

꼬리줄나비고기, *Chaetodon wiebeli*의 초기발생

이 치 훈·김 병 호*·노 섬**·이 영 돈

제주대학교 해양과환경연구소, *제주하이테크산업진흥원, **제주대학교 해양과학부

Early Development of butterflyfish, *Chaetodon wiebeli*

Chi-Hoon Lee, Byung-Ho Kim*, Sum Rho and Young-Don Lee

Marine and Environmental Research Institute, Cheju National University, Jeju-Do 695-814, Korea

*Jeju Hi-Tech Industry Development Institute, Jeju-Do 690-121, Korea

**Division of Marine Science, Cheju National University, Jeju-Do 690-756, Korea

The development of eggs and larvae of the butterflyfish, *Chaetodon wiebeli* were observed. Fertilized eggs were spherical, colorless, and driven into gelatinous masses. They measured 0.75 ± 0.18 in diameter and not contain an oil globule. Hatching taken place 61.0 hours after two celled stage at water temperature $25.6-27.7^\circ\text{C}$. Newly hatched larvae measured 0.91 mm in total length and had an ovoid yolk of 0.65 mm in longest diameter. In 72 hours after hatching, the larvae grew 1.72 mm in total length. The mouth and anus were open and the melanophore pigments appeared above the eyes. The pectoral fins are formed and the larvae began to swim actively.

Key words : butterflyfish, *Chaetodon wiebeli*, fertilized egg, larvae

서론

나비고기과(Chaetodontidae)에 속하는 꼬리줄나비고기(*Chaetodon wiebeli*)는 제주도, 일본 남부, 필리핀, 동인도 제도 등에 주로 분포하며, 나비고기(*C. auripes*)와 체색과 형태가 유사하나 꼬리지느러미 중앙에 흑색 띠가 있어 쉽게 구분할 수 있다. 나비고기는 세계적으로 11속 약 120 종이 있으며, 크기가 작고 체색이 화려하여 해수 관상어종으로 상업적 가치가 높은 어종이다(Blum, 1989).

대부분의 나비고기는 암수 한 쌍이 세력권내에 같이 유영하며 생활하는 일부일처제이지만(Hourigan, 1989 : Reese, 1975), *C. frembli* 와 *C. trifascialis* 등 일부 종은 다혼성 산란행동(harem mating)을 한다(Hourigan, 1987 : Yabuta and Kawashima, 1997). 또한, 산란은 주로 야간에 이루어지며, *C. trifasciatus*와

C. multinctus 등을 포함한 일부 나비고기류는 월주기에 따른 산란리듬을 보인다(Tricas and Hiramoto, 1989 : Yabuta, 1997).

나비고기류에 관한 연구는 산란행동(Colin, 1989 : Lobel, 1989), 지리적 분포(Blum, 1989 : Findley and Findley, 2001), 세력권내 개체군의 습성과 변화(Roberts and Ormond, 1992 : Reese, 1991) 등 많은 연구들이 있으나, 나비고기류의 난발생과 부화자어의 형태 발달 등 초기발생과정에 관한 연구는 드문 실정이다.

이 연구는 해수 관상어종으로 상업적 가치가 높은 꼬리줄나비고기의 종묘생산을 위해 수정란의 발생과 부화자어의 형태발달 등 초기성장과정을 조사하였다.

재료 및 방법

1998년 7월 제주도 서귀포시 보목리에서 채집된 한

쌍의 꼬리줄나비고기를 실내사육수조에 수용하여 사육 관리하였다. 8월 1일과 8월 3일에 자연 산란된 부유하는 투명한 젤라틴성피막을 수거하여 0.1 ton 원형 FRP 수조에 수용하였다. 사육수는 여과해수를 사용하였으며, 사육기간동안 지수식으로 약하게 통기시켜 주었다. 난발생과 부화자어는 광학현미경과 입체해부현미경을 이용하여 관찰하였으며, 난발생과정에서 수온의 범위는 25.6-27.7℃, 염분은 31.9±0.6 PSU이었다.

결 과

수정란

꼬리줄나비고기의 수정란은 투명한 구형으로 젤라틴성피막에 박혀있으며, 유구는 존재하지 않았고, 크기는 단경 0.64±0.27 mm, 장경 0.75±0.18 mm이었다 (Fig. 1A). 젤라틴성피막은 폭이 약 10 cm, 길이가 170 cm이었으며, 길이 1 cm 당 약 1.188개의 수정란이 포함되어 있어 한번 산란량은 약 201.960개로 추정되었다.

난발생과정

8월 1일 14시경 수조내에 투명한 젤라틴성피막이 관찰되어, 현미경으로 조사한 결과 낭배기 단계의 수정란이었다. 그후 수조내 꼬리줄나비고기를 지속적으로 관찰한 결과 서로간의 격렬한 짝짓기 행위를 하였으며, 8월 3일 20시경에 수조에 젤라틴성피막을 수거하여 검경한 결과 2세포기 단계였다(Fig. 1B). 25.6-27.7℃에서 자연산란된 꼬리줄나비고기의 발생단계별 소요시간(Table 1)과 발생단계별 분화 형태(Fig. 1. 2)는 2세포기 단계 후 약 1.0시간이 경과하여 16세포기에 이르렀고(Fig. 1C), 난할이 계속되어 약 9.3시간 후 상실기 단계로 발달하였다(Fig. 1D). 이후 약 12.0시간 경과하여 포배기 단계(Fig. 1E), 약 16.3시간이 경과하여 낭배기 단계로 발달하였다(Fig. 1F). 약 28.7시간이 경과하면서 배체가 형성되었고, 젤라틴성피막에서 분리되었다(Fig. 1G). 배체 분화가 뚜렷하게 형성되면서 약 35.0시간 후 안포와 5개의 근절이 형성되었다(Fig. 1H). 약 37.0시간 후 렌즈가

형성되면서 근절이 7-8개로 증가하였고, 꼬리부분에 Kupffer's 포가 형성되었다(Fig. 2A). 약 45.0시간 후 Kupffer's 포가 소실되고 이포가 출현하였으며, 근절이 11-13개로 증가하였다(Fig. 2B). 약 57.0시간 후 심장이 분화하여 박동하기 시작하여 약 61.0시간 후 배체가 계속 꿈틀거리면서 꼬리 부분이 난막을 뚫고 돌출하면서 부화하기 시작하였다(Fig. 2C).

부화직후 자어의 전장은 평균 0.91 mm이었고, 장경 0.65 mm, 단경 0.59 mm의 난황을 갖고 있으며, 가슴 부위에 15~20개의 색소포가 출현하고 있다. 부화 후 12시간에는 장을 따라 색소포가 분포하고 있으며, 입과 항문은 개구되지 않았고 항문은 몸통 중앙의 난황 말단에 위치하고 있다(Fig. 2D). 부화 후 1일 자어의 전장은 평균 1.40 mm이었고, 입과 항문은 개구되지 않았고, 약 1/2정도 난황이 흡수되었다(Fig. 2E). 부화 후 3일 자어의 전장은 평균 전장 1.72 mm이며 눈에 흑색색소가 짙게 착색되었고, 가슴지느러미에 검은 줄이 나타나 윤곽이 뚜렷하였다. 난황은 완전히 흡수되었고, 입과 항문이 개구되었으며 유영동작이 활발하였다(Fig. 2F).

Table 1. Chronology for the embryonic and larvae development of *C. wiebeli* at 25.6-27.7℃ and 31.9±0.6 PSU in the laboratory

Developmental stage	Time after 2 cell (hour)	Figures
2 cell	0.0	Fig. 1B
16 cell	1.0	Fig. 1C
Morula	9.3	Fig. 1D
Blastula	12.0	Fig. 1E
Gastrula	16.3	Fig. 1F
Embryo body	28.7	Fig. 1G
Formation of optic vesicles	35.0	Fig. 1H
Kupffer's vesicle	37.0	Fig. 2A
Formation of auditory vesicles	45.0	Fig. 2B
Hatching	61.0	Fig. 2C
Newly-hatched larva	73.0	Fig. 2D
1 day larva after hatching	97.0	Fig. 2E
3 days larva after hatching	155.0	Fig. 2F

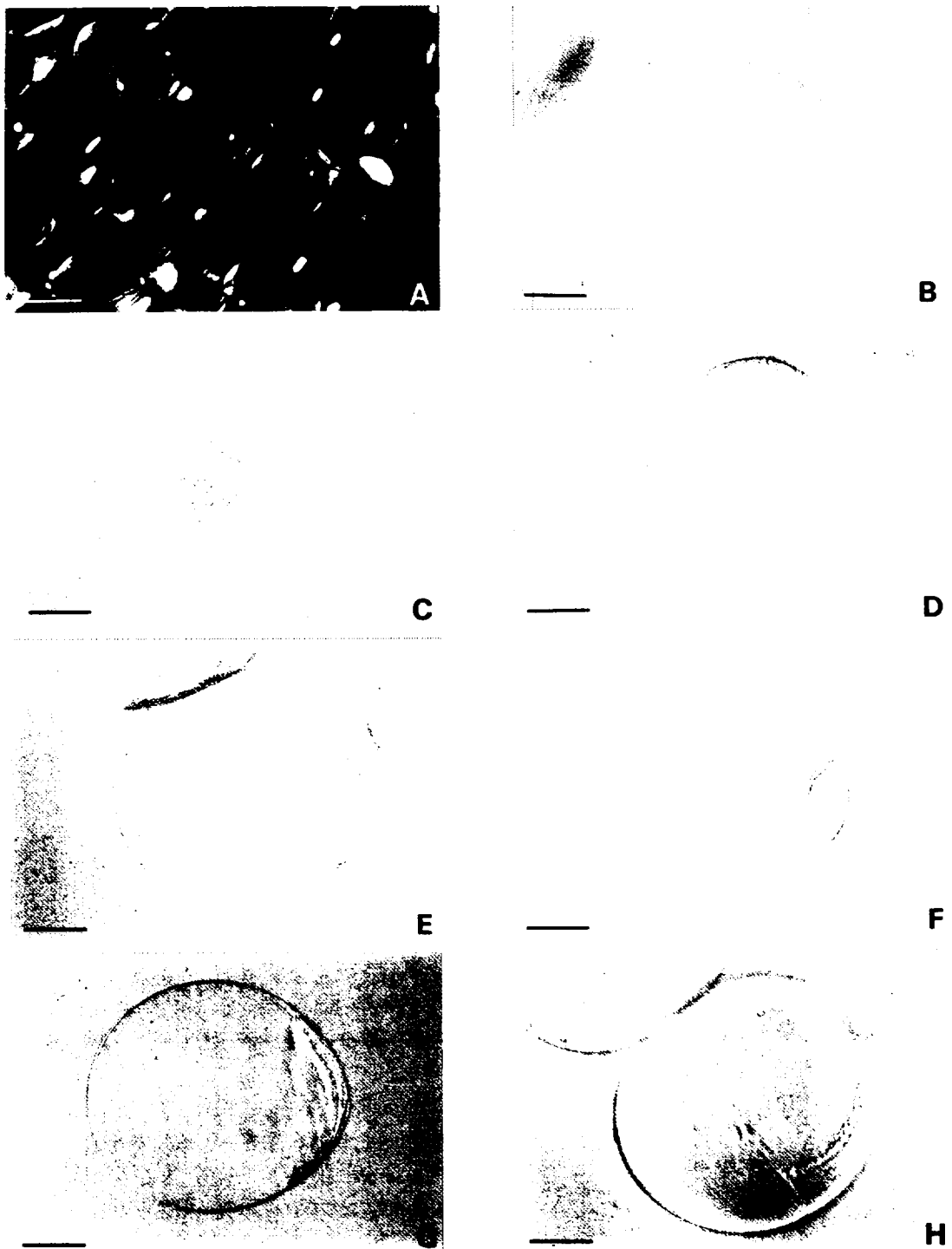


Fig. 1. Early developmental stage of *C. wiebeli*. A. Fertilized egg: Scale bar indicates 0.5 mm: B. 2 celled stage: C. 16 celled stage: D. Morula stage: E. Blastula stage: F. Gastrula stage: G. embryo body: H. Formation of optic vesicles: Scale bars in B to H indicate 0.02 mm.

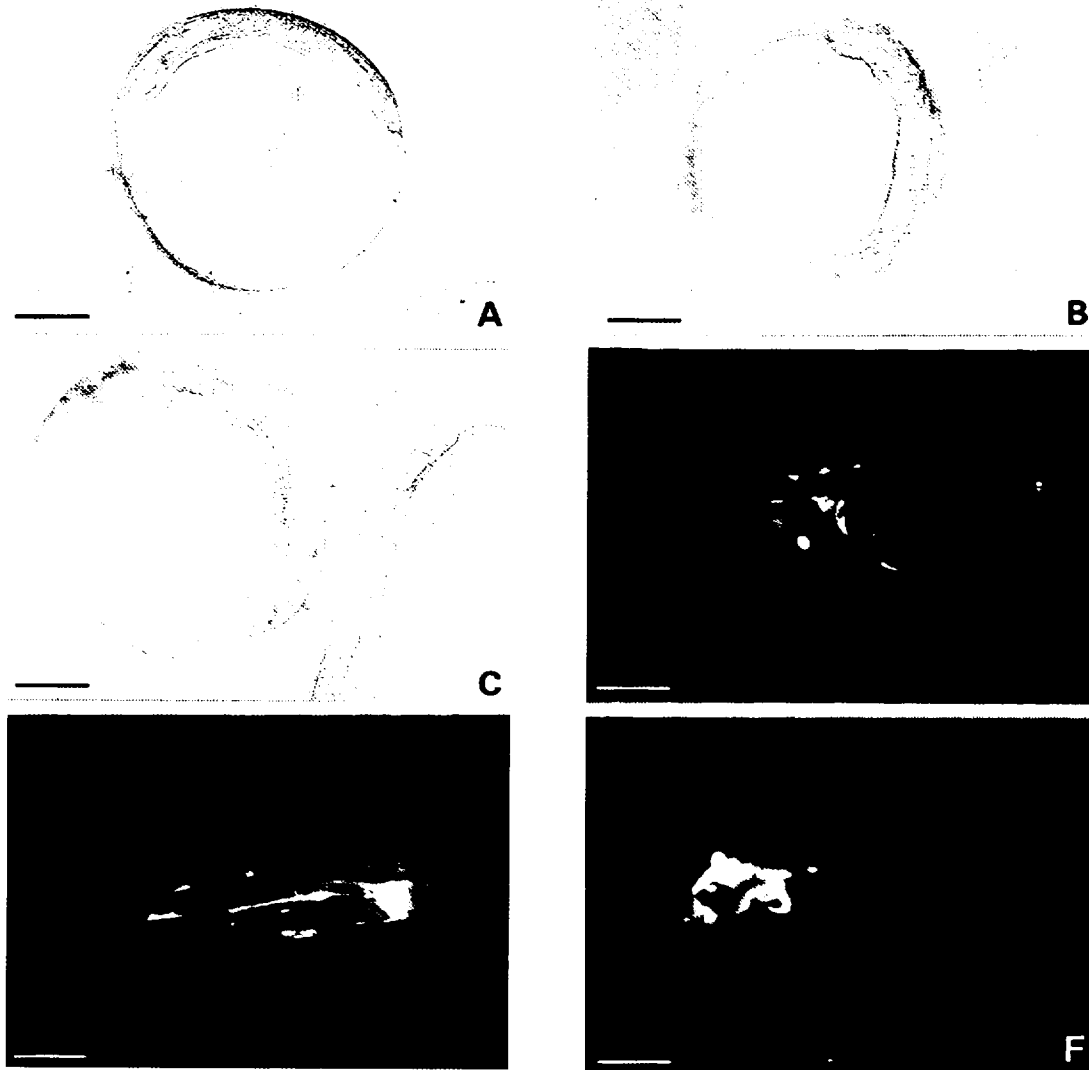


Fig. 2. Early developmental stage of *C. wiebeli*. A. Kupffer's vesicle; B. Formation of auditory vesicles; C. Hatching; Scale bars in A to C indicate 0.02 mm. D. Newly hatched larva; Scale bar indicates 0.16 mm. E. 1 day larva after hatching; Scale bar indicates 0.25 mm. F. 3 days larva after hatching; Scale bar indicates 0.34 mm.

고찰

나비고기류의 산란습성은 암수가 짝을 이루어 서로 간의 짝짓기 행위를 한 후, 수면 위로 올라가 산란을 한다(Lobel, 1989). 또한 산란은 주로 야간에 이루어지며, *C. trifasciatus*와 *C. multinctus* 등을 포함한

일부 나비고기류는 월주기에 따른 산란리듬을 보인다(Tricas and Hiramoto, 1989; Yabuta, 1997). 이 연구에서도 꼬리줄나비고기류 실내수조내 사육하면서 산란행동을 관찰한 결과 암수간의 짝짓기 행위를 하면서 산란행위를 한 후, 저녁 8시경에 산란이 일어나 다른 나비고기류와 유사한 산란습성을 보였다.

*C. nippon*의 수정란은 난경 약 0.70-0.74 mm의 부성

란으로 한개의 유구를 갖고 있으며(Suzuki et al., 1980), *C. daedalma* 와 *C. trifasciatus*의 수정란도 난경 약 0.7 mm의 투명한 부성란이지만(Suzuki et al., 1996; Yubata, 1997), 꼬리줄나비고기의 수정란은 투명한 젤라틴성피막에 박혀있고, 단경 0.64 ± 0.27 mm, 장경 0.75 ± 0.18 mm 구형으로 유구는 존재하지 않았다.

*C. nippon*의 수정란이 부화에 소요되는 시간은 수온 22.2-23.7°C에서 수정 후 28.2시간이며(Suzuki et al., 1980), *C. daedalma*는 수온 24.2-25.7°C에서 수정 후 22.5시간이 소요되나(Suzuki et al., 1996), 꼬리줄나비고기의 수정란이 부화에 소요된 시간은 사육 수온 25.6-27.7°C에서 2세포기 단계 후 약 61.0시간으로 다른 나비고기류보다 부화에 소요되는 시간이 길었다.

*C. daedalma*의 부화 직후 자어의 전장은 1.45-1.53 mm이며 비교적 큰 타원형의 난황을 갖고 있으며(Suzuki et al., 1996), *C. nippon*의 부화자어도 전장 1.43-1.53 mm, 0.95-0.98 mm의 큰 난황을 갖고 있다(Suzuki et al., 1980). 그러나 꼬리줄나비고기의 부화 직후 자어의 전장은 평균 0.91 mm로 비교적 작은 편이었고, 난황의 크기도 장경 0.65 mm, 단경 0.59 mm로 작았다.

부화 자어에 나타나는 흑색소포의 출현 부위는 각 종마다 다르게 나타나는데 *C. nippon*는 부화 후 주둥이, 두부 그리고 몸의 측면에 흑색소포가 출현하며, 부화 후 12-72시간에 다수의 황색소포가 눈과 장을 따라 출현한다. 그리고 황색소포는 자어의 발달과 함께 크기와 수가 증가한다(Suzuki et al., 1980). 그러나 angelfish인 *Genicanthus lamarck*와 *G. semifasciatus*는 부화 후 72시간까지 황색소포가 출현하지 않으며(Suzuki et al., 1979), *Chaetodontolus septentrionalis*는 부화 후 22시간부터 소수 황색소포가 출현한다(Fujita and Mito, 1960). 꼬리줄나비고기의 경우 가슴 부위에 15-20개의 흑색소포가 출현하여 부화 후 12시간에는 장을 따라 분포하며, 부화 후 72시간에는 눈에 흑색소포가 짙게 착색될 뿐 황색소포는 출현하지 않았다.

참고 문헌

- Blum, S.D. 1989. Biogeography of the Chaetodontidae: an analysis of allopatry among closely related species. *Env. Biol. Fish.*, 25: 9-31.
- Colin, P.L. 1989. Aspects of the spawning of western Atlantic butterflyfishes (Pisces: Chaetodontidae). *Env. Biol. Fish.*, 25: 131-141.
- Findley, J.S. and M.T. Findley. 2001. Global, regional and local patterns in species richness and abundance of butterflyfishes. *Ecol. Monogr.*, 71: 69-91.
- Fujita, S. and S. Mito. 1960. Egg development and hatched larvae of a chaetodontid fish, *Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck et Schlegel.) *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 26(3): 227-229.
- Hourigan, T.F. 1987. The behavioral ecology of three species of butterflyfishes. Ph. D. dissertation, University of Hawaii, Honolulu. 496 pp.
- Hourigan, T.F. 1989. Environmental determinants of butterflyfish social systems. *Env. Biol. Fish.*, 25: 61-78.
- Lobel, P.S. 1989. Spawning behavior of *Chaetodon muticinctus* (Chaetodontidae): parasitism and intruders. *Env. Biol. Fish.*, 25: 125-130.
- Roberts, C.M. and R.F.G. Ormond. 1992. Butterflyfish social behaviour, with special reference to the incidence of territoriality: a review. *Env. Biol. Fish.*, 34: 79-93.
- Reese, E.S. 1975. A comparative field study of the social behavior and related ecology of reef fishes of the family Chaetodontidae. *Z. Tierpsychol.*, 37: 37-61.
- Reese, E.S. 1991. How behavior influences community structure of butterflyfishes (Family Chaetodontidae) on Pacific coral reefs. *Ecol. Internat. Bull.*, 19: 29-41.
- Suzuki, K., S. Hioki and H. Kobayashi. 1996. Reproductive season and early development of the butterflyfish, *Chaetodon daedalma* at Hachijo-jima Island, southern Japan. *J. Sch. Mar. Sci. Technol. Tokai Univ.*, 41:185-195.
- Suzuki, K., S. Hioki, Y. Tanaka and K. Iwasa. 1979. Spawning behaviour, eggs, larvae, and sex reversal of two pomacanthine fishes, *Genicanthus lamarck* and *G. semifasciatus*, in the aquarium. *J. Fac. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ.*, 12: 149-165.

- Suzuki, K., Y. Tanaka and S. Hioki. 1980. Spawning behaviour, egg and larvae of the butterflyfish, *Chaetodon nippon*, in a aquarium. *Japan J. Ichthyol.*, 26: 334-341.
- Tricas, T.C. and J.T. Hiramoto. 1989. Sexual differentiation, gonad development, and spawning seasonality of the Hawaiian butterflyfish, *Chaetodon multicinctus*. *Env. Biol. Fish.*, 25: 11-124.
- Yabuta, S. 1997. Spawning migrations in the monogamous butterflyfish, *Chaetodon trifasciatus*. *Ichthyol. Res.*, 44: 177-182.
- Yabuta, S. and M. Kawashima. 1997. Spawning behavior and harem mating system in the corallivorous butterflyfish, *Chaetodon trifascialis*, at Kuroshima Island, Okinawa. *Ichthyol. Res.*, 44: 183-188.