JOURNAL OF AQUACULTURE 3(1) : 65 - 77(1990)　　韓國養殖學會誌 3(1) : 65 - 77(1990)

養成場에 따른 피조개, *Anadara broughtonii*의 成長

柳晟奎* · 張榮振* · 康慶浩* · 金永球**

*釜山水産大學 養殖學科

**忠武 海馬會

Growth Comparison of Ark Shell, *Anadara broughtonii* between the Two Culturing Areas

Sung Kyoo Yoo*, Young Jin Chang*, Kyoung Ho Kang* and Yŏng Ku Kim**

*Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea

*Haema Group of Chungmu, Chungmu, Kyongsangnam-do 650-160, Korea

ABSTRACT

The growth of ark shell, *Anadara broughtonii* was compared between two areas, Gadŏgdo in Jinhae Bay and Namhae located in the southern coast of Korea from May 1986 to October 1987.

The ark shells in Namhae grew from 1.38±0.32 cm to 7.20±0.30 cm in shell length, while those in Gadŏgdo grew from 1.38±0.32 cm to 6.41±0.30 cm in 17 months. Shell height, shell breadth and total weigth of the ark shells in Namhae were also greater than those from Godŏgdo.

Bottom quality of Gadŏgdo showed negative skewness, and that of Namhae was positive skewness. Negative skewness of Gadŏgdo seems to be caused by the effect of strong tidal current.

This may indicate that Namhae is better area than Gadŏgdo for the culture of the ark shell.

序　言

피조개, *Anadara broughtonii*는 고막류(Anadarinae)중에서 가장 중요한 養殖對象種으로서, 從來부터 本種에 대한 관심이 높았을 뿐만 아니라 養殖開發을 위한 硏究도 많은 편이었다(柳 1988).

本種은 垂下式으로 養成하는 경우, 바닥식 養成에 비해 成長이 빠르고 生存率이 높지만 肉質의 肥滿이 좋지 않아 非經濟的이다(柳와 朴 1978). 바닥식 養成時에는 害敵生物인 불가사

리, *Asterias amurensis*의 食害에 의해 많은 피해를 입고 있지만(姜 等 1980; 高見 等 1981), 아직까지도 대부분의 養殖業者들이 시설이나 管理面에서 유리한 바닥식으로 養成하고 있는 실정이다.

지금까지 피조개에 대하여는 많은 研究報告가 있는데, 이중 成長에 관해서는 國內에서 柳(1970)의 피조개 成長과 形態變異에 대한 報告를 시작으로, 劉와 柳(1974)의 初期成長, 柳와 朴(1978)의 成長 및 權과 趙(1986)의 養成 等에 관한 결과를 찾아 볼 수 있다. 日本의 경우에 있어서는 吉田(1950)의 피조개 成長, 中西(1981)의 成長에 영향을 주는 環境要因에 관한 研究報告 외에 管野(1966)의 저질과 피조개 서식 상황과의 관계에 대한 調査結果를 들 수 있다. 그러나 아직까지 피조개의 成長에 있어 養成場間의 比較라든가, 바닥식 養成에 있어서 피조개의 成長과 底質의 粒度와의 相關關係를 검토한 研究結果는 아직까지 찾아 볼 수 없는 실정이다.

따라서 本研究에서는 우리나라에서 피조개의 養殖이 많이 되고 있으면서 환경 조건이 다르다고 생각되는 鎭海灣의 가덕도 장항 앞바다와 南海의 미조리 앞바다에서 피조개 成長에 대한 비교를 실시함과 동시에 두 養成場間의 底質에 대한 分析을 실시하여 얻어진 몇가지 結果를 報告하고자 한다.

本研究에 있어서 材料의 計測 및 統計에 도움을 준 釜山水產大學 淺海養殖學研究室의 류중장, 이정용, 강훈 君과 粒度分析時 협조하여 준 釜山水產大學校 應用地質學科 송시태 助敎에게 깊은 감사를 표한다.

材料 및 方法

實驗에 사용한 재료는 1985년 8월에 巨濟郡 사곡리 앞바다에서 天然採苗하여 中間育成한 피조개 稚貝로써, 그 平均 크기는 각장 1.38cm, 각고 0.89cm, 각폭 0.66cm 및 전중 3.39g이었다.

성장을 비교하기 위한 實驗場所는 Fig. 1과 같이 南海郡 미조리 앞바다와 釜山市 가덕도 장항 앞바다였으며, 稚貝放養後 養成期間은 1986년 5월부터 1987년 10월까지의 17個月間이었다.

各養成場에서의 피조개 치패 방양 밀도는 1당 100개체로 하였고, 成長度調査는 每 2～3個月 간격으로 실시하였다. 每回 潛水를 통하여 무작위로 채집한 36～100개체에 대한 각장, 각고, 각폭 및 전중을 계측한 자료에 의하였다.

養成場間의 環境要因을 비교 분석하기 위하여는 各養成場의 水溫 및 比重을 養成期間中 每日 測定하였고, 底質의 粒度分析을 실시하였다.

底質에 대한 粒度分析方法은 먼저 室溫에서 건조시킨 50g씩의 標品에 증류수를 첨가하여 용해성 염분을 제거한 뒤, 6%의 과산화수소로 유기물을 제거하였다. 유기물이 제거된 標品에 0.1N 염산을 첨가하여 標品中의 貝殼片을 溶解시킨 후, 4ϕ(mesh size 0.062mm) 체로 濕式 체질을 하고 粗粒質部는 底質攪拌器를 사용하여 1ϕ 가격으로 입도별 중량 백분율을 구하였다. 또한 細粒質部는 피펫방법에 의해 1ϕ 간격으로 分析하였고, 이 결과 얻어진 1ϕ 간격의 입도별 중량 백분비를 累積曲線위에 옮겨 Folk and Ward(1957)의 그래픽 방법을 이용하여 퇴적물의 중앙값(Md), 평균입도(Mz), 표준편차(So), 歪度(Sk) 등의 組織標準値를 구하였다.

두 養成場의 피조개 수확시기와 肉質의 肥滿程度를 비교하기 위한 肥滿度算出에는,

$$\text{肥滿度}=\frac{\text{肉重}\times 1000}{\text{殼長(cm)}\times\text{殼高(cm)}\times\text{殼幅(cm)}}$$

의 식을 이용하였다.

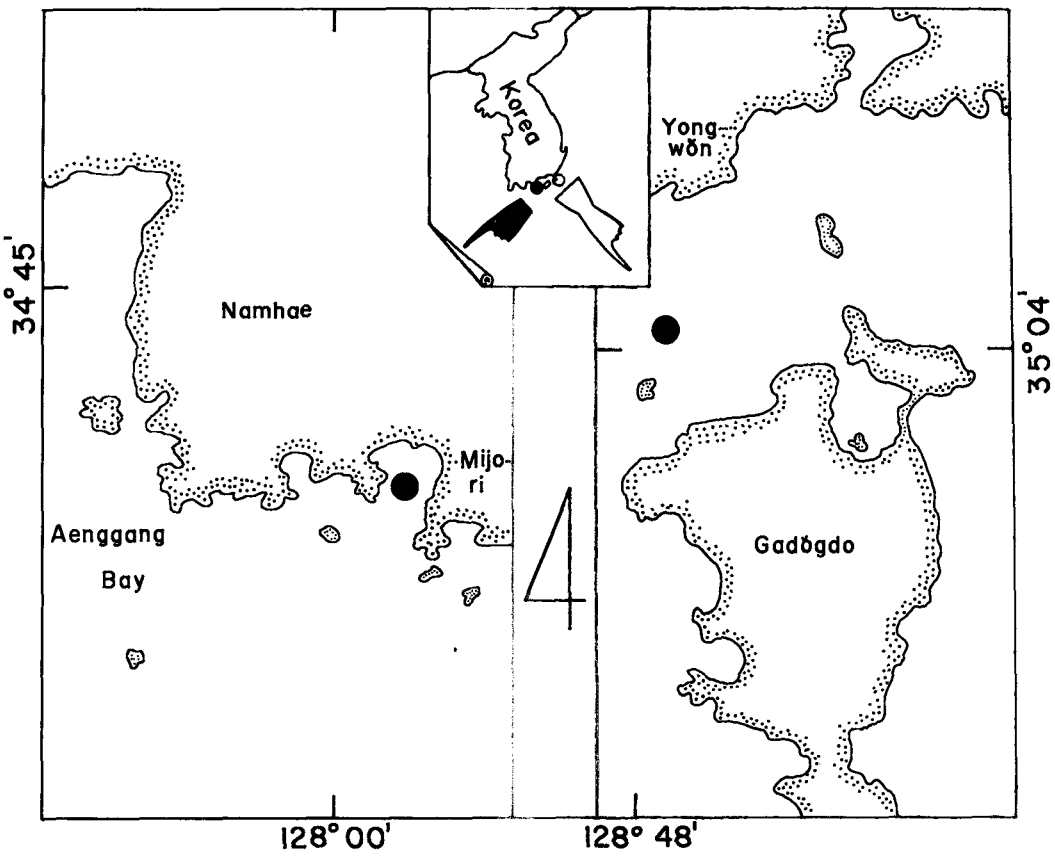

Fig. 1. Map showing two experimintal stations where the spectmens were cultured.

結　果

두 養成場間의 피조개 각장의 成長은 Fig. 2와 같이 實驗開始時인 1986년 5월 14일에는 두 養成場 共히 평균 각장 1.38 cm의 同一 모드를 나타냈으나 經過月數와 더불어 成長의 差異가 나타나기 시작했다. 결과적으로 가덕도에서는 17個月이 지난 1987년 10월 29일에 6.41cm로 자란 반면, 남해에서는 같은 기간에 7.20cm로 자라남으로써, 각장 성장에 있어 평균 0.8cm의 차이를 나타내, 남해 養成場의 피조개가 빠른 성장을 보였다.

Fig. 3은 養成場間의 피조개 全重의 성장을 나타낸 것으로, 實驗開始時 두 養成場에서 평균 전중 3.39g의 같은 모드를 나타내던 것이 實驗終了時에는 가덕도에서 67.58g으로 성장한 반면, 남해에서는 97.33g으로 자라남으로서, 全重成長에 있어서도 남해가 평균 29.75g의 차이로 성장이 빨랐다.

한편, 각 계측부위에 대한 相對成長을 비교하여 보면, Fig. 4와 같이 각장과 각고의 성장은 가덕도에서 $Y=0.8638X-0.1671$, 남해에서는 $Y=0.8640X-02371$의 회귀직선식으로 표시되었다. 또한 각장과 각폭에 있어서는 가덕도에서 $Y=0.6607X-0.3853$, 남해에서는 $Y=0.6728X-0.4016$의 직선회귀식으로 나타났고(Fig. 5), 각장과 전중에 있어서는 (Fig. 6) 가덕도에서 Y=

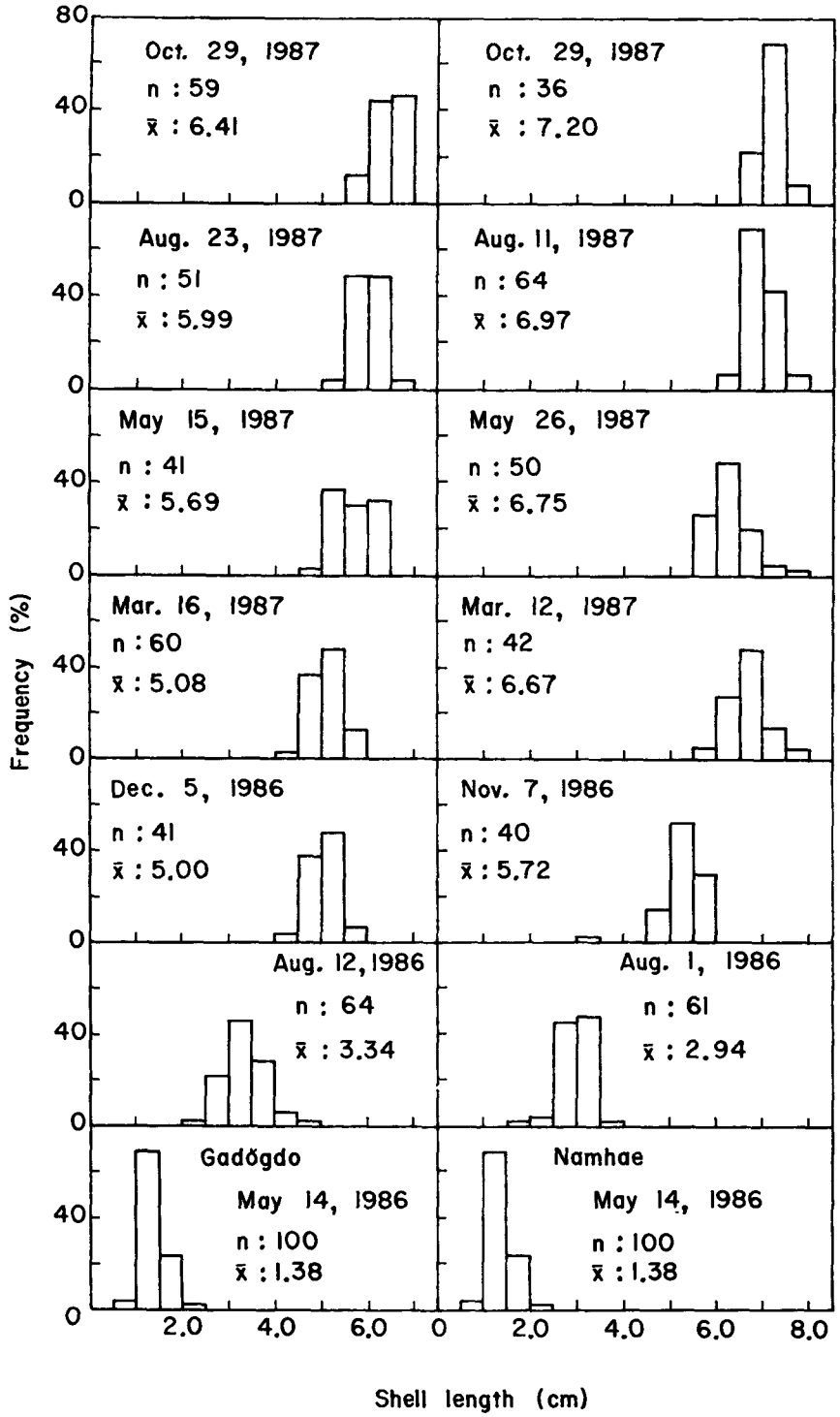

Fig. 2. Frequency distributions of shell length of *Anadara broughtonii* measured from May 14, 1986 to October 29, 1987.

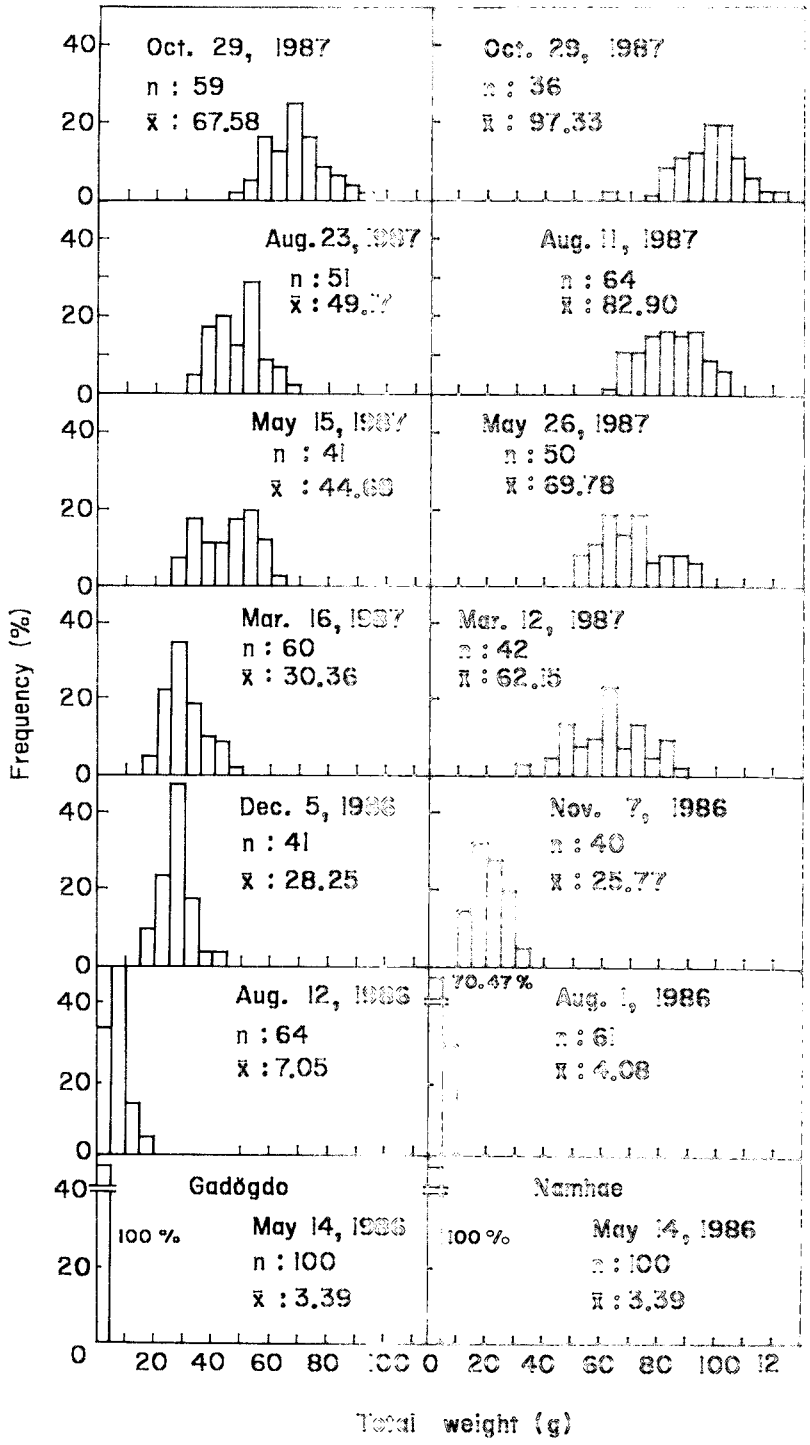

Fig. 3. Frequency distributions of total weight of *Anadara broughtonii* measured from May 14, 1986 to October 29, 1987

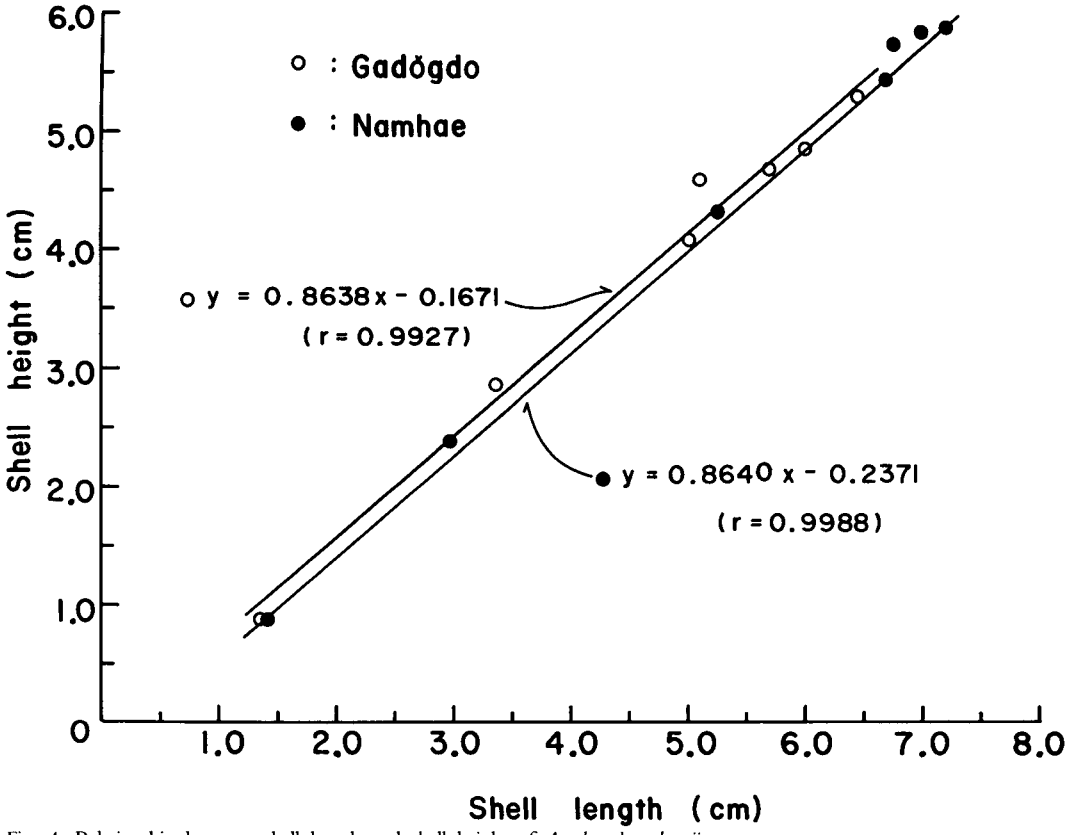

Fig. 4. Relationship between shell length and shell height of *Anadara broughtonii*.

$1.3388X^{1.9502}$, 남해에서 $Y=0.9760X^{2.1736}$의 지수함수식으로 표시되었다. 두 養成場間의 各計測部位別 상대성장에 대한 差異의 有無를 알아보기 위하여 이들 관계식의 기울기 차이에 관한 F 검정을 한 결과, 각장 대 각고, 각장 대 각폭, 그리고 각장 대 전중 모두, 95% 신뢰한계에서 유의의 차이가 인정되지 않으므로써, 두 양성장간의 피조개 성장에 있어서 형태적 차이는 없는 것으로 나타났다.

環境要因으로서 養成場間의 月別 水温變化를 비교하여 보면 Fig. 7과 같이 가덕도의 年間水温變化 범위는 4.9 ~ 27.1℃였고, 남해에서는 4.5 ~ 26.3℃로 나타나, 두 養成場間의 연간 수온 변화폭은 큰 차이없이 비슷하였다. 그러나 두 養成場間의 年間 比重變化幅은 Fig. 8과 같이 남해에서는 1.0191 ~ 1.0263의 범위였는데 비하여 가덕도에서는 1.0147 ~ 1.0259의 범위였다. 즉, 가덕도에서는 1986년과 1987년의 여름철 비중이 각각 1.0147과 1.0171로 크게 하강하여 비중 변화의 폭이 남해에 비하여 매우 컸다.

두 養成場間의 底質에 대한 粒度分析結果는 Fig. 9와 같다. 가덕도에서는 粒徑 0.062 ~ 2.00mm까지의 모래가 27.06%인데 반하여, 남해에서는 1.40%만이 모래였고, 입경이 0.062mm 이하인 沈泥質이나 粘土質이 대부분이었다.

한편 저질에 대한 組織標準値를 구하여 보면(Table 1), 가덕도의 입자 평균은 6.41, 남해인 경우는 7.19로 나타났고 歪度는 가덕도에서 −0.05로 negative skewness인 반면, 남해에서는 0.10으로 positive skewness의 값을 보임으로써, 가덕도 앞바다의 潮流가 남해에 비하여 강하다는 것을 알 수 있다.

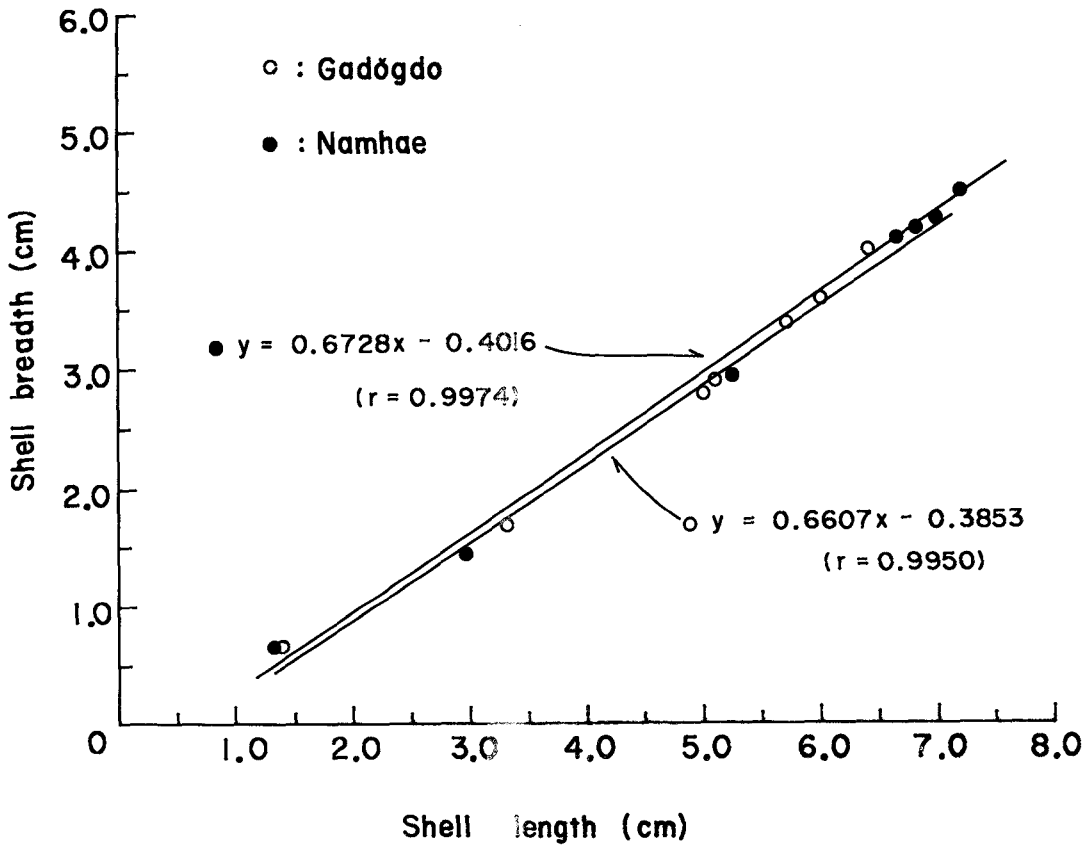

Fig. 5. Relationship between shell length and shell breadth of *Anadara broughtonii*.

Fig. 10은 두 양성장의 피조개 비만도를 나타낸 것으로써, 實驗期間中, 가덕도 피조개는 3월에 143으로 최저치를 보인후, 10월에 193으로 최대치를 나타낸 반면, 남해의 경우는 11월에 최저치 138, 3월에 최대치 178을 보여 서로 상반되는 경향을 보였다.

考 察

피조개의 成長에 대하여 權과 趙(1986)는 汝自灣에서 평균 각장 2.5cm인 피조개 치패를 30개체/m^2의 밀도로 방양하여 養成한 결과, 6개월 후에는 평균 각장 4.8cm로 자라나고, 11개월 후에는 6.1cm로 成長하였다고 보고한 바 있다. 權과 趙(1986)의 결과를 本研究에서의 결과와 비교하여 보면, 남해 앞바다에서 養成한 피조개의 각장 성장 結果와는 차이가 없었으나, 가덕도 앞바다에서 養成한 結果보다는 성장이 빨랐음을 알 수 있다. 이러한 成長差異는 權과 趙(1986)의 치패 방양시 평균 각장이 2.5cm로 本研究의 1.38cm에 비해 치패의 크기가 컸다는 점 및 방양 밀도에서 本研究時의 100개체/m^2 에 비하여 權과 趙(1986)는 30개체/m^2로 밀도가 낮았다는 점에 기인하는 것으로 생각된다. 일반적으로 피조개 치패의 적정방양 밀도는 25개체/m^2로써(柳 1988), 本研究에서는 방양 밀도를 높게 함으로 인해 가덕도의 경우 權과 趙(1986)의 결과보다 成長이 늦어진 것으로 추정되나, 남해의 경우는 비슷한 성장을 보이고 있어, 양성장 환경 등을 고려한 최적 방양 밀도에 대해 신중한 검토가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

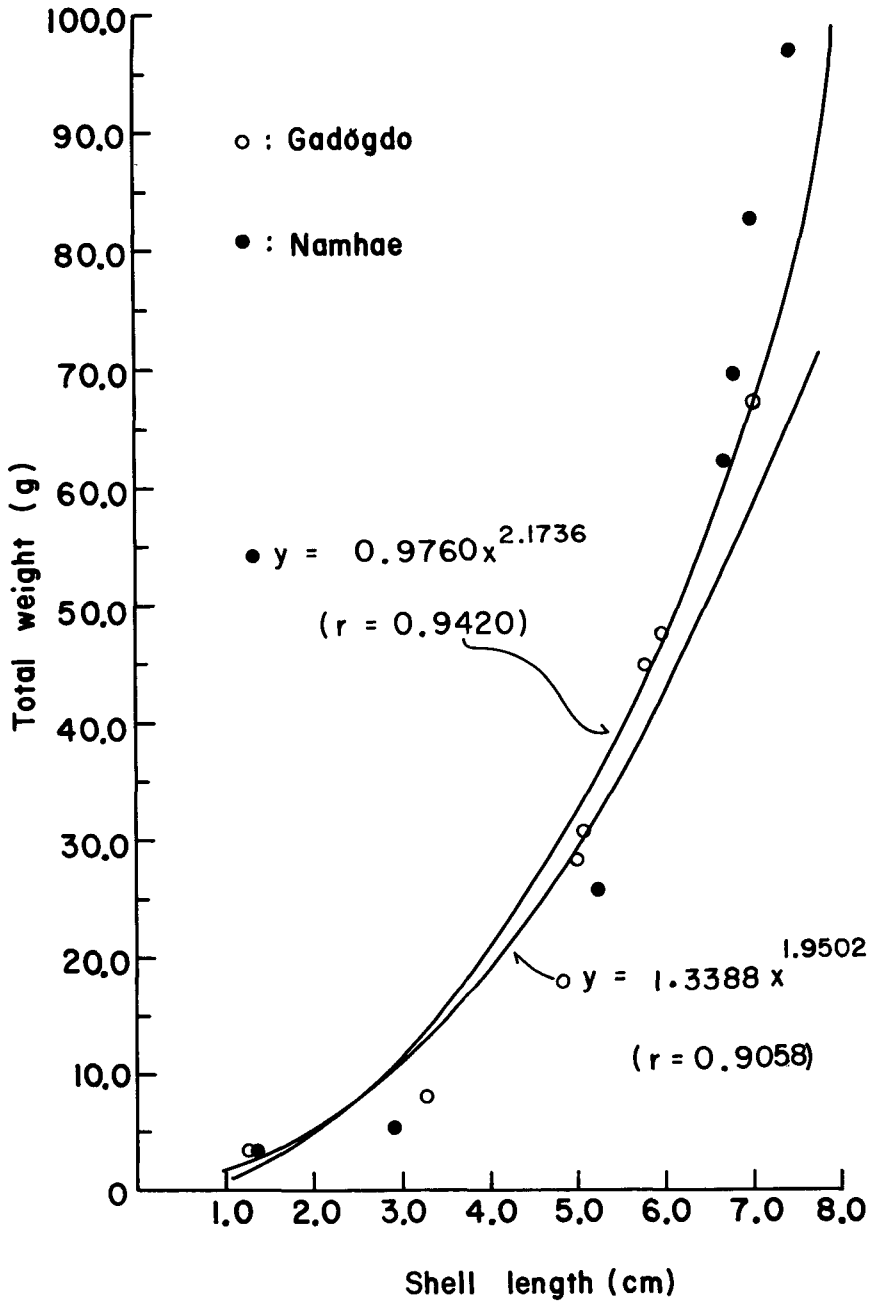

Fig. 6. Relationship between shell lenght and total weight of *Anadara broughtonii*.

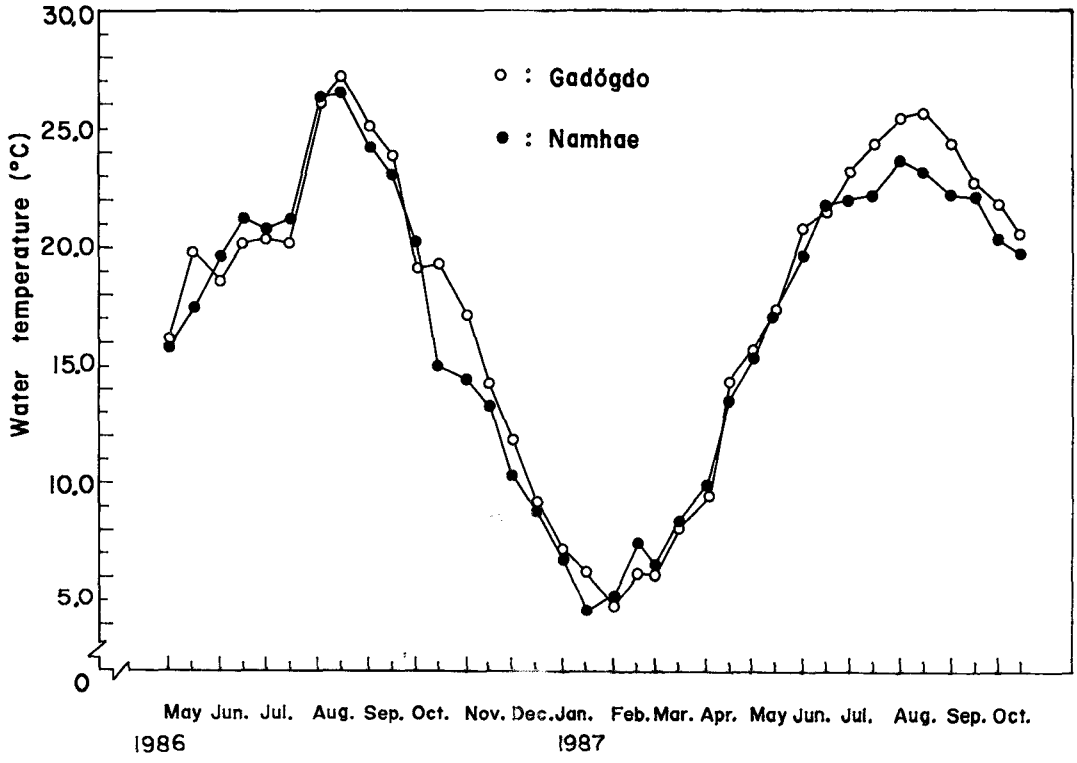

Fig. 7. Monthly variations of water temperature at two experimental stations from May 1986 to October 1987.

피조개의 成長에 있어서 각장과 중량의 증가율을 水温環境과 관련시켜 생각해 보면, 수온이 낮을 때보다 수온이 높은 시기에 성장률이 높았다. 이와 같은 현상은 權과 趙(1986)의 報告와도 일치함으로써, 個體成長率은 成長適水温 範圍內에서 水温이 높고, 먹이가 풍부할 때 生理的 活性이 활발해짐에 의해 고조된다는 것을 입증해 준다.

本研究에서 環境要因으로서의 比重은 1986년과 1987년의 여름철에 가덕도에서 특히 그 變化幅이 컸는데, 이것은 1986년 7월 15일과 1987년 7월 15일 및 8월 15일에 각각 베라, 셀마, 다이아나 等의 태풍 및 집중 호우에 따른 담수 유입에 起因한 것으로 판단된다. 또 가덕도 앞바다는 洛東江 河口에 인접하고 있기때문에 淡水의 大量流入의 기회는 外海와 面하여 있는 남해에 비해 매우 많은 것이 상례이다.

일반적으로 피조개 養成場의 적지로서는 담수가 어느 정도 유입도는 곳이 좋다고 알려져 있으나(柳 1988), 濱本(1981)는 피조개가 高比重보다는 저비중일 때 成長이 느리다고 보고한 바 있어, 급격한 저비중의 변화를 보였던 가덕도 피조개의 성장 둔화는 濱本(1981)의 결과와 일치하는 일례라고 할 수 있다.

底質의 粒度分析 結果에서 negative skewness를 보였던 가덕도는 潮流가 강한 것으로 나타났는데, 피조개 채집시 필자가 潛水觀察을 한 바에 의해서도 가덕도 앞바다가 남해 앞바다에 비하여 潮流가 빠르다는 것을 확인할 수 있었다. 또, 대한민국 수로국(1988)에 따르면 가덕도 앞바다의 유속은 썰물때 최대 3.0노트, 밀물때 최대 3.7 노트인데 비하여, 남해의 경우는 썰물때 최대 1.8노트, 밀물때 2.0 노트로써, 가덕도 앞바다의 유속이 남해에 비하여 빠르다는 것을 알 수 있다. 따라서 유속이 빠르면 피조개의 먹이 섭취 기회가 상대적으로 적어져서 성장이 둔화된다고 생각할 수 있지만, 이러한 점에 대해서는 보다 세밀한 조사가 이루어져야 할 것

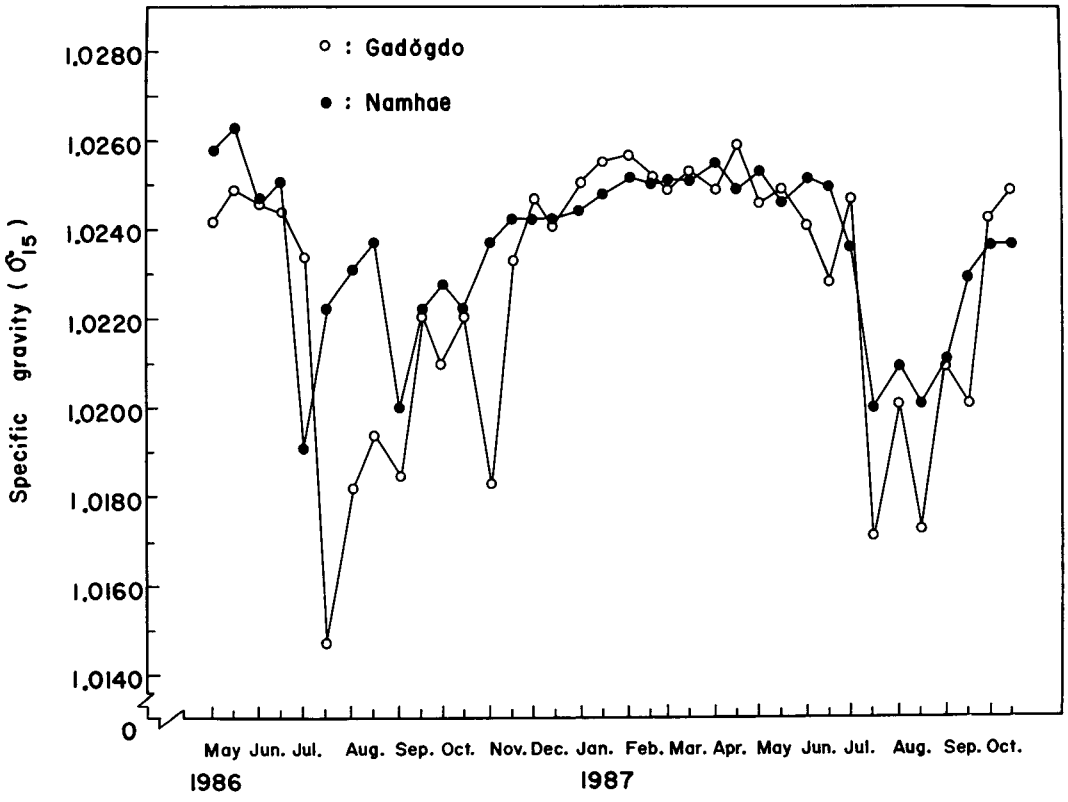

Fig. 8. Monthly variatons of specific gravity at two experimental stations from May 1986 to October 1987.

이다. 피조개 양식장의 환경은 일반적으로 조용한 내만이 적합하다는 것과 관련지워 추정하여 보면, 유속과 피조개의 성장에 있어서 적정 유속 이상으로 조류가 강할 때는 여과 섭식 동물인 피조개의 경우, 먹이 섭취의 기회가 오히려 적어지는 것이 아닌가 하는 생각을 할 수 있겠으나, 今後 유속과 먹이 섭취와의 관계에 대한 實驗을 한다면, 매우 흥미있는 결과가 나타날 수 있을 것으로 기대된다. 管野(1966)는 仙台灣에서 저질별로 자연산 피조개의 서식밀도에 대한 조사를 한 결과, 입경이 0.062mm 이하인 저질에서는 0.53개체/m^2의 피조개를 채취하였으나, 모래질이 많은 저질에서는 겨우 0.02개체만을 채취하였다고 보고한 바 있어 피조개의 서식지로서는 泥質이 많는 저질이 알맞다고 생각되며, 또한 저층수의 유속과 관련지워 볼 때, 입경이 0.062mm 이상되는 모래질보다는 그 이하인 泥質이 많은 지역에서 피조개의 성장이 더 좋다고 판단된다.

피조개의 비만도는 수확시기와 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 本硏究에 있어서 두 養成場間 피조개의 肥滿度와 養成場 주변 어민으로부터 청취한 피조개 수확시기를 비교한 결과, 남해에서는 本硏究에서 최대치의 비만도를 보였던 3월에 수확하고 있었으며, 가덕도의 경우 역시 최대치의 비만도를 보였던 10월부터 수확을 하고 있어, 現地漁民들도 수율이 가장 높은 시기에 피조개 채취를 하고 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 남해와 가덕도에서 서로 상반된 시기인 3월과 10월에 비만도가 높거나 적정 수확시기가 된다는 점은 本硏究의 결과로서는 명확한 이유를 알 수 없으나, 겨울철에 두 양식장의 피조개 비만도가 큰 차이를 보이고 있는 점에 대한 추정으로 실제 피조개가 서식하는 저층의 수온 차이가 이러한 결과를 가져오

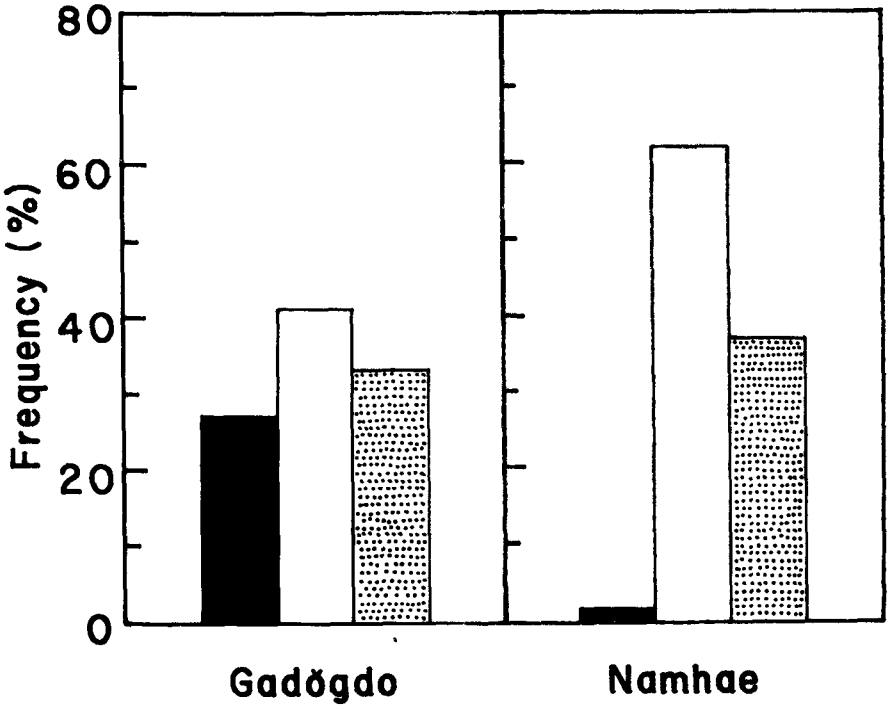

Fig. 9. Frequency distribution of sediments.
● SAND(0.062-2.00mm)

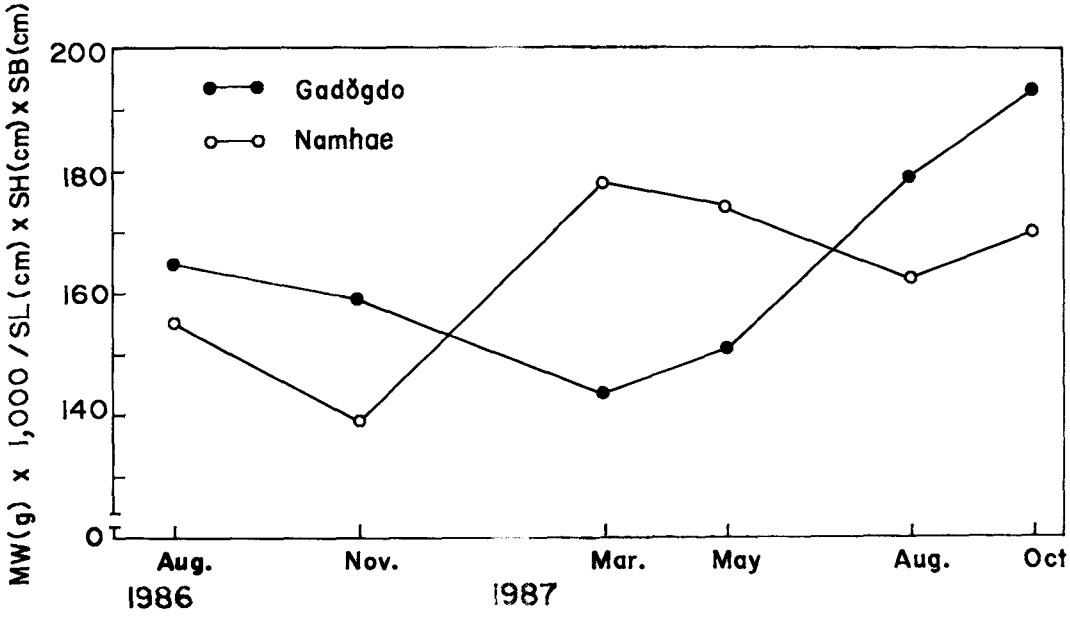

Fig. 10. Monthly changes of fatness.
MW:Meat weight, SL:Shell length, SH:Shell height, SB:Shell breadth.

Table 1. Sediment textural parameters by Folk and Ward (1957) (Unit: ϕ)

Station	Md	Mz	So	Sk
Gadŏgdo	6.41	6.27	3.05	-0.05
Namhae	7.19	7.33	1.09	0.10

는 것이라 생각된다. 그 이유로는 가덕도 양식장의 수심이 3～4m인데 비하여 남해 양식장의 수심이 15m 이상이었다. 따라서 Fig. 7의 표층 수온 조사 결과는 두 양식장의 겨울철 수온이 5℃ 내외로 비슷하였으나 저층으로 갈수록 가덕도 양식장의 수온은 변화가 없겠으나, 남해의 저층 수온은 표층보다 높으리라 생각된다. 이러한 생각을 뒷받침하기 위해서는 피조개가 먹이를 섭취할 수 있는 하한 수온에 대한 구명이 이루어져야 할 것이다.

피조개의 成長에 영향을 미치는 환경요인으로는 本研究에서 조사한 水温, 比重, 底質의 粒度외에 먹이 生物과 유기물의 量 등도 관련된다고 볼 때, 理論의 여지가 있다고 생각되나, 今後 이에 대한 研究도 계속되어야 할 것으로 생각된다.

이상에서 고찰한 바와 같이 두 養成場間의 環境分析과 피조개의 成長比較 結果에 따라 남해가 가덕도에 비하여 條件이 良好한 養成場인 것으로 판단된다.

要　約

피조개의 成長 및 適正 養殖場의 開發에 관한 基礎資料를 얻기 위하여 거제군 사곡리 앞바다에서 天然採苗한 稚貝를 사용하여 가덕도 및 남해의 피조개 養成場에서 成長比較 實驗한 結果는 다음과 같다.

實驗開始時의 殼長 1.38±0.32cm와 全重 3.39±0.30g의 피조개 稚貝를 17個月間 양성한 結果, 각각의 성장은 가덕도 6.41±0.30cm, 67.58±9.63g, 남해 7.20±0.30cm, 97.33±11.45g으로 자라나, 남해가 가덕도에 비하여 피조개의 成長이 좋았다.

두 養成場의 피조개 비만도는 가덕도에서 8～9月, 남해에서는 3～5月에 최대치를 보였다.

實驗期間中 수온 및 비중은 가덕도에서 4.9～27.1℃, 1.0147～1.0259, 남해에서는 4.5～26.3℃, 1.0191～1.0263으로, 특히 비중에 있어서 가덕도가 남해에 비하여 낮았다.

粒度分析에 의한 저질의 歪度는 남해에서 positive skewness를 나타낸 반면, 가덕도에서는 negative skewness를 보여 가덕도 앞바다의 潮流는 남해보다 강한 것으로 나타났다.

養成場間의 成長比較 및 환경 분석에 의한 南海 미조리 지선어장이 가덕도 장항 지선어장에 비하여 條件이 좋은 養成場인 것으로 판단된다.

參考文獻

管野尙. 1966. 仙台灣の底質とアカガイ漁場について. 東北區水產研究所研報 26 :55 － 75.

姜海遠・鄭成采・金鍾斗. 1980. 피조개 *Anadara broughtonii*SCHRENCK) 種苗의 底質潛入에 關하여, 水振研報 25 : 63 － 67.

濱本俊策. 1981. アカガイ *Scapharca broughtonii*(SCHRENCK)のへい死要因と抵抗力に關する基礎的考察. 香川水試報告 18號 :1 － 19.

高見東洋・井上泰・岩本哲二・桃山和夫・中村達夫・吉岡貞範. 1981. アカガイの增殖に關する研究. Ⅰ. 放流 アカガイの減耗要因について. 水產增殖 29 (1) : 38 − 46.
權塤燮・趙昌煥. 1986. 汝自灣에서의 피조개養成. 韓水誌 19 (4) : 375 − 379.
中四雅幸. 1981. アカガイの成長におよぼす水温, 鹽分, 溶存酸素濃度の影響について. 京都海洋センター研究 5 : 23 − 28.
대한민국 수로국. 1988. 수로기술연보. pp. 214.
劉明淑・柳晟奎. 1974. 피조개의 採苗와 初期成長. 韓水誌 7(2) : 79 − 86.
柳晟奎. 1970. 피조개의 成長과 形態變異에 對하여. 水大研報 10(2) : 81 − 89.
柳晟奎・朴炅洋. 1978. 피조개 養殖에 關한 生物學的研究 Ⅱ. 피조개의 成長. 釜山水大研報 18 : 83 − 88.
柳晟奎. 1988. 淺海養植. 새로出版社. pp. 605.
吉田裕. 1950. アカガイの養殖. 水產界. pp. 798.
Folk, R. L. and W. D. Ward. 1957. Brajos river Bay : A study in significance of grain-size parameters : Jour. Sed. Petrol. 66 : 394 − 416.