

가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*)의 난발생 및 자치어 형태발달

유동재 · 한경호^{1*} · 백승록¹ · 김광수¹ · 하성찬 · 장후천² · 이기석³
경상북도 민물고기연구센터, ¹여수대학교 수산생명과학부, ²순천금당중학교
³순천이수중학교

Morphological Development of Eggs, Larvae and Juvenile of the Sunrise Sculpin, *Pseudoblennius cottoides* (Teleostei: Cottidae)

Dong-Jae YOO, Kyeong-Ho HAN^{1*}, Seung-Rok BAEK¹, Kwang-Su KIM¹, Sung-Chan HA¹, Hu-Chun ZANG² and Gi-Seok LEE³

Kyongbuk Research Center for Freshwater Fish, Gyeongbuk 767-870, Korea
¹Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea
²Sunchon Keumdang Middle School, Sunchon 540-854, Korea
³Sunchon Isu Middle School, Sunchon 540-140, Korea

Morphological development of eggs, larvae and juvenile of the sunrise sculpin, *Pseudoblennius cottoides* were studied in the field and laboratory at the coastal Dolsan-do, Yeosu-shi from October, 2000 to April, 2001. Egg mass of *Pseudoblennius cottoides* in peribranchial cavity of *Halocynthia hilgendorfi*, were observed during late fall to winter in the study area. Fertilized eggs were spherical in shape, demersal, adhesive, transparent and greenish yellow color, measuring 1.84 mm (1.83-1.87 mm) in diameter. There were numerous and 17 (15-20) various-sized oil globules accounted in the yolk. Granular materials formed a mass in the yolk. Fertilized eggs hatched at 301 hr 20 min after morula stage. Newly hatched larvae 6.31 mm (6.24-6.37 mm) in total length (TL), had a large yolk. At 3 days after hatching, the larvae, 6.77 mm (6.69-7.14 mm) in TL came out through the excurrent siphon of *Halocynthia hilgendorfi*. At 13 days after hatching, the larvae 12.59 mm (12.42-12.63 mm) in TL transformed to postlarval stage. At 32 days after hatching, postlarvae of TL 19.18 mm (19.01-19.46 mm) have reached the juvenile stage.

Key words: *Pseudoblennius cottoides*, *Halocynthia hilgendorfi*, Fish egg development, Fish larvae and juveniles

서론

가시망둑 (*Pseudoblennius cottoides*)은 썸뱀이목 (Scorpaeniformes), 독중개과 (Cottidae), 돌팍망둑속 (*Pseudoblennius*)에 속하는 연안성 어류로, 우리나라 남부 연해와 제주도 연해 및 일본 각지 연안에 분포한다 (Chyung, 1977; KSSZ, 1997; Kim et al., 2001).

2000년 10월-12월에 여수시 돌산도 연안에서 Scuba diving으로 채집된 개명게 (*Halocynthia hilgendorfi*)의 위새강 내에서 어류의 난이 확인되었다. 어떤 어류가 개명게의 위새강 내에 산란하였는지를 밝히기 위하여 수정된 난을 인위적으로 부화, 사육한 결과, 가시망둑의 난임을 밝혀내었다.

지금까지 국내에서는 가시망둑에 대한 식성 연구 (Huh and Kwak, 1998) 뿐이었으며, 가시망둑이 속한 독중개과 어류에 대한 연구는 독중개 (*Cottus poecilopus*)의 성적이형 (Byeon, 1996), 치악산 계류에 서식하는 독중개의 식성 (Byeon et al., 1995) 및 독중개과 어류의 개요 (Kim and Youn, 1992) 등이 있을 뿐, 지금까지 가시망둑의 산란생성과 초기생활사에 관련된 연구는 없었다.

그러므로 이 연구는 여수시 돌산도 연안에 서식하는 개명게 (*Halocynthia hilgendorfi*)의 위새강 속에서 발견된 가시망둑의 수정난을 대상으로 수조 내에서 부화, 사육하면서 생태학적연구의 일환으로 수정난 형태, 발생과정 및 자치어의 형태를 관찰하였기에 보고한다.

재료 및 방법

가시망둑의 산란생물 선택성 조사를 위하여 2000년 10월부터 2001년 4월까지 여수시 돌산도 연안 수심 3-6 m에서 매주 1회 Scuba diving하여 개명게와 우렁쟁이 (멍게, *Halocynthia roretzi*)를 채취한 후, 위새강 내에 산란된 가시망둑 알의 유무를 조사하였고, 이 알의 형태적인 특징과 발생과정을 관찰하였다.

가시망둑의 난발생과정과 발육단계에 따른 자치어 형태발달을 관찰하기 위하여 채집된 개명게를 반으로 갈라 산란되어 있는 알을 꺼내어 어둡게 차광된 20L의 유리 수조에 수용하여 부화시켰다. 수온은 16.0-18.0°C였으며, 공기를 공급해주었다. 또, 채집된 개명게 중 일부는 위새강 내에서 부화한 가시망둑의 자어가 개명게 밖으로 나오는 시기를 알아보기

*Corresponding author: aqua@yosu.ac.kr

위하여 수조에 수용한 후, 실험실에서 배양한 *Chlorella* sp.를 공급하면서 사육, 관찰하였다.

부화한 자어는 유리수조 (40×30×30 cm)로 옮겨, 수온 11.0-17.0°C에서, rotifer (*Brachionus plicatilis*), brine shrimp (*Artemia* sp.) 및 양어용 배합사료를 순차적으로 주면서 사육하였다.

알의 발생과 자치어의 사육시, 용수는 매일 오전, 오후에 1/2씩 환수하였고, 발생중인 알과 부화 직후부터 부화 후 32일까지의 자치어는 얼음과 MS-222 Sandoz (*Tricaine methanesulfonate*)로 마취시켜 1일 평균 5마리씩 어체의 각 부위를 0.01 mm까지 만능투영기와 입체해부현미경으로 관찰, 측정하였으며, 자치어의 발육단계는 Russell (1976)에 따랐다.

결 과

가시망둑의 산란 대상생물, 수정란, 난발생과정 및 발육단계에 따른 자치어 형태발달을 관찰한 결과는 다음과 같다.

산란생물 및 수정란

2000년 10월부터 2001년 4월까지 돌산도 연안 (34°36'N, 127°48'E)에 서식하는 개명게와 우렁쟁이를 채집하여 조사한 결과, 2000년 10월 28일부터 2001년 2월 4일까지 개명게 (Fig. 1, A)의 위새강 내에서만 산란된 가시망둑의 알 (Fig. 1, B)을 채집할 수 있었다.

개명게 위새강 내에 산란된 가시망둑의 알은 구형의 침성 점착란으로 알덩어리를 형성하고 있었으며, 난황은 투명한 황색 또는 연두색을 나타내었다 (Fig. 1, B). 알의 크기는 1.83-1.87 mm (평균 1.84 mm, n=50)이었고, 크고 작은 유구는 15-20개 (평균 17개, n=10)가 있었으며, 난황내에 혼탁한 황색 과립상의 물질이 관찰되었다. 개명게 위새강 내에 산란된 가시망둑의 수정란 수는 96-315개 (평균 210개, n=209)였다 (Fig. 2).

난발생 과정

개명게의 위새강 내에서 꺼낸 수정란에 가장 발생단계가 빨랐던 상실기부터 발생과정을 관찰한 결과는 Fig. 3, Table 1과 같이 배반 위 할구가 작은 뿔나무 열매 모양이었던 상실기의 수정란은 크고 작은 유구 15-20개 (평균 17개, n=10)를 가지고 있었으며, 난황내에 혼탁한 과립상의 물질이 관찰되었다 (Fig. 3, A).

상실기 후 3시간만에 포배기에 달하였으며 (Fig. 3, B), 10시간 10분에는 배반엽이 난황의 1/3 정도를 덮어 내려와 낭배기에 달하였고 (Fig. 3, C), 13시간 40분에는 배반엽이 난황의 2/3 정도를 덮어 내려왔을 때 배반의 한쪽에 배체가 형성되기 시작하였다 (Fig. 3, D).

상실기 후 19시간 30분에는 배체에 안포와 3-5개의 근절이 형성되었고 (Fig. 3, E), 31시간 15분에는 근절이 7-9개로 증가하였으며, 배체의 꼬리쪽에 Kupffer's vesicle이 형성되었다 (Fig. 3, F).

상실기 후 37시간 40분에는 안포에 렌즈가 형성되었으며 (Fig. 3, G), 55시간 40분에는 이포가 형성되었고, 뇌 분화가 시작되었다. 이 시기에 배체의 꼬리부분이 난황에서 떨어지기 시작하였고, 심장이 박동하기 시작하여, 분당 51회 정도 박동하였으며, 근절이 25-28개로 증가하였다 (Fig. 3, H).

상실기 후 104시간 20분에는 배체가 간헐적으로 움직이기 시작하였고, 이미 Kupffer's vesicle은 소실되었으며, 눈에는 색소포가 검게 착색되기 시작하였다. 막지느러미와 가슴지느러미가 형성되었으며, 혈액이 흐르기 시작하였다. 심장 박동은 분당 112회로 증가하였으며, 근절수는 37-39개였다 (Fig. 3, I).

상실기 후 176시간 20분 후에는 배체가 더욱 길어지고 커지면서 난황을 한바퀴 감았으며, 심장은 분당 143회 박동하였고, 301시간 20분이 경과하여 첫 부화가 시작되었다 (Fig. 3, J).

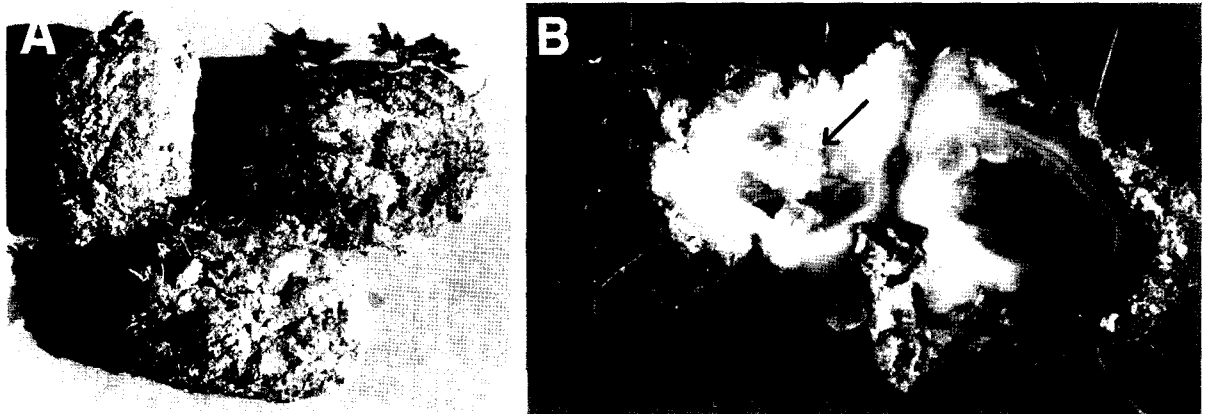


Fig. 1. *Halocynthia hilgendorfi* (A) and the egg mass (B) of *Pseudoblennius cottoides* spawned in the peribranchial cavity of *Halocynthia hilgendorfi*.

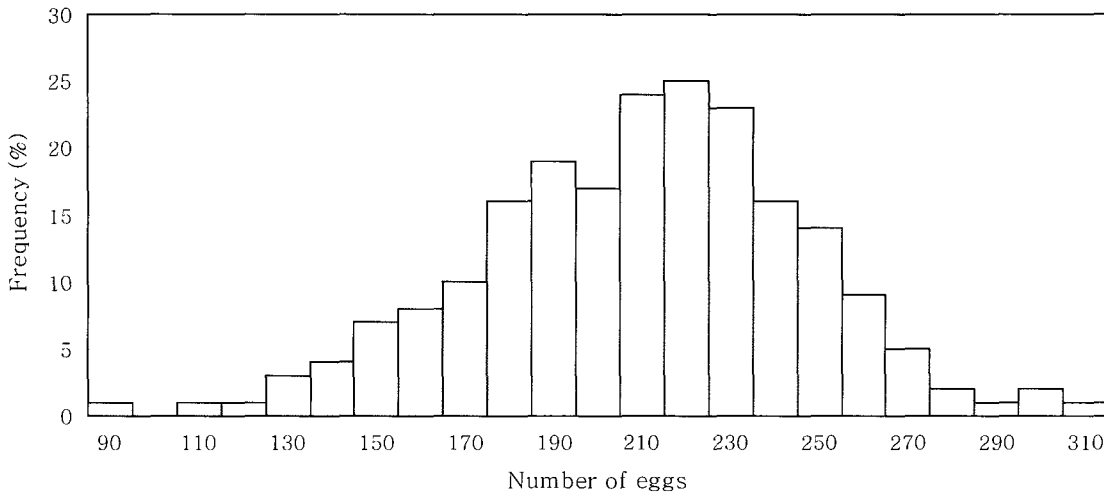


Fig. 2. Frequency of the fertilized eggs of *Pseudoblennius cottoides* collected in the peribranchial cavity of *Halocynthia hilgendorfi*.

Table 1. Egg developmental stages of *Pseudoblennius cottoides*

| Times after morula stage | Fig. 3 | Characters |
|--------------------------|--------|--------------------------------|
| - | A | Morula stage |
| 3 hr | B | Blastula stage |
| 10 hr 10 min | C | Gastula stage |
| 13 hr 40 min | D | Formation of embryo |
| 19 hr 30 min | E | Appearance of optic vesicles |
| 31 hr 15 min | F | Formation of Kupffer's vesicle |
| 37 hr 40 min | G | Formation of lens |
| 55 hr 40 min | H | Formation of auditory vesicles |
| 104 hr 20 min | I | Development of pectoral fins |
| 176 hr 20 min | J | Embryo just before hatching |

자치어 형태발달

부화 직후 자어는 전장이 6.24-6.37 mm (평균 6.31 mm, n=10)로 큰 난황을 달고 있었고, 큰 유구 하나만 난황의 앞쪽에 위치하였다. 난황의 등쪽과 항문쪽, 꼬리자루 아래쪽에 나뭇가지와 별모양의 흑색소포가 관찰되었으며, 근절은 40-41개로 증가하였다 (Fig. 4, A).

부화 후 3일째의 자어는 전장이 6.69-7.14 mm (평균 6.77 mm, n=10)로 난황이 많이 흡수되었고, 난황의 등쪽과 직장 등쪽에 흑색소포가 증가하였다. 이때 자어는 개명계의 출수공을 통해 밖으로 나왔으며, 강한 추광성을 나타내었다 (Fig. 4, B).

부화 후 13일째의 자어는 전장이 12.42-12.63 mm (평균 12.59 mm, n=10)로 아가미뚜껑부분, 주둥이 앞끝, 주둥이 뒤쪽에 크고, 작은 별모양의 흑색소포가 나타났다. 제 2등지느러미, 뒷지느러미, 꼬리지느러미 줄기가 각각 11개, 12개, 11개씩 형성되었으며, 척색말단이 45° 위로 굽어 후기자어기에 달하였다 (Fig. 4, C).

부화 후 15일째의 후기자어는 전장이 12.64-12.71 mm (평균 12.67 mm, n=10)로 제 1등지느러미에 8개의 가시가 형성되었으며, 제 2 등지느러미에는 15개의 줄기, 뒷지느러미에는 13개의 줄기가 형성되었다 (Fig. 4, D).

부화 후 21일째의 후기자어는 전장이 16.04-16.42 mm (평균 16.27 mm, n=10)로 몸에 크고 작은 별모양과 점모양의 흑색소포가 다수 나타났으며, 제 1등지느러미에 9개의 가시와 제 2등지느러미에 17개, 뒷지느러미에 17개, 꼬리지느러미에 13개의 줄기가 형성되었다. 이 시기의 개체들은 저서생활로 이행하였으며, 서로 공격하는 공식현상이 관찰되었다 (Fig. 4, E).

부화 후 32일째는 전장이 19.01-19.46 mm (평균 19.18 mm, n=10)로 흑색소포가 제 1 등지느러미의 첫 번째와 두 번째의 가시줄기 사이의 막에 나타났으며, 모든 지느러미 줄기수가 정수 (D. IX-17; A. 17; P. 16; V. I, 2)에 달하여 치어기에 도달하였고, 몸의 형태와 반문이 성어와 닮아 있었다 (Fig. 4, F).

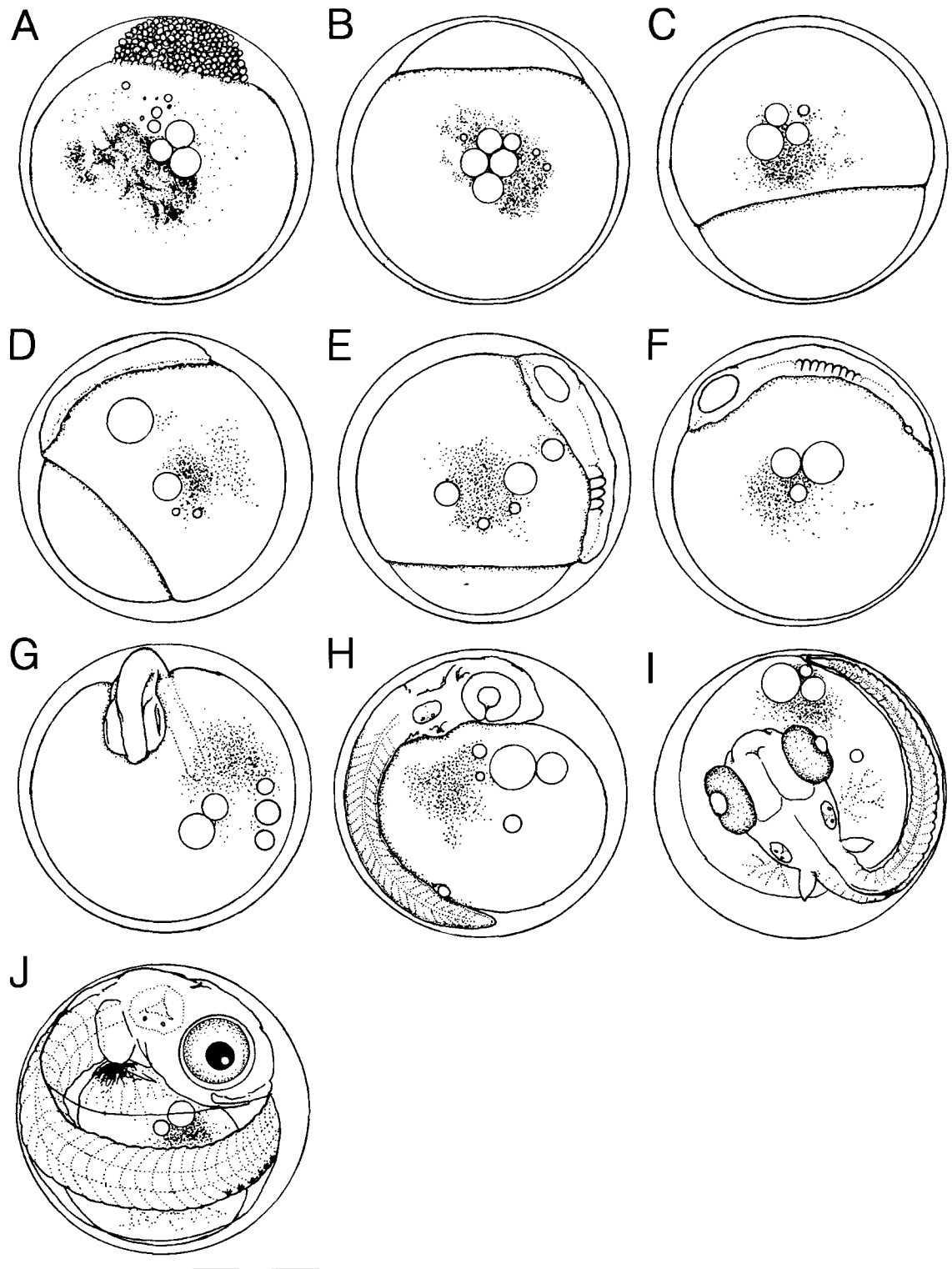


Fig. 3. Egg developmental stages of *Pseudoblennius cottoides*.

A: Morula stage; B: Blastula stage, 3 hr. after morula stage; C: Gastrula stage, 10 hr. 10 min.; D: Formation of embryo, 13 hr. 40 min.; E: Appearance of optic vesicles, 19 hr. 30 min.; F: Formation of Kupffer's vesicle, 31 hr. 15 min.; G: Formation of lens, 37 hr. 40 min.; H: Formation of auditory vesicles, 55 hr. 40 min.; I: Development of pectoral fins, 104 hr. 20 min.; J: Embryo just before hatching, 301 hr. 20 min. Scale bar indicates 1.00 mm.

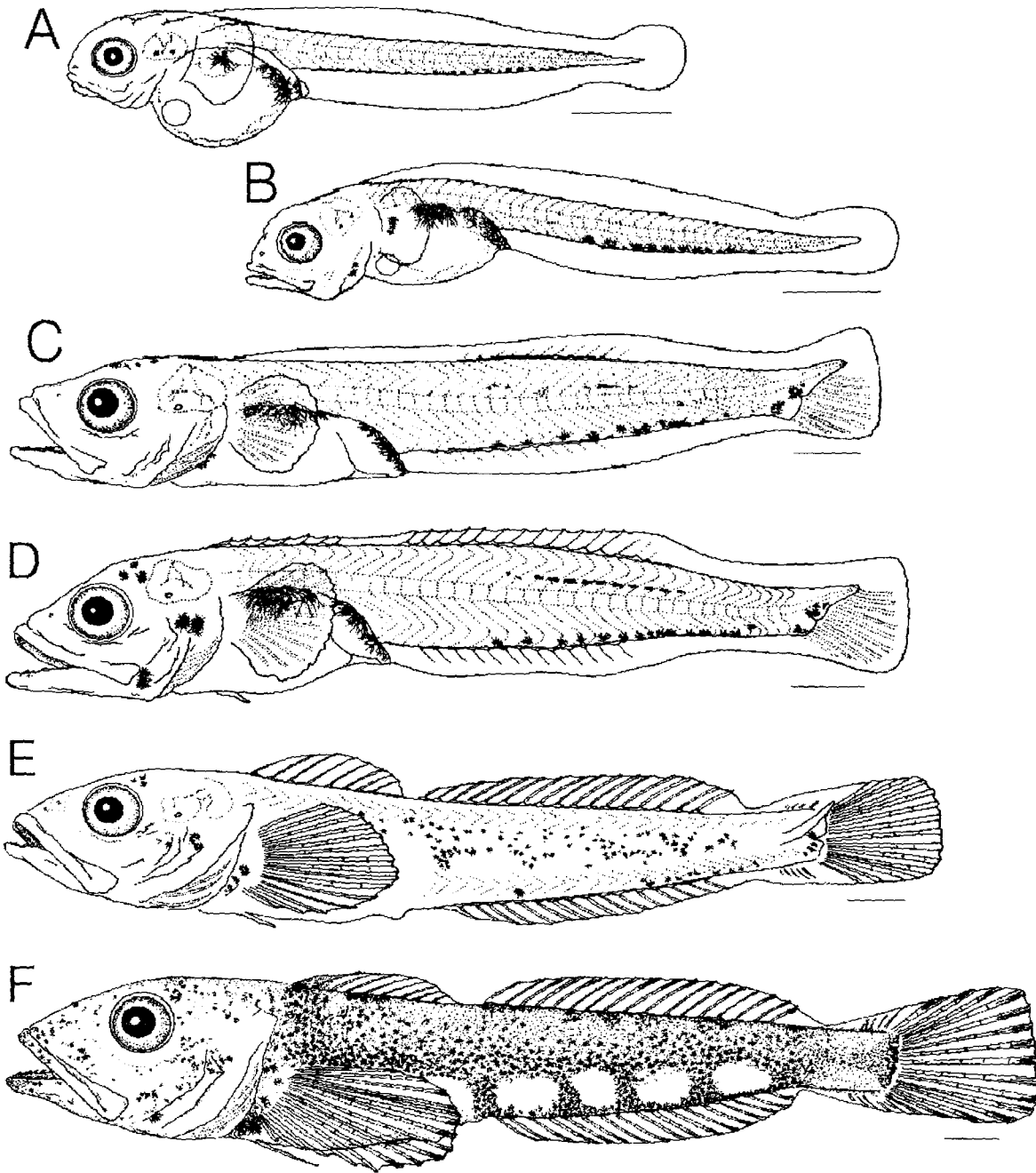


Fig. 4. Morphological development of the larvae of *Pseudoblennius cottoides*.

A: Newly hatched prelarva, mean 6.31 mm in total length (TL); B: Prelarva of 3 days after hatching, mean 6.77 mm in TL; C: Postlarva of 13 days after hatching, mean 12.59 mm in TL; D: Postlarva of 15 days after hatching, mean 12.67 mm in TL; E: Postlarva of 21 days after hatching, mean 16.27 mm in TL; F: Juvenile of 32 days after hatching, mean 19.18 mm in TL. Scale bars indicate 1.00 mm.

고찰

어류의 산란습성 중, 자신의 알을 다른 동물에 의탁하여 산란하는 특이한 산란습성을 가진 어류가 있다. 이러한 산란습성을 가진 어류 중에서 지금까지 국내에 보고된 어류는 담수산 패류인 말조개 (*Unio douglasiae*)나 켈조개

(*Anodonta woodiana*)의 새강에 산란하는 남자루류, 우렁쉥이 위새강 내에 산란하는 실비늘치 (*Aulichthys japonicus*), 왕게 (*Paralithodes camtschaticus*)의 새강 내에 산란하는 꿈치류가 알려져 있지만 (Chyung, 1977), 가시망둑이 개명계의 위새강 내에 산란한다는 보고는 국내에서 최초이다.

Shiogaki and Dotsu (1974)는 자연에서 채집한 가시망둑 암컷만을 수조에 수용하였는데, 수정난을 산란하였다고 보고하였고, 일본에서 출판된 일부 도감에서는 가시망둑이 우렁쟁이의 위새강 내에 산란한다고 보고하였지만, 이번 연구에서 우렁쟁이와 개명계를 함께 채집하여 가시망둑의 산란 여부를 조사해 본 결과, 우렁쟁이가 아닌 개명계의 위새강 내에서만 가시망둑의 난이 관찰되어 일본에서 출판된 도감에 기록된 내용과는 차이를 보였다. 이러한 결과는 일본에서 출판된 도감에서 우렁쟁이와 개명계를 정확하게 동정하지 않았기 때문으로 판단되며, 앞으로 산란 대상생물의 선택성 및 지역성에 대한 검토가 필요하다고 생각된다.

가시망둑과 같은 과에 속하는 어류인 빨간횃대, *Alcichthys alcicornis* (Munehara and Mishima, 1985)와 대구횃대, *Gymnocanthus herzensteini* (Kyushin, 1970)는 구형의 침성점착난을 바위나 암초 사이에 알 덩어리를 형성해 산란하여 가시망둑의 산란습성과는 차이를 나타내었다.

가시망둑의 산란기는 여수시 돌산도 연안에서 2000년 10월 28일부터 2001년 2월 4일까지 가시망둑의 알이 개명계의 위새강 내에서 채집되어 늦은 가을부터 겨울임을 알 수 있었다. 난은 구형의 침성점착란으로 개명계의 위새강 내에서 알

덩어리를 형성하고 있었다. 수정난의 크기는 1.83-1.87 mm (평균 1.84 mm)로 Kimura et al. (1987)의 결과와 비슷하였으며, 같은 과 어류인 대구횃대 (Kyushin, 1970)의 1.64-1.73 mm와도 비슷하였고, 빨간횃대 (Munehara and Mishima, 1985)의 1.35 ± 0.01 mm 보다는 큰 편이었다 (Table 2).

난황은 옅은 녹색을 띤 황색으로 혼탁한 과립상의 물질이 관찰되어 Kimura et al. (1987)의 보고와 일치하였으며, 빨간횃대 (Munehara and Mishima, 1985)의 난황색이 투명한 황색, 대구횃대 (Kyushin, 1970)의 난황색이 밝은 오렌지색으로 중간에 차이를 나타내었다 (Table 2).

가시망둑과 실비늘치의 산란습성을 비교해보면, 가시망둑은 산란기가 10월말부터 이듬해 2월까지인 겨울로 개명계의 위새강 내에 산란하였고, 실비늘치는 5월에서 6월인 늦은 봄으로 우렁쟁이의 위새강 내에 산란 (Chyung, 1977)하여 차이를 나타내었다 (Table 3). 이 두 종의 난은 모두 구형의 침성점착란이며, 가시망둑의 알 크기가 실비늘치의 2.2-2.6 mm 보다 작았다 (Table 3).

가시망둑의 부화 시간은 수온 16-18°C에서 상실기 이후 301시간 20분 정도 소요되어, 수온 9-12°C에서 산란 후 312-360시간에 부화되었다는 Kimura et al. (1987)의 결과와

Table 2. Comparison of some early developmental characters of Cottoidae fishes

| Characters | <i>Pseudoblennius cottoides</i> | | <i>Alcichthys alcicornis</i> (Munehara and Mishima, 1985) | <i>Gymnocanthus herzensteini</i> (Kyushin, 1970) |
|---------------------------|--|--------------------------------------|---|---|
| | The present study | Kimura et al. (1987) | | |
| Spawning season | Oct.-Feb. | Dec.-Feb. | May | Jan. |
| Fertilized egg | demersal, adhesive | demersal, adhesive | demersal, adhesive | demersal, adhesive |
| Egg diameter (mm) | 1.83-1.87 | 1.60-1.98 | 1.35 ± 0.01 | 1.64-1.73 |
| Yolk | greenish yellow, granular materials | greenish yellow, granular materials | transparent yellow, granular materials | light orange, granular materials |
| Hatching | 301 hrs. 20 mins. after morula stage (16-18°C) | 312-360 hrs. after spawning (9-12°C) | 408 hrs. after spawning (4.5-11.5°C) | 1008 hrs. after fertilization (5.5-6.8°C) |
| Newly hatched larvae (mm) | 6.24-6.37 (mean 6.31) | 6.29-6.79 (mean 6.39) | 4.26-4.67 (mean 4.44) | 5.57-6.12 (mean 5.79) |

Table 3. Comparisons of spawning habit of *Pseudoblennius cottoides* and *Aulichthys japonicus*

| Characters | <i>Pseudoblennius cottoides</i> (Present study) | <i>Aulichthys japonicus</i> (Chyung, 1977) |
|-----------------|--|--|
| Spawning season | Oct.-Feb. | Mar.-Jun. |
| Spawning | Peribranchial cavity of <i>Halocynthia hilgendorfi</i> | Peribranchial cavity of <i>Halocynthia roretzi</i> |
| Egg | demersal, adhesive | demersal, adhesive |
| Egg size (mm) | 1.83-1.87 (n=50) | 2.2-2.6 |
| Fecundity | mean 348 (n=10) | 200 |

다소 차이를 보였는데, 이러한 결과는 사육수온과 관찰을 시작한 발생단계의 차이에 기인한 것으로 생각된다 (Table 2).

부화 직후 자어의 크기는 전장 6.24-6.37 mm (평균 6.31 mm)로 Kimura et al. (1987)의 6.29-6.79 mm (평균 6.39 mm)와 비슷하였으며, 대구횃대 (Kyushin, 1970)의 5.57-6.12 mm (평균 5.79 mm)와, 빨간횃대 (Munehara and Mishima, 1985)의 4.26-4.67 mm (평균 4.44±0.14 mm) 보다 큰 편이었다 (Table 2).

가시망둑 부화 자어의 흑색소포가 난황의 등쪽과 항문쪽, 꼬리자루 아래쪽에서 관찰되어 Kimura et al. (1987)이 두정부, 목덜미 부분, 복강의 등쪽, 난황의 앞쪽 끝과 꼬리자루 아래쪽에 분포한다고 보고한 결과와는 다소 차이를 보였다. 부화 후 13일째 자어 (평균전장 12.59 mm)의 아가미뚜껑 부분, 주둥이 앞끝, 주둥이 뒤쪽에 흑색소포가 발달한 점, 부화 후 32일째 치어 (평균전장 19.18 mm)의 제 1등지느러미의 첫 번째와 두 번째의 가시줄기 사이의 막에 흑색소포가 분포하는 점 등은 Kimura et al. (1987)의 보고와 일치하였다.

참 고 문 헌

- Byeon, H.K. 1996. Sexual dimorphism in a river Sculpin (*Cottus poecilopus* Heckel) in Korea. Kor. J. Ichthyol. 8(1), 14-21. (in Korean)
- Byeon, H.K. J.S. Choi, Y.M. Son and J.K. Choi. 1995. Taxonomic and morphological characteristics in the juvenile *Cottus* (Cottidae) fishes from Korea. Kor. J. Ichthyol., 7(2), 128-134. (in Korean)
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Il Ji Sa Publishing Co., Seoul, 727 pp. (in Korean)
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Feeding habits of *Pseudoblennius cottoides*. J. Kor. Fish. Soc, 31(1), 37-44. (in Korean)
- Kim, I.S. and C.H. Youn. 1992. Synopsis of the family Cottidae (Pisces: Scorpaeniformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 4(1), 54-79.
- Kim, Y.U, J.G. Myong, Y.S. Kim, K.H. Han, C.B. Kang and J.G. Kim. 2001. The Marine Fishes of Korea. Hanguel Publishing Co., Busan, 382 pp. (in Korean)
- Kimura, S., K. Tsumoto and K. Mori. 1987. Development of eggs, larvae of the cottid fish, *Pseudoblennius cottoides*, reared in laboratory. Jap. J. Ichthyol., 34(3), 346-350.
- Kyushin, K. 1970. Embryonic development and larvae of *Gymnocanthus herzensteini* Jordan and Starks. Jap. J. Ichthyol., 17(2), 74-79.
- Munehara H. and S. Mishima. 1985. Embryonic development, larvae and juveniles of elkhorn sculpin, *Alcichthys alcicornis*. Jap. J. Ichthyol., 33(1), 46-50. (in Japanese)
- Russell, F.S. 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, Inc., London, 524 pp.
- Shiogaki, M. and Y. Dotsu. 1974. The spawning of the sea sculpin, *Pseudoblennius cottoides*. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 38, 71-76. (in Japanese)
- KSSZ (The Korean Society of Systematic Zoology). 1997. List of Animals in Korea (excluding insects). Academy Press, Seoul, 489 pp. (in Korean)

2003년 2월 7일 접수

2003년 6월 14일 수리