

삼세기 *Hemitripteris villosus*의 산란생태, 난발생 및 자치어의 형태발달

박애전 · 한경호¹ · 이성훈^{1,*} · 김희진¹ · 김승용¹ · 임인현¹

인천광역시 수산자원과학연구소, ¹전남대학교 수산해양대학

Embryonic Development of Eggs, Larvae and Juveniles of the *Hemitripteris villosus* by Ae-Jeon Park, Kyeong-Ho Han¹, Sung-Hoon Lee^{1,*}, Hui-Jin Kim¹, Seung-Yong Kim¹ and In-Hyeon Lim¹ (Fisheries Resource Research, Incheon Metropolitan City, Incheon 409-871, Korea; ¹Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea)

ABSTRACT The present study describes the spawning ecology and early morphological development of *Hemitripteris villosus*. The natural spawning ground consisted of bedrock and pebbles was the intertidal coast at Taean (Chungnam) and its depth was about 5~10 m. Spawning period was mainly from the end of October to December, when the water temperature and salinity were 6.0~15.8°C and mean 32.0‰, respectively. There were no difference of the body shape and color between female and male of *Hemitripteris villosus*, however its reproductive organs showed clear differences. The male had tube shaped genital papilla, which was connected with testis, and the female had seminal receptacle, which was the lower part of oviduct connected with ovary. Genital papilla of male came out of its body at spawning period and then male copulated. After copulation, female stored the sperm in its seminal receptacle and fertilized when it spawned. Fertilized eggs were reached 8 cells stage after fertilization at rearing water temperature 8.2~14.9°C. At 29 hours after fertilization, it reached morula stage, and at 146 hours after fertilization, its embryo was clearly formatted. Hatching was begun from 1,488 hours (62 days) after fertilization with 8.2~14.9°C water temperature. The newly hatched larvae were 12.99~15.46 mm (mean 14.16±0.65 mm) in TL (Total Length), and its mouth and anus were open. At 7 days after hatching, its yolk sac was completely absorbed and the myotomes were 15+25=40, measuring 15.23~15.54 mm (mean 15.39±0.22 mm, n=5) in TL. At 75~80 days after hatching, it was measured mean 30.06±0.76 mm in TL, and it had reached the juvenile stage with the complete set of fin rays.

Key words : *Hemitripteris villosus*, spawning ecology, reproductive organs, egg, larva, juvenile

서 론

삼세기, *Hemitripteris villosus*는 분류학상 썸뱅이목(Scorpaeniformes), 삼세기과(Hemitripteridae)에 속하는 어류로 우리나라 전 연안과 일본 중부 이북, 오토츠크헤, 베링해 등의 북태평양에 많이 분포한다(김 등, 2006).

삼세기과 어류는 몸 전체가 미세한 가시나 피부 돌기로 덮여 있으며, 눈은 머리 등쪽의 외곽선 위로 솟아 있다. 전 새개골에 3~4개의 가시가 있고, 뒷지느러미에 극조는 없다. 우리나라에는 2속 3종이 있으며, 전 세계적으로 3속 8종이 알려져 있다(최 등, 2003).

삼세기에 관한 연구는 난발생 및 초기생활사(Kyushin, 1968; Okiyama and Sando, 1976)와 산란습성(Munehara, 1992, 1996; Munehara *et al.*, 1997) 등 단편적으로 일본에서 이루어졌으며, 국내에서는 종묘생산기술개발시험(김 등,

*Corresponding author: Sung-Hoon Lee Tel: 82-61-659-7163
Fax: 82-61-655-3401, E-mail: formalin100@hanmail.net

1996)에 생태, 난발생, 사육환경 등 일부만이 구명되어 있으므로 앞으로 종묘생산을 위해서는 체계적인 많은 연구가 필요한 실정이다.

따라서 이 연구는 최근 양식품종 다양화와 연안어장의 어족자원 증대를 위한 지역 특성에 적합한 새로운 양식 대체어종 종묘생산 기술개발에 대한 기초 연구의 일환으로 삼세기의 산란습성, 초기 발육 등을 구명하여 대량생산을 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

삼세기의 난발생 과정을 관찰하기 위하여 2004년 11월 5일에 충남 태안군 근흥면 연안해역 (Fig. 1)에서 어획된 자연산 어미를 구입하여 인천광역시 수산종묘배양연구소 친어사육동 30톤 (Ø5.0×1.5 m) 수조에 수용하여 자연산란을 유도하였다.

자연산란된 수정란을 원형 또는 사각바구니에 담아 2톤 용량의 사각 FRP 수조 (1.0×3.0×0.7 m) 위쪽에 띄워 공기 및 해수가 충분히 공급될 수 있도록 유수식으로 관리하였다. 수온은 8.2~14.9°C였으며 (Fig. 2), 환수량은 1일 7회전으로 유지 부화시켰다.

수정된 난은 만능투영기 (Nikon JP V-12B)을 사용하여 무작위로 추출한 50개의 알을 대상으로 난경을 0.01 mm까지 측정하였으며, 발생 중인 난은 매일 입체해부현미경 (NIKON NM-40)을 사용하여 관찰 및 스케치하였다.

부화자치어의 사육은 부화 직후 난노클로롭시스 (*Nannochloropsis* sp.)를 넣어 물 만들기를 한 후 지수식으로 사육하

였으며, 사육수는 (수온 9.2~12.7°C) 매일 1회 1/3씩 환수하였다.

사육기간 중 자치어의 먹이로는 먼저 *Nannochloropsis* sp.로 사육수를 안정시킨 다음 rotifer (*Brachionus plicatilis*), *Artemia* sp. nauplius, 초기배합사료 (조피볼락용 350 µm)를 순차적으로 혼합하여 공급하였다.

자치어의 형태 발달과정은 부화 직후부터 1일 평균 20마

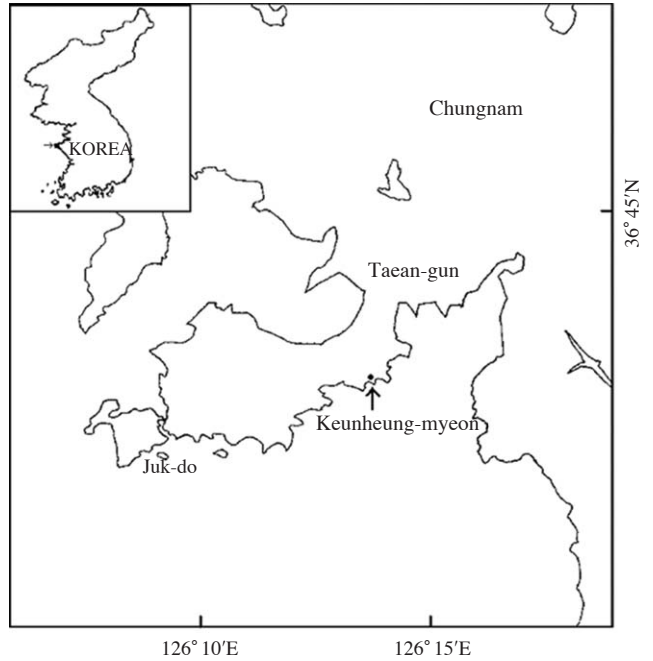


Fig. 1. Map showing the sampling area of *Hemitripterus villosus* in coastal waters Taean.

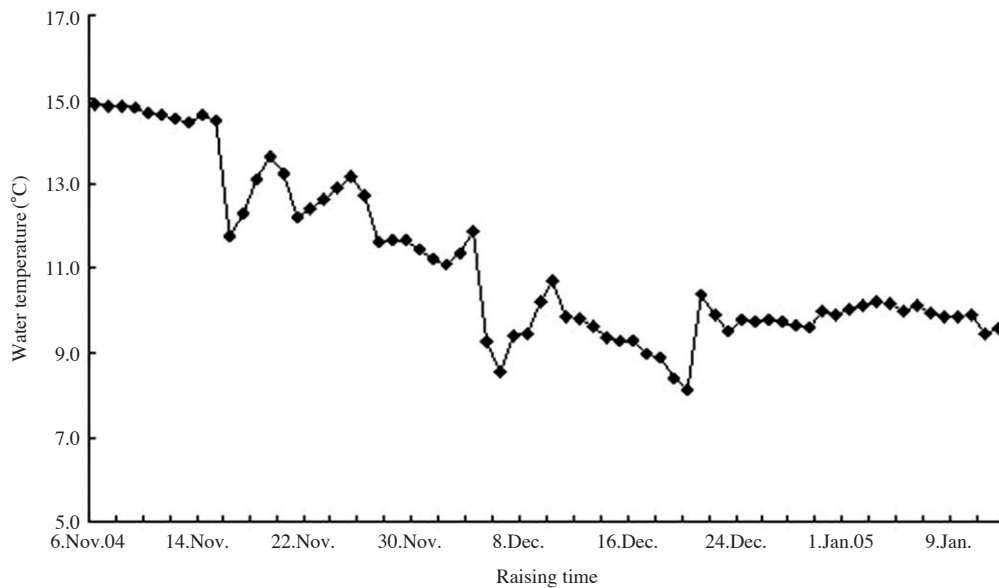


Fig. 2. Daily variation of water temperature during the rearing of the hatching of *Hemitripterus villosus*.

리씩 채취하여 얼음 또는 마취제 (MS-222, Tricane methasulfonate: Sandos)를 이용하여 마취시킨 후 어체의 각 부위를 입체해부현미경을 사용하여 0.01 mm까지 측정하였다. 자치어의 형태 발달단계는 Russell (1976)에 따라 구분하였다.

결 과

1. 산란 생태

1) 생식기관

삼세기는 암·수 체형과 체색의 차이는 없었지만, 생식기의 모양에서 뚜렷한 차이를 보였다.

수컷의 정소는 유백색을 띠었고, 교접기와 같은 기능을 가진 조그만 튜브모양의 생식돌기를 가지고 있었다. 암컷의 경우 난소 내에 열려 있는 수란관은 Y자모양으로 합일하여 생식공과 연결되기 전 수란관 아래부분에 정액을 저장하는 저장낭을 가지고 있었다 (Fig. 3).

산란기가 되면 수컷의 생식돌기가 외부로 돌출되어 암컷의 생식기에 삽입하여 암컷의 체내에 있는 저장낭에 정액을 저장한 후 내수정을 하는 것으로 판단된다.

2) 산란장 및 산란기

삼세기의 자연 산란장은 주로 자갈이나 돌로 이루어진 섭으로 저질이 암반이나 돌이 많은 연안의 조간대이며, 수심은 5~10m 전후이다. 산란시기는 주로 10월 하순부터 12월까지였으며, 이 기간 동안 수온은 6.0~15.8°C였으며, 염분은 평균 32.0‰ 이었다.

3) 산란습성

산란시기 중 어미들의 산란습성을 관찰한 결과, 평상시는 50~200m의 깊은 수심에서 생활하다가 산란기가 되면, 연안 수심 5~10m의 얕은 곳으로 무리지어 올라와 바위나 돌 위에 알덩어리 (난괴)를 형성하여 산란하였다 (Fig. 4).

삼세기는 체내수정을 하는 종으로서 산란기가 되면 수컷의 생식돌기가 밖으로 돌출되어 암컷의 생식기에 삽입하여 암컷의 체내에 있는 저장낭에 정액을 저장한 후 암컷의 산란이 시작됨과 동시에 저장낭에서 정액이 방출함으로 자연스럽게 수정이 이루어졌다.

2. 난 발생과정

산란되면서 수정된 삼세기의 난은 8시간 만에 배반이 형성되었고 (Fig. 5A), 수정 후 10시간 뒤에는 난황이 시작되어 2세포기가 되었으며 (Fig. 5B), 이후 16시간에 뒤에는 8세포기에 달하였다 (Fig. 5C), 수정 후 20시간에 16세포기 이행하였고 (Fig. 5D), 이후 계속 발생이 진행되어 수정 후 29시간에 상실기로 이행하였다 (Fig. 5E).

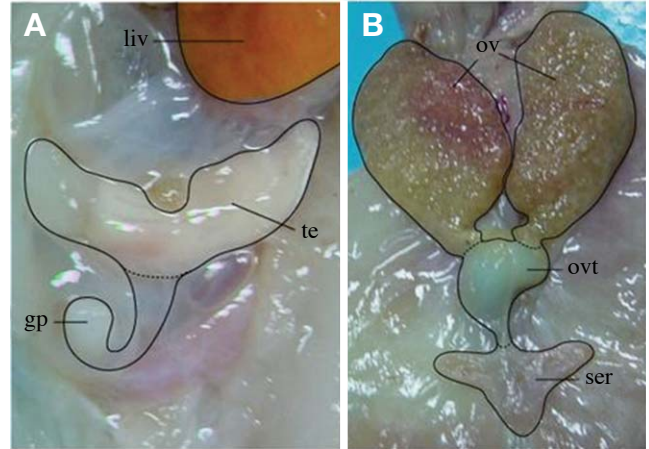


Fig. 3. Reproductive organs of male (A) and female (B) of *Hemitripterus villosus*. gp: genital papilla; liv: liver; ov: ovary; ovt: oviduct; ser: seminal receptacle; te: testis.



Fig. 4. The egg mass of *Hemitripterus villosus* spawned.

수정 후 100시간에는 포배기로 이행하였고, 이시기에는 난황이 약간 축소하는 경향이 있었으며 (Fig. 5F), 이후 계속 발생이 진행되어 수정 후 123시간에는 배반이 난황의 약 2/3을 덮어 내려오면서 낭배기에 달하였고 (Fig. 5G), 수정 후 146시간에는 배체가 분화하여 뚜렷하게 형성되었다.

수정 후 195시간에는 안포와 근절이 형성되기 시작하였으며, 이때 근절 수는 4~6개였다 (Fig. 5H).

수정 후 223시간에는 이포가 나타나기 시작하였고, 안포는 거의 완성되어 눈에 렌즈가 형성되었다 (Fig. 5I).

수정 후 230시간에는 뇌가 분화하기 시작하였으며, 이때 유구 수는 소형 25~26개, 중형 14~15개, 대형 5~6개로 모두 45~47개 정도 나타났다.

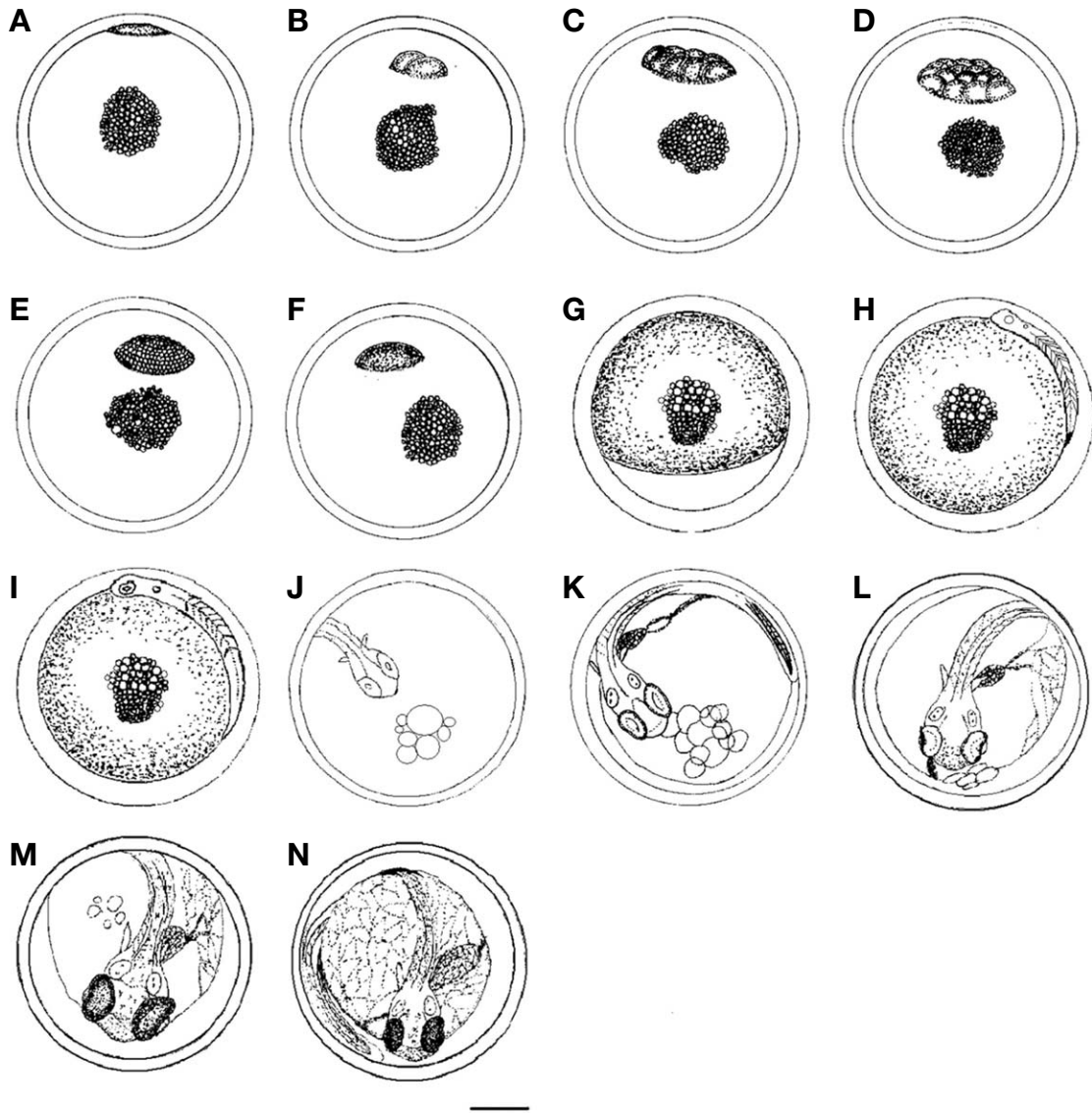


Fig. 5. Egg development of *Hemitripteris villosus* reared in the laboratory. A: Formation of blastodisc, 8hrs. after fertilization; B: 2 cells stage, 10 hrs.; C: 8 cells stage, 16 hrs.; D: 16 cell stage, 20 hrs.; E: Morula stage, 29 hrs.; F: Blastula stage, 100 hrs.; G: Gastrula stage, 123 hrs.; H: Formation of optic vesicle and myotome, 195 hrs.; I: formation of auditory vesicle and eye lens; J: Increase of myotome, 264 hrs.; K: Formation of heart, 142 hrs.; L: Appearance of blood vessel, 552 hrs.; M: Increase blood on the yolk; N: open the mouth, 1080 hrs. Scale bar indicates 1.0 mm.

수정 후 264시간째는 배체의 근질 수가 28~29개로 증가하였고, 유구 수는 현저히 줄어들어 15~16개 정도 나타났다(Fig. 5J).

수정 후 288시간에는 이석이 형성되었으며, 소화관이 발달하기 시작하였다.

수정 후 432시간에는 가슴에 막지느러미가 형성되었으며, 배체가 가끔 움직이며, 심장이 분화하여 박동하는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 5K).

수정 후 456시간에는 눈에 흑색소포가 침착하였고, 난황 위에 혈관이 형성되어 심장으로부터 혈액이 흘렀으며, 배체는 난황을 한바퀴 둘러쌌다.

수정 후 552시간에는 배체의 두부가 현저하게 커졌으며, 배체의 두부와 몸통 및 난황 위에 나뭇가지 모양의 흑갈색 소포가 분포하기 시작하였다(Fig. 5L).

수정 후 696시간에는 가슴지느러미의 원기가 더욱 커졌으며, 눈은 더욱 발달하여 은색소포가 침착되고 눈동자가 움직이기 시작하였다. 이 시기에는 난황 위의 혈관이 늘어나 그물모양이었고, 심장으로부터 혈액이 꼬리까지 흘렀다. 유구수는 5~6개 정도 출현하였다(Fig. 5M).

수정 후 1,080시간에는 입이 분화하였으며, 몸 전체에 흑갈색소포가 넓게 분포하였다. 배체는 꼬리가 완전히 난황을 한바퀴 돌아 머리까지 뻗어 있었고, 유구수는 1~2개로 줄

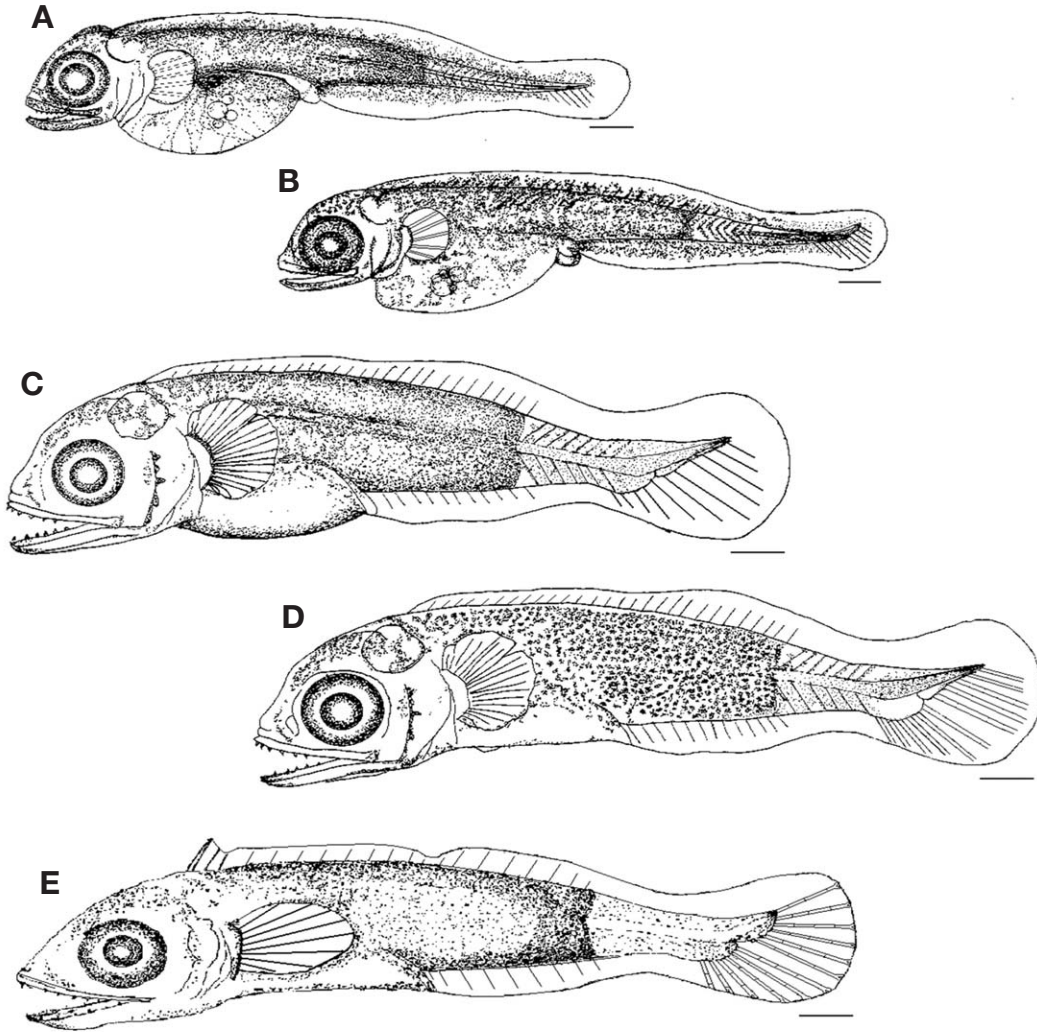


Fig. 6. The larvae and post larvae developmental stages of *Hemitripteris villosus* reared in the laboratory. A: 1 DAH 14.16 ± 0.65 mm; B: 2~3 DAH 14.80 ± 0.48 mm; C: 5~7 DAH 15.02 ± 0.18 mm; D: 8~10 DAH 15.39 ± 0.34 mm; E: 11~12 DAH 15.59 ± 0.34 mm (DAH: days after hatching).

어 들었다(Fig. 5N).

수정 후 1,488시간에 부화 직전에 탈하게 되어 입의 개폐운동이 시작되었으며, 난막이 물렁해지고 배체가 꿈틀거리면서 꼬리부분이 먼저 난막을 뚫고 밖으로 돌출하면서 부화가 시작되었다.

3. 자치어 형태발달

1) 전기자어

부화 직후 자어는 전장 $12.99 \sim 15.46$ mm (평균 14.16 ± 0.65 mm, $n=32$)로 입과 항문이 열려 있었고, 이빨이 위턱과 아래턱의 전반부 안쪽에 각 1열로 줄지어 나타나기 시작하였다.

흑갈색소포는 머리부터 몸 전체의 2/3까지 분포하는데

특이하게도 꼬리부분에는 전혀 분포하지 않아 마치 꼬리가 없는 것처럼 보였다.

혈관이 발달하여 난황위에 그물처럼 분포하고 꼬리까지 혈액이 흐르고 있었다. 근절은 $14 \sim 15 + 24 \sim 25 = 38 \sim 40$ 개로 Σ 자 모양의 체측근이 형성되어 있었고, 눈은 은색 빛이 났으며, 비공이 발달되어 있었다(Fig. 6A).

부화 후 2~3일째 자어는 전장이 $14.23 \sim 15.23$ mm (평균 14.80 ± 0.48 mm, $n=5$)로 척추말단부가 약간 위로 휘어져 있었으며, 그 아래에 하미추골이 발달하여 10개의 꼬리지느러미 줄기가 나타나기 시작하였다.

막지느러미 위에 등지느러미와 뒷지느러미가 생길 부분에 원기가 위로 올라왔으며, 유구가 완전히 흡수되지 않고 조금 남아 있었다(Fig. 6B).

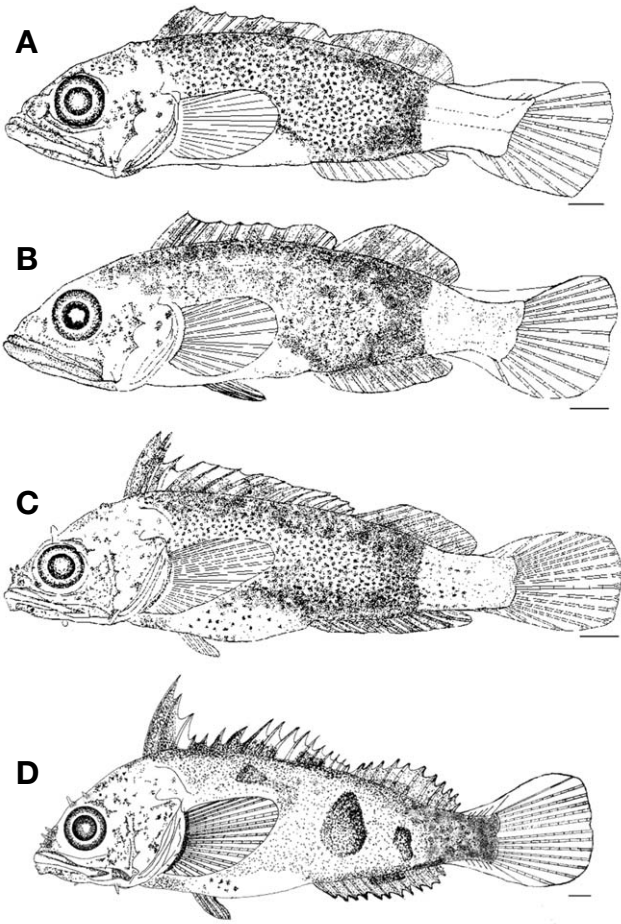


Fig. 7. The post larvae and juveniles developmental stages of *Hemitripterus villosus* reared in the laboratory. A: 15~17 DAH 15.84 ± 0.78 mm; B: 18~20 DAH 16.10 ± 0.82 mm; C: 45~49 DAH 23.60 ± 0.97 mm; D: 75~80 DAH 30.06 ± 0.76 mm (DAH: days after hatching).

2) 후기자어

부화 후 5~7일째 자어는 전장이 14.66~15.15 mm (평균 15.02 ± 0.18 mm, $n=5$)로 유구가 완전히 흡수되었고, 등지느러미와 뒷지느러미 원기가 더욱 뚜렷해지며, 이빨이 더욱 발달하였다 (Fig. 6C).

부화 후 8~10일째 자어는 전장이 15.23~15.54 mm (평균 15.39 ± 0.22 mm, $n=5$)로 난황이 완전히 흡수되었고, 근절은 $15+25=40$ 개 형성되었으며, 11 (5+6)개의 꼬리지느러미 줄기가 나타났다 (Fig. 6D).

부화 후 11~12일째 자어는 전장이 15.20~16.02 mm (평균 15.59 ± 0.34 mm, $n=5$)로 제1등지느러미 가시가 6~12개, 제2등지느러미 줄기가 8~9개, 뒷지느러미 줄기 8~10개 정도 나타났다. 꼬리지느러미 줄기에 마디가 나타나기 시작하였고 꼬리의 막지느러미 끝이 갈라지기 시작하였다 (Fig. 6E).

부화 후 15~17일째 자어는 전장이 14.61~16.59 mm (평

균 15.84 ± 0.78 mm, $n=5$)로 제1등지느러미 가시가 9~16개, 제2등지느러미 줄기가 10개, 뒷지느러미 줄기는 11~12개 정도 나타났다 (Fig. 7A).

부화 후 18~20일째 자어는 전장이 15.70~17.86 mm (평균 16.10 ± 0.42 mm, $n=5$)로 제1등지느러미 가시 16개, 뒷지느러미 줄기는 12~13개 정도 나타났고, 꼬리지느러미 줄기는 13개 (6+7)였으며, 이빨이 더욱 강하게 발달하였고 체형은 유선형으로 바뀌었다 (Fig. 7B).

부화 후 45~49일째 자어는 전장이 21.98~26.13 mm (평균 23.60 ± 0.97 mm, $n=5$)로 제1등지느러미 가시 17개, 뒷지느러미 줄기는 13개 정도 나타났다. 꼬리지느러미 끝이 오목해졌고 지느러미 줄기 끝이 2개로 갈라졌으며, 복부는 흑색소포가 증가하여 전체를 덮고 있었다 (Fig. 7C).

3) 치어기

부화 후 75~80일째 후기자어는 평균 전장이 30.06 ± 0.76 mm로 모든 지느러미가 정수에 달하였고, 흑색소포 및 반문은 꼬리 지느러미자루까지 출현하였으며, 체형은 성어와 닮아 치어기로 이행하였다 (Fig. 7D).

고 찰

삼세기는 분류학상 썸뱅이목, 삼세기과에 속하는 어류로서 우리나라 전 연안과 일본 중부 이북, 오토츠크해, 베링해 등의 북태평양에 분포하는 어종이며, 이는 정 (1998)의 내용과 일치하였다.

삼세기의 생식기관은 암수 뚜렷한 차이를 보였는데, 수컷은 조그만 튜브모양의 생식돌기를 가지고 있다. 교미를 위한 생식돌기를 가지고 있는 종으로는 독중개과 어류인 가시망둑, *Pseudoblennius cottoides* (Yoo, 2002)과 난태생어류인 볼락류, 썸뱅이류가 있으며, 망상어 (*Ditrema temmincki*)와 열대어의 일종인 거피 (*Lebistes reticulatus*)에는 교미기와 교접각이 있다 (김, 1989). 암컷은 수란관의 아래부분에 정액을 저장하는 저장낭을 가지고 있는데, 볼락류와 인도산 메기의 일종인 *Heteropneustes fossilis*는 수컷의 수정관 뒷부분에 저장낭을 가지고 있는 것으로 알려져 있다 (김, 1989).

삼세기의 산란장은 일반적으로 산란에 참가하지 않을 시에는 깊이 50~200 m에서 서식하다가, 산란기가 되면 연안으로 이동하여 수심 5~10 m에 돌이나 바위사이에 난괴를 형성하면서 산란하는 특성을 가지고 있으며, 이와 유사한 산란 습성을 가진 어류로는 쥐노래미 *Hexagrammos otakii* (Kim et al., 1993), 노래미 *Hexagrammos agrammus* (Kim and Myoung, 1983), 미거지 *Liparis ingens* (Kim et al., 1986a), 꼽치 *Liparis tanakai* (Kim et al., 1986b), 딱지 *Aptocyclus ven-*

tricosus (Kim *et al.*, 1987) 등이 있다.

이러한 어류는 주로 침성란을 낳는 겨울철 산란종으로 삼세기의 경우 8.2~14.9°C에서 1,488시간(62일), 쥐노래미 (Kim *et al.*, 1993) 수온 10.0~14.5°C에서 477시간(19.9일), 노래미 (松永 등, 1974) 10.4~12.8°C에서 744~864시간(31~36일), 미거지 (Kim *et al.*, 1986a) 평균 8.8°C에서 747시간(31.1일), 꼼치 (Kim *et al.*, 1986b) 평균 9.2°C에서 약 20일, 뚝지 (Kim *et al.*, 1987) 평균 9.3°C에서 725시간(30.2일), 대구횃대 (Kyushin, 1970) 평균 6.0°C에서 42~49일, 괴도라치 (Shiogaki, 1983) 3.5~10.0°C에서 41~49일, 연어 (정, 1998) 8~10°C에서 60일로 다른 계절에 산란하는 어류에 비해 부화시간이 길어 전형적인 겨울 산란종의 특징을 나타내었다.

삼세기는 체내 수정을 하는 종으로서 산란시기가 되면, 암컷이 수컷의 정액을 암컷 체내의 저장낭에 저장하게 된다. 그리고 난이 성숙되어 산란이 시작됨과 동시에 저장낭의 정액을 자연스럽게 난에 묻혀 수정율을 높이는 습성을 가지고 있다. 체내수정을 하는 종으로는 대부분 자어로 산출하는 난태성어류인 볼락류, 망상어류로서 정자는 알이 성숙되기 이전에 난소 내에 들어가 알의 성숙과 동시에 수정하며, 난소 또는 수란관 내에서 부화하여 곧 산출하고, 망상어도 알이 성숙되기 전에 교미하여, 정자는 수란관 내에 들어가 알의 성숙을 기다리는 것으로 알려져 있다 (김, 1998). Shiogaki and Dotsu (1974)에 의하면 자연에서 채집한 가시망둑 암컷을 수용하여 자연산란시킴으로 산란 전에 암·수가 체내수정을 하는 것으로 보고하고, Yoo (2002)의 경우도 암컷의 생식소의 난소강 내에서 성숙한 정자가 발견되어 체내수정을 하는 것으로 보고하고 있다. 이들 체내수정 후 난이나 자어로 산출하는 종들은 산란수와 산출 자어의 마리수가 매우 적기 때문에 자원관리가 필요한 종으로 판단된다.

Munehara (1992)에 의하면 삼세기의 일부 성숙한 암컷은 산란기질로 갯지렁이 관을 이용하는 것으로 보고하고 있는

데, 이 실험에서는 실내 사육수조에서 자연산란을 유도하여 관찰할 수 없었다. 가시망둑의 경우 Yoo (2002)에 의하면 개명계의 위새강에 수정란을 산란하는 것으로 보고하고 있다.

삼세기의 포란수는 전장이 24.8~33.6 cm (평균전장 28.7 cm)에서 2,500~6,720개 (평균 4,700개)였으며, Kyushin (1968)의 전장 24.9~38.3 cm에서 2,250~11,170개와는 다소 차이가 있었는데 (Table 1), 이 실험에서의 포란수가 다른 보고에 비해 거의 1/2 정도의 갯수 차이를 보여 차후에 면밀한 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

삼세기 수정란의 난경은 4.01~4.48 mm (평균 4.17±0.09 mm)로, Kyushin (1968)의 4.41~4.61 mm와 Okiyama and Sando (1976)의 4.50~4.95 mm (평균 4.73 mm)보다는 약간 작았다 (Table 2). 같은 시기에 산란하는 쥐노래미 (Kim *et al.*, 1993)의 2.00~2.15 mm, 노래미 (Kim and Myoung, 1983) 1.92~2.15 mm, 미거지 (Kim *et al.*, 1986a) 1.55~1.65 mm, 꼼치 (Kim *et al.*, 1986b) 1.68~1.78 mm, 뚝지 (Kim *et al.*, 1987) 2.28~2.36 mm보다는 비교적 큰 편이며, 산란기에 하천으로 소상하는 연어 (정, 1998)의 6.7 mm보다는 다소 작은 편에 속한다 (Table 2).

수정 후 부화에 소요되는 시간은 Kyushin (1968)에 의하면 수온 9.9~15.5°C에서 2,184시간 만에 부화하기 시작하여, 부화개체수가 50%가 되는 시기는 99~100일이라 보고하고 있고, 이 실험은 수온 8.2~14.9°C에서 1,488시간 만에 부화가 시작되었다. Kyushin (1968)이 보고한 것보다 수온이 낮고, 696시간 빨리 부화하여 Kyushin (1968)과는 다소 차이를 보였다. 이러한 결과는 같은 종에서도 사육환경 조건과 친어의 건강상태 등 여러 가지 요인들이 부화시간에 큰 영향을 주는 것으로 생각된다.

부화 직후 자어의 전장은 12.99~15.46 mm (평균 14.16±0.65 mm)로 Kyushin (1968)의 14.05~15.16 mm (평균 14.69 mm)와 비슷하며, Okiyama and Sando (1976)의 11.6 mm와는 많은 크기 차이를 보였으며 (Table 2), 부화자어의 전장의 경

Table 1. The comparison number of ovarian eggs

Number of female	Total length (mm)		Number of eggs		References
	Range	Average	Range	Average	
16	24.8~33.6	28.9	2,500~6,720	4,700	Present study
102	24.9~38.3	25.9~37.1	2,250~11,170	2,970~9,850	Kyushin (1968)

Table 2. A comparison of the eggs and larval characters in the *Hemipteris villosus*

Species	Egg size (mm)	Water temperature (°C)	Time of hatching (days)	Prelarva (mm)	References
<i>H. villosus</i>	4.01~4.48 (4.17)	8.2~14.9	62 (1,488 hrs.)	12.99~15.46 (14.16)	Present study
<i>H. villosus</i>	4.50~4.95 (4.73)	—	—	10.90~11.60	Okiyama and Sando (1976)
<i>H. villosus</i>	4.41~4.61	9.9~15.5	91 (2,184 hrs.)	14.05~15.16 (14.69)	Kyushin (1968)

우 난 발생 기간 중 온도나 사육 환경의 차이에 의해 발생할 수 있으므로 정밀한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

부화 후 난황이 완전히 흡수되는 시기는 수온에 의한 영향을 받게 된다. 그러나 이 연구에서 난황이 완전히 흡수되는 시기는 수온 $12.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 약 7일 정도로 자어의 전장이 15.39 ± 0.22 mm로 성장한 반면, 쭈기미 *Inimicus japonicus* (Lee, 1994)의 경우 난황이 흡수되는 기간이 3일 정도 소요되며, 이때 자어의 전장은 4.71 ± 0.52 mm로 부화 자어의 난황 흡수 시기는 자어의 크기와는 무관함을 알 수 있었고, 사육시 수온의 영향에 따라 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

자어 사육시 수온 $9.2 \sim 12.7^\circ\text{C}$ 에서 부화 후 5~7일째에 평균전장은 15.02 mm이고, 부화 후 15일째에는 평균전장 15.84 mm였다.

부화 후 23일째의 평균전장이 17.07 mm로, Kyushin (1968)의 수온 $11.6 \sim 11.8^\circ\text{C}$ 에서 부화 후 20일째 평균전장 15.57 mm보다는 다소 컸다.

이 실험에서 부화 후 26~30일째까지 사육하여 평균전장이 17.11 mm 성장하였는데, Kyushin (1968)는 부화 후 29일째 평균전장 16.11 mm로 크기 차이가 다소 있었다.

삼세기의 생태와 산란습성에 대한 연구는 앞으로도 많이 이루어져야 할 부분으로, 특히 삼세기 자원의 효율적인 관리와 조성을 위해서는 무엇보다도 생태와 체내수정의 내부 기작에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

인 용 문 헌

- 김용억. 1989. 어류학 총론. 태화출판사, 부산, 270pp.
- 김용억 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구 · 유정화. 2006. 한국해산어류도감. 도서출판 한글, 부산, 397pp.
- 김홍윤 · 황성일 · 고창순. 1996. 종묘생산 기술개발 시험 (I) 삼세기 종묘생산 기술개발 시험. 국립수산진흥원 남해수산연구소 사업보고서, pp. 257-262.
- 정문기. 1998. 한국어도보. 일지사, 서울, 727 pp.
- 최 윤 · 김지현 · 박종영. 2003. 한국의 바닷물고기. 교학사, 서울, 646pp.
- 松永 繁, 山崎哲男, 梶田拓治, 1974. アイナメの採卵と子魚飼育について. 栽培技研, 3: 61-69.
- Kim, Y.U., K.H. Han and B.H. Kim. 1993. The embryonic and larval development of the greenling, *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks. Kor. J. Ichthyol., 5: 151-159. (in Korean)
- Kim, Y.U., Y.S. Park and J.G. Myoung. 1986a. Egg development and larvae of snailfish, *Liparis ingens* (Gilbert et Burke). Bull. Korea Fish. Soc., 19: 368-374. (in Korean)
- Kim, Y.U., Y.S. Park and J.G. Myoung. 1986b. Egg development and larvae of snailfish, *Liparis tanakai* (Gilbert et Burke). Bull. Korea Fish. Soc., 19: 380-386. (in Korean)
- Kim, Y.U., Y.S. Park and J.G. Myoung. 1987. Development of eggs, larvae and juveniles of smooth lumpsucker, *Aptocyclus ventricosus* (Pallas). Bull. Korea Fish. Soc., 20(2): 157-165. (in Korean)
- Kyushin, K. 1968. The embryonic development and larval stages of *Hemitripteris villosus* (Pallas). Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 18: 277-289. (in Japanese)
- Kyushin, K. 1970. Embryonic development and larval of *Gymnocanthus herzensteini* Jordan Starks. Jap. J. Ichthyol., 17: 74-79. (in Japanese)
- Lee, J.H. 1994. Spawning behavior and growth of devil stinger, *Inimicus japonicus* (CUVIER). M.S. thesis. Nat'l. Univ. Cheju, 38pp. (in Korean)
- Munehara, H. 1992. Utilization of polychaete tubes as spawning substrate by the sea raven *Hemitripteris villosus* (Scorpaeniformes). Environ. Biol. Fish., 33: 395-398. (in Japanese)
- Munehara, H. 1996. Sperm transfer during copulation in the marine sculpin *Hemitripteris villosus* (Pisces: Scorpaeniformes) by means of a retractable genital duct and ovarian secretion in females (Copeia 1996). 452-454. (in Japanese)
- Munehara, H., Y. Koya, Y. Hayakawa and K. Takano, 1997. Extracellular environments for the initiation of external fertilization and micropylar plug formation in a cottid species, *Hemitripteris villosus* (Pallas) (Scorpaeniformes) with internal insemination. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology., 211: 279-289. (in Japanese)
- Okiyama, M. and H. Sando. 1976. Early life history of the sea raven, *Hemitripteris villosus* (Hemitripterinae, cottidae) in the Japan sea Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 27: 1-10. (in Japanese)
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fish. Academic Press, Inc., London, 524 pp.
- Shiogaki, M. 1983. On the life history of the stichaeid fish, *Chirolophis japonicus*. Jap. J. Ichthyol., 29: 446-455. (in Japanese)
- Shiogaki, M. and Y. Dotsu. 1974. The spawning of the sea sculpin, *Pseudoblennius cottoides*. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., (38): 71-76. (in Japanese)
- Yoo, D.J. 2002. Ecology and early life history of *Pseudoblennius cottoides*. M.S. thesis. Nat'l. Univ. Yosu, 44 pp. (in Korean)