

날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*)의 산란습성, 난 및 자치어의 형태 발달

진동수·한경호[†]·박진우*

여수대학교 수산생명과학부, *제주 해인수산

Spawning Behavior and Morphological Development of Larvae and Juvenile of the Naked-Headed Goby, *Favonigobius gymnauchen* (Bleeker)

Dong-Soo JIN, Kyeong-Ho HAN[†] and Jin-Woo PARK*

Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

* Hyein Fisheries Co., Cheju-Do 699-901, Korea

The eggs of *Favonigobius gymnauchen* attached on the under side of a small stone were collected off Seongsan-eup Cheju-do in August, 2000 to investigate their development of egg, larvae and juveniles. The fertilized eggs were elliptical in shape (mean long axis: 1.50 mm; mean short axis: 0.57 mm) and transparent. There were filaments on one side of the egg membrane. Larvae hatched at 48 hrs 50 mins after morula stage with 25-26 myotomes in 22.8-28.5°C (mean 24.7°C). The newly hatched larvae were 2.31-2.49 mm (mean 2.37 mm, n=10) in total length (TL) and their mouth and anus were already opened. Their melanophores were appeared on the over gas globule, around anus and the part of caudal peduncle with 24-25 myotomes. At 4-5 days after hatching, larvae attained 3.81-4.07 mm (mean 3.96 mm, n=10) in TL and their yolk sac was completely absorbed. They began to eat rotifer and transformed to postlarvae stage. At 14 days after hatching, postlarvae attained 6.17-6.31 mm (mean 6.21 mm, n=10) in TL and their caudal notocord was flexed 45° upward. At 24 days after hatching, postlarvae attained 8.69-9.10 mm (mean 8.87 mm, n=10) in TL had reached the juvenile stage. All fins were formed with the complete set of fin rays with the following counts: dorsal fin rays IV-I, 9-10; anal fin rays I, 9; pectoral fin rays 17; ventral fin rays: I, 5; caudal fin rays: 9+8=17.

Key Words: *Favonigobius gymnauchen*, Goby, eggs, Larvae and juvenile, Morphological development, Spawning behavior

서 론

날개망둑, *Favonigobius gymnauchen*은 농어목 (Perciformes), 망둑어과 (Gobiidae), 날개망둑속 (*Favonigobius*)에 속하는 어류로 주로 내만의 모래질이나 펄질에 서식하며, 하구나 염분이 낮은 기수지역에도 분포한다 (Chyung, 1986).

망둑어과 어류의 초기생활사에 관한 연구는 문절망둑, *Acanthogobius flavimanus* (Dotu and Mito, 1955), 두줄망둑, *Tridentiger trignocephalus* (Kim and Han, 1990), 밀어, *Rhinogobius brunneus* (Sakai and Yasuda, 1978; Hidaka and Takahashi, 1987), 미끈망둑, *Luciogobius guttatus* (Kim et al., 1992), 모치망둑, *Mugilogobius abei* (Kim and Han 1991), 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus* (Kim, 1975) 등이 있고, 날개망둑속 (*Chaenogobius*)에 속하는 어류의 경우 날개망둑, *C. castaneus* (Dotu, 1954), 살망둑, *C. heptacanthus* (Dotsu, 1984), 미끈날개망둑, *Chaenogobius laevis* (Kim and Han, 1989) 등의 연구가 있지만, 날개망둑속에 속하는 어류에 대한 연구는 없었다. 또한, 대부분 망둑어류는 연안과 담수, 기수역에 아주 넓게 분포하는 소형 저서성 어류로,

형태적으로 다양할 뿐만 아니라 중간에도 상세한 비교연구가 없는 실정으로 자치어에 대한 형태 연구는 종을 동정하는데 있어서 중요한 형질로 이용되어지고 있다 (Okiyama, 1979).

따라서 날개망둑의 자원생물학적 연구의 일환으로 산란 습성, 난발생과정 및 발육단계에 따른 자치어의 형태 발달에 대하여 연구하였기에 보고한다.

재료 및 방법

2000년 7-9월에 제주도 성산포 연안의 조간대(Fig. 1)에서 날개망둑의 산란습성을 관찰하였고, 2000년 8월 14일과 15일에는 간조시에 돌 (30×40 cm) 아래쪽에 부착된 난을 채집하여 여수대학교 자원생물실험실로 운반하여 실내사육하면서 난발생과정과 자치어 형태발달을 관찰하였다.

자치어는 투명유리수조 (50×45×30 cm)에 사육하면서 관찰하였다. 자치어 사육 중 먹이는 농축 클로렐라 (*Chlorella* sp.)에 rotifer (*Brachionus plicatilis*)를 배양하여 투여하였고, 부화 후 6일째부터는 *Artemia* sp. 유생을 공급하였으며, 부화 후 18일째부터 양어용 배합사료를 순차적

[†]Corresponding author: aqua05@yosu.ac.kr

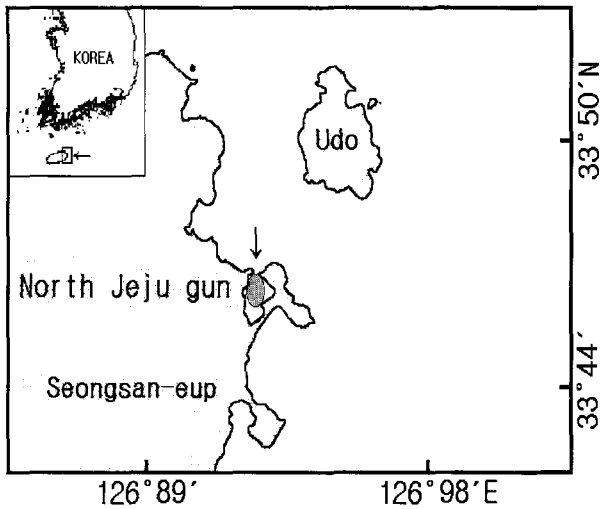


Fig. 1. Map showing the sampling area.

으로 공급하였다. 사육수는 일반여과 해수를 매일 오전, 오후에 1/2씩 환수하였으며, 난발생 및 자치어 사육시 수온은 매일 2회 측정된 평균값을 취하였을 때 22.8-28.5°C (평균 24.7°C)의 범위였으며, 사육기간 동안의 염분은 33.6-35.1‰ (평균 34.6‰)이었다.

발생 중인 난은 매시간 입체해부현미경을 사용하여 관찰하였고, 자치어의 성장에 따른 형태발달 과정은 부화직후부터 부화 31일까지 1일 평균 10마리씩 얼음으로 마취시켜 만능투영기와 입체해부현미경으로 측정, 관찰하였으며, 각 부위는 0.01 mm까지 측정하였다.

난발생과정 중 정상난 및 역자난의 용어는 Han et al. (1998)에 따랐고, 자치어 형태발달 단계는 Russell (1976)에 따라 구분하였다.

결 과

날개망둑의 산란습성, 난발생과정 및 자치어의 발육단계에 따른 형태발달은 다음과 같았다.

산란기 및 산란습성

날개망둑의 산란기는 제주도 성산포 연안에서의 현장 조사 결과, 7월 하순부터 8월 중순까지였고, 산란장소는 갯벌 지역으로 조수간만의 차이가 심한 곳이었으며, 직경 30-40 cm, 깊이 10-20 cm (간조시)의 조수 웅덩이였다. 산란된 난은 돌 아래 부분 중앙에 직경 12-15 cm 정도 한 층으로 부착되어 있었다 (Fig. 2).

수정난은 부화될 때까지 수컷이 보호하면서 가슴지느러미와 꼬리지느러미로 수류를 일으켜 물을 환수시키고, 다른 어류들의 접근을 못하게 보호행동을 하였다.

난발생과정



Fig. 2. The egg mass of *Favonigobius gymnauchen* spawned at surface of stone.

(1) 난의 형태

수정난은 난막이 타원형으로 부풀어 장경이 1.411.58 mm (평균 1.50 mm, n=20), 단경이 0.51-0.63 mm (평균 0.57 mm, n=20)로 투명하였고, 난막의 기부에는 많은 부착사가 있어서 돌에 부착하는 분리부착란으로 다수의 소유구를 가지고 있었다 (Fig. 3A).

(2) 발생과정

상실기 (Fig. 3A)로부터 4시간 50분 후 (이후 시간은 상실기 이후 경과시간)에는 배반이 난황을 덮어 원구가 폐쇄되어 낭배기에 달하였고 (Fig. 3B), 이후 난황의 한쪽 끝에서 조금씩 함몰되어 배순이 자라오르면서 6시간 50분 후에는 배체가 형성되기 시작하였다 (Fig. 3C).

7시간 20분 후에는 배체에 안포가 형성되었고 (Fig. 3D), 8시간 30분 후에는 5-7개의 근절이 나타나면서 Kupffer's 포가 형성되었다 (Fig. 3E). 10시간 10분 후에는 근절은 15-16개로 증가하였고, 안포에 렌즈, 이포가 나타나기 시작하면서 뇌가 분화하였으며, 막지느러미가 발달하기 시작하였다 (Fig. 3F).

16시간 50분 후에는 심장이 분화되었고, 꼬리가 난황으로부터 완전히 분리되었으며, 심장박동이 시작되면서 난막 안에서 배체의 간헐적인 움직임이 관찰되었다. 또한, 눈에 흑색소포가 착색되었고, 난황위와 꼬리 부분 중앙의 칙색 아래부분부터 꼬리끝부분까지 일렬로 출현하였다. 혈액이 칙색 아래로 흐르기 시작해 꼬리부분이 현저하게 발달하였고, 막상의 가슴지느러미가 처음으로 발달하였다. 이 시기 배체에 근절이 22-23개가 형성되어 있었다 (Fig. 3G).

48시간 50분 후에는 배체가 난황을 한바퀴 감싸는 시기로 근절은 23-24개였고, 체측의 흑색소포는 더욱 증가하였다. 이시기에는 입이 열려 있었고, 소화관이 발달하였으며, 눈에는 더욱 짙게 흑색소포가 착색되어 부화직전에 달하였다 (Fig. 3H).

(3) 정상난과 역자난

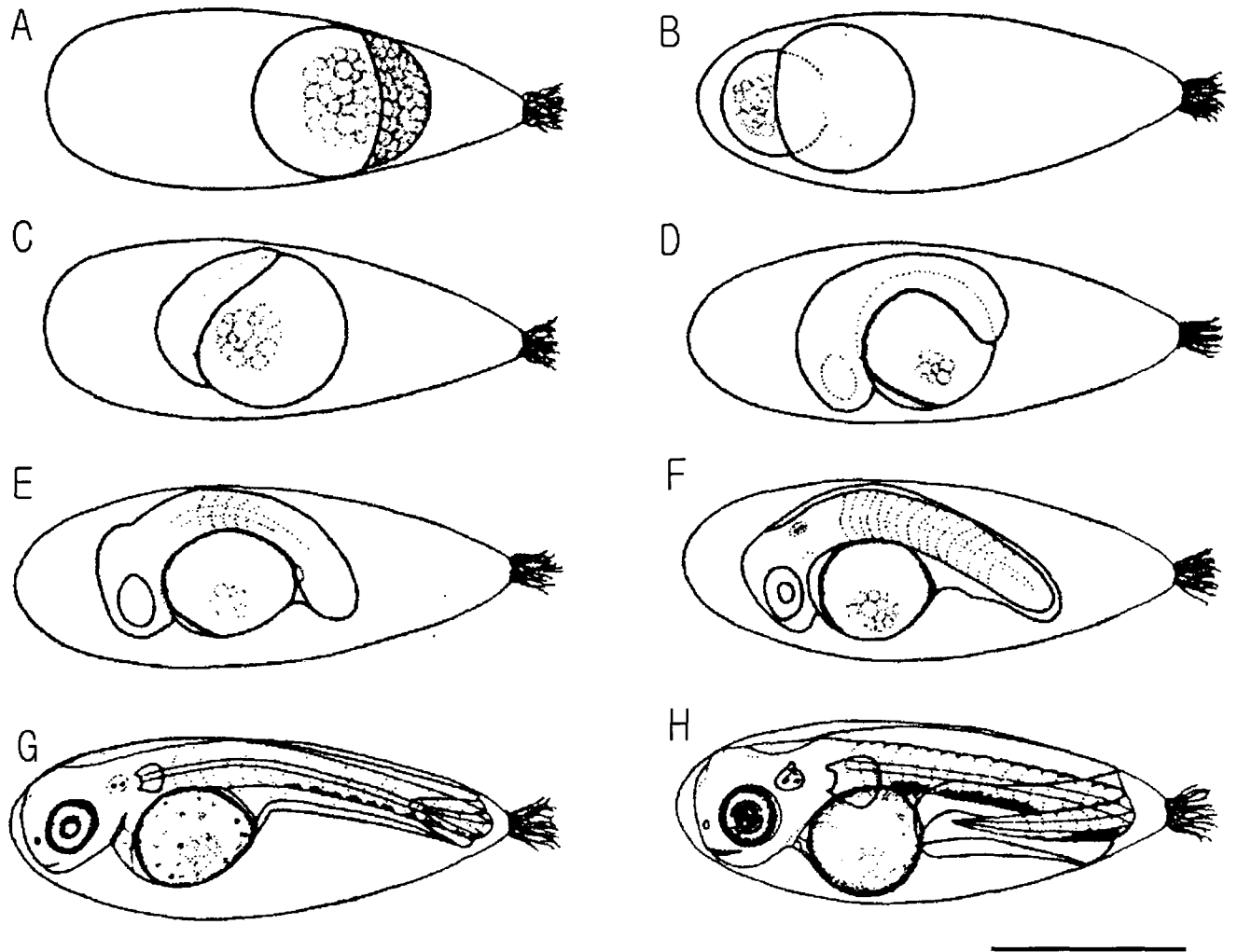


Fig. 3. Egg developmental stages of *Favonigobius gymnauchen* incubated in the laboratory.

A: morula stage; B: gastrula stage, 4 hrs 50 mins after morula; C: embryo formation, 6 hrs 50 mins after morula; D: appearance of optic vesicles 7 hrs 20 mins after morula; E: 5-7 myotomes stage, appearance of Kupffer's vesicle, 8 hrs 30 mins after morula; F: 15-16 myotomes stage, appearance of formation of eye lens, 10 hrs 10 mins after morula; G: 24-25 myotomes stage, melanophores on the embryo, caudal part leaves yolk sak, development of pectoral fin and appearance of melanophore on the eye, 16 hrs. 50 mins. after morula; H: appearance of auditory vesicles, 48 hrs 50 mins after morula. Scale bars=1.0 mm.

수정된 난의 난막이 충분히 신장한 상태에서 발생이 진행되는데, 배체의 꼬리부분이 난황막과 분리되면서 머리가 난막의 선단부를 향하는 정상난 (normal egg; Fig. 4A) 과 머리부분이 부착사 (기부)쪽을 향하는 역자난 (abnormal egg or agrippa egg; Fig. 4B)이 출현하였다. 역자난의 출현율은 전체 387개의 난 중에서 272개 (70.2%)였으며, 역자난도 부화할 때는 몸 전체가 부착사의 반대쪽인 난막의 선단부로 회전하여 정상적으로 부화하였다.

자치어의 형태발달

날개망둑 자치어의 형태발달과정은 발육단계에 따라 전

기자어, 후기자어와 치어기로 구분하여 관찰하였다.

(1) 전기자어

부화직후의 자어는 전장 2.31-2.49 mm (평균 2.37 mm, n=10)로 입과 항문은 열려있고, 난황은 어느 정도 흡수되었으며, 항문장은 전장의 43.6-48.9% (평균 45.7%)로 항문은 어체의 중앙부분에서 약간 앞쪽에 위치하였다. 소화관 위쪽에 부레가 발달해있었고, 눈에는 색소포가 착색되었으며, 모든 지느러미는 막상이었다. 흑색소포는 난황의 표면, 항문 위쪽 몸통부분의 근절 5-9번째와 꼬리부분의 14-22번째 근절 아래쪽에 분포하였으며, 난황 위에는 점모양으로

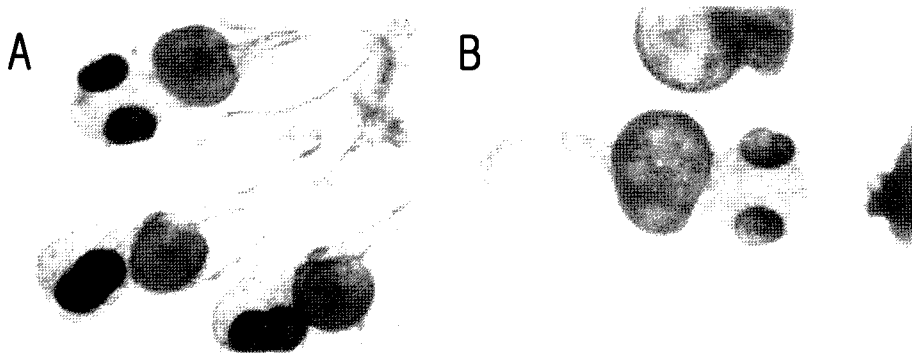


Fig. 4. Normal eggs (A) and agrippa eggs (B) of the *Favonigobius gymnauchen*.

분포하였다. 근절은 $8+15-16=23$ -24개였으며, 부화직후에는 유영력이 없으나, 부화하여 3-4시간 후에는 꼬리를 움직이면서 사육수조의 표층에서 유영을 하기 시작하였다 (Fig. 5A).

부화 후 2일째의 자어는 전장 3.28-3.45 mm (평균 3.34 mm, n=10)로 난황이 거의 흡수되면서 소화관이 발달하기 시작하여 초기사료인 *Chlorella* sp.와 rotifer를 먹기 시작하였으며, 간헐적인 장의 연동운동도 관찰되었다. 흑색소포는 난황의 위쪽에 나뭇가지모양과 점모양으로 더욱 증가하였고, 눈에는 흑색소포가 더욱 진하게 착색되었다. 막상의 가슴지느러미는 부채모양으로 발달하였고, 항문장은 전장의 45.7-49.1% (평균 47.8%)로 부화직후 자어와 비슷한 위치였다. 근절은 $10+15-16=25$ -26개였다 (Fig. 5B).

(2) 후기자어

부화 후 4-5일째의 후기자어는 전장 3.81-4.07 mm (평균 3.96 mm, n=10)로 난황이 완전히 흡수되어 후기자어기로 이행하면서 항문의 위치가 약간 앞쪽으로 이동하였고, 부레는 3-6번째 근절 아래쪽과 소화관의 위쪽에 타원형으로 발달하였으며, 소화관은 더욱 발달하여 rotifer를 활발하게 섭어하였다. 흑색소포는 눈에 완전하게 착색되었으며, 항문위쪽과 근절 8-10번째 아래쪽에 더욱 길게 나뭇가지모양으로 발달하였고, 꼬리 부분의 근절 17-24번째 아래위로 나뭇가지 모양의 띠를 형성하고 있었다 (Fig. 5C).

부화 후 10일째의 후기자어는 전장 5.12-5.24 mm (평균 5.15 mm, n=10)로 착색발단이 굵어지기 시작하였고, 등지느러미와 뒷지느러미가 생길 부분이 융기되기 시작하여 6개의 줄기가 형성 되었으며, 꼬리지느러미에는 $4+4=8$ 개의 줄기가 형성되기 시작하였다. 어체의 머리부분이 발달하면서 섭이 활동이 활발해졌고, 상은 더욱 활발한 연동운동을 하였다. 흑색소포는 소화관 위쪽과 근절 12-17번째 아래부분에 4개로 증가하였으며, 근절 19-24번째 아래와 윗부분에서는 띠모양으로 발달하였다 (Fig. 5D).

부화 후 14일째 후기자어는 전장이 6.17-6.31 mm (평균 6.21 mm, n=10)로 착색발단이 45° 정도로 굽어져 있었고, 제1등지느러미가 융기하기 시작하였으며, 가슴지느러미에

는 6-7개의 줄기, 등지느러미에는 10개의 줄기 및 뒷지느러미는 9개의 줄기가 형성되었다. 꼬리지느러미에도 $6+6=12$ 개의 상하 양엽의 각 줄기에 2-4개의 마디가 형성되었으며, 막상의 배지느러미가 가슴지느러미 아래쪽의 배부분에서 처음으로 분화되었다. 흑색소포는 배지느러미 위쪽과 부레의 아래쪽에 새로이 출현하였고, 부레는 더욱 넓은 타원형으로 발달하였다 (Fig. 5E).

부화 후 19일째 후기자어는 전장이 7.24-7.49 mm (평균 7.37 mm, n=10)로 제1등지느러미와 제 2등지느러미가 분리되기 시작하였고, 제1등지느러미에 4개의 가시, 제2등지느러미에 1개의 가시와 9-10개의 줄기가 형성되었다. 가슴지느러미에는 12개의 줄기가, 배지느러미는 최초로 3-4개의 줄기가 형성되었고, 뒷지느러미에는 1개의 가시와 9개의 줄기가 형성되어 정수에 달하였으며, 꼬리지느러미에는 $7+6=13$ 개의 각 줄기에 6-7개의 마디가 형성되었다. 흑색소포는 머리부분의 주둥이 윗 부분, 아가미 뚜껑부분, 항문 주변 및 꼬리자루부분에서 증가하였으며, 제2등지느러미 뒤쪽의 나뭇가지 모양의 것은 소실되었다 (Fig. 5F).

(3) 치어기

부화 후 24일째 치어기는 전장이 8.69-9.10 mm (평균 8.87 mm, n=10)로 머리부분이 현저하게 발달하였고, 흑색소포는 눈 주위와 아가미뚜껑부분에서 증가하였으며, 소화관 윗부분과 뒷지느러미 위쪽으로 12-13개의 나뭇가지 모양으로 새로이 출현하였다. 각 지느러미의 줄기가 정수 (D.VI- I, 9-10; A. I, 9; P. 17; V. I, 5; C. $9+8=17$ 개)에 달하였으며, 이 시기부터 부유생활에서 저서생활로 이행하였다 (Fig. 5, G).

부화 후 32일째 개체는 전장이 11.43-12.69 mm (평균 11.72 mm, n=10)로 배지느러미는 좌우로 완전한 흡반을 이루고 있었고, 비늘이 꼬리자루부분에서 배쪽방향으로 형성되기 시작하였다. 체측의 반문은 성어와 유사하여 아가미 뚜껑에서 꼬리지느러미까지 4줄의 흑색의 세로띠와 등지느러미에도 흑색의 반점이 세로띠를 이루고 있었고, 꼬리지느러미에는 5줄의 흑색 가로띠가 형성되었다 (Fig. 5, H).

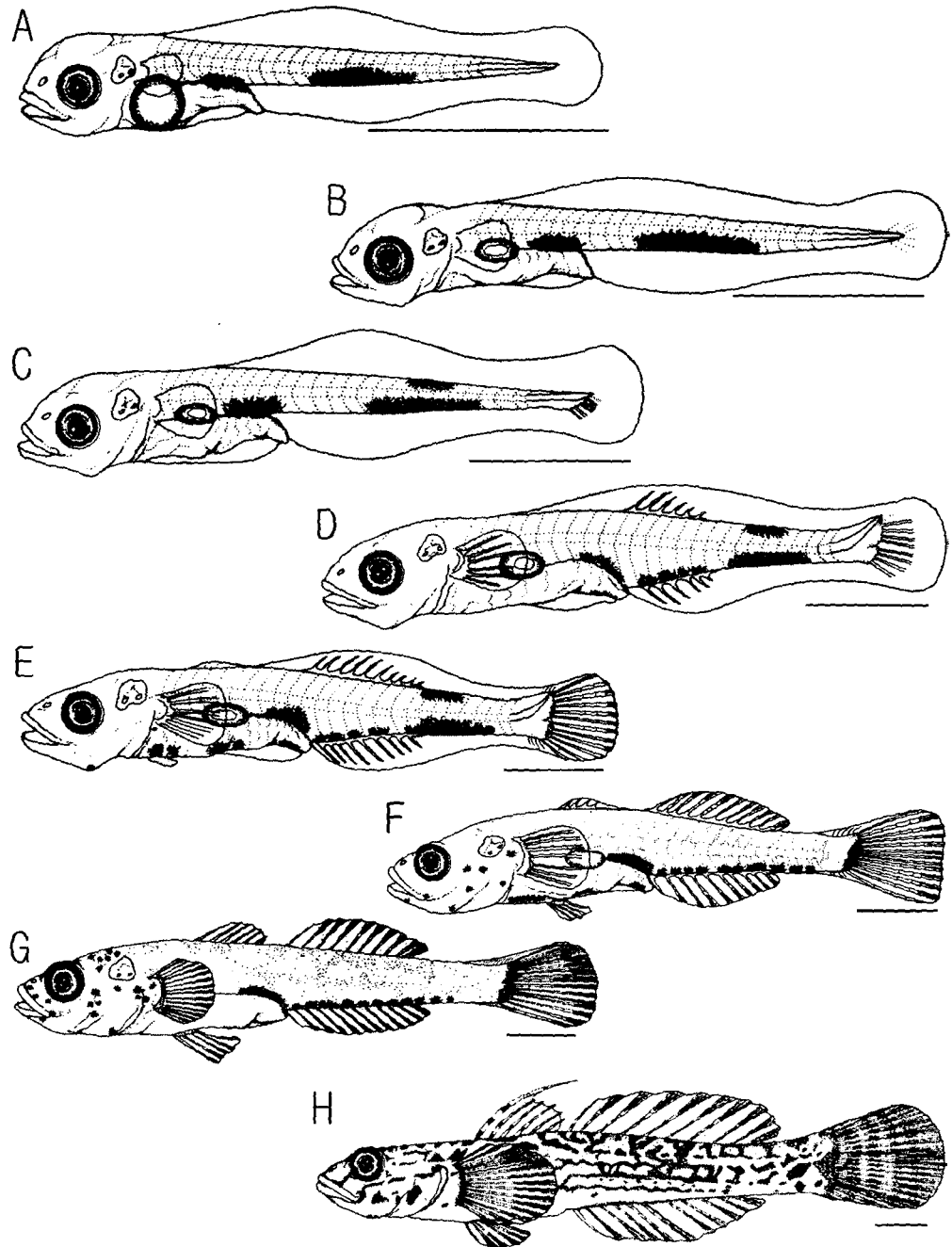


Fig. 5. The larva and juvenile stages of *Favonigobius gymnauchen* reared in the laboratory. A: Newly hatched prelarva, 2.37 mm in total length (TL); B: 3.34 mm in TL prelarva, 2 days after hatching; C: 3.96 mm in TL postlarva, 4-5 days after hatching; D: 5.15 mm in TL postlarva, 10 days after hatching. E: 6.21 mm in TL postlarva, 14 days after hatching; F: 7.37 mm in TL postlarva, 19 days after hatching; G: 8.87 mm in TL juvenile, 24 days after hatching; H: 11.72 mm in TL juvenile, 32 days after hatching. Scale bars=1.0 mm.

고 찰

날개망둑의 산란습성을 보면, 간조시에 물이 피어 있는 조수웅덩이의 10-20 cm 정도의 깊이에 있는 작은 돌 (직경

30-40 cm)의 아래면에 난을 부착하여 수컷이 보호하는 점에서 밀어 (Han et al., 1998)와 일본산 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978), 두줄망둑 (Kim and Han, 1990), 미끈망둑

(Kim et al., 1992) 및 모치망둑 *Mugilogobius abei* (Kim and Han, 1991)과 비슷한 산란습성을 보였으며, 날망둑 (Dotu, 1954)과 문절망둑 (Dotu and Mito, 1955)처럼 주인없는 구멍이나 2개의 구멍에 Y자형의 산란소를 만들어 산란하는 종과는 차이를 보였다. 이러한 차이는 같은 망둑어과 어류가 속간, 종간에도 산란습성이 다를 수 있음을 보여주며 특히, 이러한 차이는 서식장소와도 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

해산 경골어류의 난은 모양이 다양하며, 종에 따라 많은 수의 난을 낳는 어류가 있다 (Tanaka, 1972). 특히, 망둑어과 어류의 난은 수정이 되면 난막이 부풀어 특이한 모양을 나타내는데, 구형의 미수정난과는 확실한 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

날개망둑의 미수정난은 0.49-0.53 mm로 거의 구형이고, 수정난은 다른 망둑어과 어류의 난과 같이 부착사를 지닌 타원형의 분리부착란으로 난경은 1.50×0.57 mm로 밀어 (Han et al., 1998)의 1.28-1.56×0.62-0.67 mm 와 문절망둑 (Dotu and Mito, 1955)의 5.00-5.80×0.96 mm, 날망둑 (Dotu, 1954)의 4.10×1.30 mm 및 살망둑 (Dotsu, 1984)의 3.00-3.40×1.10-1.20 mm 보다는 작은 편이었고, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의 0.93-0.96×0.43-0.45 mm 보다는 크고, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의 1.40-1.58×0.50-0.66 mm와 흰동갈망둑, *Zonogobius boreus* (Shiogaki and Dotsu,

1974b)의 1.20-1.45×0.51×0.55 mm와는 비슷한 경향을 보였다 (Table 1).

날개망둑은 상실기에서 부화까지 소요된 시간은 수온 22.8-28.5°C에서 상실기 후 48시간 50분이었는데, 밀어 (Han et al., 1998)는 수온 16.0-18.0°C (평균 17.0°C)에서 수정 후 138시간, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)의 22.0-23.2°C에서 93시간 20분과 꼬마망둑, *Luciogobius koma* (Shiogaki and Dotsu, 1974a)은 18.5-20.5°C에서 115시간 30분이었다. 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)은 22.2°C에서 137시간, 흰동갈망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974b)은 21-23°C에서 110시간, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)은 평균수온 25.0°C에서 88시간이 부화에 소요되었다. 이와같이 망둑어과 어류들의 부화까지 소요되는 시간은 수온의 차이 때문에 정확하게 비교할 수는 없지만, 수온과 밀접한 관계가 있는 것으로 추정된다. 또 침성란은 부성란에 비하여, 부화에 소요되는 시간이 길며, 망둑어과 어류와 같이 부착사에 의해 부착하는 난들은 눈과 막지느러미를 비롯한 기관형성이 난막 속에서 진행된 상태로 부화하는 경향을 보였다 (Table 1).

난발생 중 색소포의 출현시기에 있어서 날개망둑은 22.8-28.5°C에서 상실기 후 16시간 50분에 체측의 아래부분에 흑색소포가 출현하였는데, 밀어 (Han et al., 1998)는 평균수온 17.0°C에서 수정 후 23시간에 Kupffer's포가 분화하

Table 1. Comparison of egg and larval characters in Gobiidae

Species	Fertilized egg size (mm)	Time for hatching from morula stage (WT*)	TL** of prelarva (mm)	Number of myotomes	TL of postlarva (mm)	TL of juvenile (mm)	References
<i>Favonigobius gymanauchen</i>	1.50×0.57	48 hrs 50 mins (22.8-28.5°C)	2.31-2.54 (n***=10, 2.36)	10+15-16 =25-26	3.96	12.47	The present study
<i>Rhinogobius brunneus</i>	1.48×0.65	138 hrs (16.0- 18.5°C)	3.10-3.30 (n=5, 3.32)	25-27	-	-	Han et al. (1998) Sakai and Yasuda (1978)
<i>Chaenogobius laevis</i>	3.40-4.40 ×0.50-0.78	108 hrs 70 mins (13.0- 24.6°C)	3.90-4.20 (4.05)	32-34	5.70	11.20	Kim and Han (1989)
<i>Mugilogobius abei</i>	0.98×0.45	99 hrs (18.0-24.0°C)	2.04-2.10	24-25	2.85	18.20	Kim and Han (1991)
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	1.40-1.58 ×0.50-0.66	116 hrs 70 mins (18.3-21.7°C)	2.96 (n=1)	27-28	3.85-4.25	15.85-16.95	Kim and Han (1990)
<i>Luciogobius guttatus</i>	2.71-2.80 ×0.65-0.74	-	3.85-4.00 (n=5, 3.90)	35-36	5.08-5.20	12.80-14.00	Kim et al. (1992)
<i>Zonogobius boreus</i>	1.20-1.45 ×0.51-0.55	110 hrs (21.0-23.0°C)	2.07-2.52	10+16=26	2.45	7.00	Shiogaki and Dotsu (1974b)

*WT: Water Temperature, **TL: Total Length, ***n: Number of individual

면서 난황 위에 황색소포가, 30시간 후에는 배체 위에 흑색소포가 출현하였고, 미끈망둑 (Kim et al., 1992)은 22.7°C에서 배체형성 16시간 후에 난황 표면에 7개의 흑색소포가 형성되는 점에서 종간에 차이가 있었다.

또한, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)은 22.7°C에서 수정 후 22시간 후 Kupffer's포가 생기면서 난황 위에 황색소포가 형성되었고, 수정 후 42시간에 눈에 렌즈가 형성되면서 배체 위에 흑색소포가 나타났으며, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)은 25°C에서 수정 후 17시간에 Kupffer's포가 생기고, 45시간 후에는 배체의 배부분에 흑색소포가 나타나는 점으로 미루어 보아 수온과 염분에 따라 색소포의 출현시기에 많은 차이를 보였다.

부화직후 자어의 전장을 비교해 보면, 날개망둑이 2.31-2.54 mm (평균 2.36 mm)로 밀어 (Han et al., 1998)의 3.10-3.30 mm, 미끈망둑 (Kim et al., 1992)의 3.85-4.00 mm, 꼬마망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974a)의 3.55-3.90 mm, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)의 3.90-4.20 mm, 문질망둑 (Dotu and Mito, 1955)의 4.60-5.00 mm, 살망둑 (Dotsu, 1984)의 4.60 mm, 날망둑 (Dotu, 1954)의 7.80 mm, 말뚝망둑어, *Periophthalmus cantonensis* (Kobayashi et al., 1972)의 2.82-2.85 mm, 두줄망둑(Kim and Han, 1990)의 2.88-3.14 mm와 비교해 보면 작은 편이었고, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의 2.04-2.10 mm에 비교해 보면 큰 편이었으며, 흰동갈망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974b)의 2.07-2.52 mm와는 비슷한 경향을 보였다 (Table 1).

날개망둑의 부화자어의 근절은 25-26개로 밀어 (Han et al., 1998)와 비슷하였으며, 미끈망둑 (Kim et al., 1992)의 35-36개, 꼬마망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974a)의 31-32개, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)의 32-33개, 살망둑(Dotsu, 1984)의 37개, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의 27-28개보다 다소 적었고, 말뚝망둑어 (Kobayashi et al., 1972)의 24개, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의 24-25개, 흰동갈망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974b)의 26개와는 비슷한 경향을 보였다. 이와 같이 망둑어과 어류의 부화자어 근절수는 종간에 뚜렷한 차이를 보여 자치어기의 분류형질로 활용가치가 높은 것으로 생각된다 (Table 1).

날개망둑 자어의 흑색소포는 부레 위와 항문 주변, 꼬리 중앙부분의 체측 아래부분에 나뭇가지모양으로 산재되어 있는 점에서는 두줄망둑(Kim and Han, 1990)과 비슷하였으며, 모치망둑 (Kim and Han, 1991) 자어에 있어서는 흑색소포가 하나의 커다란 나뭇가지 모양으로 꼬리부분의 등쪽 중앙과 배쪽 중앙에 형성되어 있는 점, 꼬마망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974a)은 항문 뒤쪽부분에 밀집되어 나타나는 점에서 날개망둑과 차이가 있었다.

날개망둑 치어의 흑색소포의 분포상태는 아가미뚜껑에서 꼬리지느러미까지 4줄의 세로띠를 형성하고 있었는데, 날망둑 (Dotu, 1954)은 자어기 때는 꼬리부분 중앙의 등,

배 양쪽에, 치어기에는 체측 중앙부에 세로로 분포하다가 성장함에 따라서 독특한 반문이 불규칙하게 형성되어 종간 차이를 보였다. 또, 살망둑 (Dotsu, 1984)은 몸 전체에 흑색소포의 출현이 적었으며, 꼬리부분의 배쪽을 따라서 일렬을 이루었고, 꼬마망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974a) 치어는 5개의 흑색소포가 몸 등쪽에 하나의 세로띠가 있는 점이 날개망둑의 흑색소포 출현 양상과 차이가 있었다.

그러나, 일반적으로 자치어를 접하였을 때는 분류에 어려움이 많기 때문에 앞으로 망둑어과 어류의 흑색소포 분포상태, 근절의 수, 지느러미 줄기수 등의 계수형질을 비교, 고찰할 필요성이 있다고 생각된다.

저서생활로 이행하는 시기는 날개망둑은 부화 후 23-25일째 (평균전장 12.47 mm)로 나타났으며, 꼬마망둑 (Shiogaki and Dotsu, 1974a)은 부화 후 23일째 (평균전장: 13.40 mm)로 비슷한 경향을 보였고, 미끈날망둑(Kim and Han, 1989)의 부화 후 48-50일째 (평균전장: 13.40 mm)보다는 빠른 것으로 나타났다.

망둑어과 어류는 형태가 매우 다양하면서, 변이가 많아 분류학적으로 많은 논란이 되고 있기 때문에 종 동정의 목적을 위해서는 성어에 대한 외부형태의 관찰과 더불어 골격, 초기발생과정 및 자치어의 형태에 대한 비교 검토가 체계적으로 이루어져야 한다고 생각된다.

감사의 글

이 연구를 위하여 제주도에서 채집에 같이 참여하여 주셨던 부경대학교 해양생물학과 강충배박사님과 자치어 사육에 도움을 준 여수대학교 자원생물실험실 유동재, 백승록, 김광수 및 실험실학생 여러분께 감사드립니다.

참고 문헌

- Chyung, M.K. 1986. The Fishes of Korea. Iljisa Publishing Co. Seoul, 727 pp. (in Korean)
- Dotu, Y. 1954. On the life history of a goby, *Chaenogobius castanea*. Jap. J. Ichthyol., 3 (3, 4, 5), 133-138. (in Japanese)
- Dotsu, Y. 1984. The biology and induced spawning of the gobiid fish, *Chaenogobius heptacanthus*. Bull. Fish. Inst. Nagasaki Univ., 55, 9-18. (in Japanese)
- Dotu, Y. and S. Mito. 1955. On the breeding-habits, larvae and young of a goby, *Acanthogobius flavimanus* (Temminck et Schlegel). Jap. Ichthyol., 4 (4, 5, 6), 153-161. (in Japanese)
- Han, K.H., Kim Y.U. and K.J. Choe. 1998. Spawning behavior and development of eggs and larvae of the Korean freshwater goby, *Rhinogobius brunneus* (Gobiidae: Perciformes). Bull. Kor. Fish. Soc., 31(1), 114-120. (in Korean)
- Hidaka, T. and S. Takahashi. 1987. Effects of temperature and day length on gonadal development of the goby, *Rhinogobius brunneus* (Orange type). Jap. J. Ichthyol.,

- 34(3), 361-367.
- Kim, Y.U. 1975. On the morphology of larval and young stages of *Chasmichthys dolichognathus*. Bull. Kor. Fish. Soc., 8(4), 225-233. (in Korean)
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1989. Early life history of the manine animals. 1. Egg development larvae and juveniles of *Chanogobius laevis* (Steindachner). Bull. Kor. Fish. Soc., 22(5), 317-331. (in Korean)
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1990. Early life history and spawning behavior of the gobiid fish, *Tridentiger trionocephalus* (Gill) reared in the laboratory. Kor. J. Ichthyol., 3(1), 1-10. (in Korean)
- Kim, Y.U. and K.H. Han. 1991. Early life history and spawning behavior of the gobiid fish, *Mugilogobius abei* (Jordan et Snyder) reared in the laboratory. Kor. J. Ichthyol., 2(1), 53-62. (in Korean)
- Kim, Y.U., K.H. Han, C.B. Kang and J.W. Ryu. 1992. Early life history and spawning behavior of the gobiid fish, *Luciogobius guttatus* Gill. Kor. J. Ichthyol., 4(1), 1-13. (in Korean)
- Kobayashi, T., Y. Dotsu and N. Miura. 1972. Egg development and rearing experiments of the larvae of the mud skipper, *Periophthalmus cantonensis*. Bull. Fish. Inst. Nagasaki Univ., 33, 49-62. (in Japanese)
- Okiyama, M. 1979. Manuals for the larval fish taxonomy (2), General aspects of larval characters that aid identification. Aquabiology, 2, 53-59. (in Japanese)
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, Inc., London, 524 pp.
- Sakai, H. and F. Yasuda. 1978. Development of eggs and larvae of the freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*. Jap. J. Ichthyol., 25(2), 92-100.
- Shiogaki, M. and Y. Dotsu. 1974a. The life history of the gobiid fish, Inu koma. Bull. Fish. Inst. Nagasaki Univ., 38, 57-64. (in Japanese)
- Shiogaki, M. and Y. Dotsu. 1974b. The life history of the gobiid fish, *Zonogobius boreus*. Rep. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 37, 1-8. (in Japanese)
- Springer, V.G. 1982. Pacific plate biogeography, with special reference to shore fishes. Smithson. Contr. Zool., 367, 1-182.
- Tanaka, M. 1972. Studies on the structure and function of the digestive system in teleost larvae-IV. Changes in the anteromedian part of the intestine after feeding. Japan. J. Ichthyol., 19(1), 15-25. (in Japanese)

2002년 10월 11일 접수
2003년 4월 4일 수리