The Journal of the Oceanological Society of Korea
Vol. 15, No. 1, p. 8-16, June 1980

南海產 참굴 *Crassostrea gigas* (THUNBERG)의 移殖成長에 관한 生態學的 硏究

金 容 浩
群山水產專門大學

ECOLOGICAL STUDIES ON THE GROWTH OF TRANSPLANTED OYSTER, *Crassostrea gigas* (THUNBERG) FROM SOUTHERN COAST OF KOREA

Yong Ho Kim
Gunsan National Fisheries Junior College

ABSTRACT

The seed of Japanese oyster, *Crassostrea gigas* (THUNBERG), cultivated along the southern coast of Korea have been transplanted and cultivated in both the Seonyu island and the Eocheong island of the western coast of Korea. The present study was carried out to investigate the growth of transplanted oysters, environmental factors influencing their fatness, and differences of two areas between the Seonyu island and the Eocheong island during the period from April to Novemer, 1978.

The results obtained were as follows:

1. Maximum height of the shell was 69.2mm (58.4mm on the average) in the island of Seonyu and 64.8mm (53.2mm) in the island of Eocheong, respectively.
2. The fatness of the oysters measured in the island of Seonyu (5.2g/month) was greater than in the island of Eocheong (2.5g/month).
3. The shell height was increased with high temperature while, the shell fatness with low temperature.
4. The growth rate of the transplanted seed oysters was twice as much as that of native ones in the western coast of Korea.
5. Environmental conditions of Seonyu island were more favorable in cultivating oysters than those of the Eocheong island.

緖 論

참굴, *Crassostrea gigas* (THUNBERG)은 韓國沿岸에 널리 分布되어 있는 種으로서 옛 부터 南, 西海岸에서 松枝式 投石式等으로 양식 해 왔고 現在에는 대형멧목 및 延繩을 利用한 굴양식이 集約的으로 企業化되고 있다.

굴에 관해서는 分類, 生理, 生態 및 養殖試驗等 各 分野에 걸쳐 많은 硏究結果들이 있다. 特히 韓國沿岸에 分布하고 있는 굴의 初期成長 및 採苗에 관해서는 板垣(1937), 倉掛(1940), 鄭(1961), 裵(1964), (1967), 裵等(1971, 1972). 柳等(1971), 柳等(1972), 鄭(1970), 柳(1973), 裵等(1976)等의 報告가 있다.

이러한 硏究 및 養殖果結들은 主로 南海岸에서 시행 된 것이고, 西海岸에서의 굴양식 및 굴의 生物學的 硏究結果는 매우 적다.

西海產 참굴의 採苗에 관하여는 金(1974)에 의한 仙遊島沿岸에서의 調査 硏究와 鄭等(1970)에

의한 간이수하식으로 채롱에 수용하여 養殖한 成長調査가 있을 뿐 참굴의 垂下養殖에 의한 生態學的 硏究는 없다.

本 硏究는 西海岸에서 참굴의 垂下養殖의 可能性을 調査하기 위한 一環으로 南海產 참굴의 種苗를 西海岸에 移殖하고 굴양식의 基礎調査를 위하여 移殖 참굴의 成長과 基本이 되는 生態的 環境要因을 硏究 分析하였다.

끝으로 本 論文作成에 助言을 하여주신 釜山水產大學 洪性潤교수에게 深甚한 謝意를 表한다.

實驗材料 및 方法

本 硏究에 使用된 참굴, *Crassostrea gagas* (Thunberg)은 1977년 8월부터 경남 거제군 사등면 덕호리 地先에서 採苗된 것을 7個月間 鍛鍊시킨 種貝로서 平均殼高 4.8mm, 殼長 3.5mm정도이다.

試驗場所는 全北 沃溝郡 米面 仙遊島와 於靑島로서 이 두 지역은 生態的으로 相異한 곳이다. (Fig. 1)

仙遊島는 錦江과 萬境江河口에 位置하여 이들의 영향을 받는 곳으로 海面은 干潮時 水深이 얕고 大潮時 干滿의 潮差가 平均 6~7m에 이르며, 底質은 泥質이고 沿岸의 돌출부는 大部分 岩礁로 形成되어 水深은 12m정도 된다. 於靑島는 沿岸으로 부터 멀리 떨어져 있어 外洋水의 영향을 받는 곳으로 大潮時 干滿의 差는 仙遊島와 거의 유사하나, 底質은 砂礫質로 沿岸은 거의 岩礁地帶로서 水深은 18m정도 된다.

Fig. 1. Location of experimental oyster farms.

試驗期間은 1978년 4월부터 同年 11월까지 約 8個月間이였다.

참굴의 成長試驗은 延繩垂下方法(妹尾 1927)으로 하였고, 垂下連은 ϕ 2.9mm철사를 2m로 하여 種貝가 付着한 原盤과 原盤사이는 ϕ 18mm P.V.C.를 20cm로 절단하여 間隔材로 使用하였다. 種貝가 付着한 原盤 11개를 1連으로 使用했고, 이의 施設圖는 Fig. 2와 같다.

참굴의 成長은 每月 1회씩 垂下連을 1連씩 올려 여기에 付着하고 있는 참굴중 200個體를 無作爲 標本抽出하여 計測 하였다. 各 個體마다

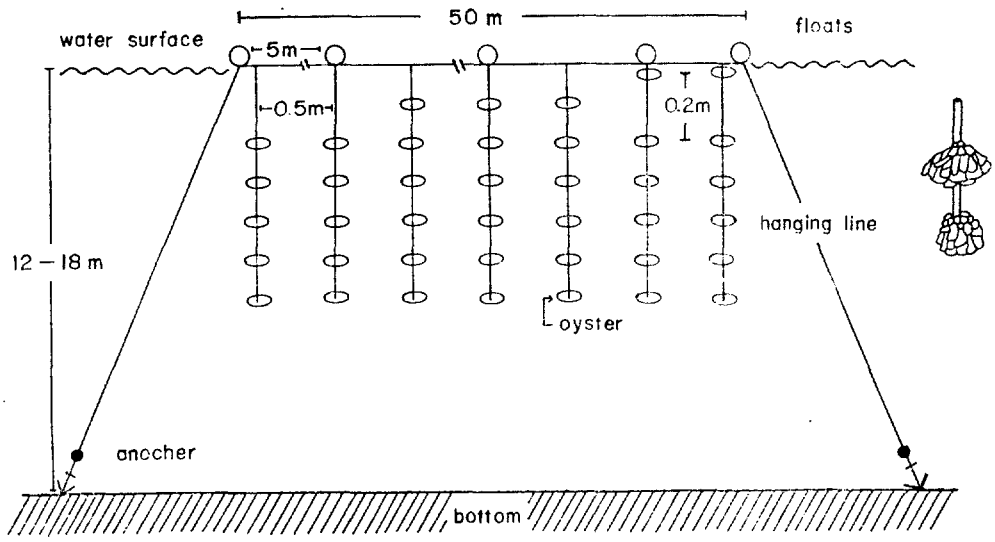

Fig. 2. A schematic drawing of the oyster culturing facilities.

1/10mm까지 잴수있는 Vernier caliper로 殼高, 殼長을 計測하였고, 重量을 10mg 간도의 천평으로 坪量하였다.

水溫은 Nansen採水器에 付着시킨 전도온도계로 現場에서 測定하였다.

염분농도는 질산은 적정법(Strickland *et al.*, 1968)에 의하여 實驗室에서 測定하였으며, D.O는 Backman D.O meter(100800 type)로 測定했다.

영양염류의 PO_4-P는 Ammonia heptalyblate 시약을 使用하여 比色法(Strickland *et al.*, 1968)으로 測定하였고 NO_2-N는 Sulphamilamide 용액을 作用시켜 N-1-napthylen diamino dihydrochloide에 의한 發色法(Strickland *et al.*, 1968)으로 實驗室에서 測定하였다.

浮游生物 採集은 Nansen 採水器(2*l*)로 表層을 採水하여 NXX 15 Net(0.75mm)에 여과시켜 採集한 sample을 10% 中性 Formalin에 固定한 후 實驗室에서 Hansen의 個體數 測定法에 의하여 出現種과 細胞數를 單位面積當 細胞數(cell/*l*)로 환산하였다. 種의 同定은 山路(1966, 1974), 小久保(1955)의 分類法에 의하였다.

結 果

1. 環境要因

環境要因으로서 水溫의 變化, 염분량의 變化, 溶存酸素와 透明度의 變化, 영양염류의 變化, 浮游硅藻類의 出現量은 다음과 같다. (Fig. 3, 4, 5, Table 1).

試驗期間中 月別 表層水溫의 變化는 仙遊島가 11월 最低 10.5°C, 7월 最高27.3°C, 平均水溫은 19.4°C였으며, 於青島는 4월 最低 6.8°C, 7월 最高 25.7°C, 平均 水溫은 17.5°C였다(Fig. 3). 兩 地域의 水溫變化를 보면 4월에 仙遊島 10.8°C, 於青島 6.8°C로 仙遊島가 4°C 높았고, 氣溫의 상승과 함께 水溫이 상승하여 7월에는 仙遊島 27.3°C 於青島 25.7°C로 試驗期間中 가장 높았다. 7월 이후 9월까지는 23~26°C 內外 였으나 9월 이후부터 급격히 하강하여 10월에 兩 地域은 거의 비슷한 分布를 보였다. 11월에는 仙遊島가 於青島보다 0.3°C 낮은 경향을 나타 내었다.

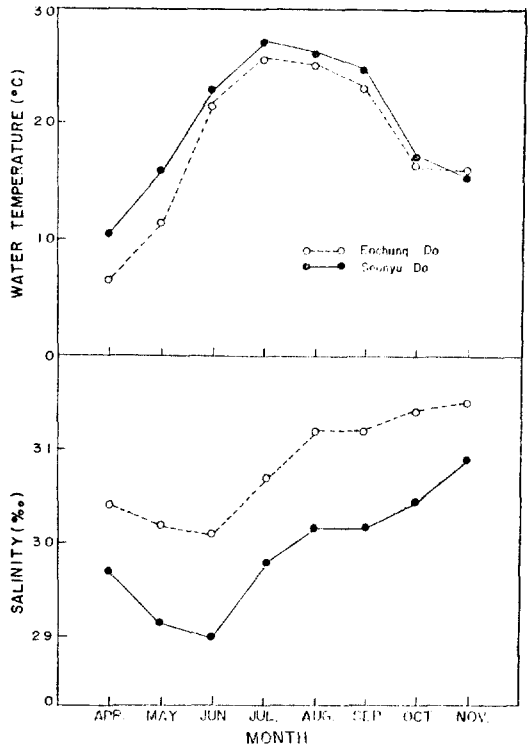

Fig. 3. Monthly variations of water temperature and salinity in the oyster farms.

鹽分量의 變化는 兩 海域 모두 4월에 仙遊島 29.7‰, 於青島 30.4‰에서 점차 낮아져 6월에는 仙遊島 29.0‰, 於青島 30.1‰로서 最低鹽分量을 나타내었다. (Fig. 3) 그 후 서서히 함량은 높아져 11월에는 仙遊島 30.9‰, 於青島 31.5‰로 最高에 달하였고, 平均鹽分量은 仙遊島가 29.9‰, 於青島는 30.9‰로서 於青島가 1‰ 높았다.

溶存酸素量과 透明度의 變化는 仙遊島가 5월 5.3ml/*l* 於青島는 4월 5.5ml/*l*로서 試驗期間中 가장 낮았고, 이후 점차 增加하여 7월에는 仙遊島 6.1ml/*l*, 於青島는 6.0ml/*l*로서 最高値를 보였으며 平均은 仙遊島 5.73ml/*l*, 於青島 5.75ml/*l*로 큰 差가 없었다(Fig. 4).

透明度의 變化는 仙遊島 0.4~3.5m 범위로서 最高 5월의 3.5m, 最低 11월의 0.4m 平均 1.8m였다. 於青島는 6.5~11m 범위로 最高 5월의 11.0m, 最低 4, 10월 6.5m 平均 7.5m로서 於青島가 仙遊島 보다 4.7m높았다(Fig. 4).

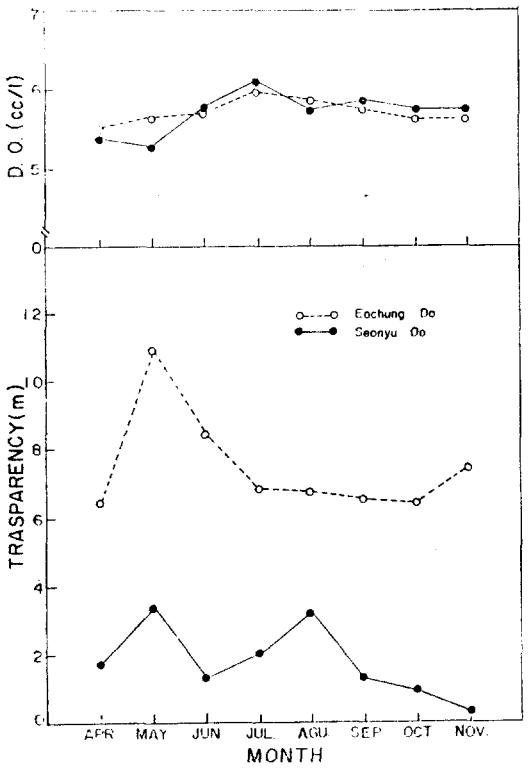

Fig. 4. Monthly variations of dissolved oxygen and transparency in the osyter farms.

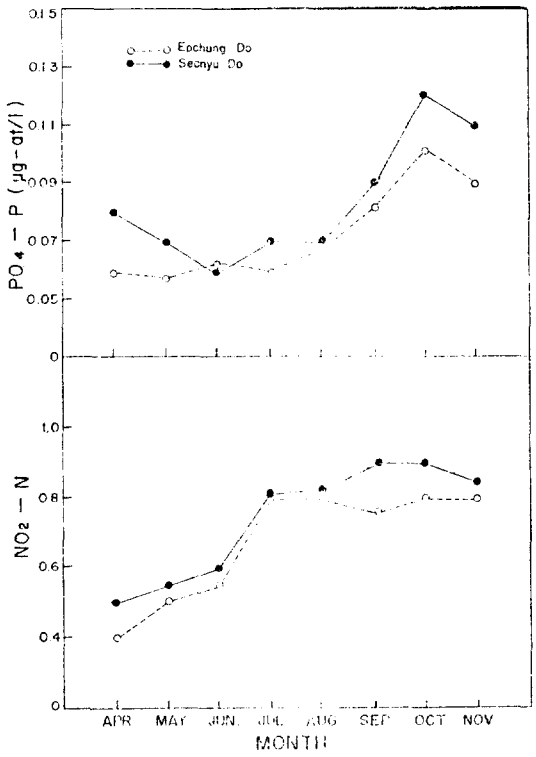

Fig. 5. Monthly variations of Phosphate-phosphorus and Nitrite-nitrogen in the oyster farms.

영양염류의 變化는 먼저 인산염을 보면 仙遊島가 0.06~0.12μg-at/*l* 사이에서 變化하는데 10월에 最高, 6월에 最低였으며 平均 0.083μg-at/*l* 이였다. 於靑島는 0.059~0.10μg-at/*l* 사이에서 變化하고, 10월에 最高 5월에 最低였으며 平均 0.073μg-at/*l*로 仙遊島보다 0.01μg-at/*l*가 낮았다 (Fig. 5).

窒酸鹽은 仙遊島가 0.5~0.9μg-at/*l* 범위로 平均 0.74μg-at/*l*, 於平島는 0.4~0.85μg-at/*l*로서 平均 0.68μg-at/*l*였다. 兩 海域이 4월부터 점차 상승하여 7월에는 0.8μg-at/*l*로 같은 함량을 나타내었다. 이후 仙遊島는 약간 상승하였으나, 於靑島는 큰 變化가 없었다(Fig. 5).

浮游硅藻類의 出現量과 出現種數는 仙遊島에서 가장 많이 나타난 時期는 5월 6種, 41,700 cells/l이며 이때 *Nitzschia paradoxa*가 76.3%였으며, 가장 적은 時期는 6월의 7種 3,538cells/*l*로서 *Nitzschia paradoxa*는 14.1% 밖에 나타나지 않았다(Table 1).

於靑島에서 出現量이 가장 많은 時期는 11월의 8種, 47,858cells/l이며 *Coscinodiscus asteromphalus*가 81.9%였으며, 가장 적은 時期는 5월의 5種, 3,110cells/*l*로 *Nitzschia paradoxa*가 34%였다. 또한 出現種數가 가장 많은 時期는 9월에 仙遊島의 10種, 於靑島의 4월 11種이었으며 調査期間中 總出現種數는 仙遊島 18種, 於靑島 23種으로 於靑島에서 出現種數가 많았다. 兩海域에서 출현빈도가 가장 많은 種은 *Coscinodiscus radiatus*와 *Skeletonema costatum*이었다.

2. 굴의 成長

굴의 養成場別 殼高와 殼長(Fig. 6, Fig. 7), 殼高와 全重量(Fig. 8), 全重量과 肉重量의 變化는 Fig. 9과 같다.

仙遊島 養成場은 5,6월까지 成長速度가 비교적 늦었고, 6월부터 11월까지는 直線的인 빠른 成長을 보여 11월하순 最大殼高 69.2mm, 平均 58.4mm였다.

Table 1. Monthly variations of diatom composition in the oyster farms.

Species \ Months / Sations	Apr.		May.		Jun.		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E
Actinoptychus unduratus	+										R R	R	R	R
Asterionella japonica		R									R		R R	
Biddulphia reticulata		R R				R								
Biddulphia sinensis												R R		
Chaetoceros affinis		R			R		R		R	R	R			R R
Chaetoceros atlanticus	R								R	+				
Chaetoceros brevis		R R												
Coscinodiscus asteromphalus					R	C C		R		R	+	+	C C	C C
Coscinodisus radiatus	+	R	R	+	+	R	C C	C C	R	R	R			
Ditylum brightwellii	R R										R		R R	R R
Donkinia recta								R			R R			
Eucampia zodiacus	R R		R						R R					
Grammatophora marina		R												
Gyrosigma acuminatum		R	R		R	R	R						R R	R
Melosira borreri	R					R								
Navicula cancellata				+										
Nitzschia closterium			R R											
Nitzschia paradoxa		+	C C	C	R		R				+	R	R	
Nitzschia seriata	R	R								+	R			
Rizosolenia stolterefothii								R				R		
Rizosolenia styliformis						R			R R	C	+	R	R R	R R
Skeletonema costatum	R	+		+			R		C	R	R	R	R	R
Stephanopyxis palmeriana									R					
Thalssionema nitzchioides												C		R R
Thalassiothrix frauenfeldii	+				R	R		R	C					
Triceratium revale			R R											

Remarks: C C=Abundant(45%)> C=Frequent(30%)>
+ =Common (15%)> R=Rare(8%)>
R R=Very rare (2%)>

於青島 養成場은 5월에는 거의 成長이 되지 않았고, 6월에도 成長速度가 아주 늦었으나 6월 이후 부터 11월까지 直線的인 빠른 成長을 보여 11월 하순에 最大殼高 64.8mm, 平均 53.2mm였다.

두 養成場의 最大殼高 差는 仙遊島가 於青島보다 4.4mm, 平均 5.2mm로서 成長이 좋았다.

殼高(H)에 대한 殼長(L)의 相對成長은 Fig. 7과 같다.

이들의 관계는 仙遊島나 於青島 다같이 因歸直線으로 표시 할 수 있으며 이들의 관계식은 仙遊島가 L=0.54536H+0.82515이며 於青島는 L=0.52394H+0.11968로 나타낼 수 있다. 이 두 直線에 대한 有意性檢定은 Table 2에서 보는 바와 같이 기울기의 差나 위치의 差에 있어 有意 差가 없었다. 즉 殼高에 대한 殼長의 相對成長은 仙遊島나 於青島에서 서로 거의 비슷하였다.

殼高에 대한 全重量의 成長 結果는 6월에 仙遊島 0.41g, 於青島 0.21g으로 7월까지 완만하게 成長하다가 8월에는 급격히 增加되어 仙遊島 3.6g, 於青島 2.6g, 9월 仙遊島 9.1g, 於青島 5.9g였고, 11월하순에는 仙遊島 19.2g, 於青島 15.7g으로 仙遊島가 於青島보다 重量이 增加되었다.

殼高에 대한 全重量의 相對成長은 兩海域 다같이 포물선식으로 표시 할 수 있으며 이들의 관

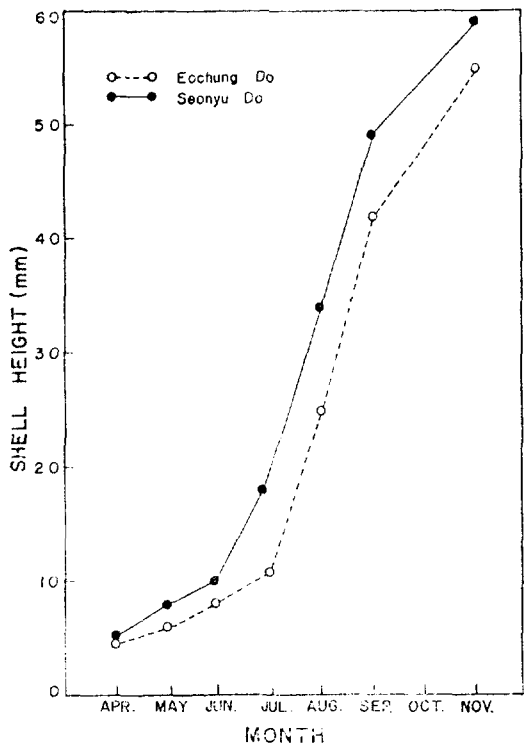

Fig. 6. Shell height growth of oysters in the oyster farms.

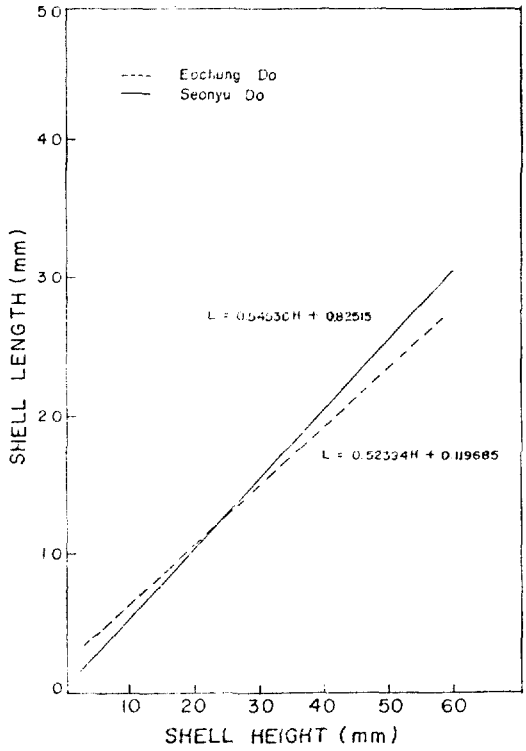

Fig. 7. Relationship between the shell height and shell length.

계식은 仙遊島 $Tw=0.02083\ H^{2.16728}$, 於靑島 $Tw=0.06597\ H^{1.87596}$이었다(Fig. 8).

이들 상호간의 相對成長式에 대한 有意性檢定은 仙遊島와 於靑島의 두 相對成長式의 기울기의 差에서는 有意의 差가 없었고(Table 2) 위치의 差에서는 99% 신뢰성으로 有意의 差가 있었다.

全重量에 대한 肉重量의 變化는 殼高에 대한 全重量의 變化와 거의 같은 양상이었다. 肉重量은 6월에 仙遊島에서 0.1g, 於靑島에서 0.07g으로 8월까지는 重量의 增加가 적었다. 9월에 仙遊島는 1.3g, 於靑島는 1.2g으로 養成場間에 근소한 差였다. 그러나 9월 이후 부터 급격히 增肉되어 11월하순에 仙遊島 5.2g, 於靑島 2.5g으로 仙遊島가 增肉이 더 좋았다.

이들의 相對成長은 兩 海域에서 回歸直線으로 표시 할 수 있으며(Fig. 9), 관계식은 仙遊島 $Mw=0.255991Tw-0.17504$, 於靑島 $Mw=0.23695\ Tw+0.06179$으로 나타낼 수 있다.

이 두 直線間에 有意性檢定은 기울기나 위치

Table 2. Test on significance of difference in regression lines between the paired samples.

Relationships	Localities	F Value of samples	
		Regression coefficient	Adjusted mean
Shell height and Shell length	S. and E.	0.3729	0.0475
Shell height and Total weight	S. and E.	0.8355	106.622*
Total weight and Meat weight	S. and E.	0.2886	0.0651

Remarks: S: isl. of Seonyu, E: isl. of Eocheong.
* The difference is significant at 1% point.

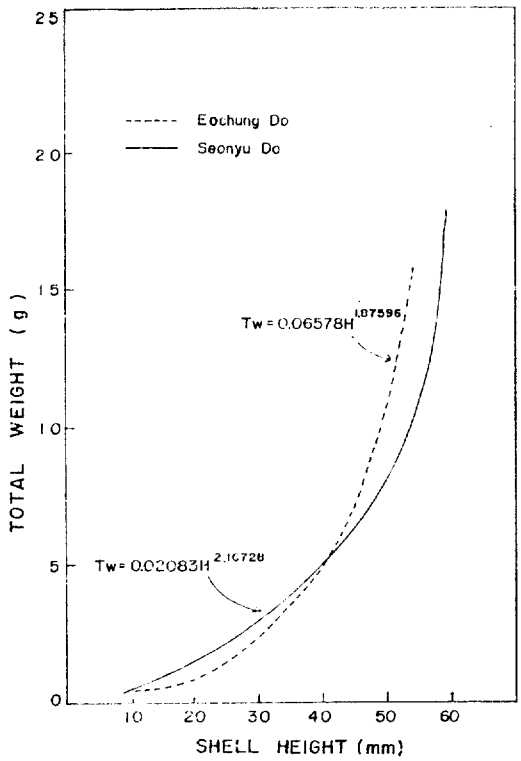

Fig. 8. Relationship between the shell height and the total weight.

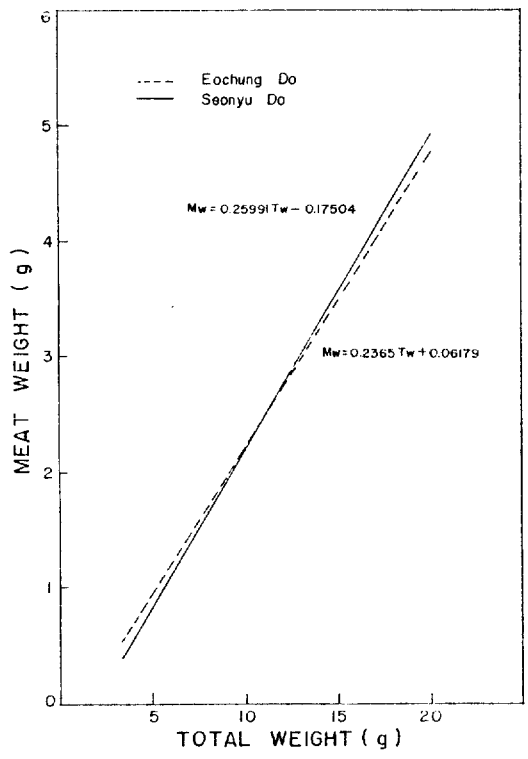

Fig. 9. Relationship between the total weight and meat weight.

에 있어서 有意의 差가 없었다(Table 2). 즉 全重量에 대한 肉重量의 相對成長은 仙遊島나 於青島에서 서로 거의 비슷하였다.

考 察

本 研究는 西海岸에서 참굴, *Crassostrea gigas* (Thunberg)의 垂下式養殖의 可能性을 調査하기 위하여 養成場別 굴의 成長과 環境要因을 分析調査하였다.

참굴의 垂下養殖에 있어서 成長은 漁場環境, 특히 먹이, 水溫의 要因과 매우 깊은 관계를 가지며 重要하다.

두 養成場에 조건이 같은 種굴을 使用하여 養成한 結果 4월에서 6월까지는 成長이 늦었다(Fig. 6). 이러한 結果는 Nelson(1928)이 굴의 섬모운동의 低溫限界는 5.6°C, Loosanoff(1949)는 冬季水溫 5°C 이하에서 成長이 정지 된다고 한 것과 같이 兩海域에서 水溫이 낮은 때문이라 생각된다(Fig. 3).

妹尾等(1927)이 日本 金澤灣에서 굴 成長度와 먹이생물의 出現時期 調査에서 肉質의 비만도는 秋季에 높고 冬季에 낮았다고 했다.

本 調査에서도 肉質의 비만도는 11월에 높았고 養成場別 成長度도 仙遊島가 於青島 보다 높았다. 特히 肉質量의 增加는 高水溫期인 9월 이전까지 增加가 완만하다가 이 이후 비만이 빨랐으며 南海岸에서 柳等(1975)의 報告와 같은 경향을 나타냈다.

또한 肉質의 成長은 裵等(1976)이 南海岸 어구에서 9.0g, 사랑에서 2.9g의 結果에 비하면 仙遊島 5.2g, 於青島의 2.5g으로 仙遊島 漁場은 어구漁場 보다는 낮았고 사랑漁場 보다는 2.3g이 더 成長되었다. 於青島 漁場은 어구 보다는 아주 成長이 낮았고 사랑 漁場과는 비슷한 結果였다.

이와 같이 養成場에 따라 굴의 成長 및 비만속도에 差가 있었으며, 仙遊島가 비만이 良好하

였는데, 이것은 小笠原等 (1962)의 먹이의 量, 水溫等에 기인한 것이라 한 것과 같은 結果라 생각된다.

또한 殼高에 대한 全重量의 相對成長式에 있어서 於靑島가 仙遊島에 비해 相對成長係數(growth coefficient)는 작다고 하더라도 始原成長係數(initial growth index)가 크기 때문에 같은 殼高인 경우 於靑島가 肉重量이 무거운 結果가나타난다고 생각된다.

柳等(1972)이 鍛鍊種굴을 使用하여 殼高 90 mm, Imai *et al.*,(1961)이 熊本, 廣島 및 北海島産 種굴을 여러 地域의 養成場으로 옮긴 結果 80~90mm의 成長에 비하면 仙遊島 最大殼高 69.2mm, 平均 58.4mm와 於靑島 64.8mm, 平均 53.2mm로 成長이 低調하였다. 그러나 柳等(1973)의 産地別 特性 調査 結果 西海産 참굴의 殼高 35~45mm 보다는 현저한 差가 있어 西海岸의 垂下式굴養殖이 可能함을 나타냈었다.

또한 本 調査에서 浮游硅藻의 量을 보면 仙遊島 6種 41,700 cells/*l*로서 (Table 1), 崔(1969)의 수영만에 비하면 1.63%, 朴(1956)의 진해만과는 1.3%, 劉(1976)의 마산만 보다 0.54%, 李(1978)의 진해만에 비하면 0.33%에 불과한 아주 적은 먹이의 조성량이 었다. 이러한 것은 崔等(1966)의 基礎生産力 調査와 崔(1969)의 식물성플랭크톤量에 관한 調査도 西海岸이 南海岸 및 東海岸보다는 적은량이라는 結果와 같은 要因에 의한 것이라 생각된다.

特히 兩 海域의 流速은 柳(1961)가 最高 161 cm/sec 最低 19.16cm/sec라고 한 바와 같이 아주 빠르며 宮內等(1966)은 진주조개((*Pinctata martensii*)가 流速 15cm/sec 이상 일때는 貝殼形成과 섭이활동등의 生活 能力이 저하되어 成長이 늦다고 한 것과 같이 굴에 있어서도 빠른 流速으로 인한 攝餌活動의 기능이 저하되어 成長이 南海岸에 비하여 늦어진 것으로 생각된다.

透明度는 基礎生産에 관여하는 重要한 要素로서 仙遊島 養成場은 12m 정도의 水深에 透明度 (Fig. 4)는 평균 1.8m, 最低 0.4m였고 於靑島는 水深 18m에 透明度 平均 7.5m, 最低 6.5m였다.

이것은 Loosanoff(1948)의 懸濁한 浮泥量은 굴의 濾過水量이 低下되고, Nelson(1921)은 棲息海水가 혼탁 할 때에는 攝餌의 장해가 있고 柳(1975)의 南海岸 가조도 水深 16m에서 透明度 10m 보다 낮았으므로 西海岸이 南海岸 보다 懸濁하여 굴의 成長에 영향을 준다고 생각된다.

參 考 文 獻

朴泰鉉. 1956. 夏期 南海岸에 있어서 Microplankton 量 및 組成變化에 관한 硏究. 釜山水大硏報, 1(1): 13-32.

裵景萬. 1964. 참굴의 採苗試驗. 水産振興院別冊, 5-17.

裵景萬. 裵平岩. 1971. 참굴 採苗에 관하여(Ⅱ). 水振硏報, 8:45-53.

裵景萬. 1972. 참굴 採苗에 관하여. 3. 노출시간과 稚貝付着. 韓水誌, 5(1):23-28.

裵景萬. 1976. 참굴 採苗에 관하여. 水振硏報, 1:109-115.

裵平岩. 金主鍊. 姜弼愛. 金 潤. 1976. 참굴의 垂下養殖에 관한 硏究. Ⅲ 養殖굴의 漁場環境別 成長度에 대하여. 水振硏報, 15:73-81.

鄭址烘. 1961. 참굴의 採苗 및 垂下養殖試驗. 農林部 中央水産試驗場別册, 7-22.

鄭種洛. 郭熙相. 1970. 南海産 및 西海産 참굴(*Crassostrea gigas*) 種貝의 상호 이식 후의 成長. 韓水誌. 3(2):129-136.

崔相. 鄭兌和. 1966. 韓國沿岸 水域의 基礎生産. 原子力硏報, 3(1):42-57.

崔相. 1969. 韓國海域의 植物플랭크톤의 硏究. Ⅳ. 東海. 南海 및 西海 海域의 植物플랭크톤. 韓國海洋學會誌 4(2):49-67.

崔貞信. 1969. 수영만에 있어서 硅藻類의 季節的인 量 및 組成變化. 韓水誌, 2(1):16-23.

板垣嘉久治. 倉掛武雄. 1937. 力キ養殖に關する 試驗. 第二報 朝鮮産 マガキ(*Ostrea gigas*)に 就いて. 全南水試報告. 10:62-75.

妹尾季實. 堀 重藏. 1927. 垂下養蠣試驗報告. 水講試報, 22(4):211-261.

Imai, T. and S. Sakai. 1961. Study of breeding of Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. Tohoku Jour. of Aguri. Res., 12(2):125-171.

金容浩. 1974. 古群山群島 近海産 참굴의 生態에 관한 硏究. 群山水專論文集, 8(1):17-23.

小久保清治. 1955. 浮游生物 分類學. 恒星社 厚生閣.

倉掛武雄. 望月洋一. 1940. 施設水位と カキ個體の 成長. 全南水試報告. **13**:44-47.

李晋煥. 1978. 진해만 일대의 植物性플랑크톤 群集과 이의 環境指標性에 관한 硏究. 漢陽大學校大學院 碩士學位論文.

Loosanoff, V.L. and F.P. Tommer. 1948. Effect of suspended silt and other substances on rate of feeding of oyster. Science, **107**:69-70.

Loosanoff, V.L. and C.A. Nomejko. 1949. Growth of oysters, *O. virginica*, during different months. Biol. Bull., **47**:82-94.

宮內徹夫. 八江春彦. 1966. アコヤガイと 環境水の 流速との 關係. 長崎大水研報, **20**:22-28.

李種九. 柳晟奎. 1975. 加助島 養殖場의 굴 成長에 관한 硏究. 釜山水大研報, **14**:41-50.

Nelson, T.C. 1921. The mechanism of feeding in the oyster. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **21**:90.

Nelson, T.C. 1928. On the distribution of critical temperatures for spawning and for ciliary activity in bivalve molluscs. Science, **67**:220.

小笠原義光. 小林歌男. 岡本 亮. 古川 厚. 久岡 實. 野上和彦. 1962. カキ養殖に おける 抑制種苗の 使用とその 生產的 意義. 內海水研報, **103**:1-153.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parson. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Bull. Canada.

山路 勇. 1975. 日本 Plankton 圖鑑. 保育社.

劉光日. 1976. 馬山灣의 環境學的 硏究. (2). 韓國海洋學會誌, **11**(1):34-38.

柳晟奎. 1961. 1961년 9월 忠淸南道沿岸(族靑島, 淺水灣, 群山地域)에 있어서 Microplankton의 量 및 組成에 관한 硏究, 水試干潟地 基本調査要報, **2**:1-16.

柳晟奎. 金炅成. 劉明淑. 1971. 참굴의 채묘기술 확립에 관한 硏究. 과학기술처, (R-71-73):1-15.

柳晟奎. 劉明淑. 朴種南. 1972. 굴의 養殖에 관한 生物學的 硏究, (1). 참굴의 成長. 釜山水大研報, **12**(2):63-67.

柳晟奎. 劉明淑. 1973. 굴養殖에 관한 生物學的 硏究, (Ⅱ). 참굴의 產地別特性. 韓水誌, **6**(1, 2):65-75.