

碩士學位論文

조피볼락, *Sebastes schlegeli* (HILGENDORF)
의 仔魚出産과 初期成長

濟州大學校 大學院

水産生物學科



1992年 12月

조피볼락, *Sebastes schlegeli* (HILGENDORF)
의 仔魚出産과 初期成長

指導教授 盧 暹

朴 勝

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

1992年 12月 日

제주대학교 중앙도서관
朴勝의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 변종기

委員 이기안

委員 盧 暹



濟州大學校 大學院

1992年 12月

Spawning habit and early growth of Rockfish, *Sebastes schlegeli*(HILGENDORF)

Seong Park

(Supervised by Professor Sum Rho)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE



DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY

GRADUATE SCHOOL

CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1992. 12.

目 次

Abstract	1
I. 序 言	2
II. 材 料 및 方 法	4
1. 仔魚出産	4
2. 小型水槽에서의 먹이別 成長 및 生存率	4
3. 大型水槽에서의 먹이別 成長 및 生存率	6
III. 結 果	11
1. 仔魚出産	11
2. 小型水槽에서의 먹이系列別 成長 및 生存率	17
3. 大型水槽에서의 먹이系列別 成長 및 生存率	17
IV. 考 察	25
V. 要 約	32
VI. 參 考 文 獻	33
謝 辭	36

Abstract

For the study of spawning habit of adult, early growth and survival rate of rockfish (Sebastes schlegeli) according to the kinds of food regime, indoor rearing experiment was performed from March, 1988 to June, 1991. The results as follows:

All of 29 adult fishes spawned in the range of water temperature 12.8-18.1°C and intensive spawning activity occurred in that of 13-14°C. In a day spawning activity started at midnight(23:00) and ceased at near dawn(05:00). Among them 53% of adult fishes spawned aggressively at the time of 03:00-04:00.

Regression equation between total length(X) of adult fish and number(Y) of spawned larvae formulated as $Y = -475.71 + 14.216X$ ($r = 0.9805$).

Among the five kinds of food regime the best results obtained from E (mean total length 51.4mm, survival rate 58.6%) and G (mean total length 52.7mm, survival rate 72.3%) experimental groups which were fed by rotifer, *Artemia*, artificial diet, and eggs of red seabream.

There were no significant differences of growth rate between small(1m³) and large(70m³) tank fed by same regime, but survival rate were higher in large tank than small one.

Regression equation between total length(X) and body weight(Y) of spawned larvae formulated as $Y = 2.2334E-04 \times X^{2.8221}$ ($r = 0.9928$).

I. 序 言

조피볼락, *Sebastes schlegeli*(HILGENDORF)은 양볼락科(Scorpaenidae)의 볼락亞科(Sebastinae)에 속하며 一名 우럭이라고도 한다. 鄭(1977)에 의하면 우리나라 청진 以南 沿海와 日本 홋카이도 以南의 各沿海 및 中國 芝罘에 分布하고 있으며, 우리나라의 自然水溫에서도 越冬이 可能하여 海面가두리 養殖에 適合하므로 放流事業을 통하여 沿岸資源을 造成할 수 있는 魚種이나 아직 大量種苗生産 技術은 未治한 實情이다.

조피볼락에 關한 研究는 草刈·森(1973), 高橋 等(1973), 二宮 等(1977), 佐佐木(1978),의 種苗生産 技術開發 試驗이 있었으며, 星合(1977)는 仔稚魚 飼育, 岩本·芦立(1982)은 密度別 生存率에 關한 研究가 있었으나 우리나라에서는 金(1991)의 初期仔魚飼育과 金·韓(1991)의 初期生活史에 대한 研究가 있을 뿐이다.

海産魚 種苗生産에 있어서 下·盧(1970)와 盧·下(1986)은 넙치나 자주복 등을 對象으로 하여 사용된 既存의 rotifer, *Artemia*를 주체로 한 먹이系列은 生物飼料에서 配合飼料와 細切한 魚肉으로 轉換하는 먹이불임을 할 때 大量減耗 現象이 甚하다고 指摘하였다. 따라서 海産魚類의 種苗生産 技術開發에서 중요한 問題는 仔稚魚의 生態에 適合한 環境要因과 成長段階에 따른 適正먹이의 究明 및 供給技術의 確立이다.

특히 一般 卵生魚類와는 出産方式이나 初期 發生生態가 다른 卵胎生 魚類인 조피볼락에 대하여는 지금까지 種苗生産에 適合한 仔稚魚의 먹이系列이나 飼育環境에 대한 具體的인 研究가 缺如된 狀態이므로 이 研究에서는 조피볼락의 出産生態와 出産仔魚를 對象으로 種苗生産 過程에서의 다섯가지 먹이系列에 따른 比較飼育과 小型水槽와 大型水槽에서의 成長과 生存率을

比較하여 初期 飼育過程에서 적합한 먹이系列과 大型飼育水槽의 利用에 따른 飼育效果를 糾明하고자 실시하였다.

II. 材 料 및 方 法

試驗에 사용된 親魚는 1987年 3月 全南 新安群 黑山島 海上가두리에서 一時 蕃養중에 있는 母, 公 35마리 씩을 購入하여 國立水産振興院 莞島水産 種苗培養場의 室內 concrete水槽(直徑 2.3m, 깊이 1.8m)에 수용하였다.

飼育 期間중에 먹이는 冷凍시킨 전갱이·고등어·정어리등을 水溫 20℃ 以下에서는 1日 1回 魚體中の 10%를 基準하여 供給하였으며, 20℃ 以上에서는 2日 1回 魚體中の 8%를 基準으로 供給하면서 流水飼育 하였다.

試驗 期間中の 飼育水 環境을 把握하기 위하여 水溫 및 溶存酸素量은 YSI MODEL 57로, 比重은 浮平比重計 B호로, pH는 DMS MODEL DP-215를 사용하여 每日 午前 10時와 午後 2時에 測定하였다.

1. 仔魚出產

1988年 5月부터 1991年 4月까지 4年동안 親魚의 出產水溫과 時刻을 調查 하였고 仔魚 出產尾數는 親魚 飼育槽 中央 stand pipe를 통하여 overflow된 물을 飼育槽 밖에 設置한 採集 net에서 午前 7時에 收集하여 計數하였다.

2. 小型水槽에서의 먹이別 成長 및 生存率

試驗에 사용된 水槽는 1ton 圓形 FRP水槽 10個를 사용하였으며 Fig. 1과 같이 水質管理를 용이하게 하기 위하여 venturi式 排水裝置의 바깥쪽 pipe 밑에 müller gauze를 통하여 飼育水가 빠져 나가도록 하였다. 各 水槽에는 出產 直後의 仔魚를 2,000尾씩 計數한 後 收容하여 4月 20日부터 60日間

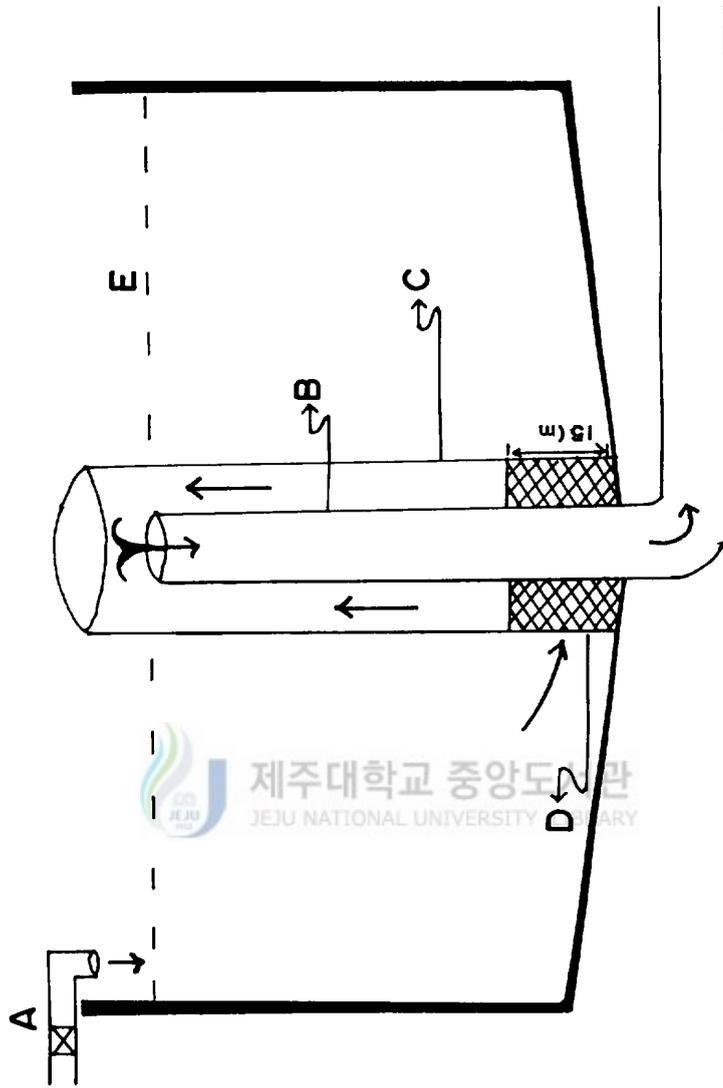


Fig. 1. Schematic diagram of the rearing FRP tank(1ton) used for the experiments.
 A : inflow. B : innerstand pipe. C : outer stand pipe. D : Müller gauze
 E : water surface.

飼育하였다.

飼育水는 모래濾過機를 통하여 注水하였고, 流水量은 처음 3日동안은 止水飼育을 하였으며 日令 4日째부터 1日 30% 換水하여 仔魚가 成長함에 따라 漸次 增加시켜 試驗終了日에는 1日 3回 換水시켰다.

飼育期間동안 環境은 水溫 13.0~18.9°C, 比重은 1.0230~1.0262였으며 (Fig. 2), pH는 8.0~8.4, 溶存酸素는 5.5~6.5ppm이었다.

試驗期間동안 各 水槽別 먹이系列은 Fig. 3과 같다. A 試驗區는 rotifer, *Artemia*, 配合飼料 順으로 먹이를 供給하였으며 B 試驗區는 rotifer와 配合飼料를 供給하였다. C 試驗區는 *Artemia*와 配合飼料를 供給하였으며 D 試驗區는 配合飼料만을 供給하였다. E 試驗區는 A 試驗區의 먹이系列에 참돔 受精卵을 日令 5日부터 35日까지 供給하였다.

試驗期間中 먹이 供給量은 Fig. 4와 같으며 rotifer 供給密度는 出產直後부터 5 個體/ml가 유지되도록 하였으며, *Artemia*의 nauplius 幼生은 日令 5日째부터 2~3 個體/ml가 되도록 供給하였다. 참돔 受精卵은 日令 5日째부터 1日 約 10,000粒씩 供給하면서 漸次 增加시켜 日令 35日까지 供給하였다. 配合飼料는 07時부터 18時까지 每 時間마다 試驗 終了日까지 供給하였으며, 처음에는 粒徑 70~150 μ m 크기의 飼料를 供給하였고 仔魚가 成長함에 따라 粒徑 500 μ m~5mm 配合飼料를 供給하였다. 配合飼料로 먹이붙임을 할 때에는 生物餌料 供給時間을 늦추면서 配合飼料 供給時間을 아침에서 저녁까지 점차적으로 延長시켜 주었다.

3. 大型水槽에서의 먹이別 成長 및 生存率

小型水槽에서 좋은 結果를 보인 A, E 試驗區를 大型水槽에서 成長 및 生存率을 알아보기 위하여 70ton concrete 圓形水槽(直徑3.5m, 깊이2.3m) 2個

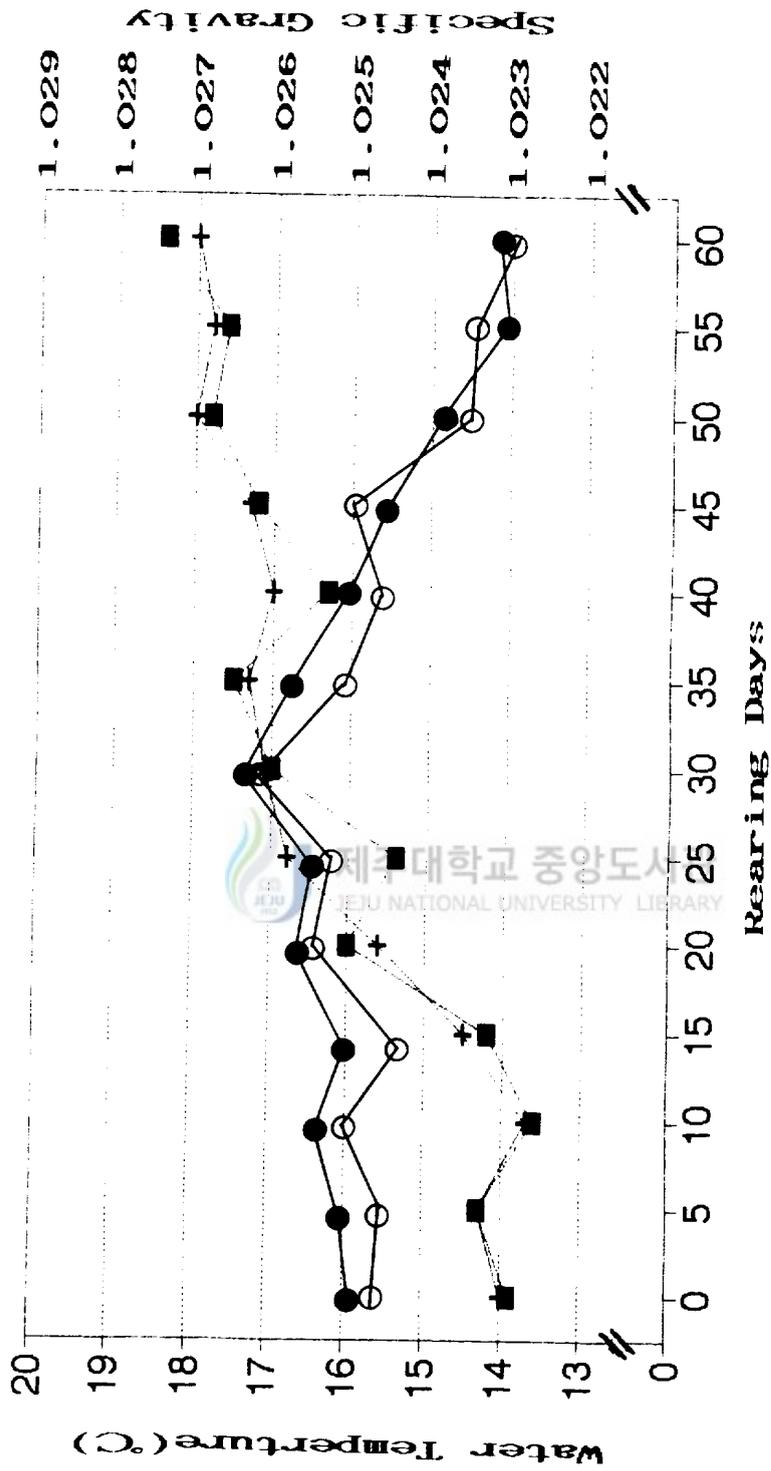
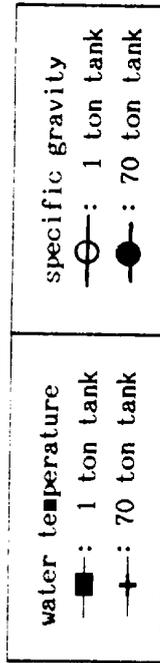


Fig. 2. Variation of water temperature during the experimental period.



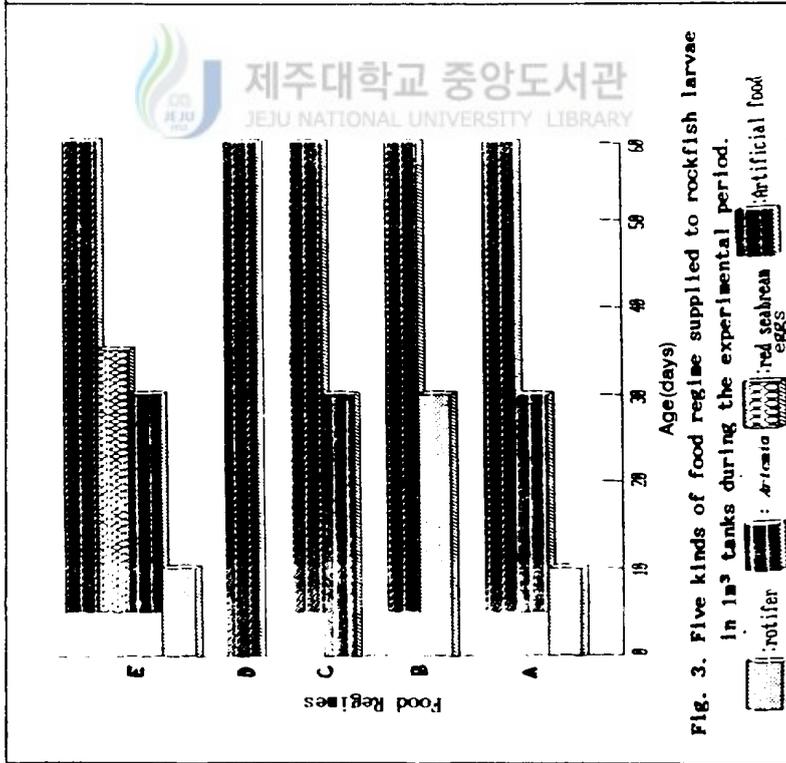


Fig. 3. Five kinds of food regimens supplied to rockfish larvae in 1m³ tanks during the experimental period.

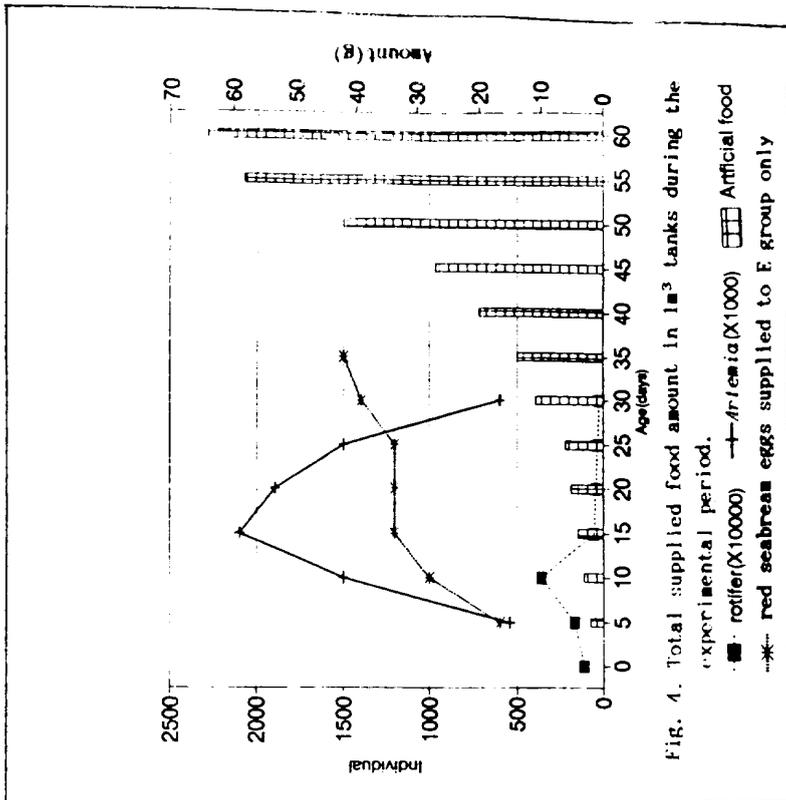


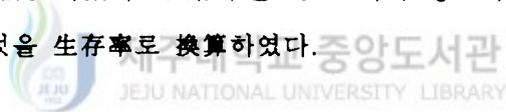
Fig. 4. Total supplied food amount in 1m³ tanks during the experimental period.

에서 出産直後의 仔魚 各各 150,000尾를 收容하여 4月 20日부터 60日間 飼育하였다. 飼育 期間동안 流水量은 日令 7日째까지는 止水飼育 하였고 日令 8日째부터는 처음 1日 30%씩 換水해서 仔魚가 成長함에 따라 漸次 增加시켜 試驗終了日에는 1日 3回 換水하였다. 飼育期間中の 環境은 小型水槽와 같은 條件을 維持시켜 주었다.

먹이系列 및 供給量은 Fig. 5, 6과 같다. 小型水槽 A, E 試驗區와 같은 條件으로 試驗하였으며 rotifer와 *Artemia*의 nauplius 幼生 및 참돔 受精卵과 配合飼料는 小型水槽와 같은 密度와 量으로 供給하였다.

仔魚 飼育槽內的 rotifer 먹이와 水質安定과 光調節및 仔魚가 高르게 分散될 수 있도록 *Chlorella* sp.를 飼育水에 30만cells/ml 되게 供給하였다.

飼育槽內的 먹이 찌꺼기와 排泄物은 siphon으로 每日 午後에 除去하였다. 全長은 每 5日 間隔으로, 體重은 10日 間隔으로, 小型水槽에서는 10마리씩, 大型水槽에서는 50마리씩 無作爲 抽出하여 顯微鏡과 電子저울 (0.01gr)로 計測하였다. 生存率은 每日 바닥 청소시에 죽은 個體를 收去하여 計數한 것을 生存率로 換算하였다.



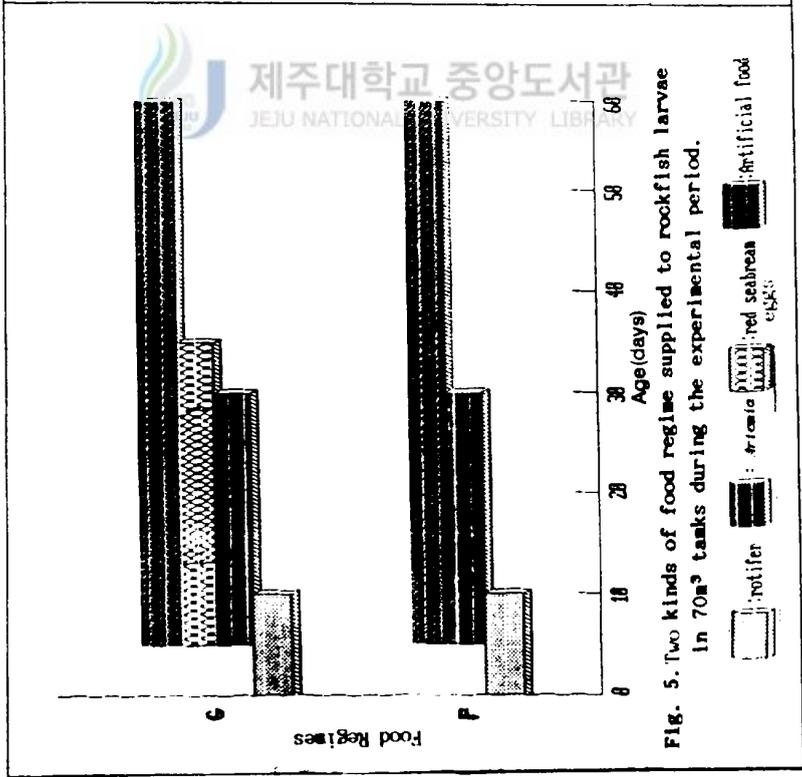


Fig. 5. Two kinds of food regime supplied to rockfish larvae in 70m³ tanks during the experimental period.

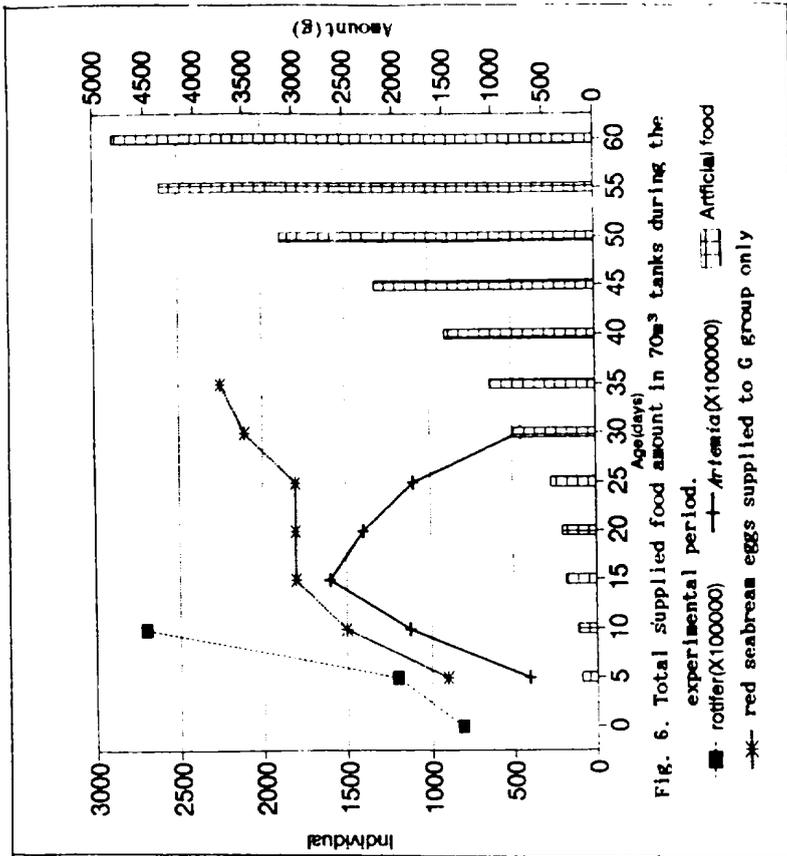


Fig. 6. Total supplied food amount in 70m³ tanks during the experimental period.

Ⅲ. 結 果

1. 仔魚出産

莞島水産種苗培養場 親魚 飼育槽에서 1988年 5月부터 1991年 4월까지 4年동안 飼育한 조피볼락 親魚가 仔魚를 出産할 때의 水溫과 1日 仔魚出産 時刻은 Table 1과 Fig. 7, 8에 表示하였다. 總 29尾로부터 調査된 仔魚 出産時의 水溫範圍는 12.8~18.1℃였으며, 이 중 水溫 13~14℃에서 22尾가 仔魚를 出産하였다(Fig. 7). 親魚의 1日 仔魚 出産時刻은 Table 1에서 *표로 表示된 바와 같이 11時와 14時에 두 번 死産하면서 出産한 것을 除外하면 研究 期間中에는 하루중 조피볼락의 出産時刻은 23時에서 05時 사이였으며, 이 중 03~04時 사이에 15尾가 仔魚를 出産 하였다(Fig. 8).

年度別 仔魚出産 時期와 全長에 따른 仔魚 出産尾數는 Table 2와 같다. 仔魚 出産時期는 3月末에서 6月初 사이였다. 一般 自然水溫에서 飼育한 境遇에 1988년에는 5月 1일에 첫 出産이 일어났고, 1989년에는 4月 18日, 1991년에는 4月 10일에 各各 出産되어 每年 10여일 정도씩 出産時期가 앞당겨지는 것을 볼 수 있었다. 그러나 1989年 12月 中旬부터 1990年 4月初까지 約 4個月間은 boiler를 이용하여 水溫 13~15℃로 加溫飼育을 한 結果 前年度에 比해서 26日이나 빠른 3月 23일에 첫 出産이 일어났다.

친어의 크기에 따른 仔魚 出産尾數는 全長 38cm에서 28,000尾, 全長 60cm에서 427,000尾를 出産하여 親魚의 全長이 커짐에 따라 出産尾數도 增加하였다. 全長(X)에 따른 仔魚 出産尾數(Y)와의 關係는 Fig. 9에서 보는 바와같이 $Y = -475.71 + 14.216X$ 의 回歸直線式을 나타내었다.

Table 1. Spawning Time and Water Temperature of Female Rockfish in the Indoor Spawning Tanks

Date	W. T(°C)	Spawning time	
		Initial	Final
May 1, 1988	14.6	01:00	01:40
10	14.5	11:20	11:30*
12	15.0	14:20	14:30*
15	14.8	05:10	05:50
17	15.2	03:00	03:30
23	17.5	23:30	24:00
27	17.7	03:15	03:50
June 1	18.1	06:40	07:00
Apr. 18, 1989	13.2	02:10	02:43
19	13.2	03:20	03:45
23	14.0	04:10	04:25
25	14.3	05:10	05:35
29	14.6	04:00	04:25
May 11	15.9	03:00	03:20
16	15.8	03:00	03:50
Mar. 23, 1990	14.8	04:10	04:30
Apr. 6	13.7	04:20	04:45
11	13.0	05:10	05:50
12	13.7	02:20	02:40
18	13.8	02:10	02:40
27	14.3	03:10	03:30
May 1	15.0	04:10	04:30
Apr. 10, 1991	12.8	03:20	03:50
13	12.9	04:10	04:20
15	12.9	01:00	01:25
17	13.6	04:10	04:40
18	13.9	02:10	02:35
19	13.6	03:20	03:40
25	14.8	04:10	04:50

* All spawned larvae was dead ones.

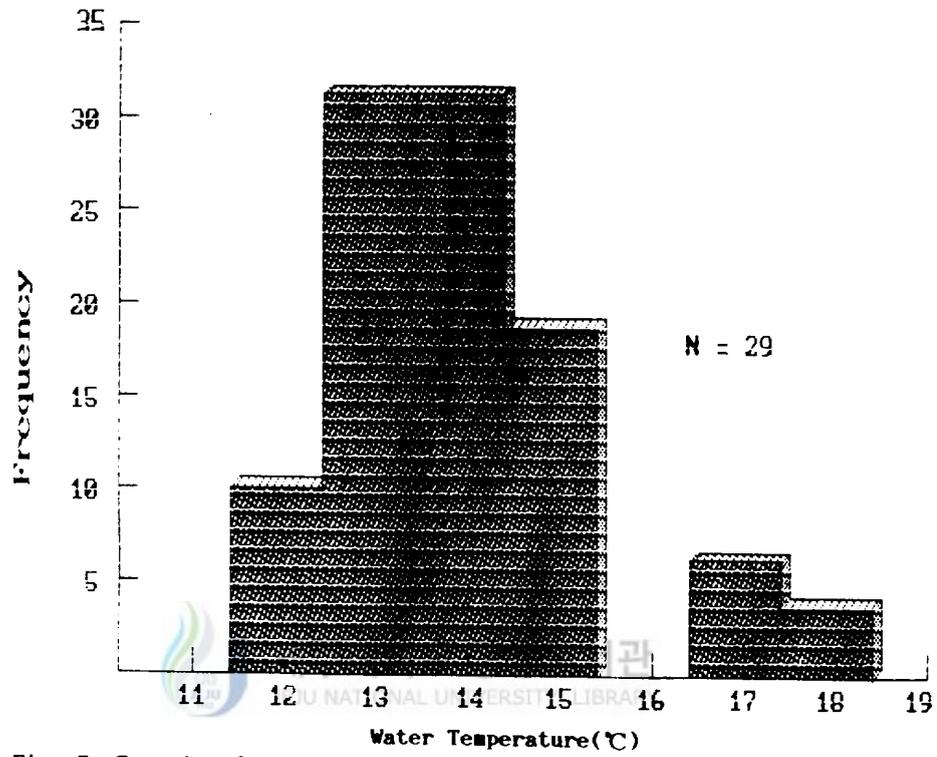


Fig. 7. Spawning frequency of rockfish related to water temperature.

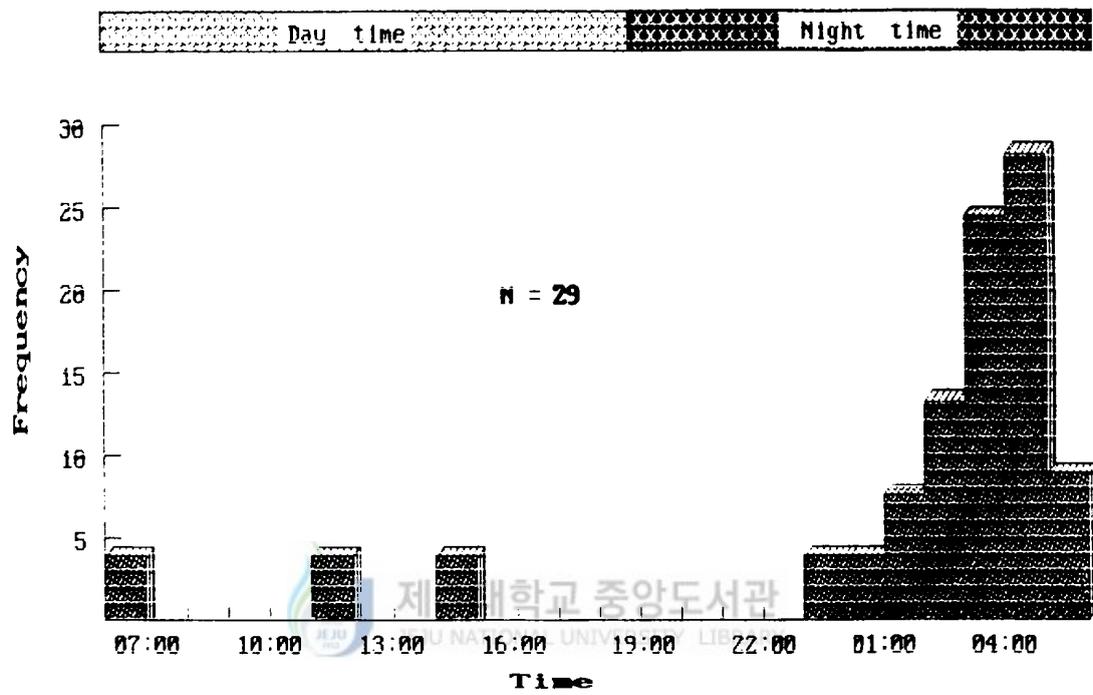


Fig. 8. Frequency distribution of spawning time of examined rockfish larvae from May, 1988 to June, 1991.

Table 2. Seasonal Spawning Days and Number of Spawned Larvae According to Total Length

Date	1988		1989		1990*		1991	
	T. L.(mm)	No.						
Mar. 23					41.8	128,000		
Apr. 6					46.7	206,000		
10							52.8	272,000
11					50.9	248,000		
12					43.9	157,000		
13							48.3	214,000
15							45.9	182,000
17							48.6	215,000
18			46.2	183,000	49.8	220,000		
19			40.0	78,000				
23			41.0	102,000			53.9	277,000
25			45.3	184,000			55.6	314,000
27					53.9	280,000		
29			50.8	237,000			60.2	427,000
May 1	37.9	28,000						
10	41.5	125,000			54.6	143,000		
11			51.9	254,000				
12	46.4	176,000						
15	43.9	148,000						
16			42.0	113,000				
17	56.2	302,000						
23	53.5	256,000						
27	47.7	204,000						
June 1	42.1	138,000						

* In that year spawning experiment performed in rearing water tank heated.

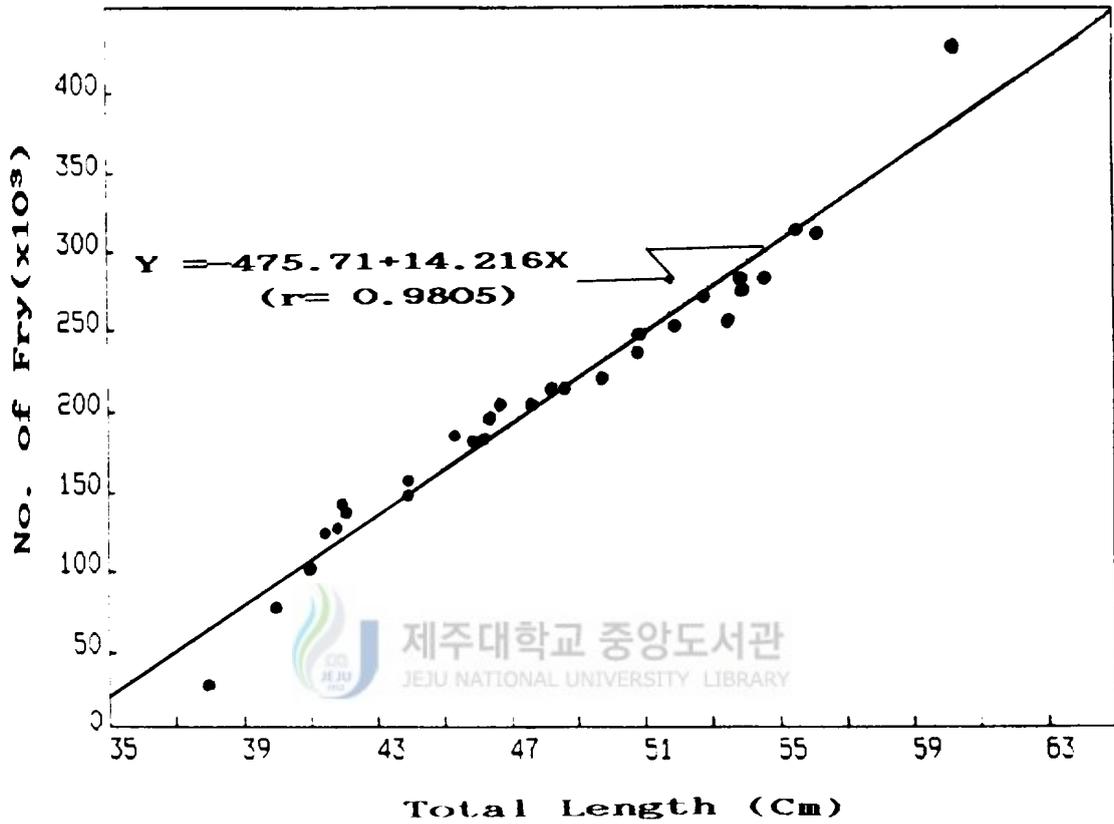


Fig. 9. Relationship between the number of spawned larvae and the total length of female rockfish spawned.

2. 小型水槽에서의 먹이系列別 成長 및 生存率

먹이系列別 成長 및 生存率은 Fig. 10, 11에 나타낸 바와 같다. 試驗條件別로 日令 25日째까지 初期成長을 보면 A, B, C, D, E 試驗區의 平均全長各各 20.3mm, 19.0mm, 20.1mm, 20.0mm, 20.7mm로서 20mm 以上の 成長을 하였으나 B 試驗區만 19.0mm로 低調한 成長을 보였다.

生存率은 各 試驗區마다 區間別로 뚜렷한 斃死率을 보여 A 試驗區는 日令 25~35日 사이에 18.0%가 斃死하였고, B 試驗區는 日令 10~20日 사이에 65%, C 試驗區는 日令 25~35日 사이에 28.3%, D 試驗區는 日令 5~15日 사이에 51.6%, E 試驗區는 日令 25~35日 사이에 9.0%가 斃死하여 初期에 大量 斃死現象을 보였으나 참돔 受精卵을 供給한 E 試驗區만은 大量 減耗現象이 일어나지 않은 狀態에서 配合飼料로 먹이轉換이 이루어졌다. 配合飼料로 먹이불임이 된 日令 40日 以後에는 共喰現象으로 0.7%가 減少된것을 除外하고 斃死現象이 나타나지 않았다.

最終 成長 및 生存率은 Table 3에서 보는 바와 같다. 出產 直後 仔魚의 平均全長 5.82mm, 體重 0.028mg의 仔魚를 60日間 飼育하였던 結果 各 試驗區別 平均全長과 體重 및 瞬間成長率은 A 試驗區 48.7mm, 13.0mg, 0.1243, B 試驗區 41.0mm, 9.8mg, 0.1214, C 試驗區 44.5mm, 11.9mg, 0.1228, D 試驗區 47.8mm, 12.6mg, 0.1240, E 試驗區 51.4mm, 15.2mg, 0.1252로서 各 試驗區別 成長은 E, A, D, C, B 順이었다. 生存率은 A 試驗區 41.3%, B 試驗區 8.0%, C 試驗區 17.0%, D 試驗區 1.7% E 試驗區 58.6%로서 E, A, C, B, D 試驗區의 順이었다.

3. 大型水槽에서 먹이系列別 成長 및 生存率

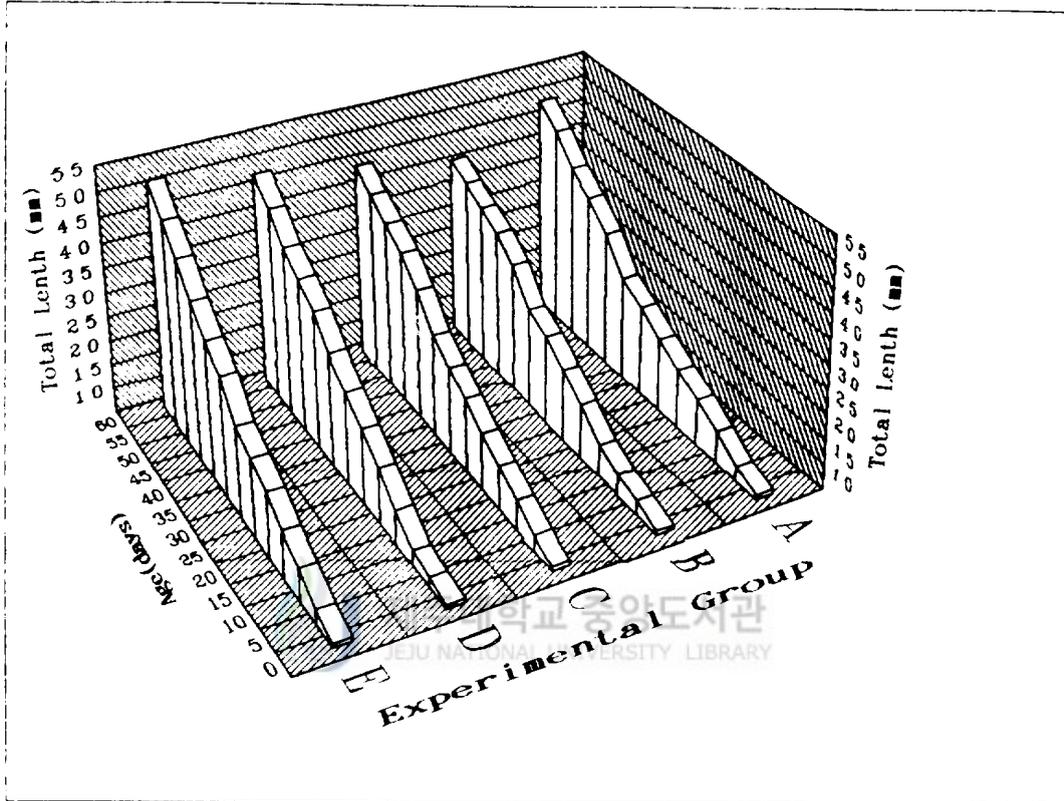


Fig. 10. Growth of rockfish larvae in 1m³ tanks fed by different food regimes for 60 days rearing.

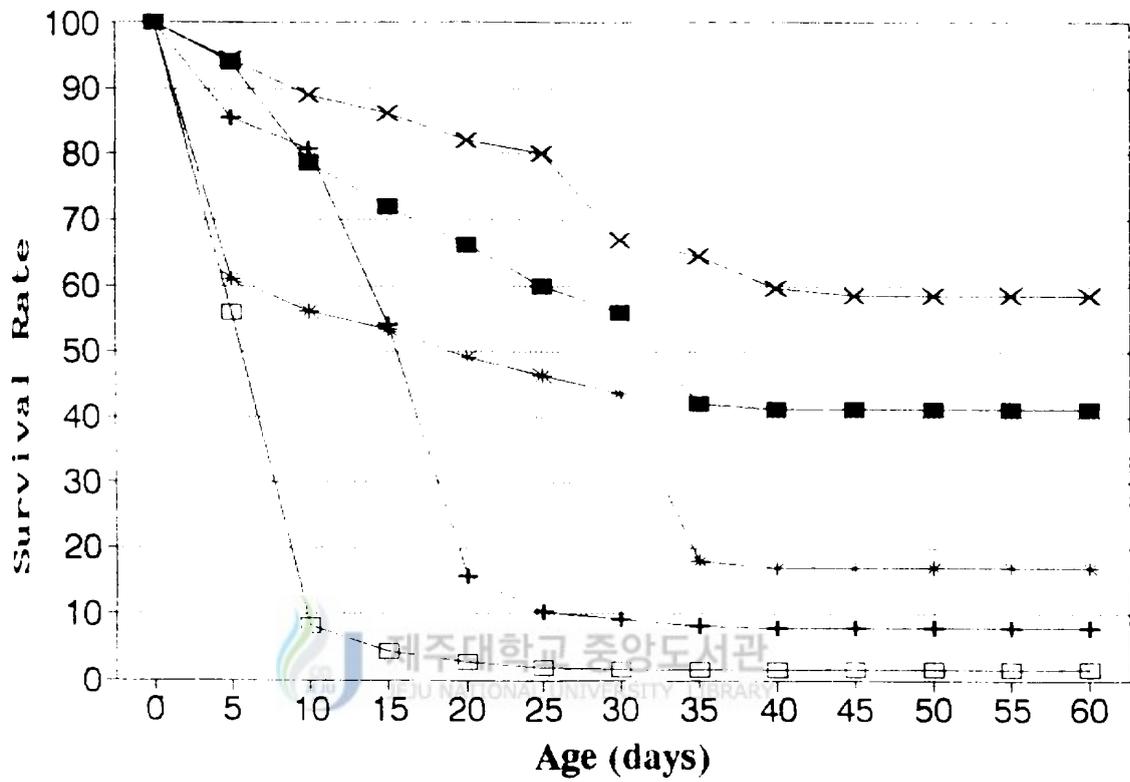


Fig. 11. Survival rate of rockfish larvae in 1m³ tanks fed by different food regimes for 60 days rearing.

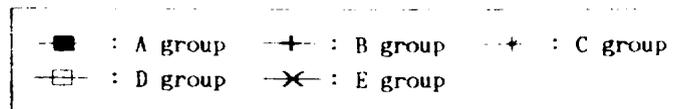


Table 3. Growth and Survival of Rockfish Larvae Fed by Different Food Regimes with Size of Two Kind Rearing Tanks During Experimental Period (April 20 - June 20)

Size of Tank	No. of Lot. larvae	Initial						Final						
		T.L.(mm)		B.W(mg)		T.L.(mm)		B.W(mg)		Survival		Growth		IGR*
		Mean ± SD	No.	Rate(%)	T.L.(mm)	B.W(mg)								
1m ³ tank														
A	2,000	5.82	0.22	0.028	0.009	48.7	6.44	13.0	0.91	826	41.3	42.8	12.9	0.1243
B	2,000	5.82	0.22	0.028	0.009	41.0	6.58	9.8	0.97	160	8.0	35.2	9.8	0.1214
C	2,000	5.82	0.22	0.028	0.009	44.5	6.69	11.9	0.99	340	17.0	38.7	11.3	0.1228
D	2,000	5.82	0.22	0.028	0.009	47.8	6.74	12.6	0.99	34	1.7	41.9	12.6	0.1240
E	2,000	5.82	0.22	0.028	0.009	51.8	6.81	15.2	0.90	1,172	58.6	45.6	15.1	0.1252
70m ³ tank														
F	150,000	5.82	0.22	0.028	0.009	49.4	8.65	14.0	1.24	84,600	56.4	43.5	13.9	0.1245
G	150,000	5.82	0.22	0.028	0.009	52.7	9.54	18.2	1.31	108,450	72.3	46.8	18.1	0.1259

* Instantaneous Growth Rate.

大型水槽에서의 成長 및 生存率은 Fig. 12, 13에 나타내었다. 日令 25日 까지 初期成長은 F, G 試驗區 모두 平均全長 20.6mm, 20.8mm로서 成長 차이를 보이지 않았으나 日令 30日 이후부터 참돔 受精卵을 供給한 G 試驗區가 좋은 成長을 보여 試驗終了日에 平均全長과 體重 및 瞬間成長率은 F 試驗區 49.4mm, 14.0mg, 0.1245, G 試驗區 52.7mm, 18.2mg, 0.1259였다. 生存率은 F 試驗區의 境遇 日令 5日에서 10日사이와 먹이轉換 時期인 25日에서 30日사이에 各各 15%와 11.7%의 많은 斃死現象이 보였고 日令 35日 以後에는 거의 斃死된 個體가 보이지 않았다. G 試驗區에서는 初期에도 大量 斃死現象이 나타나지 않았고 먹이轉換 時期인 日令 30日에서 35日사이에 8.9%의 減耗現象을 보여 小型水槽에서와 마찬가지로 참돔 受精卵을 供給한 G 試驗區는 별다른 斃死現象이 없이 配合飼料로 먹이轉換이 이루어졌다.

最終 生存率은 Table 3과 같이 F 試驗區 56.4%였으며, G 試驗區는 72.3%의 좋은 결과를 보였다.

小型水槽와 大型水槽에서 飼育期間 동안의 水温變化는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 大型水槽에서는 外部 氣溫에 의한 飼育水温이 1日 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 變化가 크지 않았으나 小型水槽에서는 午前과 午後 밤과 낮의 外部 氣溫變化로 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 차이를 보였다.

出産後 60日間の 飼育에서 仔稚魚의 全長(X)에 대한 體重(Y)의 相對成長은 Fig. 14와 같이 $Y=2.2334E-04xX^{2.8221}(r=0.9928)$ 의 指數曲線式으로 表示되었다.

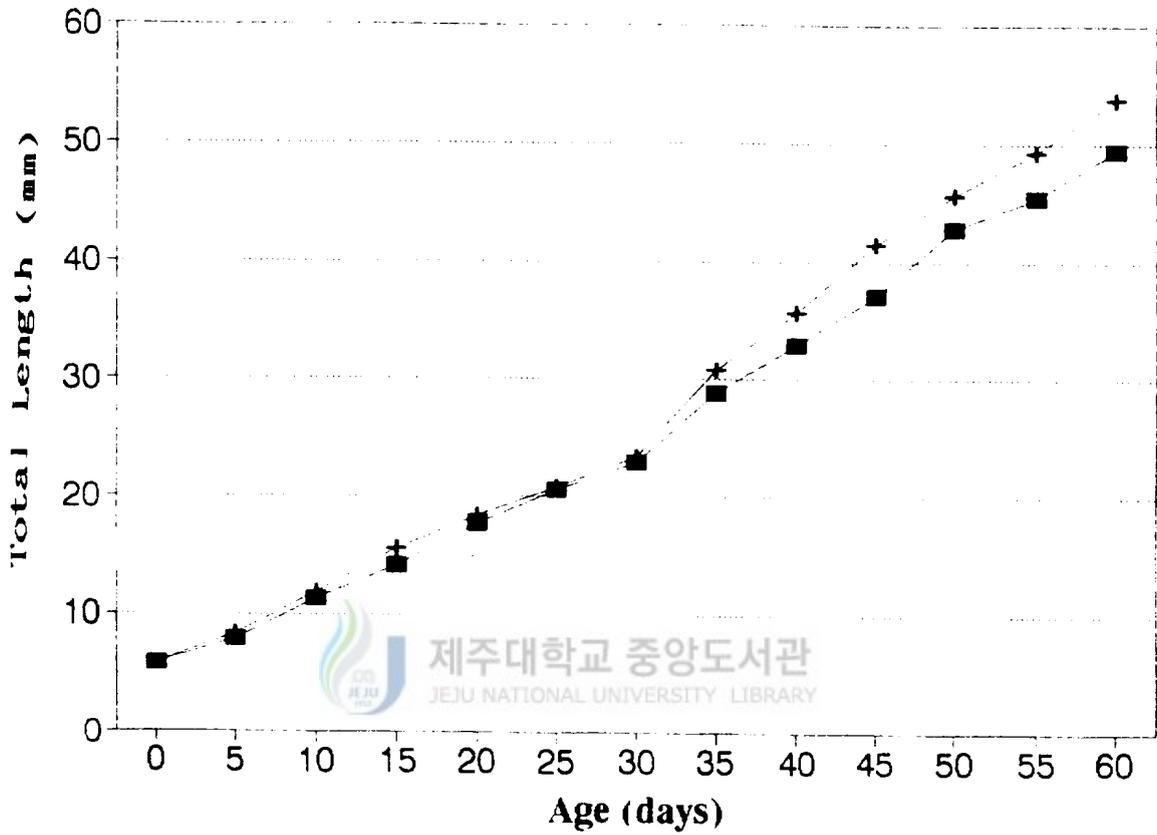
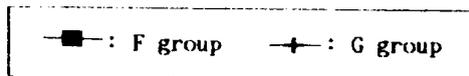


Fig. 12. Growth of rockfish larvae in 70m³ tanks fed by different food regimes for 60 days rearing.



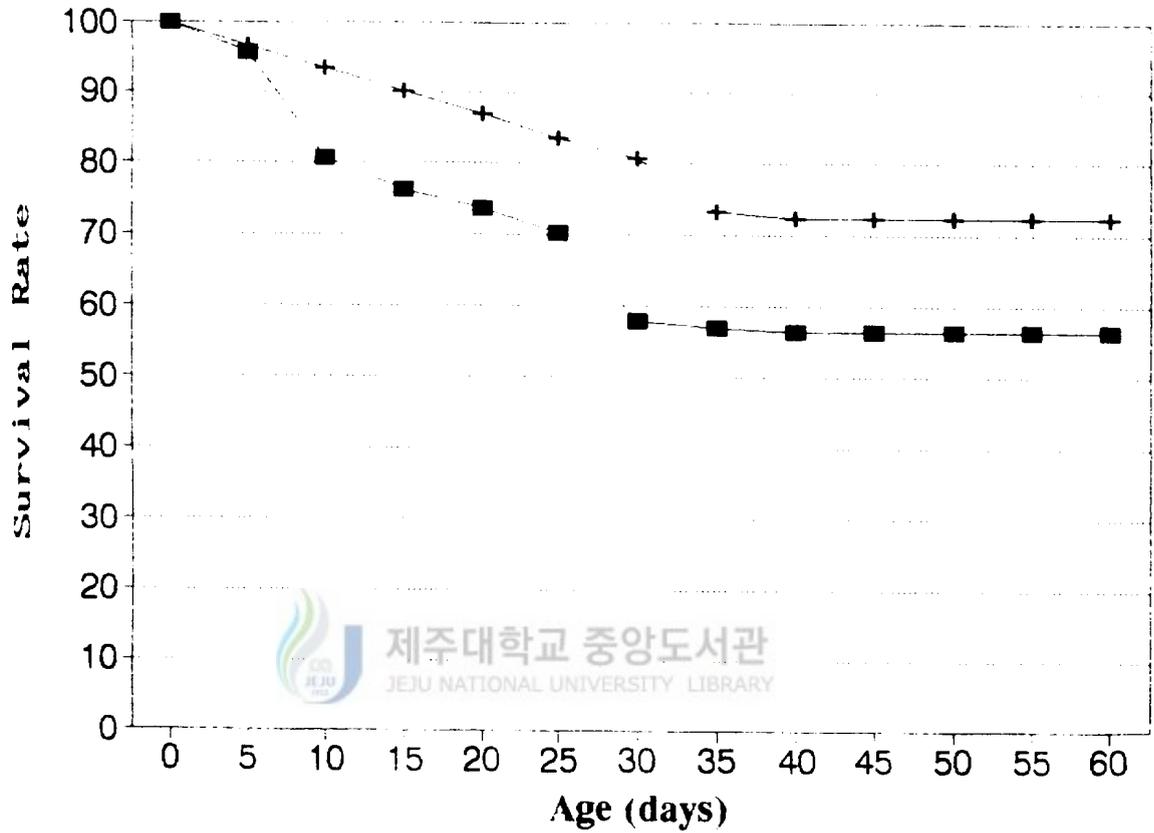


Fig. 13. Survival rate of rockfish larvae in 70m³ tanks fed by different food regimes for 60 days rearing.



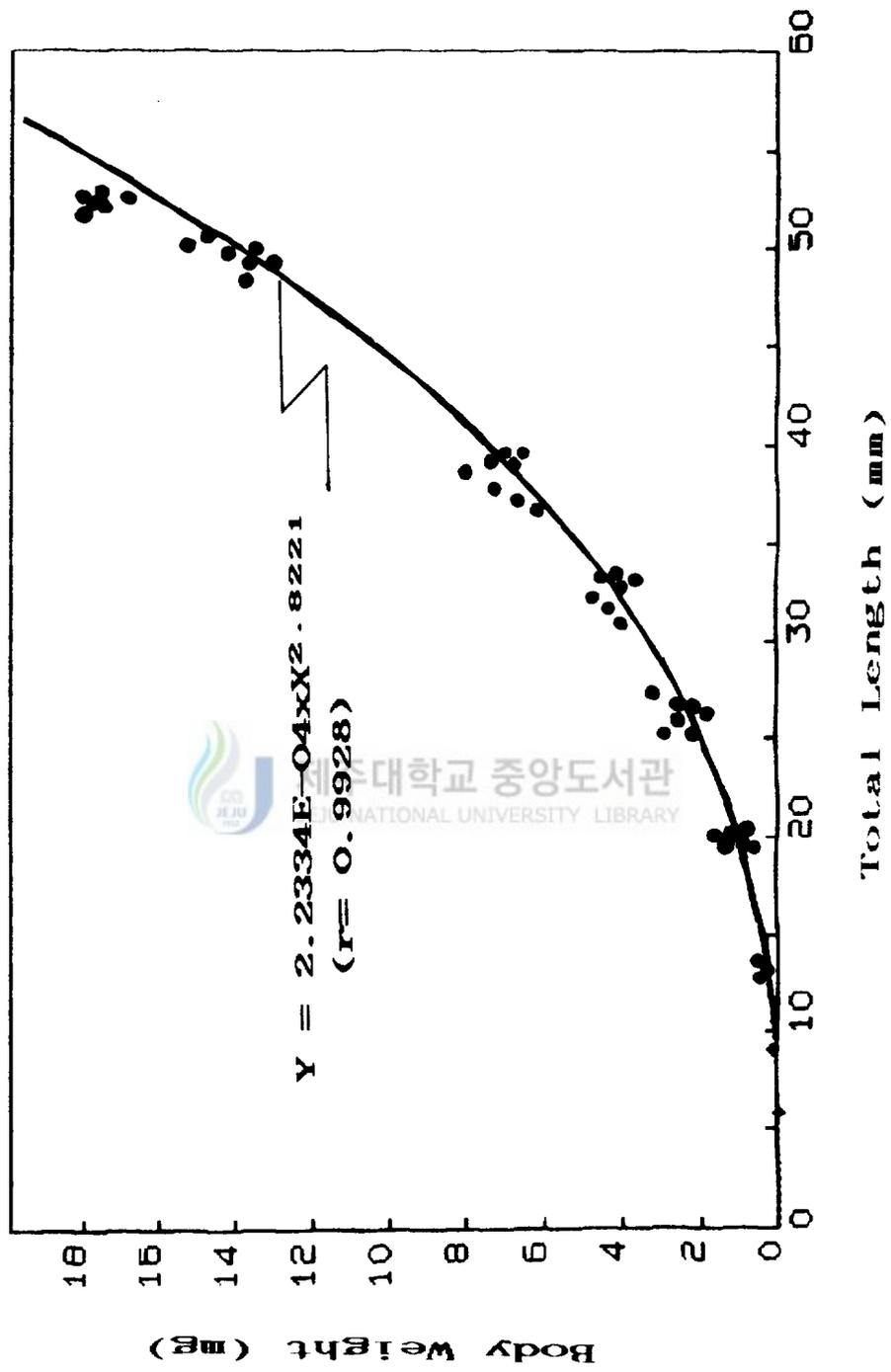


Fig. 14. Relationships between total length and body weight of rockfish larvae.

IV. 考 察

海産魚 種苗生産에 있어서 良質의 受精卵이나 活力이 좋은 孵化仔魚를 確保하는 일은 매우 重要하다. 어미를 좋은 條件에서 人爲的으로 飼育하지 않고 自然에서 漁獲하여 直接採卵 또는 出産에 이용할 경우에는 조피볼락과 같이 卵黃을 거의 吸收한 狀態에서 仔魚(spawned larva)로 出産하는 卵胎生 魚類의 경우 活力이 좋은 仔魚를 받기 위해서는 무엇보다도 親魚의 健康狀 態가 重要하다(草刈 等, 1977).

自然産 親魚를 바로 出産用으로 사용할 경우 草刈·森(1981)는 漁獲 및 運搬過程에서 받게 되는 심한 刺戟이나 振動으로 인하여 대부분이 死産하였 다고 報告하였으며 이러한 경우 金(1991)은 正常的인 出産率이 48.8%, 岩 本·芦立(1982)은 33%라고 報告하였다. 이 研究에서 처음 어미를 購入한 1988년 4月 29日 14時에 莞島 魚販場에서 腹部가 膨滿한 出産直前의 自然産 親魚 5尾를 研究室內의 飼育槽로 運搬하였던 結果 胎仔가 未熟狀態에서 06:00~ 07:00時에 한 마리가 出産하였고 11:00時와 14:00時에는 모두 死産 이 일어나면서 어미까지 死亡하여 正常的인 出産은 40%로 前述한 研究者들 의 結果와 類似하게 나타났다. 그러나 1987年 3月 23日 낚시로 漁獲하여 親 魚를 海上 가두리에서 3個月間 蕃養한 것을 實驗室內의 飼育槽에서 3年동안 安定된 飼育條件에서 길렀던 것은 每年 正常的인 仔魚를 出産하여 草刈 等 (1977)의 結果와 잘 一致되었다.

清水·八幡(1991)은 出産日을 0℃로 基準하여 仔魚出産까지 逆으로 計算 한 積算水溫은 540~580℃로 112日이 所要된다고 한 것에 비하여 草刈·森 (1984)는 受精에서 仔魚 出産까지의 所要日數가 積算水溫 482℃에서 46日이 라 報告하였다. 따라서 自然에서 親魚를 直接 購入할 경우에는 交尾時期와

出産까지의 積算水溫을 考慮하여 腹部가 膨滿하기 前인 出産 約 3個月前에 購入하는 것이 漁獲 및 運搬시 刺戟이나 스트레스를 效果的으로 줄일 수 있어 死産을 防止하는 한편 野生親魚의 먹이불임등이 용이하여 出産率을 더 向上시킬 수 있을 것으로 생각된다.

1988~1991년까지 4年 동안 관찰된 29尾의 出産親魚를 對象으로 仔魚 出産時期와 出産時의 水溫 및 하루중의 出産時刻을 調査한 結果, 出産時期는 3月 末에서 6月 初旬이었고 이때의 水溫範圍는 12.8~18.1℃였다. 出産이 일어난 水溫範圍에서도 12.0~15.0℃에서 全體 出産의 89.66%에 해당되는 26尾가 集中的으로 出産하는 것으로 보아 이 時期가 조피볼락의 出産 適水溫으로 推定되었다. 이러한 結果는 草刈·森(1981)가 仔魚出産 盛期를 6月 上旬에서 中旬, 이때의 水溫을 11~12℃로 報告한 것과는 時期的으로는 더 빠르게 나타났지만 水溫에서는 오히려 더 높게 나타났다. 이는 조피볼락이 移動性이 적은 沿岸 定着性 魚種임을 감안할 때 棲息地域의 固有環境에 適應되어온 것에 起因된 것으로 생각된다.

魚類의 生殖巢 成熟이나 産卵制御에 關與하는 環境條件은 오래전부터 光週期와 日照時間 및 溫度가 크게 影響을 주고 있음이 많은 研究者들에 의하여 報告되었다 (Hazzard and Eddy, 1951; Hoover and Hubbard, 1937; 伊島等, 1986). 原田等(1970)은 참돔·감성돔·방어·돌돔·강달돔等을 飼育環境의 調節과 加溫에 의하여 自然産卵期보다 早期 採卵할 수 있었고, 原田(1974)는 참돔 親魚를 加溫 飼育하여 自然에서 보다 1~1.5個月 早期에 産卵시켰다.

伊島等(1986)은 넙치 親魚에 대하여 照度 30~1,100Lux 範圍에서 長日處理(17~18時間/日)한 結果, 處理後 62日째에 産卵하여 앞당길 수 있었으며 같은 條件에서 人工飼育한 親魚는 해가 거듭될수록 첫 産卵이 일어나는 時期가 每年 16~20日 정도 빨라짐을 報告한 바 있다. 이 研究에서도 自然

水溫下에서 飼育한 1988, 1989, 1991年度에는 4月 10일부터 5月 1日 사이에 첫 出産이 일어났지만 1989年 12月 中旬부터 1990年 4月初까지 親魚를 13~15°C로 約 4個月間 加溫飼育한 것과 自然水溫으로 飼育한 것을 比較하면 1988年보다 39日, 1989년에는 26日, 1991년에는 18日을 早期에 出産시킬 수가 있어 原田 等(1970)과 原田(1974)의 報告와 잘 一致되었다. 또한 自然水溫으로 飼育한 1988, 1989, 1991年の 첫 出産이 前年에 比하여 每年 10여일씩 앞당겨 지는 現象은 伊島 等(1986)이 16~20日씩 첫 産卵日이 앞당겨지는 것과 같은 現象으로 보이며 이는 自然에서 보다 人爲的인 飼育環境과 먹이의 條件이 더 良好하였던 것에 起因된 것으로 생각된다.

草刈·森(1977)는 1日 仔魚 出産時刻은 22時에서 23時 사이에 대부분이 出産한다고 하였다. 이 研究에서 親魚의 1日 仔魚 出産時刻이 安定的인 飼育環境下에서는 23:00~05:00時 사이에 28尾가 出産하였고 이들중 03:00~04:00時 사이에 22尾가 集中的으로 出産하여 出産時間에는 多少 차이가 있었지만 빛이 없는 夜間에 出産이 일어나는 것은 잘 일치되었다.

親魚의 크기에 따른 仔魚 出産尾數에 대하여 清水·八幡(1991)는 全長 40cm일때 100,000尾, 45cm일때 150,000尾, 50cm일때 350,000尾로 報告하였다. 이 研究에서 調査된 親魚의 全長(X)에 따른 仔魚 出産尾數(Y)는 $Y = -475.71 + 14.216X$ 로 回歸直線關係를 보여 全長 40cm일때 78,000尾, 45cm일때 143,000尾, 50cm일때 248,000尾의 仔魚를 出産하여 多少 적은 出産量을 보였다. 이는 어미의 飼育環境 條件이나 먹이와 飼育方法의 차이에서 起因된 것으로 생각된다.

出産直後の 仔魚 크기에 대하여 金(1991)은 6.2~6.6mm, 金·韓(1991)은 5.15~5.55mm, Sataki(1984)는 6.0~6.9mm로 報告하였다. 이 研究에서 最小値는 5.6mm로서 金·韓(1991)의 最大値와 類似하였고 最大値는 6.1mm로서 金(1991)의 最小値에 類似하여 研究者에 따라 出産仔魚의 크기가 많은 차이

를 보이고 있다. 이것은 清水·八幡(1991)이 親魚가 클수록 仔魚는 小形化된다고 報告한 바와같이 各 研究者가 사용하였던 親魚의 크기가 다른 것에 起因된 것으로 思料된다.

먹이系列別 飼育試驗에서 비교적 많이 사용되고 있는 참돔 먹이系列(伏見 1975)인 A 試驗區의 最終成長은 平均全長 48.7mm로서 참돔 受精卵을 供給한 E, G 試驗區를 除外한 B, C, D 試驗區(41.0mm, 44.5mm, 47.8mm)에 比較해서 比較的 좋은 結果를 보였으나 먹이 轉換時期인 日令 30~35日 사이에 斃死率이 14%로서 많은 減耗를 보였다. B 試驗區는 平均全長 41mm로서 全體 試驗區 중에서 제일 낮은 成長을 보였으며, A 試驗區와 같이 日令 30~35日 사이에 大量斃死現象이 나타났다. 最終生存率이 8.0%로서 低調한 結果를 보인 것은 仔魚가 成長함에 따라 口の 크기에 알맞는 먹이를 供給해 주어야 하는데 이 試驗區에서는 *Artemia*를 供給하지 않고 配合飼料로 먹이붙임이 될때까지 *rotifer*를 供給하였기 때문이라고 思料된다. C 試驗區는 日令 5일 以內에 全體에서 40% 以上の 높은 斃死率을 보였고 仔魚가 口가 벌어진 狀態에서 水面을 向하여 垂直으로 游泳하는 個體들이 많이 나타났다. 이는 出產直後 어린 仔魚의 口徑에 比較하여 比較的 큰 *Artemia*를 처음부터 供給하였기 때문으로 思料되었다. 最終 生存率은 17%로서 比較的 低調하지만 앞으로 種苗生産에서 *Chlorella* sp., *rotifer* 등의 培養을 위한 넓은 面積을 仔稚魚 飼育에 이용할 수 있기 때문에 種苗生産量의 增加와 勞動力 節減, 作業時間 短縮 등에 따른 經濟性を 감안 한다면 *rotifer* 없이도 조피블락의 種苗生産이 可能하다는 것을 보여 주었으며, 小形 *Artemia*를 이용할 경우 더 좋은 結果를 기대할 수 있을 것으로 생각되어 今後 이에 대한 具體的인 研究가 要望된다. D 試驗區의 成長은 平均全長 47.8mm로서 B, C 試驗區 41.0mm, 44.5mm 보다 높은 成長을 보였다. 이는 仔魚飼育時 多少 初期 자어에게 무리하다고 생각되지만 처음부터 配合飼料만 供給한 結果 適應하지 못하는 虛

弱個體나 小形個體가 初期에 大量斃死하고 먹이불임이 된 仔魚만이 成長하였기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 生存率은 1.7%로서 全體 試驗區中 제일 低調한 結果를 보였으나 다른 試驗區에 比해서 日令 15日정도 일찍 配合飼料로 먹이불임이 이루어졌다. 이러한 結果는 生物餌料(*Chlorella* sp., rotifer, *Artemia*)없이도 種苗生産의 可能性을 보이고 있어 앞으로 初期 配合飼料 選擇에 있어서 쉽게 눈에 띄고, 충분한 營養과 口徑에 알맞는 알갱이 크기 등을 充足시킬 수 있는 良質의 飼料와 供給技術의 熟達 또는 便利한 自動給餌機의 이용에 따라 飼育成績을 改善시킬 수 있을 것으로 생각된다.

現在 海産魚類의 種苗生産에 가장 널리 이용되고 있는 基本的인 먹이系列인 A, F 試驗區와 같은 먹이系列에 참돔 受精卵을 添加해 준 E, G 試驗區의 먹이系列에 따른 飼育結果는 試驗終了時의 平均全長에서 前者의 경우 48.7mm, 49.4mm, 後者の 경우 51.8mm, 52.7mm로 E, G 試驗區의 成長이 良好하였다. 같은 먹이系列에서 飼育槽의 크기에 따른 飼育結果는 基本的인 먹이系列에서 1m³ 小型水槽(A 試驗區), 48.7mm에 比하여 근소하지만 70m³ 大型水槽(F 試驗區)에서 49.4mm로 良好하였고 참돔 受精卵 添加區에서는 1m³ 小型水槽(E 試驗區)에서 51.8mm, 70m³ 大型水槽(G 試驗區)에서 52.7mm로 동일 먹이系列에서는 大型水槽에서의 成長이 良好하게 나타났다.

같은 條件에서 最終 生存率을 比較하면 基本 먹이系列인 A, F 試驗區는 41.3%, 56.4%이며 참돔 受精卵을 添加한 E, G 試驗區는 58.6%, 72.3%로서 顯著한 차이를 나타내었다. 또한 동일 먹이系列에서 水槽의 크기別 A, F 試驗區와 E, G 試驗區는 小型水槽에서 41.3%, 大型水槽에서 56.4%였고, 참돔 受精卵을 添加한 試驗區에서 前者는 58.6% 後者는 72.3%로서 大型水槽에서의 生存率이 顯著하게 높게 나타났다.

金(1991)은 仔魚의 初期 大量斃死는 腹部에 發生하는 氣泡現象과 適正먹이 및 먹이轉換에 起因한 것으로 報告하였으며 氣泡現象은 rotifer의 不足

에서 발생한다고 하였다. 伏見 等(1979)은 初期 飼育時 부레에 가스(gas)가 나타나 斃死된다고 報告하였으나, 이 試驗에서는 A, B, C, D, F 試驗區가 모두 氣泡現象이 나타나지 않은 狀態에서 初期 大量斃死現象을 보였으며 참돔 受精卵을 供給한 E, G 試驗區는 大量 斃死現象이 나타나지 않았다. 이는 조피볼락의 出產直後 仔魚가 平均全長 5.82mm로서 넙치나 돔類보다 2~3배가 크에도 불구하고 지금까지 初期 먹이系列이나 營養問題를 넙치나 돔類와 같이 取扱한데 그 原因이 있는 것으로 생각된다.

田中(1988)는 참돔卵에 Vitamine A의 全驅體인 β -carotene 成分이 多量 含有되어 있어 넙치 白化防除에 優秀한 效果가 있다고 하였으며, 清水·八幡(1991)는 50m³水槽에서 조피볼락 種苗生産 過程에 日令 13~27日까지 넙치卵을 供給하여 生存率 69.5%를 報告하였다. 이 試驗에서도 참돔 受精卵을 供給하여 60日間 飼育한 E, G 試驗區는 위에서의 結果와 잘 一致되어 조피볼락 種苗生産에 있어서 특히 初期 仔魚飼育時 魚類의 受精卵 供給이 成長과 生存率 向上에 效果가 있음을 알 수 있었다. 金(1991)은 小型水槽보다 大型水槽가 生存率이 좋았던 것은 配合飼料 投與에 의한 安定的인 水質維持上의 問題點에 起因한다고 하였다. 이 試驗의 結果로 보아 小型水槽에서는 外部 氣溫變化에 의해 飼育槽 水溫이 1日 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 의 차이를 보여 仔稚魚의 攝餌 活動이 活發하지 못하였고, 大型水槽에서는 飼育槽 水溫變化가 1日 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 內外로서 環境變化가 적었으며, 生物餌料(rotifer, Artemia)를 같은 密度로 供給하였을때 持續적으로 攝餌할 수 있었다. 飼育 期間中の 斃死現象을 거의 볼 수 없었던 時期는 小型水槽에서는 日令 40日 以後, 大型水槽에서는 35日 以後로서 大型水槽가 5日 정도 일찍 安定飼育이 可能하였던 것은 水深이 깊어 供給한 配合飼料가 水槽 밑바닥까지 沈降하는 時間이 길어 먹이불입이 일찍 이루어 졌음에 起因한 것으로 思料된다.

産出直後 平均全長은 5.82mm이고 體重은 0.028mg이었던 것을 60日間 飼育

하였을때 平均全長은 50mm, 體重은 14.2mg 成長하였으며, 仔稚魚의 全長(X)에 따른 體重(Y)과의 關係는 $Y=2.2334E-04xX^{2.8221}$ 의 指數曲線式으로 表示되며 T-test 結果 5%水準에서 有意差가 認定되지 않았다. 이 研究 結果로 보아 조피볼락 大量 種苗生産을 위해서는 rotifer나 Artemia의 供給期間을 줄이고 配合飼料로 早期 轉換될 수 있는 方法이 研究되어야 하며, 小型水槽보다는 大型水槽가 바람직하였다. 또한 初期 仔魚飼育에서부터 配合飼料로 먹이 轉換시기까지는 참돔이나 넙치등의 受精卵을 供給하는 것이 조피볼락 仔稚魚의 먹이系列에서 不足된 營養이나 먹이 物性的 缺陷을 補完해주는 效果를 가지고 있어 좋은 成長과 生存率을 보였던 것으로 思料되었다.

仔稚魚의 飼育密度에 대하여 岩本·芦立(1982)은 80ton 大型水槽에서 5,500尾/ton의 仔魚를 收容하였을 때는 39%의 生存率을 보였고, 7,200尾/ton 에서는 31.3%의 生存率을 보여 低密度로 飼育하였을때 生存率이 높게 나타났다고 하였다. 이 研究에서는 飼育密度가 앞에서 보다 낮은 2,100尾/ton로 收容한 大型水槽인 F, G 試驗區에서 各各 56.4%, 72.3%로서 더 높은 生存率을 보여 주고 있어 앞으로 大型水槽에서의 生存率을 높이기 위한 適正 收容密度와 水槽의 크기 및 形態, 構造 등의 研究가 뒷받침 되어야 할 것으로 思料된다.

V. 要 約

조피볼락, *Sebastes schlegeli*(HILGENDORF) 親魚의 仔魚出産과 먹이系列別 成長 및 生存率을 究明하기 위하여 1988年 3月부터 1991年 6月사이에 室內飼育試驗한 結果는 다음과 같다.

試驗期間中 出産이 確認된 親魚는 모두 29尾였고, 出産水溫은 12.8~18.1℃ 範圍였으며 集中的 出産(66%)이 일어난 水溫은 13~14℃였다.

하루중 出産時刻은 日沒後 23時에서 05時 사이였으며 이중 03~04時 사이에 全體의 53%가 出産하였다.

親魚의 全長(X)에 따른 仔魚 出産尾數(Y)와의 關係는 $Y = -475.71 + 14.216X$ ($r = 0.9805$)로서 回歸直線式으로 表示되었다.

5가지 먹이系列에서 rotifer, Artemia, 配合飼料, 참돔受精卵을 供給한 E, G 試驗區가 平均全長 51.4mm, 52.7mm 生存率 58.6%, 72.3%로 좋은 結果를 보였다.

같은 먹이系列로 小型水槽(1m³)와 大型水槽(70m³)에서의 成長 및 生存率 比較試驗(A, F ; E, G)에서는 成長차이는 認定되지 않았으나 生存率에서는 大型水槽(F, G)에서 各各 15.1%와 13.7%로 더 높게 나타났다.

試驗 飼育期間인 60日 동안 仔稚魚의 全長(X)에 따른 體重(Y)의 關係는 $Y = 2.2334E-04xX^{2.8221}$ ($r = 0.9928$)으로서 指數曲線式으로 表示되었다.

VI. 参 考 文 献

- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 502
- E. E. Hoover, and H. E. Hubbard, 1937. Modification of the sexual cycle in trout by control of light. *Copeia.*, 4, 206~210.
- 原田輝雄・熊井英水・中村元二・宮下盛・古谷秀樹. 1970. プリ・マダイ・イシダイ・イシガキダイからの加温による短期採卵. 日本水産學會, 昭和 45年 秋季大會 講演要旨, 62~63.
- 原田輝雄. 1974. 海産魚. 環境と成熟・産卵. 魚類の成熟と産卵. 日本水産學會編, 66~75.
- 星合憲一. 1977. クロソイ仔稚魚について. 日本魚類學會誌, 24(1), 35~42.
- 伏見 徹・尾田 正・高山恵介・佐勝 修・澤田芳子・佐田小夜子. 1979. 種苗生産研究クロソイ. 廣島縣水産試験場事業報告, 昭和 53年度, 15~17.
- 伏見 徹. 1975. 稚魚の攝餌と發育. 4. 餌料. 水産學シリーズ, 8. 恒星社厚生閣, 67-83.
- 伊島 時郎・阿部 登志勝・平川 諒三郎・鳥島 嘉明. 1986. 長日處理によるヒラメの早期採卵. 栽培技研., 15(1), 57~62.
- 岩本明雄・芦立昌一. 1982. クロソイの種苗量産. 栽培技研II(1), 35~44.
- 金伯均. 1991. 조피볼락(*Sebastes schlegelii*) 種苗生産에 關한 研究. 順天郷大學校 碩士學位論文, 1~19.
- 金容億・韓景鎬. 1991. 조피볼락, *Sebastes schlegelii*의 初期生活史. 韓水誌., 3(2), 67~71.

- 草刈宗晴・森泰雄. 1973. 魚類種苗生産技術開發試驗 クロソイ. 昭和47年度. 北海道立栽培漁業總合センター 事業報告書, 19~22.
- 草刈宗晴・森泰雄・工藤教司. 1977. クロソイの出産生態に関する研究. 北水試月報., 34(6), 1~8.
- 草刈宗晴・森泰雄. 1981. クロソイの魚類種苗生産技術開發試驗. 昭和55年度. 北海道立栽培漁業總合センター 事業報告書, 67~87.
- 草刈宗晴・森泰雄. 1984. II. 魚類種苗培養技術試驗. 北海道立栽培漁業總合センター事業報告書, 23~30.
- 二宮保男・山田薫・關二郎. 1977. 種苗生産技術開發事業. クロソイ種苗生産試驗. 宮城縣氣仙所水産試驗場. 事業報告(昭和50年度), 7~8.
- 卞忠圭・盧暹. 1970. 자주복 *Fugu rubripes*(TEMMINCK et SCHLFGEL)의 種苗生産에 關한 研究. 韓水誌., 3(1), 52~64.
- 盧暹・卞忠圭. 1986. 濟州道産 魚類(농성어과)의 種苗生産에 關한 基礎的 研究 및 넙치 種苗量産化에 關한 研究. 濟州大學校 海洋科學大學 養殖研報., 3, 20~37.
- 清水健・八幡康一. 1991. 水産の研究 50. クロソイ種苗生産, 101~107.
- Sataki, T., 1984. On the larvae of three species of rockfish(Genus : *Sebastes*) in Hokkaido. Bull. Fac. Fish, Hokkaido univ., 25(3).
- 佐佐木 功. 1978. 指定調査研究總合助成事業(クロソイ種苗生産), 昭和52年 秋田縣水産試驗場. 事業報告書, 1~360.
- 田中淑人. 1988. 海産動物, 水産動物のカロテノイド分布 水産動物のカロテノイド, 水産學シリーズ 22, 日本水産學會編. 恒星社厚生閣, 7~22.
- 高橋邦夫・早川 豊・佐藤 教. 1973. 栽培漁業開發調査 種苗生産技術開發試驗 クロソイ. 青森縣水産増殖センター 事業概要(2), 123~133.

T. P. Hazzard and Eddy, 1951. Modification of the sexual cycle in brook trout, *salvelinus fontinalis* by control of light. Trans. Amer. Fish. Soc., 80, 158~162.



謝

辭

本 研究를 遂行함에 있어 처음부터 끝까지 指導와 鞭撻을 아끼지 않으신 恩師 盧暹 教授님께 眞心으로 感謝드리며 이 論文이 完成되기까지 어려운 時間을 割愛하여 論文의 體制를 바로 잡아주신 卞忠圭 教授님, 李祺完 教授님과 恒常 助言과 忠告를 하여주신 白文河 教授님, 李定宰 教授님, 鄭相喆 教授님께 感謝드립니다.

공부하는 동안 많은 關心과 배려를 하여 주신 國立水産振興院 莞島水産 種苗培養場 金相根 場長님을 비롯한 同僚研究士 및 職員들께 깊은 感謝를 드립니다.

論文을 準備하는 過程에 助言과 도움을 준 統營水産전문대학 鄭佑建 教授님 부안수산종묘배양장 李昌奎 研究士님, 완도수산고등학교 鄭貴權 先生님과 魚類養殖實驗室 후배들에게도 감사의 뜻을 포함합니다.

끝으로 오늘이 있기까지 사랑과 인내로서 보살피 주신 부모님과 어려운 여건속에서도 밝은 마음으로 늘 곁에서 힘이되어 준 아내와 아들 正鎭이와 함께 이 조그만 기쁨을 나누고 싶습니다.