

碩士學位論文

농어, *Lateolabrax japonicus*(CUVIER)  
受精卵의 鹽分耐性과 仔稚魚의 成長

濟州大學校 大學院  
水產生物學科



1994年 12月

농어, *Lateolabrax japonicus*(CUVIER)  
受精卵의 鹽分耐性과 仔稚魚의 成長

指導教授 盧 暹

金 椿 祥

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

1994年 12月

金椿祥의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長

李 廷宰

委 員

李 榮敦

委 員

盧 暹


濟州大學校 大學院

1994年 12月

---

Salinity Tolerance of Fertilized Eggs  
and Larval Growth of Sea Bass,  
*Lateolabrax japonicus*(CUVIER)

Chun-Sang Kim  
(Supervised by professor Sum Rho)

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

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1994. 12

# 目 次

Summary .....	i
I. 緒 論 .....	1
II. 材 料 및 方 法 .....	3
III. 結 果 .....	8
1. 채란용 친어와 채란량 .....	8
2. 염분농도에 따른 수정란의 부화율 .....	8
3. 수온별(자연수온, 가온수온)자치어 성장 및 생존율 .....	12
4. 먹이계열별 자치어의 성장 및 생존율 .....	19
5. 치어의 성장 .....	25
IV. 考 察 .....	30
V. 要 約 .....	35
VI. 參 考 文 獻 .....	37
謝 辭 .....	41



## Summary

The study has been conducted to know both salinity tolerance of fertilized eggs and appropriate culture condition of hatched larvae of the sea bass, *Lateolabrax japonicus*, by using both natural and heated sea water. The matured sea basses for artificial spawning were collected from Sinan-gun located in the west coast of Korea in 1990. The results obtained from this study are as followed:

1. Hatching rate of eggs ranged from 79.3 to 82.5% at the salinity of 32‰ and from 42.9% to 44.2% at the salinity of 20‰.
2. The fertilized eggs took 58hours for hatching at water temperature of 18 to 20 °C and, at that time, total length of larvae was  $4.9 \pm 0.07$  mm.
3. When the larvae were reared using natural sea water, total length of 55-day-old larvae was  $15.0 \pm 0.62$  mm at water temperature of 10 to 19 °C and that of 52-day-old larvae was  $16.2 \pm 0.37$  mm at water temperature of 10 to 18 °C. However, they could not survive at water temperature of lower than 10 °C.
4. In case of using the heated sea water whose temperature ranged 13 to 19 °C in 1990, total length of the larvae reached at  $25 \pm 0.4$  mm at 55 days old and  $32.8 \pm 0.09$  mm at 90 days old. On the others hand, that of the larvae, reared in water temperature of 15 to 18 °C in 1991, was  $25.7 \pm 0.30$  mm at 55 days old and  $33.2 \pm 0.25$  mm at 90 days old. The growth

larvae reared in the natural and heated sea water was significantly different each other at 95% significance level. Final survival rate estimated in both 1990 and 1991 were 5.6% and 5.8%, respectively.

5. When rotifer and artificial feed were provided (experiment A), the larvae grew up to  $10.8 \pm 0.07$  mm at 45 days old and then could not survive any longer. When rotifer and reared *Artemia* were used as feed (experiment B), the larvae could survive for 65 days, at which they reached at  $28.2 \pm 0.79$  mm in total length. The larvae grew up to  $22.0 \pm 1.21$  mm at 45 days old and  $33.2 \pm 0.68$  mm at 90 days in case of supplying rotifer, *Artemia* nauplius, and artificial feed (experiment C) and the the survival rate of 90-day-old larvae was 6.03%.



## I. 緒 論

농어, *Lateolabrax Japonicus*(Cuvier)는 전장 90cm내외에 달하는 대형어이며, 가을이나 겨울철에 연안이나 하구에서 산란하는 우리나라의 대표적인 근해어로서 중국, 대만 그리고 일본 남부 연안 등에 分布하고 있다. 그리고 유어는 봄과 여름철에 기수역으로 대부분이 거슬러 올라가 生活하다가 가을 以後 다시 바다로 내려오는 다양한 환경변화에 잘 적응하는 어류이다(鄭, 1977). 우리나라의 海産 魚類 養殖은 1970年 初期에 시작되었으나, 養殖用 種苗는 방어와 같이 대부분이 자연산 稚魚에 의존하여 왔다. 그러나 自然産 種苗에 依存한 海産 魚類 養殖의 産業化는 자연에 출현하는 치어 자원의 감소와 양식업계의 급증하는 수요를 근본적으로 충족시킬수 없기 때문에 人工 種苗生産에 의한 優良 種苗의 안정된 供給이 절실하게 要求되고 있다.

우리나라에서 海産 魚類 種苗生産은 1970年 以後 자주복, 참돔에 대한 단편적인 試驗的 研究(卞과 盧, 1970; 김 등, 1979)를 시작으로, 본격적인 重要生産에 관한 연구는 1980年 以後로서 國立水産振興院 水産種苗培養場에서 각종 海産 魚類의 重要生産 技術개발에 착수하여 넙치, 감성돔, 돌돔, 조피볼락, 송어, 문치가자미등의 種苗를 生産하여 漁民에게 分讓 또는 沿岸에 放流하기에 이르렀다.

그러나 海産 魚類양식이 盛行하는 남해안의 겨울철 수온은 주요 양식대상어종이 난류성 어류의 適宜한 수온인 7~8℃이하로 하강하기 때문에 겨울철 저수온은 海産 魚類양식에 제약요인이 되고 있다. 따라서 현재 양식용 重要로서 이용되고 있는 어종은 넙치와 조피볼락에 불과하여, 우리나라 海역환경에 적합한 내한성 어종의 개발이 시급한 과제로 되고 있다(盧, 1986, 1987, 1990).

이에따라 연안어종인 농어가 저수온에 대한 내성이 강하고 산업적인 경쟁력이 높은 양식대상어종으로 등장하였다. 最近 1990年代 접어들어 농어 養殖에 대한 關心이 높아지면서 西海岸, 南海岸에서는 自然産 稚魚를 捕獲하여 가두리

養殖이 盛行하고 있는데, 自然産 稚魚는 채포와 수송하는 과정에서 외상과 무리한 취급으로 수송후 초기 감모가 크기 때문에 經濟的인 측면과 종묘의 안정된 공급면에서 많은 問題點이 대두되고 있다.

농어 種苗生産에 관한 研究는 山下 等(1973)의 報告가 있고, 유럽에서는 Alliot 등(1983), Santulli와 D'amelio(1986)의 報告가 있으나, 우리나라의 농어 種苗生産에 관한 研究는 거의 찾아 볼 수 없다. 따라서 本 研究에서는 농어종묘 생산 기술개발을 위하여 수정란의 염분내성과 부화자치어의 성장과 생존율에 미치는 수온의 영향 및 발육단계에 따른 적정 먹이계열등의 구명을 목적으로 하였다.





## II. 材料 및 方法

採卵에 使用한 親魚는 1990年과 1991年 10月에 전남 신안군 증도면 海上의 이 각網에서 漁獲한 어미를 사용하였다(Table 1 ).

人工受精은 채포어장에서 목포까지 어미를 수송한뒤 복부착출법에 의하여 순조롭게 알과 정자가 나오는 것 만을 대상으로 건식법으로 수정시켰다. 수정된 난은 여과해수로 2~3회 세란한 후 수정된 난을 4~5ℓ의 해수와 함께 Polyfilm 주머니에 넣어 酸素를 注入한 後 스틸로폴 상자에 넣어 國立水産振興院 莞島水産 種苗培養場 飼育室로 運搬하였다. 수정란의 수송에 소요된 시간은 4시간 30분이었으며, 수송시의 수온은 18~20℃였다.

염분농도에 따른 수정란의 부화율을 조사하기 위하여 20, 24, 28, 32%(비교구)의 4단계 시험구를 설정하여 1990년도에는 50ℓ water-bath를 사용하였으며, 1991년에는 1ℓ 비이커에 수정란 1,000개 또는 300개씩을 수송한 후 최종 부화율을 조사하였으며, 모든 시험은 세번하여 평균치를 구하였다. 그리고 부화기간중의 수온은 18~20℃범위로 통기는 하지 않았다.

자치어사육에 사용한 사육조 구조는 Fig. 1과 같다. 사육수는 모래여과 해수물 1~2ℓ/min, 유수시켰으며 저층수와 배설물은 벤츄리 배수관을 이용하여 배출시켰다.

부화자어의 수온별 飼育試驗은 自然水溫區(A시험구, 1990년도: 10.0~19.0℃; 1991년도: 10~18℃)와 加溫水溫區(B시험구, 1990년도: 13.0~18.0℃; 1991년도: 15~18℃)로 나누어 成長度 및 生存率을 비교 調査하였다. 시험에 사용한 수조는 2×2×1m의 콘크리트 수조2개를 사용하였으며, 각수조에는 부화직후의 자어를 10,000마리씩 수송하였다. A시험구의 사육수는 모래여과한 자연해수이고, B시험구도 모래여과한 자연해수를 보일러로 가온시켜서 사육초기에는 1~2ℓ/min, 일령 10일 이후부터 차츰 증가시켜 일령 30일째에는 4~5ℓ/min 되게 유수하였다. 사육

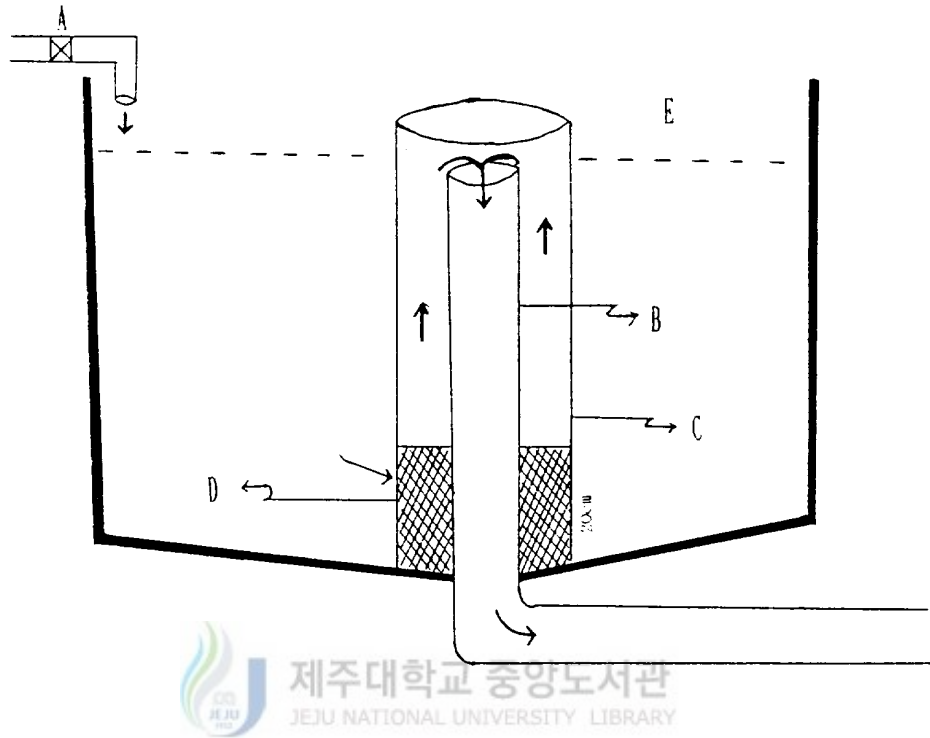


Fig. 1. Logitudinal view of aquarium used for hatching eggs.  
 A: water supply pipe; B: inner-stand pipe C: outer-stand pipe;  
 D: Müller gauze (100 $\mu$ m) in diameter; E: water surface

수의 배수방법은 부화조의 구조와 동일하게 실시 하였으며 사육조 내 2개소에서 통기하여 주었다.

사육기간중의 먹이 공급은 일반해산어류의 먹이계열과 같이 일령 3일부터 일령 20일까지는 rotifer를 2~15개체/ml 되게 공급하였고 일령 20일 이후부터는 rotifer를 2~3개체/ml 로 줄이고 시판되고 있는 Booster(FRIPPAK)로 영양강화한 *Artemia nauplius*를 초기에는 2~3개체/ml 로 공급하고 성장함에 따라 10~15개체/ml 가 유지되도록 하루에 3회씩 공급하였다.

일령 25일 부터는 시판 協和醱酵社제품의 배합사료 A-2(400 $\mu$ m), B-1(400 $\mu$ m)을 공급하였으며 성장함에 따라 B-2(700 $\mu$ m), C-1(700 $\mu$ m)과 C-2(1700 $\mu$ m)를 10회/일 정도 공급하였다.

자치어의 성장단계에 따른 먹이계열별 비교시험은 2×2×1m 콘크리트수조에 부화직후 자어 500마리를 수용하여 수온별 사육시험에서 가장 성장이 좋았던 수온 13~15℃로 사육하였다.

모든 시험구에 기본먹이로서 30일동안 rotifer, *Brachionus plicatilis*를 사육수내의 밀도가 5개체/ml 정도 되도록 유지한 것에 Fig. 2에서 보는 바와 같이 A區는 rotifer + 배합사료, B區, rotifer + 양성 *Artemia*(전장 4~9mm), C區, rotifer + *Artemia nauplius* + 배합사료로 구분하여 성장도 및 생존율을 비교하였다. 시험에 사용한 배합사료는 자어의 성장에 따라 전장 10mm까지는 協和醱酵社 제품인 배합사료 A-1(250 $\mu$ m), 전장 10mm부터는 A-2(400 $\mu$ m), 13mm부터는 B-1(400 $\mu$ m), 15mm부터는 B-2(700 $\mu$ m)를 각각 공급하였으며, 이후 30mm 전후까지는 C-1(700 $\mu$ m)과 C-2(1700 $\mu$ m)를 병용하여 공급하였다.

부화후 90일째 이후의 치어의 성장과 생존율을 조사하기 위하여 콘크리트 수조(4×2×1m)에 전장 20.0~35.0mm의 치어 500마리를 수용하여 모래여과 해수를 5회전/일 으로 유수사육 하였으며 사육수온은 13.0~21.4℃ 범위로 유지하여 주었다. 먹이는 부화후 150일까지 시판용 pellet(금성사료)사료를 하루에 5회 공급하

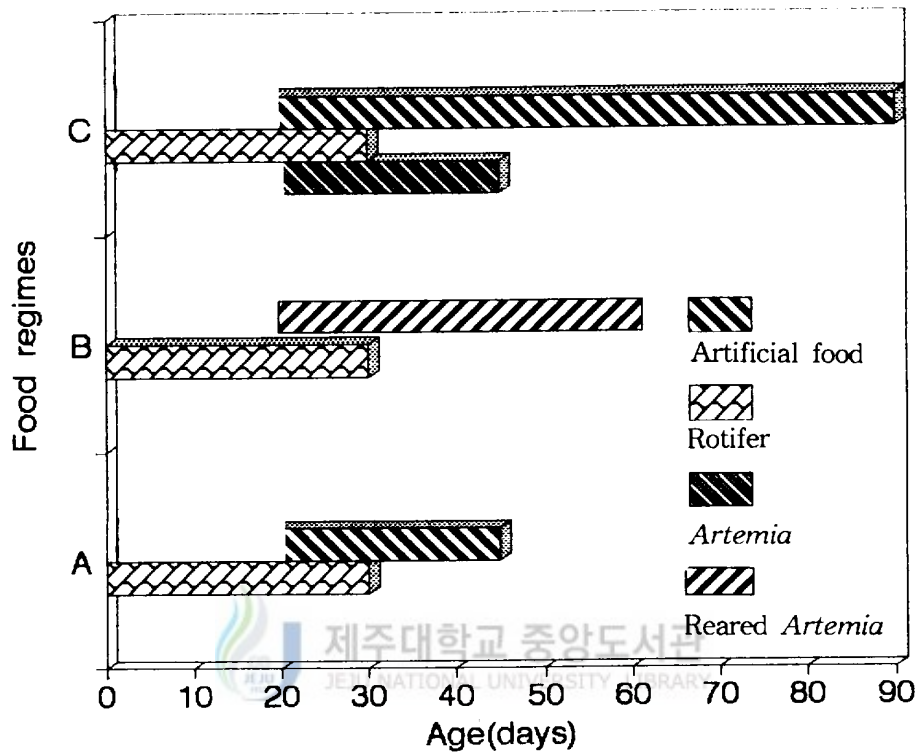


Fig. 2. Three strategies of providing different mixed foods to the larvae of *Lateolabrax japonicus* during the experimental period.

였고, 이후에는 냉동시킨 전갱이, 고등어새끼를 절단하여 하루 2~3회 공급하였다.

사육수조의 비중과 수온을 매일 오전 10시에 측정하였고 비중은 15℃의 표준비중으로 환산하였다.

각 시험수조의 생존율은 매일 오전 10시와 오후 5시에 저면을 syphon으로 수집하여 폐사체를 계수하고 10% Formaline에 고정하였다.

난경과 자어 전장의 측정은 초기에는 만능투영기를 사용하여 100개씩을 측정하였으며, 전장 20mm부터는 어체측정판으로 1mm 단위까지, 체중은 전자천평으로 0.01mg 단위까지 측정하였다.

모든 시험결과는 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 검정하였다.



### III. 結 果

#### 1. 체란용 친어와 체란양

1990年과 1991年의 10월에 인공수정에 사용한 친어는 암컷 15마리와 숫컷 30마리로서 암컷의 크기는 Table 1과 같다. 전장범위 27~60cm(체중범위 1.7~7.0Kg)였고 숫컷의 전장범위는 22.0~33.2cm(체중범위 1.2~2.5Kg)였다. 암컷의 크기에 따른 체란량은 전장에 따른 1회 체란량은 본 연구에서 사용된 시험어 중 가장 작은 전장 27cm에서 약 80,000개였고, 30.3cm에서 170,000개, 39.3cm에서 230,000개, 52.5cm에서 300,000개, 가장 대형인 60cm에서는 360,000개로서 전장이 클수록 많은 포란량을 가지고 있었으며 전장 27cm이하에서는 성숙된 친어가 없었다. 전장과 체란량과의 사이에는  $L = 26409.6E^{0.0462382}$ 로 표시할수 있었다(Fig. 3). 복부착출법에 의하여 체란한 난의 수정율은 16.6~66.6%범위였다(Table 1). 수정 당시의 수온범위는 18.0~21.0℃, 비중은 1.023~1.026범위였다.

#### 2. 염분농도에 따른 수정란의 부화율

4단계의 해수 염분농도에 따른 수정란의 부화율은 Table 2와 같다. 연안수의 염분농도인 32‰구에서의 평균 부화율은 50ℓ수조에서는 81.5%, 1ℓ비이커에서는 79.3% 인데 비하여 염분 28‰구에서는 61.5%, 62.3%로 나타났고, 염분 24‰구에서는 48.1%, 45.7%, 최저 염분구인 20‰구에서는 44.2%, 42.9%로 염분이 낮을수록 부화율도 낮았다.

각 염분농도구간의 부화율의 차이를 유의성 검정한 결과는 32‰구와 28‰구는 전 시험구간에 유의적이었으며( $P < 0.05$ ), 24‰구와 20‰구간에 유의성이 인정되지 않았다( $P > 0.05$ ).

Table 1. Amount of spawned eggs and their fertilization rate (%) according to the total length of *Lateolabrax japonicus* at several different spawning time, in 1990 and 1991

Date	T.L. (cm)	B.W. (Kg)	Amt. of eggs	Fertilization rate (%)	Salinity (‰)	W.T. (°C)
Oct. 19, 1990	60.0	7.0	360,000	16.6	27.2	21.0
	48.6	5.0	200,000	40.0	27.2	21.0
Oct. 21, 1990	30.9	2.5	150,000	53.3	31.1	19.0
	52.5	6.0	300,000	66.6	31.1	19.0
Oct. 26, 1990	32.2	2.0	120,000	25.0	32.4	18.0
	38.7	4.5	160,000	50.0	32.4	18.0
	34.3	3.5	120,000	25.0	32.4	18.0
Oct. 26, 1991	43.1	6.2	250,000	46.0	32.4	18.7
	28.4	2.3	120,000	41.6	32.4	18.7
Oct. 28, 1991	39.3	4.8	230,000	43.4	32.4	18.5
	52.1	6.8	350,000	48.5	32.4	18.5
	49.0	5.2	200,000	40.0	32.4	18.5
	37.1	4.7	150,000	33.3	33.7	18.4
Oct. 30, 1991	34.8	3.5	150,000	66.6	33.7	18.4
	30.3	2.3	170,000	41.1	33.7	18.4

Table 2. Hatching rate of *Lateolabrax japonicus* at different salinities

Date	Vessel		No. of eggs	Salinity (‰)			
	No.	Size		20	24	28	32
Oct. 19, 1990	1	50ℓ	1,000	43.0	46.7	66.2	85.5
Oct. 21, 1990	2	50ℓ	1,000	45.5	49.5	60.5	80.4
Oct. 26, 1990	3	50ℓ	1,000	44.0	48.0	58.7	81.5
Mean			1,000	44.2 <sup>c</sup>	48.1 <sup>c</sup>	61.5 <sup>b</sup>	82.5 <sup>a</sup>
Oct. 26, 1991	1	1ℓ	300	40.5	49.2	62.5	82.6
Oct. 28, 1991	2	1ℓ	300	48.0	45.3	61.2	75.2
Oct. 30, 1991	3	1ℓ	300	40.2	42.5	63.3	80.2
Mean			300	42.9 <sup>c</sup>	45.7 <sup>c</sup>	62.3 <sup>b</sup>	79.3 <sup>a</sup>

Different superscripts indicate the level of significance ( $P < 0.05$ ).

Water temperature ranged from 18.0 to 20.0°C during this experiment.



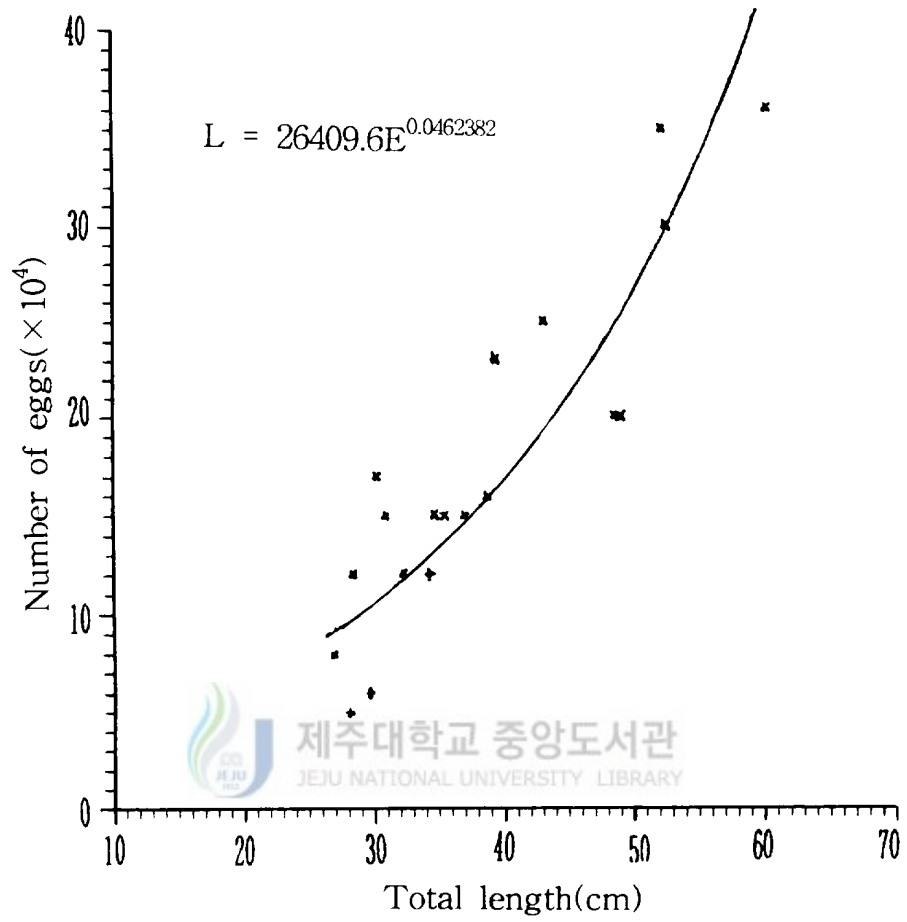


Fig. 3. Relationship between the number of spawned eggs and total length of *Lateolabrax japonicus*.

### 3. 수온별(자연수온, 가온수온)자치어 성장 및 생존율

농어 자치어를 자연해수로 사육한 시험구 A구와 가온시킨 해수로 사육한 B시험구의 수온과 비중의 변화는 Fig. 4(1990년), Fig. 5(1991년)와 같다.

1990년도의 경우 사육수의 수온은 A, B시험구가 각각 10.0~19.0℃, 13.0~19.0℃ 범위였으며, 비중의( $\delta 15$ ) 변화는 1.024~1.026, 1.023~1.026 범위였고, DO는 3.96~6.41mg/l, 3.62~6.13mg/l 범위였다. 1991년도의 사육해수 수온은 A, B구가 10.0~18.0℃, 15.0~18.0℃ 범위였으며, 비중( $\delta 15$ )의 변화는 1.023~1.0267, 1.022~1.026 범위였고 DO는 각각 3.84~6.52mg/l, 3.48~6.24mg/l 범위였다.

각 시험구별 사육일수에 따른 전장의 성장은 1990년도의 경우 Table 3, Fig. 6과 같다. 시험시작시의 전장은 모두  $4.9 \pm 0.07\text{mm}$ 였던 것이 일령 10일째에 A, B시험구는 각각  $5.5 \pm 0.08\text{mm}$ ,  $6.80 \pm 0.58\text{mm}$ 로 B시험구의 성장이 빨랐으며, 일령 40일에는 A시험구  $10.2 \pm 0.46\text{mm}$ , B시험구  $19.0 \pm 0.55\text{mm}$ 로 성장 차이가 컸다. 일령 55일째에는 A시험구의 수온이 10℃로 하강하면서 전량 폐사하였는데 이때의 전장은  $15.0 \pm 0.62\text{mm}$ , B시험구는  $25.0 \pm 0.42\text{mm}$ 로 A시험구에 비하여 월등히 성장을 하였으며, 일령 90일째에는  $32.8 \pm 0.09\text{mm}$ 로 성장하였다.

시험기간중의 생존율을 비교 하면 Table 3, Fig. 7과 같았다. 두시험구 모두 일령 20일과 25일부터 *Artemia*와 배합사료로 먹이전환을 한 이후, 복부에 기포를 먹은 개체의 출현과 먹이를 제대로 먹지 않은 개체들이 출현하면서 폐사가 계속되어 일령 30일째에는 A, B시험구에서 각각 10.0%, 15.0%로 계속 감소하였다. 일령 45일에는 A시험구가 0.3%에서 계속 감모가 일어난데 비하여 B시험구에서는 10.9%로 감소 경향이 다소 완화되었으며, 일령 55일째에는 A시험구에서는 전량 폐사가 일어났으나, B시험구의 생존율은 7.5%, 일령 90일째에는 5.6%로 가온해수에서 높았다.

1991년도의 2차 시험에서는 수온의 변화 범위가 전년에 비하여 다소 차이는 있

Table 3. Growth and survival rate of *Lateolabrax japonicus* larvae at different water temperature ranges during the experimental period. During the experiment A water temperature was from 10 to 19°C in 1990 and from 10 to 18°C in 1991; for experiment B, it ranged 13 to 19°C in 1990 and 15 to 18°C in 1991

Exp. No. of larvae	Initial			Final			Dairy increment (T.L.: mm)	
	Date	T.L.(mm)		Date	T.L.(mm)			Survival rate
		Mean ± SD	B.W.(mg)		Mean ± SD	B.W.(mg)		
*A 10,000	1990 10. 19	4.9±0.07	0.015±0.002	1990 12. 4	15.0±0.62	0.034±0.003	0 0	
	1990 10. 19	4.9±0.07	0.015±0.002	1991 1.19	32.8±0.09	2.62 ±0.134	560 5.6	
A 10,000	1991 10. 26	4.9±0.07	0.015±0.002	1991 12.19	16.2±0.30	0.035±0.003	0 0	
	1991 10. 26	4.9±0.07	0.015±0.002	1992 1.26	33.2±0.25	2.47 ±0.218	580 5.8	
B 10,000	1991 10. 26	4.9±0.07	0.015±0.002	1992 1.26	33.2±0.25	2.47 ±0.218	580 5.8	

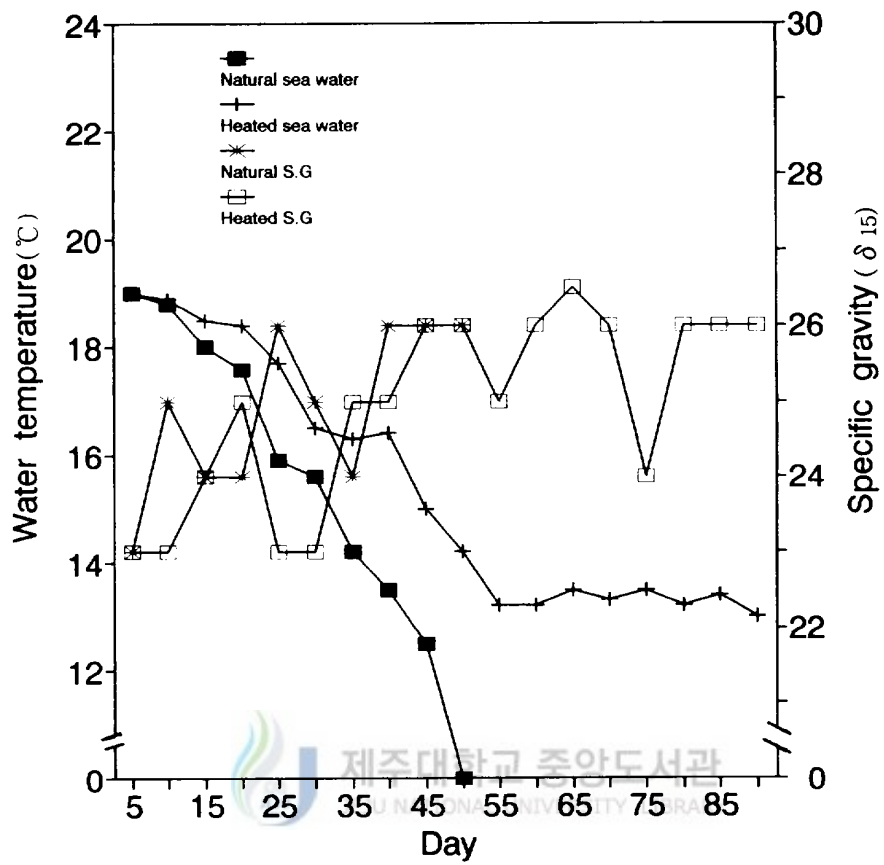


Fig. 4. Changes of water temperature and specific gravity in case of using either natural or heated sea water during the experimental period in 1990.

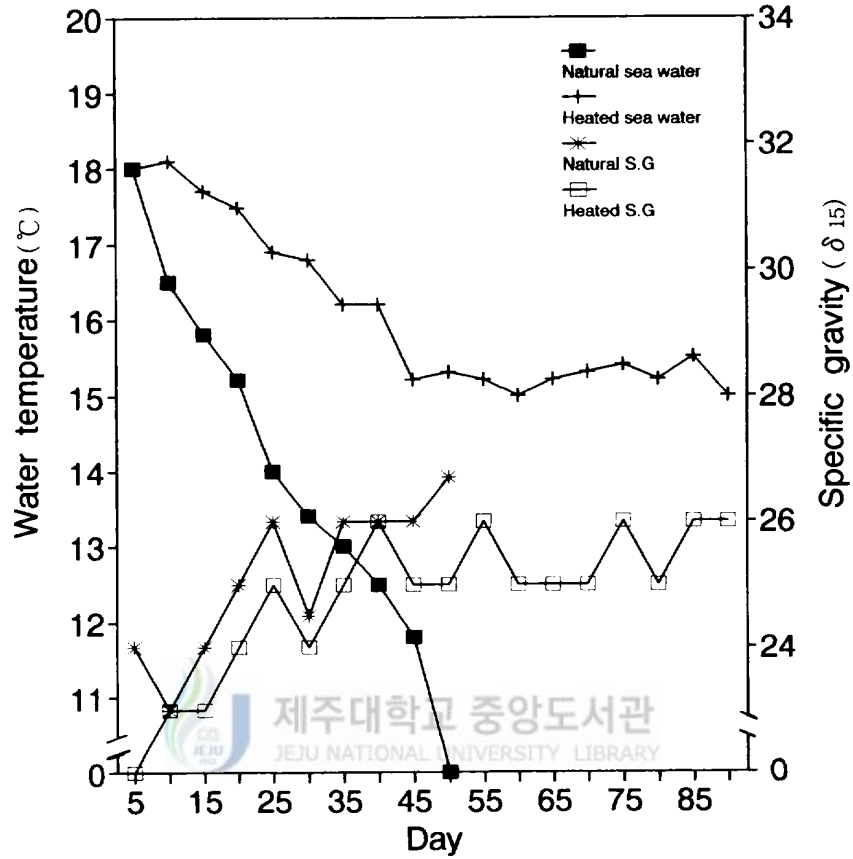


Fig. 5. Changes of water temperature and specific gravity in cases of using either natural or heated sea water during the experimental period in 1991.

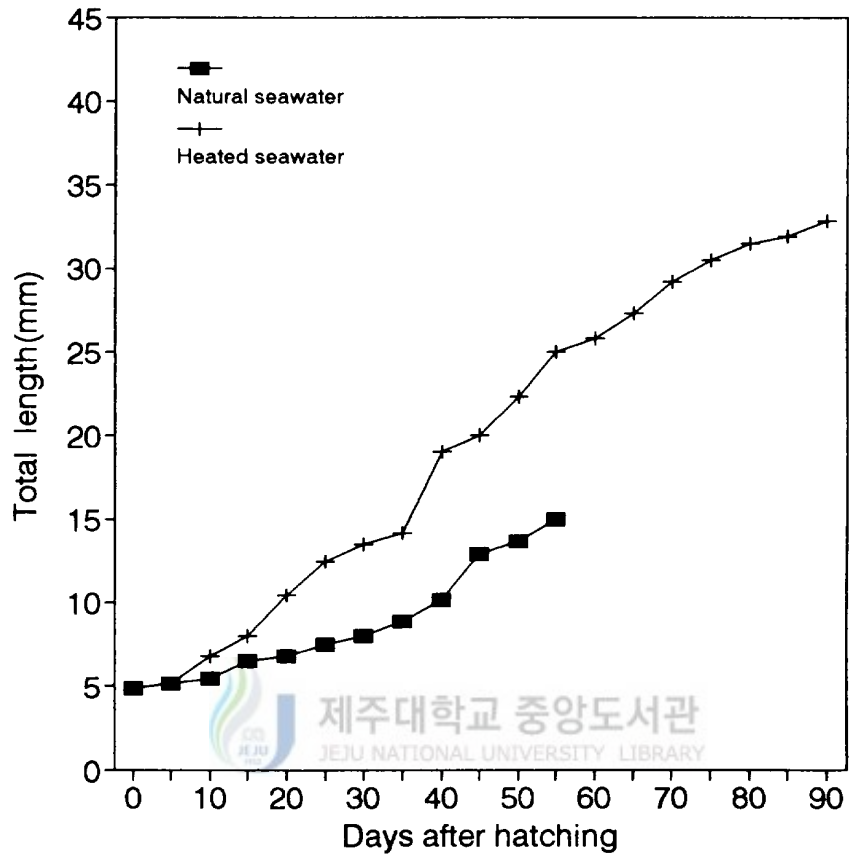


Fig. 6. Growth patterns of sea bass, *Lateolabrax japonicus* using natural and heated sea water in 1990.

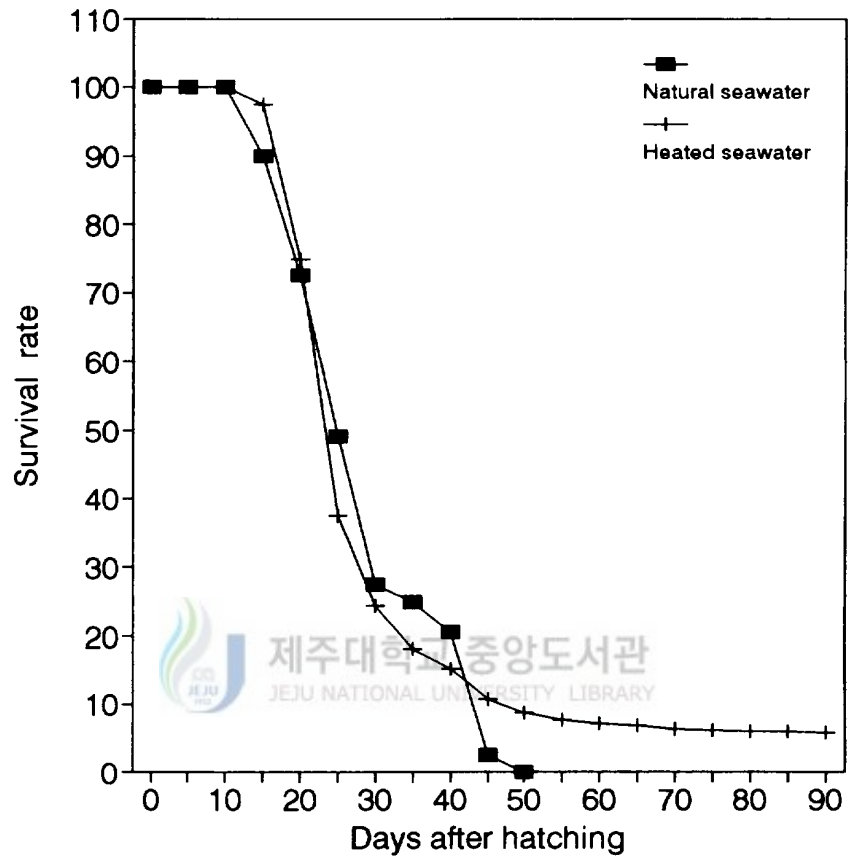


Fig. 7. Survival rate of sea bass, *Lateolabrax japonicus*, at the natural and heated sea water in 1990.

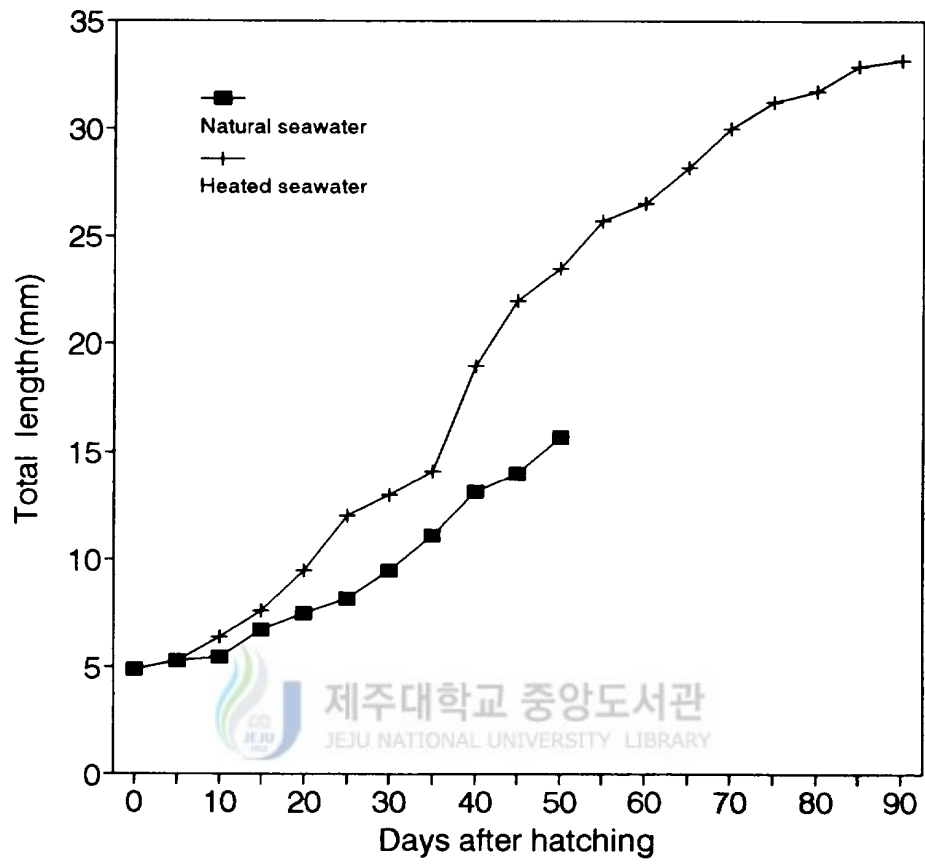


Fig. 8. Growth patterns of *Lateolabrax japonicus* at the natural and heated sea water in 1991.



었지만, A, B 양시험구의 전장의 성장은 Table 3, Fig. 8과 같다. 시험시작시의 전장은 모두  $4.9 \pm 0.07\text{mm}$ 로 일령 10일째부터는 1차시험의 결과와 일령에 따른 성장은 유사하여 A시험구에서는  $5.3 \pm 0.09\text{mm}$ , B시험구에서는  $6.4 \pm 0.25\text{mm}$ , 일령 35일에는 A, B시험구가 각각  $11.1 \pm 0.70\text{mm}$ ,  $14.1 \pm 0.37\text{mm}$ 였다. A시험구의 수온이  $10^\circ\text{C}$ 이하로 하강하여 전량 폐사한 일령 52일째에는  $16.2 \pm 0.37\text{mm}$ , B시험구는  $24.6 \pm 0.21\text{mm}$ 였다. B시험구의 일령 90일째의 성장은  $33.2 \pm 0.25\text{mm}$ 였다.

사육일수에 따른 생존율은 Table 3, Fig. 9와 같고, 1991년도 1차 시험시의 생존율과 유사하였으며, 대량감모는 양 시험구 모두 일령 20~30일째에 일어났고, 폐사되는 자어의 상태도 1차 시험에서와 같은 양상이었다.

1차시험과 2차시험과의 전 시험기간 동안의 성장에는  $2^\circ\text{C}$  수온차가 있었으나 성장에는 유의차가 없었다( $P > 0.05$ ). 수온별 사육에 따른 최종성장량과 일간성장량은 Table 3과 같다.

각 시험구별 평균전장과 체중 및 일간성장량은 90년도 A시험구는 사육어가 전량폐사한 일령 55일째에  $15.0\text{mm}$ , 체중  $0.03\text{mg}$ , 일간성장량은  $0.18\text{mm}$ 이었으나, B 시험구는 같은 기간에  $25.0\text{mm}$ ,  $1.0\text{mg}$ ,  $0.37\text{mm}$ 였다. 또한 B시험구의 90일 후의 최종성장량은  $32.8\text{mm}$ ,  $2.62\text{mg}$ ,  $0.31\text{mm}$ 였다. 91년도사육시험에서도 A시험구는 일령 52일째 전장  $16.2\text{mm}$ , 체중  $0.04\text{mg}$ , 일간성장량은  $0.22\text{mm}$ 이었으나, B시험구는 같은 기간에  $23.0\text{mm}$ ,  $0.85\text{mg}$ ,  $0.35\text{mm}$ 였다. 또한 B시험구의 90일후의 최종성장량은  $33.2\text{mm}$ ,  $2.47\text{mg}$ ,  $0.31\text{mm}$ 였다.

이상에서와 같이 사육수온에 따른 성장과 생존율의 관계를 볼때 농어의 중요생산과정에서 일령 55일 전후의 기간중  $10^\circ\text{C}$ 이하의 수온은 자어의 생존에 제약 요인으로 수온  $13^\circ\text{C}$ 이상의 가온해수에 의한 사육이 효율적이었다.

#### 4. 먹이 계열별 자치어의 성장 및 생존율

자치어의 사육에서 세가지 먹이 계열을 통하여 비교한 전장의 성장과 생존율은

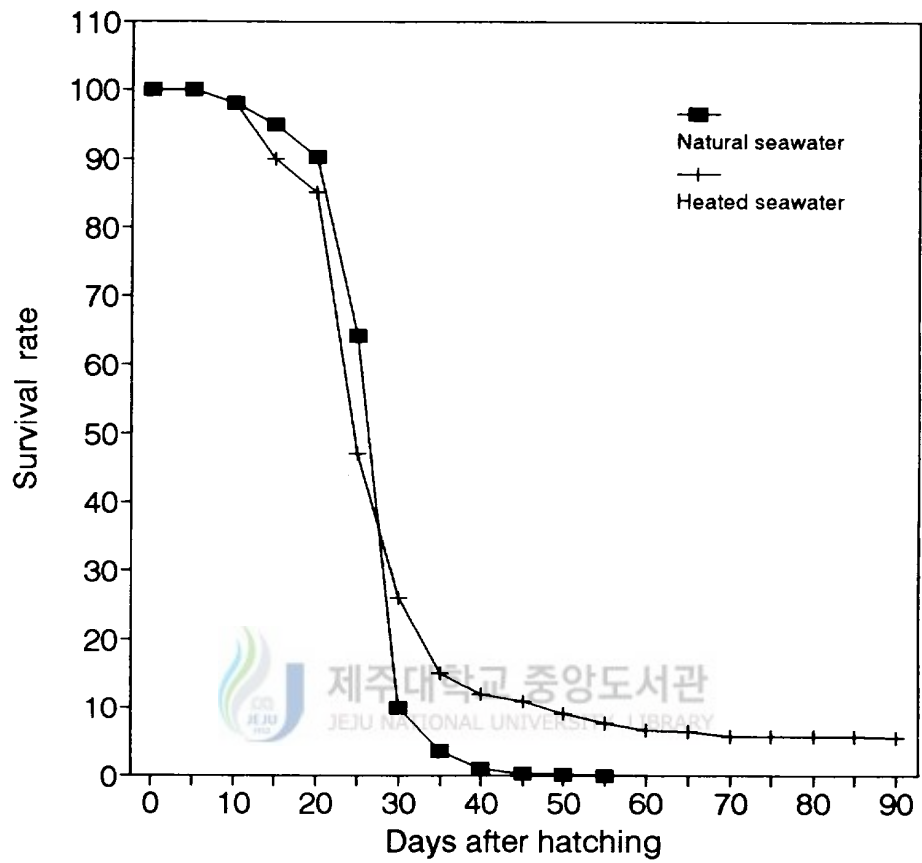


Fig. 9. Survival rate of *Lateolabrax japonicus* at the natural and heated sea water in 1991.

Table 4, Fig. 10, Fig. 11과 같다. rotifer + 배합사료를 공급한 A시험구는 일령 25일째에 전장  $9.0 \pm 0.68\text{mm}$ , 35일째에  $10.5 \pm 0.14\text{mm}$ , 40일째  $10.7 \pm 0.10\text{mm}$ , 였고, 45일 경과하면서  $10.8 \pm 0.07\text{mm}$ 로 성장하였지만 전량폐사하였다. rotifer + 양성 *Artemia nauplius*를 공급한 B시험구에서도 일령 25일째에 전장  $10.2 \pm 0.10\text{mm}$ , 35일째에  $14.0 \pm 0.48\text{mm}$ , 40일째  $15.0 \pm 0.32\text{mm}$ , 45일째  $16.2 \pm 0.85\text{mm}$ , 60일째  $19.5 \pm 0.38\text{mm}$ , 65일경과하면서  $20.3 \pm 0.73\text{mm}$ 로 성장하였으나, 역시 전량 폐사하였다.

그러나 rotifer + *Artemia nauplius* + 배합사료로 성장에 따라 적합한 먹이를 다양하게 적응시킨 C시험구에서는 일령 25일째에  $12.0 \pm 0.24\text{mm}$ , 35일째에  $14.1 \pm 0.41\text{mm}$ , 40일째  $19.0 \pm 0.80\text{mm}$ , 60일째  $26.5 \pm 0.37\text{mm}$ , 그리고 65일째에는  $28.2 \pm 0.79\text{mm}$ 로 A, B시험구보다 빠르게 성장하였으며( $P < 0.05$ ), 90일째에는  $33.2 \pm 0.68\text{mm}$ 로 성장하였다. 각 시험구에 있어서 전량폐사가 일어나기까지의 먹이계열 간의 성장차이를 유의성 검정한 결과 모두 유의적 이었다( $P < 0.05$ ).

전 시험구별 생존율은 A, B시험구에서는 일령 25일 이후부터 대량폐사가 일어나 A시험구에서는 45일만에 전량폐사하였고, B시험구에서는 65일째에 전량폐사하였다. 그러나 C시험구에서는 타 시험구에 비해 다소 빠른 일령 10일 이후부터 대량폐사가 일어나 30일째에는 25.0% 생존하였고, 55일째에는 7.3%가 생존하여 이후에는 감모없이 90일째에는 6.03%가 생존하였다.

먹이계열에 따른 최종성장과 일간성장량은 Table 4와 같다. 각 시험구별 평균 전장과 체중 및 일간성장량은 A시험구는 사육어가 전량 폐사한 일령 45일째 전장  $10.8\text{mm}$ , 체중  $0.03\text{mg}$ , 일간성장량은  $0.11\text{mm}$ 이었으나, B시험구는 같은기간에  $16.2\text{mm}$ ,  $0.04\text{mg}$ ,  $0.19\text{mm}$ 였고, 사육어가 전량 폐사한 일령 65일째 최종성장은  $20.3\text{mm}$ ,  $0.05\text{mg}$ ,  $0.25\text{mm}$ 였다. C시험구는 A시험구와 같은 시기에 전장  $22.0\text{mm}$ , 체중  $0.04\text{mg}$ , 일간성장량은  $0.32\text{mm}$ 였고, B시험구와 같은 시기에는  $28.02\text{mm}$ ,  $0.05\text{mg}$ ,  $0.32\text{mm}$ 였으며, C시험구는 90일 후의 최종성장이  $33.2\text{mm}$ ,  $2.49\text{mg}$ ,

Table 4. Growth and survival rate of *Lateolabrax japonicus* larvae in case of using three different mixed foods during the experimental period. Food regimes are: A, rotifer and artificial food; B, rotifer and reared *Artemia*; C, rotifer, and *Artemia* and artificial food

Food regimes	No. of larvae	Initial			Final			Dairly increment (T.L.: mm)
		Date	T.L.(mm)	B.W.(mg)	Date	T.L.(mm)	B.W.(mg)	
A	500	1991	7.6±0.26	0.021±0.003	1991	10.8±0.07	0.032±0.003	0
		11.9			12.9			
B	500	1991	7.6±0.26	0.021±0.003	1991	20.3±0.73	0.045±0.003	0
		11.9			12.29			
C	500	1991	7.6±0.2	0.021±0.003	1992	33.2±0.68	2.49 ±0.181	6.03
		11.9			1.19			

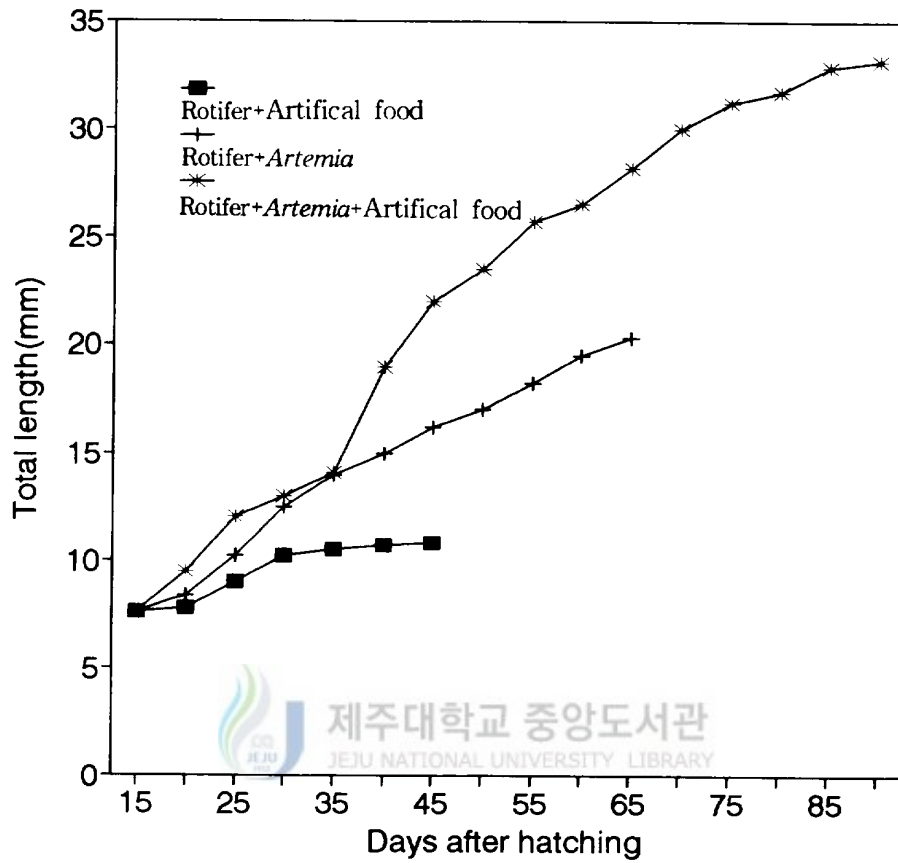


Fig. 10. Growth patterns of *Lateolabrax japonicus* larvae supplied with different mixed foods.

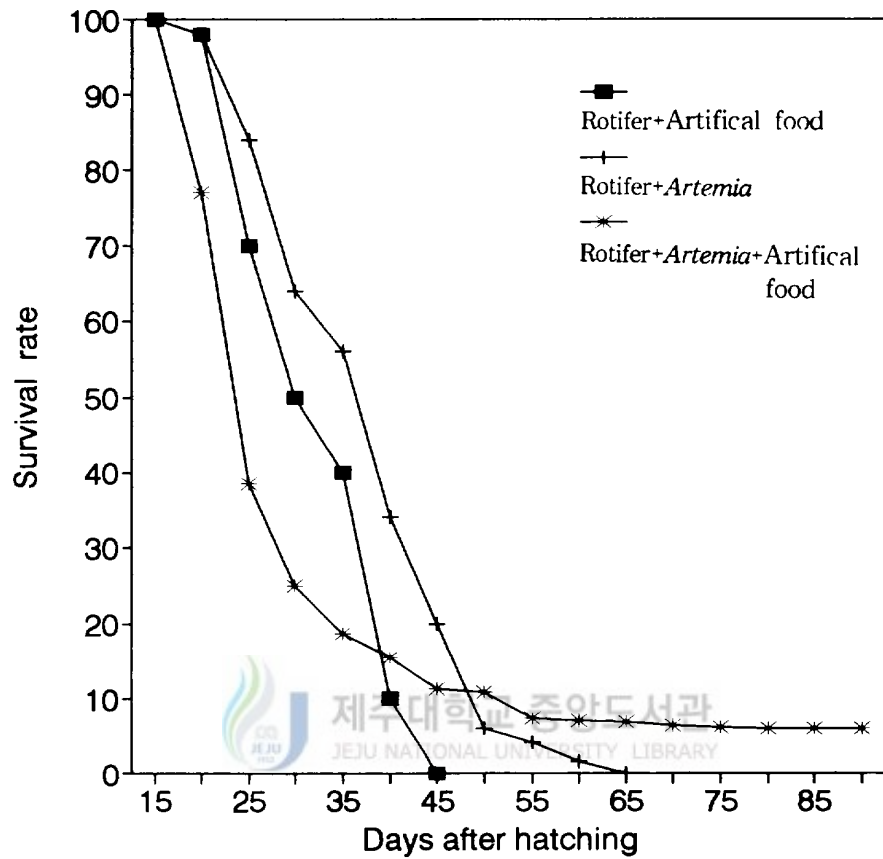


Fig. 11. Survival rates of *Lateolabrax japonicus* larvae supplied with different mixed foods. Water temperature ranged 13 to 15°C during this experiment.

0.34mm였다.

#### 5) 치어의 성장

1991년 1월 21일에 전장 20.0~35.0mm의 치어 500마리를 1991년 12월 31일까지 420일간 사육한 전장과 체중의 성장은 Fig. 12, 13과 같다.

일령 120일째 전장은 47.8mm, 체중은 4.35g이었으며, 180일에는 100.0mm, 14.6g으로 배합사료에서 생사료로 먹이전환하면서 다소 성장이 빨랐으며, 일령 210일에는 117.5mm, 20.35g, 270일에는 170.0mm, 62.75g으로 수온이 상승하면서 빠르게 성장을 하였고, 300일에는 200.0mm, 97.5g, 그리고 일령 420일에 268.9mm, 249.5g으로 성장하였다. 이에따른 전장에 대한 상대성장식은  $Y = -42.5458 + 0.7784X$  ( $r=0.9940$ ), 체중에 대한 상대성장  $Y = 1.7475E-7X^{3.509}$  ( $r=0.99$

19)였다. 일령에 따른 생존율은 Fig. 14와 같았고, 전장과 체중의 성장은 Fig. 15와 같다.

생존율은 일령 90일에서 120일 사이에 선별시 받은 stress로 인하여 4% 감소하였고 이후에는 안정적으로 성장하면서 일령 420일에는 생존율이 94.9%였다.

전장에 대한 체중의 상대성장은  $Y = 3.4539E-4X^{2.3719}$  ( $r=0.9865$ )의 지수곡선식으로 Fig. 15와 같다.



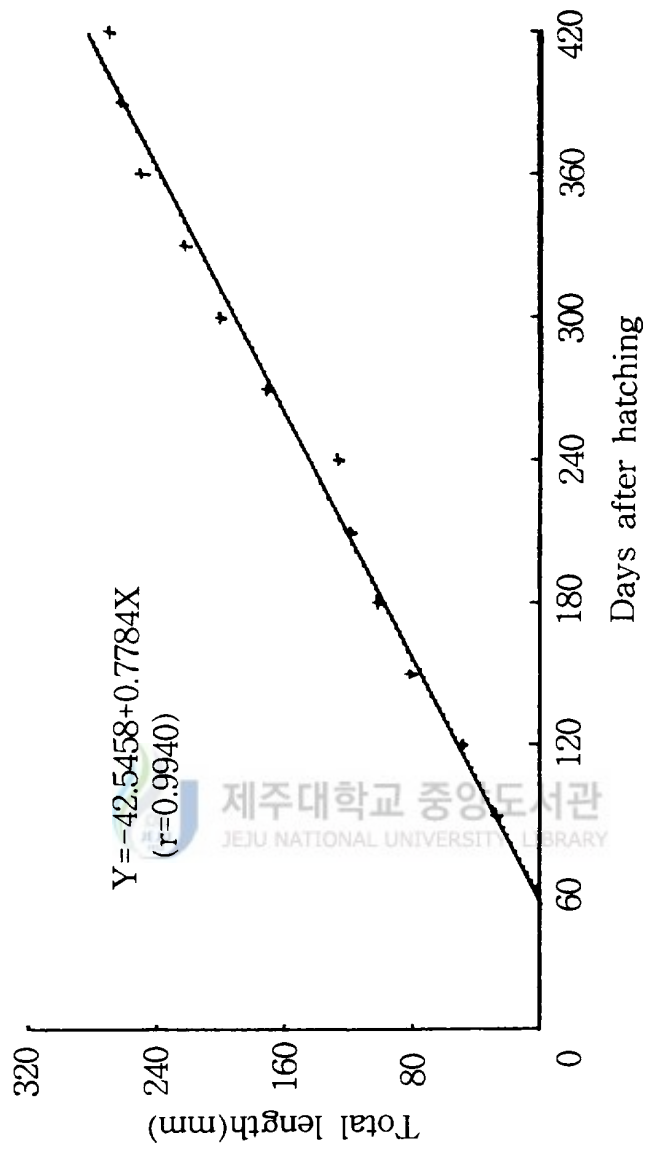


Fig. 12. Change in total length of *Lateolabrax japonicus* for 420 days after hatching.



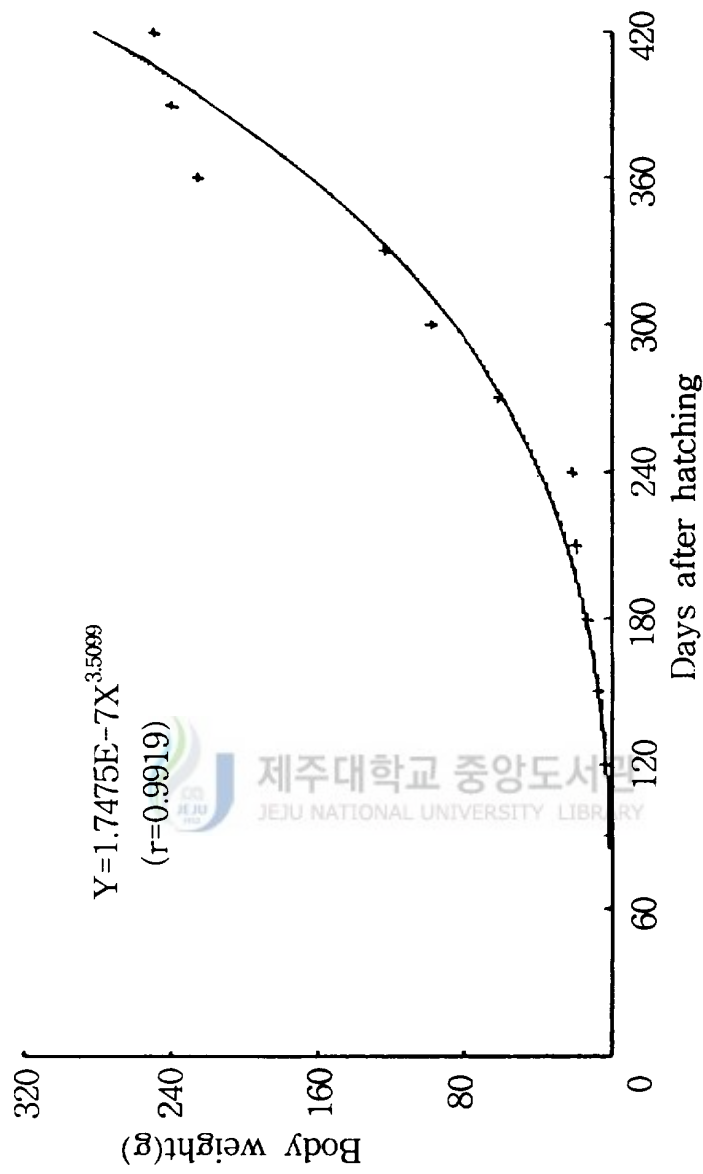


Fig. 13. Change in body weight of *Lateolabrax japonicus* for 420 days after hatching.

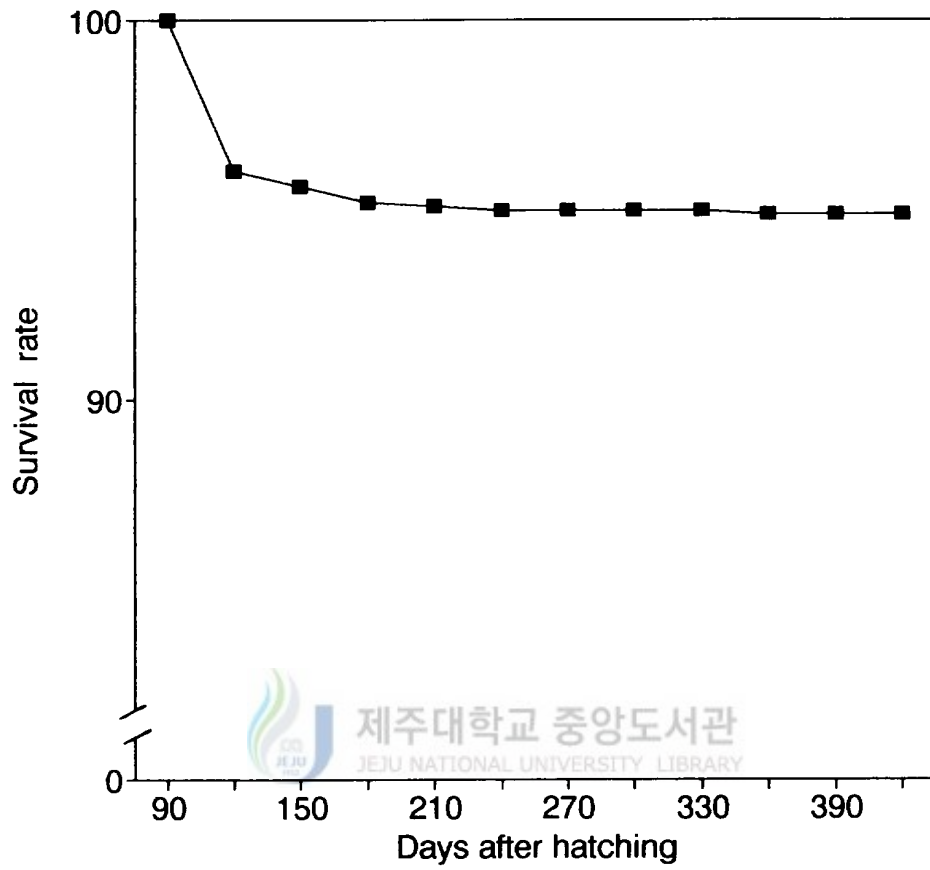


Fig. 14. Survival rate of sea bass, *Lateolabrax japonicus* for 420 days after hatching.

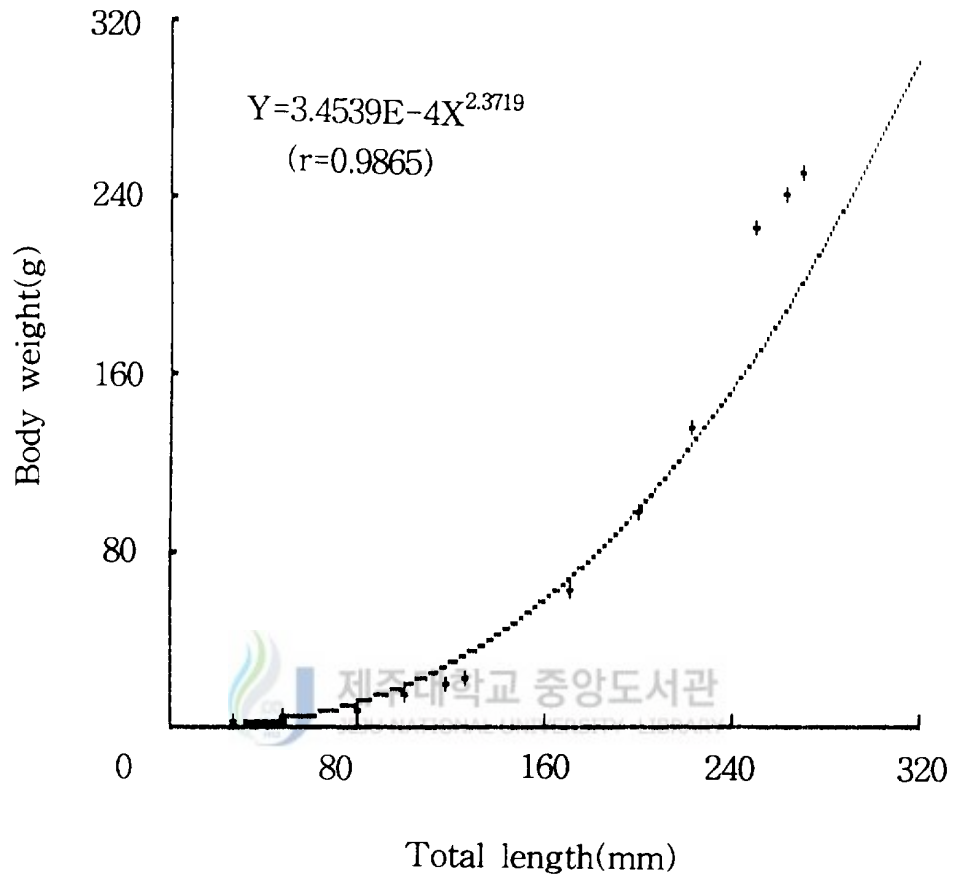


Fig. 15. Relationships between total length and body weight in the juveniles of *Lateolabrax japonicus*.

#### IV. 考 察

대부분의 어류는 종마다 종 특유의 생식주기를 가지고 연중 어느정해진 시기에 생식활동을 하게 된다(隆島와 羽生, 1989). 최근에는 이들 생식활동을 제어하는 요인으로서 온도와 빛등을 인위적으로 제어하여 넙치, 참돔등의 주요어류의 중요 생산에 실용화하고 있다(伊島 等, 1986). 그러나 양식개발이 처음으로 시도되는 어종이나 친어의 성숙속 유도가 곤란한 어종의 중요생산에서는 자연산 어미를 대상으로 한 현장채란에 의존할수 밖에 없다.

일반적으로 어류의 산란기는 동일어종이라 하더라도 지역과 서식환경에 따라 다소 차이가 있다. Zohar 등(1984)에 의하면 유럽산 농어(*Dicentrarchus labrax*)의 산란기는 지중해에서는 12~3월이고, 프랑스의 브레타뉴 지방에서는 4~5월로 보다늦고, 아일랜드에서는 6월로 지역에 따라 상당한 차이가 있다고 하였다. 이 연구에 사용된 채란용 친어는 서남해안에 위치한 전남 신안군 증도해안에서 어획한 것으로 농어의 생식소 속도에 관한 조사는 실시하지 못하였기 때문에 구체적인 산란기는 구명할 수 없었지만, 수정이 가능한 성숙란의 채란을 통하여 채란이 가능한 지역별 시기를 비교해 볼수 있다. 즉, 증도에서 채란이 가능한 시기는 10월중순에서 11월초순이었지만, 남해안 여수, 충무지역에서는 11월초순부터 익년 3월까지 가능한 것으로 보아 우리나라 농어도 산란기가 지역별 차이가 있는 것으로 추정된다.

농어의 포란수에 대하여 畑中와 關野(1962a, b)는 체장 51~61cm사이의 친어에서 1마리당 포란수는 약 17만~22만개이며, 난경은 1.22~1.45mm로 보고 한 바있다. 이 연구에서 인공수정에 사용한 친어는 모두 45마리(암컷 15마리, 수컷 30마리)로서 전장 60cm, 체중 7.0Kg의 암컷에서 난경 1.21~1.47mm되는 36만개의 성숙난을 채란하였으며, 전장 48cm, 체중 5.0Kg의 암컷에서 20만개의 난을 채란할수 있어 畑中와 關野(1962a, b)의 보고에서는 체장에 대한 채란량 보다 다소 더 작

은 크기에 해당되지만, 보다 많은 체란량을 얻을 수 있었다. 이는 채란방법의 차이도 있겠지만, 지역간 또는 개체간의 차이에 기인된 것으로 생각된다.

기수역에서도 농어의 성성숙이 가능하지만, 해수역으로 옮기지 않으면 산란이 늦어진다고 보고하고 있으며(Zanuy and Carrilo, 1984), 일반적으로 해산어 수정란의 부화에 적당한 염분농도는 34‰전후이며, 17‰이하의 저염분에서는 치명적 영향을 준다고 하였다(安永, 1975).

청어 수정란의 부화율은 염분농도 20~25‰ 범위에서 80~90%였고, 20‰이하에서는 15%, 33.7‰에서는 63%로 저조하였다(Holliday와 Jones, 1965).

넙치 수정란의 부화율은 정상해수인 33.7‰에서 63~64%였고, 20.6‰에서 15%의 저조한 결과를 보고 한 바있으며(全과 盧, 1991), 자주복 수정란의 부화율은 14%에서 45.5%였고, 20‰ 시험구에서 63.5%, 27‰이상에서 71.3~76.4%였다(高, 1993).

본 연구에서 4단계 염분농도에서 실시한 수정란의 부화율은 비교구인 자연해수 32%에서 79.3~82.5%로 가장 높았으나, 저염분농도구인 20‰ 시험구에서도 42.9~44.2%로 저염분에 대한 부화율이 자주복에 비해서 떨어지지만, 넙치와 청어에 비해서는 높았다.

농어의 부화자어 이후의 저염분 내성시험을 실시하지 못하였으나, 자연에서 치어의 생활장소가 연안에서 성장함에 따라 점차 강하구로 이동해 가는 것으로 보아 安永(1975)과 全과 盧(1991)는 넙치에서 지적인 바와 같이 농어도 치어기로 성장할수록 저염분에 대한 강한 내성을 가지는 것으로 생각된다.

해산어류의 초기 성장에 영향을 미치는 조건으로서는 유전, 내분비등의 내적요인(Uchida 등, 1989; Markert 등, 1977)과 먹이, 수온 및 개체상호간의 생물요인 등 외적요인(伏見, 1975a; 代田, 1970; 北島 등, 1976; Thompson과 Riley, 1981)이 크게 작용한다. 또한 자연수역에서 자치어의 큰 감모 요인은 굶주림과 피포식이지만, 인공사육에서는 먹이부족, 질병발생, 수질악화와 상호공식등이라고 지적

하였다(隆島와 羽生, 1989).

인공부화시킨 해산어류 자치어의 성장과 생존에 대하여 감성돔, *Mylio macrocephalus*은 부화후 22일만에 전장  $8.54 \pm 0.84\text{mm}$ 로 성장하였고, 이때의 생존율은 45.84%였으며, 부화후 38일째에는 전장  $15.79 \pm 1.05\text{mm}$ , 생존율은 40.42%였고(李와 盧, 1987), 慶德等(1982)은 부화후 20일째에 전장 8.05mm, 36일후에는 13.05mm로 성장하였으며, 이때의 생존율은 33.2%로 보고하였다.

이 연구에서는 1990년 10월 22일에 농어의 부화자어는 전장 4.9mm였으며, 부화후 20일째에 자연해수(수온  $10.0 \sim 19.0^\circ\text{C}$ )로 사육하였던 것은 전장 6.8mm인데 비하여 가온해수( $13.0 \sim 20.0^\circ\text{C}$ )로 사육한 것은 10.5mm로 성장하였고, 이때의 생존율은 각각 90.2%, 85.1%였다. 부화후 40일째 후기자어의 전장과 생존율은 자연해수에서는 10.2mm, 1.0%인데 비하여 가온해수에서는 19.0mm, 12.0%였다.

1991년 10월 29일에 부화한 자어는 부화후 20일째에 자연해수에서 전장 7.5mm, 생존율 72.5%인데 비하여 가온해수에서는 9.5mm, 75.0%였으며, 부화후 40일째에는 전자가 13.1mm, 20.5%인데 비하여 후자는 19.0mm, 15.0%로서 후기자어의 성장은 가온해수에서 사육한 것이 빨랐다.

부화후 40일까지 전 시험구에서 감모가 컸다. 이 시기는 부화후 20일째부터 rotifer의 공급량을 15개체/ml에서 2~3개체/ml로 줄이고 *Artemia* nauplius로 전환하면서 배합사료를 공급하여 점차 생물먹이에서 배합사료로 먹이의 전환을 시도한 시기에 해당된다. 따라서 배합사료의 먹이불임이 잘되지 않고 유실된 사료에 의한 사육수질의 악변 등이 대량 감모요인으로 작용한 것으로 생각되며, Marr(1956)와 卞과 盧(1970)가 지적한 해산어 초기 사육과정에서 부화후 10~20일 사이에 볼수 있는 critical period에 해당하는 시기라고 생각된다. 그러나 본 연구에서 이들이 지적한 시기보다 다소 늦게 20일~40일 사이에 일어난 것은 초기먹이로서 rotifer의 적합성에 비하여 20일 이후에 전환시킨 *Artemia*와 배합사료의 질과 특히 비생물사료인 배합사료의 먹이불임 기술에 따른 차이로 생각되었

다.

자연해수로 사육한 경우 수온이 10℃이하로 하강하는 시점을 전후하여 계속적인 폐사가 발생하여 1990년도에는 55일째에, 1991년도에는 52일째에 전량 폐사하였다. 그러나 수온 13℃이상을 유지한 가온해수에서는 부화후 90일째에, 1990년도에는 전장 32.8mm, 생존율 5.6%였고, 수온 15℃정도를 유지한 1991년에는 전장 33.2mm, 생존율 5.8%로서, 농어의 자치어 사육에서는 사육수온이 10℃이상을 유지하는 것이 중요하다고 생각되며, 정확한 치사수온은 차후 보완되어야 할 연구과제로 생각된다.

먹이계열별 사육시험에서 A시험구가 전량 폐사한 일령 45일까지의 전장의 성장을 비교해보면 A시험구에서 10.8mm, B시험구에서 16.2mm, C시험구에서 22.0mm로서 먹이 계열간의 성장차이가 인정되었다( $P < 0.05$ ). 또한 B시험구의 전량폐사 시기인 일령 65일까지의 B, C시험구간의 전장의 성장을 보면 B시험구 20.3mm, C시험구 28.2mm로서 먹이계열간의 성장차가 인정되었다( $P < 0.05$ ). 자치어의 성장은 환경조건이 호조건이라면 섭식량에 따라 차이가 생기지만(伏見, 1975b), 본 연구에서는 각 먹이 계열간에 농어 자치어의 섭식습성에 알맞는 먹이로서의 조건이 크게 관여한 것으로 생각된다. 隆島와 羽生(1989)가 지적한 먹이의 부족에 의한 굶주림 보다는 생태적 습성에 알맞는 살아있는 먹이에서 배합사료로 전환시킬 때 먹이의 물성과 자치어의 습성에 맞는 배합사료의 공급기술면에서 문제가 있다고 생각되며 금후 이에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 생각된다.

최종 생존율은 A구에서 일령 35~40일 사이 대량 폐사현상이 일어났으며, 일령 45일만에 전량폐사하였고, B시험구에서는 일령 20~35일사이에 대량감모를 보였는데 *Artemia*의 과잉포식 현상과 伏見 等(1979)이 조피블락 초기사육시에 보였다는 부레에 가스(gas)가 나타나 폐사되는 현상과 마찬가지로 복부에 gas가 차서 수면위에 떠서 죽는 개체들이 많이 나타나 65일째에 전량폐사 하였다. 일반해산 어류 먹이계열인 C시험구에서는 A, B시험구와 마찬가지로 일령 20~30일 사이에

75%의 대량 감모가 일어났고, 일령 90일에 6.03% 생존율을 보여 A, B 시험구보다 좋은 결과가 나타났다. 이는 중요생산시 먹이로서 rotifer에 이어서 *Artemia*와 배합사료의 단계적인 먹이의 전환과 특히 배합사료 공급시 먹이의 순치방법이 중요한 관건이 된다고 생각된다. 감성돔 치어기 이후의 양성에서 笠原 等(1960)은 부화후 120일 후에는 평균체장 68.1mm, 평균체중 11.3g으로 보고한데 비하여 본 연구에서는 부화후 120일후에는 평균전장이 47.75mm, 평균체중이 4.35g으로 성장이 떨어졌다. 이는 저수온에서 사육한 결과라고 생각된다.

부화자어의 크기는 종에 따라 다르겠지만 동일종에 있어서도 알의 크기에 따라 또는 대구와 같이 부화시의 염분과 수온에 따라 부화자어의 크기가 다르다고 하였다(Alderice와 Forrester, 1971). 농어 부화자어의 크기에 대하여 李 等(1988)은 3.7mm로 보고한데 비하여 이 연구에서 최소치는 4.8mm로서 1.1mm 더 큰 개체로 부화되었다. 이는 부화당시의 환경여건에 대한 구체적인 자료가 없어 비교가 어려우며, 현재 우리나라산 농어를 소위, 점농어와 민농어로 구분하고 있는 현장 어민들의 주장과 형태적으로도 어느정도 구분이 되는 체표에 산재한 점들로 보아 李 等(1988)의 연구에서 대상으로 한 농어와 이 연구에서 취급한 점농어와 생태적인 차이가 있는지도 금후 구명되어야 할 과제라고 생각된다.





## V. 要 約

농어, *Lateolabrax Japonicus*의 증묘생산 기술개발의 일환으로 전남 신안군 증도연안의 이각망에서 어획된 자연산 어미로부터 채란, 인공수정시킨 수정란의 염분내성과 부화 자치어의 사육환경조건을 구명하기 위하여 자연해수와 가온해수의 사육조건과 먹이계열에 따른 성장도 및 생존율을 비교하였다.

1. 염분농도에 따른 수정란의 孵化率은 32%에서 79.3~82.5%였고, 저염분인 20%에서도 42.9~44.2%로 비교적 높았다.
2. 수정란은 수온 18~20℃에서 58시간만에 부화하였고, 부화자어의 평균전장은  $4.9 \pm 0.07\text{mm}$ 이었다.
3. 자연해수에서 사육한 경우, 1990년(수온 10.0~19.0℃)에서는 일령 55일째 전장  $15.0 \pm 0.62\text{mm}$ , 1990년(수온 10.0~18.0℃)에는 일령 52일째  $16.2 \pm 0.37\text{mm}$ 로 성장하였고, 수온이 10℃로 하강하면서 전량 폐사하였다.
4. 가온해수의 경우(1990년, 수온: 13.0~19.0℃, 1991년, 수온: 15.0~18.0℃) 일령 55일째 전장  $25.0 \pm 0.42\text{mm}$ ,  $25.7 \pm 0.30\text{mm}$ , 시험종료시인 90일째는  $32.8 \pm 0.09\text{mm}$ ,  $33.2 \pm 0.25\text{mm}$ 로서 동일기간중의 자연해수 사육에서의 성장차이는 유의적이었다( $P < 0.05$ ). 최종생존율은 5.6%, 5.8%였다.

5. 먹이계열에 따른 전장의 성장과 생존율은 A시험구(rotifer+배합사료), 는 일령 45일째에  $10.8 \pm 0.07\text{mm}$ 로 성장하면서 전부 폐사하였다. B시험구 (rotifer+양성 *Artemia*), 동기간에  $16.2 \pm 0.85\text{mm}$ 였으며, 일령 65일에  $28.2 \pm 0.79\text{mm}$ 로 성장하면서 전량폐사 하였다. C시험구(rotifer + *Artemia* nauplius + 배합사료)에서는 일령 45일에  $22.0 \pm 1.21\text{mm}$ , 일령 65일째에  $28.2 \pm 0.79\text{mm}$ , 90일째에  $33.2 \pm 0.68\text{mm}$ 로 빠른 성장을 보였으며, 최종생존율은 6.03%였다.



## VI. 參考文獻

- Alderdice, D. F. and C. R. Forrester, 1971. Effects of salinity, temperature, and dissolved oxygen on early development of the pacific cod, *Gadus macrocephalus*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 28(6), 883~902.
- Alliot, E., Pastoureaud, A. et H. Thebault, 1983. Influence de la temperature et de la salinite sur la croissance et la Composition corporelle D' Alevins de *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 31 : 181~194.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 299 pp.
- 全濟千·盧 暹. 1991. 넙치, *Paralichthys olivaceus*(Temminck et Schlegel)卵 및 仔稚魚의 鹽分耐性에 關한 研究. 韓國養殖學會, 4(2). 73~84.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple tests, *Biometrics* II: 1~42.
- 伊島時郎·阿部登志勝·平川諒三郎·偽島嘉明. 1986. 長日處理によるヒラメの早期採卵. 栽培技研., 15(1), 57~62.
- 笠原五正郎·平野 謙次郎·大島泰雄. 1960. クロダイ人工孵化仔魚の 飼育とその成長について. 日水誌., 26(3), 239~244.
- 畑中正吉·關野清成. 1962a. スズキの 生態學的 研究-I. スズキの食生活. 日水誌., 28(9), 851~856.
- 畑中正吉·關野清成. 1962b. スズキの 生態學的 研究-II. スズキの成長. 日水誌., 28(9), 857~867.
- Holliday, F. G. T. and M. P. Jones, 1965. Osmotic regulation in the embryo of the herring, *Clupea harengus*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 45 : 305~11.

- 伏見 徹. 1975a. 餌料“稚魚の攝餌と發育”(日本水産學會編). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 67~83.
- 伏見 徹. 1975b. 種苗の攝餌と發育. 4 餌料水産學 シ리즈. 8. 恒星社厚生閣, pp. 67-83.
- 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, 10~17.
- 김중두·정성채·정명래·이중백. 1979. 참돔種苗生産, 基礎試驗. 水振事報., 49 : 79 - 92.
- 高桓奉. 1993. 자주복, *Takifugu rubripes*(TEMMINCK et SCHLEGEL)의 卵 및 仔稚魚의 鹽分耐性. 濟州大學校 碩士學位 論文.
- 慶徳尙壽·田中實·山田正偏·水吳浩外 3人. 1982. タイ類 種苗生産. 廣島縣栽培協, 13~21.
- 北島 力·福所 邦彦·岩體 浩·山本 博敬. 1976. マダイの シオミズツボウムシ攝餌量. 長崎縣水産試験場 研究報告, 2 : 105~112.
- 李定宰·盧 暹. 1987. 감성돔, *Mylio macrocephalus*(Basilewsky)의 種苗生産에 關한 研究. 濟州大 海濱年譜., 11 : 1~20.
- 李種寬·鄭成采·文榮鳳·金庚吉. 1988. 농어 인공부화 및 자치어의 사육에 관한 연구. 수진연구보고., 42, 43~48.
- Markert, J. R., Higgs, D. A., Dye, H. M. and D. W. MacQuarrie, 1977. Influence of bovine growth hormone on growth rate, appetite, and Conversion of yearling Coho salmone, *Oncorhynchus kisutch* fed two diets of different Composition. *Can. J. Zool.*, 55(1), 74~83.
- Marr, J. C. 1956. The "Critical period" in the early life history of marine fishes. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 21, 160~170.
- 盧 暹. 1986. 濟州道 魚類養殖의 展望. 濟州道 研究., 3 : 365~371.

- 盧 暹. 1987. 넙치, *Paratichtys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) 養殖에 關한 研究. 濟州道 研究., 4 : 125~146
- 盧 暹. 1990. 海産魚類 養殖의 現況과 展望. 韓國養殖學會, 2(1), 87~98.
- 卞忠圭·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.
- Santulli, A and V. D'amelio. 1986. Effects of supplemental dietary Carnitine on growth and lipid metabolism of hatchery reared sea bas, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 59 : 177~186.
- 代田 明彦. 1970. 魚類稚魚期の口徑に關する研究. 日水誌., 36(4), 353~368.
- 隆島史夫·羽生 功. 1989. 水族繁殖學. 水産養殖學講座. 4. 綠書房, pp.239~289.
- Thompson, B. M. and J. D. Riley, 1981. Egg and larval development studies in the north sea cod, *Gadas morhua* L., Rapp. P. V. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 178, 553~559.
- Uchida, K., Tsukamoto, K., Ishii, S., Ishida, R. and T. Kajihara, 1989. Larval competition for food between wild and hatchery-reared ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel, in a culture pond. *J. Fish Biol.*, in press
- 山下·金義·福所邦彦·藤田失郎. 1973. 스즈키의 種苗生産. 長崎水試., 25~27.
- 安永 義暢. 1975. 海産魚類의 卵仔稚魚期の環境, 主に水溫·鹽分·溶存酸素·水素イオン濃度について. 東海水研究報., 81 : 171~183.
- ZANUY, S. et M. CARRILO. 1984. La Salinite : un moyen pour retarder la ponte du bar. *l' aquaculture du bar et des sparides*, 73~80.

---

ZOHAR, Y. BILLARD, R. et C. WEIL, 1984. La reproduction de la daurde(*Sparus aurata*) et du bar(*Dicentrarchus labrax*): Connaissance du Cycle sexual et controle de la gametogenese et de la ponte. *l' aquaculture du bar et deas sparides*, 3~24.



## 謝 辭

본 논문이 완성되기 까지 부족함이 많은 저를 끝까지 정열과 성의로 지도하여 주신 지도교수 노섭 교수님께 진심으로 깊은 존경과 감사를 드립니다.

바쁘신 중에도 논문심사를 맡아 체제를 바로 잡아주시고 조언해 주신 이정재 교수님, 이영돈 교수님과 학문의 길로 정진하도록 이끌어 주신 이기완 교수님, 정상철 교수님, 송준복 교수님, 변충규 교수님, 백문하 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

그리고 본논문이 수행될 수 있도록 많은 지원과 조언을 해주신 국립수산진흥원 부안 수산중요배양장 김상근 장장님을 비롯한 완도수산중요배양장 동료직원들께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 따뜻한 성원과 여러가지 도움을 주신 국립수산진흥원 완도어촌지도소 오몽룡 소장님과 제주대학교 어류양식 실험실 박무익 학우 및 조교 현재민 선생님, 현중훈 선생님, 완도수산고등학교 황유선 선생님, 완도 기상대 박용욱 님께 고마움을 전합니다.

끝으로 언제나 이 논문이 완성될 수 있도록 마음속 깊이 함께 하여준 아내와 오늘이 있게하신 저의 양가 부모님, 항상 토끼처럼 귀엽게만 자라나는 딸 서영이와 성영이에게 이 논문으로 고마움을 대신하고자 합니다.

