서, 殼長 196.7 μ , 殼高 158.1 μ (產卵後 12日)에서부터 殼長 322.6 μ 殼高 321.5 μ (產卵後 28日)까지는 $Y=1.29909 X-100.58610$ 로서 各各 表示할수 있고, 또 이때까지는 殼長이 殼高에 比해서 크지만 殼長 322.6 μ , 殼高 321.5 μ (產卵後 28日)以後에 있어서는 $Y=1.35365 X-101.6806$ 으로서 表示할수 있는데 이 以後에 있어서는 殼高가 殼長보다 次次 더 커진다.

要 約

1968年 6月初旬부터 8月下旬까지의 사이에 日本 崧 研究所에서 *Mytilus coruscus*의 幼生을 飼育한 結果 다음과 같은것을 밝혔다.

1. 알의 크기는 73.0 μ 内外이고 먹이를 주지 않더라도 殼長 179.0 μ , 殼高 135.9 μ 까지는 자라지만 먹이를 준것에 比해 이때부터 成長度가 현저히 낮아지므로 產卵한다음 4日頃 (殼長 130.2 μ , 殼高 97.3 μ)부터 投餌하는것이 좋다.

2. 附着生活로 들어가는 홍합幼生の 크기는 殼長 281.4 μ ~310.9 μ , 殼高 264.3 μ ~301.9 μ 이고 殼長과 殼高의 크기가 같아지는 것은 殼長 322.6~337.1 μ , 殼高 321.5~346.2 μ 内外이다.

3. 幼生이 먹는 먹이의 양은 幼生の 크기와 먹이의 種類에 따라 많은 差를 볼수 있는데 大體로 D 狀仔貝期에는 먹이 種類가 다르더라도 하루에 먹는 양이 크게 다르지 않지만, 이 이상 幼生이 자라면 (殼頂期以後) 그양이 크게 달라진다. 이것을 式으로 表示하면 다음과 같다.

Ch. calcitrans $Y=2.99167 e^{0.000018243x^2}$

Cy. nana $Y=3.00324 e^{0.000015481x^2}$

Mo. lutheri $Y=3.000056 e^{0.000014485x^2}$

4. 알맞은 먹이의 投餌量 (cells per ml)은 插餌量 (cells per larva)의 約 5倍가 된다.

5. 幼生の 飼育密度가 낮을수록 幼生の 成長이 빠른데 10 larvae per ml 以上の 밀도인 경우에는 非正常的인 成長을 나타낸다.

6. *Mo. lutheri*와 *Cy. nana*가 *Ch. calcitrans*보다 먹이로서 좋으며, 同一種이라 하더라도 먹이의 日令 (age of the cells)에 따라 먹이의 效果가 다르다.

7. 홍합幼生の 生育에는 比重이 높을수록 좋으며 1.020 以下인 比重에서는 위험하다.

8. 홍합幼生の 飼育條件이 좋은 경우에는 成長式이 다음과 같다.

殼長은 121.8 μ 서부터 179.0 μ 까지는

$$Y=119.18+7.42 X$$

196.7 μ 서부터 322.6 μ 까지는

$$Y=203.144+7.687 X$$

322.6 μ 서부터 985.1 μ 까지는

$$Y=302.598+11.8356 X$$

殼高는 86.3 μ 서부터 135.9 μ 까지는

$$Y=86.22+6.4 X$$

158.1 μ 서부터 321.5 μ 까지는

$$Y=162.998+10.027 X$$

321.5 μ 서부터 1,215.4 μ 까지는

$$Y=309.370+16.258 X$$

相對成長式은

殼長 121.8 μ , 殼高 86.3 μ (產卵後 2日)에서부터 殼長 179.0 μ , 殼高 135.9 μ (產卵後 10日)까지는 $Y=0.85726X-15.79165$

殼長 196.7 μ , 殼高 158.1 μ (產卵後 12日)에서부터 殼長 322.6 μ 殼高 321.5 μ (產卵後 28日)까지는 $Y=1.29909X-100.58610$

殼長 322.6 μ , 殼高 321.5 μ (產卵後 28日)에서부터 殼長 985.1 μ , 殼高 1,215.4 μ (產卵後 84日)까지는 $Y=1.3536X-101.6806$ 이었다.

文 獻

岩田清二. 1949. ムラサキイガイ의 放卵放精. 第1報, 生殖器官に 見られる放出過程. 日本水産學會誌, 15, 439-442.
 . 1949. ムラサキイガイ의 放卵放精. 第2報, 電気刺激による 放出誘發. 日本水産學會誌, 15, 443-446.
 . 1951. ムラサキイガイ의 放卵放精. 第3報, 卵巢卵は何故受精不可能か一卵の成熟する時期と場所. 日本水産學會誌, 16, 388-392.
 . 1951. ムラサキイガイ의 放卵放精. 第4報, 鹽化カリ注射による放出. 日本水産學會誌, 16, 393-394.

- . 1951. ムラサキイガイの放卵放精. 第5報, 切り出した外套膜片から成熟卵を得る方法. **17**, 15-18.
- . 1952. ムラサキイガイの放卵放精. 第6報, 外套膜片のアルカリ処理による放出. **日本水産學會誌** **17**, 157-160.
- . 1951. ムラサキイガイの放卵放精. 第7報, KCL放出の酸による抑制. **日本水産學會誌** **17**, 91-93.
- . 1951. ムラサキイガイの放卵放精. 第8報, アルカリ金属及びアルカリ土金属鹽化物の放出能力比較. **日本水産學會誌** **17**, 94-95.
- . 1951. ムラサキイガイの放卵放精. 第9報, 温度上昇による産卵機構. **日本水産學會誌** **17**, 93-97.
- 和田清治. 1955. ムラサキイガイの受精, 特に精子の尖體反應について. **鹿児島大學水産學部紀要** **4**, 105-112.
- Iwata, K. S. 1952. Mechanism of egg maturation in *Mytilus edulis*. **Biol. Jour. Okayama Uni.**, **1**, 1-11.
- Miyazaki, I. 1935. On the development of some marine bivalves, with special reference to the shelled larvae. **Jour. Imp. Fish. Inst.**, **31**, 1-4.
- Loosanoff, V. L., and J. B. Engle. 1943. Growth, increase in weight, and mortality of mussels, *M. edulis* Linn., living at different depth levels. **U. S. Fish Wildl. Serv. Milford Biol. Lab., Anat. Rec.**, **87**, 7.
- Engle, J. B., and V. L. Loosanoff. 1943. Season of attachment of mussel larvae. **U.S. Fish wildl. Serv., Milford Biol. Lab., Anat. Rec.**, **87**, 12.
- 網見彰文. 1934. 大阪灣のムラサキイガイの分布とその群集について. **兵庫生物** **5**, 19-23.
- . 1936. 須磨海岸におけるムラサキイガイの成長について. **日本生態學會誌** **16**, 108-113.
- . 1967. 須磨海岸におけるムラサキイガイ個體群の種種な型. **兵庫生物** **5**, 237-241.
- 朝鮮總督府水産試驗場. 1937. 沿岸養殖適地調査及養殖試驗. **朝鮮總督府水産試驗場年報** **8**, 9-16.
- 林 喬. 1933. 海洋化學の立場から見たいがひに就いて. **理化學研究所彙報** **12**, 117-194.
- 吉田 裕. 1953. 淺海産有用二枚貝の種々の研究. **水産講習所研究報告** **3**, 22-28.
- Imai, T. 1967. Mass production of molluscs by means of rearing the larvae in tanks. **Jap. Jour. Malacol.**, **25**, 159-167.
- 柳晟奎. 1968. 먹이生物 *Cyclotella nana*, *Chaetoceros calcitrans* 및 *Mnochrysis luther* 의 培養에 關한 研究. **釜山水大研究報告** **8**, 123-126.
- Davis, H. C. 1953. On food and feeding of larvae of the American oyster, *C. virginica*. **Biol. Bull., Woods Hole**, **104**, 334-350.
- 柳晟奎・今井丈夫. 1968. 카리비의 먹이와 成長. **釜山水大研究報告** **8**, 127-132.
- Davis, H. C., and R. R. Guillard. 1958. Relative value of ten genera of micro-organisms as foods for oyster and clam larvae. **Fish. Bull.**, **136**, 293-304.