

말쥐치, *Thamnaconus modestus*의 난발생과정과 부화자어의 형태발달

이 승 종 · 고 유 봉 · 최 영 찬

제주대학교 해양학과

Egg Development and Morphological changes of Larvae of the File Fish, *Thamnaconus modestus*

Seung Jong Lee, You Bong Go and Young Chan Choi

Department of oceanography, Cheju National University, Cheju-Do 690-756, Korea

The egg development and morphological changes of larvae of the file fish, *Thamnaconus modestus* (Gunther), was investigated by artificial insemination.

The fertilized egg was spherical in shape, colorless and adhesive with 0.63~0.67 mm in diameter and yolk had 20~30 oil globules of various size (0.04~0.16 mm in diameter).

The hatching occurred at 53 hours after fertilization in 21.0~23.0°C of water temperature. Hatched larvae measured 2.07~2.20 mm in total length with 5~6+17~18=22~24 myotomes.

The 3~4 days after hatching larvae grew to the total length 2.62~2.77 mm, opened mouth and anus.

The 5 days after hatching, total length of the larvae was 2.74~3.04 mm, the first dorsal fin was formed at the behind of head.

After hatching 12~13 days larvae attained 3.78~3.99 mm in total length. This period formed rudimental dorsal fin and anal fin.

Twenty days after hatching, larvae grew to 6.04~6.17 mm in total length, at which time the dorsal, anal and caudal fin rays reached 19~20, 18~19 and 9~10, respectively.

Key words : *Thamnaconus modestus*, fertilized egg, larvae, morphological changes

서 론

말쥐치, *Thamnaconus modestus* (Gunther)는 복어목 (Tetraodontiformes), 쥐치과 (Monacanthidae)에 속하는 어류로서 우리나라의 동·서·남해, 일본 남부 연안, 동중국해 등 광범위하게 분포하고 있으며 (鄭, 1977), 제주 연근해에서도 많이 출현하고 있는 어종이다 (白, 1980).

말쥐치는 우리가 흔히 '쥐포'라고 부르는 수산 가공건 어물의 원료가 되는 어종이며 산업적으로 가치가 높은

어종임에도 불구하고 최근 남획 등으로 인하여 갈수록 어획량의 감소 (국립수산진흥원, 1994)가 이루어지고 있는 실정이다. 일본에서는 1960년대부터 말쥐치에 대한 연구가 집중적으로 이루어져 왔었다 (山本과 大塚, 1964; 宇都宮 等, 1967; 高見과 宇都宮, 1969; Suzuki, 1976; Ikehara, 1976; Ueyanagi *et al.*, 1994). 국내의 경우 말쥐치에 관한 연구로는 한국 남해산 말쥐치의 성숙과 산란 (崔와 朴, 1982), 자원생물학적 연구 (朴, 1985), 년생식주기 (이 등, 2000) 등이 보고되고 있다. 말쥐치는 현재 양식대상종이 얼마 되지 않은 국내 양식업의 현실을 비추

어 볼 때 연구검토대상이 되는 어종이라 사료되며, 이 시점에서 국내산 말쥐치에 대한 기초생물학적인 다양한 연구가 시급하다 할 수 있다.

따라서 이번 연구에서는 국내산 말쥐치의 초기생활사를 규명하고, 종묘생산을 위한 기초자료로 활용하고자 인공수정에 의한 말쥐치의 초기 난발생과정과 성장에 따른 부화자어의 외부형태발달을 중심으로 관찰하였다.

재료 및 방법

연구에 사용된 말쥐치는 2000년 6월 15일 제주시 수협공동어시장에서 성숙한 암컷 8마리(전장범위, 279~291 mm)와 수컷 8마리(전장범위, 273~338 mm)를 각각 구입하여 습도법으로 인공수정을 행하였다. 수정란은 강한 점착성을 가지고 있기 때문에 수정란들을 유리판에 부착시켜 40l 용량의 플라스틱 원통형 수조에 수용하였다. 수온에 따른 부화시간을 알아보기 위해 수정란들을 18.0~20.0°C, 21.0~23.0°C, 25.0~26.0°C의 부화수조에 각각 나누어 수용하였고, 각 수온구별 난들의 수정율 조사는 수정 후 4세포기 단계에 이르는 수정란을 대상으로 조사하였다. 사육용수는 여과해수로 1일 2회 환수를 실시하였다.

부화한 자어는 아크릴판 재질의 사각수조(88.0×52.0×51.0 cm)에 수용한 후 9일째까지는 지수식으로 사육하였고, 10일째부터 0.6회/day로 환수를 실시하여 사육하였다. 사육기간 중 부화자어 사육수조내의 수온은 23.5~25.6°C(평균 24.3°C), 염분은 31.5~32.4‰(평균 31.9‰), DO는 5.3~7.3 mg/l, pH는 8.4~8.5의 범위였다.

부화한 자어의 사육기간 중 먹이는 부화 후 3일째부

터 소형 rotifer (*Brachionus plicatilis*)를 하루에 두 번 공급하였고, 17~18일경부터는 Brine shrimp (*Artemia* sp.)를 공급하였다.

발생중인 알과 부화자어들의 외부형태는 해부현미경과 만능투영기(MITUTOYO, Model PJ-302)를 사용하여 관찰하였고, 0.01 mm까지 계측하였다.

결 과

1. 수온에 따른 수정율 및 부화시간

말쥐치 수정란들의 수온에 따른 수정율 및 부화시간을 조사한 결과, 수정율은 18.0~20.0°C에서는 약 11.2%, 21.0~23.0°C에서는 약 5.6%, 25.0~26.0°C에서는 약 4.1%를 보여 대체적으로 수정율이 매우 낮았다. 부화시간에 있어서는 18.0~20.0°C에서 약 70시간, 21.0~23.0°C에서는 약 53시간이 소요되었으며, 가장 높은 25.0~26.0°C에서는 수정란들이 모두 폐사하고 부화한 개체는 한 마리도 나타나지 않았다.

2. 수정란의 특징

말쥐치의 수정란은 무색 투명한 구형의 분리침성점착란이었다. 난의 크기는 0.63~0.67 mm(평균 0.65 mm, n = 50)이고, 난황내에는 0.04~0.16 mm(평균 0.08 mm, n = 30)크기의 크고 작은 유구들이 약 20~30개 정도 분포하고 있었다.

3. 난발생과정

수온 21.0~23.0°C에서 인공수정에 의한 난발생과정과 부화하기까지 소요된 시간은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Embryonic development in *Thamnaconus modestus* at 21.0~23.0°C of water temperature

Time after fertilization	Developmental stages
1 hr 30 mins	2-cell stage
1 hr 53 mins	4-cell stage
2 hrs 23 mins	8-cell stage
2 hrs 45 mins	16-cell stage
3 hrs 35 mins	64-cell stage
3 hrs 54 mins	Morula stage
10 hrs 54 mins	Blastula stage
14 hrs 26 mins	Gastrula stage, 2/3 closure of blastodisc
20 hrs 40 mins	6~7 myotomes stage, formation of head
23 hrs 30 mins	10~12 myotomes stage, formation of optic vesicle
27 hrs 00 mins	14~16 myotomes stage, formation of eye lens and Kupffer's vesicle
32 hrs 30 mins	18~20 myotomes stage, formation of auditory vesicle and membranous fin
37 hrs 13 mins	20~22 myotomes stage, disappearance of the small oil globules
39 hrs 21 mins	Formation of heart, appearance of melanophores in the yolk sac
52 hrs 54 mins	Onset of hatching

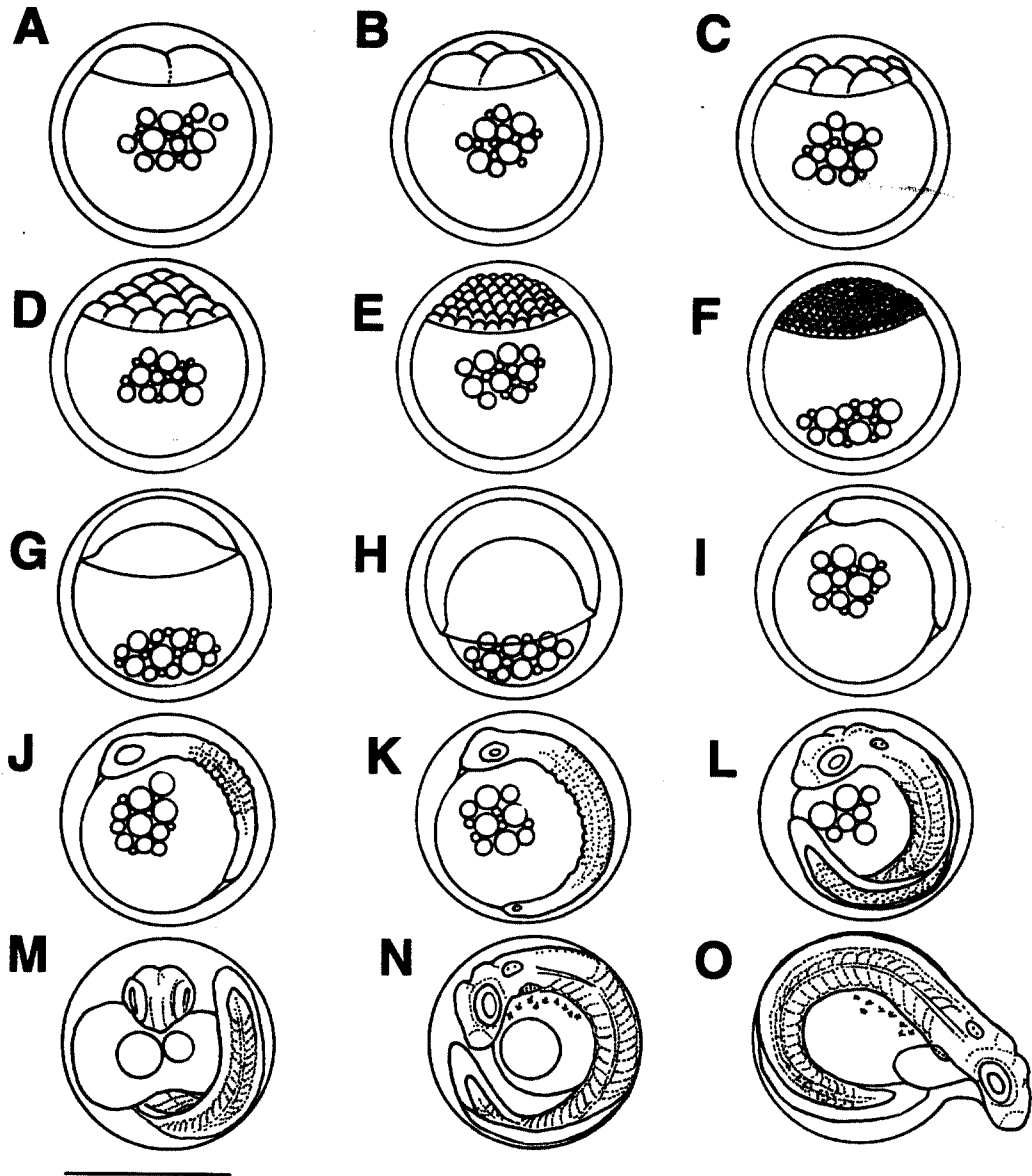


Fig. 1. Egg and embryonic developmental stages of *Thamnaconus modestus*.

A: 2 cells stage, 1 hr. 30 mins.; B: 4 cells stage, 1 hr. 53 mins.; C: 8 cells stage, 2 hrs. 23 mins.; D: 16 cells stage, 2 hrs. 45 mins.; E: 64 cells stage, 3 hrs. 35 mins.; F: Morula stage, 3 hrs. 54 mins.; G: Blastula stage, 10 hrs. 54 mins.; H: Gastrula stage, 2/3 closure of blastodisc, 14 hrs. 26 mins.; I: Formation of embryo, 18 hrs. 20 mins.; J: 10~12 myotomes stage, formation of optic vesicle, 23 hrs. 30 mins.; K: 14~16 myotomes stage, formation of eye lens and Kupffer's vesicle, 27 hrs.; L: 18~20 myotomes stage, formation of auditory vesicle and membranous fin, 32 hrs. 30 mins.; M: 20~22 myotomes stage, disappearance of the small oil globules, 37 hrs. 13 mins.; N: Formation of heart, appearance of melanophores in the yolk sac, 39 hrs. 21 mins.; O: Embryo just before hatching, 52 hrs. 54 mins. Bar indicate 0.5 mm.

수정 후 1시간 30분에 2세포기에 도달하였고(Fig. 1, A), 1시간 53분에 4세포기(Fig. 1, B), 2시간 23분에 8세포기(Fig. 1, C), 2시간 45분에 16세포기(Fig. 1, D)에 도달하였다.

분열은 계속되어 수정 후 3시간 10분에는 32세포기, 3

시간 35분에 64세포기(Fig. 1, E), 3시간 54분에 상실기(Fig. 1, F)에 도달하였다.

수정 후 10시간 54분에는 포배기(Fig. 1, G)에 달하였고, 14시간 26분에 배반이 난황의 약 2/3를 덮으면서 낭배기(Fig. 1, H)에 도달하였으며, 18시간 20분에 배체가

출현하기 시작하였다(Fig. 1, I).

수정 후 20시간 40분에 두부가 발달하면서 6~7개의 근절이 형성되었고, 23시간 30분에는 10~12개의 근절이 형성되면서 안포가 출현하였다(Fig. 1, J).

수정 후 27시간에 렌즈가 형성되면서 근절이 14~16개로 증가하였고, 꼬리부분에 Kupffer세포가 형성되었다(Fig. 1, K).

수정 후 32시간 30분에는 근절이 18~20개로 증가하면서 배체가 난황주위를 완전히 한바퀴 감았다. 이 시기에 배체의 머리쪽에 이포가 출현하였고, 꼬리부분부터 막지느러미가 형성되었으며, Kupffer세포는 소실되었다(Fig. 1, L). 37시간 13분에는 근절은 20~22개로 증가하였고, 난황에서 꼬리가 분리되면서 가끔씩 배체의 순차적인 회전운동이 일어났다(Fig. 1, M).

수정 후 39시간 21분에 심장박동이 관찰되었고, 소형 유구는 대부분 소실되어 대형 유구 하나만 존재하고 있었으며, 난황주위에는 흑색소포가 분포하였다(Fig. 1, N).

수정 후 43시간 37분에 난황의 크기가 작아지면서 배체가 난황주위를 자주 회전하다가 수정 후 52시간 54분에는 난막의 일부가 주름지고 배체가 몸을 떨면서 머리부터 부화하기 시작하였다(Fig. 1, O).

4. 부화자어의 형태발달

부화 직후의 자어는 전장 2.07~2.20 mm (평균 2.14 mm, n=10)로 입과 항문은 열려있지 않았다. 눈 주위에 황색소포가 분포하였고, 흑색소포는 난황과 유구 주위에 분포하고 있었다. 근절은 5~6+17~18=22~24개였고, 체색은 대부분 투명하였다(Fig. 2, A)

부화 후 2일의 자어는 전장 2.45~2.47 mm (평균 2.46 mm, n=5)로 아직 입과 항문은 열려있지 않았고, 약 1/2 정도의 난황흡수가 일어났다. 황색소포가 눈과 가슴주위에 분포하였고, 흑색소포는 눈과 머리부분에 분포하였으며, 몸의 배쪽을 따라 흑색소포가 일렬로 분포하고 있었다. 근절은 3~4+20~21=24~25개를 나타냈다(Fig. 2, B).

부화 후 3~4일의 자어는 전장 2.62~2.77 mm (평균 2.72 mm, n=8)로 입과 항문이 열려있었고, 난황이 완전히 흡수되었다. 눈은 거의 흑색으로 변화하였고, 머리 뒷부분에도 흑색소포가 현저하게 분포하였다. 이 시기에 소화관은 더욱 발달하였고, 소형 rotifer를 섭이하기 시작하였다(Fig. 2, C).

부화 후 5일의 자어는 전장 2.74~3.04 mm (평균 2.98 mm, n=4)로 아가미의 분화가 관찰되었고 머리 뒤쪽부분의 등쪽에 제 1등지느러미(등지느러미 가시) 원기가 새롭게 돌출하고 있었다(Fig. 2, D).

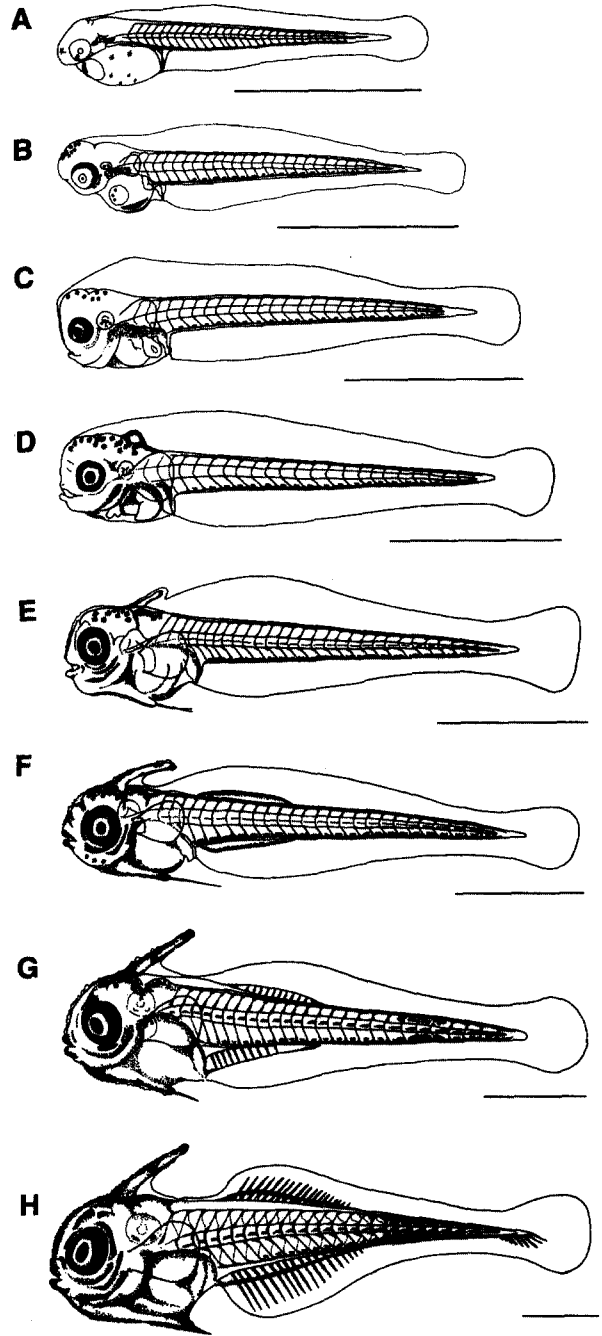


Fig. 2. Morphological changes of larvae of *Thamnaconus modestus*.

A: Newly-hatched larva, 2.14 mm in total length (TL); B: Prelarva, 2 days after hatching, 2.46 mm in TL; C: Prelarva, 3~4 days after hatching, 2.72 mm in TL; D: Postlarva, 5 days after hatching, 2.98 mm in TL; E: Postlarva, 9~10 days after hatching, 3.38 mm in TL; F: Postlarva, 12~13 days after hatching, 3.89 mm in TL; G: Postlarva, 15~16 days after hatching, 4.49 mm in TL; H: Postlarva, 20 days after hatching, 6.10 mm in TL, Bars indicates 1.00 mm.

Table 2. A comparison of larval characters in the species of the File Fish

Species	Water temperature (°C)	Fertilization rate (%)	Time of hatching (hr)	Prelarva (mm)	References
<i>Thamnaconus modestus</i>	18.0~20.0	11.2	70	2.07~2.20	Present study
"	21.0~23.0	5.6	53	"	"
"	25.0~26.0	4.1	-	-	"
"	18.5~22.0	-	95	1.30	山本·大塚, 1964
"	20.0~22.0	-	70	2.30	高見·宇都宮, 1969
"	22.0~25.0	-	50	"	"
"	20.0~22.0	-	70	1.80	宇都宮等, 1967
<i>Rudarius ercodes</i>	20.7~21.3	-	63	1.86	Kawase·Nakazono, 1994
<i>Paramonacanthus japonicus</i>	29.0~29.3	-	29	1.94	"
<i>Sufflamen fraenatus</i>	25.0~28.0	-	24	1.60	鈴木·高松, 1997

부화 후 9~10일의 자어는 전장 3.29~3.44 mm (평균 3.38 mm, n=5)로 머리 뒤쪽부분의 등쪽에 동지느러미 가시가 직선적으로 더욱 자랐고, 턱 아랫 부분으로부터 배지느러미 가시가 길게 연장되며 끝 부분이 2개로 갈라져 있었다. 몸의 배쪽에 일렬로 분포하는 흑색소포가 더욱 현저하게 나타났고 척추골의 형성을 인지할 수 있었다. 근절은 6+18~20=24~26개를 나타냈다(Fig. 2, E).

부화 후 12~13일의 자어는 전장 3.78~3.99 mm (평균 3.89 mm, n=4)로 머리 윗부분에는 별모양의 흑색소포가 현저하게 분포하고 있었고, 동지느러미 가시와 눈 앞부분에 작은 돌기들이 형성되어 있었다. 동지느러미 가시와 배지느러미 가시가 길게 연장되었으며, 특히 배지느러미 가시는 항문보다 더 뒤쪽에 위치하고 있었다. 이 시기에 최초로 동지느러미 및 뒷지느러미의 원기가 형성되었다(Fig. 2, F).

부화 후 15~16일의 자어는 전장 4.43~4.55 mm (평균 4.49 mm, n=2)로 막지느러미는 점점 줄어들며, 동지느러미에 9~10개, 뒷지느러미에 10~11개의 지느러미 줄기가 나타났다. 몸의 배쪽에 일렬로 분포하는 흑색소포는 꼬리 앞부분에 더욱 길게 분포하고 있었다. 척추골의 뚜렷한 형성을 보였고, 배지느러미 가시의 끝은 항문과 거의 같은 위치에 있었다. 또한 이 시기에 심장에서의 혈액 흐름을 관찰할 수 있었다(Fig. 2, G).

부화 후 20일의 자어는 전장 6.04~6.17 mm (평균 6.10 mm, n=2)로 배지느러미 가시의 기부는 굵어지며 앞쪽은 가늘어졌다. 막지느러미는 더욱 소실되었고, 동지느러미와 뒷지느러미의 지느러미 줄기수는 각각 19~20개, 18~19개로 증가하였고 꼬리지느러미에도 약 9~10개의 지느러미 줄기가 관찰되었다. 머리 윗부분과 꼬리 앞부분의 흑색소포는 더욱 길게 분포하고 있었다(Fig. 2, H).

고 찰

말쥐치는 주산란기가 5~6월로서 적어도 3회 이상 산란하는 다회산란 어종이다(Ikehara, 1976; 朴, 1985; 이동, 2000). 난은 강한 점착성을 지닌 분리침성점착란으로 자연에서 5~6월에 말쥐치의 난들이 해조류에 쉽게 부착되어 있는 것을 발견 할 수 있다(Kawase, 1996). 따라서 말쥐치를 인공수정으로 부화시키기 위해서는 수정란을 부착시킬 부착기질이 필요한데 高見과 宇都宮(1969)의 연구에서는 난의 부착기질로 여러 가지 부착기질을 사용하여 부화실험을 실시한 결과 유리평판이 가장 부화율이 높다고 보고하고 있다. 반면에 자연산란인 경우 거의 80~100%의 수정율을 보이고 있어 말쥐치는 인공수정에 의한 수정보다는 자연산란에 의한 수정이 더 효과적이라 사료된다.

이번 연구에서는 Table 2에 나타낸 바와 같이 각 수온구 별로 부화에 소요된 시간과 수정율을 조사하였다. 수온이 18.0~20.0°C에서는 수정율이 11.2%, 21.0~23.0°C에서는 5.6%, 25.0~26.0°C에서는 4.1%의 수정율을 나타내 수온이 높을수록 수정율이 떨어지고 있음을 알 수 있었다. 또한 부화에 소요되는 시간도 18.0~20.0°C에서 약 70시간, 21.0~23.0°C에서 약 53시간으로 수온이 높을수록 부화시간은 짧아졌다. 그리고 수온이 제일 높은 25.0~26.0°C에서는 수정은 이루어졌지만 부화한 자어는 한 마리도 발견할 수 없었다. 수온에 따른 부화 시간에 있어서 이러한 결과는 일본산 말쥐치인 경우, 山本과 大塚(1964)의 18.5~22.0°C에서 약 95시간 소요된 것과는 차이가 있지만 宇都宮等(1967)과 高見과 宇都宮(1969)의 20.0~22.0°C에서 약 70시간, 22.0~25.0°C에서 약 50시간 전후에 부화한다는 결과와 유사함을 알 수 있었다. 하지만 본 실험에서는 수온이 높을수록 난질은 불량해졌고, 가장 높은 수온의 25.0~26.0

°C에서는 수정은 이루어 졌지만 수정란들이 부화하지 못하고 난발생 도중 모두 폐사되는 것을 관찰할 수 있었다. 이를 종합해 보면 말쥐치는 자연에서도 수온이 상승하기 시작하는 4~5월경에 산란을 시작하여 고수온기에 접어드는 7월에는 이미 산란이 종료되는 것(朴, 1985; 이 등, 2000)으로 미루어 보아 수온이 올라갈수록 부화시간은 단축되지만 난발생 및 부화에 있어 고수온이 좋은 영향을 끼치지 않는으리라 생각된다.

말쥐치 수정란의 크기는 0.63~0.67 mm (평균 0.65 mm)를 나타냈는데, 이는 宇都宮 等(1967)과 高見과 宇都宮(1969)의 0.64 mm와 거의 같았다. 또한 같은 쥐치류 어종인 그물코쥐치, *Rudarius ercodes*와 새앙쥐치, *Paramonacanthus japonicus* (Kawase and Nakazono, 1994)는 약 0.53 mm, 갈쥐치, *Sufflamen fraenatus* (鈴木과 高松, 1997)는 0.60 mm를 나타내고 있어 대체로 쥐치류의 수정란 크기가 0.60 mm 전후임을 추정할 수 있다. 말쥐치 난내에는 0.04~0.16 mm 크기의 크고 작은 유구들이 약 20~30개 정도가 분포하고 있었는데 난발생이 진행됨에 따라 소형의 유구들이 점점 줄어들어 하나로 합해져 커지는 경향을 보였다. 이러한 특징은 청베도라치, *Pictiblennius yatabei* (김 등, 1992), 쥐노래미, *Hexagrammos otakii* (김 등, 1993)에서도 찾아볼 수 있다.

말쥐치의 부화 직후 자어의 전장은 차이가 있어서, 본 실험에서 2.07~2.20 mm (평균 2.14 mm), 山本과 大塚(1964)의 1.30 mm, 宇都宮 等(1967)의 1.80 mm 그리고 高見과 宇都宮(1969)은 2.30 mm로 기록하고 있다. 부화 직후 자어들은 대부분 개체가 머리가 바닥으로 향하는 형태로 유영하였지만 부화 후 2일이 경과하면서 차츰 수평유영을 하기 시작하였고, 대부분의 개체가 수조의 표층에 몰려 있었다. 3일경부터 난황이 거의 흡수되었고, 입이 열리면서 소형 rotifer를 섭이하기 시작하였다. 부화 후 4일이 되자 부화개체의 약 80% 이상이 사망하는 최대 감모가 발생하였는데 이는 高見과 宇都宮(1969)의 연구에서 최대 감모기인 7일경보다 약 3일정도 빠른 결과이다. 그러나 본 실험에서는 오히려 부화 후 7일경부터는 거의 사망하는 개체가 나오지 않았다. 이러한 결과는 부화자어 사육수조내의 수온이 23.5~25.6°C로 高見과 宇都宮(1969)의 20.1~23.5°C보다 약 2~3°C 높기 때문에 최대 감모기가 3일 정도 빨리 왔으리라 추측된다.

이번 실험에서 말쥐치는 부화 후 5일의 자어부터 형태적인 변화가 이루어지기 시작했는데, 동지느러미 가시의 원기가 이시기부터 형성되었고, 배지느러미 가시는

6~7일부터 형성되기 시작하였다. 이 결과는 宇都宮 等(1967)의 동지느러미 가시 및 배지느러미 가시 형성이 7~8일, 高見과 宇都宮(1969)의 동지느러미 가시 형성이 5일경, 배지느러미 가시 형성이 10일경인 것과 비교해 볼 때 그 형성시기가 다소 빠른 결과였다. 이번 실험에서는 부화 후 12~13일에 동지느러미와 뒷지느러미 원기가 형성되었는데, 이는 高見과 宇都宮(1969)의 16~18일보다 4~5일 정도 빨랐으며 부화 후 20일째를 기준으로 한 지느러미 줄기수에 있어서도 이번 실험에서는 동지느러미가 19~20개, 뒷지느러미는 18~19개로 관찰된 반면 高見과 宇都宮(1969)의 경우는 각각 13개, 12개로 보고하고 있었다. 20일째를 기준으로 한 부화자어의 평균전장에 있어서도 高見과 宇都宮(1969)은 5.80 mm, 본 실험에서는 6.10 mm로 나타났다. 이러한 결과들을 종합해 보면 본 실험에서 부화 사육시킨 말쥐치가 다소 빠른 성장을 보이고 있었으며, 이는 사육수조내 수온의 차이로 인해 발생하는 성장차라고 사료된다.

적 요

성숙한 말쥐치 어미를 이용하여 인공수정에 의한 난발생과정과 성장에 따른 부화자어의 외부형태 발달을 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 수정란은 무색 투명한 구형의 분리침성점착란이다. 난경은 0.63~0.67 mm (평균 0.65 mm, n=50)이고, 난황내에는 약 20~30개 정도의 크고 작은 유구들이 존재하였다.
2. 수온 21.0~23.0°C에서 수정 후 약 53시간만에 부화하였다.
3. 부화 직후 자어의 전장은 2.07~2.20 mm로 입과 항문이 열려있지 않았고, 근절은 5~6+17~18=22~24개이며, 체색은 대부분 투명하였다.
4. 부화 후 3~4일의 자어는 전장 2.62~2.77 mm로 입과 항문이 열려있었으며, 소형 rotifer를 섭이하기 시작하였다.
5. 부화 후 5일의 자어는 전장 2.74~3.04 mm로 머리 뒤쪽부분의 등쪽에 제1동지느러미 원 기인 동지느러미 가시가 새롭게 돌출하고 있었다.
6. 부화 후 12~13일의 자어는 전장 3.78~3.99 mm로 동지느러미 및 뒷지느러미의 원기가 형성되고 있었다.
7. 부화 후 20일의 자어는 전장 6.04~6.17 mm였고, 이 시기에 동지느러미와 뒷지느러미의 지느러미 줄기수는 각각 19~20개, 18~19개, 꼬리지느러미에는 약 9~10개가 관찰되었다.

사 사

실험에 도움을 주신 제주대학교 해양연구소 이영돈 선생님과 나오수님에게 깊은 감사를 드리며, 그 대학원생들에게도 감사를 드립니다. 이 논문은 2000년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었음을 밝힙니다.

인 용 문 헌

- Ikehara, K. 1976. Notes on the spawning and growth of *Navodon modestus* (GUNTHER) in the near-shore waters of Niigata Prefecture. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 27 : 41~50 (in Japanese).
- Kawase, H. and A. Nakazono. 1994. Embryonic and Pre-larval Development and Otolith Increments in Two Filefishes, *Rudarius ercodes* and *Paramonacanthus japonicus* (Monacanthidae). Japan. J. Ichthyol., 41(1) : 57~63.
- Kawase, H. 1996. Larval and juvenile filefishes (Monacanthidae) associated with drift algae collected at Funakoshi Bay, Iwate, Japan. Otsuchi Mar. Res. Cent. Rep., 21 : 48~56.
- Suzuki, T. 1976. Relations between feeding rates and growth rates of filefish, *Navodon modestus* (Gunther). Bull. Jap. Sea. Reg. Fish. Res. Lab., 27 : 51~57 (in Japanese).
- Ueyanagi, F., M. Kon and S. Ueyanagi. 1994. Seasonal Variations in the Chemical Composition of Muscle and Liver Tissue of Filefish, *Thamnaconus modestus* in the Suruga Bay. Bull. Inst. Oceaic Res. & Develop., Tokai Univ., 15 : 17~25.
- 高見東洋 · 宇都宮正. 1969. ウマヅラハギの種苗生産に関する研究. 山口内海水試調査研究業績, 18(2) : 1~32.
- 국립수산진흥원. 1994. 연근해 주요 어종의 생태와 어장, pp. 80~95.
- 김용억 · 명정구 · 한경호 · 강충배. 1992. 청베도라치, *Pictiblenius yatabei*의 산란습성, 난발생과정 및 부화자어의 형태. 한국어류학회지, 4(2) : 44~54.
- 김용억 · 한경호 · 김병학. 1993. 쥐노래미, *Hexagrammos otakii*의 난발생과정 및 자어의 형태발달. 한국어류학회지, 5(2) : 151~159.
- 鈴木克美 · 高松史朗. 1997. 海水魚の繁殖. 録書房. 東京, pp. 200~204.
- 朴炳夏. 1985. 韓國 近海 말쥐치의 資源生物學的 研究. 水振研究報告, 34 : 1~64.
- 白文河. 1980. 西歸浦 沿近海の 魚類相. 濟州大 海資研報, 4 : 39~46.
- 山本 翠 · 大塚雄二. 1964. クロダイ · ウマヅラハギの種苗生産技術研究. 山口内海水試. 昭和38 年度事業報告, 27~33.
- 宇都宮正 · 立石健 · 山本 翠. 1967. クロダイ · マダイ · ウマヅラハギの種苗生産技術研究. 山口縣内海水産試験場 調査研究業績, 17(2):1~25.
- 이승종 · 고유봉 · 이영돈 · 정지현 · 한창희. 2000. 제주 남부 연안 말쥐치, *Thamnaconus modestus*의 생식년주기. 한국어류학회지, 12(1) : 71~84.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社. 서울, 727pp.
- 崔秀河 · 朴且洙. 1982. 韓國 南海産 말쥐치의 成熟과 産卵. 水振研究報告, 30 : 73~80.