

# 실험실에서 사육한 해포리고기 (*Abudefduf vaigiensis*)의 산란행동, 난 발생 및 자어의 형태발달

박재민\* · 정현호<sup>1</sup> · 한경호<sup>2</sup> · 조재권 · 김나리 · 김재명<sup>2</sup> · 백정익<sup>2</sup> · 박소현<sup>2</sup>

남서해수산연구소 해역산업과, <sup>1</sup>전라남도 해양수산과학원, <sup>2</sup>전남대학교 양식생물학전공

**Egg Development and Larvae Morphology and Spawning Behavior of Five Striped Damselfish, *Abudefduf vaigiensis* (Pisces: Pomacentridae) Reared in the Laboratory by Jae Min Park\*, Hyun Ho Jung<sup>1</sup>, Kyeong Ho Han<sup>2</sup>, Jae Kwon Cho, Na Ri Kim, Jae Myoung Kim<sup>2</sup>, Jung Ik Baek<sup>2</sup> and So Hyun Park<sup>2</sup>** (Southwest Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea; <sup>1</sup>Jeollanamdo Ocean and Fisheries Science Institute, Wando 537-801, Korea; <sup>2</sup>Chonnam National University, Department of Aqualife science, Yeosu 550-749, Korea)

**ABSTRACT** The spawning behavior, development of eggs and larvae of the Five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis* were studied. The Five striped damselfish were caught at Dolsan Island, Yeosu-si, Jeollanamdo from May in 2011. As a result of observation, male fish attracted female after cleaning the rock. Female left after spawning and male protected their eggs until they had hatched out. The fertilized eggs were elliptical in shape (mean long diameter: 1.06 mm; mean short diameter: 0.55 mm) and transparent. Larvae hatched at 53 hrs after fertilization in 24.5~26.5°C (mean 25.0°C). The newly hatched larvae were 2.55~2.86 mm (mean 2.71 mm, n=10) in total length and their mouth and anus were already opened. They began to eat rotifer and transformed to postlarva stage. 3 days after hatching postlarva was measured 2.74~2.97 mm (mean 2.84 mm, n=10) in total length. 10 days after hatching postlarva was measured 3.85~4.20 mm (mean 4.00 mm, n=10) in total length with dorsal fin rays IV-5; ventral fin rays I-3; caudal fin rays 1~2.

**Key words** : *Abudefduf vaigiensis*, larvae, eggs development

## 서 론

해포리고기 (*Abudefduf vaigiensis*)는 농어목(Perciformes), 자리돔과(Pomacentridae), 줄자돔속 (Genus *Abudefduf*)에 속하는 어류로 같은 속에는 줄자돔 (*A. sordidus*), 흑줄돔 (*A. bengalensis*), 동갈자돔 (*A. notatus*), 검은줄꼬리돔 (*A. sexfasciatus*) 등 총 5종이 국내에 서식하는 것으로 보고되어 있다.

자리돔과에 관한 국내 연구는 자원생물학적 연구(고와 전, 1983), 생식주기(이와 이, 1987), 자리돔속 어류의 미기록종(Kim *et al.*, 1994), 형태학적 연구(김과 김, 1996, 1997), 연무자리돔의 산란보호, 난 발생 및 자어의 형태발달(Kim *et al.*, 2001), 파랑점자돔의 산란주기 및 산란량(정 등, 2010)

등이 있고 국외 연구로는 자리돔의 산란주기(Ochi, 1985), 노랑꼬리자리돔의 자치어 형태발달(Thomas *et al.*, 1987), 자리돔류 자어의 특징(Wellington and Victor, 1989), 수온에 따른 산란행동과 자어의 발달(Kazue and Tomoko, 2002), 자리돔류의 정착행동(Leis and Carson, 2002), 골격발달과 성장(Kavanagh and Alford, 2003), 생식생물학적 연구(Shadrin and Emel'yanova, 2007), 검은줄꼬리돔의 난질 및 자어의 형태발달(Emel'yanova *et al.*, 2009) 등이 있다.

해포리고기는 우리나라 동해 남부와 남해안, 일본 중부이남, 인도양 및 태평양 등에 분포하며, 주로 제주도 연안의 산호초 지역이나 바위가 많은 곳에 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(백, 1985; 김 등, 2005). 몸의 형태는 체고가 높은 난원형으로 체색은 회청색 바탕에 5개의 진한 청흑색 가로줄 무늬가 있고, 등에 노란색을 띠는 것이 특징이다(김 등, 2005). 특히 해포리고기는 해수 관상어로서 매우 각광

\*Corresponding author: Jae Min Park Tel: 82-61-690-8968,  
Fax: 82-61-685-9073, E-mail: gost016803@naver.com

받는 어종으로 알려져 있으나, 인간의 무분별한 남획으로 인해 생태계 파괴, 자원량 감소를 초래할 수 있어 인공번식 개발을 통한 종 보존이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 해포리고기의 산란습성과 난 발생 및 자어의 형태발달을 통해 초기생활사를 밝히고, 해수 관상어류의 자원 보호를 위한 생태학적 연구의 기초 자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 어미사육

본 실험에 사용된 어미는 2011년 5월 전라남도 여수시 돌산읍 연안에서 통발로 어획된 개체를 실험실로 옮긴 후 사각유리 수조(90×60×50 cm)에 한 쌍씩 넣어 순환여과식으로 사육하였다. 먹이는 배합사료(Love larva, Japan)와 냉동 곤쟁이(Freeze shrimp)를 매일 2회(8:00시, 17:00시)에 걸쳐 충분한 양을 공급하였다. 사육수온은 전기히터(Phil-green PH-300)를 이용하여 24.5~26.5°C(평균 25.0°C)를 유지하였고, 염분농도는 32.5~33.5‰(평균 33.0‰)의 범위를 유지하였다.

### 2. 난 발생 과정

수정란은 500 mL 유리 비이커에 수용하였고, 사육수온은 부화 시까지 25.5~28.5°C(평균 27.0°C), 염분 32.5~33.5‰(평균 33.0‰) 범위를 유지하였다. 사육 수는 1/2씩 매일 3회

환수하였고, 난의 크기는 50개체를 무작위로 추출, 만능 투영기(Nikon JP V-12B)를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였으며, 난 발생 과정은 입체 해부현미경(Nikon NM-40) 하에서 디지털카메라(Nikon Coolpix 995)를 사용하여 관찰 및 사진촬영을 하였다.

### 3. 자어의 형태발달

부화 직후의 자어는 사각유리 수조(90×60×50 cm)에 수용하여 지수식으로 사육하였고, 에어레이션으로 약하게 통기시켜 주었다. 자어의 먹이로는 난황흡수 후부터 5일까지 로티퍼(*Brachionus rotundiformis*)를 mL당 5~10개체를 공급하였으며, 6시간마다 채 보충하여 밀도를 유지시켜 주었다. 5일부터 10일까지는 로티퍼와 알테미아(*Artemia* sp.의 nauplius)를 mL당 각각 10~20개체씩 혼합시켜 공급하였다. 자어의 형태발달 과정은 부화 직후부터 1일마다 10마리씩 마취제(MS-222, Tricaine methane sulfonate: Sandoz)를 이용하여 마취시킨 후, 어체의 각 부위를 입체 해부현미경과 만능 투영기를 사용하여 0.01 mm까지 측정 및 관찰하였다. 자치어의 형태발달 단계는(Rusell, 1976)에 따라 구분하였다.

## 결 과

### 1. 산란행동

해포리고기는 주변에 모래와 자갈이 깔려있는 편평한 바



Fig. 1. The egg guarding of five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis*.

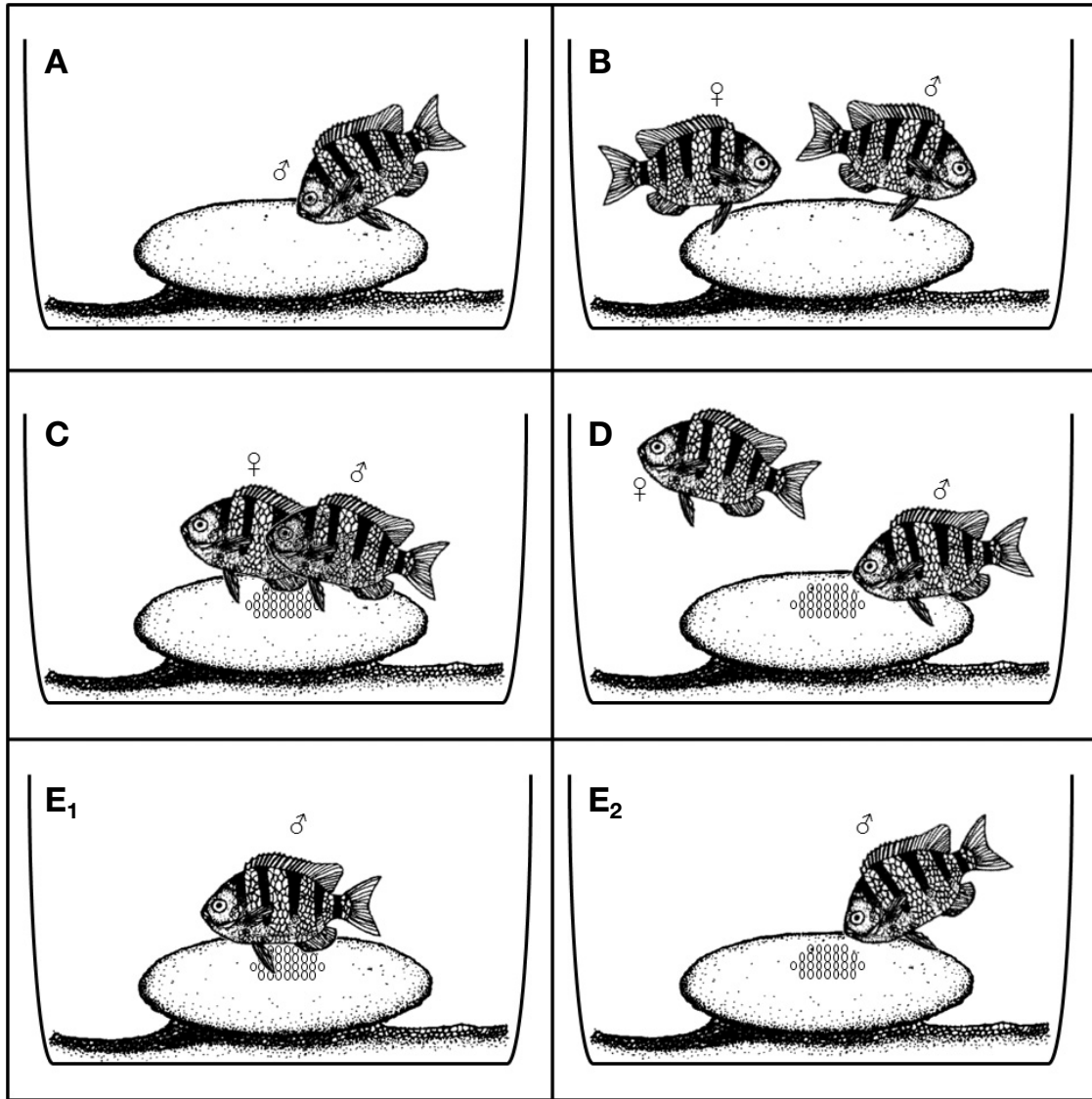


Fig. 2. The spawning behavior of five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis*. A: Nest; B: Courtship and follow; C: Spawning; D: Release; E<sub>1-2</sub>: Protection behavior.

위 (30×20 cm) 표면에 산란하였다(Fig. 1). 산란행동은 Fig. 2와 같이 5단계로 구분되었다. 수컷은 수조 내 편평한 바위를 선택하여 그 주위를 입으로 깨끗이 청소하였고(Fig. 2A), 청소가 끝난 뒤 수컷은 암컷을 바위 주변으로 유인하자 산란행동을 시작하였다(Fig. 2B). 산란이 시작되자 암·수는 체색이 흑갈색으로 변화였고, 암컷이 바위에 방란을 하면 그 뒤를 따라 수컷이 방정을 하면서 수정이 이루어 졌다(Fig. 2C). 산란이 끝나면 암컷은 바위를 떠나고, 수컷은 혼자 남아 부화할 때까지 알을 보호하였으며(Fig. 2D), 가슴지느러미와 꼬리지느러미를 이용하여 수류를 일으켜 수정란에 신선한 물을 공급해 주었다(Fig. 2E<sub>1</sub>). 수정이 되지 않은 난과 발생과정 중 폐사한 난은 깨끗한 환경을 유지하기 위하여

입으로 제거해 주었다(Fig. 2E<sub>2</sub>).

## 2. 난의 형태

수정란의 형태는 타원형으로 부착성이 강한 침성란이었고, 유구의 수는 4개였으며, 장경은 1.05~1.07 mm (1.06±0.01 mm, n=10), 단경 0.54~0.56 mm (0.55±0.01 mm, n=10) 였다(Fig. 3). 산란은 15~20회에 걸쳐 이루어졌으며, 산란 수는 8,835~9,085개 (평균 8,960개)였다. 배체의 머리 부분이 발달하는 시기에는 머리가 난막의 선단부를 향하는 정상란(Fig. 4A)과 반대로 부착사를 향하는 역자란(Agrippa eggs)이 출현하기 시작하였다(Fig. 4B). 그러나 부화 시에는



Fig. 3. The egg mass of five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis*.



Fig. 4. Normal eggs (A) and agrippa eggs (B) of the five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis*.

정상란과 역자란의 배체 머리 부분이 동일하게 난막의 선단부를 향하면서 정상적으로 부화하였다.

### 3. 난 발생 과정

수정 후 6시간에는 32세포기로 이행하였고(Fig. 5A), 수정 후 7시간 30분에는 64세포기(Fig. 5B)가 시작되었으며, 8시간에는 상실기(Fig. 5C)에 도달하였다. 8시간 30분에는 포배기(Fig. 5D)에 달하였으며, 수정 후 12시간 30분에는 포배가 난황을 덮어 내려와 초기 낭배기에 도달하였다(Fig. 5E). 수정 후 15시간에는 원구가 폐쇄되면서 배체가 형성되기 시작하였고(Fig. 5F), 수정 후 21시간 30분에는 배체의 머리 부분이 발달하였다(Fig. 5G). 수정 후 22시간에는 배체의 머리 부분에 안포가 형성되기 시작하였고, 3개의 근절이 형성되었으며, 꼬리 쪽에 Kupper's vesicle이 출현하였다. 이 시기에는 배체의 머리 부분이 부착사 쪽을 향하는

역자형의 난이 나타나는 경우도 있었다(Fig. 5H).

수정 후 26시간 30분에는 눈에 렌즈가 분화하기 시작하였고, 유구는 4개에서 1개로 감소하였다. 이때의 근절은 16~19개로 증가하였다(Fig. 5I). 수정 후 31시간에는 Kupper's vesicle이 사라지고, 이포가 형성되면서 난황 위에는 흑색소포가 침착되었다. 이때의 근절은 20~24개로 증가하였다(Fig. 5J). 수정 후 33시간 30분에는 콧구멍이 분화하기 시작하였고, 배체의 꼬리 기저부에는 흑색소포가 침착되었다. 꼬리부분은 길어지면서 난황과 분리되었고, 심장박동이 확인되었으며, 이때의 심장 박동 수는 1분당 120~130회였다(Fig. 5K). 수정 후 39시간 30분에는 눈에 색소포가 침착되기 시작하였고, 배체가 움직이기 시작하면서 난황 위의 혈액이 활발하게 흐르는 것이 관찰되었다. 이때의 근절은 28~30개로 증가하였다(Fig. 5L). 수정 후 46시간에는 가슴지느러미와 부레가 분화하기 시작하였고(Fig. 5M), 수정 후 47시간 30분에는 항문 쪽에 흑색소포가 침착하였으며(Fig. 5N), 수정 후 53시간에는 머리 윗부분이 난막의 선단부를 향하면서 부화하기 시작하였다(Fig. 5O).

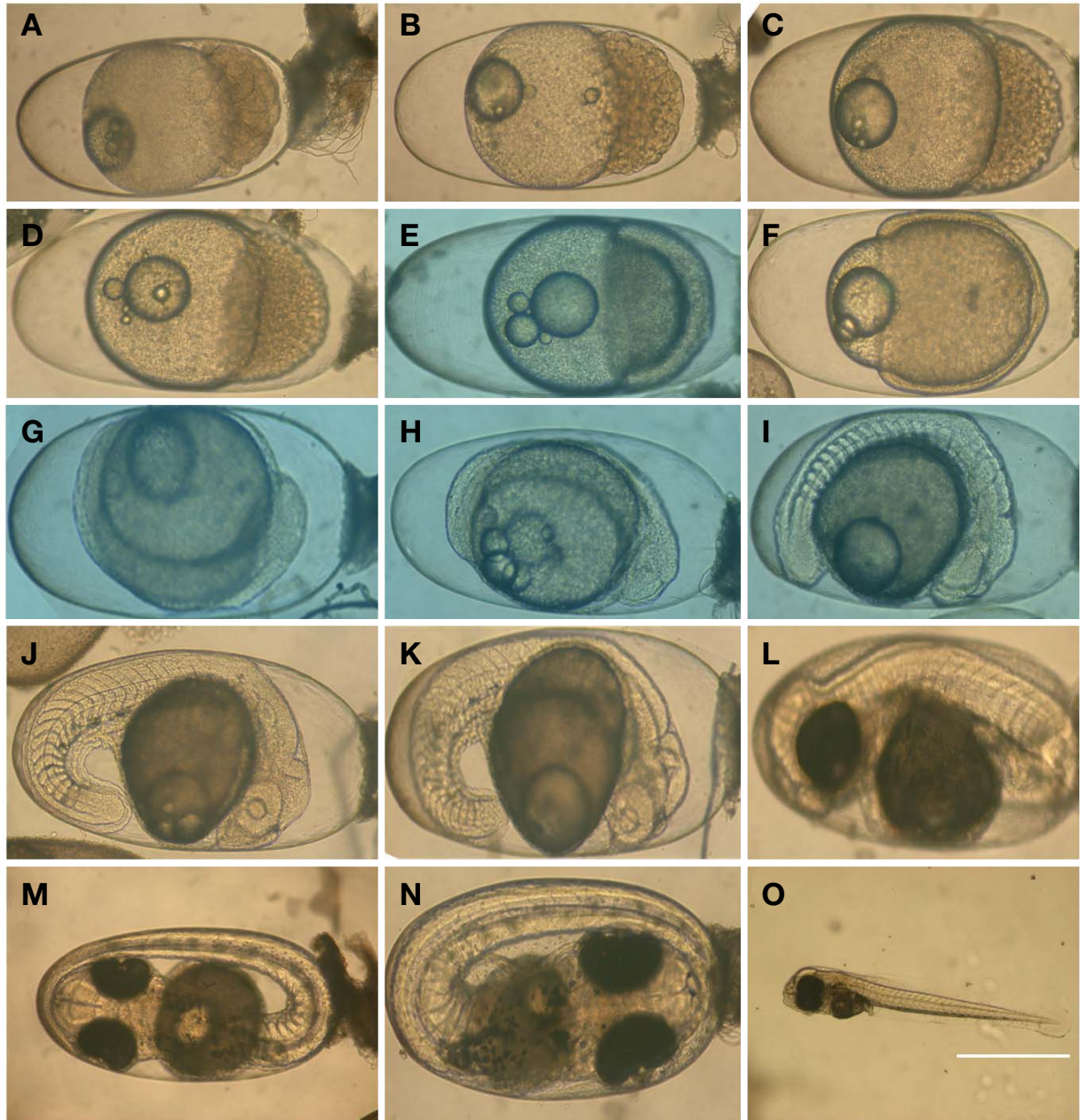
### 4. 자어의 형태발달

부화 직후의 전기 자어는 전장 2.55~2.86 mm ( $2.71 \pm 0.12$  mm,  $n=10$ )로 난황을 거의 흡수한 상태였고, 입과 항문은 열려 있었다. 흑색소포는 항문에서부터 꼬리 기저 끝부분까지 10~14개의 반점모양으로 침착되어 있었고, 머리 앞부분과 윗부분에 흑색소포가 산재하였으며, 난황 윗부분과 부레 위에도 부분적으로 침착되어 있었다. 모든 지느러미는 막상으로 되어 있었고, 항문은 몸길이의 32.5%로 정중앙으로부터 앞쪽에 위치하였다. 이 시기의 근절 수는 28~30개였다(Fig. 6A).

부화 후 3일째 후기 자어는 전장 2.74~2.97 mm ( $2.84 \pm 0.08$  mm,  $n=10$ )로 아래턱과 소화관이 발달하였고, S-type의 소형 로티퍼를 섭취하기 시작하였다. 항문은 몸길이의 34.1%로 정중앙으로 향하였다(Fig. 6B).

부화 후 5일째 후기 자어는 전장 3.00~3.75 mm ( $3.51 \pm 0.22$  mm,  $n=10$ )로 유구가 완전히 흡수되었고, 막상으로 된 등지느러미는 짧아졌으며, 가슴지느러미는 부채모양으로 발달하였다(Fig. 6C).

부화 후 10일째의 후기자어는 전장이 3.85~4.20 mm ( $4.00 \pm 0.13$  mm,  $n=10$ )로 등지느러미에 줄기가 분화되어 극조 4개, 연조 5개가 형성되었고, 배지느러미는 극조 1개, 연조 3개가 형성되었다. 꼬리지느러미도 줄기가 분화되어 1~2개가 형성되었다. 색소포는 아가미 뚜껑, 부레 윗부분 및 항문 주변에 노란색으로 침착하였고, 머리 뒷부분부터 등지느러미 첫 번째 가시가 끝나는 부분까지 1개의 검은색 가로 줄무늬가 나타났다. 항문은 38.5~42.6%로 몸의 정중앙보다 앞쪽에 위치하였다(Fig. 6D).



**Fig. 5.** Egg development of five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis* reared in the laboratory. A: 32 cells stage, 6 hrs after fertilization; B: 64 cells stage, 7 hrs 30 mins; C: Morula stage, 8 hrs; D: Blastula stage, 8 hrs 30 mins; E: Gastrula stage, 12 hrs 30 mins; F: Closure blastopore, 15 hrs; G: Head of embryo developing, 21 hrs 30 mins; H: 3 myotomes stage, appearance of Kupffer's vesicles, 22 hrs; I: 16~19 myotomes stage, formation of eye lens, 26 hrs 30 mins; J: Melanophores appeared on the embryo, 31 hrs; K: Heart beating, 33 hrs 30 mins; L: Appearance of melanophores in the eye, 39 hrs 30 mins; M: Appearance of the pectoral fin and air bladder, 46 hrs; N: Appearance of melanophores in the anus, 47 hrs 30 mins; O: Embryo just before hatching, 53 hrs. Scale bar=1.0 mm.

## 고 찰

본 연구를 통해서 해포리고기는 산란이 끝난 뒤 산란 장소 주위에 머물면서 알을 보호하는 행동을 관찰할 수 있었다. 이러한 행동은 산란기의 자리돔과 어류들에게 나타나는

일반적인 행동으로 지느러미를 이용해 수류를 일으켜 알에 산소를 공급하고 미수정란을 제거한다(Nagazono *et al.*, 1979). 같은 과 어류인 연무자리돔 *Chromis fumea*의 경우 수컷이 산란 장소에 홀로 남아 알을 보호하는 습성을 지니고 있는데(Kim *et al.*, 2001), 흰동가리류에 속하는 Maroon clownfish, *Premnas biaculeatus* (Kim *et al.*, 2007), Saddleback

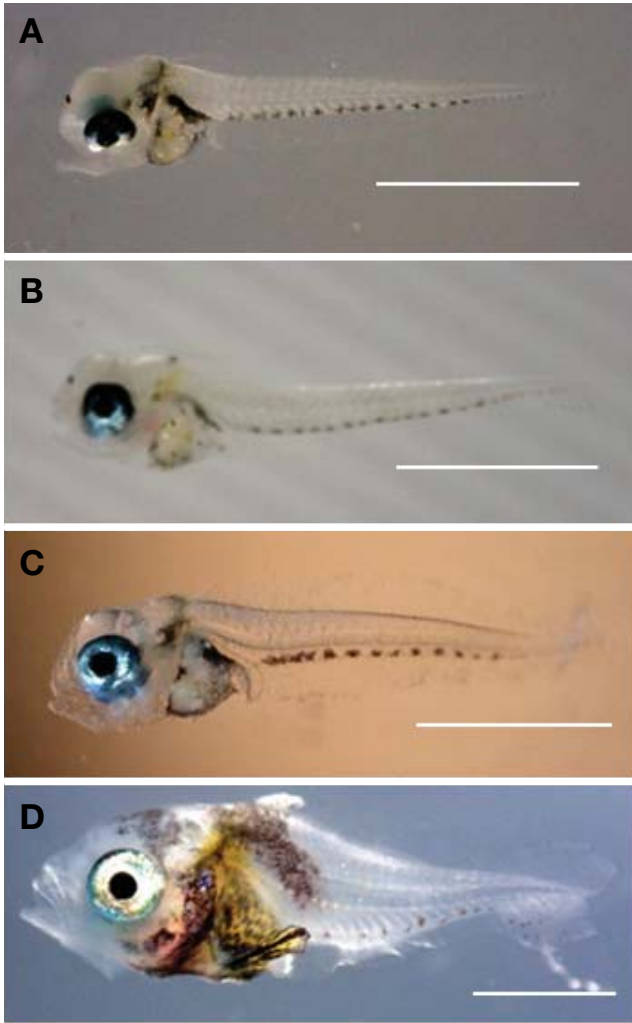


Fig. 6. Larvae development of five striped damselfish, *Abudefduf vaigiensis* reared in the laboratory. A: 2.71 mm in total length (TL) newly hatched larva; B: 2.84 mm in TL, 3 days after hatching; C: 3.51 mm in TL, 5 days after hatching; D: 4.00 mm in TL, 10 days after hatching. Scale bars=1.0 mm.

clownfish, *Amphiprion polymnus* (Yoon *et al.*, 2005), Cinnamon clownfish, *Amphiprion melanopus* (Noh *et al.*, 2011)는 암컷과 수컷이 함께 알을 보호하는 습성을 지니고 있어 종에 따라 차이를 보였다.

해포리고기의 수정란은 긴 타원형의 침성부착난으로 장경 한쪽 끝에 부착사가 있었다. 이와 같은 부착사를 가진 어류는 자리돔 *Chromis notatus*, 연무자리돔, *P. biaculeatus*, *A. melanopus* 등의 자리돔과 어류에서 거의 동일하였으며, 날치, 미끈망둑, 날개망둑 등에서도 부착사를 가진 것으로 보고되어 있으나 (Fujita, 1957; Park and Kim, 1987; 김 등, 1992; Kim *et al.*, 2001; 진 등, 2003; Kim *et al.*, 2007; Noh *et al.*, 2011) 어종에 따라 난의 형태와 유구의 유무 등에서 차이를 나타냈다.

수정란의 평균 장경은 1.06 mm, 단경 0.55 mm로 같은 과인 자리돔 (Fujita, 1957)의 장경 0.83~0.87 mm, 단경 0.54~0.61 mm, 연무자리돔 (Kim *et al.*, 2001) 장경 0.73~0.80 mm, 단경 0.50~0.56 mm로 장경은 길었으나 단경은 비슷하거나 다소 짧았다. 흰동가리류의 *P. biaculeatus* (Kim *et al.*, 2007)는 평균 장경 1.99 mm, 단경 0.88 mm, *A. polymnus* (Yoon *et al.*, 2005) 장경 2.46 mm, 단경 0.96 mm, *A. melanopus* (Noh *et al.*, 2011) 장경 2.40 mm, 단경 0.90 mm로 흰동가리류에 비해 장경과 단경이 다소 짧았다.

부화할 때까지 소요되는 시간은 수온 27.0°C에서 수정 후 53시간 만에 부화하였고, 자리돔 (Fujita, 1957)은 수온 25.8~28.0°C 수정 후 70시간, 연무자리돔 (Kim *et al.*, 2001) 수온 23.0~25.5°C 배체형성 후 100시간, 검은줄꼬리돔 *Abudefduf sexfasciatus* (Shadrin and Emel'yanova, 2007) 수온 25.0~26.0°C 수정 후 115시간, *P. biaculeatus* (Kim *et al.*, 2007) 수온 27.0°C 수정 후 120~150시간, *A. polymnus* (Yoon *et al.*, 2005) 수온 26.0°C 수정 후 152~155시간, *A. melanopus* (Noh *et al.*, 2011)는 수온 28.8°C 수정 후 180시간 만에 부화하였다. 자리돔 (Fujita, 1957)과 연무자리돔 (Kim *et al.*, 2001), 검은줄꼬리돔 (Shadrin and Emel'yanova, 2007)보다는 비교적 빨랐으나 수온이 높아짐에 따라 부화에 소요되는 시간이 짧아지는 경향을 보였다. 그러나 흰동가리류의 *P. biaculeatus* (Kim *et al.*, 2007), *A. polymnus* (Yoon *et al.*, 2005), *A. melanopus* (Noh *et al.*, 2011)는 수온이 비슷함에도 부화에 소요되는 시간이 오래 걸리는 것으로 보여 종에 따라 차이가 있는 것으로 보인다 (Table 1).

부화 직후 자어의 전장을 비교해 보았을 때 해포리고기는 2.71 mm, 자리돔 (Fujita, 1957) 2.21~2.40 mm, 연무자리돔 (Kim *et al.*, 2001) 1.10~1.61 mm, 검은줄꼬리돔 (Shadrin and Emel'yanova, 2007) 2.50~2.80 mm보다 비교적 긴 편이었으나 *P. biaculeatus* (Kim *et al.*, 2007) 3.22 mm, *A. polymnus* (Yoon *et al.*, 2005) 4.58 mm, *A. melanopus* (Noh *et al.*, 2011) 3.50 mm보다는 짧은 편이었다.

척색말단이 굽어지는 시기를 비교해 보았을 때 자리돔은 체장 3.60 mm, 파랑돔 체장 4.30 mm, *Plectroglyphidodon leucozonus*는 체장 4.20 mm일 때 차이를 나타내는 것으로 보고되었고 (Okiyama, 1988), *A. polymnus* (Yoon *et al.*, 2005)는 전장 4.90 mm (부화 후 1일째)일 때 척색말단이 굽어지기 시작하였다. 연무자리돔 (Kim *et al.*, 2001)은 척색장 2.91 mm (부화 후 9일째), 해포리고기는 전장 4.00 mm (부화 후 10일째)가 될 때까지 연무자리돔 (Kim *et al.*, 2001)과 마찬가지로 척색말단이 굽어지지 않아 치어기까지 사육을 통해 근절 수, 지느러미 줄기 수 등의 계수형질을 비교 고찰할 필요성이 있다고 생각된다.

일반적으로 어류의 자치어기에는 형태적으로 분류가 매우 어려운 실정이며, 흰동가리류는 인공번식기술의 개발로

Table 1. Comparison characters of the eggs and larvae characters in the species Pomacentridae

Species	Fertilized egg diameter (mm)	Time of hatching (water temp.)	Hatching larvae size (mm)	Reference
<i>Abudefduf vaigiensis</i>	1.06 (1.05~1.07)	53 hrs (27.0°C)	2.71	Present study
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	—	115 hrs (25.0~26.0°C)	2.50~2.80	Shadrin and Emel'yavano, 2007
<i>Chromis notatus</i>	0.83~0.87	70 hrs (25.8~28.0°C)	2.21~2.40	Fujita, 1957
<i>Chromis fumea</i>	0.73~0.80	100 hrs (23.0~25.5°C)	1.34	Kim et al., 2001
<i>Amphiprion melanopus</i>	2.40	180 hrs (28.8°C)	3.50	Noh et al., 2011
<i>Amphiprion polymnus</i>	2.46	152~155 hrs (26.0°C)	4.58	Yoon et al., 2005
<i>Premnas biaculeatus</i>	1.99	120~150 hrs (26.5°C)	3.22 3.10~3.44	Kim et al., 2007

치어기까지 사육을 통해 종 간의 분류적인 차이점을 확인할 수 있었다. 그러나 해포리고기의 경우 채집을 통한 어미의 확보와 수정란 관리 및 자치어 사육 기술 부족으로 인해 초기생활사를 밝히기가 매우 어려워 향후 자치어기의 형태적 특징과 사육 상의 문제점을 해결하기 위해서는 사육 및 인공번식기술 개발에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구는 해포리고기의 산란습성과 난 발생 및 자어의 형태발달을 통해 초기생활사를 밝히고, 해수 관상어류의 자원 보호를 위한 생태학적 연구의 기초 자료를 제공하고자 실시하였다. 수정란의 형태는 타원형으로 부착성이 강한 침성란이었고, 평균 장경  $1.06 \pm 0.01$  mm, 단경  $0.55 \pm 0.01$  mm 였다. 해포리고기는 주변에 모래와 자갈이 깔려있는 편평한 바위 (30 × 20 cm) 표면에 산란하였고, 수컷은 수조 내 편평한 바위를 선택하여 그 주위를 입으로 깨끗이 청소하였으며, 청소가 끝난 뒤 수컷은 암컷을 바위 주변으로 유인하여 산란행동을 시작하였다. 산란은 15~20회에 걸쳐 이루어졌으며, 산란 수는 8,835~9,085개 (평균 8,960개)였다. 사육수 온은 부화 시까지 25.5~28.5°C (평균 27.0°C), 염분 32.5~33.5‰ (평균 33.0‰) 범위를 유지하였다. 수정란은 39시간 30분 뒤 눈에 색소포가 침착되기 시작하였고, 배체가 움직이기 시작하면서 난황 위의 혈액이 활발하게 흐르는 것이 관찰되었으며, 수정 후 53시간에는 머리 윗부분이 난막의 선단부를 향하면서 부화하기 시작하였다. 부화 직후의 전기 자어는 평균 전장  $2.71 \pm 0.12$  mm로 난황을 거의 흡수한 상태였고, 입과 항문은 열려 있었다. 부화 후 10일째의 후기 자어는 평균 전장  $4.00 \pm 0.13$  mm로 색소포는 아가미 뚜껑, 부레 윗부분 및 항문주변에 노란색으로 침착되었고, 머리 뒷부분부터 등지느러미 첫 번째 가시가 끝나는 부분까지 1개의 검은색 가로 줄무늬가 나타났다. 항문은 38.5~42.6%로 몸의 정중앙보다 앞쪽에 위치하였다.

## 인 용 문 헌

- 고유봉 · 전득산. 1983. 서귀포산 자리돔 *Chromis notatus*의 어획 개선 및 적정이용을 위한 자원생물학적 연구-1 생활주기와 산란. 제주대학교연보, 7: 1-14.
- 김용억 · 김진구. 1996. 한국산 자리돔 속 어류 3종의 형태학적 연구-I 한국산 자리돔속 어류 3종, 자리돔 *Chromis notata*, 노랑자리돔 *C. analis*, 연무자리돔 *C. fumea*의 외부형태학적 연구. 한국어류학회지, 8: 23-32.
- 김용억 · 김진구. 1997. 한국산 자리돔 속 어류의 형태학적 연구 II 한국산 자리돔속 어류 3종, 자리돔 (*Chromis notata*), 노랑자리돔 (*Chromis analis*) 및 연무자리돔 (*Chromis fumea*)의 골격비교. 한국어류학회지, 30: 562-573.
- 김용억 · 한경호 · 강충배 · 유정화. 1992. 미끈망둑, *Luciogobius guttatus* Gill의 산란습성 및 초기생활사. 한국어류학회지, 4: 1-13.
- 김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어류대도감. (주) 교학사, 369pp.
- 백문하. 1985. 제주도 연안의 아열대성어류. 제주대학교 논문집, 20: 101-112.
- 이영돈 · 이택열. 1987. 자리돔의 생식주기에 관한 연구. 한국수산학회지, 20: 509-519.
- 정민민 · 오봉세 · 김삼연 · 이창훈 · 양문호 · 한석중 · 노 섬 · 김형신. 2010. 파랑점자돔의 산란주기 및 산란량. 한국어류학회지, 22: 90-95.
- 진동수 · 한경호 · 박진우. 2003. 날개망둑 (*Favonigobius gymnauchen*)의 산란습성, 난 및 자치어의 형태발달. 한국수산학회지, 36: 136-143.
- Emel'yanova, N.G., D.A. Pavlov and L.T.B. Thuan. 2009. Hormonal Stimulation of Maturation and Ovulation, Egg Quality, and Development of Larvae of *Abudefduf sexfasciatus*. Vopr. Ikhtiol., 49: 826-841.
- Fujita, S. 1957. On the egg development and prelarval stage of a damselfish, *Chromis notatus*. Japan. J. Ichthyol., 6: 87-90.
- Kavanagh, K.D. and R.A. Alford. 2003. Sensory and skeletal development and growth in relation to the duration of the embryonic and larval stages in damselfishes. Biol. J. Linn. Soc., 80: 187-206.

- Kazue, A. and Y. Tomoko. 2002. The role of temperature and embryo development time in the diel timing of spawning in a coral-reef damselfish with high-frequency spawning synchrony. *Environ. Biol. Fish.*, 64: 379-392.
- Kim, J.K., Y.U. Kim and J.W. Park. 2001. Male Parental Care, Egg and Larval Development of the Smoky Damselfish, *Chromis fumea* (Pisces: Pomacentridae). *Korean J. Ichthyol.*, 13: 166-172. (in Korean)
- Kim, J.S., Y.U. Choi, S. Rho, Y.S. Yoon, M.M. Jung, Y.B. Song, C.H. Lee and Y.D. Lee. 2007. Spawning Behavior, Egg and Larvae Development of Mroon Clownfish, *Premnas biaculeatus*. *J. Aquaculture*, 20: 96-105. (in Korean)
- Kim, Y.U., J.R. Ko and J.K. Kim. 1994. New record of the damselfish, *Chromis analis* from Korea. *Bull. J. Korean Fish. Soc.*, 27: 193-199. (in Korean)
- Leis, J.M. and B.M. Carson E. 2002. In situ settlement behaviour of damselfish (Pomacentridae) larvae. *J. Fish Biol.*, 61: 325-346.
- Nagazono, A., H. Takeya and H. Tsukahara. 1979. Studies on the spawning behavior of *Chromis notata*. *Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ.*, 34: 29-37.
- Noh, G.E., S. Rho, B.H. Min and Y.J. Chang. 2011. Egg Development and Effects of Livefood and Thyroid Hormone on the *Amphiprion melanopus* Larvae. *Dev. Reprod.*, 15: 121-131. (in Korean)
- Ochi, H. 1985. Termination of parental care due to small clutch size in the temperate damselfish, *Chromis notata*. *Environ. Biol. Fish.*, 12: 155-160.
- Okiyama, M. 1988. An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1154pp.
- Park, Y.S. and Y.U. Kim. 1987. Studies on the larvae and juveniles of flying fish, *Prognichthys agoo*. *Bull. J. Korean Fish. Soc.*, 20: 308-316. (in Korean)
- Rusell, F.S. 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, Inc., London, 524pp.
- Shadrin, A.M. and N.G. Emel'yanova. 2007. Embryonic-Larval Development and Some Data on the Reproductive Biology of *Abudefduf sexfasciatus*. *Vopr. Ikhtiol.*, 47: 72-85.
- Thomas, P., K. Sharon, S. Vishnu, M. Martin and Y. Forrest. 1987. Description of Larval and Juvenile Yellowtail Damselfish, *Microspathodon chrysurus*, Pomacentridae, and their Osteological Development. *Bull. Mar. Sci.*, 40: 330-375.
- Wellington, G.M. and B.C. Victor. 1989. Planktonic larval duration of one hundred species of Pacific and Atlantic damselfishes (Pomacentridae). *Mar. Biol.*, 101: 557-567.
- Yoon, Y.S., S. Rho, Y.U. Choi, J.S. Kim and Y.D. Lee. 2005. Studies on Seed Production of Saddleback Clownfish, *Amphiprion polymnus* 1) Spawning, Egg Development and Larvae Culture. *J. of Aquaculture*, 18: 107-114. (in Korean)