碩士學位論文

쑤기미, *Inimicus japonicus*(CUVIER)의 自然産卵에 의한 初期成長

濟州大學校 大學院

水產生物學科

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

李 鍾 夏

1994年 12月

쑤기미, *Inimicus japonicus*(CUVIER)의 自然産卵에 의한 初期成長

指導敎授 盧 暹

李 鍾 夏

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

1994年 12月

李鍾夏의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長 이 기 완

委 員 이 영 돈

委 員 노 섬

濟州大學校 大學院

1994年 12月

Spawning Behaviour and Growth of Devil Stinger, *Inimicus japonicus*(CUVIER)

Jong-Ha Lee
(Supervised by professor Sum Rho)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

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 1

Ⅰ. 緖　論 3

Ⅱ. 材料및 方法 4

Ⅲ. 結　果 9

1. 친어관리 및 사육생태 9
2. 산란 11
3. 난발생과 자치어 형태 변화 18
4. 자치어의 성장 20

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅳ. 考　察 28

Ⅴ. 要　約 32

Ⅵ. 參考文獻 33

謝　辭 35

EXPLANATION OF PLATES 36

PLATES 37

Summary

The basic studies for seed production of the devil stinger, *Inimicus japonicus*, have been conducted with regard to spawning behaviour, egg development, larval growth, survival rate, and morphological characteristics. For this purpose, some adult devil stinger used were kept in the indoor tank for one year and others were collected from Mosulpo in Cheju island. The results obtained are as followed:

1. The wild strain of devil stinger spawned thirteen times between July 14 and July 30 in 1994. Total number of these spawned eggs were 1,811,000 and that per fish was estimated 139,000. The captured strain of devil stinger, reared in the tank, spawned seven times during the same period. in this case, total number of the spawned eggs were 425,000 and that per fish was 142,000.
2. The floating rate was 48.9% for the wild strain and 56.2% for the captured one; fertilization rate was 78.5% for the former and 95.7% for the latter.
3. The diameter of eggs was 1.32±0.04 mm for the wild strain and 1.30±0.02 mm for the captured one. The more spawning days progressed, the smaller egg diameter produced.
4. Two-cell stage of egg development was observed in 35 min, morula stage in 2 hours and 40 min, blastula stage in 4 hours and 30 min, pectoral fin in 22 hours after fertilization at water temperature of 26.0 to 27.6℃, and

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

the eggs began to hatch out from 25 hours after fertilization.

5. The total length of 30-day-old larvae reached at 17.5±1.82 mm when the artificial feed was provided from the third day after hatching (experiment A); in case of supplying the artificial from the 16th day after hatching (experiment B), those larvae grew up to 16.77±1.69 mm in total length during the same period; when only artificial feed was supplied from the beginning (experiment C), they reached at 16.52±1.60 mm in total length on the 30th day after hatching. The growth of larvae from three different experiments was significantly different each other at 95% significance level. The survival rates estimated were 36.3% in experiment A, 29.3% in experiment B, and 9.5% in experiment C.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅰ. 緖　　論

쑤기미, *Inimicus japonicus*(CUVIER) [양볼락目(Scorpaeniformes), 쑤기미科(Synanceiidae), 쑤기미亞科(Inimicinae)] 는 우리나라 서남부와, 일본중부 이남, 중국해, 말레이군도, 인도양, 홍해, 하와이 군도까지 널리 분포하는 난해성 어류이다(鄭, 1977).

쑤기미에 관한 연구는 濱田와 惠崎(1989), 伊勢와 古庄(1988), 長浜 등(1985)의 친어와 채란에 관한 연구와 長浜 등(1986)의 자치어 사육에 관한 연구가 있고 藤田와 中原(1955), 岩本(1983), Sha 등(1981)의 난발생과 자치어의 형태변화에 관한 연구가 있다. 우리나라에서는 明 등(1989)의 난발생과 부화자어의 형태에 관한 연구가 있을 뿐이다.

우리나라의 해산어류 양식은 1970년대부터 남해안일대에서 방어를 대상으로 시작되어 현재는 육상수조 및 해상가두리에서 넙치, 조피볼락, 농어 등 주요산업어종에 대한 양식이 활발하게 이루어지고 있으나 그 대상품종이 불과 수종에 국한되어 있다. 양식산업의 다변화를 위해서 다양한 양식 대상 품종이 요구되고 있는 현 시점에서 신품종의 개발이 더욱 절실히 요구되고 있는 실정이다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

쑤기미는 육질이 희고 맛이 좋아 최근 시장 가격이 높아지면서 중요 어종의 하나로 대두되고 있으나 년중 조업이 이루어지지 않고 어획량이 많지 않은데 반해 수요는 점차 증가하고 있는 추세이다.

쑤기미는 저서생활을 하며 모래나 펄속에 몸을 파묻거나 바닥에 착저하여 생활을 한다. 이들은 이동이 적은 연안정착성 어류로서 점차 자원이 감소되고 있어 연안어장의 자원조성을 위한 방류어종으로서도 적합하다.

이 연구는 새로운 양식품종 개발과 자원조성을 위한 쑤기미 인공종묘생산을 위한 기초 과제인 친어의 산란과 난발생, 자치어 초기성장, 생존율 및 형태학적 특성을 구명하였다.

II. 材料 및 方法

1. 친어관리

시험에 사용된 친어는 1993년 8월 제주도 북제주군 모슬포 연안에서 자망으로 어획한 것을 실내 콘크리트 원형수조(직경 4m×수심 0.8m) 1개에 수용하여 1년 동안 양성한 17마리와 1994년 7월 8일 같은 장소에서 어획된 38마리를 같은 크기의 수조 에 각각 수용하여 1일 5~10 회전 되게 유수 사육하였다.

시험 기간중 사육 수온과 비중은 매일 오전 10:00에 측정하였다. 먹이는 냉동전갱이와 넙치육성용 분말 배합사료를 사용하여 moist pellet(전갱이 3 : 배합사료 1)을 만들어 매일 오전 10:00~12:00에 어체중 2~3%를 기준으로 공급하였다.

사육기간중 실내 조도는 30Lux 내외가 되게 유지하였고, 일주기는 자연 일주기에 맞추어 주었다.

2. 친어의 자연산란

제주대학교 중앙도서관

양성 친어와 자연산 친어로 부터 실내수조에서 자연산란된 난의 산란량과 부상율, 수정율 및 난경을 비교 조사하기 위하여 각각 1994년 7월 1일과 7월 8일부터 망목 0.5mm의 채란용 netcage(50×40×60cm)를 설치하여 수정란을 수집 조사하였다.

난수거를 빠른 시간내에 용이하게 하기 위하여 수조내 over flow되는 배수구 입구에 1m 길이의 screen을 설치하였다. 오전에 먹이를 공급한 후 먹이찌꺼기 와 배설물 및 잡물 등을 제거하기 위하여 수위의 1/2을 배수하고 배수 1시간후 채란조에 netcage를 설치하였다(Fig. 1). 환수량은 수정율을 감안하고 난에 충격이 가지 않게 하기위하여 netcage 설치후부터 난 수거시 까지는 1일 3~4회전으로 조절하였다.

산란량은 알의 부상성질을 이용하여 mass cylinder에서 부상란과 침하란을 분리시켜 계수하였다. 수정율은 부상란 100개를 현미경으로 관찰하여 계수하였으며, 4회 조사하여 평균치를 구했다. 난의 계수는 7월 15일, 22일, 29일 3회 실시하였고, 매회 수정란 5㎖를 정량하여 입체현미경(×10) 하에서 전수계수후 ㎖당 알의 수로 환산하였다.

난경은 만능 투영기(Nikon Model V-12)를 이용해서 산란때마다 100개 이상의 알을 측정하였다.

3. 난 발생

난발생 과정은 산란된 친어의 활동 상태를 관찰하면서 산란직후의 알을 net로 수거하여 5ℓ 수조에 여과 해수를 공급하면서 수정란의 발생을 계속하여 현미경 하에서 관찰 하였다.

4. 자치어의 성장

부화자어의 사육에 사용한 수조는 1톤 FRP 원형수조 3개를 사용하였으며 중앙 배수파이프 하단부에 구멍을 뚫고, 사육수만 배수되도록 하였다. 부화자어가 빠져 나가는 것을 방지하기 위하여 0.5㎜ 망목의 스크린을 부착시켰다. 그리고 자어가 성장함에 따라 망목의 크기를 1~2㎜로 교체하였다.

각 수조에는 15,000개의 수정란을 수용 부화시켰으며 부화율을 계산하여 수조당 부화자어가 10,000마리씩 되게 수용하여 30일간 2반복 실험을 하였다.

사육수는 모래 자갈로 된 고압 여과기로 여과시킨 해수를 사용하였으며, 부화후부터 주수를 시작하였으며 유수량은 매일 소량씩 증가시켜 착저시기에 1일 1회전 되게 하였고 시험 종료시에는 1일 2회전 되게 하였다. 사육기간중 수온은 25.4~28.2℃의 범위였다.

시험기간중 먹이 공급 계열 및 공급량은 Fig. 2와 같다. A시험구와 B시험

구는 rotifer, *Brachionus plicatilis*와 brine shrimp의 nauplius 유생을 동일한 방법으로 공급하였고, 배합사료는 공급시기를 각각 달리 하였다. C시험구는 배합사료만 단독으로 공급하였다. A, B, C 시험구 모두 배합사료는 시판용 미립자사료(協和)를 사용하여 처음에는 입경 70~150㎛ 크기를 공급하였고 부화 10일 이후는 입경 250~450㎛ 크기를 2시간마다 1일6회 공급하였다.

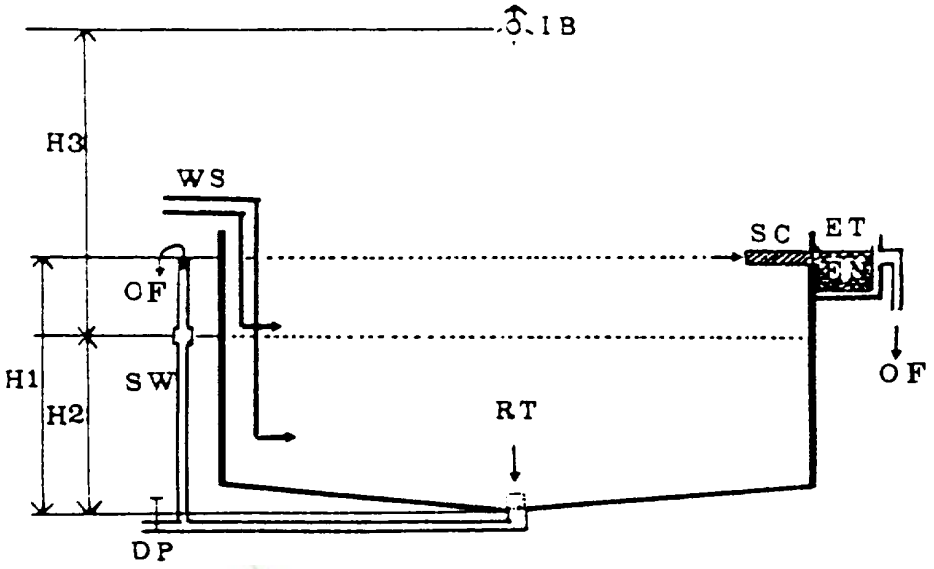
자치어 전장의 성장 조사는 부화자어부터 부화후 30일째까지 3일 간격으로 100마리씩 무작위 추출하여 만능투영기로 측정하였으며, 체중은 전자 저울로 sample 전체 중량을 측정하여 마리당 중량으로 환산하였다.

생존율은 시험 종료시 생존개체 전량을 siphon 방식으로 포획하여 계수하여 구하였다.

5. 통계분석

측정일별 전장의 검정은 스태트그래픽스 소프트웨어(Statisticad Graphics Coporation)를 사용하여 one-way analysis of varience(Nie *et al.*, 1975)에 의해서 유의성 검정을 했다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 1. Logitudinal view of the rearing tank used for the experiment.

DP : drain pipe (200mm valve), EN : egg collection net-cage, ET : egg collection tank, H1 : water level during spawning period (h1.0m), H2 : water level of cultivation (h 0.8m), H3 : hight of incandesent bulb (h 1.2m), IB: incandesent bulb (30W), OF : over flow, RT : rearing tank (ϕ 4.0×h 0.8m), SC : screen, SW : stand pipe for egg collection, WS : water supply pipe (ϕ65mm).

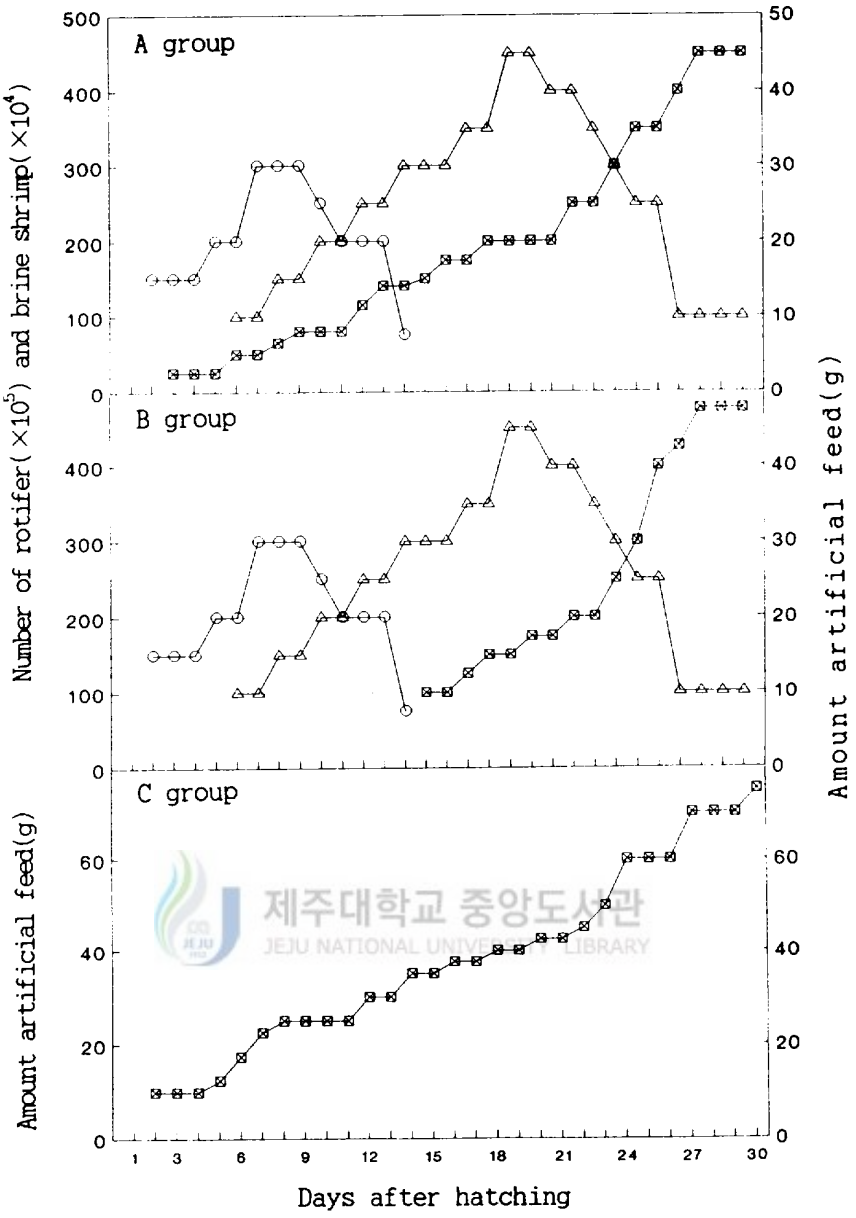


Fig. 2. Feeding regimes and amount of feed supplied in the experiment of devil stinger larvae. The amount and period of supplying rotifer and brine shrimp at group B is equal to those at group A. (-○-: rotifer, -△-: brine shrimp, -⊠-: artificial feed)

III. 結　果

1. 친어관리 및 사육 생태

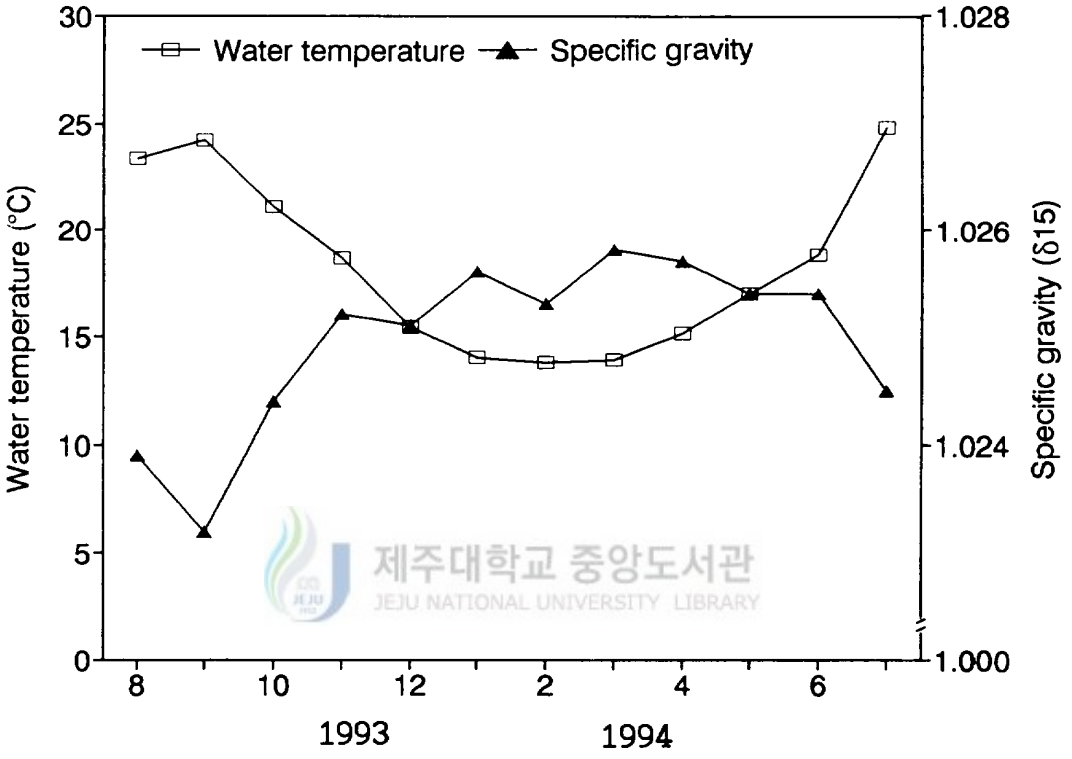
쑤기미 어미의 실내 사육기간중 수온 및 비중은 Fig. 3과 같다. 수온은 13.8~24.8℃, 비중은 1.0232~1.0258의 범위였다.

실내수조 사육에서 살아있는 전장 4cm 내외의 참돔, *Pagrus major*과 돌돔, *Oplegnathus fasciatus*의 치어를 공급하였을 때 쑤기미의 섭식행동은 먹이 부근까지 유영해서 접근한 후 2개의 포복지로 포복 전진하여 먹이가 약 5cm이내의 가까운 거리에 접근하면 빠른 동작으로 포식하였다.

moist pellet은 실내수조 수용후 6일째부터 공급하였고, 먹이 공급 5일째부터 섭식하는 개체가 발견되었으며, 30일 이후부터는 대부분이 섭식을 하였다. moist pellet 투여시 정지하고 있던 개체들이 수조 바닥 가까이에서 유영을 하며 섭식동작을 취하였고, 일부 개체는 떨어지는 먹이를 수중에서 섭식하는 것이 관찰되었으나, 대부분은 바닥에 떨어진 먹이에 서서히 접근한 후 빠른 동작으로 섭식하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

산란기간중 외부 형태 변화는 암컷은 복부가 팽만하였고, 암컷의 뒤를 따라다니는 수컷은 체색이 회백색으로 변하여 산란이 종료될 때까지 지속되었다. 산란행동은 오전중에는 전혀 보이지 않고 대부분 16시 이후부터 서서히 유영하는 개체들이 나타나기 시작하였으며, 암컷이 먼저 바닥에서 수면까지 부상하였다가 다시 하강하는 행동을 계속하였으며, 이때 수컷 1~3마리가 암컷의 뒤쪽이나 옆에 몸을 붙여 같이 유영하고 하강시에는 따로 떨어져 바닥에 착저하였다. 이러한 행동을 반복하면서 수면 가까이에서 암·수가 몸을 격렬하게 움직이며 방란 방정을 하였다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 3. Monthly changes in water temperature and specific gravity of the rearing tank.

2. 산란

산란기간중 산란 개시 시간은 Table 1과 같이 자연산이 17시 20분부터 20시 40분, 양성산이 19시에서 20시 사이에 일어나 산란시간의 차이는 보이지 않았다.

자연산과 양성친어의 산란기간중의 수온과 총산란량, 부상율 및 수정율의 변화는 Fig. 4와 Fig. 5 및 Table 2와 같다.

자연산 친어는 수컷 25마리와 암컷 13마리로 산란은 7월 14일 부터 7월 30일까지 17일 동안에 13회 이루어졌으며 산란기간중의 수온은 22.9~27.5℃였다. 총산란량은 1,811천개였으며, 7월 18일에서 7월 22일 사이에 총산란량의 61.5%인 1,114천개를 산란하였다. 부상율은 평균 48.9%였으며, 산란 첫날인 7월 14일에 1.3%로 가장 낮았고, 7월 25일에 93.8%로 가장 높았다. 수정율은 평균 79.5%였으며 7월 14일에 52.0%로 가장 낮았고, 7월 24일에 95.5%로 가장 높았다.

양성친어는 수컷 13마리와 암컷 3마리로 7월 13일부터 7월 29일까지 17일 동안에 7회의 산란만 일어났으며, 산란기간중의 수온은 23.0~27.4℃였다. 총산란량은 425천개였으며 7월 13일에 가장 많은 134천개이고, 7월 29일에 가장 적은 27천개로 산란일이 경과 될 수록 산란량이 줄어들었다. 부상율은 평균 56.2%였으며, 7월 15일에 79.7%로 가장 높았고, 7월 19일에 42.7%로 가장 낮았다. 수정율은 92.1~98.8%(평균 95.9%)의 범위로 비교적 높았다. 친어 1마리당 평균 산란량은 자연산친어 139천개, 양성친어 142천개였다(Table 2).

산란기간중 자연산과 양성산 친어로부터 산란된 알의 난경 변화는 Fig. 6과 같다. 자연산의 난경은 1.26~1.38㎜의 범위이고 평균 난경 1.32±0.04㎜였으며 산란 기간이 경과 할수록 난경이 작아졌다. 양성산의 난경은 1.25~1.34㎜의 범위로, 평균 난경 1.30±0.02㎜를 나타내어 자연산과 마찬가지로 산란이 경과할수록 난경이 작아졌으며 전체적으로 자연산보다는 난경이 작았다.

Table 1. Initial spawning time during the experimental period of devil stinger, *Inimicus japonicus*

Date	Wild female	Cultured female
July 13		19:30
July 14	20:00	
July 15	19:40	19:50
July 17	19:00	
July 18	18:30	19:30
July 19	19:30	20:00
July 20	17:20	
July 21	20:00	
July 22	19:40	19:20
July 23	20:40	19:10
July 24	20:10	
July 25	19:40	
July 29	19:10	19:00
July 30	19:20	

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

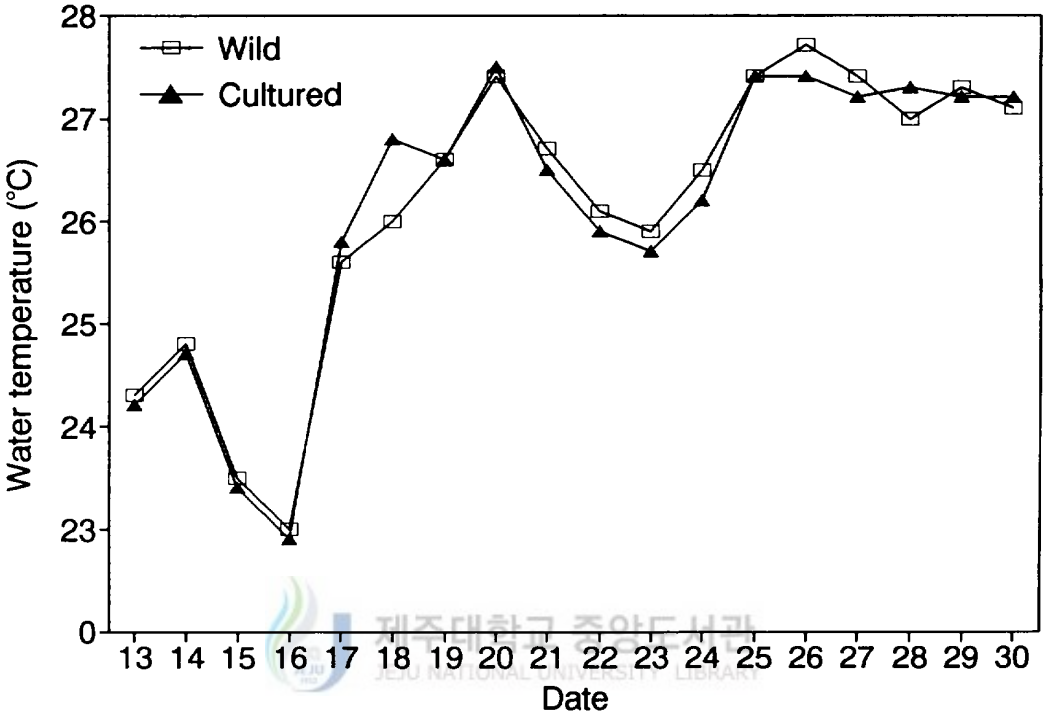


Fig. 4. Daily change of water temperature during the spawning period of devil stinger from July 13 to July 30 in 1994.

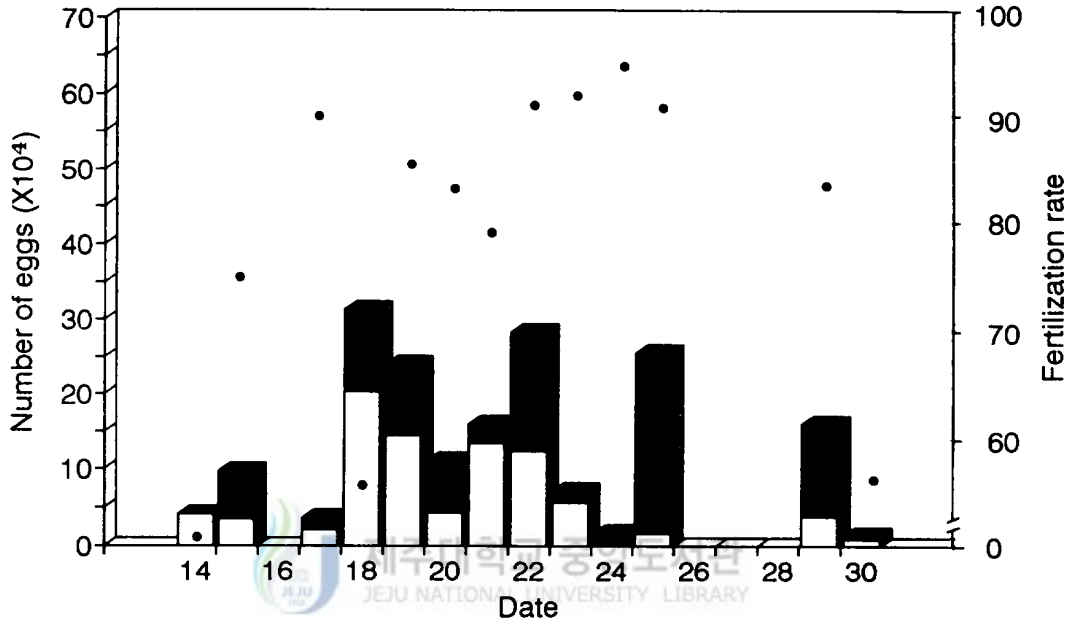
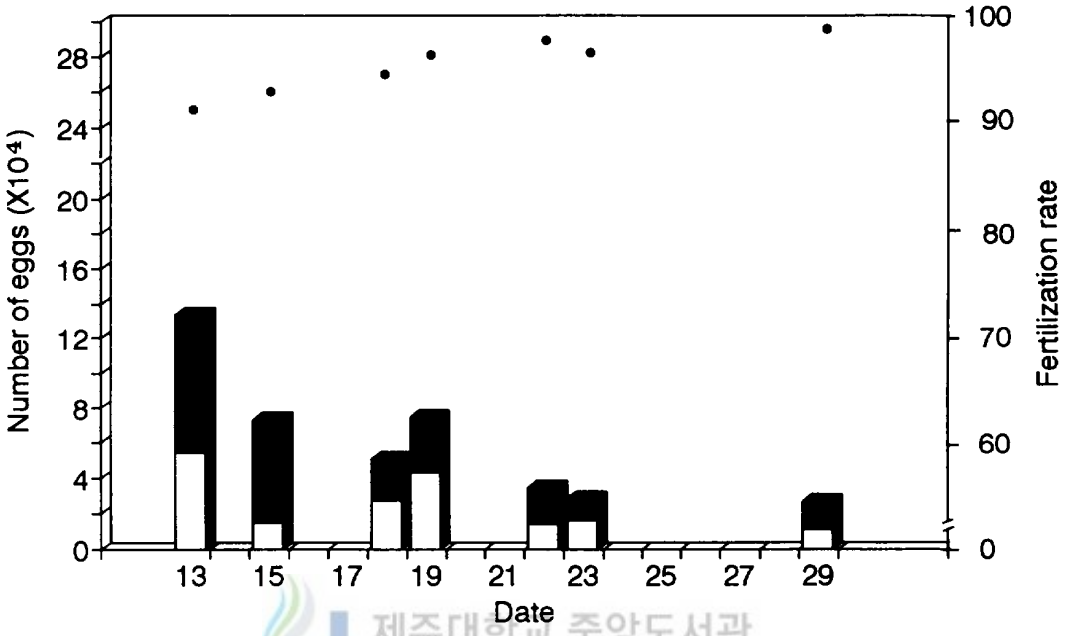


Fig. 5. The number of eggs and fertilization rates in the wild strain of devil stinger during the spawning period of 14~30 July in 1994.

■:floating egg □:submerged egg •:fertilization rate



제주대학교 중앙도서관

Fig. 6. The number of eggs and fertilization rates in the captured strain of devil stinger during the spawning period of 13 ~29 July in 1994.

■:floating egg, □:submerged egg, •:fertilization rate

Table 2. The number of eggs spawned during the spawning period of devil stinger

Adult fish	No. of stocked		Period Spawned	No. of eggs ($\times 10^4$)	Floating eggs		Fertilization eggs		Number of eggs Spawned per female ($\times 10^4$)
	Male	Female			Number ($\times 10^4$)	Rate	Number ($\times 10^4$)	Rate	
Wild	25	13	July 14~30	181.1	94.6	48.9	75.2	79.5	13.9
Cultured	14	3	July 13~29	42.5	24.5	56.2	23.5	95.7	14.2

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

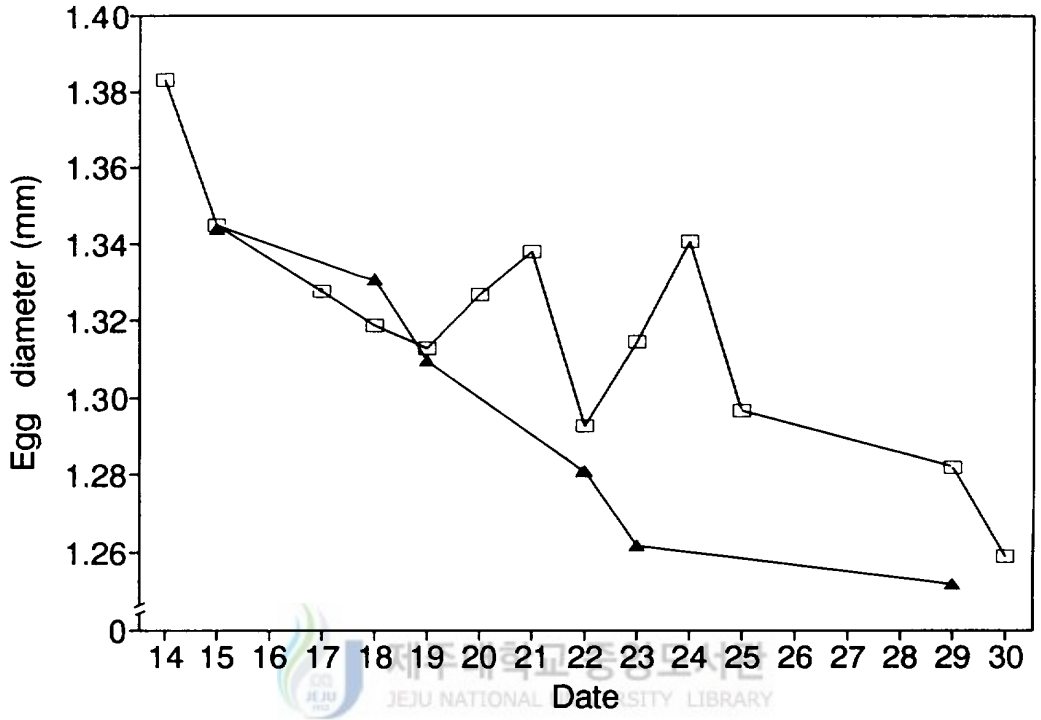


Fig. 7. The comparison of egg diameter between two groups, captured(▲) and wild(⊟) strain of devil stinger, during the spawning period of 14~30 July in 1994.

3. 난발생과 자치어 형태 변화

쑤기미의 수정란은 구형인 분리부성란으로 유구가 없고 무색투명한 난황을 가지며 좁은 위란강을 형성하고 있다. 수정란의 발생은 Table 3과 같으며, 발생기간중의 수온은 26.0~27.6℃의 범위였다.

수정후 배반이 융기되고 나서, 35분에 제 1분열이 일어나 2세포기(PL. I - A)가 되었다. 50분후에는 4세포기(PL. I - B), 1시간 10분후에 8세포기(PL. I - C), 1시간 30분후에 16세포기(PL. I - D)가 되었고 계속 분열하여 2시간 40분후에 상실기(PL. I - E)가 되었다.

수정후 4시간 30분에 포배기(PL. I - F)에 이르러 5시간 40분에 난황의 대부분을 덮게 되고 10시간후에는 배체가 형성(PL. I - G)되었으며, 배체에는 황색포가 나타나기 시작하여 발생이 진행됨에 따라 난황구 전면에 황색포가 나타났다.

발생이 더욱 진행되어 22시간 후에 가슴지느러미가 뚜렷하게 형성되고 배체가 더욱 신장하여 부화직전(PL. I - H)의 상태가 되었다. 수정 25시간후부터 배체의 움직임이 더욱 활발해 지면서 난막을 뚫고 부화되는 개체가 출현하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

부화 자어의 전장은 2.33~3.24㎜(평균 2.91±0.23㎜)의 범위였다. 가슴지느러미는 원형이고 입과 항문은 열리지 않았으며, 항문은 거의 몸 중앙에 위치한다. 수지상(樹枝狀)의 황색포가 꼬리 지느러미가 생길 자어막을 제외하고 두부, 난황, 몸의 표면에 많이 나타나고 있다. 자어는 수면에 떠서 때때로 몸을 움직여 약간씩 이동한다(PL. II - A).

부화 12시간 후 자어의 가슴지느러미가 원형으로 넓어지고 2개의 흑색 반점이 나타났으며, 가슴지느러미 기부의 복부쪽, 몸의 중앙 그리고 후방에 각 1개씩의 흑색 반점이 생긴다. 부화 1일후 자어는 눈이 착색되고 부채모양으로 발달한 가슴지느러미에 3개의 흑색반점이 분포한다(PL. II-B). 부화 2일 후의

Table 3. The developmental stages of devil stinger eggs at water temperature of 26.0 to 27.6℃

Developmental stage	Elapsed time
2 cell stage (min.)	35
4 cell stage (min.)	50
8 cell stage (hours)	1:10
16 cell stage (hours)	1:30
Morula stage (hours)	2:40
Blastula stage (hours)	4:30
Formation of embryo (hours)	10:00
Formation of pectoral fin (hours)	22:00
Hatching (hours)	25:00~

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

자어는 입이 열리고 눈에 흑색소가 나타난다. . 부화후 3일에는 전장 4.71±0.52㎜로 성장하고, 가슴지느러미 끝부분이 거치되고 흑색 반점이 3~4개가 된다. 이때 난황은 완전히 흡수되고 가슴지느러미에 의한 운동이 활발해지면서 외부의 먹이를 먹기 시작하였다. 부화후 4일에는 가슴지느러미에 4~5개의 흑색반점이 분포한다(PL. II-C). 부화후 9일에는 전장 7.16±0.58㎜로 성장하여 가슴지느러미 끝부분은 10~12개의 연조로 깊게 갈라져 있으며, 흑색 반점은 9~11개로 증가하였다(PL. II-D). 부화후 15일에는 저서생활로 이행하기 시작하였다(PL. II-E). 부화 25일후의 저서생활에 들어간 치어는 가슴지느러미 아랫부분의 2개의 연조가 분기하여 포복을 할 수 있는 기능을 갖추며, 가슴지느러미 가장 위쪽 연조의 끝부분은 길게 뻗어나와 있다(PL. II- F).

4. 자치어의 성장

자치어의 먹이계열별 사육시험 기간중 수온은 Fig.8과 같이 A시험구 25.5~28.2℃, B시험구 25.5~28.1℃, C시험구 25.7~28.0℃로 시험구별 수온차이는 거의 없었다.

부화후부터 30일까지의 시험구별 성장은 Fig.9, Table 4와 같이 부화후 3일째부터 배합사료를 공급한 A시험구가 부화 30일째 전장 17.51±1.82㎜로 가장 양호하게 성장하였으며, 일간 성장율은 0.49㎜였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

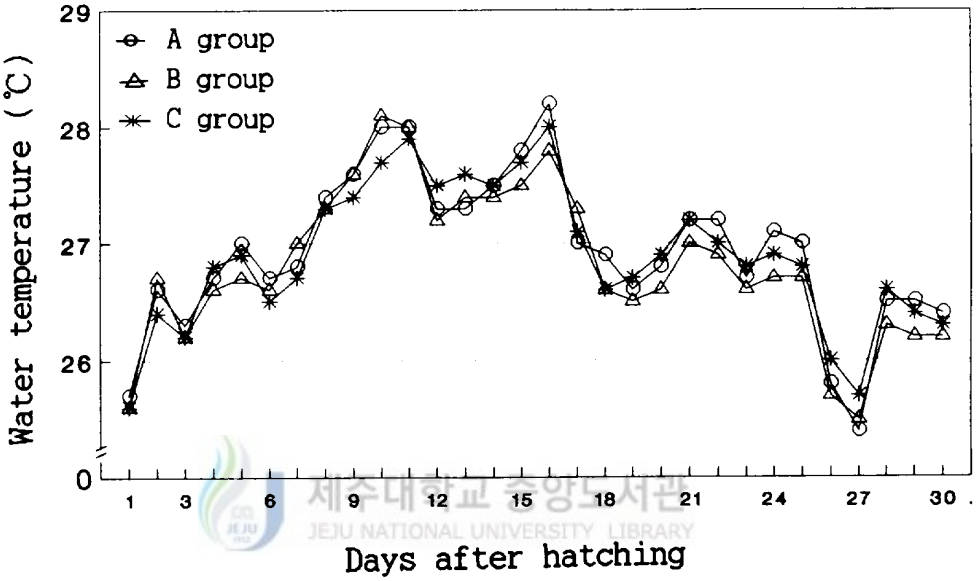
배합사료만 단독으로 먹인 C시험구는 부화 30일째 전장16.52±1.60㎜로 가장 낮게 성장하였고, 일간 성장율은 0.45㎜였다. 부화후 16일째부터 배합사료를 공급한 B시험구는 A시험구 보다 성장이 늦고 C시험구보다는 빠르게 성장하여 부화 30일째 16.77±1.69㎜, 일간 성장율 0.46㎜로서 A, B, C시험구간의 성장차이가 인정되었다($P<0.05$).

각 시험구간의 시험종료시의 체중과 일간 증중량을 비교하면 A시험구가 86.44㎎, 2.86㎎인데 비하여, B시험구는 84.72㎎, 2.80㎎이었고, C시험구는 84.13㎎, 8.33㎎으로 전장의 성장과 마찬가지로 A시험구가 가장 높은 증중량을 가져 각 시험구간의 증중량의 차이는 유의적($P<0.05$) 이었다(Table 5).

부화후 30일까지 시험구별 치어의 생존율은 rotifer, brine shrimp의 기본 먹이계열에서 부화후 3일째부터 배합사료를 공급한 A시험구가 36.3%, 부화후 16일부터 배합사료를 공급한 B시험구가 29.3%, 배합사료만 단독으로 공급한 C시험구가 9.5%였다.

사육기간중의 전장(L)과 체중(W)의 관계는 Fig.10과 같이 A시험구 $W=0.00377L^{3.5423}$(r=0,9950), B시험구는 $W=0.00333L^{3.5352}$(r=0.9916), C시험구는 $W=0.00477L^{3.4608}$(r=0.9956)였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 8. Changes of water temperature during the experimental period of rearing devil stinger larvae.

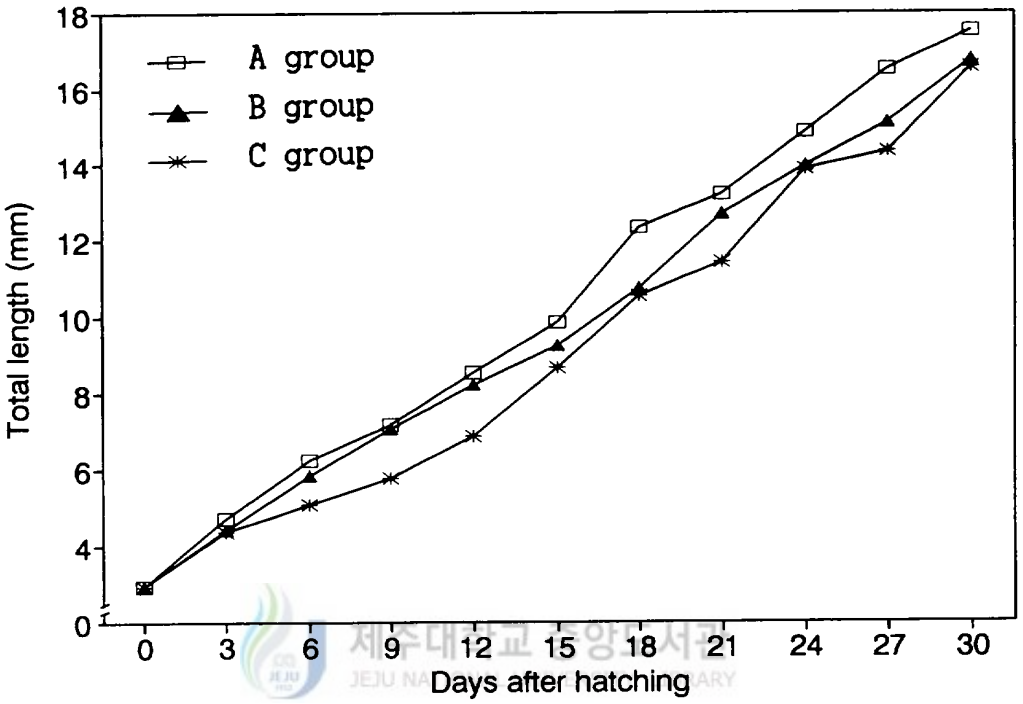


Fig. 9. Growth patterns of the devil stinger larvae fed by three different feeding regimes.

Table 4. Growth in total length of devil stinger during the experimental period

Date	Days after hatching	Mean total length (mm)		
		A	B	C
July 16	0	2.91±0.25	2.91±0.25	2.91±0.25
July 19	3	4.71±0.52^{a}	4.42±0.37^{b}	4.35±0.38^{b}
July 22	6	6.24±0.72^{a}	5.85±0.67^{b}	5.07±0.60^{c}
July 25	9	7.16±0.58^{a}	7.10±0.70^{a}	5.77±0.72^{b}
July 28	12	8.52±1.35^{a}	8.21±1.14^{a}	6.86±1.35^{b}
July 31	15	9.82±0.96^{a}	9.23±0.64^{b}	8.65±1.41^{c}
Aug. 3	18	12.32±1.13^{a}	10.80±0.87^{b}	10.54±1.25^{b}
Aug. 6	21	13.22±1.53^{a}	12.69±0.79^{b}	11.40±0.95^{c}
Aug. 9	24	14.85±0.99^{a}	13.96±1.65^{b}	13.87±1.68^{c}
Aug. 12	27	16.49±2.26^{a}	15.06±1.66^{b}	14.36±1.33^{c}
Aug. 15	30	17.51±1.82^{a}	16.77±1.69^{b}	16.52±1.60^{c}
Daily increment in T.L. (mm/day)		0.49	0.46	0.45

Different superscripts indicate significance ($P<0.05$).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 5. Growth in body weight of devil stinger during the experimental period

Date	Days after hatching	Mean body weight (mg)		
		A	B	C
July 16	0	0.72	0.72	0.72
July 19	3	0.98[a]	0.87[b]	0.85[b]
July 22	6	1.77[a]	1.41[b]	1.40[c]
July 25	9	4.95[a]	3.36[b]	1.78[c]
July 28	12	8.17[a]	3.87[b]	3.29[c]
July 31	15	13.28[a]	9.11[b]	8.30[c]
Aug. 3	18	27.38[a]	17.11[b]	16.92[c]
Aug. 6	21	30.28[a]	27.65[b]	28.42[b]
Aug. 9	24	57.78[a]	31.73[b]	32.16[b]
Aug. 12	27	85.04[a]	50.33[b]	50.19[c]
Aug. 15	30	86.44[a]	84.72[b]	84.13[c]
Daily increment in B.W. (mg/day)		2.86	2.80	2.80

Different superscripts indicate significance ($P<0.05$).

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 6. Growth and survival rates of the devil stinger larvae fed by different feeding regimes during the experimental period of July 16 to August 15 in 1994

Feeding regime	No. of larvae	Mean total length(mm)		Mean body weight(mg)		Increment		Survival	
		Initial	Final	Initial	Final	T.L.(mm)	B.W.(mg)	Number	rate
A	10,000	2.91 ± 0.25	17.51 ± 1.82	0.72	86.44	14.60	85.72	3,630	36.3
B	10,000	2.91 ± 0.25	16.77 ± 1.69	0.72	84.72	13.86	84.00	2,930	29.3
C	10,000	2.91 ± 0.25	16.52 ± 1.60	0.72	84.13	13.61	83.41	950	9.5

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

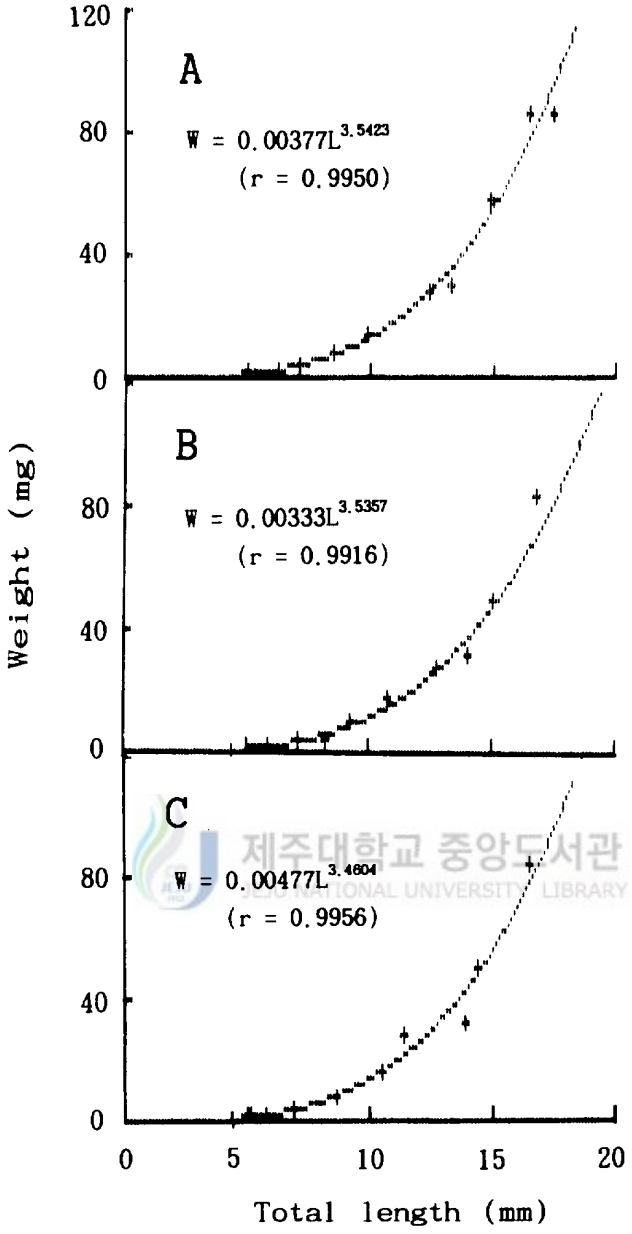


Fig. 10. Relationship between total length and body weight of the devil stinger larvae fed by three different feeding regimes.

Ⅳ. 考　察

쑤기미의 종묘생산을 위해서는 활력이 좋은 친어를 확보하여 양질의 수정란을 얻는 것은 매우 중요한 일이다. 伊勢와 古庄(1988), 長浜 등(1985)은 천연친어를 어획후 실내 수조에 수용하여 냉동어, 살아있는 새우, 소형어류, 살아있는 전갱이 등을 공급하였고, 森實와 高崎(1983)는 살아있는 까나리, 냉동까나리 등을 공급하였으나 섭이치 않아 철사끝에 먹이를 붙여 눈앞에서 흔들어 먹였다고 보고하고 있다. 이 연구에서는 살아있는 참돔, 돌돔 치어를 공급했을때 섭식을 잘 하였다. 그러나 연중 적당한 크기의 살아있는 먹이를 공급하기 어렵기 때문에 안정적인 먹이 공급을 위하여 moist pellet으로 먹이 길들이기를 하여 실내 수조 수용후 30일째부터 대부분 먹이붙임이 가능하였다. 사료의 섭식여부를 확인하기 위하여 먹이공급후 무작위로 채포한 3미의 복부를 절개한 전 개체가 위속에 배합사료로 만복되어 있었다. 이러한 결과는 인공사료만으로 친어사육이 가능함을 알 수 있었지만, 먹이붙임 시간이 길고 채란용 친어라는 점을 감안할 때 친어의 성숙에 관여하는 영양요구와 난질의 영향이 있을수 있으므로 영양요구에 대한 연구는 지속되어야 한다.

쑤기미의 산란개시 시간에 대하여, 濱本(1984)는 17시 20분에서 20시 40분 사이로 보고한 바 있으며, 長浜 등(1985)은 산란기 직전부터 산란이 종료될 때까지 수컷의 체색이 회백색으로 변한다고 하였다. 본 연구에서 산란행동은 16시 이후부터 나타나기 시작해서 21시경까지 계속되며 산란기간중 매일 이러한 행동을 반복하면서 산란하므로써 濱本(1984)의 결과와 유사하였고, 수컷의 체색변화 현상은 長浜 등(1985)의 결과와 일치하였다. 산란기간 및 산란회수에 관하여 龜井와 石渡(1992)은 1년 양성 친어(31마리)가 6월 5일(21.0℃)부터 13일간 12회 산란하였고, 천연친어(95마리)는 6월 13일(23.0℃)부터 36일간 25회 산란하였다고 보고한데 비하여, 森實 등(1981)은 천연친어(44마리)가 7월 28일 부터 14일간 (24.2~27.7℃) 5회 산란하였고, 1983에(120마리)는 6월 25일부터 41일 동안(수온 20.7~25.8℃) 18회의 산란을, 武智(1986)는 천

연친어(48마리)가 6월 22일부터 40일간 17회 산란을 보고하였는데 이들의 연구에서는 친어의 성비를 밝히지않았다.

이 연구에서는 1년 양성친어가 7월 13일부터 17일(23.0~27.4℃) 동안에 7회의 산란을 하였는데 비하여 천연친어는 7월 14일부터 17일(22.9~27.5℃) 사이에 13회의 산란을 하였다. 이 결과는 龜井와 石渡(1992), 武智(1986), 森實와 高崎(1983)가 보고한 결과보다 산란기간이 짧고 산란 회수도 적었다. 그러나 수온조건이 비슷한 森實 등(1981)의 결과 보다는 산란회수가 많았다. 이러한 여러가지 연구결과들은 시험에 사용한 친어의 수량, 크기, 상태 그리고 사육환경에 따른 차이도 작용하였을 것으로 생각된다.

쑤기미의 1마리당 산란량에 관한 보고는 濱田와 惠崎(1989) 94~145천개, 長浜 등(1985) 150천개 그리고 伊勢와 高庄(1988) 50~55천개로 다양하다. 이 연구에서 산란량은 자연산 친어 139천개 였고, 양성친어 142천개로서 伊勢(1988)의 결과에 비해서는 월등히 많았으나 濱田와 惠崎(1989)와 長浜 등(1985)의 결과와 유사하였다.

수조내에서 산란된 난의 부상율은 자연산 친어와 양성친어에서 1986년에 53.8%와 27.5%, 1987년에 52.9%와 51.1%, 1988년에 53.3%와 54.3%로 자연산 친어가 52.9~53.8%로 매년 유사한 결과였으나, 양성친어는 처음 27.5%로 저조한 결과를 보였으나 해가갈수록 51.1%에서 54.3%로 점차 높아가는 결과를 보고하였다(濱田와 惠崎, 1989). 이 연구에서는 다년간 누적된 자료는 없지만, 자연산 친어의 부상율 48.9%에 비하여 양성친어의 부상율은 56.2%로 濱田 와 惠崎(1989)의 3년째의 결과를 상회하였다.

쑤기미의 자연산란에 의한 수정율에 대하여 자연산 친어를 사용한 伊勢 와 高庄(1988)은 78.4~86.3%로 보고한 바 있다. 이 연구에서 자연산 친어는 79.5%로서 앞에서의 보고와 유사하지만, 양성친어는 95.7%로 나타나 자연산에 비하여 현저한 차이를 보였다. 이상에서 산란량, 난질, 수정율 등의 결과에서 자연산 친어가 채포와 수송과정 등에서 받게 되는 스트레스등이 산란량과 난질 및 수정율 등에 악영향을 주게되는 반면, 안정된 환경에서 영양을 고

제주대학교 중앙도서관

루 갖춘 moist pellet으로 정기적인 먹이를 공급한 양성친어가 사육기간이 길어질수록 안정된 산란을 할 수 있고, 좋은 산란결과를 얻기 위해서는 어미의 안정사육이 중요하다고 생각된다.

濱田와 惠崎(1989)에 의하면 자연산친어와 양성친어에서 채란된 알의 난경은 각각 1.30~1.32㎜, 1.29~1.34㎜로 보고하였고, 산란이 경과할수록 난경은 작아진다고 하였다. 이 연구에서 자연산 친어의 난경은 1.26~1.38㎜ 였고, 양성친어의 난경은 1.25~1.34㎜로 양성친어가 약간 작게 나타났다. 산란기간 중의 난경의 변화를 보면 산란이 시작되는 7월 14일에는 자연산 친어의 난경은 1.38㎜, 7월 15일에 산란한 양성친어의 난경은 1.34㎜였지만 최종 산란이 종료되는 시기에는 1.26, 1.24㎜로 난경이 감소되어 濱田와 惠崎(1989)의 보고와 잘 일치되었다. 그러나 이 연구에서 초기의 난에 비해 후기의 난이 작아지는 것이 난질, 생존율 및 성장등에 어떤 영향을 미칠지에 대해서는 구명하지 못하였으나 금후 이에대한 구체적인 연구가 지속될 필요가 있다.

藤田와 中原(1955)에 의하면 수정란의 발생단계별 소요시간은 수온 20~24℃에서 수정후 41시간 전후부터 부화가 시작되어 수시간내에 완료되고 부화후 48시간에 개구된다고 보고하였고, 岩本(1983)은 수온 22.4~26.2℃의 범위에서 수정후 44시간에 개구하였다고 한다. 이 연구에서는 수온 26.0~27.6℃의 범위에서 수정후 25시간부터 부화가 시작되어 수시간내에 부화가 완료되었고, 부화 30시간 후에 개구하여 藤田와 中原(1955)의 결과에 비하여 부화시간은 16시간, 개구시까지는 18시간이 빨랐으며 岩本(1983)의 연구결과 보다는 개구까지 14시간이 빨랐다.

쑤기미의 가슴지느러미의 제 11, 제 12연조가 분기하는 것은 岩本(1983)가 부화 40일후에 완전히 이루어진다고 한데 비하여 이 연구에서는 15일이 빠른 부화 25일 후의 착저치어에서 제 11, 제 12연조가 완전히 분리되어 포복기능을 갖추게 되었다. 이는 이 연구에서의 부화수온 조건이 전자에 비하여 3.6~6.0℃, 후자에 비해서는 1.4~3.6℃가 각각 더 높았고 부화자어의 사육과정에서도 본 연구기간이 예년에 볼 수 없는 높은 기온으로 인하여 25.5~28.2℃의

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

고수온이 지속되었던 것에 기인한 것으로 사료된다.

쑤기미 부화자어는 초기부터 비교적 대형 먹이생물인 brine shrimp의 nauplius 유생을 섭이한다(長浜 등, 1986; 三木 등, 1987; 三木 등 1989).

먹이계열에 따른 생존율 조사에서 八木(1993)는 rotifer+brine shrimp의 nauplius 유생+배합사료를 주어서 31일 동안 사육한 실험구의 생존율은 13.2%, brine shrimp의 nauplius 유생+배합사료구가 1.3%의 생존율을 보고하여 초기먹이로서 rotifer의 필요성을 지적하였으나, 2차 시험에서는 rotifer를 공급하지 않고서도 생존율 27.0%로써 반드시 rotifer가 필요한 것이 아닌 것을 입증한 바 있다. 또한 二島와 藤紘(1989)는 개구직후 부터 배합사료를 단독으로 투여하여 착저시기 까지 18.2%의 생존율을 보고하였고, 濱田 등(1987)은 배합사료와 생물이료를 병용하여 전장 50.7㎜까지 사육한 시험에서 생존율29.5%로 나타내어 배합사료의 유효성을 보고했고, 石渡(1988)는 개구초기 부터 brine shrimp의 nauplius유생의 단독공급으로도 사육이 가능하다고 하였다. 川村 등(1990)은 brine shrimp의 nauplius유생+배합사료구와 rotifer+brine shrimp의 nauplius유생+배합사료구로 구분하여 실시한 먹이계열별 시험에서 각각 21.6%, 26.8%의 생존율을 보고 하였다. 이 연구에서는 rotifer+배합사료+brine shrimp의 nauplius유생의 순으로 공급한 A시험구와 rotifer+brine shrimp의 nauplius유생+배합사료 순으로 공급한 B시험구, 배합사료만 단독으로 공급한 C시험구의 시험에서 부화후 3일부터 배합사료를 공급한 A시험구가 부화후 30일에 전장 17.51±1.82㎜로 가장 양호한 성장을 하였고, 생존율은 36.3%였다. 부화후 2일부터 배합사료를 단독으로 공급한 C시험구는 16.52±1.60㎜로 가장 낮은 성장을 하였으며, 9.5%의 생존율을 나타내었으나 쑤기미 종묘생산에서 배합사료에 의한 사육가능성이 있어, 배합사료 단독공급 또는 brine shrimp의 nauplius 유생과 배합사료의 병용공급에 의한 쑤기미의 대량 종묘생산의 가능성이 높다고 사료된다.

V. 要　約

실내수조에서 사육한 쑤기미, *Inimicus japonicus* 친어와 현장에서 어획된 자연산 친어를 이용하여 인공종묘생산을 위한 기초 과제인 친어의 산란과 난발생, 자치어의 먹이계열에 따른 성장과 생존 및 형태학적 특성을 구명하였다.

1. 산란은 자연산친어가 7월 14일부터 17일동안에 13회 산란하여 총 산란량은 1,811천개였고 1마리당 산란량은 139천개였다. 양성친어는 7월 13일부터 17일동안에 7회 산란하여 총산란량은 425천개였고 1마리당 산란량은 142천개였다.
2. 산란된 알의 부상율은 자연산 친어 48.9%, 양성친어 56.2%였으며, 수정율은 전자가 79.5%, 후자가 95.7% 였다.
3. 평균 난경은 자연산 친어 1.32±0.04㎜였고 양성친어 1.30±0.02㎜였으며, 산란일이 경과될수록 난경이 작아졌다.
4. 난발생은 수온 26.0~27.6℃의 범위에서 수정후 35분에 2세포기, 2시간 40분에 상실기, 22시간 후에 가슴지느러미가 형성되었고 25시간후부터 부화하기 시작하였다.
5. 부화직후 자어는 전장 2.91±0.23㎜였으며 부화 2일후 개구되었다. 부화 25일 후에는 가슴지느러미의 제 11, 제 12연조가 분기되어 포복기능을 가지고 치어기로 이행하였다.
6. 부화후 30일까지 자치어의 성장은 기본 먹이계열에서 부화후 3일부터 배합사료를 공급한 A시험구는 전장 17.51±1.82㎜였고, 부화후 16일째부터 배합사료를 공급한 B시험구는 16.77±1.69㎜, 배합사료만을 단독공급한 C시험구는 16.52±1.60㎜로 각 시험구간의 성장차이는 유의적이었다 ($P<0.05$). 생존율은 A시험구가 36.3%, B시험구 29.3%, C시험구 9.5% 였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Ⅵ. 參 考 文 獻

鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, p727.

濱本俊策. 1984. オニオコゼ種苗生産試驗. 香川縣水産試驗場事業報告. 87～90.

濱田豊市. 惠崎攝. 1989. オニオコゼの種苗生産に關する研究. 福岡水試研報, 15, 27～32.

濱田豊市·藤紘 和·岸本源次. 1987. オニオコゼの種苗量産化試驗(昭和60年度). 昭和60年度 福岡水試研究業務報告, 279～288.

藤田矢郎·中原官太郎. 1955. オニオコゼ卵發生と仔魚前期. 九州大學農學部學藝雜誌, 15(2) 223～228.

二島賢二·藤紘 和. 1989. オニオコゼ種苗量産化試驗(昭和58,59年度). 昭和59年度 福岡水試研究業務報告, 279～288.

伊勢田弘志·古庄眞喜. 1988. オニオコゼの種苗生産に關する研究-Ⅰ. 熊本水試研報, 5, 13～18.

石渡 卓. 1988. オニオコゼ種苗生産試驗. 昭和61年度 大阪水試事報, 97～108.

岩本 活. 1983. オニオコゼ仔稚魚の形態變化. 栽培技研, 12(2), 49～57.

川村芳浩·氷山博敏·末原裕幸. 1990. オニオゼ仔魚の初期生物餌料であるシオミズツボワムシの必要性の檢討. 兵庫水試研報, 27, 27～31.

龜井 誠·石渡 卓. 1992. オニオコゼ種苗生産技術開發. 地域特産種增殖技術開發事業總會報告書. 大5～大10.

明正求·金鍾萬·金容億. 1989. 水槽에서 飼育한 南海産 쑤기미, *Inimicus japonicus*의 卵發生과 孵化仔魚의 形態. 韓國魚類學會誌, 1(1,2), 1～8.

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

三木敎立·谷口朝宏·浜川秀夫. 1989. オニオコゼ種苗量産技術開發試驗. 昭和63年度 鳥取栽漁試事報, 14～25.

三木敎立·谷口朝宏·小林啓二. 1987. オニオコゼ種苗量産技術開發試驗. 昭和61年度鳥取栽漁試事報, 21～28.

森實庸男·高崎紹典. 1983. オニオコゼ種苗生産. 昭和58年度 愛媛縣水産試驗場事業報告. 142～143.

森實庸男·武智昭彦·小泉喜嗣. 1984. オニオコゼ種苗生産. 昭和59年度 愛媛縣水産試驗場事業報告, 111～114.

森實庸男·高崎紹典·市川 衛. 1981. オニオコゼ種苗生産. 昭和56年度 愛媛縣水産試驗場事業報告, 79～83.

長浜達章·丹下勝義·生田和明·氷山搏敏. 1985. オニオコゼの種苗生産に關する研究-Ⅰ. 兵庫水試研報, 23 , 39～42.

長浜達章·丹下勝義·氷山博敏. 1986. 小型水槽におけるオニオコゼ仔稚魚の飼育. 兵庫水試研報, 24, 11～17.

Nie,N., C.H.Hull, J·G·Jenkins, K.Steinbrenner and D.H.Bent. 1975. SPSS :Statistical Package for the Social Sciences, 2nd ed. McGraw Hill, New York, NY, U.S.A. pp675.

Sha, X., H. Ruan, and G. He. 1981. The Development of the egg and larval stages of the lumpfish *Inimicus japonicus*(Cuvir & Valenciennes). Ocean, Acad. Sin., 12(4) : 365～373.

武智昭彦. 1986. オニオコゼ種苗生産. 昭和60年度 愛媛縣水産試驗場事業報告, 94～95.

八木秀志. 1993. オニオコゼ種苗生産技術開發. 地域特産種增殖技術開發事業總合報告書, 愛9～愛15.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

謝 辭

학문의 길로 이끌어 주시고 이 논문이 완성되기 까지 부족한 논문을 열과 성으로 다듬어 주시고 세심하게 지도해 주신 노 섬 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 그리고 바쁘신 중에도 논문을 세심하게 교정해 주신 이기완 교수님과 논문 작성시 많은 조언과 장시간에 걸쳐 교정하여 주신 이영돈 교수님께 감사드립니다. 또한 항상 조언과 지도를 해주신 변충규 교수님, 이정재 교수님, 정상철교수님께 감사드립니다. 아울러 항상 자상한 관심과 조언을 해주신 백문하 교수님과 바쁘신 중에도 이논문의 교정을 봐주신 송춘복 교수님께도 감사를 드립니다.

이 논문의 자료 정리에 힘써준 박사과정 박무억 후배와 학위 과정중 여러모로 도움을 준 현재민 조교선생님과 대학원생 여러분께 감사드립니다.

학업을 계속할 수 있도록 배려해 주신 이종문 장장님과 강용진 장장님 그리고 연구업무에 바쁜 중에도 도와준 남제주수산종묘배양장 직원 여러분에게 감사드립니다. 끝으로 부모님과 아내 양영자에게 이 작은 기쁨을 바칩니다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

EXPLANATION OF PLATES

The eggs development and larvae of devil stinger, *Inimicus japonicus*.

PLATE I

A. Two cell stage, 35min.

B. Four cell stage, 50min.

C. Eight cell stage, 1hr. 10min.

D. Sixteen cell stage, 1hr. 30min.

E. Morula stage, 2hr. 40min.

F. Blastula stage, 4hr. 30min.

G. Formation of embryo, 10hr.

H. Just before hatching, 25hr.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

PLATE II

A. Hatched larva

B. Larva, 1 day after hatching

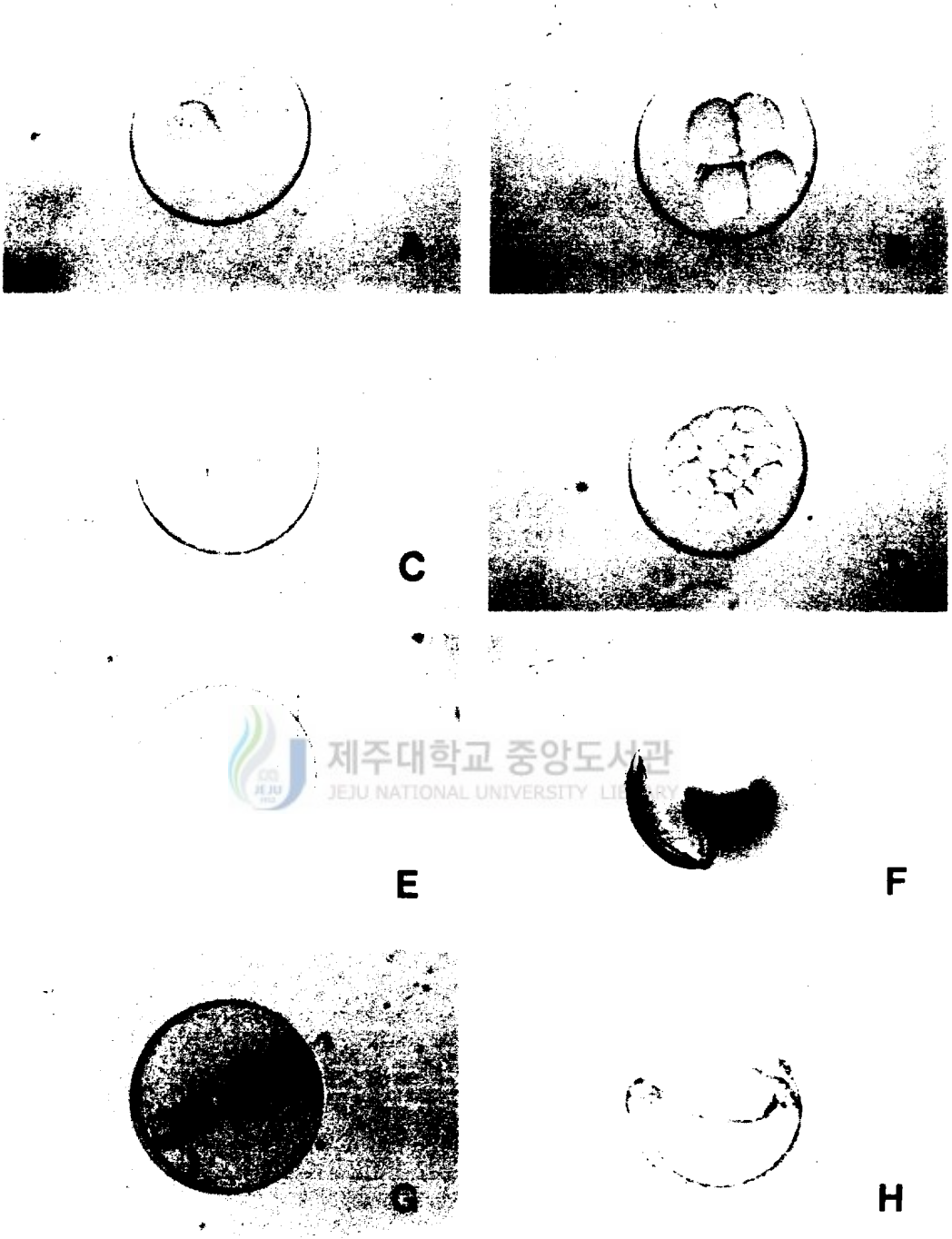
C. Larva, 4 days after hatching

D. Larva, 9 days after hatching

E. Larva, 15 days after hatching

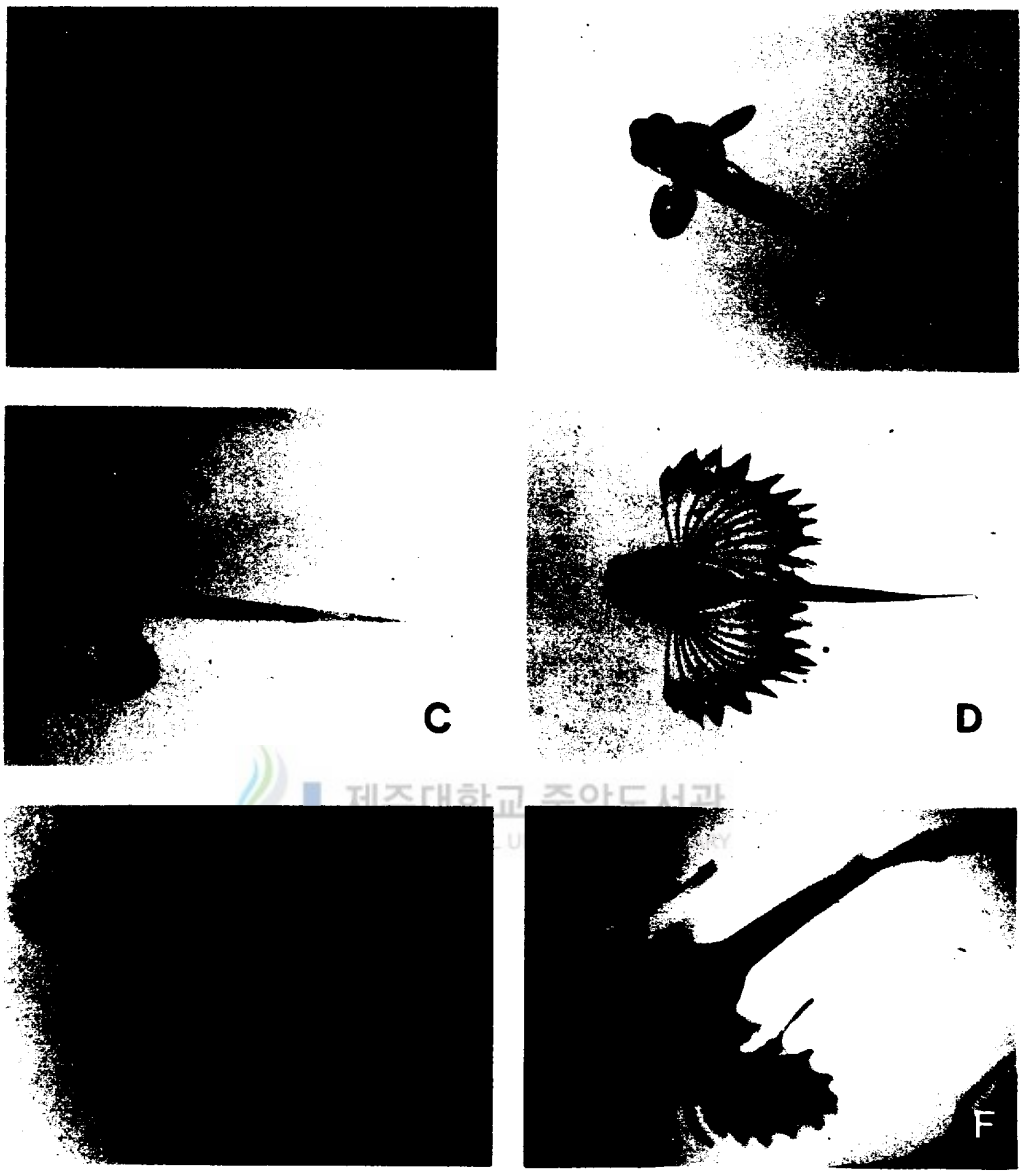
F. Larva, 25 days after hatching

PLATE I



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

PLATE II



제주대학교 중앙도서관