

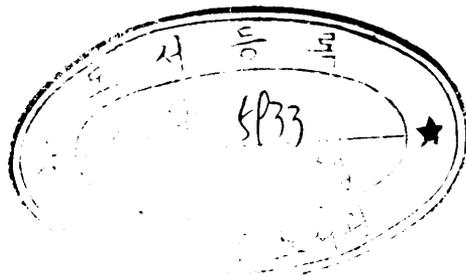
17
091
24662

碩士學位論文

자주복, *Takifugu rubripes* (Temminck
et Schlegel) 의 初期飼育에 關한 研究



鄭 潤 碩



1990年 12月

자주복, *Takifugu rubripes* (Temminck
et Schlegel) 의 初期飼育에 關한 研究

指導教授 盧 暹

鄭 潤 碩

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함



1990年 12月

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

鄭潤碩의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 農學博士 鄭 相 喆

委 員 理學博士 卞 忠 圭

委 員 水産學博士 盧 暹



濟州大學校 大學院

1990年 12月

Studies on the early rearing of the Puffer,
Takifugu rubripes (Temminck et Schlegel)

Yun-Seok Jung

(Supervised by Professor Rho, Sum)

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

A watermark for the Jeju National University Library is visible in the background. It features a circular logo with the letters 'JNU' and 'JEJU' inside, and the text '제주대학교 중앙도서관' (Jeju National University Central Library) and 'JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY' around it.

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY
1990. 12.

目 次

Abstract

I. 緒 論	1
II. 材料 및 方法	
1. 初期 成長	3
2. rotifer 適正 供給時期	5
3. 照도와 L:D cycle에 따른 <i>Artemia</i> 捕食量	6
III. 結 果	
1. 初期 成長	8
2. rotifer 適正 供給時期	11
3. 照도와 L:D cycle에 따른 <i>Artemia</i> 捕食量	11
IV. 考 察	25
V. 要 約	30
VI. 謝 辭	32
VII. 參考 文獻	33

ABSTRACT

In order to investigate a early growth and optimum initial feeding time of rotifer and *Artemia* intake numbers of various light intensity and L:D cycle respectively.

Artificial seed production were performed by using puffer fish, *Takifugu rubripes*, larvae and juveniles in May 1989 and 1990.

1. The relationship between the days from hatching (X) and total length (Y) of puffer fry was :

$$Y=1.6427 + 0.2540X \quad (r=0.9814) \quad 3\text{days to } 36\text{days}$$

$$Y=-33.1452 + 1.1867X \quad (r=0.9854) \quad 36\text{days to } 68\text{days},$$

and then survival rate was 24.1% and water temperature range was $21.25 \pm 1.67^\circ\text{C}$ in the 68days from hatching.

2. Optimum initial feeding time of rotifer, *Brachionus plicatilis* was 2~5 days from hatching, in this survival rate were 96.5~90.0%

3. Required light condition for maximum food intake in each stage were L1000 in 6mm, L600 in 8mm, and L200 in total length of 10~12mm larvae food concentration was possible under low light intensity in the growth.

4. The relationship between the total length(X) and food concentration (Y) of puffer larvae was :

$Y=2,200 - 200X$ ($r=-1.0000$), in the total length of 6~12mm.

5. The numbers of food intake of puffer larvae in each growth stage were showed tend to increase as long as lighting time under three different of L:D cycle.



I . 緒 論

자주복, *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel)은 硬骨 魚類 복어目 참복科에 속하며, 우리 나라 全 沿岸 및 日本 홋카이도 以南, 中國 等地에 分布하며 全長 700mm 内外의 大型種에 속한다. 우리 나라 및 日本에서 高級 食品으로 사용되고 있는 복어류 중 産業적으로 중요한 어종이다.

자주복의 種苗 生産에 關한 研究는 藤田(1962)이 처음으로 人工 受精과 種苗 生産에 關한 基礎的 實驗등을 시초로 最近 일본의 栽培漁業 센터 등지에서 종묘의 대량 生産이 이루어져 年間 養殖 生産高가 1000톤을 上廻하고 있다. 우리나라에서는 李와 金(1969)에 자주복의 人工 수정에 의한 發生과 初期 飼育에 대한 報告와 卞과 盧(1970)의 種묘 生産, 盧와 卞(1971)의 蓄養에 대한 기초적인 연구등을 계기로 最近에는 國立 水産振興院과 一部 企業에서 자주복 種묘 生産을 試圖하기에 이르렀으나, 種苗 量産을 위한 仔·稚魚의 生態 등에 대한 基礎的 資料가 거의 찾아볼 수 없는 實情이다.

現在 우리나라의 海産 魚類 養殖은 1964년도부터 방어 畜양이 시작되었으며, 1972년 이후 매년 증가 추세를 보이고 있으나, 그 品種別 生産량의 90% 이상이 방어 單一種에 그치고 있다. 1987년 이후부터 過熱的 增加 趨勢를 보이고 있는 넙치 양식은 價格 下落과 販路 擴張등 여러 가지 문제점이 豫想되고 있어 새로운 양식 대상 품종의 種묘 生産 기술 개발에 따른 양식의 多樣化가 절실히 요구되고 있다. 감소 一路에 있는 沿岸 資源의 回復·增強을 위해서도 種묘의 量産에 의한 대량 방류는 시급한 실정에 있다.

새로운 양식 대상 품종 중 자주복은 濟州道의 연중 종묘생산과 양성이 가능한 지역적인 특성과 더불어 양식의 다양화를 위하여 기대되는 어종이라 사료된다.

따라서 본 연구에서는 자주복 종묘 양산 기술 개발을 위하여 孵化仔·稚魚의 初期 成長과 부화후 초기 자어에 대한 rotifer, *Brachionus plicatilis* 適正 供給時期, 성장 단계에 따른 捕食이 가능한 빛의 밝기와 L:D cycle에 따른 *Artemia*의 捕食量과의 관계를 조사하였다.



II. 材料 및 方法

1. 初期 成長

1989년 5월 16일 濟州大學校 海洋 研究所 (西歸浦)에서 人工 孵化한 자주복, *Takifugu rubripes* 仔·稚魚 5,270미를 0.3톤 圓形 FRP 水槽 2개에 수용한 뒤 모래여과 해수를 0.5~1회/일로 소량 환수하여 주었고 수조내에는 약하게 aeration을 시켜주었다. 전장 10mm내외로 성장하면서 부터 원형 FRP 1톤 수조 2개로 업힘하여 이때부터 유수량을 1~5회/일로 점차 增加시켜 주었다.

本 試驗에서 仔·稚魚의 부화후 경과일수에 따른 먹이는 Fig.1에서 보는 바와 같다. 일령 3일에서 15일까지는 *Chlorella* sp.로 24시간이상 營養強化한 rotifer를 사육수 중에 약 10ind./ml정도의 濃度가 되도록 4~5회/일 공급하였다. 일령 7일에서 10일 사이에는 rotifer와 함께 전복 幼生을 급이하였으며, 일령 11일에서 13일까지는 *Artemia*의 부화 직후 nauplius유생을 공급하였고 일령 14일에서 30일까지는 booster로 8시간 영양 강화한 *Artemia* nauplius을 사육수에 20ind./ml 되도록 공급하였다. 일령 22일부터 35일까지 *Chlorella* sp.와 油脂 yeast로 영양 강화한 *Tigriopus*를 *Artemia* 공급시기와 먹이 불임 시기에 사육수 5ind./ml 내외로 공급하였다. 일령 28일부터 moist pellet(M·P)을 사용하여 먹이불임을 개시하였으나 體色 黑化 현상과 상호 공식으로 인하여 생산율이 떨어져 일령 35일째부터 M·P 사료에 Vitamin C와 E(0.5%), 소화 Enzyme(0.2%)을 첨가하여 시험 종료시까지 급이

Cr: *Chlorella rotifer*

Al: Abalone larvae

An: *Artemia* nauplius

Ba: booster *Artemia*

T : *Tigriopus japonicus*

M.P.: moist pellet

M.P.v.e.: M.P.+Vitamin C.E.(0.5%)

+Enzyme (0.2%)

Aa: *Artemia* adults

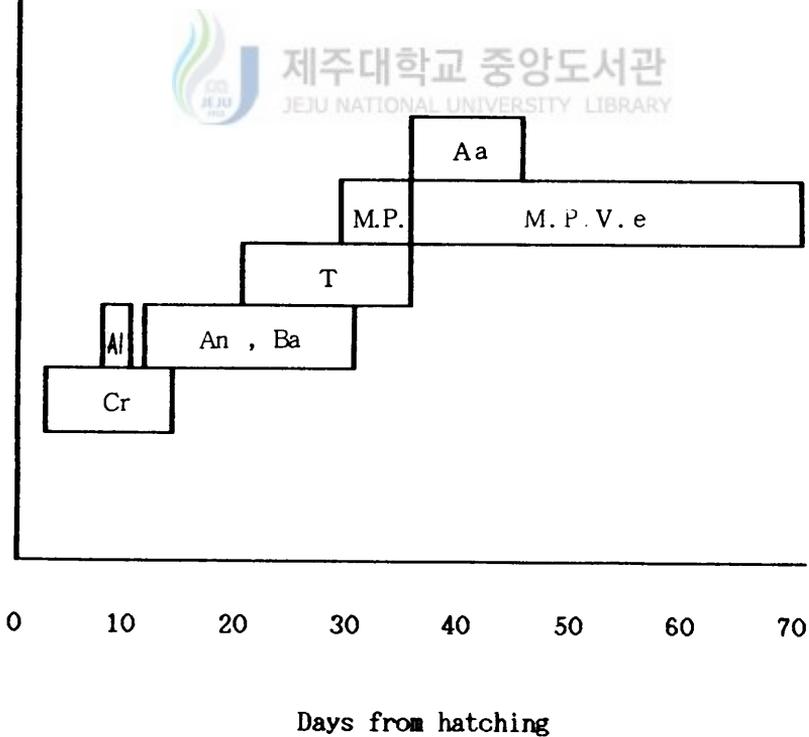


Fig.1. The feeding regimes of the puffer fry on days from hatching.

하였다. 일령 35일에서 45일까지 M.P 사료를 공급한 후 *Spirulina*로 사육한 *Artemia* 成體(전장 7~9mm)를 보충 공급하여 衰弱해진 치어를 대상으로 活力을 回復할 수 있도록 하였다.

시험어의 성장 측정은 초기에는 50마리씩을 無作為로 抽出하여 10% formalin으로 고정하여 전장을 micrometer로 측정하였고 전장 5mm 정도부터는 200마리를 눈금 1mm자로 計測하였다. 사육기간중 매일 발생하는 사망 개체는 즉시 計數 除去하여 formalin에 固定하였고 5월 24일, 6월 5일, 6월 20일, 7월 22일에는 수조내의 자·치어를 새로운 수조로 옮겨주면서 全數를 計數하였다. 생산율의 계측은 초기 성장 측정에 사용한 200미를 제외하여 총 5,270미를 사용하여 계산하였다. 사육 수조는 차광막을 이용하여 표면의 밝기가 1500Lux 내외로 유지되도록 하였으며, 매일 오전 10시에 水溫과 比重을 測定하였고, 시험 기간 동안 수온은 $21.25 \pm 1.67^{\circ}\text{C}$ 범위였으며, 비중은 1.024($\delta 15$)였다. DO와 pH는 오전 8시와 오후 6시에 측정하여 DO는 5ml/L 이상으로 유지시켰으며, pH는 7.8~8.6 範圍로 유지시켰다.

2. rotifer 適正 供給時期

1990년 5월 7일 人工 孵化한 자주복 仔魚의 적정한 먹이 공급 시기를 조사하기 위하여 부화후 2일째부터 12일째까지 먹이를 주는 날짜를 달리하여 rotifer를 공급하였다. 매일 500ml 四角 styloful 容器 3개씩을 試驗區로 하여 용기당 자주복 부화 자어 20미씩을 수용하였다. rotifer의 공급 방법은 일령 2일째부터 1일 간격으로 사육 용기내에 5ind./ml내외가 유지되도록

12일까지 공급하였고, 매일 오전과 오후 사육수의 50%를 환수하면서 死亡 個體數를 조사하였다.

실험 기간은 5월 8일부터 5월 19일까지 12일간으로 이 기간 중 水溫은 $20.0 \pm 1.64^{\circ}\text{C}$ 범위였고 比重은 1.024($\delta 15$)였으며 照度 條件은 1,500Lux내외로 유지하였다.

3. 照度和 L:D cycle에 따른 *Artemia* 捕食量

1989년 5월 16일 제주대학교 해양연구소에서 부화한 자주복 자·치어를 이용하여 照度和 捕食量과의 관계를 조사하기 위하여 성장 단계별로 一次 實驗에서는 전장 $6.17 \pm 0.23\text{mm}$ 된 자어를 대상으로 外部의 빛이 遮斷된 暗室 内の 人工 照明下에서 試驗 照度(L) L0, L500, L1000, L1500, L2000로 5단계의 시험구를 설정하였다. 각 시험구마다 500ml 사각 styloful 용기 4개씩을 이용하여 각 용기 당 자주복 자어 1미씩을 수용하여 *Artemia*의 부화 직후 nauplius 유생을 1,000 개체씩 공급하였다. 捕食 時間은 14시간으로 정하고 시간의 終了와 함께 試驗魚를 용기에서 제거한 후 남아있는 *Artemia*를 10% formalin에 고정한 후 입체 현미경하에서 計數하여 平均値를 取하였다.

二次 實驗에서는 전장 $8.05 \pm 0.02\text{mm}$, $10.18 \pm 0.01\text{mm}$, $12.47 \pm 0.42\text{mm}$ 단계의 자주복 자·치어를 대상으로 시험 조도(L)을 L0, L200, L400, L600, L800, L1000의 6단계로 나누되 각 성장 단계마다 *Artemia*의 nauplius을 1,500, 2,000, 2,500개체씩을 공급한후 14시간후의 포식량을 1차 실험에 준하여 調查하였다.

L:D cycle에 따른 자주복 자·치어의 포식량은 전장 $6.23 \pm 0.15\text{mm}$, $8.11 \pm 0.27\text{mm}$, $10.54 \pm 0.21\text{mm}$, $12.56 \pm 0.11\text{mm}$, $14.05 \pm 0.15\text{mm}$ 의 성장 단계에 따라 150 0Lux로 조정된 인공 조명하에서 明期(L)와 暗期(D)를 12:12, 14:10, 16:8의 세가지 조건으로 나누었다. 시험구 당 500ml의 사각 styloful 용기 4개씩을 이용하여 자·치어 1미씩을 수용한 후 *Artemia*의 nauplius유생을 성장 단계 별로 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000 개체씩을 공급한 후 24시간뒤의 포식량을 조도 실험과 같은 방법으로 조사하였다.

전 실험 기간 중 수온은 $20.5 \pm 0.70^\circ\text{C}$, 비중은 1.023(δ15)였다.



III. 結 果

1. 初期 成長

1989년 5월 16일에 인공 부화한 자주복 자어 5,270마리를 7월 22일까지 68일간 사육한 결과를 Table 1 및 Fig.2에서 나타내었다.

부화후 3일째 전장 $2.92 \pm 0.10\text{mm}$ 에 달하였고, 일령 21일에는 전장 $6.16 \pm 0.58\text{mm}$ 로 성장하면서 수조내에 유영 중 상호 공식현상이 觀察되기 시작하여 생산율은 58.1%로 낮아졌다. 일령 28일째부터 자주복 자어의 食性 變化에 따라 생물 먹이에서 M·P 사료로 먹이 전환을 시도한 후 성장 차이가 심해지고, 공식으로 인하여 이 기간 중에도 상당한 감모가 나타나 일령 36일에는 전장 $11.43 \pm 1.57\text{mm}$ 로 성장하였지만 생산율은 38.9%로 낮아졌다. 수조내의 大·小魚의 차이를 감안하여 36일째에 전 사육어를 1톤 수조로 分槽한 뒤에 비교적 공식 현상도 줄었고, 수온의 상승과 함께 빠른 성장을 보여 일령 47일에는 양 수조 평균전장이 $22.72 \pm 0.72\text{mm}$ 에 달하였고 일령 68일에는 전장 $51.22 \pm 0.83\text{mm}$ 으로 성장하였으며, 생산율은 24.1%였다. 또한 36일 이전까지의 성장식은 $Y = 1.6427 + 0.2540X$ ($r = 0.9814$)로 나타났고 36일에서 시험 종료시인 68일까지의 성장식은 $Y = -33.1452 + 1.1867X$ ($r = 0.9854$)로 나타났다.

Table 1. Growth of total length and survival rate of the puffer fry during the 68days from hatching.

Date	Days from hatching	Total length (mm \pm S.D.)	No. of Survival	Survival rate
May				
18	3	2.92 \pm 0.1033	5,270	100
19	4	3.13 \pm 0.1950		
24	9	3.86 \pm 0.2180	4,503	85.4
29	14	4.71 \pm 0.2890		
June				
3	19	5.77 \pm 0.4960		
5	21	6.16 \pm 0.5840	3,063	58.1
9	25	8.33 \pm 0.2307		
11	27	8.61 \pm 0.7520		
20	36	11.43 \pm 1.5661	2,048	38.9
July				
1	47	22.72 \pm 0.7200		
7	53	27.54 \pm 0.2657		
9	55	31.96 \pm 0.8590		
13	59	35.28 \pm 0.2192		
15	61	37.61 \pm 0.7456		
22	68	51.22 \pm 0.8305	1,270	24.1

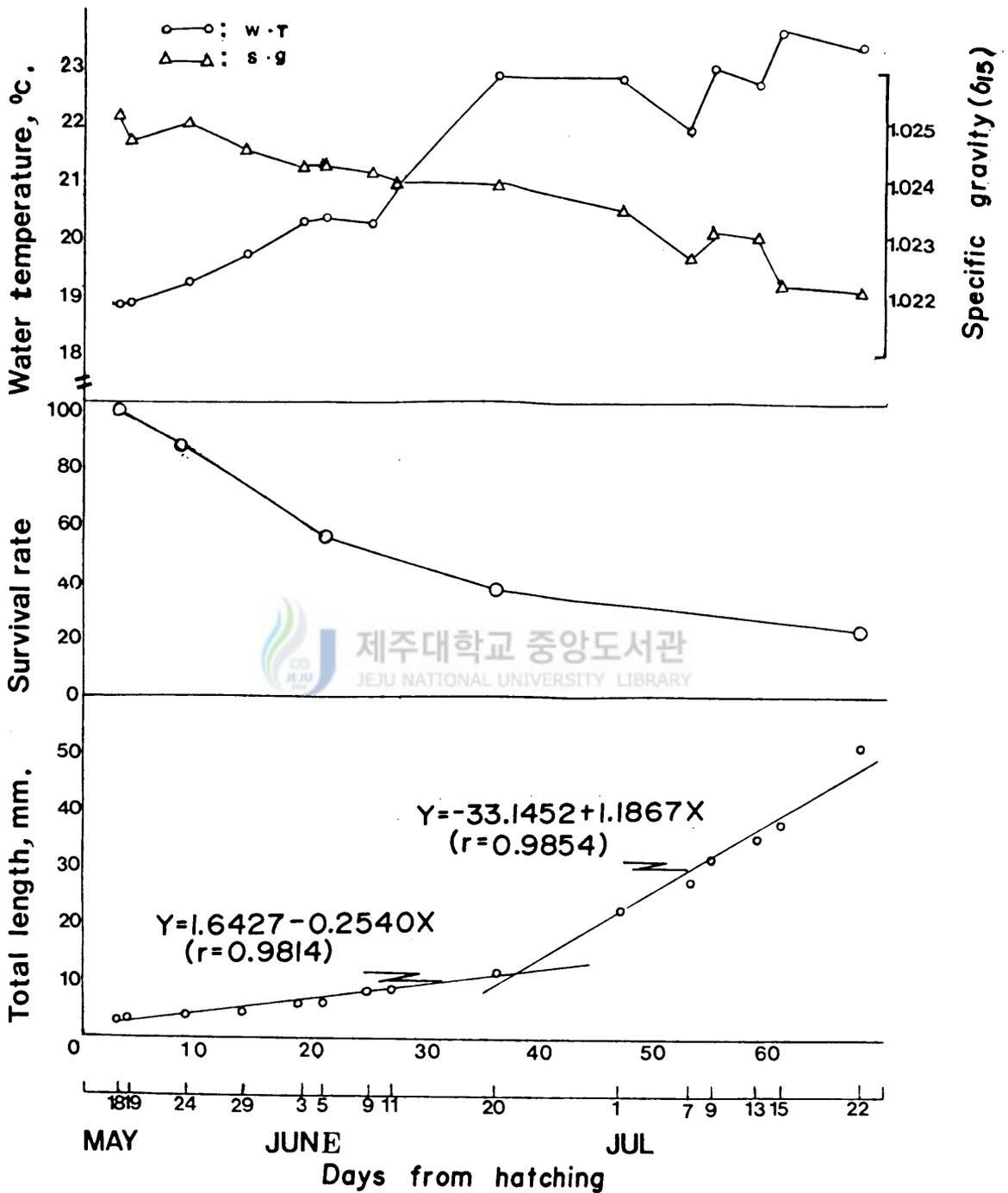


Fig. 2. Growth of total length and survival rate of the puffer fry during the 68 days from hatching.

2. rotifer 適正 供給時期

자주복 부화 자어에 대한 먹이의 적정 공급 시기를 알기 위해서 부화후 2 일째부터 1일 間隔으로 rotifer를 공급하여 12일째까지의 경과 일수에 따른 생산 미수와 생산율은 Table 2와 Fig.3과 같다.

부화후 2일부터 5일까지 먹이를 공급한 시험구의 최종 생산율은 각각 96.5, 96.5, 90.0, 91.5%로 높게 나타났지만 이후 6일에서 8일까지는 78.5, 88.5, 71.5%였고 9일부터 12일까지는 각각 60.0, 55.0, 60.0, 51.5%로 低調하게 나타났다. 먹이의 공급 일자에 따른 생산율에 대한 T-test의 결과는 Table 3과 같다. 부화후 5일에서 8일사이에 먹이를 공급한것은 다른 먹이 공급일자사이에 비해 95% 水準에서 유의적인 것으로 나타났다.

3. 照度와 L:D cycle 에 따른 *Artemia* 捕食量

조도에 따른 전장 6mm 단계 자어의 *Artemia nauplius* 포식량은 Table 4와 Fig.4 에서 보는 바와 같다.

Table 2. Numbers of survival of the puffer larvae by initial feeding day.

Days from hatching	Days from feeding											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.7	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.7	19.7	20.0	19.7	20.0	20.0
6	19.7	19.7	20.0	19.7	19.7	19.7	19.0	18.7	18.3	18.7	18.7	18.7
7	19.7	19.7	19.7	19.3	18.3	19.0	17.7	18.3	17.7	17.7	17.7	17.7
8	19.3	19.3	18.3	18.7	16.3	17.7	15.3	14.0	11.3	12.3	12.3	12.3
9	19.3	19.3	18.3	18.7	16.3	17.7	15.3	14.0	11.3	12.3	12.3	12.3
10	19.3	19.3	18.0	18.3	15.7	17.7	14.3	12.0	11.0	12.0	10.3	10.3
Survival rate	96.5	96.5	90.0	91.5	78.5	88.5	71.5	60.0	55.0	60.0	51.5	51.5

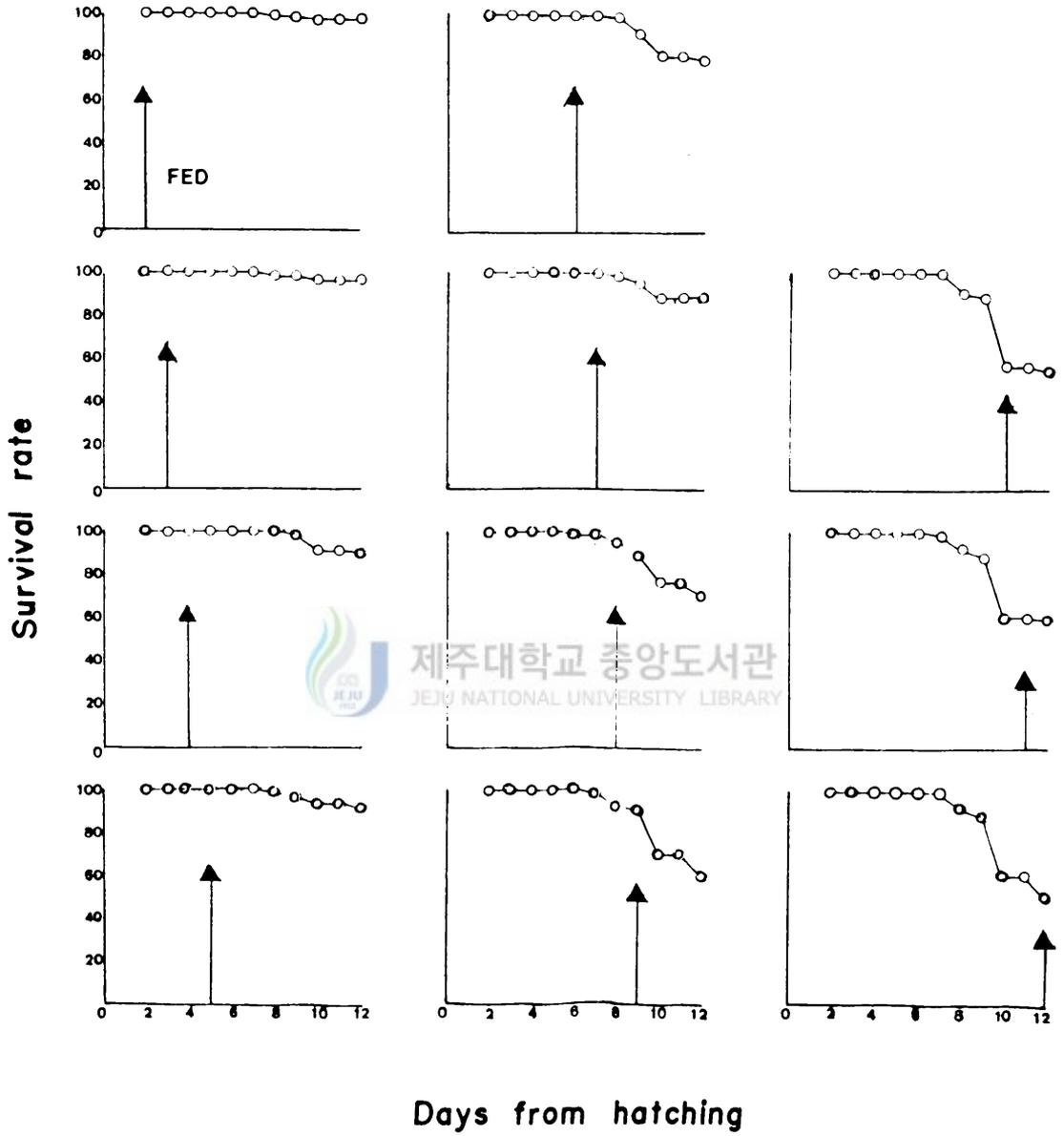


Fig.3. Comparison of survival curve and the days from hatching by initial feeding day of the puffer larvae.

Table 3. Statistical comparison of numbers of survival of the puffer larvae by initial feeding day (T-test)

Days from hatching	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T.value	1.645	1.645	0.522	2.252*	2.204*	2.668*	1.314	1.970	1.905	0.815	
t.(0.05, 10)	= 2.228										
t.(0.01, 10)	= 3.169										

Table 4. Numbers of food intake of puffer larvae under various light intensity

Lux		0	500	1000	1500	2000
Vessel No.						
TL.						
6mm	1	15.0	313.0	419.0	431.0	459.0
	2	21.0	368.0	421.0	441.0	442.0
	3	26.0	348.0	438.0	437.0	451.0
	4	22.0	332.0	425.0	425.0	449.0
Total		84.0	1,361.0	1,703.0	1,734.0	1,801.0
Mean		21.0	340.3	425.8	433.5	450.3
S.D.		4.55	23.39	8.54	7.00	6.99

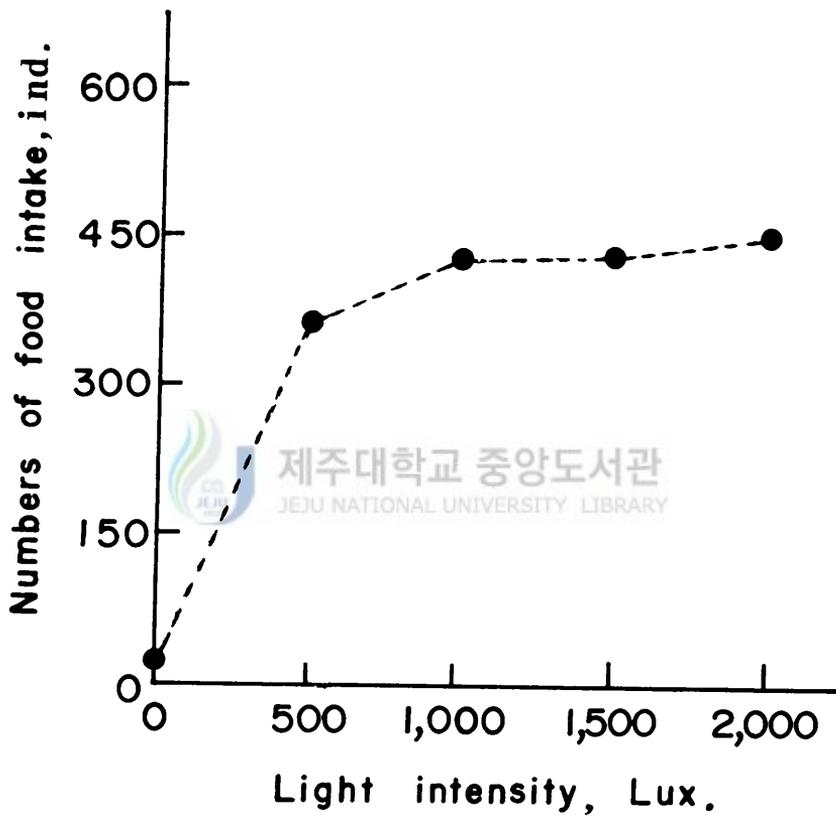


Fig.4. Relationship between numbers of food intake of the puffer larvae (T L. 6mm) under various light intensity.

試驗 照度 L0, L500, L1000, L1500, L2000에서의 자주복 仔魚의 1미당 평균 포식량은 21.0 ± 4.55 , 340.3 ± 23.39 , 425.8 ± 8.54 , 433.5 ± 7.00 , 450.3 ± 6.99 개체였다.

L1000~L2000 範圍에서 그 유의의 차가 없으므로 (Table 5), 여기에서 최대포식에 달하는 照度는 L1000내외인 것으로 나타났다.

전장 6mm 단계의 결과로부터 최대 포식량에 가까운 조도는 L1000내외였으므로 전장 8mm이상의 자·치어에 대해서는 조도의 範圍를 L1000이하로 再調整하여 조사한 각 성장 단계별 자·치어의 *Artemia nauplius*를 포식한 결과는 Table 6 및 Fig.5 에서 나타내었다.

전장 8mm 자어의 L0~L1000범위에서 포식량은 257.0~989.8 개체로써 전장 6mm 자어에 비하여 최저 조도인 L0에서의 포식량이 257.0 개체로 顯著히 증가된 것을 볼 수 있었다. 이 단계에 飽食量을 보인 조도 범위는 L600~L1000으로 이때의 포식량은 960.8~989.8 개체였고 L400에서는 최대포식량의 86.8%에 해당되는 859.3 개체를 포식하였다.

전장 10mm 치어기에는 L0에서 501.8 개체로써 전 단계에 비하여 더 많은 포식량을 볼 수 있었고 최대 포식량은 L200~L1000 범위에서 1434.3~1488.8개체였다. 전장 12mm 치어에서의 최대포식량은 10mm 단계와 같은 L200이상에서 1,578~1,596개체로 증가하였다. L0에서의 포식량도 838개체로 더욱 높은 포식량을 나타내었다.

전장 8mm, 10mm, 12mm 단계에서의 조도별 포식량과의 관계를 유의성 검정한 결과는 Table 7 에서 보는 바와 같다.

Table 5. Statistical comparison of numbers of food intake of the puffer larvae (TL.6mm) under five different light intensity (T- test)

Lux	0	500	1000	1500	2000
T.value		68.905**	8.533**	0.481	1.021

t. (0.05,4)= 2.776

t. (0.01,4)= 4.604

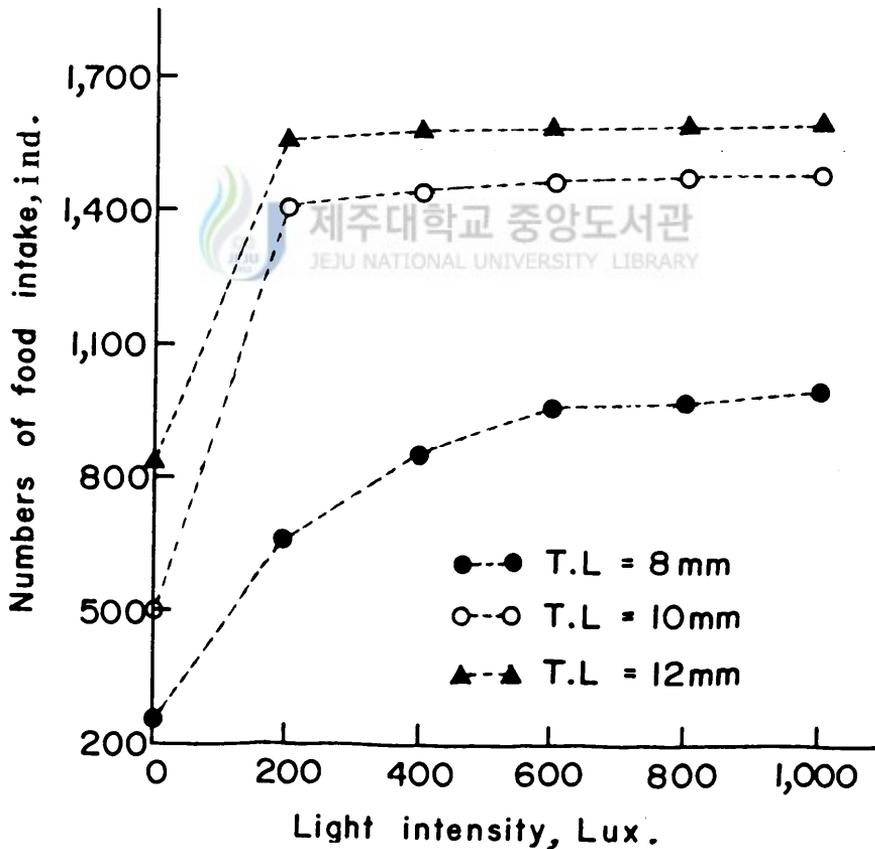


Fig.5. Relationship between numbers of food intake of the puffer larvae and juveniles (TL .8~12mm) under various light intensity.

Table 6. Numbers of food intake of puffer larvae, and juveniles under various light intensity

Lux		Vessel No.	0	200	400	600	800	1,000
			T L.					
8mm	1	206.0	773.0	843.0	954.0	971.0	985.0	
	2	297.0	742.0	837.0	953.0	972.0	988.0	
	3	252.0	754.0	892.0	971.0	978.0	992.0	
	4	278.0	756.0	865.0	965.0	982.0	994.0	
Total		1,028.0	3,025.0	3,437.0	3,843.0	3,903.0	3,959.0	
Mean		257.0	756.3	859.3	960.8	975.8	989.8	
S.D.		38.65	12.76	24.93	8.73	5.19	4.03	
10mm	1	562.0	1,438.0	1,441.0	1,476.0	1,484.0	1,491.0	
	2	475.0	1,431.0	1,445.0	1,476.0	1,483.0	1,490.0	
	3	447.0	1,433.0	1,438.0	1,470.0	1,484.0	1,485.0	
	4	523.0	1,435.0	1,453.0	1,469.0	1,485.0	1,489.0	
Total		2,007.0	5,737.0	5,777.0	5,891.0	5,936.0	5,955.0	
Mean		501.8	1,434.3	1,444.3	1,472.8	1,484.0	1,488.8	
S.D.		50.97	2.99	6.50	8.77	0.82	2.63	
12mm	1	824.0	1,586.0	1,589.0	1,591.0	1,594.0	1,597.0	
	2	844.0	1,586.0	1,588.0	1,590.0	1,594.0	1,596.0	
	3	820.0	1,584.0	1,587.0	1,590.0	1,592.0	1,596.0	
	4	867.0	1,556.0	1,586.0	1,589.0	1,592.0	1,596.0	
Total		3,355.0	6,312.0	6,350.0	6,360.0	6,372.0	6,384.0	
Mean		838.8	1,578.0	1,587.5	1,590.0	1,593.0	1,596.0	
S.D.		21.56	14.70	1.29	0.82	1.15	0.82	

전장 8mm 단계에서는 L600 이상에서는 유의적 차가 없었으며, 전장 10mm 단계 이후에서는 L200 이상에서 유의적 차가 없었다.

이러한 결과로 보아 전장 8mm 단계에서 최대 포식이 가능한 조도는 L600, 10mm 단계 이상에서는 L200으로 나타났다.

Fig. 6은 자주복 자·치어의 성장 단계별로 구분한 飽食이 이루어지는 조도의 변화를 나타내었다.

전장 10mm 단계까지의 전장과 포식량 사이에는 $Y=2,200 - 200X$ 의 關係式으로 表示되어 성장에 따라 차츰 더 낮은 조도하에서도 포식이 가능해짐을 알 수 있었고, 전장 10mm 이후에 최대 포식이 가능한 조도는 L200내외였다.

Table 7. Statistical comparison of numbers of food intake of the puffer larvae and juveniles under various light intensity (T-test)

T L.	Lux	0	200	400	600	800	1000
8mm	T.value		22.369**	5.562**	4.882**	0.603	0.552
10mm	T.value		30.120**	0.325	0.921	0.357	0.153
12mm	T.value		29.346**	0.300	0.077	0.092	0.092

t. (0.05, 5) = 2.571

t. (0.01, 5) = 4.032

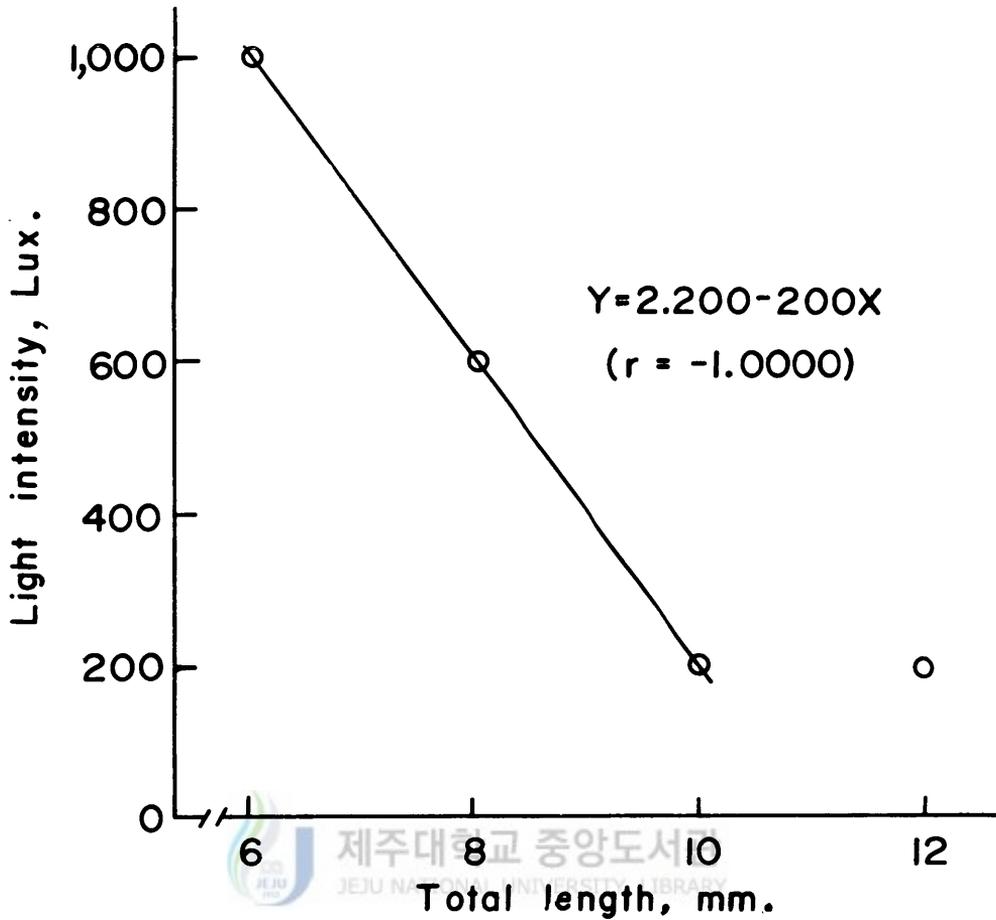


Fig.6. Relationship between total length and light intensity of competent maximum food intake of puffer larvae juveniles.

자주복 자·치어의 전장(X)에 따른 조도별 포식량 조사에서 얻어진 최대 포식량(Y)과의 관계는 Fig.7 에서 보는 바와 같이 $Y=-640.02 + 196.805X$ ($r=0.9675$) 의 관계식으로 表示되었고 따라서 6mm 단계에서 12mm 단계까지는 전장이 성장함에 따라 그 포식량이 비례 증가함을 알 수 있었다.

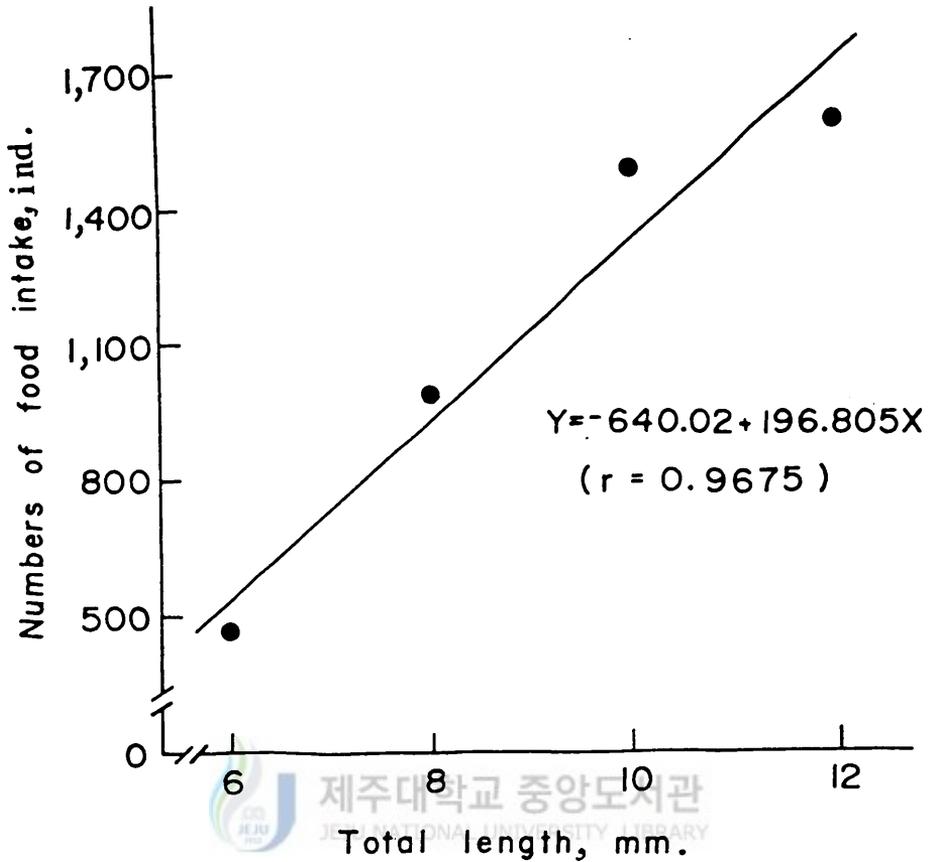


Fig.7. Relationship between total length and numbers of the maximum food intake of the puffer larvae and juveniles.

L:D cycle을 달리한 조건하에서 자주복 자·치어의 포식량을 Table 8과 Fig. 8에서 나타내었다.

즉 12:12, 14:10, 16:8 의 세가지 조건하에서 6mm 단계는 319.3, 379.8, 430.5 개체를 각각 포식하였고, 8mm 단계에서는 778.3, 885.8, 991.5 개체, 10mm 단계에서는 1416.5, 1447.5, 1481.5 개체였으며, 12mm 단계에서는 1475.8, 1561.3, 1595개체였고, 14mm 단계에서는 1722.5, 1766.8, 1792.8 개체로써 성장 단계에 따라 포식량은 光照射 時間이 길어질수록 약간 많아지는 傾向이었으나, 거의 유사하게 나타났다.

Table 8. Numbers of food intake of puffer larvae and juveniles, under three different L:D cycle

T L.		6mm	8mm	10mm	12mm	14mm
Vessel No.	L:D cycle					
12:12	1	310.0	781.0	1,418.0	1,495.0	1,716.0
	2	322.0	779.0	1,416.0	1,461.0	1,729.0
	3	313.0	780.0	1,414.0	1,463.0	1,736.0
	4	332.0	773.0	1,418.0	1,484.0	1,715.0
	Total	1,277.0	3,113.0	5,666.0	5,903.0	6,890.0
	Mean	319.3	778.3	1,416.5	1,475.8	1,722.5
	S.D.	9.91	3.59	1.59	16.52	12.07
14:10	1	384.0	886.0	1,445.0	1,551.0	1,819.0
	2	387.0	887.0	1,448.0	1,558.0	1,704.0
	3	371.0	885.0	1,449.0	1,557.0	1,757.0
	4	377.0	885.0	1,448.0	1,579.0	1,787.0
	Total	1,519.0	3,543.0	5,790.0	6,245.0	7,067.0
	Mean	379.8	885.8	1,447.5	1,561.3	1,766.8
	S.D.	7.18	0.96	1.73	12.23	48.90
16: 8	1	426.0	993.0	1,485.0	1,590.0	1,791.0
	2	433.0	992.0	1,475.0	1,599.0	1,799.0
	3	438.0	992.0	1,482.0	1,596.0	1,787.0
	4	425.0	989.0	1,484.0	1,595.0	1,794.0
	Total	1,772.0	3,966.0	5,926.0	6,380.0	7,171.0
	Mean	430.5	991.5	1,481.5	1,595.0	1,792.8
	S.D.	6.14	1.73	4.51	3.74	5.06

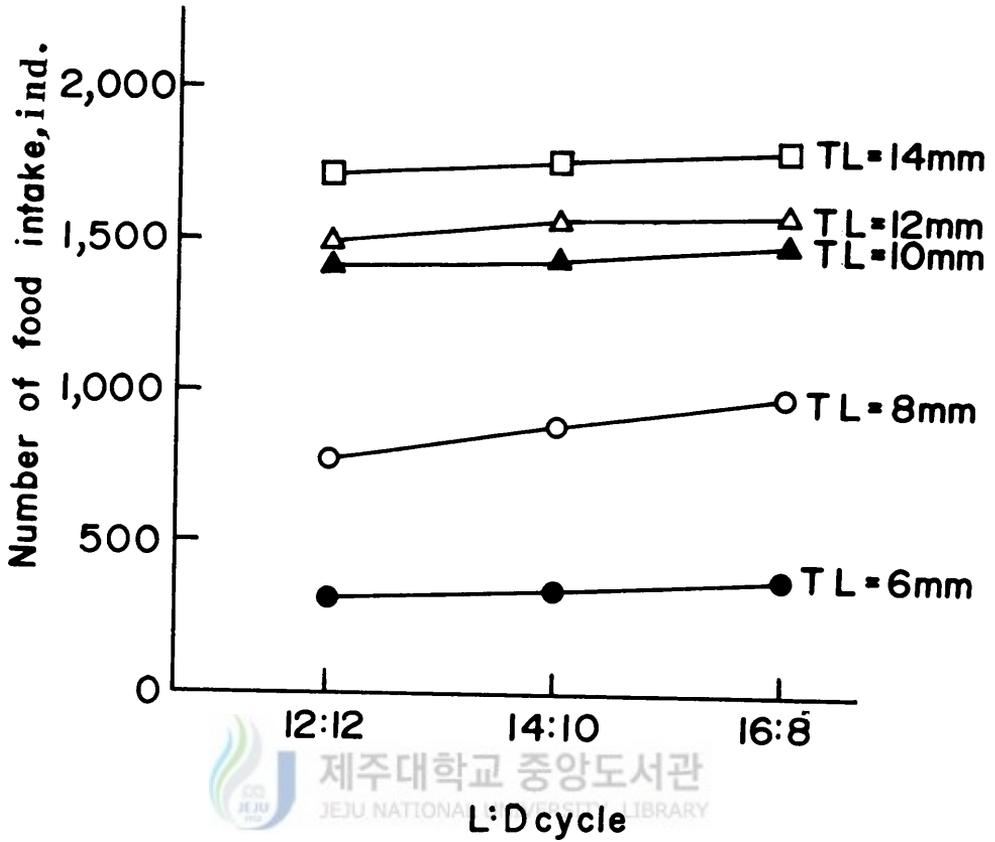


Fig.8. Relationship between numbers of food intake of the puffer larvae and juveniles, under three different L:Dcycle by the total length.

자·치어의 성장에 따른 각 L:D cycle 조건하에서의 포식량 변화를 Fig . 9에서 나타내었다.

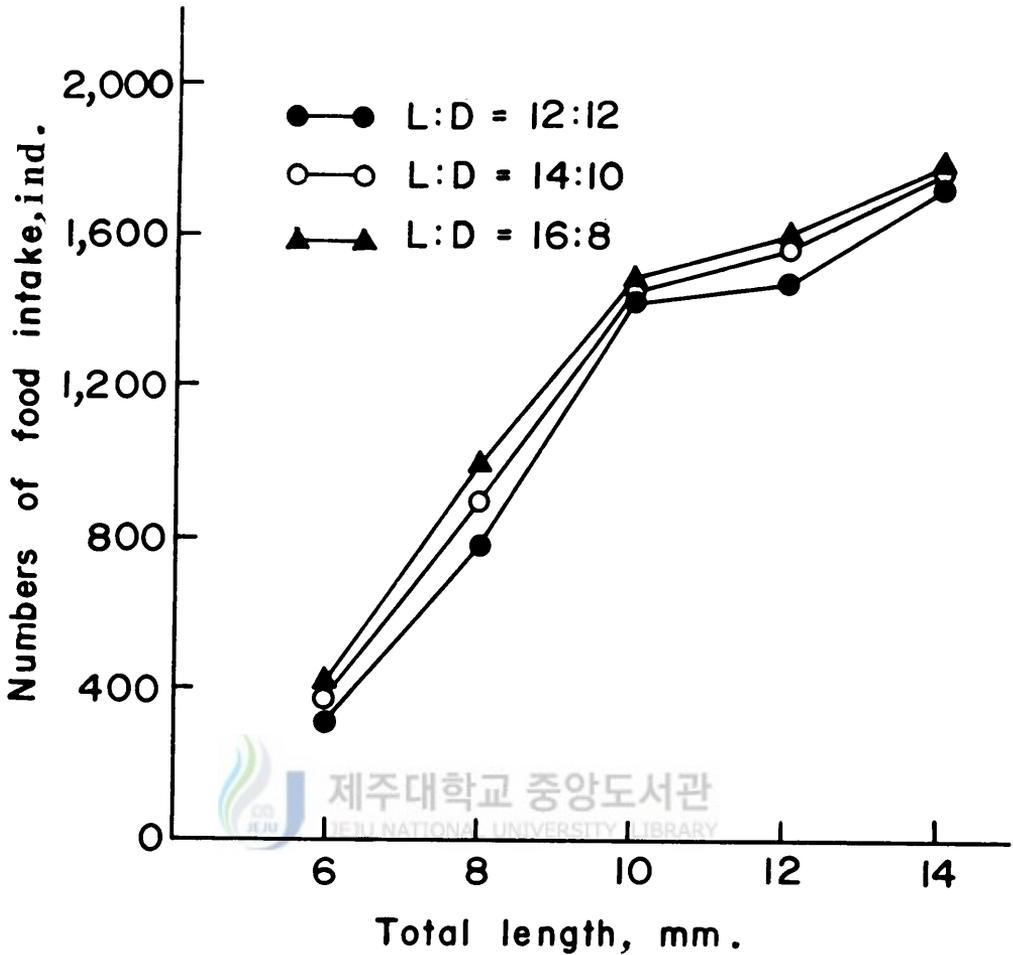


Fig.9. Relationship between numbers of food intake of the puffer larvae and juveniles, under total length by three different L:Dcycle.

세가지 條件의 L:D cycle에 따른 포식량은 전장 8mm 단계까지는 조명 시간이 길어질수록 增加하는 傾向을 보이며, 전장 10mm~14mm 단계에서는 조명 시간의 길이에 관계없이 포식량은 거의 유사하게 나타났다. 전장의 크기에 따른 포식량의 變化 趨勢는 10mm까지는 그 경사가 크게 증가하였지만 그 이후에는 약간 鈍化되는 傾向을 보였다.

IV. 考 察

養殖 魚類에 있어서 成長과 生殘率은 人爲的 施設 속에서 주로 이루어지기 때문에 技術的인 정도에서도 차이가 크지만 環境 條件과 먹이의 質과 量에 따라서도 달라지게 된다(Izuro et al., 1988).

人工 孵化 시킨 자주복의 初期 飼育 過程에서의 成長에 대해서는 北田과 北道 (1982, 1983)는 부화후 5일째에 전장 3.22mm, 10일째에 3.65mm, 15일째에 3.94 mm, 20일째 5.21mm, 25일째 6.57mm, 35일째 11.77mm, 45일째 20.30mm, 55일째 32.05mm, 60일째 35.75mm로 성장하였으며, 卞과盧 (1970)는 부화후 5일째 전장 3.21mm, 10일째 3.84mm, 15일째 4.90mm, 20일째 5.42mm, 25일째 7.96mm, 35일째 15.61mm, 45일째 25.84mm, 47일째 29.81mm, 55일째 41.63mm, 60일째 48.36mm, 67일째 58.17mm였다고 報告하였다.

本 研究의 경우 부화후 4일째 3.13mm, 9일째 3.86mm, 14일째 4.71mm, 19일째 5.77mm, 25일째 8.33mm로 다소 차이는 있으나 全體적으로 거의 비슷한 範圍였고, 치어기 이후의 양성에서는 36일째 11.43mm, 47일째 22.72mm, 55일째 31.96mm, 61일째 37.61mm, 68일째 51.22mm로 부화후 60일 이전은 北田과北道 (1982, 1983) 보다는 전장 성장이 다소 앞서고 卞과盧 (1970) 보다는 全長 成長이 뒤졌으나 거의 類似하였다. 이는 실험 기간 동안 수온의 영향 등 환경적 조건에 기인된 결과로 보여진다 (林田 1982; 林田과松淸, 1984).

그리고 다른 어종의 초기 성장과 비교하면 慶德等(1981)이 報告한 감성돔, *Mylio macrocephalus*의 경우 부화후 20일째 그 전장은 8.05mm, 36일째 13.50mm였고, 李와盧 (1987)는 22일째 8.54mm, 38일째 15.79mm, 72일째 30.19mm

로 報告한 데 비하여 本 研究에서 자주복의 성장은 후기 자어기 이전까지는 감성돔과 유사하게 나타났지만 그 이후 치어기에는 오히려 더 빨리 성장함을 알 수 있었다.

또한 현재 해산 어류 양식의 주요 품종인 넙치, *Paralichthys olivaceus* 초기 사육 과정에서의 성장과 비교해 볼 때 平本과 小林(1979)은 부화후 35일째 전장 15.10mm였고, 安永(1971)은 부화후 29일째 전장 15.93mm, 38일째 16.80mm로 성장하였고, 盧와 卞(1986)은 부화후 20일째 11.90mm, 51일째 29.60mm, 66일째 40.30mm로 성장하였다고 보고한 데 비하여 본 연구는 자어 단계와 초기 치어기에는 넙치에 비해 자주복의 성장이 다소 떨어지나 치어기 이후의 성장에서는 거의 유사하게 나타났다. 따라서 자주복의 種苗 生産은 기타 다른 海産魚에 비해 비교적 그 성장면에서 有利하다고 생각된다.

시험 기간 중의 생산율은 일령 9일째 85.4%, 21일째 58.1%, 36일째 38.9%, 종료시인 68일째 24.1%로 나타나 타 해산 어류 초기 생산율과 비교적 유사하지만 타 어종에서 보여지는 먹이의 영양적 원인에 따른 감모보다 본 시험에서는 Hirohisa and Yusaku(1982)가 지적한 4mm 이후에 일어나는 종 특유의 상호 공식 현상으로 인한 감모가 생산율에 많은 영향을 미치는 것으로 관찰되었다.

어류의 부화 자어가 生存하기 위해서는 다른 환경 조건도 중요하지만 무엇보다도 크게 작용하는 것은 자어가 卵黃을 吸收할 무렵에 質과 量的인 面을 충족시킬 수 있는 먹이를 공급해 주는 데 있다(Toru et al., 1959a, b).

자주복 부화 자어의 초기 먹이인 rotifer의 적정 투여 시기는 다른 魚種과 비교하여 李와 盧(1987)가 보고한 감성돔은 부화후 4일 이내에 먹이를 공급한 경우 7일째까지의 생산율은 56~61%였고, 부화후 7일째까지 rotifer를 공급하지 않았던 경우에는 全數死亡하였고, 盧와 卞(1986)이 보고한 넙치의 경우에는 부화후 2일 이전에 먹이를 준 것은 65%의 생산율을

나타내었고 3~4 일째부터 먹이를 供給한 것은 10일까지 35% 이상 생존하였으며, 6일 이후 먹이를 공급한 경우에는 7일 이후 全數死亡하였다고 한다.

이에 비해 본 연구에서의 자주복은 5일 이전에 rotifer를 투여했을 경우 實驗 終了 12일째까지 90%이상의 높은 생산율을 나타내었고, 12일째까지 먹이를 투여치 않은 경우에도 넙치와 감성돔에서 보는 전수 폐사는 일어나지 않았고 비교적 높은 51.5%의 생산율을 나타내었다. 또한 6일~11일 사이에 먹이를 투여한 경우의 생산율도 태어중에 비해 높은 88.5~55%로 나타났다.

이러한 점에서 볼때 자주복의 경우는 比較的 卵이 크고 난막이 強韌한 沈性 粘着卵이며 부화 기간이 分離 浮性卵에 비해 길고 또한 부화후 난황이 감성돔이나 넙치에 비하여 크기 때문에 흡수하는 기간이 길므로서 외부로부터 먹이를 필요로 하는 시기가 늦어져 태어중에 비해 부화후 초기 飢餓에 강한 것으로 생각되어진다. 따라서 본 연구에서 자주복 부화 자어의 적정 rotifer 투여 시기는 실험 終了時까지 90%이상의 생산율을 보인 부화 후 5일 이전에 공급함이 바람직할 것으로 생각된다.

어류의 종묘 생산에 있어서 빛의 밝기는 魚類의 捕食 活動에 중요한 환경 조건의 하나이다.

Visual feeder에 속하는 어류의 자·치어들은 주로 晝間에 攝食 活動을 하고 夜間에는 정지하며, 이때의 밝기는 어종과 먹이의 종류에 따라 다르지만 대개 0.01~10Lux 범위에 속하는 것이 많다(清野와平野, 1978).

清野와平野(1978)는 감성돔의 부화후 10일 동안의 사육에서 生殘과 成長이 좋은 밝기는 L3000>L10,000>L1000>L100의 순이었고, 李와盧(1987)는 감성돔의 전장 7~10mm 자어는 L2000 이상에서 最大飽食量에 달하였으며 L0에서는 포식을 中止하였고 전장 14mm 자어는 L1000 이내에서 전장 15mm에서는 L300 정도에서 최대포식량에 달한다고 하였으며, 盧와卞(1986)은 넙치 치어 사육에서 전장 10mm 자어가 최대포식량에 달하는 밝기는 L1000 이상에서 었다고 하고 있다.

本 研究에서 전장 8mm자어는 L0에서도 섭식이 인정되었고 전장10mm일 때 최대 포식량에 도달하는 밝기는 L200 이상으로 넙치, 감성돔보다 더 낮은 조도에서 最大 捕食이 可能하였다. 이것은 부화후 동일 크기의 감성돔이나 넙치에 비하여 視覺 機能이나 捕食에 關與하는 部位의 諸 기관이 더 빨리 發達하므로 捕食力이 커지는 것으로 생각되었다.

또한 동일한 크기에서 어종에 따른 L1000에서의 어종별로 본 자어 개체당 평균 *Artemia* 최대포식량은 盧와卞(1986)의 전장 10mm되는 넙치에서는 129.56 개체였고, 李와盧(1987)의 감성돔 10mm자어에서는 더 밝은 조도인 L2000에서 416.42개체인데 비하여 本 研究에서의 자주복 10mm의 평균 최대포식량은 L1000에서 1488.8개체로 越等하게 많은 양을 나타내었다. 이는 실험 기간 중의 환경적 차이도 다소 있지만 어종에 따른 포식력이나 포식량의 차이에 起 因된 것으로 생각되어진다.

해산어 종묘 생산시 光照射 時間은 포식활동에 관여하므로 자어의 生理的 機作에 어떠한 L:D cycle을 適用하느냐에 따라 포식량과 성장에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

세 단계로 조정된 L:D cycle 하에서의 각 크기별 포식량은 성장에 따라 全般的으로 증가하였으며 전장 8mm 단계까지는 광조사 시간이 길수록 포식량의 증가 현상이 현저하였지만 10mm 이후에서는 광조사 시간에 관계없이 각 시험구 간의 포식량은 유사하게 나타났다. 이는 본 종의 형태적 특징을 완전히 具備한 치어기에 들어감으로서 포식에 관계되는 시각을 비롯한 신체 각 부위의 발달 등에 따른 포식 능력이 더욱 강해지게 되어 최대 포식에 소요되는 시간이 단축되는데 起因된 것으로 생각되었다. 전장 6mm부터 10mm 단계까지는 L:D cycle의 전실험구에서 개체의 최대포식량이 증가하는 것을 볼 수 있었으나 전장 12mm부터 그 증가의 폭이 緩慢하게 나타났는데 이는 이 단계의 치어의 口徑에 비하여 실험에 사용한 *Artemia* 부화 幼生의 크기가 작은데서 기인한 것으로 생각되므로 追後 養成 *Artemia*나 다른 대형 먹이생물을 사용하여 補完할 必要가 있다고 생각된다. 끝으로 본 연구에서 설정한 L:D cycle 범위 외에 明期의 시간을 조절함에 따른 포식량의 변화와 기타 생리적 현상에 대한 검토와 함께, 6mm이하의 어린 단계의 것에 대해서도 더 研究되어야 할 것으로 思料된다.

V. 要 約

자주복 種苗의 效率的인 大量 生産 技術을 開發하기 위하여 1989年, 1990年 5月에 各 各 人工 孵化한 仔·稚魚를 對象으로 實施한 初期 成長과 rotifer, *Brachionus plicatilis* 適正 供給時期, 照도와 L:D cycle에 따른 *Artemia* 捕食量에 대하여 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 孵化後 經過日數(X)와 全長 成長(Y)의 關係 :

3일째부터 36일째까지는 $Y=1.6427 + 0.2540X$ ($r=0.9814$)였고, 36일째부터 68일째까지는 $Y=-33.1452 + 1.1867X$ ($r=0.9854$)의 성장식으로 나타났다. 이 기간 동안 수온은 $21.25 \pm 1.67^{\circ}\text{C}$ 범위였으며 68일간의 생산율은 24.1%였다.

2. 孵化 仔魚의 適正 rotifer 供給 時期는 2~5일째이며 그 生殘率은 96.5~90.0%였다.

3. 各 成長 段階別 最大 飽食量에 到達할 수 있는 最低照度는 全長 6mm에서는 L1000이었고, 8mm에서 L600, 10mm에서 12mm 사이에서는 L200으로 成長에 따라 차츰 底照度下에서 飽食이 可能하였다.

4. 전장 6~12mm 사이의 仔·稚魚에 있어서 全長(X)에 따른 捕食量(Y)과의 關係는 $Y=2,200 - 200X$ ($r=-1.0000$)의 直線回歸式으로 나타낼 수 있었다.

5. 세가지의 L:Daycycle조건(12:12, 14:10, 16:8)下에서 全長 6~14mm까지의 成長 段階別 仔·稚魚의 捕食量은 대체로 光照射 時間이 길어질수록 많아지는 傾向을 보였으나 큰 차이는 없었다.

VI . 謝 辭

本 論文이 완성되기까지 끊임없이 指導鞭撻을 해주시고 이끌어 주신 지도교수 盧 暹선생님께 먼저 無限한 感謝의 마음을 전합니다. 또한 學文의 길이 무엇인지 바르게 잡아주신 本 大學院 水産生物學科 정 상철, 변 충규, 이 정재, 이 기완선생님께 眞心으로 感謝의 글을 올립니다.

그리고 本 研究의 遂行過程에서 같이 하여 준 魚類養殖研究室 실원들과, 긴 시간을 같이 하여 준 선후배원생 여러분, 논문의 완결을 위해 수고한 이성일, 정 민민, 강 봉순, 최 지영양등 여러분에게 고마움을 표하며, 實驗進行에 도움을 주신 동원산업 관계자 여러분과, 항상 관심을 가지고 정신적 유대를 같이 해주신 박 삼순, 전 제천씨와 현 창현군에게 이 짧은 몇 줄의 글로나마 感謝를 드립니다.

끝으로 오늘이 있기까지 어려운 與件속에서도 끊임없이 일어서게 해주신 父母님께 이 작은 結實을 바칩니다.

VII. 参 考 文 献

- 林田 豪介. 松清 惠一. 1984. トラフグ種苗生産. 長崎縣水試事報, 59, 233~235.
- 林田 豪介. 柿日 研造. 松清 惠一. 1982. トラフグ種苗生産. 長崎縣水試事報, 57, 289~293.
- Hirohisa, D. and Yusaku, S. 1982. The Influence of Rearing Condition on Survival and Cannibalism on Fingerlings of Tiger Puffer(*Takifugu rubripes* T. et S.). Bull. Shizouka Pref. Fish. Exp. Station., 16, 79~85.
- 平本 義春. 小林 啓二. 1979. ヒラメの種苗生産について. 栽培技研, 8(1), 41~51.
- 藤田 矢郎. 1962. 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎縣水産試験場論文集, 2, 13~31.
- Izuro, K. Masaya, O. Kenji, N. Heisuke, N. Hidemi, K. and Motoji, N. 1988. Studies on Nutritional Requirement of Fugu-Ⅲ, Effect of Dietary Dextrin, Feed oil and Vitamins. Suisanzoshoku, 36(3), 183~191.

清野 通康. 平野 札次郎. 1978. 海産魚稚仔魚の飼育環境條件, とくに光條件について. 海洋科學, 10(9), 728~739.

北田 哲夫. 北島 力. 1982. トラフグの養成委託試験. 長崎縣水産試験場事業報告, 57, 238~247.

北田 哲夫. 北島 力. 1983. トラフグ種苗生産試験. 長崎縣水試事報, 58, 170~177.

李 秉燾. 金 容億. 1969. 韓國産 主要 海産魚類의 種苗生産에 關한 研究, 1. 자주복의 卵 發生과 仔魚 및 成長에 대하여. 釜水大臨海研報, 2, 1~11.

李 定宰. 盧 暹. 1987. 감성돔, *Mylio macrocephalus*(Basilewsky)의 種苗生産에 關한 研究. 濟州大, 海資研報, 11, 1~20.

下 忠圭. 盧 暹. 1970. 자주복, *Fugu rubripes*(Temminck et Schlegel)의 種苗 生産에 關한 研究. 韓國 水産學會誌, 3(1), 52~64.

盧 暹. 下 忠圭. 1971. 자주복의 蕃養에 關한 基礎的 研究. 國立 水産 振興院 研究 報告, 8, 93~106.

盧 暹. 下 忠圭. 1986. 濟州島産 魚類(능성어亞科)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, 海洋科學大學, 養殖研究室, 3, 1~43.

Toru, T. Akio, M. and Isao, M. 1959a. Study on the Fisheries Biology and Culture of the Puffer, *Fugu rubripes* (Temminck et Schlegel) - II, On The Growth and Decreasing Rate of the Fingerling Fish. 水産講習所研究業績, 266, 101~104.

Toru, T. Akio, M. and Isao, M. 1959b. Study on the Puffer, *Fugu rubripes* (T. et S.) - III, On the Constitution of Total Length and the Feeding Habit of the Fingerling Fish. 水産講習所研究業績, 267, 105~112.

慶德 尙壽. 田中 實. 山田 正遍. 水吳 浩外 3人. 1982. 타이類種苗生産. 廣島縣栽培協, 13~21.

安永 義暢. 1971. ヒラメ稚魚の餌生態と成長. 東海水研報, 68, 31~43.