

# 한국산 밀어 (*Rhinogobius brunneus*)의 산란습성, 卵發生 및 仔魚의 형태발달

韓景鎬 · 金容億\* · 崔圭禎

麗水水産大學校 養殖學科, \*釜慶大學校 海洋生物學科

## Spawning Behavior and Development of Eggs and Larvae of the Korea Freshwater Goby, *Rhinogobius brunneus* (Gobiidae: Perciformes)

Kyeong-Ho HAN, Yong Uk KIM\* and Kyu-Jung CHOE

Department of Aquaculture, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

\* Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

The spawning behavior, development of eggs and larvae of the Korea freshwater goby, *Rhinogobius brunneus* (Temminck et Schlegel) were studied. The eggs were spawned as a one-layer mass, hanging from the underside of a small pebble, and guarded by one male. The eggs were elliptic, about 1.48 mm in length and 0.65 mm in breadth, with a round top and a somewhat flat base with glutinous fibers. Hatching in the indoor tank with 17.0°C in mean water temperature started from the 146 hours after fertilization. In the late developing stages, the embryo moved and freely changed its head to face the free tip of the chorion (normal egg) or to the basal end with a bundle of adhesive filaments (agrippa egg). Newly-hatched larvae were 3.10~3.30 mm in total length (mean: 3.22 mm), and mouth and anus were not yet open. Melanophores were present on the air-bladder, around the anus, and on the ventral part of the caudal region. The larva 3~4 days old transformed to postlarval stage, and they were 3.30~3.85 mm in total length (mean: 3.60 mm). As yolk sac and oil globules were nearly absorbed, mouth and anus were open, and they fed rotifers actively. In 20~22 days after hatching, the larvae grew to 5.85 mm in TL, and the caudal notochord flex at 45°.

Key words : *Rhinogobius brunneus*, spawning behavior, development of eggs and larvae

### 서 론

### 재료 및 방법

밀어, *Rhinogobius brunneus* (Temminck et Schlegel)는 농어목(Perciformes), 망둑어과(Gobiidae), 밀망둑屬에 속하는 어류로 우리나라의 모든 담수역과 일본, 중국 및 대만에도 분포한다(Chyung, 1986; Kim et al., 1986).

일본에서 밀어에 관한 연구로는 卵과 仔魚의 발달(Sakai and Yasuda, 1978),琵琶湖産 밀어(오렌지型)의 성숙에 미치는 수온과 일장의 영향(Hidaka and Takahashi, 1987) 및 서일본 하천에 서식하는 밀어 8型的 유전적 분화(Masuda et al., 1989)가 있으나, 국내에서는 밀어의 초기 생활사에 관한 연구가 없는 실정이다.

이 種은 국내에서는 산업적으로 중요한 種은 아니지만, 하천의 오염으로 인하여 그 數가 점차 감소되고 있으며, 일본에서는 지역에 따라 색채 변이가 심하여 많은 실험 자료로 이용되고 있다(Sakai and Yasuda, 1978).

그러므로 이 연구에서는 밀어의 산란습성 및 난발생 과정, 성장에 따른 仔魚의 형태발달에 대하여 관찰하였기에 보고한다.

1995년 1월 15일에 낙동강 지류인 경상남도 김해군 상동면 매리에 위치한 하천에서 끝망과 쪽대를 사용하여 밀어 어미 35개체를 채집하여 모래와 자갈로 저면 여과 장치가 된 사육수조에서 양어용 배합사료를 먹이로 주면서 사육하던 중 2월 12일부터 5월까지 6차례에 걸쳐 산란행동을 하여 자연산란하는 것을 관찰하였고, 산란한 알을 채취하여 난발생 과정을 관찰하였으며, 부화한 仔魚를 실내 사육하면서 成長에 따른 仔魚의 형태발달을 관찰하였다.

사육중 수온 범위는 16.0~18.5°C (평균 17.6°C)였으며, 사육용수는 매일 1/2씩 환수하였으며, 仔魚의 사육 중 먹이는 *Chlorella* sp. 와 rotifer (*Brachionus plicatilis*)를 공급하면서 사육, 관찰하였다.

성장에 따른 체형의 변화는 全長에 대한 肛門前長, 頭長, 眼徑, 體高의 관계를 Huxley (1932)의 상대성장식,  $Y = aX + b$ 로 비교 검토하여 T검정을 실시하였다.

발생중인 알은 매시간 입체해부현미경을 사용하여 관찰하였고, 仔魚는 얼음과 MS-222 Sandoz (Tricaine me-

thane sulfonate)로 마취시켜 몸의 각 부위를 만능투영기를 사용하여 측정, 관찰하였으며, 각 부위는 0.01 mm까지 측정하였다.

## 결 과

밀어 어미의 산란습성, 자연산란에 의한 난발생 과정 및 성장에 따른 仔魚의 형태발달은 다음과 같다.

### 1. 어미의 산란습성 및 산란기

자연에서 채포후 실험실에서 사육한지 20일째부터 성숙한 수컷들이 인위적으로 넣어준 작은 돌 (직경 60~70 mm) 아래를 직경 45~52 mm, 깊이 13~16 mm 정도로 등글게 파헤치기 시작하였으며, 이곳에 자리잡은 수컷들은 다른 수컷이 접근하지 못하도록 심한 텃세행동을 하였다. 또한 산란을 유도하기 위하여 다른 수조에는 PVC 파이프 (직경 12 mm와 16 mm)를 넣어 주었는데 이곳 역시 성숙한 수컷들이 파이프 안에 들어가 자리 잡기 시작하면서 역시 심한 텃세행동을 하였다. 산란기의 수컷은 주둥이와 아가미뚜껑 부분이 불룩하게 다소 커지는 변화가 있었으나, 암컷은 변화가 없었다.

작은 돌 아래와 PVC 파이프 안에 있는 수컷들은 다른 수컷이 접근하면 텃세행동을 취하지만, 암컷들이 접근하면 주위를 맴돌면서 구애행동을 시작하였고, 암컷 역시 수컷이 만들어 놓은 産卵床 주위를 드나들거나 맴돌면서 수컷에게 접근하였다.

수컷에 의하여 유도된 암컷은 작은 돌 아래면과 PVC 파이프 내벽의 産卵床에 산란을 하게되고, 산란직후 수컷은 꼬리부분을 좌우로 흔들면서 방정을 하였다. 산란된 알은 돌 아래면과 파이프 내벽 중앙에 거의 원형의 한층으로 조밀하게 부착되어 있었다.

한편, 산란을 마친 암컷은 자유로이 유영을 하면서 먹이를 찾아 産卵床을 떠나지만, 방정을 마친 수컷은 알이 부화할 때까지 다른 어류들이 접근하지 못하도록 심하게 텃세행동을 하였고, 가슴지느러미와 꼬리지느러미를 이용하여 水流을 일으켜 물을 계속 換水시키면서 거의 굶은 상태로 알이 부화할 때까지 계속 알을 보호하였다.

자연산란은 실험실 내에서 2월 중순 (평균 수온 16.5°C)부터 5월 (평균 수온 20.4°C)까지 계속 되었다.

### 2. 成熟卵 및 受精卵

밀어의 성숙된 알은 卵徑이 0.60~0.72 mm (평균 0.64 mm, n=30)로 거의 구형에 가깝고, 무색투명한 다수의 小油球가 있었으며, 부착사에 의해 부착하는 알이었다.

수정된 알의 난막은 난황과 분리되어 타원형으로 부풀어 커지면서 長徑이 1.28~1.56 mm (평균 1.48 mm, n=30), 短徑이 0.62~0.67 mm (평균 0.65 mm, n=30)로 난막의 基部 (동물극쪽)에는 많은 부착사를 가지고 있어 부착물에 부착할 수 있었다 (Fig. 1, 2).

### 3. 卵發生過程

사육수온 16.5°C에서 수정된 알은 약 30분 후에 동물극쪽에 배반이 隆起하기 시작하여 수정후 50~60분에 배반이 형성되었으며 (Fig. 1, A), 수정후 2시간에는 2세포기에 달하였고 (Fig. 1, B), 3시간~3시간 30분에 4세포기 (Fig. 1, C), 4시간 10분에 8세포기 (Fig. 1, D), 5시간에 16세포기 (Fig. 1, E), 6시간에는 32세포기 (Fig. 1, F)가 되었다.

수정후 6시간 30분에 64세포기가 되며, 이어 발생이 계속 진행되어 7시간 40분~8시간에 상실기 (Fig. 1, G), 12시간에 포배기 (Fig. 1, H), 14시간 40분에는 포배가 난황의 2/3를 덮어 내려와 胚環이 형성되었고 (Fig. 1, I), 16시간에는 원구폐쇄 직전에 이르게 되어 胚楯은 난황둘레의 2/3 정도를 자라 올라가게 된다 (Fig. 1, J).

수정후 18시간에 원구가 폐쇄되어 배체가 형성되기 시작하였으며 (Fig. 1, K), 21시간에는 배체의 머리부분이 발달하였다 (Fig. 1, L). 수정후 23시간에 배체에 眼胞가 형성되기 시작하였고, 몸쪽에 3개의 筋節과 꼬리쪽에 Kupffer氏胞가 생기며, 난황 위에는 흑색소포가 출현하였다 (Fig. 1, M).

수정후 25시간에는 심장과 눈에 렌즈가 분화하기 시작하였고, 7~8개의 筋節이 형성되어 있었으며, 油球의 수는 5~6개로 줄어들었다. 이시기에는 胚體의 머리부분이 부착사 쪽을 향하는 逆子型의 卵이 나타나는 경우도 있었다 (Fig. 1, N).

수정후 32시간에는 난황위의 흑색소포가 증가하였고, 筋節은 15~16개로 증가하였다 (Fig. 1, O).

수정후 37시간에는 耳胞와 콧구멍이 분화하기 시작하고 심장박동이 시작되었으며, 胚體의 몸에 흑색소포가 출현하였고, 꼬리부분이 난황과 분리되면서 막지느러미가 분화하였다 (Fig. 1, P).

수정후 44시간에 눈에 색소포가 착색되기 시작하였으며, 꼬리는 더욱 길어졌고, 油球는 1~2개로 커졌다. 胚體는 움직이기 시작하였으며, 난황위에 혈액이 흐르기 시작하였고, 筋節은 20~21개로 증가하였다 (Fig. 1, Q).

수정후 72시간에는 가슴지느러미와 부레가 분화하기 시작하였으며, 油球는 1개로 되며 胚體와 난황위의 흑색소포는 증가하였다. 이 시기에 심장박동수는 1분에 103~

107회였으며, 筋節은 22~23개였다 (Fig. 1, R).

수정후 126시간에는 항문 위에 흑색소포가 형성되었고, 筋節이 23~25개로 증가하였으며, 부레는 크게 분화하였다 (Fig. 1, S).

수정후 145시간에 머리 윗부분에서 과립상의 부화효소가 분비되기 시작하여 부화직전에 이르고, 사육수는 16.0~18.0°C (평균 17.0°C)에서 146시간 30분만에 머리 부분이 난막의 선단부를 향하여 부화하였다 (Fig. 1, T).

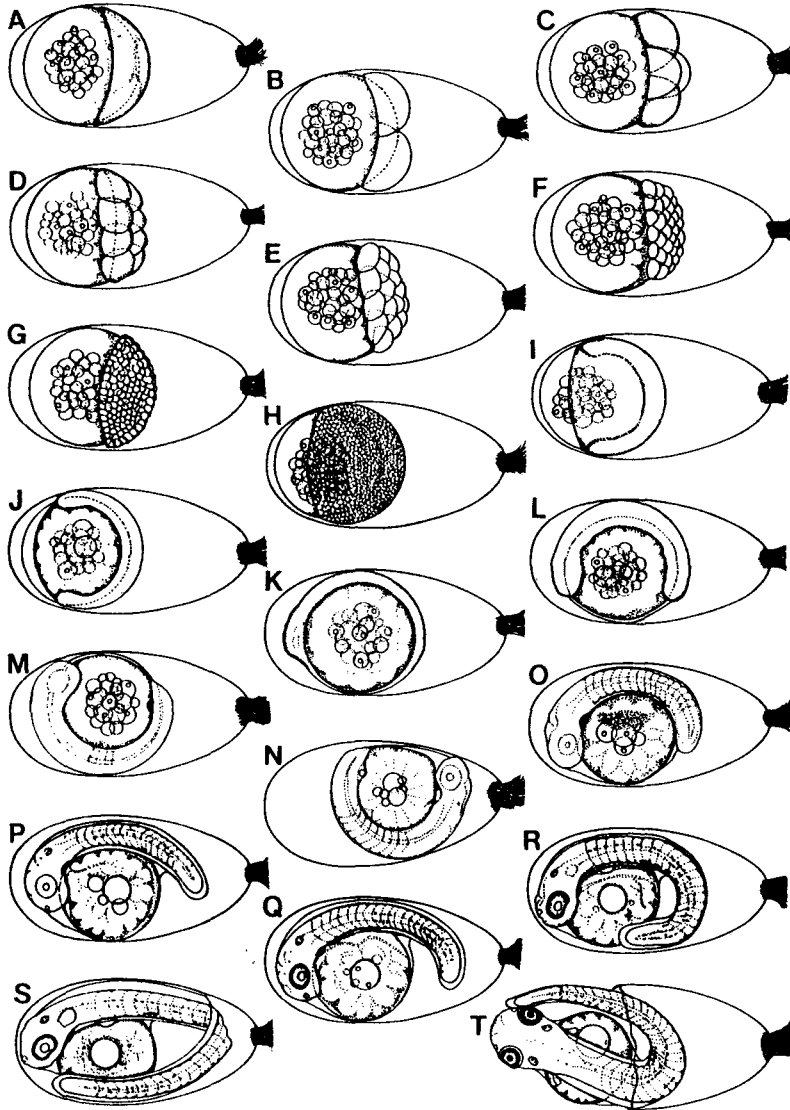


Fig. 1. Egg development of *Rhinogobius brunneus* reared in the laboratory.

A. Blastodisc formation, 50~60 mins. after fertilization; B. 2 cells stage, 2 hrs.; C. 4 cells stage, 3 hrs. 30 mins.; D. 8 cells stage, 4 hrs. 10 mins.; E. 16 cells stage, 5 hrs.; F. 32 cells stage, 6 hrs.; G. Morula stage, 8 hrs.; H. Blastula stage, 12 hrs.; I. Gastrula stage, 14 hrs. 40 mins.; J. Closure of blastopore, 16 hrs.; K. Embryo formation, 18 hrs.; L. Head of embryo developing, 21 hrs.; M. 3 myotomes stage, appearance of Kupffer's vesicles, 23 hrs.; N. Formation of eye lens and heart, 25 hrs. (agrippa egg); O. Melanophores appeared on the embryo, 32 hrs.; P. Formation of auditory vesicles and nostrils, 37 hrs.; Q. Appearance of melanophores in the eye, 44 hrs.; R. Appearance of the pectoral fin and air-bladder, 72 hrs.; S. 23~25 myotomes stage, 126 hrs.; T. Embryo just before hatching, 146 hrs.

4. 正常卵과 逆子卵

밀어의 알이 발생후기에 배체의 머리 부분이 난황의 선단부를 향하는 正常卵 (Fig. 2, A, C, D)과 반대로 난막의基部, 즉 부착사쪽을 향하는 逆子卵이 출현하였다 (Fig. 2, B). 逆子卵의 출현율은 125 : 30으로 약 24.0%에 이르렀는데 이들 逆子卵도 부화할 때는 정상적으로 부화하였다.

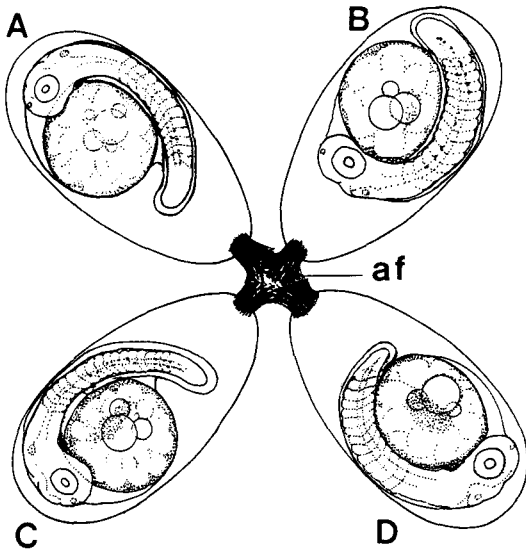


Fig. 2. Normal and agrippa eggs of the Korea freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*. A, C, D: normal eggs; B: agrippa egg; af: bundle of adhesive filaments.

5. 仔魚의 형태발달

孵化直後の 仔魚는 全長 3.10~3.30 mm (평균 3.22 mm, n=5)로 입과 항문이 열려있지 않았고, 흑색소포는 난황과 부레 위, 항문 주변, 꼬리 중앙부분의 배쪽에 산재되어 있었다. 모든 지느러미는 막상이며, 肛門前長은 全長の 34.8~43.8% (평균 38.5%)로 항문이 몸의 중앙 보다 앞쪽에 위치하고, 筋節은 9~10+16~17=25~27개였다 (Fig. 3, A).

孵化後 3~4일째의 仔魚는 全長 3.30~3.85 mm (평균 3.60 mm, n=5)로 난황은 거의 흡수되어 입과 항문이 열리고, 소화관이 발달하여 초기사료인 *Chlorella* sp.와 rotifer를 먹기 시작하였다. 흑색소포는 배쪽 기저부에서 점모양으로 증가하였고, 油球는 소화관과 연결되어 흡수되기 시작하였으며, 그 주위에 별모양의 색소포가 출현한다. 막상의 가슴지느러미는 부채모양으로 발달하였으며, 부레가 커지고, 肛門前長은 全長の 40.5~47.5% (평균 45.3%)로 부화직후 仔魚 보다 항문의 위치가 몸의 중앙

쪽에 가까워졌다 (Fig. 3, B).

孵化後 6~7일째의 後期仔魚는 全長이 3.70~4.13 mm (평균 3.90 mm, n=5)로 머리는 커지고, 난황과 油球는 완전하게 흡수된다. 흑색소포는 꼬리부분의 등쪽과 배쪽에서 증가하였고, 복강 위에는 별모양으로 분포하였다. 막상의 뒷지느러미가 융기하였고, 가슴지느러미는 더욱 넓게 발달하였으며, 肛門前長은 全長の 43.5~47.9% (평균 45.8%)로 항문의 위치는 전자와 변화가 없었다 (Fig. 3, C).

孵化後 10일째 개체는 全長 4.12~4.67 mm (평균 4.45 mm, n=5)로 모든 지느러미는 아직 막상이었고, 부레가 더욱 분화하여 발달하였다. 난황과 부레 위의 흑색소포는 증가하였고, 肛門前長은 全長の 46.5~48.8% (평균 47.7%)로 항문의 위치는 몸의 중앙쪽에 더욱 가까워진다 (Fig. 3, D).

孵化後 14~15일째 개체는 全長 4.49~5.13 mm (평균 4.85 mm, n=5)로 척색말단이 위로 굽어지기 시작하였으며, 항문의 위치는 전자와 변함없이 거의 일정해 지고, 꼬리지느러미에 3~4개의 줄기가 처음으로 분화하기 시작하였다 (Fig. 3, E).

孵化後 17~18일째 개체는 全長 5.18~5.50 mm (평균 5.23 mm, n=5)로 머리부분이 더욱 발달하며, 제2 등지느러미와 뒷지느러미가 융기하여 각각 5~7개의 줄기가 형성되어 있었고, 꼬리지느러미에도 7개의 줄기가 형성되어 있었다. 흑색소포는 꼬리지느러미 위에 새로이 출현하였으며, 꼬리 중앙부분의 등쪽과 배쪽에서는 증가하였다 (Fig. 3, F).

孵化後 20~22일째 개체는 全長이 5.62~6.16 mm (평균 5.85 mm, n=5)로 척색말단이 45° 정도로 굽어져 있었으며, 제2 등지느러미와 뒷지느러미에 각각 9~10개의 줄기가 형성되어 정수에 달하였고, 꼬리지느러미 줄기도 6+5개로 주줄기가 완성되었다. 막상의 배지느러미가 가슴지느러미 아래쪽의 복부에서 처음으로 분화하기 시작하였으며, 흑색소포는 눈 아래쪽과 아가미 뚜껑부분에서 새로이 출현하였다 (Fig. 3, G).

6. 仔魚의 체형 변화

成長에 따른 체형의 변화는 全長에 대한 肛門前長, 頭長, 眼徑, 體高의 관계를 Huxley (1932)의 상대성장식으로 검토한 결과, 기울기가 모두 5% 수준에서 有意하였다 (Fig. 4; Table 1).

全長과 肛門前長間의 상대성장은 상대성장계수 b값이 0.125로 성장이 거의 같은 等成長을 하였으며 (Fig. 4, A), 全長과 頭長間에는 상대성장계수 b값이 -0.414로 頭長이 全長の 성장보다 더 빠른 不等成長을 하였다 (Fig. 4, B).

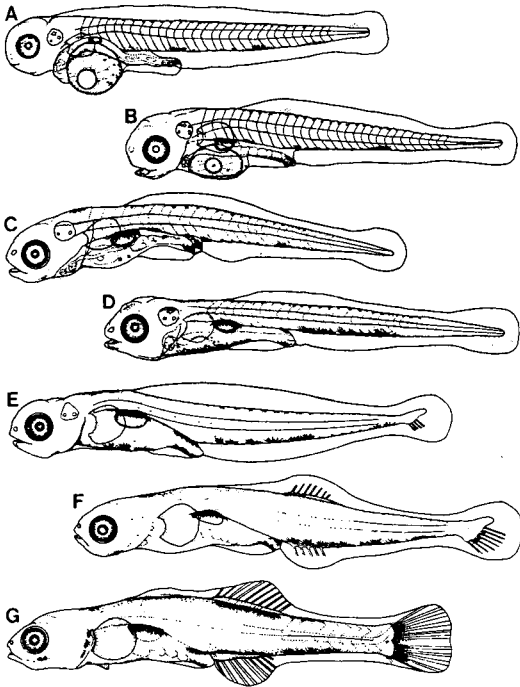


Fig. 3. Larval development of *Rhinogobius brunneus* reared in the laboratory.

A. 3.22 mm in total length (TL), newly-hatched larva; B. 3.60 mm in TL, 3~4 days after hatching; C. 3.90 mm in TL, 6~7 days after hatching; D. 4.45 mm in TL, 10 days after hatching; E. 4.85 mm in TL, 14~15 days after hatching; F. 5.23 mm in TL, 17~18 days after hatching; G. 5.85 mm in TL, 20~22 days after hatching.

또한, 全長과 眼徑의 상대성장은 상대성장계수  $b$ 값이 0.077로 眼徑의 성장에 비하여 全長의 성장이 더 빨랐으며 (Fig. 4, C), 全長과 體高間에는 상대성장계수  $b$ 값이 -0.345로 全長의 성장에 비하여 體高의 성장이 빠른 不等成長을 하였다 (Fig. 4, D).

고찰

산란기때 망둑어과 어류들은 일반적으로 수컷에 婚姻色이 나타나거나, 다른 二次性徵을 보이는데, 밀어의 수컷은 婚姻色없이 주둥이와 아가미뚜껑 부분이 불룩해지는 二次性徵을 나타내는 점에서 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)이나 미끈망둑 (Kim et al., 1992)과 비슷한 특징을 보였으나, 머리 부분이 커지지 않는 점에서는 이들 두種과 차이를 보였다.

밀어의 산란습성은 대부분 작은 돌 축조물 아래에 수

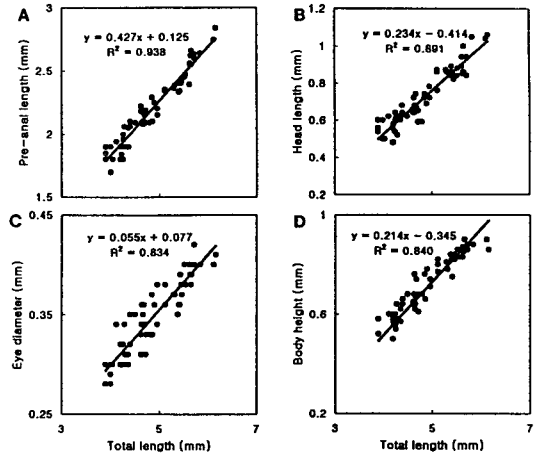


Fig. 4. Growth inflection as it effects change in relative preanal length, head length, eye diameter and body height in *Rhinogobius brunneus*.

Table 1. Regression analysis between various partial lengths and total length of *Rhinogobius brunneus*. BH: body height; ED: eye diameter; HL: head length; PL: preanal length; TL: total length

Items	Results	Tests for slop
TL-PL	$y = 0.427x + 0.125$	$t = 31.611$ ( $p < 0.05$ )
TL-HL	$y = 0.234x - 0.414$	$t = 23.231$ ( $p < 0.05$ )
TL-ED	$y = 0.055x + 0.077$	$t = 18.229$ ( $p < 0.05$ )
TL-BH	$y = 0.214x - 0.345$	$t = 18.619$ ( $p < 0.05$ )

컷이 직경 45~52 mm, 깊이 13~16 mm가 정도로 둥글게 파헤쳐 암컷을 유인하여 구애행동을 취하고, 암컷이 작은 돌 下面에 産卵 부착하고 수컷이 알을 보호하는 점에서 일본産 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978)와 같은 습성을 가지고 있으며, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990), 미끈망둑 (Kim et al., 1992) 및 모치망둑 (Kim and Han, 1991)과도 비슷한 것으로 나타났으나, 날망둑, *Chanogobius castanea* (Dotu, 1954)과 문절망둑, *Acanthogobius flavimanus* (Dotu and Mito, 1955) 처럼 임자없는 구멍이나 2개의 구멍에 Y자형의 産卵床을 만들어 産卵하는 種과는 차이를 보였다. 이러한 차이는 같은 망둑어과 어류가 屬間, 種間에도 산란습성이 다름을 보여주며, 특히, 이러한 차이는 서식 장소와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각한다.

또한 산란시기로 볼 때 밀어는 2~6월로 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의 4~7월, 미끈망둑 (Kim et al., 1992)의 4~6월, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의 5~7월과는 약간의 차이가 있으나, 주산란기가 봄철인 점에서는 서로 일치하였다.

밀어의 未受精卵은 0.60~0.72 mm로 거의 구형이고,

受精卵은 다른 망둑어類의 알과 마찬가지로 부착사를 지닌 타원형의 분리 침성란으로 난경은  $1.28 \sim 1.56 \times 0.62 \sim 0.67$  mm로, 일본産 (Sakai and Yasuda, 1978)의  $1.9 \times 0.8$  mm 보다는 다소 작은 편이었고, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의  $0.93 \sim 0.96 \times 0.43 \sim 0.45$  mm 보다는 크고, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의  $1.40 \sim 1.58 \times 0.50 \sim 0.66$  mm와는 비슷하며, 문절망둑 (Dotsu and Mito, 1955)의  $5.00 \sim 5.80 \times 0.96$  mm, 날망둑 (Dotu, 1954)의  $4.10 \sim 1.30$  mm 및 살망둑, *Chanogobius heptacanthus* (Dotsu, 1984)의  $3.00 \sim 3.40 \times 1.10 \sim 1.20$  mm 보다는 작은 편이다.

밀어의 孵化에 소요된 시간은 수온  $16.0 \sim 18.0^\circ\text{C}$  (평균  $17.0^\circ\text{C}$ )에서 수정후 146시간 30분만에 孵化하였는데, 일본産 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978)의 경우  $21.0 \sim 27.5^\circ\text{C}$  (평균  $25.0^\circ\text{C}$ )에서 96시간이 소요되는 것으로 보아 같은 종일지라도 부화시간은 수온에 따라 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)의  $22.0 \sim 23.2^\circ\text{C}$ 에서 93시간 20분과 꼬마망둑, *Luciogobius koma* (Shigaki and Dotsu, 1974)의  $18.5 \sim 20.5^\circ\text{C}$ 에서 115시간 30분, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의  $22.2^\circ\text{C}$ 에서 137시간, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의 평균수온  $25.0^\circ\text{C}$ 에서 88시간과는 수온의 차이 때문에 정확하게 비교할 수는 없지만, 소요시간이 이들 종 보다는 다소 늦은 것으로 나타났다.

卵發生 中 색소포의 출현시기에 있어서 밀어는 평균수온  $17.0^\circ\text{C}$ 에서 수정후 23시간에 Kupffer氏胞가 분화하면서 난황 위에 황색소포가, 30시간 후에 배체 위에 흑색소포가 출현하였는데, 미끈날망둑 (Kim et al., 1992)은  $22.7^\circ\text{C}$ 에서 배체형성후 16시간후에 난황 표면에 7개의 흑색소포가 나타났으며, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)은  $22.7^\circ\text{C}$ 에서 수정후 22시간 후 Kupffer氏胞가 생기면서 난황 위에 황색소포가 형성되고, 수정후 42시간에 눈에 렌즈가 형성되면서 배체 위에 흑색소포가 나타났고, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)은  $25^\circ\text{C}$ 에서 수정후 17시간에 Kupffer氏胞가 생기고, 45시간후에는 배체의 배부분에 흑색소포가 나타나는 점으로 미루어 보아 미끈날망둑과 모치망둑 처럼 Kupffer氏胞가 분화한 후에 색소포가 출현하는 점에서 일치하였다.

孵化直後 仔魚의 全長은 밀어가  $3.10 \sim 3.30$  mm로 일본産 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978)의  $3.50 \sim 3.80$  mm 보다는 약간 작았으며, 미끈날망둑 (Kim et al., 1992)의  $3.85 \sim 4.00$  mm, 꼬마망둑 (Shigaki and Dotsu, 1974)의  $3.55 \sim 3.90$  mm, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)의  $3.90 \sim 4.20$  mm, 문절망둑 (Dotu and Mito, 1955)의  $4.60 \sim 5.00$  mm, 살망둑 (Dotsu, 1984)의  $4.60$  mm, 날망둑 (Dotu, 1954)의

$7.80$  mm와 비교해 보면 작은 편이고, 말뚝망둑어, *Periophthalmus cantonensis* (Kobayashi et al., 1972)의  $2.82 \sim 2.85$  mm와 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의  $2.88 \sim 3.14$  mm 보다는 큰 편이다.

난발생 과정 중 후기에 逆子卵이 24.0%가 출현하여 말뚝망둑어 (Kobayashi et al., 1972)의 天然卵에서 50.0%, 인공수정란에서 45.0% 보다는 출현율이 낮았고, 살망둑 (Dotsu, 1984)의 경우도 일부 逆子卵이 출현한다는 보고가 있다.

밀어 仔魚의 筋節數는 25~27개로 일본産 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978)의 경우 25~26개로 서로 일치하였으며, 미끈날망둑 (Kim et al., 1992)의 35~36개, 꼬마망둑 (Shigaki and Dotsu, 1974)의 31~32개, 미끈날망둑 (Kim and Han, 1989)의 32~33개, 살망둑 (Dotsu, 1984) 37개, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)의 27~28개 보다 다소 적으며, 말뚝망둑어 (Kobayashi et al., 1972)의 24개, 모치망둑 (Kim and Han, 1991)의 24~25개 보다는 많은 편으로 種間에 뚜렷한 차이를 보인다.

밀어 仔魚에 있어서 頭長과 體高는 성장할수록 全長에 비하여 빠른 성장을 나타내며, 특히 頭長의 성장계수 값이 높은 것으로 나타났다. 또한, 肛門前長은 全長에 대한 비가 孵化仔魚 때에는 평균 38.5%, 3~4일째에 45.3%, 6~7일째에 45.8%, 10일째에 47.7%로 일본産 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978)의 평균 45.8%와 비슷한 결과를 보였다.

밀어 仔魚의 흑색소포가 부레 위와 항문 주변, 꼬리 중앙부분의 배쪽에 산재되어 있는 점에서 일본産 밀어 (Sakai and Yasuda, 1978)와 일치한 데 반하여, 두줄망둑 (Kim and Han, 1990)은 배부분과 꼬리중앙에 나무가지 모양으로 분포하며, 모치망둑 (Kim and Han, 1991) 仔魚는 하나의 커다란 나무가지 모양으로 꼬리 부분의 등쪽 중앙과 배쪽 중앙에 나타나고, 稚魚는 몸 표면에 확장되어 나타나면서 독특한 반문이 불규칙하게 形成되는 점에서 種間에 차이가 있다. 그러나 일반적으로 仔稚魚를 접하였을 때는 분류에 어려움이 많기 때문에 앞으로 망둑어과 어류의 흑색소포 분포상태와 筋節數 및 지느러미 줄기수 등의 계수형질과 상대적인 몸의 비 등을 측정된 계측형질을 세밀하게 조사하여 비교 고찰할 필요성이 있다고 생각한다.

## 요 약

밀어 어미를 경상남도 김해군 상동면 매리에 위치한 하천에서 낚망과 족대를 사용하여 채집하여 사육하여

1995년 2월부터 5월까지 6차례에 걸쳐 산란행동과 난발생 과정을 관찰하였으며, 孵化한 仔魚를 사육하면서 성장에 따른 형태발달을 관찰하였다.

1. 산란된 알은 수조내의 작은 돌 아랫면에 거의 원형에 가깝게 한층으로 조밀하게 매달려 있었으며, 방정후 수컷은 알을 보호하였다.

2. 受精卵은 卵徑이  $1.28 \sim 1.56 \times 0.62 \sim 0.67$  mm로 부착사를 지닌 투명한 침성란으로 많은 小油球를 가지고 있었다.

3. 孵化에 소요된 시간은 사육수온  $16.0 \sim 18.0^\circ\text{C}$  (평균  $17.0^\circ\text{C}$ )에서 수정후 146시간 30분부터 孵化하기 시작하였다.

4. 밀어의 알은 발생 후반에 배체의 머리 부분이 난황의 선단부를 향하는 正常卵과 반대로 난막의 基部, 즉 부착사 쪽을 향하는 逆子卵이 출현하였다.

5. 孵化直後の 仔魚는 全長  $3.10 \sim 3.30$  mm (평균  $3.22$  mm)로 입과 肛門이 열려있지 않았고, 흑색소포는 부레 위, 항문 주변, 꼬리 중앙부분의 배쪽에 산재되어 있었으며, 筋節數는 25~27개였다.

6. 孵化後 3~4일째의 仔魚는 全長  $3.30 \sim 3.85$  mm (평균  $3.60$  mm)로 난황과 油球가 거의 흡수되어 입과 항문이 열리고, rotifer를 먹기 시작하였으며, 後期仔魚期로 이행하였다.

7. 孵化後 20~22일째 개체는 평균 全長  $5.85$  mm로 성장하였으며, 脊索末端이  $45^\circ$  정도로 위로 굽어져 있었다.

## 참 고 문 헌

Chyung, M.K., 1986. The Fishes of Korea. Iljisa Publishing Co. Seoul, 727pp. (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. J. Ichthyol., 4 (4, 5, 6), 153~161 (in Japanese).

Hidaka T. and S. Takahashi, 1987. Effects of temperature and daylength on gonadal development of the goby, *Rhinogobius brunneus* (Orange type). Jap. J. Ichthyol., 34 (3), 361~367.

Huxely J.C., 1932. Problem of relative growth. Dover Publications, Inc., New York, 2nd ed., 312pp.

Kim I.S., Y.J. Lee and Y.U. Kim, 1986. Synopsis of the family Gobiidae (Pisces, Perciformes) from Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 19 (4), 387~408 (in Korean).

Kim Y.U. and K.H. Han, 1989. Early life history of the marine 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 trigonocéphalus* (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).

Masuda Y., T. Ozawa and S. Enami, 1989. Genetic differentiation among eight color types of the freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*, from western Japan. Jap. J. Ichthyol., 36 (1), 30~41.

Sakai H. and F. Yasuda, 1978. Development of eggs and larvae of the freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*. Jap. J. Ichthyol., 25 (2), 92~100.

Shigaki M. and Y. Dotsu, 1974. The life history of the gobiid fish, *Inu koma*. Bull. Fish. Inst. Nagasaki Univ., 38, 57~64 (in Japanese).

1997년 7월 12일 접수

1997년 12월 31일 수리