

---

碩士學位論文

閉鎖循環濾過시스템에서 전복類  
稚貝의 飼育密度와 成長

濟州大學校 大學院

水産生物學科



1993年 12月

閉鎖循環濾過시스템에서 전복類  
稚貝의 飼育密度와 成長

指導教授 盧 暹

朴 武 億

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

1993 年 12 月

朴武億의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長

委

委

李 忠 圭  
盧 暹  
李 祺 良



濟州大學校 大學院

1993 年 12 月

Growth and Rearing Density of Juvenile Abalone (*Haliotis* spp.)  
In Closed Recirculating Water System

Moo - Eog Park  
( Supervised by professor Sun Rho )

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1993 . 12 .

# 目 次

<b>Abstract</b> .....	1
<b>I. 緒 論</b> .....	2
<b>II. 材料 및 方法</b> .....	5
1. 飼育水槽 .....	5
2. 稚貝飼育 .....	6
3. 水質測定 .....	8
4. 統計分析 .....	9
<b>III. 結 果</b> .....	10
1. 飼育環境 .....	10
2. 飼育密度에 따른 전복類의 成長 .....	15
3. 먹이效果 .....	33
4. 生存率 .....	34
<b>IV. 考 察</b> .....	38
<b>V. 要 約</b> .....	44
<b>VI. 參考文獻</b> .....	45
<b>謝 辭</b> .....	49

## Abstract

To investigate the maximum rearing condition, one of the development of intermediate rearing technic for juvenile abalones, experiment were performed with three species abalones in closed recirculatory rearing rearing system. Shell length of three species abalones experimented were  $11.10 \pm 0.56\text{mm}$  for *Haliotis discus hannai*,  $12.47 \pm 1.74\text{mm}$  for *H. discus*, and  $10.99 \pm 3.51\text{mm}$  for *H. (Sulculus) aquatilis*. *H. discus hannai* was reared in duration of 182 days and others were reared 92 days by three steps of rearing density for each species, 1,000 indiv./m<sup>2</sup>, 2,000 indiv./m<sup>2</sup> and 3,000 indiv./m<sup>2</sup>.

Growth of *H. discus hannai* and *H. discus* was better in the groups of 1,000 indiv./m<sup>2</sup> and 2,000 indiv./m<sup>2</sup> than 3,000 indiv./m<sup>2</sup>, but the growth of *H. aquatilis* was not different significantly in all groups ( $p < 0.05$ ).

Conversion factors were low in the lowest density group within three species; 8.7, 9.6, 13.1 for *H. discus hannai*; 7.3, 8.1, 16.1 for *H. discus*; 2.5, 3.3, 4.7 for *H. aquatilis*. Survival rates, on the other hand, were hight in the lowest density group; 75.3, 70.8, 68.3 for *H. discus hannai*; 73.0, 64.9, 64.5 for *H. discus*; 75.3, 68.4, 67.0 for *H. aquatilis*.

## I. 緒論

전복류는 세계적으로 약 100여종이 알려져 있으며, 그 분포 또한 아주 넓어 北半球와 南半球에서도 서식하고 있다. 이중 우리나라 沿岸에 分布하는 전복류는 겨울철 12°C 等溫線을 경계로 제주도 근해에서 생산되는 말전복(*Haliotis gigantea*), 시볼트 전복(*H. sieboldi*), 까막전복(*H. discus*) 등과 우리나라 全沿岸에서 생산되는 참전복(*H. discus hannai*)이 있다(內田 와 山本, 1924). 전복은 옛부터 우리 국민의 기호식품으로 취급되어 왔지만 최근에는 국민경제의 발달에 따른 食生活變化와 消費形態의 다양화에 따라 고급 수산물에 대한 수요가 날로 증가하는 반면 자원 남획으로 생산은 오히려 감소되고 있어 이에 대한 대책이 요구되고 있다.

전복 종묘생산에 관한 연구는 猪野(1952)의 日本産 전복屬의 増殖에 관한 生物學的研究 이래 국내외에서 비교적 많은 보고가 있다(猪野, 1966; 菊地, 1963; 關 와 菅野, 1977; 關, 1978; 下, 1970; 盧等, 1974; 盧와 朴, 1975; 盧와 柳, 1984; 盧, 1988; 金과 趙, 1976).

최근에는 전복 종묘생산의 기술 향상으로 인공종묘의 대량생산이 가능하여 전복 養殖 및 방류량이 더욱 증가하고 있지만, 3 cm 미만의 小型稚貝를 그대로 방류할 경우 방류후 자연 환경에 대한 적응력이나 해적생물에 대한 食害 등으로 인하여 방류효과가 크게 저하하기 때문에 종묘방류장의 환경조성(小竹子와 中久, 1984; 井上, 1969, 1976)과 2.5cm 이상의 대형 종묘방류를 위한 중간육성 기술개발 연구가 진행되고 있다(大森, 1982; 井岡, 1981; 里等, 1981; 土田等, 1981; 小河等, 1977; 小河와 內場, 1978; 池等, 1988; 浮와 菊地, 1981).

전복치패의 사육에 대한 연구는 해조류의 종류에 따른 먹이효과(酒井, 1962; 菊地等, 1967; 浮, 1981), 어분이나 부착규조류(浮와 菊地, 1979), 陸上植物(盧와 柳, 1984) 및 配合飼料等(石田와 石河, 1992)에 의한 참전복 치패의 먹이효과와 사육에 대한 단편적인 보고가 있다. 중간육성에 대해서는 池等(1988)의 垂下式養

殖採籠에 의한 사육과 浮와 菊地(1981)의 陸上水槽內에서 中間育成試驗한 보고가 있다.

이상의 보고들은 대부분이 開放式飼育시스템에서 치패사육에 적합한 먹이의 종류와 질적인面에 치중한 飼育結果이며 閉鎖循環濾過시스템에 의한 보고는 Rosenthal과 Fujino(1985), 坂井(1971)의 연구를 제외하고서는 거의 찾아 볼 수 없었다.

제주도와 같이 개방된 바다수면에서 양식 구조물의 설치가 어려운 환경여건하에서는 육상에서 효율적인 飼育施設構造와 여기에 맞는 적정 수용밀도를 究明하는 일이 시급하다. 閉鎖循環濾過시스템은 좁은면적에서 많은 양을 생산 할 수 있고, 해적생물에 대한 적절한 대응, 먹이공급이 원활하며, 저수온기에 수온을 인위적으로 조절 할 수 있으며, 飼育水를 再循環하여 사용하는 利點이 있다.

따라서 이 연구의 목적은 전복치패의 사육이 용이하도록 고안한 폐쇄순환 여과 시스템에서 사육 밀도별로 3종의 전복치패를 대상으로 일간섭식율, 성장 및 생존율 등을 비교하고, 고밀도 사육의 가능성을 검토하여 전복치패의 중간육성 방법과 완전양식화를 위한 기초적 자료의 확보와 기술을 확립하고자 실시 하였다.



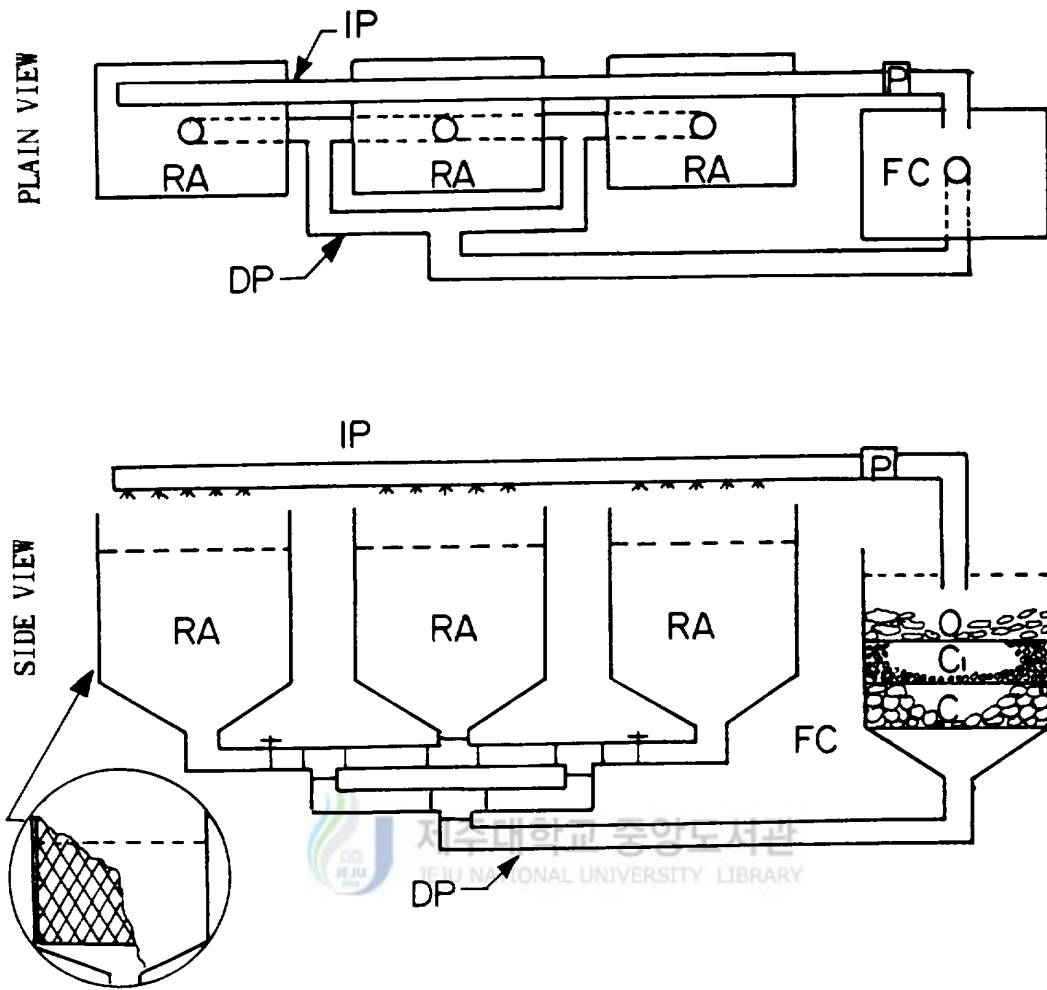


Fig. 1. Schematic diagram of closed recirculatory rearing system for experiment, showing plain view(upper) and side view(lower).

RA: Rearing aquarium (dia. 60cm, h: 50cm, water volume 120l); FC: Filter chamber (dia. 60 cm, h: 50 cm, water volume 120l); C: Calcareous sand (dia. 10~15 mm); C<sub>1</sub>: Calcareous sand (dia. 10mm); O: Oyster shell; IP: Inlet pipe ; DP: Drain pipe ; P: Pump.



## I. 材料 및 方法

시험에 사용한 전복류의 치패는 1992년 6월에 생산된 각장  $11.10 \pm 0.56\text{mm}$ 인 참전복(*Haliotis discus hannai*)과 1992년 10월에 생산된 각장  $12.47 \pm 1.74\text{mm}$ 인 까막전복(*Haliotis discus*)과 1992년 7월에 생산된 각장  $10.99 \pm 3.51\text{mm}$ 인 오분자기 *Haliotis (Sulculus) aquatilis* 인공종묘를 각각 1800개체를 재료로 하여 제주대학교 증식학과 어류양식 실험실에서 사육하였다.

### 1. 飼育水槽

시험에 사용된 사육수조는 Fig. 1에서와 같이 120ℓ PP재질의 기부가 원뿔형인 원통형 수조(직경 60cm, 높이 50cm) 4개를 사용하여 飼育槽 3개와 濾過槽 1개를 서로 연결한 것을 1조로 하여 폐쇄순환 여과시스템으로 운영하였다. 사육조내에는 망목 5mm되는 플라스틱을 피복한 그물 가두리(저면적  $0.28\text{m}^2$ , 높이 40cm, 수심 15cm: 65ℓ)를 설치하고, 그 내부에 稚貝들이 은신할 수 있는 shelter(길이 30cm, 직경 50 mm의 PVC 반원 파이프)를 각각 3개씩 설치했다. 사육수는 小型循環 pump를 이용, 1일 17회를 순환시켰다.

여과재료는 수질의 안정효과와 전복치패의 패각형성을 위한 칼슘대사를 위하여 珊瑚砂와 굴貝殼을 사용하였다. 여과재는 3층으로 구성하고 아래층은 10~15mm의 珊瑚砂, 中間層은 10mm인 珊瑚砂, 윗층에는 굴貝殼을 각각 7cm 두께로 설치하여 逆濾過方式을 택하였다.

## 2. 稚貝飼育

밀도별 사육시험은 Table 1에서 보는 바와 같이 각 종류별로 가두리 저면적  $m^2$  당 수용밀도를 1000개체 (D1000), 2000개체 (D2000), 3000개체 (D3000)에 해당되도록 환산하여 수용하였다. 사육기간은 참전복은 1992년 12월 15일부터 1993년 6월 16일까지 182일간, 까막전복과 오분자기는 1993년 3월 15일부터 1993년 6월 15일까지 92일간 사육하였다.

먹이로는 시판용 건미역과 배추 (*Brassica campestris* subsp. *napus* var *pekinensis*)를 항상 사육 수조내에 충분히 있도록 하여, 매일 新鮮한 먹이로 교환

Table 1. Culture condition for experiment

Species	Density (ind./ $m^2$ )	Shell length (mm)	Shelter area of cage ( $m^2$ )	Individuals contained
<i>H. discus hannai</i>	D1000	11.10 $\pm$ 0.56	0.28	300
	D2000	"		600
	D3000	"		900
<i>H. discus</i>	D1000	12.47 $\pm$ 1.74	0.28	300
	D2000	"		600
	D3000	"		900
<i>H. (Sulculus) aq-uatilis</i>	D1000	10.99 $\pm$ 3.51	0.28	300
	D2000	"		600
	D3000	"		900

해 주면서 供給量과 殘存量은 표면의 물기를 가아제로 제거한 후 計測했다. 먹이를 준 다음 먹이가 해수중에서 增減한 量을 알기 위하여 同一條件下에서 전복 치패를 수용하지 않은 수조에 먹이를 넣어 增減率을 산출한 후 攝食量을 補正하였다.

성장도 측정은 참전복은 매월 1회, 까막전복 및 오분자기는 15일에 1회, 殼長

및 體重을 측정하였으며, 패각의 길이는 vernier caliper로 0.05mm까지 측정하였고, 무게는 톱로딩 천칭 (model ECGD-2-3)을 이용하여 0.001g까지 측정한 후 mg단위로 환산하였다.

成長度 및 먹이효과를 비교하기 위하여 成長率, 增重率, 日間攝食率, 增肉係數 등을 浮(1981)와 菊地 等(1967)의 방법에 의해 아래의 式으로 구하였다.

$$\text{성장율 (\%)} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

$$\text{증중율 (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

$$\text{일간섭식율 (\%)} = \frac{C}{n} \times \frac{2}{W_0 + W_1} \times 100$$

$$\text{증육계수} = \frac{C}{W_1 - W_0}$$

$L_0$  : 실험개시시의 각장 (mm)

$L_1$  : 실험종료시의 각장 (mm)

$W_0$  : 실험개시시의 중량 (g)

$W_1$  : 실험종료시의 중량 (g)

C : 총섭식량 (g)

n : 사육일수

$W_0, W_1, C$  는 습중으로 계산했다.



그리고 사육에 따른 각 월별 폐사경향을 알기 위해 생존율 및 폐사율은 다음과 같은 식으로 구하였다.

$$d = \frac{\ln N_0 - \ln N_t}{t}$$

$N_0$  : No. of abalone at time 0

$N_t$  : No. of abalone at time t

t : time in days

$$s = e^{-d}$$

$$a = 1 - e^{-d}$$

d = Instantaneous death rate (순간폐사율)

s = Daily survival rate (일간생존율)

a = Daily death rate (일간폐사율)

### 3. 水質測定



시험 기간중 사육수조내의 수질측정은 매일 오전 10시에 수온, 비중, pH, 용존 산소等を 조사하였다.

수온과 pH는 pH Meter(MODEL HM-10P)로, 용존산소는 DO Meter(MODEL KDO-5151)를 사용하여 측정했다. 참전복의 경우 수온은 低水溫期인 1992년 12월 15일부터 1993년 5월 15일까지, 까막전복 및 오분자기는 1993년 3월 15일부터 同年 5월 15일까지 95W 석영 히터를 사용하여 飼育水를 加溫하였으며, 5월 15일 이후부터 시험 종료시까지 3種 모두 실온에서 사육하였다.

#### 4. 統計分析

측정일별 사육밀도에 따른 殼長, 殼幅, 殼高, 體重의 검정은 스타트그래픽스 소프트웨어 (Statistical Graphics Corporation)를 사용하여 one-way analysis of variance (Nie *et al.*, 1975)에 의해서 유의성 검정을 했다.



# Ⅱ. 結果

## 1. 飼育環境

시험 기간중의 수온 변화는 Fig. 2와 같다. 참전복은 12월 15일부터 4월 30일까지는 18~21°C 범위였으나, 5월 1일부터 시험 종료시까지의 실온에서 사육하였기 때문에 20~25°C로 변화의 폭이 큰편이었다. 까막전복은 시험을 개시한 3월 15일부터 4월 20일까지는 17~21°C의 수온변화를 보였으나, 4월 20일부터 5월 20일까지는 18~19°C로 안정되었으며 5월 20일부터 시험 종료시까지의 수온범위였다. 오분자기에 있어서는 수온 범위가 시험 개시시의 3월 15일부터 5월 20일까지는 18~22°C의 온도 변화가 있었으며, 5월 20일부터 시험이 종료되는 6월 15일까지는 18~24°C였다.

pH는 Fig. 3과 같이 3種 모두 시험 개시시에 다소 변동이 있었으나 사육 10일 이후부터 참전복은 시험 종료시까지 거의 7.6~7.8 사이를 유지하면서 안정적이었으며, 까막전복과 오분자기에 있어서도 시험 개시초기에 7.8~8.1범위를 보였지만 시험이 종료될 때까지 7.8~7.9 범위를 유지했다.

비중은 Fig. 4와 같이 전반적으로 사육하는 동안 3種 모두 변화폭이 심하였는데 그 원인은 실내사육에 따른 사육수의 증발로 인한 염분농도의 변화에 의한 것이라고 생각된다.

용존산소는 Fig. 5에서와 같이 3種 모두 5.4~6.4ppm 범위로서 각 시험구마다 다소의 차이는 있었지만 밀도가 낮을수록 용존산소량은 높은 수치를 보였다.

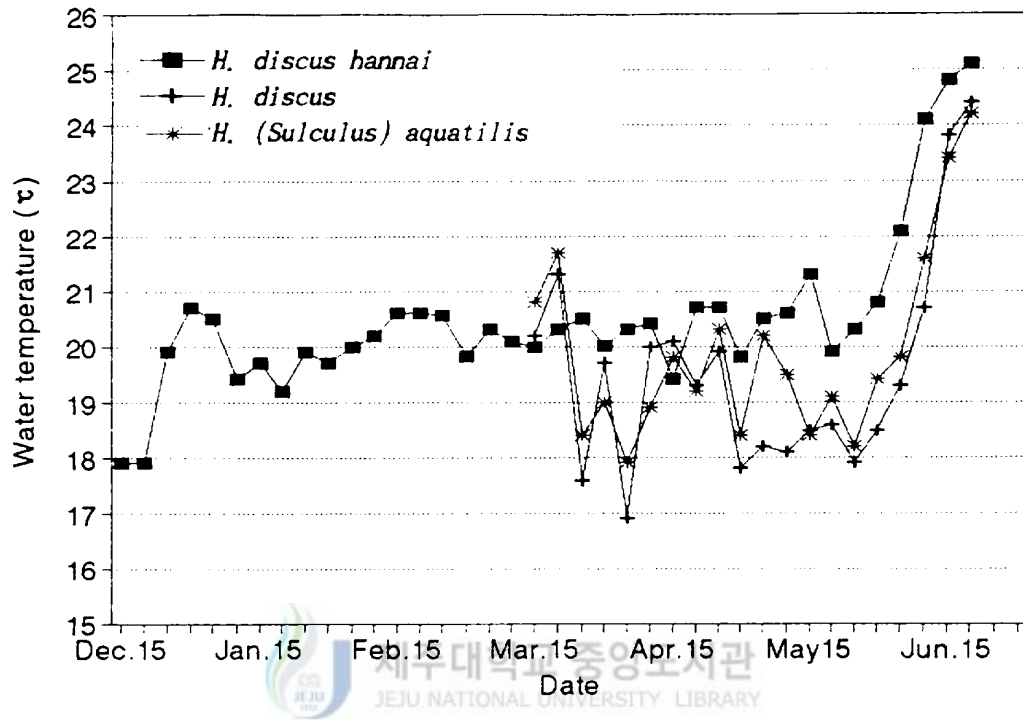


Fig. 2. Fluctuation of water temperature over duration of experiment for three species of abalone.

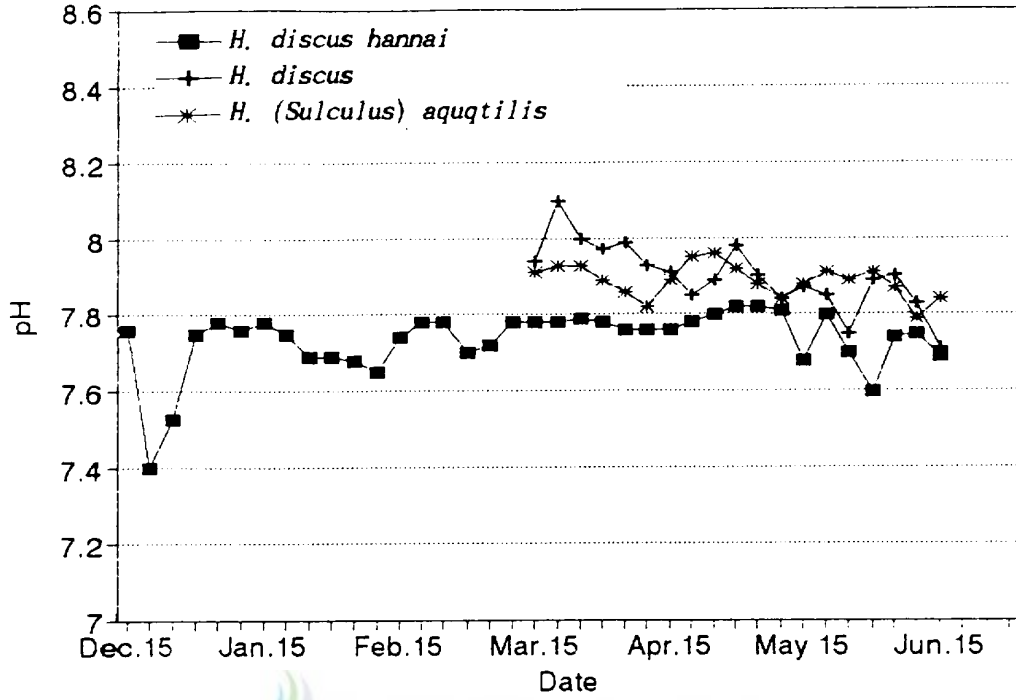


Fig. 3. Fluctuation of pH over duration of experiment for three species of abalone.



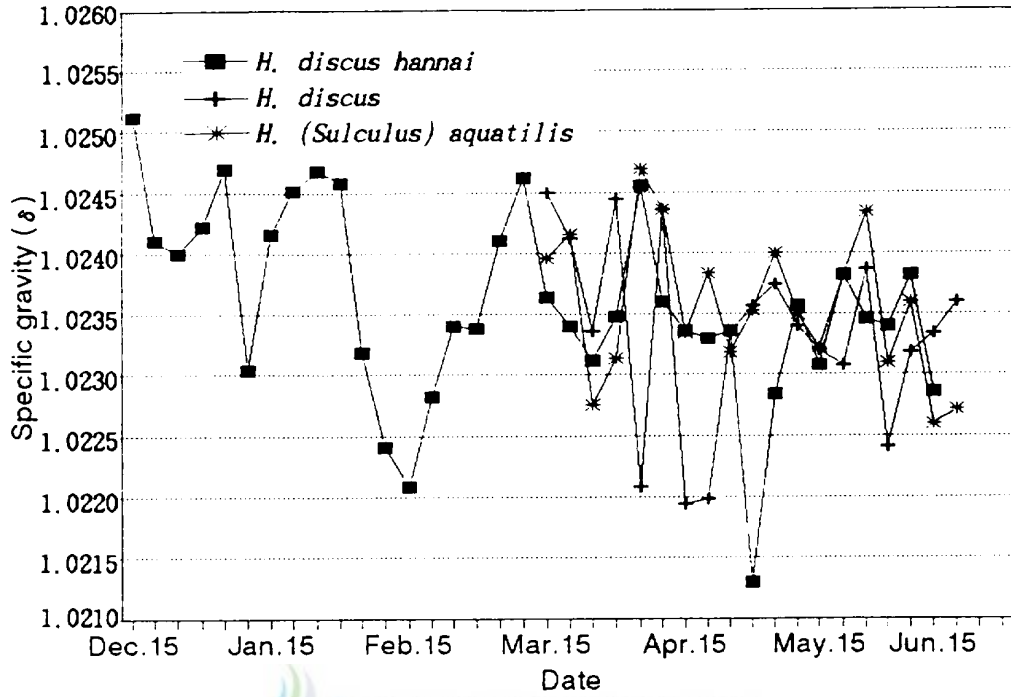


Fig. 4. Fluctuation of specific gravity over duration of experiment for three species of abalone.

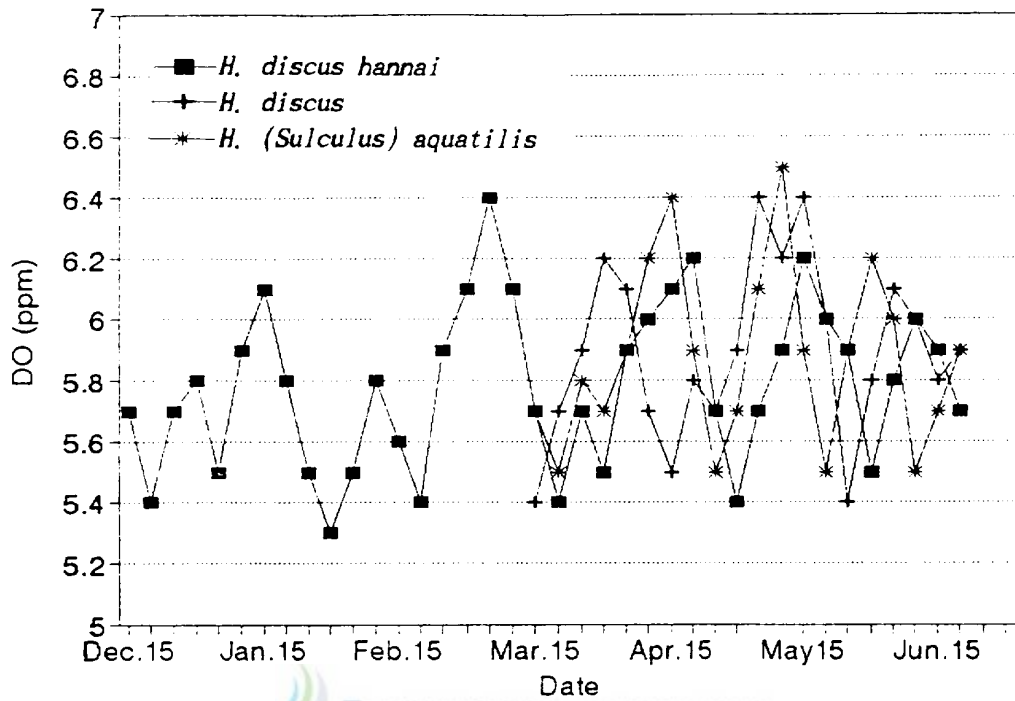


Fig. 5. Fluctuation of dissolved oxygen over duration of experiment for three species of abalone.

## 2. 飼育密度에 따른 전복類의 成長

### 1) 참전복

참전복에 있어서 시험 기간동안 수용밀도에 따른 각장의 결과는 Table 2와 같다. 사육 2개월째인 2월 15일경의 각 밀도별 (D1000, D2000, D3000) 사육결과를 보면 시험 개시시의  $11.10 \pm 0.56\text{mm}$  에서 각각  $15.29 \pm 0.15\text{mm}$ ,  $15.99 \pm 0.14\text{mm}$ ,  $16.04 \pm 0.15\text{mm}$ 로 시험 개시시 보다 높은 성장을 보였으며, 특히 D3000에서 가장 높은 성장을 보였지만, 유의성이 인정되지 않았다. 사육 5개월째인 5월 16일에는 D2000 ( $17.89 \pm 1.38\text{mm}$ )이 D1000 ( $17.55 \pm 1.36\text{mm}$ )과 D3000 ( $17.40 \pm 1.38\text{mm}$ )에 비해 좋은 성장을 보였다.

Table 2. Growth of shell length *H. discus hannai* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell length(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Dec.15	-	$11.10 \pm 0.56$	$11.10 \pm 0.56$	$11.10 \pm 0.56$
Jan.15	31	$13.88 \pm 0.13$	$14.63 \pm 0.14$	$14.40 \pm 0.16$
Feb.15	62	$15.29 \pm 0.15$	$15.99 \pm 0.14$	$16.04 \pm 0.15$
Mar.15	90	$16.76 \pm 0.16$	$16.89 \pm 0.18$	$16.54 \pm 0.13$
Apr.16	122	$17.32 \pm 0.20$	$17.57 \pm 0.19$	$17.17 \pm 0.15$
May 16	152	$17.55 \pm 1.36^{ab}$	$17.89 \pm 1.38^a$	$17.40 \pm 1.38^b$
June16	182	$18.46 \pm 1.12^a$	$18.64 \pm 1.14^a$	$17.61 \pm 1.28^b$
Daily increment in S.L. ( $\mu\text{m}/\text{day}$ )		40.4	41.4	35.2

Different superscripts indicate significance ( $P < 0.05$ )

시험 종료시인 6월 16일 (사육 182일째)에는 D2000 ( $18.64 \pm 1.14 \text{mm}$ )과 D1000 ( $18.46 \pm 1.12 \text{mm}$ )은 비슷한 성장을 보였으며, D3000 ( $17.61 \pm 1.28 \text{mm}$ )에서는 성장이 좋지 않았다. 시험구간의 유의성 검정에서는 D2000과 D1000은 유의성이 인정되지 않았지만, D2000과 D3000에서는 유의적 ( $P < 0.05$ )이었다. 시험구간 일간성장량을 비교하여 보면 D2000 ( $41.48 \mu\text{m}/\text{day}$ )과 D1000 ( $40.4 \mu\text{m}/\text{day}$ )은 비슷한 성장을 보였으며, D3000 ( $35.2 \mu\text{m}/\text{day}$ )에서는 비교적 느린 성장을 보였다. 그리고 시험 기간동안의 월별 각장의 일간성장량은 Fig. 6과 같다. 수온이 낮은 1월부터 수온이 상승하기 시작하는 5월 16일까지의 일간성장량은 3 시험구 (D1000, D2000, D3000) 모두 계속 감소 하였으며, 시험이 종료되는 6월 16일에는 일간성장량이 상승하는 경향을 보였다.

사육밀도에 따른 각쪽의 성장결과를 Table 3에 표시했다. 시험 시작당시의 각

Table 3. Growth of shell width *H. discus hannai* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell width(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Dec.15	-	$7.67 \pm 0.56$	$7.67 \pm 0.56$	$7.67 \pm 0.56$
Jan.15	31	$9.44 \pm 0.16$	$9.64 \pm 0.09$	$9.38 \pm 0.11$
Feb.15	62	$10.85 \pm 0.14$	$11.01 \pm 0.11$	$11.14 \pm 0.10$
Mar.15	90	$11.71 \pm 0.12$	$11.37 \pm 0.14$	$11.46 \pm 0.10$
Apr.16	122	$12.40 \pm 0.11^b$	$13.16 \pm 0.13^a$	$12.21 \pm 0.09^b$
May 16	152	$12.75 \pm 1.19^{ab}$	$13.24 \pm 0.87^a$	$12.41 \pm 0.85^b$
June16	182	$13.29 \pm 0.14^{ab}$	$13.64 \pm 0.10^a$	$12.78 \pm 0.51^b$

Different superscripts indicate significance ( $P < 0.05$ )

쪽  $7.67 \pm 0.56 \text{mm}$ 에서 시험 2개월째인 2월 15일에는 D3000 ( $11.14 \pm 0.10 \text{mm}$ )이 D2000 ( $11.01 \pm 0.11 \text{mm}$ )과 D1000 ( $10.85 \pm 0.14 \text{mm}$ )에 비해 다소 높은 성장을 보였으나, 각

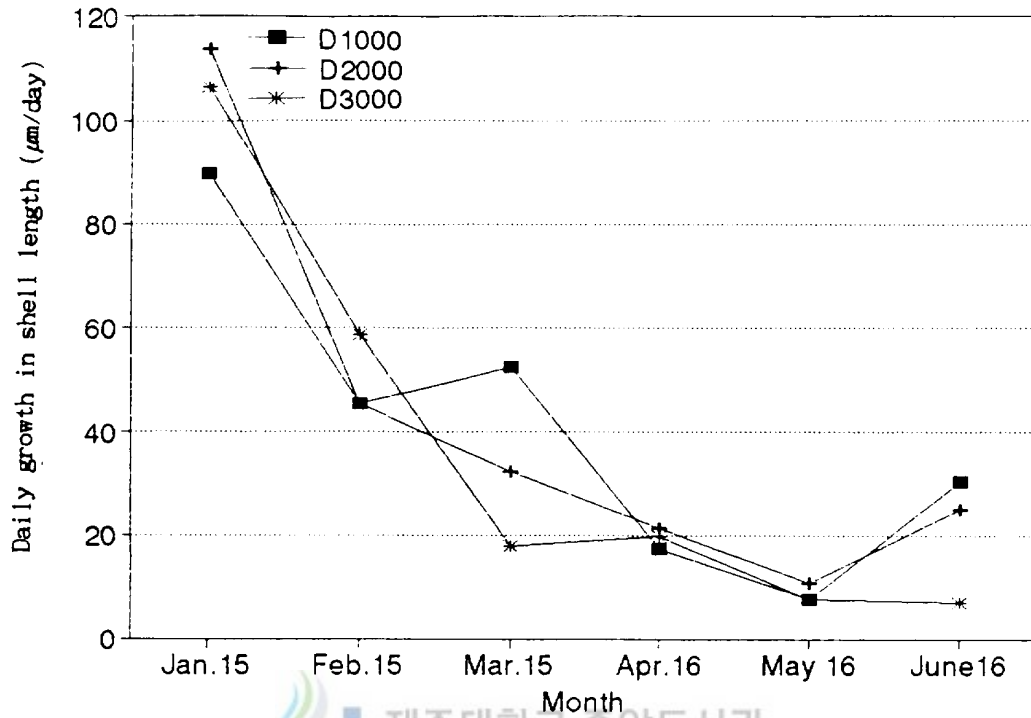


Fig. 6. Monthly changes of the daily growth in shell length of *H. discus hannai* with in three different density groups.

시험구별 검정결과는 95% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다.

사육 4개월째인 4월 16일에는 D2000 ( $13.16 \pm 0.13\text{mm}$ )이 D1000 ( $12.40 \pm 0.11\text{mm}$ )과 D3000 ( $12.21 \pm 0.09\text{mm}$ )에 비해 성장이 좋았으며, 시험구별 검정결과는 95% 수준에서 D2000은 D1000, D3000과는 유의적 이었지만, D1000과 D3000은 유의성이 인정되지 않았다. 시험종료시에는 D2000이 다른 2 시험구에 비해 현저한 성장을 보였으며, 시험구별 검정결과는 95% 수준에서 D1000과 D3000 사이에는 유의성이 인정되지 않았지만, D2000과 D3000사이에는 유의적이었다.

참전복 치패의 사육밀도에 따른 각고의 성장결과는 Table 4와 같다. 각고의 성장을 보면 사육 2개월째인 2월 15일에는 D2000 ( $3.48 \pm 0.05\text{mm}$ )은 D1000 ( $3.10 \pm 0.05\text{mm}$ )과 D3000 ( $3.43 \pm 0.06\text{mm}$ )보다 성장이 좋았으며, 사육 5개월째인 5월 16일에는 D2000 ( $5.47 \pm 0.34\text{mm}$ )과 D1000 ( $5.52 \pm 0.08\text{mm}$ )은 D3000 ( $4.61 \pm 0.34\text{mm}$ )보다 다른 성장을 보였으며, 각 시험구간의 검정결과는 95% 수준에서 D1000과 D2000사이에는 유의성이 인정되지 않았으나, D3000은 다른 2 시험구와 유의적( $P < 0.05$ )이었다. 이러한 결과는 시험 종료시까지 유지되었으며, D1000 ( $5.58 \pm 0.14\text{mm}$ )과 D2000

Table 4. Growth of shell height *H. discus hannai* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell height(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Dec.15	-	$2.17 \pm 0.31$	$2.17 \pm 0.31$	$2.17 \pm 0.31$
Jan.15	31	$2.84 \pm 0.04^a$	$2.71 \pm 0.03^a$	$2.29 \pm 0.04^b$
Feb.15	62	$3.10 \pm 0.05^b$	$3.48 \pm 0.05^a$	$3.43 \pm 0.06^a$
Mar.15	90	$4.14 \pm 0.08^a$	$3.49 \pm 0.07^b$	$3.56 \pm 0.06^b$
Apr.16	122	$5.52 \pm 0.09^a$	$4.82 \pm 0.06^b$	$4.61 \pm 0.04^b$
May 16	152	$5.52 \pm 0.08^a$	$5.47 \pm 0.34^a$	$4.61 \pm 0.34^b$
June16	182	$5.58 \pm 0.14^a$	$5.59 \pm 0.06^a$	$4.88 \pm 0.93^b$

Different superscripts indicate significance ( $P < 0.05$ )

( $5.59 \pm 0.06$  mm)은 거의 유사한 성장을 보인 반면 D3000 ( $4.88 \pm 0.93$ mm)에서는 성장이 늦었다. 그리고 각 시험구간의 유의성 검정은 95% 수준에서 D1000과 D2000은 유의성이 인정되지 않았지만 성장이 늦은 D3000은 D1000과 D2000에서 유의적이었다.

시험 기간중 참전복 치패의 사육밀도에 따른 체중의 증가량은 Table 5에 나타내었다. 시험 개시시의  $169 \pm 81.3$ mg에서 사육 2개월째인 2월 15일에 D1000, D2000, D3000의 체중의 성장은 각각  $561 \pm 0.16$ mg,  $620 \pm 0.14$ mg,  $575 \pm 0.17$ mg으로 D2000에서 빠른 성장을 보였으나, 각 시험구별 유의성 검정결과는 95% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다. 시험 5개월째인 5월 16일에는 D2000이  $1,111 \pm 0.23$ mg으로 다른 두 시험구에 비해 좋은 성장을 보인 반면 D1000과 D3000은  $990 \pm 0.26$ mg,  $960 \pm$

Table 5. Growth of body weight *H. discus hannai* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean body weight(mg)		
		D1000	D2000	D3000
Dec.15	-	$169 \pm 81.3$	$169 \pm 81.3$	$169 \pm 81.3$
Jan.15	31	$440 \pm 0.11$	$420 \pm 0.12$	$414 \pm 0.14$
Feb.15	62	$561 \pm 0.16$	$620 \pm 0.14$	$575 \pm 0.17$
Mar.15	90	$681 \pm 0.19^b$	$738 \pm 0.19^a$	$682 \pm 0.16^b$
Apr.16	122	$855 \pm 0.25$	$990 \pm 0.21$	$804 \pm 0.16$
May 16	152	$990 \pm 0.26^{ab}$	$1,111 \pm 0.23^a$	$960 \pm 0.22^b$
June16	182	$1,190 \pm 0.21^a$	$1,284 \pm 0.22^a$	$1,104 \pm 0.20^b$
Daily increment in B.W(mg/day)		6.0	6.1	5.1
Total biomass (g/m <sup>2</sup> )		912.1	1948.9	2424.8

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

두 시험구에 비해 좋은 성장을 보인 반면 D1000과 D3000은  $990 \pm 0.26\text{mg}$ ,  $960 \pm 0.22\text{mg}$ 으로 성장이 좋지 않았다. 시험 종료시의 체중의 증가는 D2000 ( $1,284 \pm 0.22\text{mg}$ ), D1000 ( $1,190 \pm 0.21\text{mg}$ ), D3000 ( $1,104 \pm 0.20\text{mg}$ )의 순위로서 각 시험구별 검정결과는 95% 수준에서 D2000과 D3000은 유의적이었으나 D1000과 D2000사이에는 유의차가 인정되지 않았다. 일간 증중량은 D2000이  $6.1\text{mg/day}$ , D1000:  $6.0\text{mg/day}$ , D3000:  $5.1\text{mg/day}$ 의 순위로 D2000에서 빠른 성장을 하였지만, D1000과는 비슷하였다. 그리고 시험 기간 동안 월별 체중의 일간증중량은 Fig. 7과 같다. 시험 1개월째에는 D1000에서 다른 2 시험구 D2000과 D3000에 비해 일간증중율이 높았으나, 시험 4개월째에는 D2000에서  $7.8\text{mg/day}$ 으로 D1000:  $5.4\text{mg/day}$ , D3000:  $3.8\text{mg/day}$ 에 비해 높은 증가를 보였으며, 그 이후에는 3 시험구 모두 비슷하게 증가하는 경향을 보였다. 시험기간중의 총증량은 D1000에서  $912.1\text{g/m}^2$ , D2000:  $1,948.9\text{g/m}^2$ , D3000:  $2,424.8\text{g/m}^2$ 로서 D3000에서 가장 높게 나타났다.

사육밀도에 따른 참전복 성장의 결과를 요약해 보면 각장, 각폭, 각고등의 패각의 성장은 전반적으로 시험 2개월 부터 4개월까지는 비교적 빠른 성장을 보였고, 그 이후는 다소 완만한 성장을 보였다.



## 2) 까막전복

까막전복의 92일 동안 사육한 수용밀도에 따른 殼長의 성장 결과를 Table 6에 표시했다. 사육 2개월째인 5월 16일의 사육밀도 D1000, D2000, D3000의 사육결과를 보면 시험 개시시의 각장  $12.47 \pm 1.74\text{mm}$ 에서 각각  $13.84 \pm 0.15\text{mm}$ ,  $14.53 \pm 0.14\text{mm}$ ,  $12.99 \pm 0.08\text{mm}$ 로 성장 하였으나, 각 시험구간의 성장에 대한 검정결과는 95% 수준에서 가장 빠른 성장을 보인 D2000과 다른 2 시험구 D1000, D3000 사이에서는 유의적이었지만 D1000과 D3000은 유의성이 인정되지 않았다.



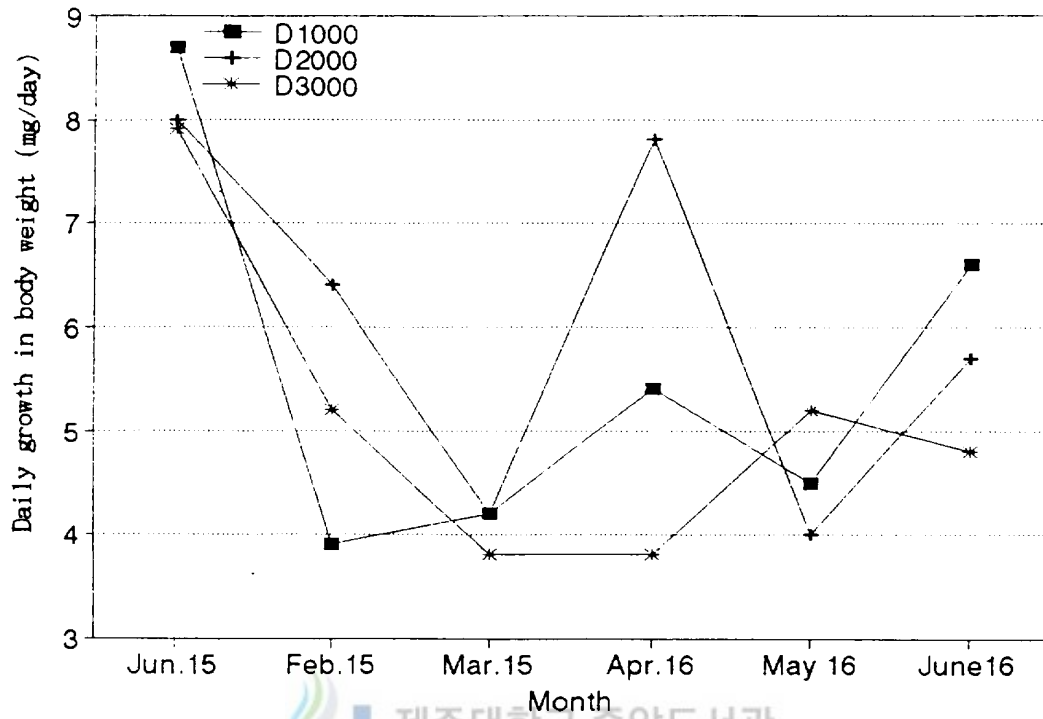


Fig. 7. Monthly changes of the daily growth in body weight of *H. discus hannai* with in the three different density groups.

Table 6. Growth of shell length *Haliotis discus* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell length(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	12.47±1.74	12.47±1.74	12.47±1.74
Mar.30	15	12.68±0.19 <sup>b</sup>	13.28±0.19 <sup>a</sup>	12.49±0.10 <sup>b</sup>
Apr.16	32	13.08±0.18 <sup>b</sup>	13.88±0.18 <sup>a</sup>	12.53±0.10 <sup>b</sup>
May 1	47	13.30±0.16 <sup>b</sup>	14.12±0.14 <sup>a</sup>	12.59±0.10 <sup>c</sup>
May 16	62	13.84±0.15 <sup>b</sup>	14.53±0.14 <sup>a</sup>	12.99±0.08 <sup>b</sup>
May 31	77	14.10±0.95 <sup>a</sup>	14.73±0.19 <sup>a</sup>	13.47±0.09 <sup>b</sup>
June15	92	15.07±0.65 <sup>a</sup>	15.18±0.17 <sup>a</sup>	13.69±0.09 <sup>b</sup>
Daily increment in S.L. (μm/day)		28.3	29.4	13.3

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

시험이 종료되는 6월 15의 각장 성장은 D2000: 15.18±0.17mm, D1000: 15.07±0.65mm, D3000: 13.69±0.09mm의 순위였으며, 성장이 좋았던 D2000과 D1000은 95% 수준에서 유의성이 인정되지 않았으나, D3000과는 유의적이었다. 각장의 일간성장량에 있어서도 D2000: 29.4μm/day, D1000: 28.3μm/day, D3000: 13.3μm/day의 순위로 D2000에서 가장 빠른 성장을 보였지만, D1000도 D2000과 거의 비슷한 성장을 보였다. 까막전복의 월별 각장의 일간성장량은 Fig. 8과 같다. D2000에서는 시험 1개월째의 일간성장량 (54μm/day)이 다른 두 시험구 (D1000: 14μm/day, D3000: 1.3μm/day)에 비해 성장이 좋았지만, 5월 16일에는 D1000에서 높은 증가를 보였다. 시험 종료시에는 D3000에서 성장이 늦어지는 경향을 보였다.

까막전복에 있어서 사육밀도에 따른 각쪽의 성장결과는 Table 7과 같다. 시험 개시시의 각쪽 8.58±1.17mm에서 시험 2개월째인 5월 16일에는 D2000: 10.56±0.11mm, D1000: 9.00±0.08mm, D3000: 8.70±0.06mm의 순위로 성장 하였으며,

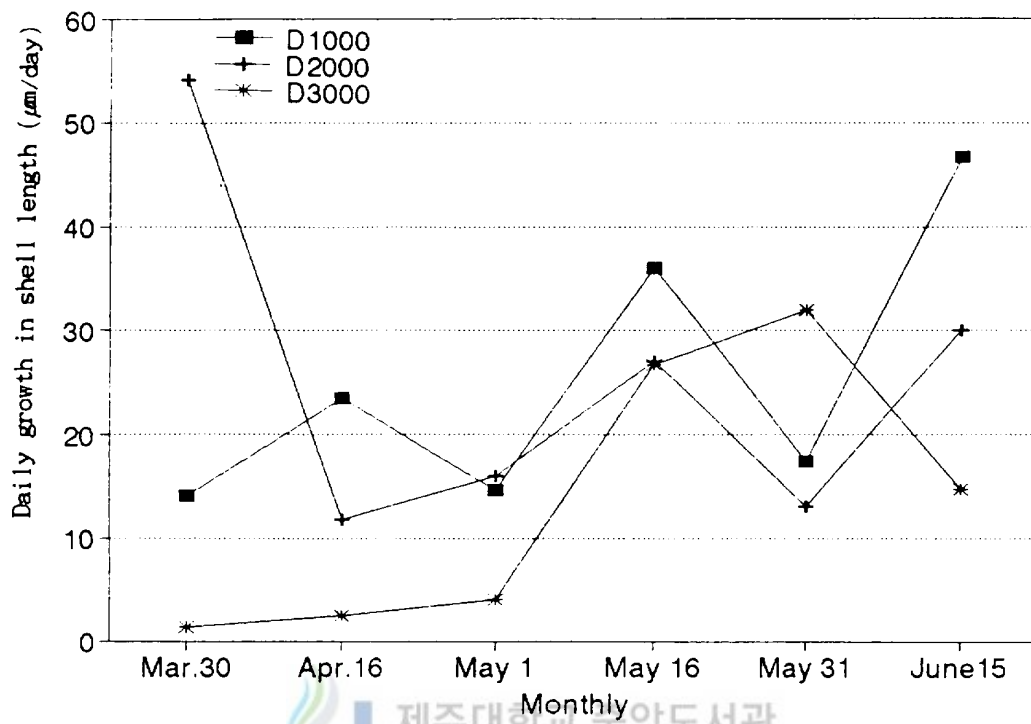


Fig. 8. Monthly changes of the daily growth in shell length of *H. discus* with in the three different density groups.

Table 7. Growth of shell width *Haliotis discus* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell width(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Mar. 15	-	8.58±1.17	8.58±1.17	8.58±1.17
Mar. 30	15	8.66±0.16 <sup>b</sup>	9.48±0.12 <sup>a</sup>	8.60±0.07 <sup>b</sup>
Apr. 16	32	8.74±0.18 <sup>b</sup>	9.99±0.26 <sup>a</sup>	8.63±0.06 <sup>b</sup>
May 1	47	8.77±0.11 <sup>b</sup>	10.34±0.09 <sup>a</sup>	8.64±0.67 <sup>b</sup>
May 16	62	9.00±0.08 <sup>b</sup>	10.56±0.11 <sup>a</sup>	8.70±0.06 <sup>b</sup>
May 31	77	9.35±0.73 <sup>b</sup>	10.68±0.11 <sup>a</sup>	8.85±0.06 <sup>c</sup>
June 15	92	10.30±0.91 <sup>a</sup>	10.77±0.11 <sup>a</sup>	8.96±0.06 <sup>b</sup>

Different superscripts indicate significance ( $P < 0.05$ )

그중 성장이 가장 양호한 D2000과 다른 2 시험구와의 성장에 대한 검정결과는 95% 수준에서 유의적이었다. 시험 종료시인 6월 15일의 각쪽의 크기는 D2000:  $10.77 \pm 0.11$ mm, D1000:  $10.30 \pm 0.91$ mm, D3000:  $8.96 \pm 0.06$ mm의 순위로서 각 시험구 간의 성장을 검정한 결과 95% 수준에서 비슷한 성장을 보인 D1000과 D2000사이에는 유의성이 인정되지 않았으나 D2000과 D3000사이에는 유의적이었다( $P < 0.05$ ).

시험 기간동안 까막전복의 사육밀도에 따른 각 시험구별 각고의 성장 결과는 Table 8에 나타내었다. 사육 2개월째인 5월 16일의 각 시험구별 각고의 성장은 D2000:  $3.42 \pm 0.06$ mm, D1000:  $3.37 \pm 0.04$ mm, D3000:  $2.85 \pm 0.03$ mm의 순위로 나타났지만, 사육 77일째인 5월 31일에는 D1000:  $4.45 \pm 0.17$ mm, D2000:  $4.52 \pm 0.37$ mm, D3000:  $2.97 \pm 0.02$ mm로 D1000과 D2000이 D3000보다 현저한 성장을 보였으며, 검정 결과 95% 수준에서 성장이 빠른 D2000과 D1000 사이에는 유의성이 인정되지 않았으나 D3000과는 유의적이었다. 시험 종료시인 6월 15일에는 D1000:  $5.07 \pm 0.04$ mm, D2000:  $5.14 \pm 0.09$ mm, D3000:  $3.09 \pm 0.04$ mm로 5월에 비하여 다소 성장차를 보였

Table 8. Growth of shell height *Haliotis discus* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell height(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	2.65±0.45	2.65±0.45	2.65±0.45
Mar.30	15	2.66±0.05 <sup>ab</sup>	2.84±0.06 <sup>a</sup>	2.70±0.03 <sup>b</sup>
Apr.16	32	3.02±0.05 <sup>a</sup>	3.03±0.04 <sup>a</sup>	2.73±0.03 <sup>c</sup>
May 1	47	3.09±0.03 <sup>a</sup>	3.21±0.07 <sup>a</sup>	2.76±0.03 <sup>b</sup>
May 16	62	3.37±0.04 <sup>a</sup>	3.42±0.06 <sup>a</sup>	2.85±0.03 <sup>c</sup>
May 31	77	4.45±0.17 <sup>a</sup>	4.52±0.37 <sup>a</sup>	2.97±0.02 <sup>b</sup>
June15	92	5.07±0.04 <sup>a</sup>	5.14±0.09 <sup>a</sup>	3.09±0.04 <sup>b</sup>

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

으며, 검정결과 95% 수준에서 D1000, D2000과 D3000사이에 유의성이 인정되었다.

시험 기간동안 사육밀도에 따른 까막전복의 체중에 대한 성장결과는 Table 9와 같다. 사육 2개월째인 5월 16일의 각 시험구별 성장은 시험 개시시의 220±89.82mg에서 D2000: 326±0.11mg, D1000: 278±0.10mg, D3000: 248±0.04mg의 순위로 나타났다. 시험이 종료되는 6월 15일에는 D1000의 성장이 빨라져서 D2000의 평균체중에 근접하여 왔으나 D3000은 다소 성장이 저조하였다. 체중의 성장을 보면 D2000이 378±0.15mg으로 다른 2 시험구에 비해 월등한 체중의 성장을 보여으나, D1000과는 351±0.69mg으로 유의성이 인정되지 않았으나, D3000과는 293±0.06mg으로 유의적이었다(P < 0.05). 체중의 일간성장량도 D2000 (1.7mg/day)이 D1000의 1.4mg/day와 D3000의 0.7mg/day보다 높게 나타났다. 평균체중 및 일간증중율에 있어서는 D2000에서 성장이 가장 좋았지만 단위 면적당 총증량은 D3000: 624.5g/m<sup>2</sup>, D2000: 530.6 g/m<sup>2</sup>, D1000: 277.2g/m<sup>2</sup>의 순위로서 D3000에서 가장 높은 증육량을 보였다. 그리고 월별 각장의 일간증중량은 Fig. 9와 같다. 일간증중량은 세 시험구 모두 저수온기인 5월 1일까지는 거의 비슷한 증가를 보였으며, 시험 종료시인 6월 15일에는 D1000과 D3000은 일간증중량이 증가하였지만 D2000에서는 감소하는

Table 9. Growth of body weight *Haliotis discus* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean body weight(mg)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	220±89.82	220±89.82	220±89.82
Mar.30	15	229±0.10 <sup>b</sup>	291±0.12 <sup>a</sup>	225±0.06 <sup>b</sup>
Apr.16	32	235±0.08 <sup>b</sup>	294±0.11 <sup>a</sup>	229±0.05 <sup>b</sup>
May 1	47	243±0.10 <sup>b</sup>	300±0.08 <sup>a</sup>	232±0.06 <sup>b</sup>
May 16	62	278±0.10	326±0.11	248±0.04
May 31	77	296±0.08 <sup>b</sup>	357±0.11 <sup>a</sup>	251±0.05 <sup>c</sup>
June15	92	351±0.69 <sup>a</sup>	378±0.15 <sup>a</sup>	293±0.06 <sup>b</sup>
Daily increment in B.W. (mg/day)		1.4	1.7	0.7
Total biomass (g/m <sup>2</sup> )		277.2	530.6	624.5

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

경향을 보였다.

사육 밀도별 까막전복의 성장 결과를 요약해 보면 각장, 각폭, 각고 등의 폐각의 성장은 전반적으로 시험 개시시부터 시험 종료시까지 참전복에 비해 완만하게 성장하는 경향이 있었다.

### 3) 오분자기

오분자기의 시험기간 동안 수용밀도에 따른 殼長의 성장결과는 Table 10과 같다. 시험 개시시의 각장 10.99±3.51mm에서 사육 2개월째인 5월 16일경의 D1000, D2000, D3000의 성장은 각각 16.15±0.30mm, 16.25±0.25mm, 17.73±0.02mm로

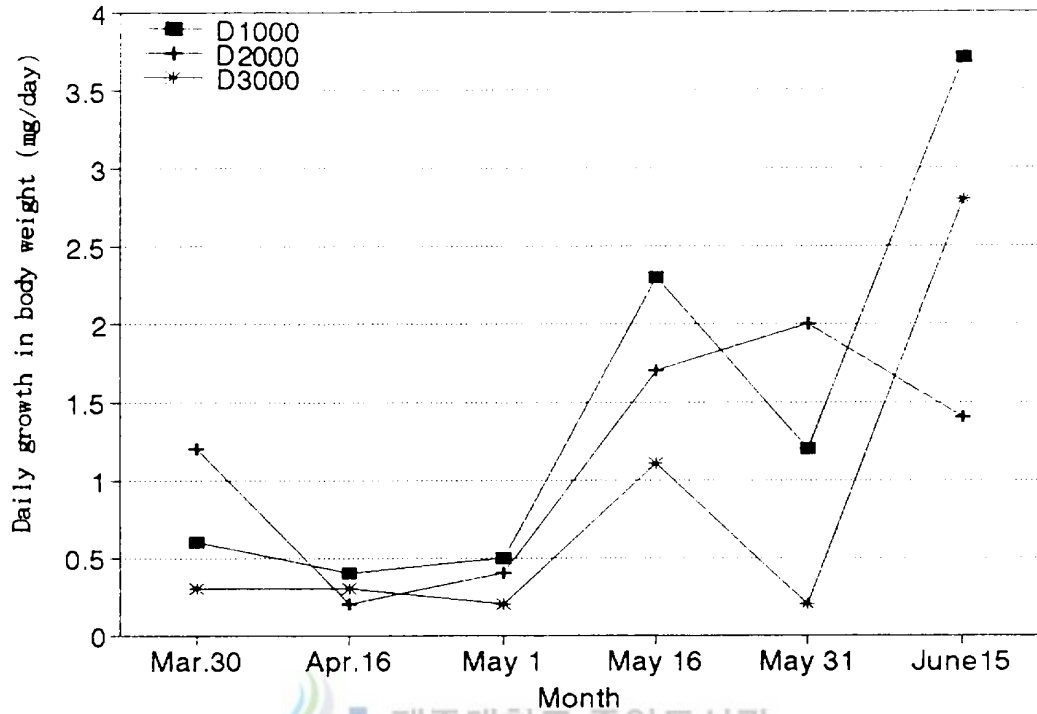


Fig. 9. Monthly changes of the daily growth in body weight of *H. discus* with in the three different density groups.

Table 10. Growth of shell length *H. (Sulculus) aquatilis* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell length(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	10.99±3.51	10.99±3.51	10.99±3.51
Mar.30	15	11.59±0.16	11.86±0.14	12.17±0.14
Apr.16	32	12.39±0.20 <sup>b</sup>	13.30±0.16 <sup>b</sup>	14.99±0.23 <sup>a</sup>
May 1	47	14.77±0.24 <sup>b</sup>	14.97±0.27 <sup>b</sup>	17.32±0.27 <sup>a</sup>
May 16	62	16.15±0.30 <sup>b</sup>	16.25±0.25 <sup>b</sup>	17.73±0.02 <sup>a</sup>
May 31	77	17.79±0.30	17.86±0.27	18.26±0.22
June15	92	18.14±0.34	18.25±0.38	18.34±0.24
Daily increment in S.L. (μm/day)		77.7	78.9	79.4

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

D3000에서 비교적 빠른 성장을 보였으며, D1000과 D2000은 거의 비슷한 성장을 하였다. 그리고 성장이 가장 좋았던 D3000과 성장이 좋지 않았던 D1000, D2000과는 유의적이었다.

시험 종료시인 6월 15일에는 D3000: 18.34±0.24mm, D1000: 18.14±0.34mm, D2000: 18.25±0.38mm로서 각 시험구마다 근소한 성장차를 보였으며, 각 시험구간의 성장에 대한 검정결과는 95% 수준에서 성장이 빠른 D3000에 대하여 D1000과 D2000은 유의성이 인정되지 않았다. 사육밀도에 따른 각 시험구의 일간성장량은 D3000 (79.4 μm/day), D2000 (78.9μm/day), D1000 (77.7μm/day)의 순위로 D3000에서 다른 2 시험구에 비해 빠른 성장을 보였다. 오분자기의 월별 각장의 일간성장량은 Fig. 10과 같다. 시험 기간중 가장 높은 성장량을 보인 5월 1일의 일간성장량은 D1000: 158.6μm/day, D2000: 111.3μm/day, D3000: 155.3μm/day이었으며, 이후부터 5월 30일까지는 계속 빠른 성장을 보였고 시험 종료시인 6월 15일에는 3 시험



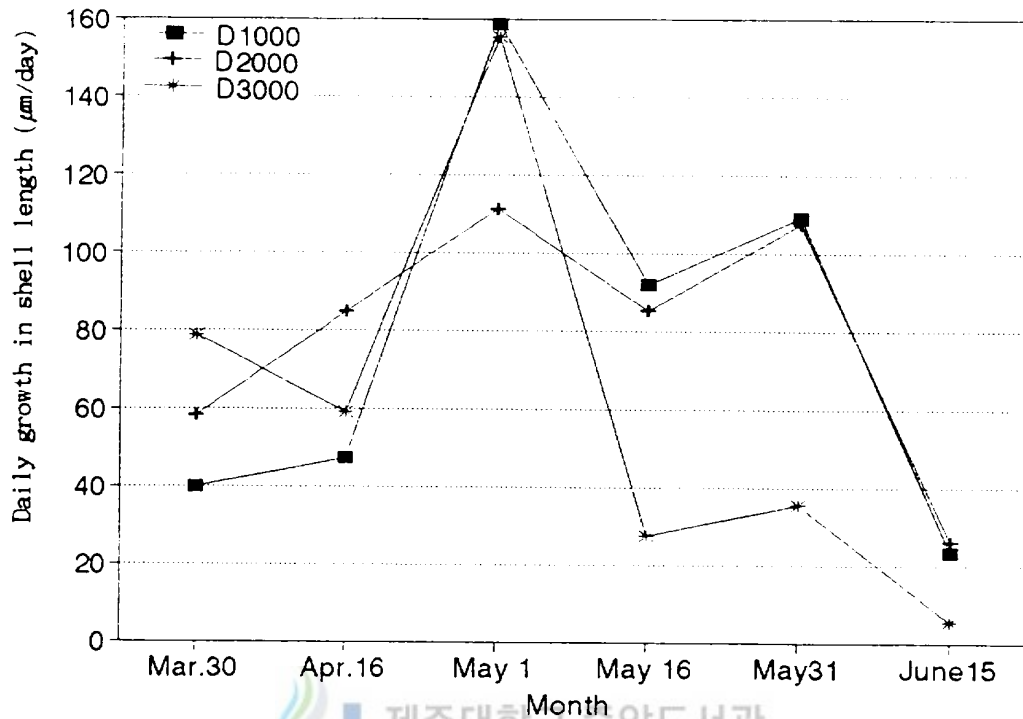


Fig. 10. Monthly changes of the daily growth in shell length of *H. (Sulculus) aquatilis* with in the three different density groups.

Table 11. Growth of shell width *Haliotis (Sulculus) aquatilis* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell width(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	7.43±1.25	7.43±1.25	7.43±1.25
Mar.30	15	7.95±0.09	7.63±0.14	8.00±0.09
Apr.16	32	9.40±0.13 <sup>a</sup>	8.48±0.09 <sup>b</sup>	9.66±0.15 <sup>a</sup>
May 1	47	9.94±0.20 <sup>b</sup>	9.75±0.18 <sup>b</sup>	11.18±0.17 <sup>a</sup>
May 16	62	10.38±0.19 <sup>b</sup>	10.46±0.18 <sup>b</sup>	11.34±0.18 <sup>a</sup>
May 31	77	11.51±0.22	11.53±0.19	11.81±0.14
June15	92	11.90±0.24	11.92±0.27	11.97±0.14

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

구 모두 일간성장량이 감소하는 경향을 보였다.

사육밀도에 따른 오분자기의 殼幅에 대한 성장결과는 Table 11과 같다. 시험 개시시의 각쪽 7.43±1.25mm에서 시험 2개월째인 5월 16일에는 D3000: 11.34±0.18mm, D2000: 10.46±0.18mm, D1000: 10.38±0.19mm의 순위로 D3000에서 비교적 높은 성장을 보였으며, 성장이 가장 빠른 D3000과 성장이 저조한 다른 2 시험구 사이의 성장에 대한 검정결과는 95% 수준에서 유의적이었다. 시험 종료시인 6월 15일의 각쪽의 크기는 D3000: 11.97±0.14mm, D2000 : 11.92±0.27mm, D1000: 11.90±0.24mm의 순으로 성장하였으나, 각 시험구간의 성장에 대한 검정결과는 성장이 가장 좋았던 D3000에 대하여 D1000과 D2000은 95% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다.

시험 기간동안 오분자기의 사육밀도에 따른 각고의 성장결과는 Table 12에 나타내었다. 시작 당시의 각고 2.40±0.37mm되는 치패의 사육 2개월째인 5월 16일의 각 시험구별 각고의 성장은 D3000: 4.46±0.18mm, D1000 : 3.76±0.09mm, D2000: 3.67±0.08mm의 순위로 D3000의 성장이 빠르게 나타났다.

Table 12. Growth of height *H. (Sulculus) aquatilis* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean shell height(mm)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	2.40±0.37	2.40±0.37	2.40±0.37
Mar.30	15	2.49±0.05	2.52±0.66	2.54±0.05
Apr.16	32	3.29±0.06	2.97±0.05	3.35±0.06
May 1	47	3.35±0.06 <sup>b</sup>	3.37±0.06 <sup>b</sup>	3.97±0.07 <sup>a</sup>
May 16	62	3.76±0.09 <sup>b</sup>	3.67±0.08 <sup>b</sup>	4.46±0.18 <sup>a</sup>
May 31	77	4.38±0.07	4.24±0.05	4.47±0.05
June15	92	4.70±0.08	4.67±0.08	4.71±0.05

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

Table 13. Growth body weight of *H. (Sulculus) aquatilis* over duration of experiment

Date	Days of rearing	Mean body weight(mg)		
		D1000	D2000	D3000
Mar.15	-	198±64.3	198±64.3	198±64.3
Mar.30	15	239±0.07	219±0.09	232±0.08
Apr.16	32	396±0.16 <sup>a</sup>	390±0.10 <sup>b</sup>	405±0.18 <sup>a</sup>
May 1	47	540±0.18 <sup>b</sup>	535±0.22 <sup>b</sup>	670±0.29 <sup>a</sup>
May 16	62	670±0.25 <sup>b</sup>	668±0.26 <sup>b</sup>	713±0.22 <sup>a</sup>
May 31	77	716±0.30	710±0.26	734±0.26
June15	92	778±0.34	774±0.35	784±0.23
Daily increment in B.W. (mg/day)		6.3	6.2	6.4
Total biomass		630.7g	1084.8g	1699.6g

Different superscripts indicate significance (P < 0.05)

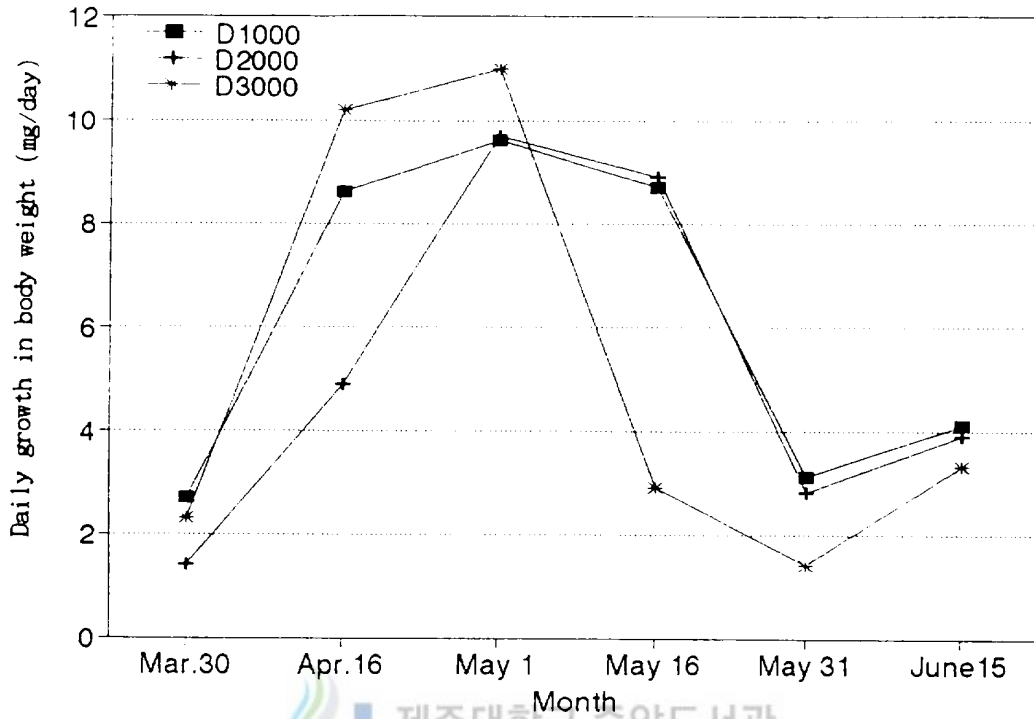


Fig. 11. Monthly changes of the daily growth in body weight of *H. (Sulculus) aquatilis* in the three different density groups.

시험이 종료되는 6월 15일에는 D3000:  $4.71 \pm 0.08 \text{mm}$ , D1000:  $4.70 \pm 0.08 \text{mm}$ , D2000:  $4.67 \pm 0.08 \text{mm}$  순위로 D3000에서 성장이 좋았지만, 성장에 대한 검정결과는 95% 수준에서 성장이 좋았던 D3000과 성장이 늦었던 다른 2 시험구간에는 유의성이 인정되지 않았다.

시험 기간동안 사육밀도에 따른 오분자기의 체중에 대한 성장결과는 Table 13과 같다. 시험 시작당시의 체중  $198 \pm 64.3 \text{mg}$ 인 오분자기 치패에 있어서 사육 2개월째의 각 시험구별 성장은 D3000:  $713 \pm 0.22 \text{mg}$ , D1000:  $670 \pm 0.25 \text{mg}$ , D2000:  $668 \pm 0.26 \text{mg}$ 의 순위로 나타났다. 시험이 종료되는 6월 15일에는 D3000 ( $784 \pm 0.23 \text{mg}$ )에서 다소 빠른 성장을 보였으며, D1000과 D2000은 각각  $778 \pm 0.34 \text{mg}$ ,  $774 \pm 0.35 \text{mg}$ 으로 비슷한 성장을 보였으나, 성장이 가장 빠른 D3000과 다른 2 시험구와의 성장을 검정한 결과 95% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다. 체중의 일간증증량에 있어서는 D1000, D2000, D3000이 각각 6.3, 6.2, 6.3mg/day로 거의 유사한 결과를 보였다. 오분자기의 월별 체중의 일간증증율은 Fig. 11과 같다. 시험 개시시인 3월 30일부터 4월 16일까지는 3 시험구 모두 일간증증율이 증가하였으며, 특히 수온이 상승하는 5월 1일경에는 D1000 (9.6mg/day), D2000 (9.7mg/day), D3000 (11.0mg/day)의 순위로 가장 높은 증가를 보였다. 시험 종료시인 6월 15일의 일간증증율은 D1000: 4.1mg/day, D2000: 3.9mg/day, D3000: 3.3mg/day으로 고수온기에는 감소하였다.

### 3. 먹이效果

시험 기간동안 수용밀도에 따른 3종의 전복치패의 체중증가량, 증육계수, 생존 개체수를 Table 14에 나타내었다. 시험 기간동안 3종의 수용밀도에 따른 체중증가를 보면 참전복은 D1000에서 220.5g, D2000: 444.3g, D3000: 526.8g으로 D3000에서 가장 높은 체중증가를 보이고 있다. 까막전복은 D1000: 5.0g, D2000: 1.0g, D3000: -47.0 g으로 아주 저조한 성장을 보이고 있으며, 특히 D3000에서는 체중의

Table 14. Results of survival individuals and conversion factor and increment weight in three species of juveniles abalone

Species	Density	Feeding amount (g)	Initial		Final			
			NO.s.	T.W (g)	NO.s survival	T.W (g)	Increment weight(g)	C.F
<i>H. discus hannai</i>	D1000	9,041	300	50.7	226	271.2	220.5	8.7
	D2000	10,687	600	101.4	425	545.7	444.3	9.6
	D3000	12,314	900	152.1	615	678.9	526.3	13.1
<i>H. discus</i>	D1000	804	300	72.6	221	77.6	5.0	7.3
	D2000	1,103	600	145.2	387	146.2	1.0	8.1
	D3000	1,365	900	217.8	583	170.8	-47.0	16.1
<i>H. (Sulculus) a-quartilis</i>	D1000	1,450	300	59.4	227	176.6	117.2	2.5
	D2000	1,890	600	118.8	410	317.3	198.5	3.3
	D3000	2,790	900	178.2	607	475.8	297.6	4.7

증가가 오히려 감소하는 결과를 나타내고 있다. 오분자기에 있어서는 D1000: 117.2g, D2000: 198.5g, D3000: 297.6g으로 까막전복에 비해 좋은 성장을 보였다. 밀도별 총체중의 증가는 참전복과 오분자기는 밀도가 높을수록 성장은 좋은 결과를 보였다. 증육계수를 보면 참전복과 까막전복은 시험구 모두 밀도가 높을수록 높은 결과를 나타냈으며, 오분자기에 있어서는 밀도가 높을수록 증육계수가 높았지만 D2000과 D3000에서는 비슷한 결과를 보였다. 그리고 오분자기 (2.5~4.7)의 증육계수는 모두 밀도별 시험구에서 참전복 (8.7~13.1)과 까막전복 (7.3~16.1)에 비해 낮게 나타났다.

#### 4. 生存率

시험 기간중의 밀도에 따른 각 종류별 생존율과 폐사율은 Table 15와 같다. 시험구에 따른 일간폐사율을 비교하면 참전복은 D1000에서  $1.56 \times 10^{-3}$ , D2000: 1.89

$\times 10^{-3}$ , D3000:  $2.09 \times 10^{-3}$ 으로 밀도가 높을수록 일간폐사율이 높았으며 까막전복과 오분자기는 D2000에서 각각  $4.59 \times 10^{-3}$ ,  $4.54 \times 10^{-3}$ 으로 가장 높게 나타났지만 2000과 D3000에서는 거의 유사하였다.

Table 15. Survival rates of juvenile abalones

Species	Density	NO.S	NO.S survival	Survival rate	d	s	a
<i>H. discus hannai</i>	D1000	300	226	75.3	$1.56 \times 10^{-3}$	0.998444	$1.56 \times 10^{-3}$
	D2000	600	425	70.8	$1.89 \times 10^{-3}$	0.998111	$1.89 \times 10^{-3}$
	D3000	900	615	68.3	$2.09 \times 10^{-3}$	0.997912	$2.09 \times 10^{-3}$
<i>H. discus</i>	D1000	300	221	73.0	$2.84 \times 10^{-3}$	0.997164	$2.84 \times 10^{-3}$
	D2000	600	387	64.9	$4.59 \times 10^{-3}$	0.995420	$4.59 \times 10^{-3}$
	D3000	900	583	64.5	$4.15 \times 10^{-3}$	0.995858	$4.15 \times 10^{-3}$
<i>H. (Sulculus) a-quartilis</i>	D1000	300	227	75.3	$3.03 \times 10^{-3}$	0.996974	$3.03 \times 10^{-3}$
	D2000	600	410	68.4	$4.54 \times 10^{-3}$	0.995470	$4.54 \times 10^{-3}$
	D3000	900	607	67.0	$4.28 \times 10^{-3}$	0.995729	$4.28 \times 10^{-3}$

d= Instantaneous death rate, s= Daily survival rate, a= Daily death rate

그리고 각 종별 일간폐사율의 순위를 비교하면 오분자기에서 폐사율이 가장 높았으며, 일간생존율은 3종 모두 밀도가 낮을수록 높게 나타났다.

사육기간 동안 밀도에 따른 전복류 치패의 생존율은 Fig. 12와 같다. 참전복은 시험 개시시부터 사육 2개월째인 2월 15일에는 D1000이 88.3%, D2000과 D3000이 각각 86.7%, 87.8%의 생존율을 보였으며, 사육 4개월째인 4월경에는 각 시험구간에 근사한 차이를 보였다. 시험 종료시에는 D1000이 75.3%로 D2000: 70.8%와 D3000: 68.3%에 비해 생존율이 좋았다. 까막전복은 시험 개시시부터 사육 1개월째인 4월 16일에는 D1000이 90.7%, D2000과 D3000이 각각 83.0%, 86.8%였다. 사육 3개월째에는 전 시험구에서 생존율이 낮아지는 경향을 보였으며, 시험 종료시에는 D1000이 73.0%로 D2000: 64.9%와 D3000: 64.5%에 비해 높은 생존율을 보였으며,

D2000과 D3000은 비슷한 생존율을 보였다. 오분자기의 밀도에 따른 생존율은 시험 개시시부터 사육 1개월째인 4월 16일에는 D1000이 88.7%, D2000과 D3000이 각각 89.7%, 90.8%로 전 시험구에서 까막전복에 비해 다소 높은 생존율을 보였다. 사육 3개월째인 D1000에서는 생존율이 완만하게 감소하는 경향을 보였으며, D2000과 D3000에서는 감소하는 폭이 컸다. 시험 종료시에는 D1000이 75.3%로 D2000: 68.4% 와 D3000: 67.0%에 비해 높은 생존율을 보였다.



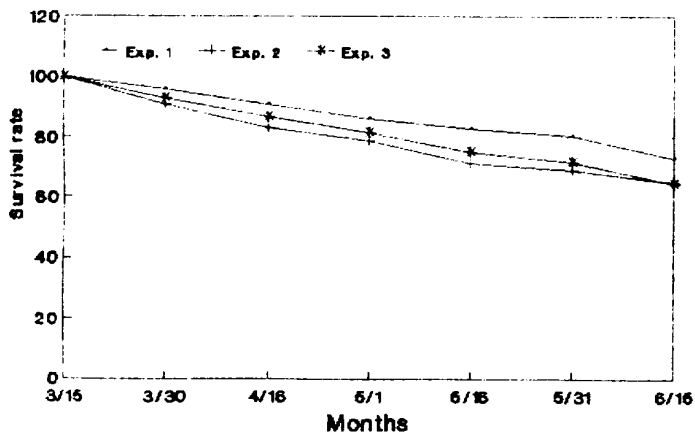
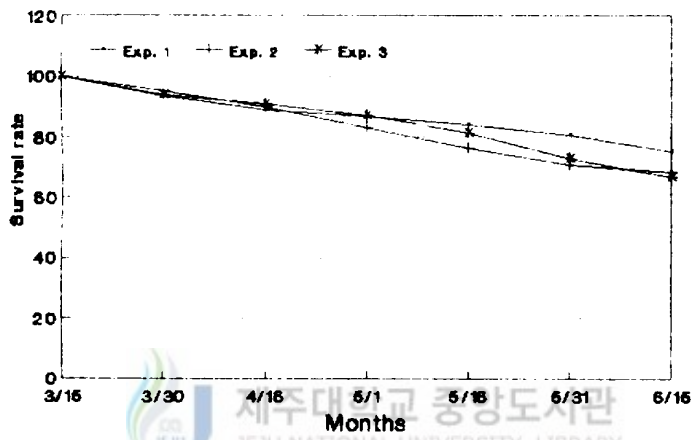
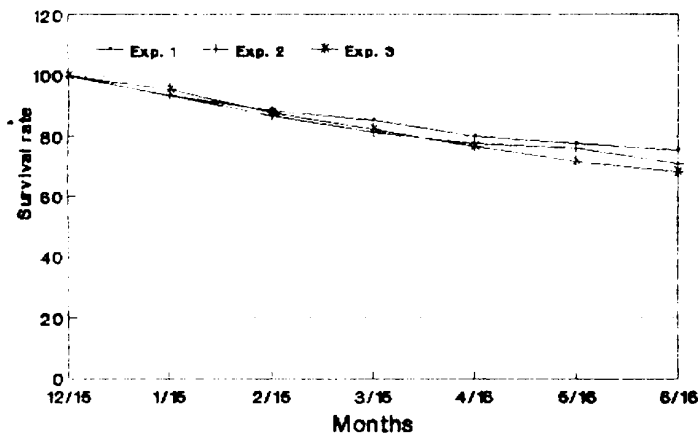


Fig. 12. Survival rate of juveniles of *H. discus hannai*(upper), *H. discus*(middle), *H. (Sulculus) aquatilis*(lower).

## IV. 考 察

전복속의 종묘생산 초기과정에서 채묘기에서 박리한 각장 5mm내외의 치패는 보다 빠른 성장을 위하여 해조류의 유업등으로 먹이를 전환시키고, 생산율을 높이기 위하여 각종시설을 이용한 평면사육으로 각장 10mm이상의 종묘로 육성시킨다(井上, 1976). 각장 10mm 이후의 중간육성은 어린치패를 방류시 해적생물로 부터 벗어날 수 있는 크기인 각장 3cm까지 육상수조 또는 해상 가두리에서 중간육성을 하고있다(小島, 1981). 따라서 이 시험에서는 제주도의 해양 여건상 자연해면을 이용한 양식시설의 어려운 점과 유수 사육에서의 과다한 비용절감등을 고려하고 보다 안정적인 사육을 위하여 폐쇄순환 여과시스템에서 중간육성을 하였다.

참전복의 중간육성에 대하여 Uki 等(1981)은 수온이 22.5℃ 이상이 되면 급격히 늦어진다고 하였고, 池 等(1988)은 수하식 양식채롱에서 수온에 따른 참전복의 성장은 21.7℃에서 가장 높았고, 이때의 일간성장량은 85.8~104.2 $\mu\text{m}/\text{day}$ 이고, 일간 증중량은 18.4~24.2 $\text{mg}/\text{day}$ 으로서, 25.2℃때의 53.8~59.2  $\mu\text{m}/\text{day}$  및 10.5~16.6  $\text{mg}/\text{day}$ 에 비해 큰 차이가 있었다고 보고하였다. 이 시험에서는 수온 20~22℃범위에서 일간성장량은 46.2~106 $\mu\text{m}/\text{day}$ , 일간증중량 4.2~8.0 $\text{mg}/\text{day}$ 이었으며, 23~25℃ 범위에서는 10~25 $\mu\text{m}/\text{day}$  및 4.0~5.7 $\text{mg}/\text{day}$ 으로서 수온에 따른 성장 경향은 池 等(1988)과 일치되지만 성장량은 수온 20℃ 전후에서 전 기간을 통하여 저조하였다. 이는 사육방법이 개방된 수역에서 수하식 양식채롱을 사용하였던 것에 비하여 이 시험에서는 폐쇄된 실내에서 순환여과시스템으로 실시하였기 때문에 사육방법과 환경의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. 또한 수온에 따라서 성장에 차이가 나는 것은 전복의 성장적온과 관계되는 것으로 위에서의 결과를 종합해 볼때 참전복의 서식 적수온은 22℃ 전후라고 생각된다. 한편 井上 等(1986)의 육상수조 사육에서 20℃일때 일간성장량 104 $\mu\text{m}/\text{day}$ , 일간증중량 2.7 $\text{mg}/\text{day}$ 으로 성장하였으나, 25~28℃일때의 일간성장량은 137 $\mu\text{m}/\text{day}$ , 일간증중량 3.3 $\text{mg}/\text{day}$ 으로 오히려 고수온

에서 사육 성적이 좋게 나타났다. 이 결과는 Uki 等(1981), 池 等(1988)과 이 시험과도 상반된 결과로서 치패의 크기가 20~24mm의 비교적 큰 치패를 사용한 점과 사육방법에 있어서도 수하식 양식채롱, 폐쇄순환 여과시스템과는 다른 육상수조내에서 유수식에 의한 사육방법의 차이에서 오는 결과로 생각된다.

盧 와 柳(1984)는 참전복 치패를 육상식물인 배추(*Brassica capestris* subsp. *napus* var *pekinensis*)를 먹여서 각장 10mm, 체중 0.21g의 치패를 91일간 사육하여 각장 16.5~17.0mm (일간성장량 70.55 $\mu$ m), 체중 0.65~0.7g (일간증중량 3.11mg)으로 성장했다고 보고하였다. 浮(1981)는 다시마의 일종(*Laminariales ochotensis*) 해조를 이용하여 각장 24mm, 체중1.9 g의 치패를 30일간의 사육에서 각장의 일간성장량이 최대 116 $\mu$ m/day였다고 보고 한 바있다. 이 시험에서는 배추와 건미역을 이용하여 사육한 참전복 치패의 일간성장량이 35.2~41.4 $\mu$ m/day, 일간 증중량 5.1~6.1 mg/day으로 盧와 柳(1984), 浮(1981)에 비해 사육결과가 저조하였다. 이는 사육밀도가 盧와 柳(1984)의 166개체 /m<sup>2</sup> 와 浮(1981)의 50개체/m<sup>2</sup>에 비해 높았으며, 먹이로 사용한 배추와 건미역이 쉽게 변질하여 폐쇄순환 여과시스템에서 수질 유지에 적합하지 못한 것에 기인 하였다고 생각된다.

참전복의 중간육성 밀도에 대하여 池 等(1988)은 수하식 양식채롱에서 각장 10~20mm, 체중 450~550mg의 치패를 m<sup>2</sup>당 1000개체, 2000개체, 3000개체를 수용하여 123일간 사육한 결과 수용밀도 1000개체에서 각장 24.87mm (일간성장량 83.9  $\mu$ m/day), 체중 2,352.7mg (일간체중증가량 15.0mg/day)으로 가장 빨리 성장하였으며, 1000개체 이상에서는 밀도가 높을수록 성장은 좋지 않았으나, 생존율은 90~92%를 유지했다고 報告하였다. 이 시험에서도 앞에서와 동일한 수용밀도구로 사육한 결과, 각장 11.10mm, 체중 169mg되는 치패를 m<sup>2</sup>당 2000개체를 수용했을때 각장 18.64mm (일간성장량 41.4 $\mu$ m/day), 체중 1,284mg (일간 증중량 6.1mg/day)으로 가장 빠른 성장을 하였지만 池 等(1988)의 m<sup>2</sup>당 1000개체보다 저조한 성장을 보였다. 이는 전복의 성장에 관여하는 수질환경, 사육치패의 크기와 밀도, 그리고 사육수온等 여러가지 요인을 고려 할 수 있지만, 池 等(1988)이 사용한 치패의 크기

는 각장 10~20mm (체중 450~550mg)인데 비하여 이 연구에서는 11.1mm (체중 169mg)로 각장은 거의 1/2에 해당하고 중량은 3배의 차이가 있는 것으로 치패의 크기가 작으면서 오는 성장 단계에 따른 성장속도의 차이에 기인된 것으로 생각된다.

까막전복의 성장에 대하여 石田와 石河(1992)는 배합사료를 이용하여 각장 11mm, 체중 153mg 되는 치패를 m<sup>2</sup>당 1630개체를 63일간 사육하여 각장 16.8mm (일간성장량 92 $\mu$ m/day), 체중 611mg (일간증중량 7.2mg/day)으로 성장 했다고 보고 하였으며, 李 等(1989)은 각장 6.29mm, 각폭 4.62mm의 치패를 100일간 미역과 감태를 공급하여 사육한 결과, 각장 9.24~10.20mm (일간성장량 29.5~39.1 $\mu$ m/day), 각폭은 6.69~7.14mm (일간성장량 19.9~25.2 $\mu$ m/day)로 성장하였다고 보고하였다. 한편 小池 等(1988)은 까막전복의 각장 10.51mm, 체중 122mg의 치패를 m<sup>2</sup>당 1000개체를 30일간 사육을 하여 각장 11.61mm (일간성장량 37 $\mu$ m/day), 체중 168mg (일간증중량 1.5mg/day)로 성장했다고 보고 하였다. 이 시험에서는 각장 12.47mm, 체중 220mg되는 치패를 m<sup>2</sup>당 1000개체, 2000개체, 3000개체의 밀도로 92일간 배추와 건미역으로 사육한 결과 2000개체에서 각장 15.18mm (일간성장량 29.1 $\mu$ m/day), 체중 378mg (일간체중증가량 1.7mg/day)으로 시험구중에서 가장 좋은 결과를 보였지만, 일간성장량에서 石田와 石河(1992)의 결과보다는 뒤졌고, 李 等(1989)과 小池 等(1988)의 결과와는 거의 비슷 하였다. 또한 石田와 石河(1992)의 성장결과가 좋았던 것은 사육밀도와 사육방법등에서의 차이도 있겠지만 이 시험에서는 구입이 용이한 배추와 건미역을 사용하므로써 앞에서 지적한 변질에 따른 수질관리상의 문제외에도 石田와 石河(1992)가 사용한 양질의 인공 배합사료의 효과에 의한 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합하면 石田와 石河(1992), 小池 等(1988), 李 等(1989)의 사육결과에서 먹이종류와 사육밀도, 적정수온과 수질관리등 사육환경을 좀더 개선한다면 이번에 시도한 폐쇄순환 여과시스템에서도 D2000까지의 사육밀도에서도 좋은 결과가 기대된다.

오분자기의 성장에 대해서 房等(1992)은 각장 3.1mm의 치패를 180일간 사육하여 각장이 12.1mm, 일간성장량이 31~96.5 $\mu\text{m}/\text{day}$ 로 성장하였다고 보고하였고, 大場(1964)은 수정후 201일까지 평균각장이 2.11cm (일간성장량9.65  $\mu\text{m}/\text{day}$ ), 평균각폭 1.41cm (일간성장량 6.95 $\mu\text{m}/\text{day}$ )로 성장하였고, 大場等(1968)의 또 다른 연구에서는 수정후 365일에 평균각장 24.8mm (일간성장량 6.3 $\mu\text{m}/\text{day}$ ), 평균체중 1.57g (일간증중량 4.3mg/day)으로 성장했다고 보고하였다. 이 시험에서는 각장 10.99mm, 체중 198mg인 치패를  $\text{m}^2$ 당 3000개체를 수용한 시험구가 92일간의 사육에서 각장 18.34mm (일간성장량 79.4 $\mu\text{m}/\text{day}$ ), 체중 684mg (일간증중량 6.3mg/day)으로 가장 좋은 결과를 얻었다. 이 결과는 일간성장량에 있어서는 房等(1992)의 유수식 사육결과의 최대치와 비슷한 성장 결과였으며, 大場(1964), 大場等(1968)의 결과와 비교하면 월등하게 빠른 성장이다. 이는 참전복과 까막전복에서와 마찬가지로 사육시험에 사용한 치패의 크기가 房等(1992)은 각장 3.1mm이며, 大場(1964), 大場等(1968)은 수정란에서 201~365일간의 장기간에 걸친 결과인 것에 비하여 필자의 경우 10.99mm의 대형치패를 사용한 92일간의 단기간의 사육결과이므로 사육치패의 크기의 차이에서 오는 성장단계에 따른 성장속도의 차이와 사육환경 및 사육방법의 차이등에 기인된 것으로 생각된다. 또한 사육밀도 3000에서 가장 좋은 성장을 나타낸 것은 이 종이 까막전복과 참전복에 비하여 소형종이기 때문에 군집 습성이 강하고 군집된 상태에서 경쟁적으로 섭식을 잘하는 종의 특성에서 나타난 결과로 보이며 이 시험에서 사용한 각장 10.99mm 크기에서 수용밀도 3000개체까지는 성장과 생존에 영향을 주지 않는 범위로 생각되었다.

3 종의 전복류중 참전복의 증육계수에 대하여 盧와 柳(1984)는 10mm의 참전복 치패를 91일간 사육한 결과 증육계수가 20.89로 보고하였으며, 池等(1988)은 10~20mm의 치패를  $\text{m}^2$ 당 1000, 2000, 3000개체를 수용하여 123일간 사육한 결과 증육계수는 각각 5.33, 5.79, 6.18로 수용밀도가 낮을수록 증육계수도 낮은 결과를 보였다. 이 시험에는 池等(1988)과 같은 밀도 조건에서 증육계수는 각각 8.7, 19.6, 13.1로서 盧와 柳(1984)의 20.89보다는 낮았고 池等(1988)의 결과에 비하여 3 시

혐구 모두 저조한 결과를 보였지만 밀도가 낮을수록 증육계수가 낮은 것은 이 시험과 일치하고 있다. 까막전복의 증육계수에 대하여 小池 等(1988)은 10.51mm의 치패를  $m^2$ 당 1000개체를 30일간 사육한 결과 7.1로 보고하였고, 石田와 石河(1992)는 각장 11mm치패를  $m^2$ 당 1630개체를 수용하여 사육한 결과 7.4로 보고 하였다. 이 시험에서는 사육밀도를  $m^2$ 당 1000개체를 수용했을 때의 증육계수가 7.3으로서 앞의 연구자들과 거의 비슷한 결과를 보였다. 오분자기의 증육계수에 대하여 이 시험의 결과에서도 池 等(1984)과 같은 밀도조건에서 사육한 결과 증육계수가 각각 2.5, 3.3, 4.7로 밀도가 낮을수록 증육계수도 낮은 결과를 보였으며 이는 앞의 2 시험(참전복, 까막전복)의 결과와 일치하고 있다. 이 시험에서 참전복의 결과가 타 연구자들의 증육계수와 차이가 컸던 것은 용존산소량과 수온, 수용밀도 등의 사육환경에 따른 차이도 있겠지만 사용한 먹이의 양과 질에 의한 문제로서 시험당시 주변 여건에 의하여 손쉽게 구할 수 있는 배추를 먹이로 사용 하였기 때문에 수분함량이 해조류(다시마 15.8%, 미역 16.3%, 파래 15.2%), 배합사료(10%내외)인데 비하여 배추는 89.8%로 월등하게 높을뿐 아니라 공급후 물속에서의 빠른 변질에 따른 수질 악화에 기인된 것으로 생각된다.

지금까지의 시험결과를 종합해 볼때 오분자기는 채란시기가 대부분 7~8월이므로 사육 기간중에 높은 수온을 계속적으로 유지할 필요가 있다. 이러한 면에서 특히 문제가 되고 있는 겨울철 수온이 대두되고 있지만 제주지역, 그중에서도 남제주 지역의 주년 17℃내외의 수온이 유지되는 지하 침투수의 사용과 아열대성 기후에서 비닐하우스의 이용은 효과적인 대처방안 이라고 생각된다. 또한 평면 또는 다단식 시설구조의 효율적인 개선과 최근 개발되어 효과가 인정되고 있는 인공 배합사료의 이용등을 병행해 나간다면 전복류중 가장 소형이지만 비교적 생활환이 짧은 오분자기의 고밀도 사육은 비교적 다른 종에 비하여 유리한 조건이라고 생각된다. 전복류의 중간 육성과 완전양식은 남획에 의한 자원의 심각한 감소 현상에 비하여 수요는 날로 증가되고 있는 현 상황에서 새로운 경제성 있는 양식대상으로 개발할 가치가 높다고 생각된다. 아울러 이러한 조건을 이용하기 위하여 수온, 수질등의 사육환경

의 인위적 조절이 용이한 육상의 폐쇄순환 여과시스템을 이용한 전복류 치패의 중간육성은 물론 경제적인 완전양식의 개발 가능성이 기대되므로 이에 대한 금후의 더 많은 연구가 뒤 따라야 할 것 같다.

## V. 要約

전복 치패의 중간육성 기술개발의 일환으로 단위면적당 적정 사육밀도를 규명하기 위하여 폐쇄순환 여과장치에서 세종류의 전복을 대상으로 실시하였다. 시험에 사용된 세종류의 전복 각장은 참전복 *Haliotis discus hannai*  $11.10 \pm 0.56\text{mm}$ , 까막전복 *H. discus*  $12.47 \pm 1.74\text{mm}$ , 오분자기 *H. (Sulculus) aquatilis*  $10.99 \pm 3.51\text{mm}$ 이었다. 각 종별로  $\text{m}^2$ 당 1000, 2000, 3000개체의 세가지 사육밀도에서 참전복 *H. discus hannai*은 182일간, 까막전복 *H. discus*과 오분자기 *H. (Sulculus) aquatilis*는 92일간 사육하였다.

참전복과 까막전복의 성장은 3000개체 보다 1000~2000개체의 시험구에서 가장 빨랐으나, 오분자기의 성장은 모든 시험구에서 성장에 대한 유의성( $P < 0.05$ )이 인정되지 않았다.

증육계수는 각 시험구별로 참전복은 8.7, 9.6, 13.1이었고, 까막전복은 7.3, 8.1, 16.1, 오분자기는 2.5, 3.3, 4.7로 밀도가 낮을수록 작았다.

사육 기간중의 생존율은 참전복은 75.3, 70.8, 68.3%였으며, 까막전복은 73.0, 64.9, 64.5%, 오분자기는 75.3, 68.4, 67.0%로 모든 시험구에서 밀도가 낮을수록 높았다.



## VI. 参考文献

- 房極旬・韓碩重・金京敏. 1992. 오분자기 種苗生産 基礎技術開發試驗. 水振事業報告., 94, 227~234.
- 井上正昭. 1969. アワビの種苗量産放流. 水産増殖, 16 (6), 295~307.
- 井上正昭. 1976. アワビの種苗放流. 日本水産學會編, 水産學シリーズ. 9~39.
- 井上清和・鬼頭 鈞・浮 永久・菊地省吾. 1986. 高温条件下におけるエゾアワビ, クロアワビ, 交雑アワビの成長と生残. 西水研研報, 63, 73~78.
- 井岡 勳. 1981. 多段式アワビ中間育成装置の開発について. 栽培技研., 10(2), 23~38.
- 猪野 峻. 1952. 邦産アワビ屬の増殖に關する生物學的研究. 東北區水研報, 5, 1~102.
- 猪野 峻. 1966. アワビとその増養殖. 日本水産保協, 水産増養殖叢書, 11, 1~103
- 石田 修・石河正裕. 1992. 配合飼料によるクロアワビ稚貝の飼育. 水産増殖, 40卷, 2號, 167~172.
- 池榮洲・柳晟奎・盧 暹・金承憲. 1988. 垂下式養殖採籠에 의한 참전복, *Haliotis discus hannai* Ino 稚貝의 收容密度와 成長. 國立水産振興院, 第 42號, 59~69.
- 菊地省吾. 1963. エゾアワビのタンク採苗について. 水産増殖臨時號, 2, 5~14.
- 菊地省吾・櫻井保雄・佐佐木 實・伊藤富夫. 1967. 海藻20種のアワビ稚貝に對する餌料效果. 東北水研報., 27 93~100.
- 金龍述・趙昌換. 1976. 忠武近海産 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 早期採苗技術에 關한 研究. 韓水誌., 9(1), 61-68.
- 小竹子 之助・中久喜昭. 1984. アワビ, サザエ種苗生産の現状と問題點. 水産にお

- ける技術開發の現状と展望, 技術情報センタ, 43~67.
- 小池康之・孫 振興・隆島史夫. 1988. アワビ交雑種稚貝の攝餌と成長について. 水産増殖, 36巻, 3號, 231~235.
- 小河淳一・内場燈夫・竹井紀一. 1977. アワビ種苗の海上筏による中間育成について. 福岡縣水試験研業報., 137~166.
- 小河淳一・内場燈夫. 1978. アワビ種苗の海上筏による中間育成について. 福岡縣水試験研業報., 160~181.
- 小島 博. 1981. クロアワビ放流稚貝の死亡について. 日水誌., 47(2), 151~159.
- 李正義・孫松正・韓碩重・金炳均. 1989. 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino과 까막전복 *H. discus* Reeve 初期稚貝의 成長比較. 水振研究報告., 43, 157~171.
- Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner and D. H. Bent. 1975. SPSS: Statistical Package for the Social Sciences, 2nd ed. McGraw Hill, New York, NY, U.S.A. 675 PP.
- 大場俊雄. 1964. トコブシの増殖に関する基礎的研究 - II. 發生について. *Bull. of the Jap. Soc. Sci. Fish.* Vol. 30, No. 10, 809~819.
- 大場俊雄・佐藤 新・田中邦三・遠山忠次. 1968 トコブシの増殖に関する基礎的研究 - III. 第 1令の大きさについて. *Bull. of the Jap. Soc. Sci. Fish.* Vol. 34, No. 6, 457~461.
- 大森正明. 1982. アワビ種苗生産と中間育成の現状. 養殖, 19(12), 97~101.
- 下忠圭. 1970. 전복의 増殖에 관한 研究. 韓水誌., 3(3), 177~241.
- Rosenthal Harald and Fujino Kazuo. 1985. エゾアワビの遺傳學の爲の環境條件の標準化について. 水産の研究, 4巻, 5號, 73~76.
- 盧 暹・朴春奎・下忠圭. 1974. 전복의 増殖에 관한 研究 (1). 麗水近海産 전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 春季採苗에 關하여. 水振研究報告., 13, 77~92.

- 盧 暹· 朴春圭. 1975. 전복의 增殖에 關한 研究. (Ⅱ) 麗水近海産 참전복  
*Haliotis discus hannai* Ino의 産卵期. 韓水誌., 第 8卷, 第 4號, 234~  
241.
- 盧 暹· 柳晟奎. 1984. 전복의 增殖에 關한 研究 (Ⅲ) 전복먹이로서 陸上植物의  
利用에 關한 研究. 水振研究報告., 33, 173~133.
- 盧 暹. 1988. 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 種苗生産에 關한 研究. 釜山  
水産大學 博士 學位論文.
- 坂井英世. 1971. 循環濾過式飼育槽による稚アワビの育成について. 水産増殖, 1  
9(3), 115~120.
- 關 哲夫· 菅 野尚. 1977. エゾアワビの初期發生と水溫による發生速度の制御. 東  
北區水研報., 38, 143~153.
- 關 哲夫. 1978. アワビ種苗生産の考え方. 水産學シリーズ, 23, 57~67.
- 里 正徳· 永池 建次郎· 久原 俊之. 1981. アワビの中間育成について. 栽培技研.,  
10, (1), 35~41.
- 酒井誠一. 1962. エゾアワビの生態學的研究 - IV. 成長に關する研究. *Bull. of  
the Jap. Soc. Sci. Fish.* Vol. 28, No. 9, 899~904.
- 土田建治· 大森正明· 五日市周三. 1981. アワビ中間育成技術の手引. 岩手縣裁  
培センター, 1, 1~4.
- 内田惠太郎. 山本孝治. 1924. 朝鮮近海におけるアワビの分布. *Venus*, 11(4).
- 浮 永久· 菊地 省吾. 1979. 附着性微小藻類6種エゾアワビ稚貝に對する餌料效果.  
東北水研研究報告, 40, 47~52.
- 浮 永久· 菊地省吾. 1981. アワビ屬採卵技術に關する研究. 第 7報, 母貝飼育裝置  
の比較検討. 東北水研研究報告, 43, 47~51.
- 浮 永久. 1981. エゾアワビに對する コンブ目海藻の餌料價値. 東北水研研究報告,  
第 42號, 19~29.
- Uki, N., F. G. John and K. Shogo. 1981. Juvenile growth of the abalone,

---

*Haliotis discus hannai*, fed certain genethic micro algae related to temperature. *Bull. Tohoku Reg. Lab.*, 43, 59~63.



## 謝 辭

이 시험의 수행과 논문을 제출하기 까지 부족함이 많았던 저를 끝까지 자상하게 지도편달을 해주신 지도교수 노 섬 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 미흡한 이 논문을 교정하여 주신 변 충규 교수님, 이 기완 교수님을 비롯하여 학문적으로 많은 가르침과 성원을 보내주신 백 문하, 이 정재, 정 상철 교수님께 심심한 감사를 드립니다. 학위 과정중 많은 관심과 조언을 아끼지 않으신 동우전문대학 우 영배, 김 현준 선생님, 증식학과 조교 현 재민, 홍 영자 선생님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 자료정리에 도움을 준 어류양식 실험실 학생( 고 환봉 선생님, 황 성일, 현 충훈, 강 희철, 김 미리, 고 영수, 강 행선, 현 지훈) 들에게 고마움을 표합니다.

끝으로 이 논문을 시작할 수 있게 도움을 주신 부모님과 형님, 누나, 동생들에게 이 작은 결실을 바칩니다.

