

검정망둑(*Tridentiger obscurus*)의 초기 생활사

황선영 · 한경호[†] · 이원교 · 윤성민 · 김춘철 · 이성훈 · 서원일 · 노성삼

전남대학교 수산해양대학 양식생물학전공

Early Life History of the *Tridentiger obscurus*(Pisces, Gobiidae)

Seon-Yeong Hwang, Kyeong-Ho Han[†], Won-kyo Lee, Seung-Min Yoon, Chun-Cheol Kim,
Sung-Hun Lee, Won-Il Seo and Sung-Sam Roh

Aquaculture Program, College of Fisheries and Ocean Science, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

ABSTRACT : The *Tridentiger obscurus* were collected of Ocheon-dong and Dolsan-do in Yeosu from April to July 2003, and were carried to the laboratory to investigate their development of spawning habit, egg development, larvae and juveniles. The fertilized eggs were measured 0.86~1.07×0.53~0.74 mm in diameter. Hatching of the embryo began about 154 hrs 40 mins after fertilization in water temperature of 18.4~23.2°C (mean 21.2°C). The newly-hatched larvae were 2.72~2.87mm (mean 2.83mm) in total length (TL), their mouth and anus were opened, and the yolk sac was completely absorbed. At 21 days after hatching, the postlarvae were 5.32~7.23mm (mean 6.02mm) TL, and the tip of the caudal notochord was flexed 45° upward. The juveniles stage was reached when all fin-rays were formed at 45 day after hatching, and 11.62~14.32mm (mean 13.45mm) TL.

Key words : *Tridentiger obscurus*, Early life history, Egg, Hatching, Larvae and juveniles

요 약 : 이 연구는 2003년 4월부터 7월까지 여수시 돌산읍 우두리 하동마을과 오천동 주변 하구역에서 검정망둑 어미를 채집하여 실험실에서 사육하면서 산란 습성, 난 발생 과정 및 자치어 형태 발달을 관찰하였다. 수정란은 전구 모양으로 난황은 무색이였으며, 알의 장경은 0.86~1.07mm, 단경은 0.53~0.74mm였다. 난막의 기부에는 많은 부착사가 있어서 부착하는 분리 부착란으로 여러 개의 작은 유구를 가지고 있었다. 부화는 수온 18.4~23.2°C (평균 21.2°C)에서 수정 후 154시간 40분에 시작하였다. 부화 직후 자어는 전장이 2.72~2.87mm (평균 2.83mm)로 난황이 거의 흡수되었고, 입과 항문은 열려 있었다. 부화 후 21일째 후기 자어는 전장이 5.32~7.23mm (평균 6.02mm)로 꼬리 끝부분 척색이 45°로 완전하게 굽어져 있었다. 부화 후 45일째 개체의 전장은 11.62~14.32mm (평균 13.45mm)로 모든 지느러미 가시와 줄기가 정수에 달하여 치어 단계로 이행하였다.

서 론

망둑어과(Gobiidae) 어류는 전 세계에 약 200속 2,000여 종이 알려져 있으며(Hosen & Allen, 1977; Springer, 1982; Nelson, 1994), 우리나라에 서식하는 망둑어과 어류는 약 30속 46종이 보고되어 있다(Kim *et al.*, 1986).

검정망둑(*Tridentiger obscurus*)은 농어목(Perciformes), 망둑어과, 검정망둑속(*Tridentiger*)에 속하는 어류로, 우리나라 담수와 기수역에 살며, 두만강 이남의 동해안, 서남해안, 한강, 금강, 낙동강 및 제주도에도 분포한다(Kim & Park, 1990; Chung, 1986).

검정망둑의 몸은 연장되어 있고, 머리가 크며 폭이 넓다.

빛깔은 암갈색인 것과 짙은 흑색을 띤 보랏빛의 2종이 있다. 옆구리에 연한 암갈색의 폭이 좁은 6~10줄의 세로 띠가 있으나, 개체에 따라 다르다. 가슴지느러미 기저부 근처에 황백색의 가로 띠가 나타난다. 보랏빛인 개체는 뺨에 연한 빛의 반점이 산재되어 있고 가슴지느러미는 대체로 몸빛과 같은 색이나 기부에 황백색의 하나의 가로줄이 있다. 주둥이는 뾰족하고, 혀의 폭은 넓으며, 앞의 변두리가 둥글다. 양턱의 길이는 같고, 이빨은 2열이며, 외열의 이빨은 뒤쪽의 2~3개를 제외하고는 전부 삼각 침두로 되어 있다.

망둑어과 어류의 초기 생활사에 관한 연구는 문절망둑, *Acanthogobius flavimanus*(Dotu and Mito, 1955), 두줄망둑, *Tridentiger trigonocephalus*(Kim & Han, 1990), 밀어, *Rhinogobius brunneus*(Hidaka & Takahashi, 1987; Sakai & Yasuda, 1978), 미끈날망둑, *Chanogobius laevis*(Kim & Han, 1989), 미끈망둑, *Luciogobius guttatus*(Kim *et al.*, 1992), 모치망둑, *Mugilogobius abei*(Kim & Han, 1991), 점망둑,

[†] 교신저자: 전남 여수시 둔덕동 산 96-1, 전남대학교 수산해양대학 양식생물학전공. (우) 550-749, (전) 061-659-3163, (팩) 061-655-0244, E-mail: aqua05@chonnam.ac.kr

Chasmichthys dolichognathus(Kim, 1975), 날망둑, *Chaenogobius castanea*(Dotu, 1954), 살망둑, *Chaenogobius heptacanthus*(Dotsu, 1984), 날개망둑, *Favonigobius gymnauchen*(Jin et al., 2003), 큰미끈망둑, *Luciogobius grandis*(Yoon, 2004) 등이 있다.

이 종은 지금까지 Kim & Choi(1989)에 의한 한국산 검정망둑속 어류의 분류학적 연구가 있으며, 中村(1942)이 초기 발생에 대하여 밝힌 바 있으나, 산란 행동 및 초기 생활사에 관한 자세한 연구는 되어 있지 않은 실정이다.

소형 저서성 어류는 대부분 연안과 담수, 기수역 등에 분포하는 종들이 대부분으로, 형태적으로 다양할 뿐만 아니라 종간에도 상세한 연구 비교가 없는 실정이다. 또한 초기 생활사에 관한 연구에 있어서 과·속 등의 분류군으로 종을 동정하는 것은 매우 중요한 형질이다(Okiyama, 1979).

따라서 이 연구는 검정망둑의 번식 생태학적 연구의 일환으로 산란 습성, 난 발생 과정 및 자치어의 형태 발달에 대하여 연구하였기에 보고한다.

재료 및 방법

검정망둑의 산란 습성을 관찰하기 위하여 2003년 4월부터 7월까지 전남 여수시 돌산읍 우두리 하동마을 주변 하천 하구역과 여수시 오천동 주변 하천 하구역(Fig. 1)에서 반두와 족대를 이용하여 어미를 채집한 후, 전남대학교 자원생물 실험실로 운반하여 사육하면서 관찰하였다.

난의 형태 및 발생은 실험실 내에서 자연 산란한 난을 대상으로 난의 형태 및 크기를 관찰, 측정하였고, 산란된 난은 투명 유리 수조(35×50×30cm)에 수용하여 사육하면서 발생 과정을 관찰하였다. 난 발생 과정 중 사육 수온은 18.4~23.2℃(평균 21.2℃)를 유지하였고, 사육 해수의 염분 범위는 15.3~25.0‰(평균 22.4‰)이었으며, 사육수는 매일 2회 1/2씩 환수하였다.

수정란의 난경은 무작위로 50개를 추출하여 만능 투영기로 0.01mm까지 측정하였고, 난 발생 과정은 매시간 입체 해부 현미경을 사용하여 관찰하였다.

부화한 자어는 투명 유리 수조(30×40×90cm)에 수용하여 사육하였고, 수온 범위는 18.0~23.0℃(평균 21.2℃)를 유지하였으며, 사육 해수의 염분 범위는 15.6~24.5‰(평균 21.5‰)이었다.

자치어의 먹이로는 먼저 농축 클로렐라(*Chlorella* sp.)로 사육수를 안정시킨 후, rotifer, *Artemia* sp.를 순차적으로 공급하였고, 부화 후 35일째부터 양어용 배합 사료를 순차하여

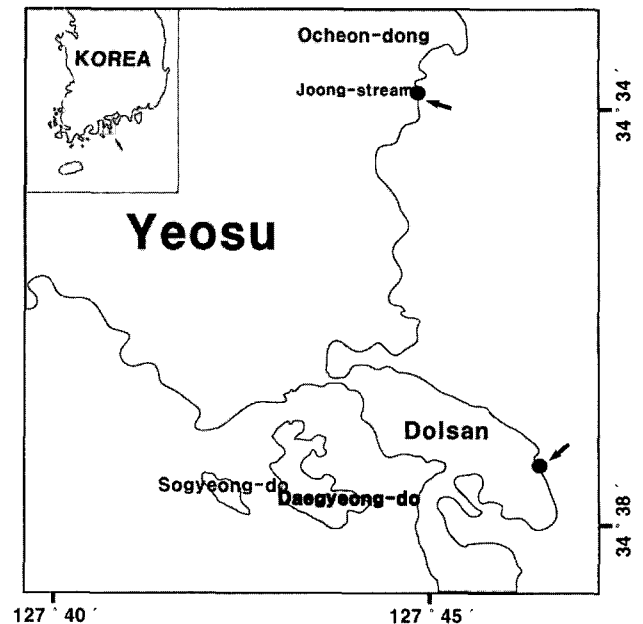


Fig. 1. The sampling area of the *Tridenter obscurus* at the Ocheon-dong and Dolsan-do in Yeosu.

급이하였다.

자치어의 형태 발달 과정은 부화 직후부터 1일 평균 20마리씩 채취하여 얼음 또는 마취제(MS-222, Tricaine methane sulfonate: Sandos)를 이용하여 마취시킨 후, 어체의 각 부위를 입체 해부 현미경과 만능 투영기를 통해 0.01mm까지 측정, 관찰하였다. 자치어의 형태 발달 단계는 Rusell(1976)에 따라 구분하였다.

결 과

1. 산란 습성

여수시 돌산읍 우두리 하동 마을 주변 해역과 여수시 오천동 주변 하천 하구역을 관찰한 결과, 검정망둑의 산란 시기는 4월부터 7월까지로 나타났다. 산란 장소는 유속이 완만한 바다와 연결된 하천의 하류로, 만조시에는 기수 지역이었으며, 산란은 바다가 관관한 돌 밑이나 콘크리트 벽에 난을 부착하였다. 수정 후 수컷은 수정란이 부화될 때까지 가슴지느러미와 꼬리지느러미로 수류를 일으켜 물을 환수시키고, 다른 어류들의 접근을 못하게 보호 행동을 하는 습성이 있었다.

자연에서 산란된 알은 돌 아래쪽 면에 직경 30~33cm 정도로 타원형의 한 층으로 부착되어 있었으나, 안쪽과 바깥쪽의 발생 시간에서 차이를 나타내고 있었고, 실험실의 수조에 넣어둔 PVC 안쪽 내벽에 산란된 알은 직경 10~15cm 넓이 타원형의 한 층으로 부착되어 있었다(Fig. 2). 실험실에서의

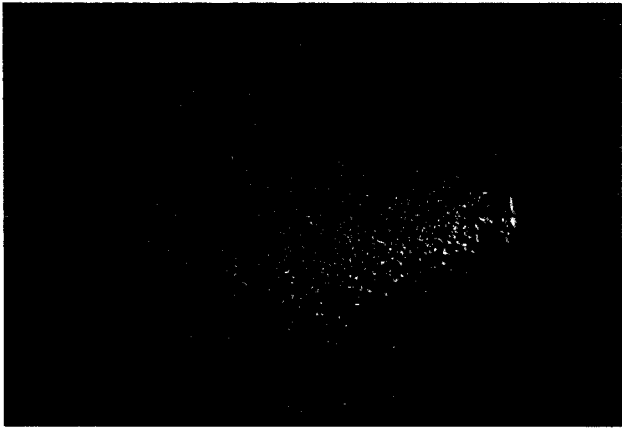


Fig. 2. The egg mass of *Tridentiger obscurus* spawned at a PVC.

산란은 총 7회에 걸쳐 이루어졌으며, 산란수는 16,000~19,000개(평균 18,000개)였다.

수정란은 전구 모양으로 난황은 무색이었고, 난의 장경은 0.86~1.07mm(평균 0.97mm), 단경은 0.53~0.74mm(평균 0.66mm)였다. 난막의 기부에는 많은 부착사가 있어서 부착하는 분리부착란으로 여러 개의 작은 유구를 가지고 있었다(Fig. 3A).

2. 난 발생 과정

난 발생 과정을 관찰한 결과, 수정 후 39분에 배반이 형성되기 시작하여(Fig. 3B), 수정 후 1시간 16분에 난황이 관찰되어 2세포기에 달하였다(Fig. 3C). 수정 후 2시간 7분만에 4세포기(Fig. 3D)에 달하였고, 수정 후 2시간 46분만에 8세포기(Fig. 3E)에 달하였다. 수정 후 3시간 20분만에 16세포기(Fig. 3F)에 달하였고, 수정 후 3시간 54분만에 32세포기(Fig. 3G)에 달하였으며, 수정 후 4시간 28분만에 64세포기에 달하였다(Fig. 3H). 분화가 계속 진행되면서 수정 후 5시간 20분 후에 상실기에 달하였고(Fig. 3I), 수정 후 11시간 20분만에 포배기에 달하였다(Fig. 3J). 수정 후 18시간 20분에 배반이 2/3 정도 내려오면서 낭배기에 달하였으며(Fig. 3K), 이후 난황의 한쪽 끝에서 조금씩 함몰되어 배선이 자라오르면서 수정 후 23시간 10분에는 배체가 형성되기 시작하였다(Fig. 3L). 수정 후 27시간 30분에는 배체에 안포가 형성되었고, 근절수는 6~7개가 나타났다. 수정 후 35시간 8분에는 여러 개의 작은 유구가 1개로 합하여지며, 근절수는 11~12개로 증가하였다(Fig. 3M). 수정 후 40시간 24분에는 렌즈가 형성되었고, 심장이 분화되어 혈액이 배체를 타고 흘렀으며, 꼬리 부분이 난황에서 분리되기 시작하여 간헐적으로 움직이기 시작하였다. 근절수는 17~19개로 증가하였다

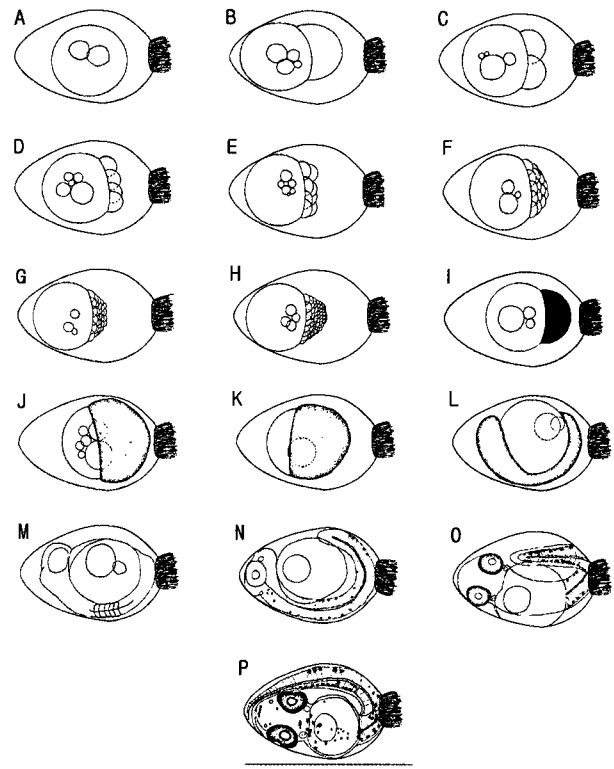


Fig. 3. The egg development of *Tridentiger obscurus* reared in the laboratory. A: Fertilized egg; B: Formation of blastodisc, 39mins. after fertilization; C: 2 cells stage, 1 hrs 16 mins. after fertilization; D: 4 cells stage, 2 hrs 7 mins. after fertilization; E: 8 cells stage, 2 hrs 46 mins. after fertilization; F: 16 cells stage, 3 hrs 20 mins. after fertilization; G: 32 cells stage, 3 hrs 54 mins. after fertilization; H: 64 cells stage, 4 hrs 28 mins. after fertilization; I: Morula stage, 5 hrs 20 mins. after fertilization; J: Blastula stage, 11 hrs 20 mins. after fertilization; K: Gastrula stage, 18 hrs 20 mins. after fertilization; L: Embryo formation, 23 hrs 10 mins. after fertilization; M: 6~7 myotomes stage, appearance of optic vesicles, 27 hrs 30 mins. after fertilization; N: 17~19 myotomes stage formation of eye lens, 40 hrs 24 mins. after fertilization; O: Formation of membranous fin and beginning of blood circulation, 57hrs 50mins. after fertilization; P: Appearance of melanophore on the eye, 78 hrs 10 mins. after fertilization. Scale bars indicate 0.1mm.

(Fig. 3N). 수정 후 57시간 50분에는 심장이 분화되었고, 꼬리가 난황으로부터 완전히 분리되었으며, 심장 박동이 시작되면서 난황 안에서 배체의 간헐적인 움직임이 시작되었다. 또한, 꼬리 부분에 흑색 소포가 출현하였고, 혈액이 추체 아래 혈관공에서 흐르기 시작해 꼬리 부분이 현저하게 발달하였으며, 꼬리 부분에 막지느러미가 형성되기 시작하였다(Fig. 3O). 수정 후 78시간 10분에는 렌즈가 착색되기 시작

하였고, 난황과 배체 전반부에 흑색 소포가 나타났으며(Fig. 3P), 수정 후 154시간 40분에 첫 부화가 시작되었다. 난 발생 과정 관찰 중 수정된 난의 배체의 두부가 선단부를 향하는 정상란(normal egg; Fig. 4A)과 머리 부분이 부착사(기부)쪽을 향하는 역자란(abnormal egg or agrippa egg; Fig. 4B)이 출현하였고, 역자란의 출현율은 10.8%이었다. 그러나, 역자란의 부화도 정상란과 같이 머리부분을 부착사의 반대쪽으로 회전하면서 정상적으로 부화하였다.

3. 자치어의 형태 발달

부화 직후 자어는 전장이 2.72~2.87mm(평균 2.83mm)로 난황을 가지고 있었고, 입과 향문은 열려 있었다. 향문은 전장의 40~45%로 몸의 중앙에서 약간 앞쪽에 위치하였다. 유구의 위쪽에 부레가 존재하였고, 흑색 소포는 난황의 표면, 난황 위쪽 몸통 부분의 근절 3~5번째, 향문 위쪽 몸통 부분의 근절 8~10번째, 꼬리부분의 18~23번째 아래쪽에 나뭇가지 모양으로 분포하였다. 근절은 9~10+15~16=24~26개였고, 눈에는 흑색 소포가 착색되어 있었으며, 모든 지느러미는 막상이었다(Fig. 5A). 부화 후 1일째 자어는 전장이 2.96~3.63mm(평균 3.18mm)로, 난황이 완전히 흡수되었고, 향

문의 위치가 약간 앞쪽으로 이동하였으며, 눈에 렌즈는 흑색 소포가 완전히 착색되었다. 부레는 2~6번째 근절과 소화관의 위쪽에 타원형으로 발달하였고, 소화관이 발달하여 초기 사료인 *Chlorella* sp.와 rotifer를 먹이기 시작하였으며, 간헐적인 장의 연동운동도 관찰할 수 있었다. 흑색 소포는 향문 위쪽과 근절 6~10번째 아래쪽 사이의 근절 18~21번째에 더욱 짙게 나뭇가지 모양으로 발달하였다(Fig. 5B). 부화 후 10~17일째의 후기 자어는 전장이 3.63~4.93mm(평균 4.32mm, 약 13일째)로 꼬리지느러미가 분화하면서, 착색 말단이 굽어지기 시작하였고, 꼬리지느러미에는 4개의 줄기가 형성

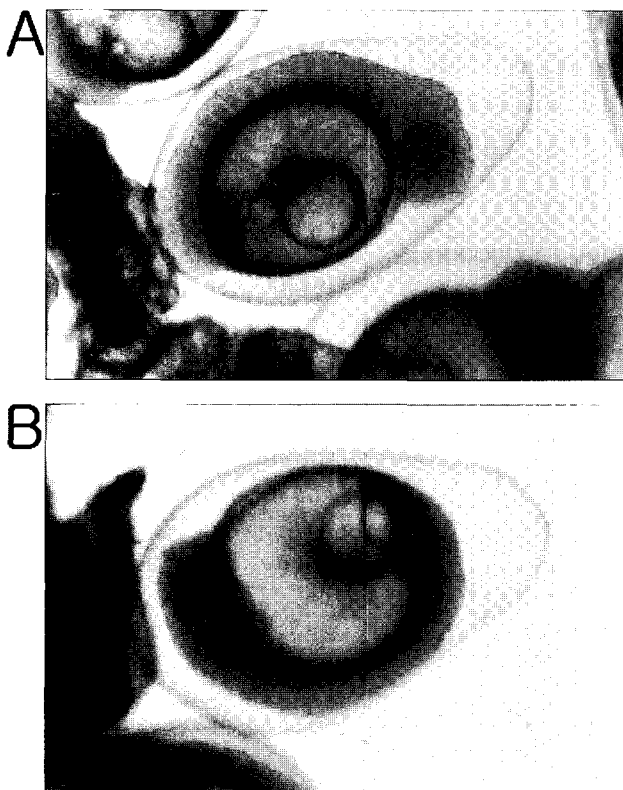


Fig. 4. Showing eggs of the *Tridentiger obscurus*(A: Normal egg, B: Agrippa egg).

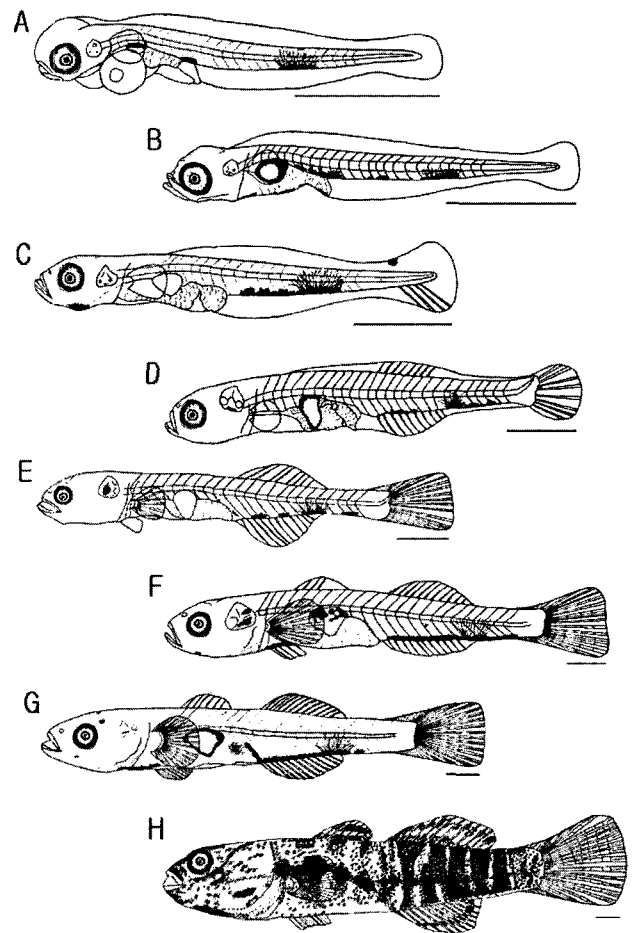


Fig. 5. Morphological development of larvae and juveniles of *Tridentiger obscurus* reared in the laboratory. A: Newly hatched larvae, mean 2.83mm in total length (TL); B: 1 days after hatching, mean 3.18mm in TL; C: 10~17 days after hatching, mean 4.32mm in TL.; D: 21 days after hatching, mean 6.02mm in TL. E: 28 days after hatching, mean 7.99mm in TL; F: 38 days after hatching, mean 9.10mm in TL; G: 45 days after hatching, mean 13.45mm in TL; H: 52 days after hatching, mean 18.21mm in TL. Scale bars indicate 1.0mm.

되기 시작하였다. 어체의 머리 부분이 발달하면서 섭이 활동이 활발해지고, 먹이를 먹은 후 장은 활발한 연동 운동을 하였으며, 흑색 소포는 근절 13~18번째 아래 부분에 3개의 나뭇가지 모양으로 증가하였다(Fig. 5C). 부화 후 21일째 후기 자어는 전장이 5.32~7.23mm(평균 6.02mm)로 꼬리 말단이 45°로 완전하게 굽어져 있었고, 등지느러미에는 8개의 줄기, 뒷지느러미에는 10개 및 꼬리지느러미에는 4+4=8개의 줄기가 형성되었다(Fig. 5D). 부화 후 28일째 후기 자어는 전장이 7.18~8.73mm(평균 7.99mm)로 꼬리지느러미에는 7+7=14개의 줄기가 형성되었고 각각의 줄기에는 2~3개의 마디가 형성되었으며, 막상의 배지느러미가 가슴지느러미 아래쪽의 복부에서 처음으로 분화가 시작되었다(Fig. 5E). 부화 후 38일째 후기 자어는 전장이 8.03~10.03mm(평균 9.10mm)로 제1 등지느러미와 제2 등지느러미가 분리되기 시작하였고, 제1 등지느러미에는 3개의 줄기, 제2 등지느러미에는 11~12개가 형성되었으며, 가슴지느러미에는 11개의 줄기가 형성되었다. 배지느러미에 최초로 3~4개의 줄기가 형성되었고, 뒷지느러미에는 11~12개로 정수에 달하였으며, 꼬리지느러미는 8+8=16개의 줄기로 각각의 줄기에는 5~6개의 마디가 형성되었다. 흑색 소포는 체측의 아래쪽에 항문 주변 및 꼬리 자루 부분에 나뭇가지 모양으로 증가하여 나타났으며, 이때부터 부유 생활에서 저서 생활로 이행하였다(Fig. 5F). 부화 후 45일째 개체의 전장이 11.62~14.32mm(평균 13.45 mm)로 머리 부분이 현저하게 발달하였고, 모든 지느러미 가시와 줄기가 정수에 달하여 치어 단계로 이행하였으며, 그 수는 D. VI-I, 11~12; A. I, 9~11; P. 20; V. 7이었다(Fig. 5G). 부화 후 52일째 치어의 전장은 16.61~19.23mm(평균 18.21mm)로 배지느러미는 좌우로 완전한 흡반을 이루고 있었고, 체형이나 반문이 성어와 닮아 있었다(Fig. 5H).

고 찰

검정망둑의 산란 장소는 만조시에 기수 지역으로 20~30 cm 정도 깊이에 있는 큰 돌과 작은 돌과 모래가 있는 곳에서 서식하고, 직경 30~40cm의 편평한 돌 밑에 난을 부착하며, 수정된 난은 수컷이 보호하는 습성이 있었다. 이와 같이 난을 수컷이 보호하는 점에서 같은 검정망둑속 어류인 두줄망둑(Kim and Han, 1990)과 망둑어과의 미끈망둑(Kim *et al.*, 1992), 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b), 큰미끈망둑(Yoon, 2004; Shiogaki *et al.*, 1974)과 같은 미끈망둑속(*Luciogobius*)에 속하는 어류와 일치하였고, 밀어(Han *et al.*, 1998)

및 모치망둑(Kim & Han, 1991)과도 비슷한 산란 습성을 보였다. 반면, 날망둑(Dotu, 1954)과 문절망둑(Dotu and Mito, 1955) 처럼 구멍에 Y자형의 산란소를 만들어 산란하는 종과는 차이를 보였다. 이러한 차이는 같은 망둑어과 어류가 속한, 종간에도 산란 습성이 다를 수 있음을 보여주며 특히, 서식 장소와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

검정망둑의 수정란은 다른 망둑어과 어류의 난과 같이 부착사를 지닌 전구 모양의 부착란으로 난경은 0.66×0.97mm로 밀어(Han *et al.*, 1998)의 1.28~1.56×0.62~0.67mm, 문절망둑(Dotu & Mito, 1955)의 5.00~5.80×0.96mm, 날망둑(Dotu, 1954)의 4.10×1.30mm, 살망둑(Dotsu, 1984)의 3.00~3.40×1.10~1.20mm, 날개망둑(Jin *et al.*, 2003)의 1.50×0.57mm 및 두줄망둑(Kim & Han, 1990)의 1.40~1.58×0.50~0.66mm보다는 작은 편이었고, 모치망둑(Kim & Han, 1991)의 0.93~0.96×0.43~0.45mm보다는 크고, 흰동갈망둑, *Zonogobius boreus*(Shiogaki & Dotsu, 1974a)의 1.20~1.45×0.51~0.55mm와는 비슷한 경향을 보였다(Table. 1).

검정망둑은 수정란에서 부화까지 소요된 시간은 수온 19.3~24.5°C(평균 22.2°C)에서 수정 후 154시간 40분이었는데, 밀어(Han *et al.*, 1998)는 수온 16.0~18.0°C(평균 17.0°C)에서 수정 후 138시간, 미끈날망둑(Kim & Han, 1989)은 22.0~23.2°C에서 93시간 20분과 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b)은 18.5°C~20.5°C에서 115시간 30분이었다. 흰동갈망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974a)은 21~23°C에서 110시간, 모치망둑(Kim & Han, 1991)은 평균 수온 25.0°C에서 88시간이 소요되었다(Table 1). 검정망둑과 같은 검정망둑속에 속하는 두줄망둑(Kim & Han, 1990)은 22.2°C에서 137시간이 소요되어 검정망둑보다 부화에 소요되는 시간이 짧았다. 이와 같이 망둑어과 어류들의 부화까지 소요되는 시간은 수온 차이 때문에 정확하게 비교할 수는 없지만, 수온과 밀접한 관계가 있는 것으로 추정된다. 또한, 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.

난 발생 중 흑색 소포의 출현 시기에 있어서 검정망둑은 18.4~23.2°C에서 수정 후 57시간 50분에 렌즈, 이포, 심장이 분화되었고, 꼬리가 난황으로부터 분리되었으며, 꼬리 부분에 흑색 소포가 출현하였다. 반면, 미끈망둑(Kim *et al.*, 1992)은 22.7°C에서 배체 형성 16시간 후에 난황 표면에 7개의 흑색 소포가 나타났으며, 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b)의 경우 배체형성 후 46시간 30분만에 눈, 배체 위, 난황 표면에 작은 흑색 소포가 나타났다.

Table 1. Comparison of egg and larval characters in Gobiidae

Species	Fertilized egg size(mm)	Time for hatching from morula stage(WT*)	Number of myotomes	Total length of prelarva(mm)	Total length of juvenile(mm)
<i>Tridentiger obscurus</i> (Present)	0.97 × 0.66	154 hrs 40 mins. (19.3~24.5°C)	25~26	2.83	18.21
<i>Favonigobius ymanauchen</i> (Jin et al., 2003)	1.50×0.57	48 hrs 50 mins. (22.8~28.5°C)	25~26	2.31~2.54	12.47
<i>Rhinogobius brunneus</i> (Han et al., 1998)	1.48×0.65	138 hrs (16.0~18.5°C)	25~27	3.10~3.30	-
<i>Chaenogobius laevis</i> (Kim and Han, 1989)	3.40~4.40× 0.50~0.78	108 hrs 70 mins. (13.0~24.6°C)	32~34	3.90~4.20	11.2
<i>Mugilogobius abei</i> (Kim and Han, 1991)	0.98×0.45	99 hrs (18~24°C)	24~25	2.04~2.10	18.20
<i>Tridentiger trigonocephalus</i> (Kim and Han, 1990)	1.40~1.58× 0.50~0.66	116 hrs 70 mins. (18.3~21.7°C)	27~28	2.96	15.85~16.95
<i>Luciogobius guttatus</i> (Kim et al., 1992)	2.71~2.80× 0.65~0.74	-	35~36	3.85~4.00	12.80~14.00
<i>Zonogobius borcus</i> (Shiogaki and Dotsu, 1974a)	1.20~1.45× 0.51~0.55	110 hrs (21~23°C)	26	2.07~2.52	7.0

*WT: Water temperature.

밀어(Han et al., 1998)는 평균 수온 17.0°C에서 수정 후 23시간에 Kupffer 세포가 분화하면서 난황 위에 황색 소포가 나타났고, 30시간 후에 배체 위에 흑색 소포가 출현하였다. 미끈날망둑(Kim & Han, 1989)은 22.7°C에서 수정 후 22시간에 Kupffer 세포가 생기면서 난황 위에 황색 소포가 형성되었고, 수정 후 42시간에 눈에 렌즈가 형성되면서 배체 위에 흑색 소포가 나타났다. 모치망둑(Kim & Han, 1991)은 25°C에서 수정 후 17시간에 Kupffer 세포가 생기고, 45시간 후에는 배체의 배부분에 흑색 소포가 나타나는 점으로 미루어 보아 수온에 따라 색소포의 출현 시기도 영향을 받는 것으로 판단된다.

부화 직후 자어의 전장을 비교해 보면, 검정망둑이 2.48~2.92mm(평균 2.86mm)로 미끈망둑(Kim et al., 1992)의 3.85~4.00mm, 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b)의 3.55~3.90mm, 미끈날망둑(Kim & Han, 1989)의 3.90~4.20mm, 문절망둑(Dotsu & Mito, 1955)의 4.60~5.00mm, 날망둑(Dotsu, 1954)의 7.80mm, 살망둑(Dotsu, 1984)의 4.60mm와 비교해 보면 작은 편이었고, 모치망둑(Kim & Han, 1991)의 2.04~2.10mm에 비교해 보면 큰 편이었으며, 두줄망둑(Kim & Han, 1990)의 2.88~3.14mm 및 밀어(Han et al., 1998)의 3.10~3.30mm와는 비슷한 경향을 보였다.

검정망둑의 부화 자어의 근절수가 24~25개로 Okiyama (1979)의 결과와 일치하였으며, 미끈망둑(Kim et al., 1992)의 35~36개, 살망둑(Dotsu, 1984)의 37개, 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b)의 31~32개, 미끈날망둑(Kim & Han, 1989)의 32~34개보다 적었으며, 두줄망둑(Kim & Han, 1990)의 27~28개, 밀어(Han et al., 1998)의 25~27개, 모치망둑(Kim & Han, 1991)의 24~25개와는 비슷하였다. 이와 같이 망둑어과 어류의 부화자어 근절수는 종간에 뚜렷한 차이를 보여 자치어기의 분류 형질로 활용 가치가 높은 것으로 생각된다.

검정망둑 자치어의 흑색 소포의 분포 상태는 꼬리부분에 처음으로 흑색 소포가 출현하였고, 배쪽의 흑색 소포는 나뭇가지 모양의 흑색 소포군을 형성하였다. 치어기에는 가로띠로 된 커다란 흑색 소포군이 있고 작은 흑색 소포군이 몸 전체를 덮고 있어 성어와 유사한 반문을 형성하는데 반해 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b)은 항문 뒤쪽 부분에 흑색 소포가 밀집되어 나타났다. 치어기가 되면 5개의 흑색 소포가 몸 등쪽에 하나의 종대를 이루고 있으며, 꼬리부분은 커다란 흑색 소포가 나타난다. 두줄망둑(Kim & Han, 1990)은 체측의 복부와 미부 중앙에 나뭇가지 모양으로 분포하고, 모치망둑(Kim & Han, 1991) 자어에 있어서 흑색 소포는 하나의 커

다란 나뭇가지 모양으로 꼬리부분의 등쪽 중앙과 배쪽 중앙부에 나타났으며, 치어에는 흑색 소포가 체표에 확장되어 나타나면서 독특한 반문이 불규칙하게 나타난다. 그러나, 일반적으로 자치어를 접하였을 때는 분류에 어려움이 많기 때문에 앞으로 망둑어과 어류의 흑색 소포 분포 상태와 근절수 및 지느러미 줄기수 등의 계수 형질을 비교, 고찰할 필요성이 있다고 생각된다.

검정망둑은 부화 후 35~38일째(평균 12.25mm)에 저서 생활로 이행하며, 큰미끈망둑(Shiogaki *et al.*, 1974; Yoon, 2004)도 부화 후 36일째(평균 18.30mm)로 비슷하게 나타났다. 미끈망둑(Kim *et al.*, 1992)은 부화 후 45~50일째(평균 13.40mm), 미끈날망둑(Kim and Han, 1989)은 부화 후 48~50일째(평균 13.40mm)로 다소 늦은 것으로 나타났고, 꼬마망둑(Shiogaki & Dotsu, 1974b)은 부화 후 23일째(평균 13.50mm)로 빠른 것으로 나타났다.

검정망둑의 자치어는 부화 후 전장 3.62mm에서 이미 골화가 진행되어 전장 18.21mm에 이르러 대부분의 골격이 완성되어 완전한 형태를 갖춘다.

이와 같이, 망둑어과 어류는 생활 방식과 내부, 외부 형태에 있어 아주 다양하고 변이가 많아서 분류학적으로 많은 논란이 되고 있기 때문에 종 동정의 목적을 위해서는 외부 형태의 관찰과 더불어 골격, 초기 발생 과정 및 자치어의 형태에 대한 비교검토가 체계적으로 이루어져야 하며, 생태적인 차이도 연구되어야 한다고 생각된다.

인용문헌

- Chyung MK (1986) The Fishes of Korea. IlJiSa. Publishing Co, Seoul, 727 pp.
- Dotsu Y (1984) The biology and induced spawning of the gobiid fish, *Chaenogobius heptacanthus*. Bull Fish Inst Nagasaki Univ 55:9-18.
- Dotu Y (1954) On the life history of a goby, *Chaenogobius castanea*. Jap J Ichthyol 3(3, 4, 5):133-138.
- Dotu Y, Mito S (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.
- Han KH, Kim YU, Choe KJ (1998) Spawning behavior and development of eggs and larvae of the Korea freshwater Gobiidae, *Rhinogobius brunneus*(Gobiidae: Perciformes). Bull Kor Fish Soc 31:114-120.
- Hidaka T, Takahashi S (1987) Effects of temperature and day length on gonadal development of the goby, *Rhinogobius brunneus*(Orange type). Jap J Ichthyol 34:361-367.
- Hosen DF, Allen GR (1977) *Signigobius biocellatus*, a new genus and species of sand-dwelling coral-reef gobiid fish from the western tropical Pacific. Jap J Ichthyol 23:199-207.
- Jin DS, Han KH, Park JW (2003) Spawning behavior and morphological development of larvae and juvenile of the naked-head goby, *Favonigobius gymnauchen*(Bleeker). Bull Korean Fish Soc 36:136-143.
- Kim IS, Choi Y (1989) A taxonomic study of goby, the genus *Tridentiger*(Gobiidae, Pisces) from Korea. Bull Korean Fish Soc 22:59-69.
- Kim IS, Lee YJ, Kim YU (1986) Synopsis of the family Gobiidae (Pisces, Perciformes) from Korea. Bull Korean Fish Soc 19:387-408.
- Kim IS, Park JY (1990) Freshwater Fishes of Korea. Hyo-Hak Publishing Co., Ltd, 465 pp.
- Kim YU (1975) On the morphology of larval and young stages of *Chasmichthys dolichognathus*. Bull Korean Fish Soc 8:225-233.
- Kim YU, Han KH (1989) Early life history of the marine animals. 1. Egg development larvae and juveniles of *Chaenogobius laevis*(Steindachner). Bull Korean Fish Soc 22:317-331.
- Kim YU, Han KH (1990) Early life history and spawning behavior of the gobiid fish, *Tridentiger trigonocephalus* (Gill) reared in the laboratory. Kor J Ichthyol 3:1-10.
- Kim YU, Han KH (1991) Early life history and spawning behavior of the gobiidae fish, *Mugilogobius abei*(Jordan et Snyder) reared in the laboratory. Kor J Ichthyol 2: 53-62.
- Kim YU, Han KH, Kang CB, Ryu JW (1992) Early life history and spawning behavior of the gobiidae fish, *Luciogobius guttatus* Gill. Kor J Ichthyol 4:1-13.
- Nelson JS (1994) Fishes of the world(3rd Ed.). John Wiley & Sons, Inc. 600 pp.
- Okiyama M (1979) Manuals for the larval fish taxonomy (2). General aspects of larval characters that aid identification. Aquabiology 2:53-59.
- Sakai H, Yasuda F (1978) Development of eggs and larvae

- of the freshwater goby, *Rhinogobius brunneus*. Jap J Ichthyol 25:92-100.
- Shiogaki M, Dotsu Y (1974a) The life history of the gobiid fish, *Zonogobius boreus*. Bull Fish Inst Nagasaki Univ 37:1-8.
- Shiogaki M, Dotsu Y (1974b) The life history of the gobiid fish, *Inu koma*. Bull Fish Inst Nagasaki Univ 38: 57-64.
- Shiogaki M, Miura N, Dotsu Y (1974) The life history of the gobiid fish, *Luciogobius grandis*. Bull Fish Inst Nagasaki Univ 38:57-64.
- Springer VG (1982) Pacific plate biogeography, with special reference to shore fishes. Smithsonian Contr Zool 367: 1-182.
- Yoon SM (2004) Early life history of the naked-headed goby, *Luciogobius grandis*(Arai). M. Sc. Thesis. Univ. Yeosu. 33 pp.
- 中村中六 (1942) チチブ *Tridentiger obscurus*(Temminck & Schlegel)の生活史. 植物及動物 10(2):115-119.