

참전복 *Haliotis discus hannai*의 陸上水槽飼育에 관한 研究

I. 稚貝成長에 미치는 水槽形態 및 飼育密度的 영향

鄭成采* · 池榮洲** · 孫鈺沅***

*國立水產振興院 增殖部

**國立水產振興院 貝藻類科

***國立水產振興院 南海水產研究所 濟州分所

Indoor Tank Culture of the Abalone *Haliotis discus hannai*

I. Effects of tank shape and stocking density on the growth of young abalone

Seong-Chae JEONG*, Young-Ju JEE** and Pal-Won SON***

*Aquaculture Department, National Fisheries Research and Development Agency(NFRDA), Kijang-up 626-900, Korea

**Shellfish and Algae Division, NFRDA, Kijangup, 626-900, Korea

***South Sea Fisheries Research Institute, Cheju Laboratory, NFRDA, Cheju, 690-190, Korea

ABSTRACT

To find out suitable indoor rearing tank shape and stocking density of the abalone *Haliotis discus hannai*, young abalones were reared in the square or ellipse shape tanks with various stocking densities and were fed dried sea mustard, *Undaria pinnatifida* HARVEY for three years.

There were no significant differences between the square rearing tank and the ellipse one in growth rate and survival rate. With regard to vertical design of rearing tanks with three floors, the significant differences were not found among culture floors. However, the growth and survival rates of young abalones from the running water system were significantly higher than those of the abalones from the circulating system ($P < 0.05$).

For the stocking density experiment with 1,000, 1,500 and 2,000 individuals of 20 mm young abalone, there was no significant differences in growth and survival rates among these groups. However, in that of 200~400 individuals of 40 mm abalone and 100~300 individuals of 50 mm abalone, the lower stocking density of young abalone showed the higher growth and survival rates. The lower stocking density and the smaller size of young abalones showed the higher daily feeding rate and feed efficiency.

緒 言

전복은 古代貝塚에서도 發見되고 있는 바와 같이 옛날부터 이용되어온 값비싼 水産動物中の 하나이다. 이러한 전복은 1970年代에 들어와서 菊地·浮(1974 a, b)에 의해 積算水溫의 概念에 의한 母貝의 人爲的인 成熟과 紫外線照射에 의한 産卵誘發 方法이 確立되므로써 人工種苗의 大量生産이 可能해져, 우리 나라의 境遇 每年 數百萬마리의 人工種苗를 生産하여 沿岸에 放流 또는 垂下式養殖 採籠에 의해 飼育되고 있다.

그러나 生産된 小形稚貝를 그대로 放流하는 것은 放流後 새로운 環境의 適應이나 害敵生物에 의한 食害 등으로 인해 放流效果가 크게 低下된다고 涉井(1971)는 報告하고 있다. 따라서 小形稚貝의 直接的인 放流보다 中間育成에 의한 大形稚貝의 放流, 전복礁 造成에 의한 稚貝의 放流 또는 垂下式養殖 채룽에 의한 完全養殖 등을 試圖하는 것이 바람직하다(小竹 1974; 立石 等 1978; 井上 1976) 그러나 이러한 垂下式養殖 채룽에 의한 飼育도 適合한 養殖場의 制限, 태풍에 의한 被害, 따개비, 진주담치 등 附着生物의 附着 및 盜難의 危險 등이 常存하기 때문에 飼育의 전과정을 人爲적으로 管理 할 수 있는 陸上水槽에서의 飼育方法의 開發은 매우 重要的 課題이다.

전복의 飼育에 관한 研究로는 酒井(1962), 菊地 等(1967) 및 浮(1981)가 海藻類의 種類에 따른 먹이 效果를 조사한 바 있고, 相良·酒井(1974), 浮·菊地(1979) 및 盧·柳(1984)는 魚粉이나 附着硅藻類 및 陸上植物 等에 따른 먹이 效果를 調査하였으나 이들 研究는 먹이 效果를 밝히기위해 實驗室內에서 1個月内外의 짧은 期間 동안 전복을 飼育한 것이고 陸上水槽에서 장기간 養成을 目的으로 實驗한 것은 아니었다.

따라서 本研究에서는 전복을 陸上水槽에서 長期間 飼育하면서 사각형 수조와 타원형 수조 등 飼育施設形態別, 飼育密度別, 稚貝의 크기別로 成長度와 生存率을 調査하였다.

材料 및 方法

전복 飼育用水槽는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 FRP製 四角型水槽와 橢圓型水槽를 各各 3段으로 設置하였다. 크기는 四角型水槽가 가로, 세로, 높이가 70×40×21 cm 橢圓型水槽는 長徑, 短徑, 높이가 100×65×32 cm였다. 各水槽에는 直徑 125 mm의 PVC 파이프를 半圓形이 되게 조개어 길이를 30 cm 되게 잘라 만든 셀타를 四角型水槽에 5個, 橢圓型水槽에 8個를 收容하여 附着面積이 四角型水槽는 0.57 m², 橢圓型水槽는 1.15 m²가 되게 하였다. 飼育水의 水位는 15 cm로 하였으며 換水率은 時間당 6 回轉으로 調節하였다. 酸素供給 및 給水方式은 四角型水槽는 30 cm 높이에서 撒水式으로 하였으며 橢圓型水槽에서는 벤츄리 管方式이었다. 또한 飼育水再活用實驗으로서 기타 條件은 流水式과 同一 하지만 濾過裝置없이 하루에 飼育水의 20%를 交換하면서 飼育水를 再使用하는 循環式을 既存의 流水式과 比較하였다. 環境調査는 1990年度에 每日 午前 10時에 水溫, 比重, pH, DO를 測定했는데, 水溫은 액정 수온계(NISSO製, ND-10)로 0.1℃까지, 比重은 B形海水比重計로 0.0001까지 測定하였으며, pH는 Digital pH meter(Accumet製, Model 825 MP)로 DO는 DO meter(YSI 51B)로 各各 測定했다.

암모니아 濃度로서는 NH₄⁺-N을 Nessler법으로 每週 1回씩 實驗區別로 測定하였다. 1990年度의 環境調査結果, pH, DO, NH₄⁺-N은 전복 飼育限界值내에서 變化의 폭이 적어 1992年度부터는 水溫과 比重만을 調査하였다. 實驗에 使用한 稚貝는 國立水産振興院 迎日水産種苗培養場에서 生産된 人工産이었으며, 먹이는 전미역 *Undaria pinnatifida*을 주었는데 飼育水槽內에 항상 充分한 먹이가 있

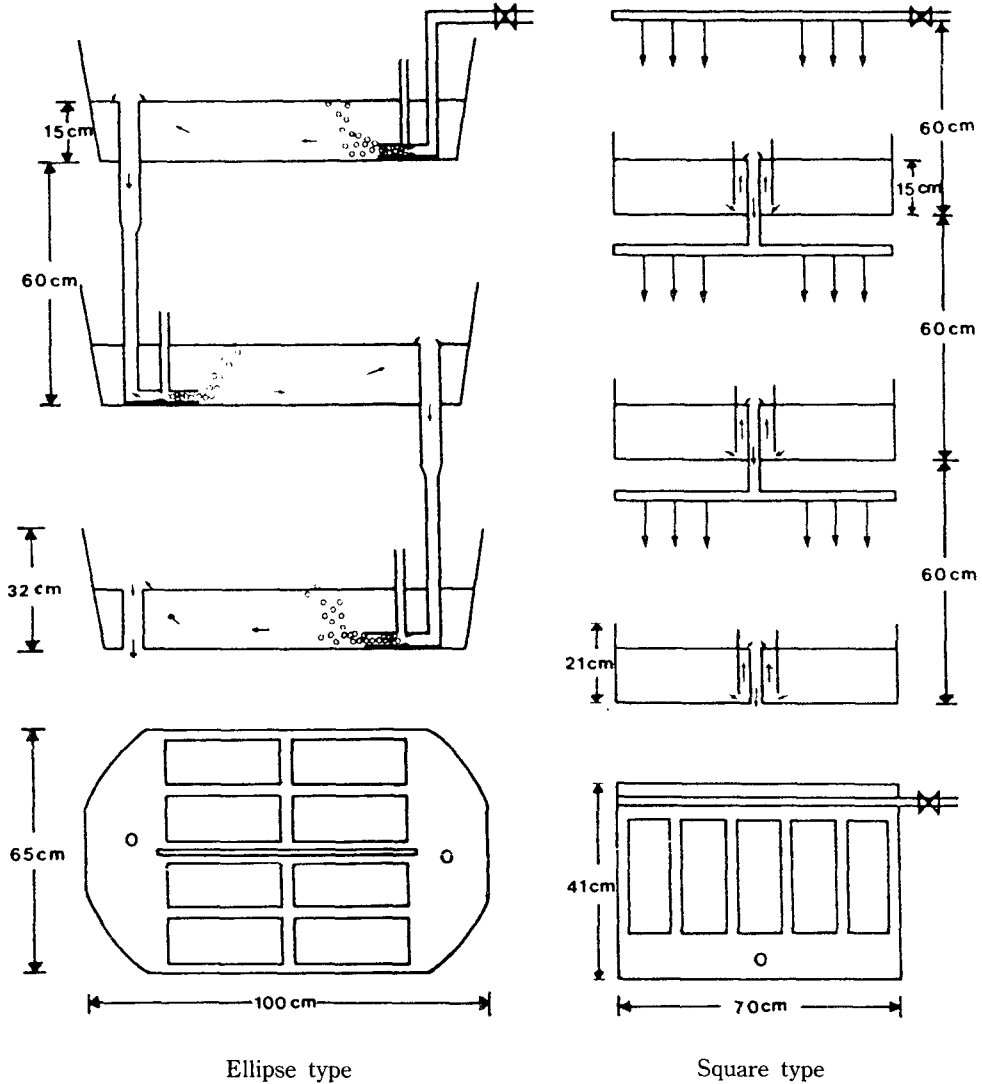


Fig. 1. The diagram of tanks for the test of the effects of tank shape and stocking density on the growth of young abalone.

도록 하였고, 2~3 日마다 新鮮한 먹이와 交替해 주었다.

成長度는 每月 1회씩 殼長과 全重을 測定하였으며, 길이는 0.05 mm까지 잴 수 있는 vernier caliper로, 무게는 0.01 g까지 잴 수 있는 直讀式 저울 (mettler PC 2000)에 의해 測定하고 아울러 生存個體數도 調査하였다.

먹이 效果를 比較하기 위하여 日間攝食率 및 飼料轉換效率을 浮(1981)의 方法에 의해 아래의 式으로써 구하였다.

$$\text{日間攝食率 (\%)} = \frac{C}{n} \times \frac{2}{W_0 + W_1} \times 100$$

$$\text{飼料轉換效率} = \frac{W_1 - W_0}{C} \times 100$$

여기서 W_0 : 實驗開始時의 全重 (g)

W_1 : 實驗終了時의 全重 (g)

C : 總攝食量 (g)

n : 飼育日數

W_0, W_1, C 는 濕重으로 計算했다.

實驗期間은 1990 年度부터 1992 年度까지 3 年間이었으며 年度別 實驗條件은 Table 1 과 같고, 모든 實驗結果는 蔡 等 (1986)의 t 檢定에 의한 平均間의 有意性檢定을 하였다.

Table 1. Culture conditions

Year	Experiments for	Tank shape	Rearing water	Floors	Young abalone	
					Shell length (mm)	Density (ind./m ²)
1990	Culture tank	Square Ellipse	Running	3	15	1,000
	Water system	Ellipse	Running Circulating	3	15	1,000
1991	Rearing Density	Square	Running	1	20	1,000
						1,500
		2,000				
		1,000				
Ellipse	1,500					
	2,000					
1992	Rearing Density	Square	Running	1	50	200
						400
						600
						100
						200
300						

結 果

(1) 飼育環境

全飼育期間中の 月別平均水溫은 계절에 따라 8 월에 24.5℃로 가장 높았고 2 월에 11.3℃로 가장

낮았으나 比重은 年中 큰 變化가 없이 1.0228~1.0261의 範圍였다 (Fig. 2).

1990年度の 飼育期間中 月別環境調査結果는 Table 2와 같다.

平均水溫은 流水式이 19.9~23.2°C의 範圍였는데 비해 循環式은 21.81~24.20의 範圍로 流水式에 비해 1°C 이상 높았다. 平均比重은 流水式이 1.0241~1.0249의 範圍였는데 비해, 循環式은 1.0243~1.0250으로 역시 循環式이 약간 높았으며 DO는 流水式이 4.41~7.47 ppm이었고 循環式이 4.09~6.22 ppm으로서 流水式이 약간 높았다. pH는 流水式이 8.11~8.30, 循環式이 7.88~8.21의 範圍로 循環式이 流水式보다 낮았다. $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 의 濃度는 流水式이 0.48~0.56 $\mu\text{g-at}/\ell$ 였고, 循環式이 1.18~1.85 $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 範圍로 循環式이 높았다. 段數別로 보면, 水溫과 比重은 段數에 따른 차이가 없었으며, DO는 1段이 4.10~7.58 ppm, 2段이 4.00~7.34 ppm, 3段이 4.17~7.50 ppm의 範圍로서 段數에 따른 차이는 거의 없었다. pH는 1段이 7.60~8.04, 2段이 7.62~8.05, 3段이 7.66~8.03의 範圍로서 역시 段數에 따른 差異는 없었다. $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 의 濃度는 1段이 0.39~2.20 $\mu\text{g-at}/\ell$, 2段이 0.46~2.13 $\mu\text{g-at}/\ell$, 3段이 0.23~2.01 $\mu\text{g-at}/\ell$ 의 範圍로 6月 20日~7月 10日 사이에는 上段보다 下段이 높은 傾向이 있으나, 그의 實驗期間에서는 段數에 따른 뚜렷한 差異를 發見할 수 없었다.

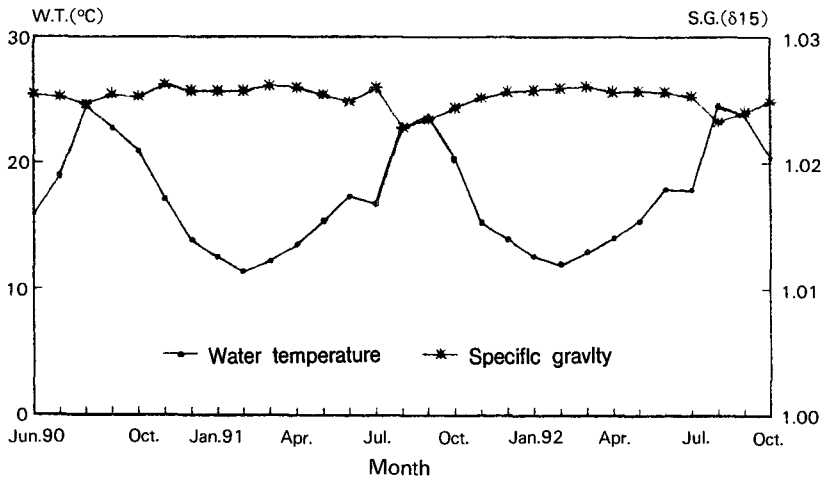


Fig. 2. Monthly variations of water temperature and specific gravity in the tanks during culture period.

(2) 施設形態에 따른 飼育結果

水槽形態別 實驗結果를 보면 殼長은 實驗開始時에 14.54 mm에서 實驗終了時에 四角型水槽가 24.64 mm로, 橢圓型水槽가 23.79 mm로 成長하였고, 全重은 實驗開始時에 0.45 g에서 實驗終了時에 四角型水槽가 2.38 g으로, 橢圓型水槽가 2.13 g으로 成長하여 四角型水槽의 成長이 다소 빨랐으나 有意의인 差는 認定되지 않았다. 生存率은 四角型水槽가 88.1%, 橢圓型水槽가 88.6%로서 큰 差異는 없었다.

飼育水再活用實驗의 境遇, 殼長은 實驗開始時에 14.54 mm에서 實驗終了時에 流水式이 23.79 mm로, 循環式이 21.63 mm로 成長하여 流水式의 成長이 빨랐고, 全重도 實驗開始時에 0.45 g에서 實驗終了時

Table 2. Monthly variations of environmental factors during the culture period of 1990

Shape of Culture tank (Water system)	Jun. 20~Jul. 19					Jul. 20~Aug. 19					Aug. 20~Sep. 19					Sep. 20~Oct. 20				
	DO (ppm)	pH	W. T (°C)	SG* (μg-at /ℓ)	NH ₄ ⁺ -N (μg-at /ℓ)	DO (ppm)	pH	W. T (°C)	SG (μg-at /ℓ)	NH ₄ ⁺ -N (μg-at /ℓ)	DO (ppm)	pH	W. T (°C)	SG (μg-at /ℓ)	NH ₄ ⁺ -N (μg-at /ℓ)	DO (ppm)	pH	W. T (°C)	SG (μg-at /ℓ)	NH ₄ ⁺ -N (μg-at /ℓ)
Mean	4.41	7.86	19.95	1.0249	5.32	7.94	22.78	1.0245	6.32	7.96	23.19	1.0241	6.69	8.02	21.57	1.0243				
Square 3rd.	4.39	7.89			5.36	7.94			6.21	7.98			6.30	8.03						
(Flow through) 2nd.	4.42	7.85			5.13	7.95			6.19	7.96			6.70	8.02						
1st.	4.44	7.86			5.47	7.94			6.58	7.95			7.08	8.00						
Mean	4.53	7.86	19.95	1.0249	5.76	7.94	22.78	1.0245	0.48	7.24	7.95	23.19	1.0241	0.55	7.47	8.04	21.57	1.0243	0.46	
Ellipse 3rd.	4.67	7.87			6.04	7.96			0.52	7.32	7.95			0.46	7.50	8.03				
(Flow through) 2nd.	4.50	7.86			5.83	7.94			0.46	7.16	7.98			0.57	7.34	8.05				
1st.	4.42	7.85			5.42	7.92			0.48	7.24	7.93			0.63	7.58	8.04				
Mean	4.09	7.63	21.81	1.0250	2.10	7.84	23.81	1.0247	1.85	5.70	7.95	24.20	1.0243	1.63	6.22	7.96	22.56	1.0245	1.18	
Ellipse 3rd.	4.17	7.66			5.22	7.84			2.01	5.94	7.95			1.65	6.21	7.97				
(Partial reuse) 2nd.	4.00	7.62			5.20	7.85			1.35	5.80	7.95			1.36	6.151	7.96				
1st.	4.10	7.60			5.12	7.83			2.20	5.36	7.95			1.98	6.30	7.961				

* SG : specific gravity (δ15)

Table 3. Growth of young abalone by various experimental conditions in 1990

Experiments	Mean shell length(mm)		Increment	Mean total weight(g)		Increment	Daily increment		Survival rate (%)	
	Jun. 20	Dec. 20		Jun. 20	Dec. 20		length(μm)	weight(mg)		
Culture tank	Square	14.54±2.15	24.64 ^a ±3.93	10.10	0.45±0.68	2.38±1.09	1.93	55.14	10.55	88.1
	Ellipse	14.54±2.15	23.79 ^a ±3.44	9.25	0.45±0.68	2.13±0.83	1.68	50.55	39.18	88.6
Water Flow system	through	14.54±2.15	23.79 ^a ±3.44	9.25	0.45±0.68	2.13±0.83	1.68	50.55	9.18	88.6
	Partial reuse	14.54±2.15	21.63 ^b ±4.77	7.09	0.45±0.68	1.61±1.04	1.16	38.74	6.34	79.9

Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

에 流水式이 2.13 g으로, 循環式이 1.61 g으로 成長하여 有意인 差가 認定되었다. 生存率은 流水式이 88.6%, 循環式이 79.9%로서 循環式이 훨씬 낮았다.

Fig. 3은 流水式과 循環式의 月別水溫에 따른 日間成長量의 月別變化를 나타낸 것인데, 대체적으로 水溫 22.5℃ 以上에서는 日間成長량이 낮아졌다.

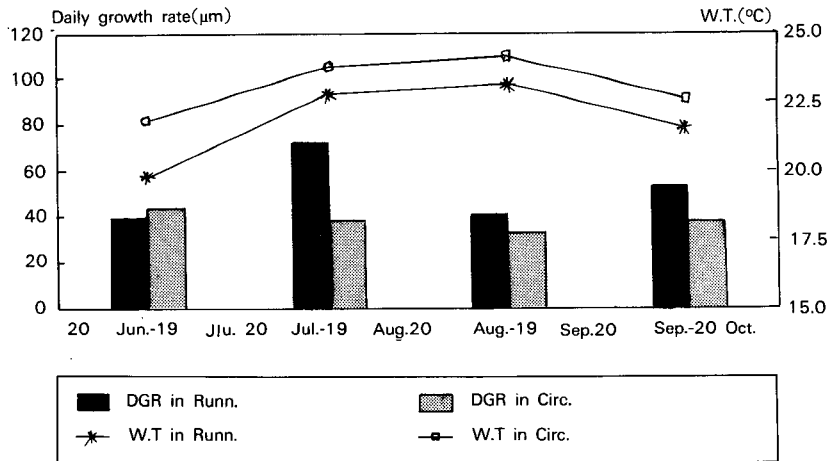


Fig. 3. Change of daily growth rate of young abalones by water temperature between running and circulating system.

水槽段數別 實驗에서 殼長은 實驗開始時에 14.54 mm에서 實驗終了時에 1段이 22.36 mm로, 2段이 22.24 mm로, 3段이 22.19 mm로 成長하여 1段, 2段, 3段의 順으로 成長이 빨랐고, 全重도 實驗開始時에 0.45 g에서 實驗終了時에 1段이 1.88 g, 2段이 1.78 g으로, 3段이 1.74 g으로 成長하여 역시 1段, 2段, 3段의 順으로 成長이 빨랐으나 有意인 差는 認定되지 않았다. 生存率은 1段이 85.2%, 2段이 84.0%, 3段이 85.7%로서 段數에 따른 差異는 없었다 (Table 4).

(3) 收容密度에 따른 飼育結果

m²당 1,000, 1,500, 2,000 마리로 區分하여 飼育한 전복 稚貝의 收容密度別 成長 및 生存率은 Table 5와 같다.

Table 4. Growth and survival of young abalone reared in different floors of the rearing tank

Floors	Mean shell length (mm)		Incre- ment	Mean Total weight (g)		Incre- ment	Daily increment		Survival rate (%)
	Jun. 20	Dec. 20		Jun. 20	Dec. 20		length (μ m)	weight (mg)	
3rd.	14.54 \pm 2.15	22.19 \pm 3.82	7.65	0.45 \pm 0.65	1.74 \pm 0.81	1.29	41.80	7.05	85.7
2nd.		22.24 \pm 2.99	7.70		1.78 \pm 0.68	.33	42.08	7.27	84.0
1st.		22.36 \pm 3.77	7.82		1.88 \pm 0.86	1.43	42.73	7.81	85.2

Table 5. Growth and survival rate of young abalone reared with the different densities

Type of tank	Density (ind./m ²)	Mean shell length (mm)		Mean body weight (g)		Daily increment		Survival rate (%)
		May 20	Oct.30	May 20	Oct. 30	length(μ m)	weight(mg)	
Square	1,000	17.23 \pm 3.66	31.27 \pm 5.78	0.78 \pm 0.25	4.66 \pm 2.43	80.69	22.30	90.4
	1,500		30.75 \pm 5.80		4.41 \pm 2.42	77.70	20.86	88.8
	2,000		30.96 \pm 5.51		4.78 \pm 2.77	78.91	22.99	89.6
	Mean		30.96		4.62	79.10	22.05	89.6
Ellipse	1,000	17.23 \pm 3.66	31.38 \pm 6.64	0.78 \pm 0.25	4.57 \pm 2.77	81.32	21.78	90.0
	1,500		31.54 \pm 5.10		4.48 \pm 2.10	82.24	21.26	89.7
	2,000		30.91 \pm 4.26		4.31 \pm 1.63	78.62	20.29	88.5
	Mean		31.28		4.45	80.73	21.11	89.2

Table 5의 密度別實驗에서 四角型水槽의 境遇, 殼長은 實驗開始時에 17.23 mm에서 實驗終了時에 1,000 마리區가 31.27 mm, 1,500 마리區가 30.75 mm, 2,000 마리區가 30.96 mm로 成長하여 1,000 마리區, 2,000 마리區, 1,500 마리區의 順으로 成長이 빨랐으며, 全重은 實驗開始時에 0.78 g에서 實驗終了時에 1,000 마리區가 4.66 g으로, 1,500 마리區가 4.41 g으로, 2,000 마리區가 4.78 g으로 成長하여 2,000 마리區, 1,000 마리區, 1,500 마리區의 順으로 成長이 빨랐으나 有意的인 差는 認定되지 않았다. 生存率도 1,000 마리區가 90.4%, 1,500 마리區가 88.8%, 2,000 마리區가 89.6%로서 收容密度에 따른 큰 差異는 없었다.

橢圓型水槽의 境遇에서도 殼長은 實驗開始時에 17.23 mm에서 實驗終了時에 1,000 마리區가 31.38 mm, 1,500 마리區가 31.54 mm, 2,000 마리區가 30.91 mm로 成長하여 1,500 마리區, 1,000 마리區, 2,000 마리區의 順으로 成長이 빨랐으며, 全重은 實驗開始時에 0.78 g에서 實驗終了時에 1,000 마리區가 4.57 g으로, 1,500 마리區가 4.48 g으로, 2,000 마리區가 4.31 g으로 成長하여 1,000 마리區, 1,500 마리區, 2,000 마리區의 順으로 빨랐으나 有意的인 差는 認定되지 않았다. 生存率도 1,000 마리區가 90.0%, 1,500 마리區가 89.7%, 2,000 마리區가 88.5%로서 收容密度에 따른 큰 差異는 없었다.

四角型水槽와 橢圓型水槽를 比較해보면 殼長은 實驗終了時에 四角型水槽가 30.96 mm, 橢圓型水槽가 31.28 mm로 成長하여 橢圓型水槽의 成長이 빨랐으며, 全重은 四角型水槽가 4.62 mm, 橢圓型水槽가 4.45 mm으로 成長하여 四角型水槽의 成長이 빨랐으나 有意的인 差는 認定되지 않았다. 生存率은 四角型水槽가 89.6%, 橢圓型水槽가 89.2%로서 水槽形態에 따른 큰 差異는 없었다.

1992 年의 境遇, 密度別로 實驗한 전복 稚貝의 成長 및 生存率의 結果는 Table 6 과 같다.

Table 6. Growth of young abalone by various experimental conditions in 1992

Density (ind./m ²)	Mean shell length (mm)		Incre- ment	Mean body weight(kg)		Incre- ment	Daily increment		Survival rate(%)
	May 7	Oct. 29		May 7	Oct. 29		length(μm)	weight(mg)	
200	39.65± 4.41	46.01 ^a ± 6.44	6.36	8.79± 2.76	13.22± 5.60	4.43	36.34	25.31	91.2
400		43.77± 7.33	4.12		12.08± 4.42	3.29	23.54	18.80	90.4
600		42.94 ^a ± 4.11	3.29		10.89± 3.13	2.10	18.80	12.00	90.1
Mean		44.24	4.59		12.06	3.27	26.33	18.69	90.4
100	49.50± 4.70	56.08 ^d ± 5.1	6.58	17.54± 5.09	23.10± 6.50	5.56	37.60	31.77	93.0
200		54.46 ^c ± 4.79	4.96		20.48± 4.71	2.94	28.34	16.80	93.9
300		51.65 ^c ± 3.97	2.15		18.62± 4.74	1.08	12.29	6.17	91.9
Mean		54.06	4.56		20.73	3.19	26.06	18.23	92.7

Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

實驗開始時의 殼長이 39.65 mm의 稚貝는 實驗終了時에 m²당 收容密度가 200 마리區가 46.01 mm, 400 마리區가 43.77 mm, 600 마리區가 42.94 mm로 成長하여 역시 收容密度가 낮을수록 成長이 빨랐고, 全重도 實驗開始時에 8.79 g에서 實驗終了時에 200 마리區가 13.22 g으로, 400 마리區가 12.08 g으로, 600 마리區가 10.89 g으로 成長하여 역시 收容密度가 낮을수록 成長이 빨랐다. 生存率은 200 마리區가 91.2%, 400 마리區가 90.4%, 600 마리區가 90.1%로서 收容密度가 낮을수록 生存率이 높은 傾向이있다. 收容密度 (SD)와 日間成長量 (DGR) 사이에는 다음과 같은 회귀식의 관계가 成立되었다.

$$DGR = 881.94 SD^{-0.6028} (r^2 = 0.9990)$$

한편, 實驗開始時의 殼長이 49.50 mm인 稚貝는 實驗終了時에 100 마리區가 56.08 mm, 200 마리區가 54.46 mm, 300 마리區가 51.65 mm로 成長하여 收容密度가 낮을수록 成長이 빨랐고, 全重도 實驗開始時

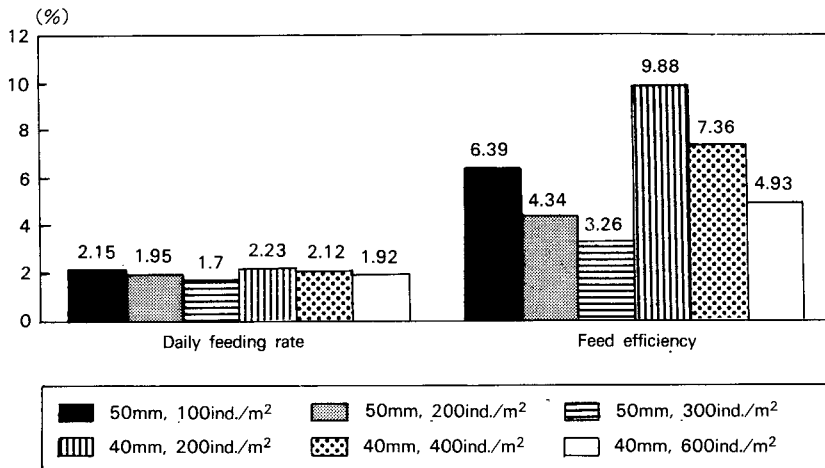


Fig. 4. Daily feeding rate and feed efficiency of young abalones reared with the different sizes and densities in 1992.

에 17.54 g에서 實驗終了時에 100 마리區가 23.10 g으로, 200 마리區가 20.48 g으로, 300 마리區가 18.62 g으로 成長하여 역시 收容密度가 낮을수록 成長이 빨랐다. 그러나 生存率は 100 마리區가 93.0%, 200 마리區가 93.9%, 300 마리區가 91.9%로서 뚜렷한 差異를 볼 수 없었다. 收容密度(SD)와 日間 成長量(DGR) 사이에는 다음과 같은 회귀식의 關係가 成立되었다.

$$DGR = 3339.54 SD^{-0.9522} (r^2 = 0.8277)$$

密度別實驗에서 稚貝 크기別 成長度를 比較해보면 日間成長量은 平均殼長 49.50 mm의 稚貝群이 26.06 μ m, 39.65 mm의 稚貝群이 26.33 μ m로, 殼長 39.65 mm 稚貝群의 成長이 더 빨랐다. 生存率は 殼長 49.50 mm의 稚貝群이 92.7%, 殼長 39.65 mm의 稚貝群이 90.4%로서 殼長 크기가 큰 稚貝의 生存률이 높았다. 殼長 약 40 mm와 50 mm 稚貝群의 密度別實驗에서 全飼育期間 동안 調査한 日間攝食率과 飼料轉換效率은 Fig. 4와 같다. 日間攝食率は 殼長 약 40 mm와 50 mm의 稚貝群 모두에서 收容密度가 낮을수록 높았고, 飼料轉換效率도 收容密度가 낮을수록 높았다. 稚貝 크기別로는 稚貝 크기가 작을수록 日間攝食率과 飼料轉換效率이 높았다.

考 察

참전복의 成長에 미치는 環境條件에 대해 佐野·馬庭(1962)은 飼育海水中的 溶存酸素量은 1.5 ppm이 限界라고 했고, 海水中的 ammonia-N의 濃度は 10 μ g-at/l 以下가 되어야 한다고 했다. 本飼育實驗에서 溶存酸素量은 4.00~7.72 ppm의 範圍였고, ammonia-N의 濃度は 0.23~2.20 μ g-at/l로서 水槽段數 및 流水式과 循環式에 의한 사육시 溶存酸素量 및 ammonia-N의 濃도가 성장이나 생존에 미치는 影響은 없었다고 볼 수 있다.

참전복의 稚貝成長은 飼育水溫이 22.5 $^{\circ}$ C 以上이 되면 급격히 늦어진다는 Uki et al.(1981)의 結果를 놓고 볼 때, 循環式이 流水式보다 成長이 늦은 것은 循環式이 流水式보다 飼育水溫이 22.5 $^{\circ}$ C 以上이 되는 飼育日數가 많았기 때문이라고 생각된다.

水槽段別實驗에서는 段數에 따른 成長이나 生存率에 差異가 나지 않아, 陸上에서의 전복 多段(3段)式飼育은 單位面積當 飼育量이 3倍가 되고, 同一給水量으로 3倍의 飼育이 可能하며, 給水, 給氣의 節減 및 作業性的 向上 등에 의한 生産費의 輕減이 期待된다고 하는 井岡(1981)의 結果를 本實驗에서도 뒷받침하고 있다.

密度別實驗에서는 平均殼長 17.23 mm의 稚貝를 m^2 당 1,000 個體~2,000 個體의 密度로 飼育했을 때, 密度에 따른 成長差를 보이지 않았던데 비해, 池等(1988)은 14 mm 전후의 稚貝를 m^2 당 1,000~3,000 個體의 密度로 飼育했을 때 密度別로 70.2~83.9mm의 日間成長量을 나타내 密度가 낮을수록 成長이 빨랐다. 따라서, 각장 17 mm 전후의 稚貝는 陸上水槽에서 飼育時, m^2 당 2,000 個體까지 飼育이 가능하고 앞으로 2,000 個體 이상의 高密度飼育은 좀더 實驗이 필요하다고 여겨진다.

稚貝 크기別實驗에서 日間攝食率は 稚貝 크기가 클수록 낮아지는데 이것은 큰 個體일수록 體重當 基礎代謝量이 낮아지므로 日間攝食率は 大形個體일수록 차차 낮아진다는 酒井(1962)의 結果와 잘 일치하고, 飼料轉換效率은 크기가 작을수록 커지는데, 이것은 작은 個體일수록 增重率이 크기때문에 攝食量에 대한 增重量의 比率인 飼料轉換效率은 커진다는 池等(1988)의 結果와 잘 一致했다.

本實驗의 飼育結果와 垂下式養殖의 飼育結果를 比較해보면 池等(1988)의 垂下式養殖의 飼育結果는 平均殼長 14.55mm에서 4個月後 24.87 mm로 成長하여 日間成長量이 83.9 μ m였고, 國立水産振興院(1992)의 垂下式養殖의 飼育結果는 平均殼長 15.8 mm에서 18個月後에 43.8 mm로 成長하여 日間成長量이 49.12 μ m이었던데 비해, 本實驗은 平均殼長 14.54 mm에서 28個月後 56.08 mm로 成長하여 日

間成長量이 48.19 μm 이어서 池 等(1988)의 結果에는 훨씬 못 미쳤지만, 國立水產振興院(1992)의 結果와는 비슷하였다. 그러나 池 等(1988)의 結果는 實驗期間이 전복의 成長에 適合한 4월부터 8월까지의 4個月이라는 短期間이었기 때문에 實驗期間이 28個月인 本實驗의 結果와 差異가 있었던 것으로 判斷된다. 전복의 成長은 크기가 작을수록 빠르다는 浮 等(1981)과 池 等(1988)의 結果를 考慮해 볼 때, 本實驗의 飼育結果인 平均殼長 56.08 mm는 國立水產振興院(1992)의 垂下式養殖 飼育結果인 平均殼長 43.8 mm보다 殼長 크기가 큼에도 불구하고 비슷한 日間成長量을 나타낸 것은 本實驗結果가 垂下式養殖에 비해 결코 成長이 뒤지지 않는다는 것을 나타낸 것이라 하겠다. 또한 같은 陸上水槽式으로 飼育한 金 等(1990)의 飼育結果는 平均殼長 18.3 mm에서 24개월 후 50.88 mm로 成長하여 日間成長量이 44.6 μm 로 成長하여 本實驗結果보다는 낮은 成長量을 나타냈다.

以上에서 보는 바와 같이, 전복의 陸上水槽式養殖에 의한 成績은 채룽에 의한 垂下式養殖에 결코 뒤지지 않는 것으로 判斷되었으며, 앞으로는 좀더 成長을 빨리시킬 수 있는 人工配合飼料 等の 開發이 課題라고 하겠다.

要 約

전복을 陸上에서 飼育하기 위한 施設形態 및 適切한 飼育密度的 究明을 위해 水槽形態 및 收容密度別 飼育實驗을 한 結果

1. 水槽形態, 段別에 따른 成長과 生存率의 差異는 認定되지 않았고, 流水式과 循環式飼育의 比較에서는 流水式의 成長度와 生存率이 좋았다.
2. 水槽段數別(3段)에 따른 成長과 生存率의 差異가 認定되지 않아 同一量의 飼育水로 單位面積 當 3배의 生産이 可能하였다.
3. 密度別實驗에서 1000~2000 마리/ m^2 로 收容한 殼長 약 20 mm稚貝는 收容密度에 따른 成長 差가 없었지만, 각각 200~600, 100~300 마리의 密度로 收容한 殼長 약 40 mm와 50 mm의 稚貝는 收容密度가 낮을수록 成長이 빨랐다.
4. 日間攝食率과 飼料轉換效率는 密度가 낮을수록 높았고, 稚貝크기가 작을수록 높았다.

參 考 文 獻

- Uki, N., F. G. John and K. Shogo. 1981. Juvenile growth of the abalone, *Haliotis discus hannai*, fed certain benthic micro algae related to temperature. Bull Tohoku Reg. Lab., 43: 59~63.
- 國立水產振興院. 1992. 複合養殖開發에 관한 研究, 53~93.
- 菊地省吾, 浮永久. 1974 a. アワビ屬의 採卵技術에 關する 研究. 第1報 エゾアワビ *Haliotis discus hannai* Ino の性成熟と溫度との關係. 東北水研報, 33: 69~78.
- 菊地省吾, 浮永久. 1974 b. アワビ屬의 採卵技術에 關する 研究. 第2報 紫外線照射海水의 産卵誘發效果. 東北水研報, 33: 79~86.
- 菊地省吾, 櫻井保雄, 佐佐木實, 伊藤富夫. 1967. 海藻20種의 아와비稚貝에 對する 餌料效果. 東北水研報, 27: 93~100.
- 金 潤, 池榮洲, 金承憲. 1990. 同一飼育環境條件에서의 참전복과 가막전복의 成長. 水振研報, 44: 87~93.

- 盧 暹, 柳晟奎. 1984. 전복의 增殖에 關한 研究. (3) 전복먹이로서 陸上植物의 利用에 關한 研究. 水振研報 (33), 173~183.
- 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 42:19~29.
- 浮永久, 菊地省吾. 1979. 附着性微小藻類 6種のアワビ稚貝に對する餌料效果. 東北水研報, 40:47~52.
- 相良順一郎, 酒井幸一. 1974. 4種の人工飼料によるアワビ稚貝の飼育. 東海水研報, 77:1~5.
- 涉井正. 1971. エゾアワビ稚貝の害敵生物に關する實驗的研究. 日水誌. 37(12):1173~1176.
- 小竹子之助. 1974. 培養漁礁組成に關する研究 3. クロアワビ稚貝の中間保護育成場の組成について(その1). 栽培技研, 3(2):1~5.
- 立石賢, 田代征秋, 矢田式義. 1978. クロアワビ小型種苗の放流場所と生殘率. 水産増殖, 26(1):1~5.
- 佐野孝, 馬庭玲子. 1962. アワビの生育に及ぼす環境條件について. 東北水研研究報告, 21:79~86.
- 井岡勳. 1981. 多段式アワビ中間育成裝置の開発について. 栽培技研 10(2):23~28.
- 井上正昭. 1976. 種苗の放流效果. アワビの種苗放流とその效果. 水産學シリーズ, 12:9~25.
- 酒井誠一. 1962. エゾアワビの生態學的研究 I. 食性に關する研究. 日水誌. 28(8):766~779.
- 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. 水振研報, 42:59~69.
- 蔡永岩, 李榮萬, 具滋玉. 1986. 生物統計學, 正民社, 서울, 131pp.