

한국산 가숭어, *Chelon lauvergnii*의 난 및 자치어의 형태발달

김진구·김용억*·변순규**

국립수산진흥원 목포분소, *부경대학교 해양생물학과,

**국립수산진흥원 여수수산종묘시험장

Egg and Larval Development of *Chelon lauvergnii* from Korea

Jin-Koo Kim, Yong-Uk Kim* and Soon-Gyu Byun**

Mokpo Lab., National Fisheries Research and Development Institute

*Department of Marine Biology, Pukyong National University

**Yosu Marine Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute

The embryonic and larval development of *Chelon lauvergnii* (Eydoux & Souleyet) was surveyed by incubating artificially inseminated eggs with parent fishes obtained at Kang-wha island in the mid-western coastal area of Korea on June, 1997.

The fertilized eggs were transparent, spherical in shape, measuring 0.95~1.08 mm in diameter, having a large oil globule, and their perivitelline space narrow, and began to hatch at 40 hrs. in water temperature $22.5 \pm 1^\circ\text{C}$.

The newly hatched larvae were 2.35~2.68mm in total length with 23 myomeres, anus opened, mouth closed, preanal length 58.7~61.6% of total length, oil globule located in posterior end of yolk sac. Melanophores, branch in shape, were distributed mainly along the ventro-lateral region of trunk part and a few on the anterior end of caudal part and surface of oil globule.

The larvae measuring 3.08~3.36 mm in total length absorbed yolk material completely in 3 days after hatching, in which air bladder began to appear and mouth opened.

In 8 days after hatching, the larva was measured 5.09 mm in total length, its posterior end of notochord began to flex upward and the caudal fin rays differentiated as 7, finfold of the second dorsal and anal fins appeared. In this time, melanophores, branch in shape, were concentrated in the anterior half region of the caudal part and a few also distributed on the top of head, snout region, ventral margin of lower jaw and isthmus region.

In 12 days after hatching, the larva measuring 8.48 mm in total length completed all the fins (D. IV-9; P1. 16; P2. I, 5; A. II, 9) and reached to the juvenile stage. Melanophores, in this time, were distributed on the mid-lateral region of the caudal part in enlargement than before and a few also found in the dorso-lateral region of the trunk part, and in the cheek region.

Key words : *Chelon lauvergnii*, Mugilidae, embryo, larva, development, Korea

서 론

가승어 (*Chelon lauvergnii*)는 승어목 (Mugiliformes), 승어과 (Mugilidae), 가승어속 (*Chelon*)에 속하는 어류로 한국, 일본, 중국 및 동·남중국해 등지에 분포하며, 강과 바다를 자유롭게 왕래하는 광염성 어종으로 (Senou, 1993; Thomson, 1997; Kim and Kim, 1998), 환경변화에 대한 강한 적응성을 나타내어 (Lee *et al.*, 1997) 최근 새로운 양식대상종으로 주목받고 있다.

가승어의 개체발생에 대한 연구로는 일본에서 가승어 치어의 흑색소포의 형태와 분포 (Okiyama, 1988), 국내에서는 가승어의 산란장 및 산란기 (Kim and Kim, 1998)에 관한 간단한 기재만 있을 뿐 난발생 및 자치어의 형태발달에 관한 연구는 없다. 또한, 가승어는 속 (genus)과 목 (order)의 분류체계가 학자마다 다른 점에서도 (Senou, 1989; Stiassny, 1993; Thomson, 1997) 본 종의 정확한 계통 추정을 위한 개체발생학적 기초자료가 시급한 실정이다.

개체발생에서 나타나는 형태변화는 조상의 형태, 유사 분류군과의 유연관계를 추정하는데 중요한 단서를 제공하며, 유어의 생태적인 적응형태를 이해하는데 도움을 준다. 또한, 식별이 어려운 자치어의 성장단계별 분류형질을 파악함으로써 신속하고 정확한 자치어의 종 동정이 가능하고, 나아가 자원평가의 기초자료로써 활용할 수 있다는 점에서도 매우 중요하다.

따라서, 본 연구의 목적은 가승어의 개체발생학적 연구결과인 난 및 자치어의 외부형태발달을 기재하여 유사종과 비교하여 분류형질을 밝히고자 한다.

재료 및 방법

가승어의 어미는 1997년 6월 4일 경기도 강화도에서

구입하였으며, 현장에서 인공수정을 행하였고, 수정난은 부경대학교 해양생물학과 어류학 실험실로 운반한 후 실험에 들어갔다. 수온은 1일 1회 측정하였고 (Fig. 1), 난과 자치어는 매일 5마리씩 무작위로 추출하여 입체해부 현미경으로 관찰, 스케치하였으며, 자치어의 계측은 현미경 영상장치 (IP-win32, SZH10)를 이용하였다. 먹이생물로는 클로렐라 (*Chlorella* sp.), 로티퍼 (*Branchionus plicatilis*), brine shrimp (*Artemia* sp.)를 부화시켜 공급하다가 부화 후 15일째부터 배합사료로 전환하였다. 학명 사용은 Kim (1999)과 Kang (2000)을, 용어 사용은 Kendall *et al.* (1984)과 Kim (1989)을 부분적으로 따랐다.

결 과

1. 난발생

가승어의 수정난은 구형의 분리부성란으로 무색투명하며, 난막에는 특수한 구조가 없고, 위란강은 다소 좁았다. 가승어의 수정난은 직경이 0.95~1.08 mm (n=5)로, 1개의 유구 (oil globule)를 가지며, 유구의 직경은 0.43~0.46 mm였다.

수정 후 26시간이 경과하면 가승어의 난내 배체 (Fig. 2, A)에는 안포와 렌즈가 나타나고 심장 박동이 관찰되며, 유구 주변에 작은 물방울 모양의 구조물이 출현하였다. 이 시기에 가승어의 난내 배체는 유구의 전반부에 점 모양의 흑색소포가 산재하며, 머리에는 눈과 양안 사이에 일부 관찰되고 복부의 중앙부터 꼬리의 말단 부근까지 근절의 배쪽과 옆쪽 그리고 등쪽에 점 모양의 흑색소포가 고루 분포하였다.

수정 후 35시간이 경과하면 가승어의 난내 배체 (Fig. 2, B)는 더욱 신장되어 머리와 꼬리가 거의 맞닿아 있고, 유구 주변의 물방울 모양의 구조물의 수가 감소한다. 이 시기의 흑색소포는 복부로 확산되어 몸 전체에 걸쳐 점 모양의 흑색소포가 고루 분포하며, 막지느러미

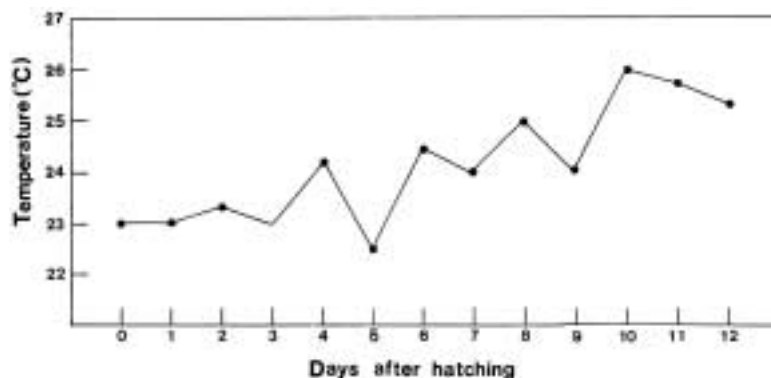


Fig. 1. Daily variation of water temperature during the rearing of the larvae *Chelon lauvergnii* in the laboratory.

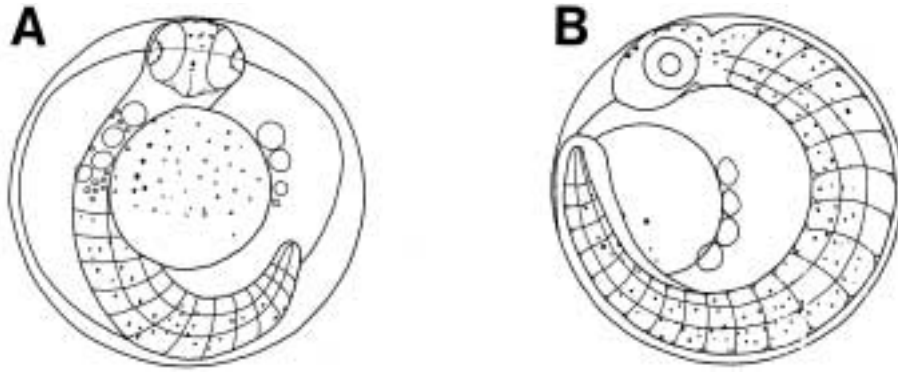


Fig. 2. Egg of *Chelon lauvernii* in the laboratory. A: 26 hours after fertilization; B: 35 hours after fertilization.

가 관찰되고 배체의 난내 운동이 활발해진다.

2. 자치어의 형태발달

부화자어 (Fig. 3, A)는 전장(全長) 2.35~2.68 mm (평균 2.48 mm)로, 항문전장(肛門前長)이 전장의 58.7~61.6%로 항문이 몸의 중앙보다 뒤쪽에 위치하며, 난황은 전장의 31.1~35.4%, 유구는 난황의 52.6~58.9%이었다. 부화자어는 입을 닫혀 있으나, 항문은 열려 있었다. 부화직전 난내 배체는 몸 전체에 걸쳐 점 모양의 흑색소포가 고루 분포하지만, 부화후 3~4시간이 경과하면 퍼져 있던 흑색소포가 몸의 배쪽으로 집중되는 경향을 보이는데, 난황의 후단부에서 항문까지는 근절의 등쪽에, 머리의 후단부에서 항문 부근까지는 근절의 배쪽에 나뭇가지 모양의 흑색소포가 분포하며, 유구에는 나뭇가지 모양의 흑색소포가 비교적 드물게 분포하였다. 부화자어의 근절수는 10+13=23으로 정수에 달하지 않았다.

부화 후 1일째 자어 (Fig. 3, B)는 전장 2.59~2.95 mm (평균 2.72 mm)로 막상의 가슴지느러미가 처음으로 출현하였고, 난황은 직경 0.62 mm로 수정란의 0.95 mm에 비하여 많이 흡수되었으나 유구는 0.35 mm로 수정란의 0.43 mm에서 크게 줄어들지 않았다. 항문전장은 전장의 55.2~55.6%이었으며, 흑색소포는 두정부에 2개, 눈에도 착색되기 시작하며, 근절의 배쪽에 집중적으로 나타나는 데 등쪽과 유구에는 드물다. 이 시기의 근절수는 11+13=24개로 정수에 달하였다.

부화 후 2일째 자어 (Fig. 3, C)는 전장 2.96~3.11 mm (평균 3.04 mm)로 턱 부위가 형태를 갖추지만 입을 닫혀 있다. 난황은 0.38 mm, 유구는 0.25 mm로 많이 흡수되었으며, 항문전장은 전장의 53.7~55.7%로 항문은 여전히 몸의 중앙보다 조금 후방에 위치하였고, 막지느러미에 물방울 모양의 구조물이 출현하기 시작하였다. 흑

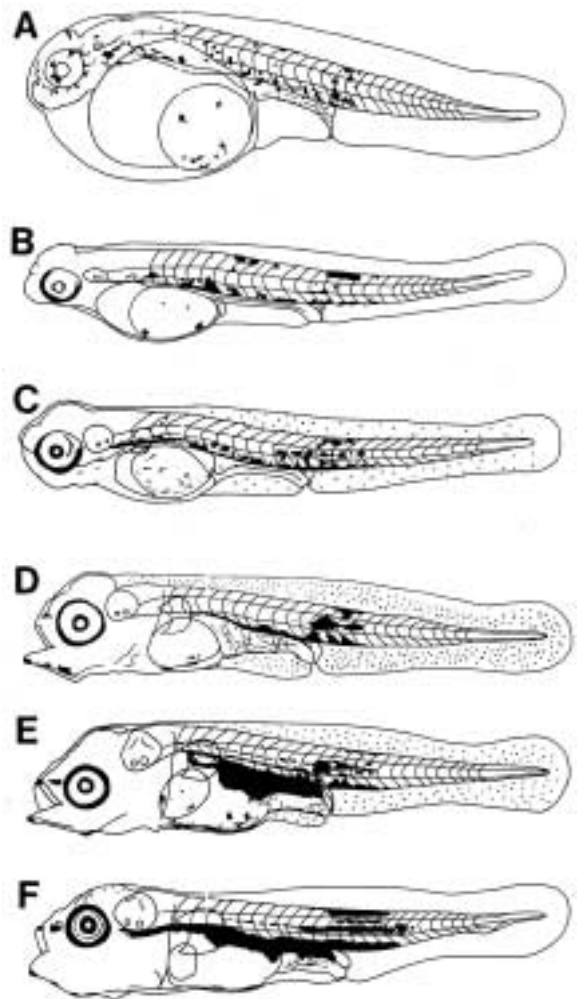


Fig. 3. Larval development of *Chelon lauvernii*.

A: Just hatched larva, 2.48 mm in total length (TL); B: 1 day after hatching, 2.72 mm in TL; C: 2 days after hatching, 3.04 mm in TL; D: 3 days after hatching, 3.33 mm in TL; E: 5 days after hatching, 3.71 mm in TL; F: 7 days after hatching, 4.78 mm in TL.

색소포는 나뭇가지 모양으로 머리의 후단부에서 16번째 근절까지는 배쪽에 집중되어 나타나며, 근절의 등쪽에는 12~14번째 근절에만 일부 나타난다. 이 시기에 처음으로 황색소포가 출현하기 시작하는데, 주둥이의 전단부, 눈의 후단부에서 14번째 근절까지 체측의 중앙을 따라 나타나며, 근절의 등쪽에는 12~14번째 근절에 있는 흑색소포 주위로 겹쳐 나타나지만 죽으면 사라진다.

부화 후 3일째 자어 (Fig. 3, D)는 전장 3.08~3.36 mm (평균 3.33 mm)로 난황은 거의 흡수되어 없지만 유구는 상당히 남아 있고 이 시기가 되면 처음으로 입이 열리는데, 아래턱이 위턱보다 발달된 형태를 취한다. 가슴지느러미는 막상으로 유영에 적합한 형태로 커지고, 항문 전장은 전장의 54.2~55.4%로 장의 전단부는 3~4번 꼬인 형태로 복잡해지며, 처음으로 복강의 등쪽에 부레가 출현하였다. 흑색소포는 눈의 앞쪽과 아래턱의 배쪽 가장자리에 새롭게 출현하며, 체측에는 가슴지느러미 후단부에서 항문의 조금 후방까지 나뭇가지 모양의 흑색소포가 배쪽으로 집중적으로 나타나지만 근절의 중앙과 등쪽에는 12~15번째 근절에만 나타난다. 또한 장의 배쪽 가장자리를 따라 가느다란 나뭇가지 모양의 흑색소포가 다소 출현하며, 황색소포는 이전과 동일하다. 이 시기가 되면 무색투명한 혈액의 활발한 흐름이 관찰되는데, 심장에서 나온 혈액이 척색의 배쪽 가장자리를 따라 뒤쪽으로 흐르며, 근절의 배쪽 가장자리를 따라 앞쪽으로 흐르다가 도중에 장을 통과하여 복강의 배쪽 가장자리를 따라 심장으로 돌아온다.

부화 후 5일째 자어 (Fig. 3, E)는 전장 3.52~3.87 mm (평균 3.71 mm)로 유구는 복강의 전단부에 안경 크기로 남아 있고, 위턱과 아래턱이 섭이에 유리한 형태로 발달한다. 항문전장은 전장의 55.1~57.4%에 달하며, 장은 더욱 복잡하게 분화한다. 흑색소포는 이전과 비슷하지만, 머리의 후단부에서 항문 부근까지 척색의 중앙을 따라 가느다란 선 모양의 흑색소포가 새롭게 출현하며, 복강의 상반부는 나뭇가지 모양의 흑색소포로 완전히 덮여 검게 보이고, 황색소포는 미약해져 눈의 뒤쪽과 몸의 전반부의 배쪽 가장자리에만 드물게 분포한다.

부화 후 7일째 자어 (Fig. 3, F)는 전장 4.31~4.78 mm (평균 4.43 mm)로 척색 말단의 배쪽에 꼬리지느러미 원기가 출현하며, 항문전장은 전장의 56.5%이다. 유구는 안경보다 작은 크기로 되며, 주둥이 선단부에 1쌍의 비공이 새롭게 출현하였다. 흑색소포는 비공 주위에 나뭇가지 모양으로 나타나며 두정부에는 점 모양으로 나타난다. 한편, 복강 및 장의 상반부에는 나뭇가지 모양으로 흑색소포가 나타나며, 복강의 배쪽 가장자리에는 띠 모양 혹은 나뭇가지 모양으로 흑색소포가 소수 관찰된다.

또한, 몸에는 10~20번째 근절 부위의 등쪽과 중앙 및 배쪽에 걸쳐 나뭇가지 모양의 흑색소포가 집중적으로 나타난다.

부화 후 8일째 전장 5.09 mm의 개체 (Fig. 4, A)는 유구가 거의 흡수되어 동공 크기로 되고, 항문전장은 전장의 58.0%에 달하며, 처음으로 척색 말단이 굽어지기 시작하여 후기자어기로 이행하였다. 이 시기에 처음으로 꼬리지느러미 줄기가 3+4로 분화되고, 제 2 등지느러미 및 뒷지느러미 원기가 흔적으로 출현하였다. 흑색소포는 나뭇가지 모양의 흑색소포가 두정부에 새롭게 출현하며, 체측에는 항문(13번째 근절)~21번째 근절의 등쪽과 중앙 그리고 배쪽에 나뭇가지 모양의 흑색소포가 집중적으로 나타났다.

부화 후 10일째 전장 5.32 mm의 개체 (Fig. 4, B)는 척색 말단이 약 45°로 굽어져 있고, 제 2 등지느러미와 뒷지느러미 원기가 이전보다 분화되어 있으며, 꼬리지느러미 줄기는 5+6으로 증가하였고, 가슴지느러미 줄기는 3~4개, 그리고 제 1 등지느러미 원기가 새롭게 출현하였다. 가슴지느러미 기저 부근에는 2~3개의 나뭇가지 모양의 발달된 흑색소포가 나타나고, 체측의 흑색소포는 이전과 비슷하나 항문 주위로 흑색소포가 이전보다 더욱 발달된 형태로 후방까지 확산되며, 몸통부의 흑색소포는 수가 증가하였다.

부화 후 12일째 자어 (Fig. 4, C)는 전장 5.59~8.48 mm (평균 6.8 mm)로, 전장 8.48 mm의 개체는 모든 지

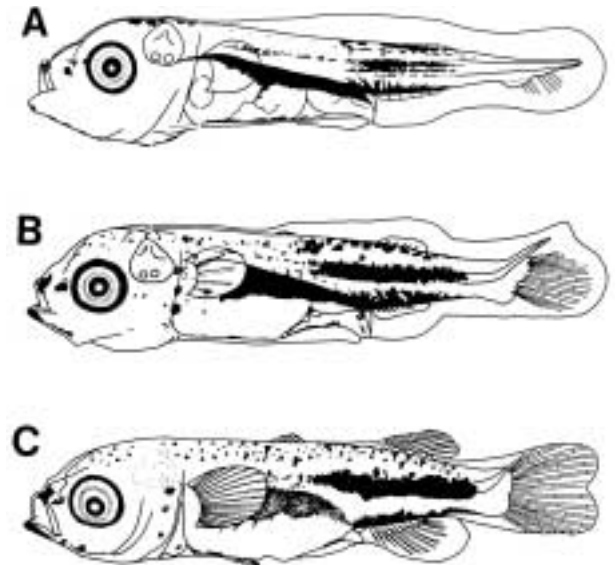


Fig. 4. Larval development of *Chelon lauvergnii*.

A: 8 days after hatching, 5.09 mm in total length (TL); B: 10 days after hatching, 5.32 mm in TL; C: 12 days after hatching, 8.48 mm in TL.

느러미수가 정수에 달하여 치어기로 이행한다. 흑색소포는 이전보다 훨씬 발달된 형태를 나타내는데 머리의 경우 뺨 부위에 2~3개의 나뭇가지 모양의 흑색소포가 처음으로 나타나며, 체측 등쪽에는 머리의 말단부~꼬리의 말단부까지 점 모양 혹은 나뭇가지 모양으로 흑색소포가 조밀하게 분포하며, 체측 중앙에는 제 1 등지느러미기저 말단부~꼬리자루의 중앙부까지, 체측 배쪽에는 복강~꼬리자루의 중앙부까지 나뭇가지 모양의 흑색소포가 발달된 형태로 나타난다.

고 찰

가송어의 산란기는 일본의 경우 3월 하순~5월 상순 (Okiyama, 1988), 국내에서는 Kim and Kim (1998)이 6월, Chyung (1977)이 10월로 보고하여 본 종의 정확한 산란기를 언급하기란 어려우나, 산란장으로 추정되는 전남 신안군에서는 5월에, 경기도 강화도에서는 6월에 본 종의 산란이 이루어지므로 (Kim, 1999), 국내 서해안에서는 5~6월이 가송어의 주산란시기로 판단된다.

가송어의 수정난은 난경이 0.95~1.08 mm (n=5)로, 송어 (*Mugil cephalus*)의 0.92~1.13 mm (Tung, 1973), 등줄송어 (*Chelon affinis*)의 0.95~1.06 mm (Kim and Kim, 1999)와는 비슷하였고, 꼬치고기 (*Sphyræna pinguis*)의 0.69~0.82 mm (Okiyama, 1988)보다는 크고, 점농어 (*Lateolabrax maculatus*)의 1.13~1.17 mm (Kang, 2000), 농어 (*Lateolabrax japonicus*)의 1.33~1.46 mm (Han et al., 1999)보다는 다소 작은 것으로 나타났다.

가송어의 수정난은 1개의 유구 (oil globule)를 가지며, 등줄송어도 1개 (Kim and Kim, 1999), 송어도 1개 (Tung, 1973)를 가지는 반면에, 농어는 1개의 대유구 및 1~4개의 소유구를 (Han et al., 1999), 점농어는 1개의 대유구와 1~3개의 소유구를 (Kang, 2000) 가지어 유구수에서 구분될 것으로 보이나, 농어속 2종은 대부분 1개의 대유구를 가진 개체가 많아 (Han et al., 1999), 유구수에 의한 정확한 식별은 곤란할 것으로 사료된다.

가송어는 유구의 크기가 0.43~0.46 mm로, 일본산 가송어의 0.44~0.49 mm (Okiyama, 1988)보다 약간 작았는데 이것은 지역간 차이로 생각되며, 송어는 0.38~0.41 mm (Tung, 1973), 등줄송어는 0.32~0.36 mm (Okiyama, 1988)로 가송어, 송어, 등줄송어의 순으로 유구가 작아지고, 농어는 대유구가 0.29~0.37 mm, 소유구가 0.039~0.106 mm (Han et al., 1999), 점농어는 대유구가 0.35±0.05 mm (Kim et al., 1998), 꼬치고기는 0.18~0.21 mm (Okiyama, 1988)로, 송어류가 농어류 및 꼬치고기보다 유구의 크기에서 다소 큰 경향을 나타내었다.

수정 후 26시간에 가송어의 난내 배체는 유구 주변에 작은 물방울 모양의 구조물이 출현하는데, 동일속의 등줄송어에서는 이러한 구조물이 부화직전에 잠깐 나타나며, 등줄송어는 50시간에 렌즈와 심장박동이 관찰되어 (Kim and Kim, 1999) 가송어가 등줄송어보다 난발생속도가 2배 빠른 것으로 판단되며, 이러한 현상은 등줄송어의 사육수온이 16.0±1°C로 다소 낮았기 때문인 것으로 사료된다.

가송어의 난내 배체는 점 모양의 흑색소포가 고루 분포하지만 등줄송어의 난내 배체는 두껍고 긴 직사각형의 흑색소포가 꼬리 부위에 집중적으로 나타나 (Kim and Kim, 1999), 가송어속 (*Chelon*) 2종의 난내 배체는 흑색소포의 형태로써 구별 가능하다.

막지느러미의 출현시기는 중간 차이를 나타내었는데, 등줄송어는 수정 후 39시간 45분에 (Kim and Kim, 1999), 송어속의 *Mugil curema*는 수정 후 24시간에 (Anderson, 1957) 막지느러미가 출현하여 *M. curema*가 3종 가운데서 가장 빨랐다.

가송어는 22.5±1°C에서 수정 후 40시간에 처음으로 부화하기 시작하며, 등줄송어는 16.0±1°C에서 수정 후 73시간에 (Kim and Kim, 1999), 점농어는 18.0°C 전후에서 108시간에 (김, 1997), 농어는 수온 20°C에서 50시간 45분, 18°C에서 54시간 55분, 16°C에서 74시간 15분에 (Han et al., 1999) 부화를 시작하여 가송어가 가장 빨리 부화하는 것으로 나타났다.

가송어의 부화자어는 평균전장 2.48 mm로, 송어의 2.7 mm (Tung, 1973), 꼬치고기의 2.3 mm (Okiyama, 1988)와는 비슷하고, *M. curema*의 1.76 mm (Anderson, 1957), 등줄송어의 1.72~1.92 mm (Kim and Kim, 1999)보다는 크며, 점농어의 3.12 mm (Kang, 2000), 농어의 3.54~3.69 mm (Han et al., 1999) 보다는 작아 부화자어의 크기는 중간 유의한 식별형질로 사료된다.

가송어, 등줄송어 및 송어는 유구가 난황의 후단부에 위치하지만, 농어속 2종, 꼬치고기는 유구가 난황의 전단부에 위치하여 유구의 위치는 과간 타당한 분류형질로 사료되나, 더 많은 종을 대상으로 조사할 필요가 있었다.

부화자어는 입을 닫혀 있으나, 항문은 열려 있고, 항문이 열리는 시기는 종마다 조금씩 다른데, 등줄송어가 부화 후 3일째 (Kim and Kim, 1999), 점농어가 부화직후 (Kang, 2000), 농어가 부화 후 1일째 (Han et al., 1999)로 항문이 입보다 다소 빨리 열리는 것으로 나타났다.

부화자어의 근절수는 10+13=23으로 정수에 달하지 않았으나, Okiyama (1988)에 의하면 일본산 가송어의 부화자어는 11+14=25개의 근절을 가진다고 하여 동일

중에서도 지역간에 차이가 있었다.

막상의 가슴지느러미 출현시기는 가숭어가 부화후 1일째로, 등줄송어의 부화후 3일째(전장 2.25 mm), 점농어의 부화후 1일째(평균전장 4.35 mm), 농어의 부화후 1일째(전장 4.59~4.90 mm)와 비교했을 때 등줄송어가 늦게 출현하는 것으로 나타났다.

근절이 완성되는 시기와 근절수는 종마다 달라 중요한 분류형질로 취급되는데, 가숭어와 등줄송어는 부화후 1일째 완성되는 반면에 농어는 근절이 완성된 상태에서 부화되어 농어가 가숭어속 2종보다 근절이 빨리 완성됨을 알 수 있으며, 일본산 송어의 근절수는 24개, 유사종인 꼬치고기는 27개(Okiyama, 1988), 농어는 35~37개(Han *et al.*, 1999), 점농어는 18~19+18=36~37개(Kang, 2000)로 근절수는 과(family) 수준에서 유의한 분류형질로 사료되나, 향후 더 많은 종을 대상으로 조사 후, 검토가 요망된다.

입이 열리는 시기는 자어가 부화하면서 달고 나온 난황물질이 모두 소비되는 시기와 대체로 일치하는데, 가숭어는 부화 후 3일째, 등줄송어는 부화후 5일째 난황이 완전히 소멸되는 시기에 입이 열리어 이 시기를 전후로 신속한 먹이 공급이 이루어져야 하며, 농어 및 점농어는 입이 열리고 나서 2~3일간 난황이 유지되므로 섭이 형태의 전환이 원활한 것으로 생각된다.

부레의 출현시기는 가숭어가 부화후 3일째(평균전장 3.33 mm), 등줄송어가 부화후 6일째(전장 2.30~2.55 mm), 점농어가 부화후 10일째(평균전장 6.74 mm)로 부레를 이용한 수직이동은 가숭어에서 일찍 이루어지는 것으로 판단된다.

척색 말단이 굵어지기 시작하는 시기는 종마다 다른데, 가숭어는 부화 후 8일째(전장 5.09 mm), 농어는 부화 후 21~22일째(전장 7.15~8.12 mm), 점농어는 부화 후 15일째(평균전장 7.48 mm)로 가숭어가 농어속 2종보다 8~14일 빨리 후기자어기로 이행하였다.

지느러미가 출현하는 시기를 살펴보면, 가숭어는 부화 후 8일째(전장 5.09 mm) 꼬리지느러미 줄기부터 분화되고, 제 2 등지느러미 및 뒷지느러미 원기도 흔적적으로 출현하였는데, *M. curema*는 전장 4.7 mm에서 꼬리지느러미 줄기부터 분화하며(Anderson, 1957), 농어는 부화 후 21~22일째(전장 7.15~8.12 mm) 꼬리지느러미 및 가슴지느러미 원기가 형성되어 있고, 점농어는 부화 후 15일째(평균전장 7.23 mm) 가슴지느러미 줄기 7개, 꼬리지느러미 줄기 8개 그리고 등지느러미 및 뒷지느러미 원기가 형성되어, 가숭어가 농어속 2종보다 7~13일 빨리 꼬리지느러미가 출현하는 것으로 나타났다.

치어기에 도달하기까지 소요되는 시간은 가숭어가 부

화 후 12일째(전장 8.48 mm), 점농어가 부화 후 44일째(평균전장 15.36 mm), 농어가 부화 후 61일째(전장 16.28~17.31 mm)로, 가숭어가 농어속 2종보다 현저하게 빨리 치어기에 도달하여 가숭어의 초기감모를 최소화시키는데 이바지할 것으로 사료된다. 이처럼 가숭어의 자치어는 농어과(Moronidae)의 농어 및 점농어의 자치어에 비하여 형태형성과정이 매우 빠른 것으로 나타나 주목되었으며, 부화 후 12일째 전후로 가숭어의 자치어가 대량으로 폐사하였는데, 종묘생산과정에서 세심한 주의가 필요한 시기라고 생각된다.

분류학적으로 송어과 어류는 색줄멸과(Atherinidae), 날가지송어과(Polynemidae), 꼬치고기과(Sphyrænidae)와 함께 Percosocae아목에(Starks, 1900), 송어목(Mugiliformes)에 포함되기도 하였으나(Gosline, 1962), 이후 색줄멸과는 독립된 색줄멸목(Atheriniformes)(Rosen, 1964; Rosen and Parenti, 1981)에, 꼬치고기과는 농어목(Perciformes)(Johnson, 1986)에 포함되는 등 분류체계가 재정립되었으나, 송어과는 송어계열(Mugilomorpha)(Stiassny, 1993)에, 송어목(Mugiliformes)(Nelson, 1994)에 혹은 농어목(Perciformes)(Senou, 1989; 1993)에 포함되는 등 논란의 대상으로 남아 있다.

색줄멸과를 색줄멸목으로 간주하는 개체발생학적 근거는 자어가 체장의 1/3 이하의 짧은 항문전장과 등쪽 가장자리에 1열의 색소포를 가지는 점에 있는데, 거의 모든 농어목 어류의 자어는 항문전장이 색줄멸류의 자어보다 길어서(Ahlstrom and Moser, 1976), 짧은 항문전장은 색줄멸목을 정의내리는 공유파생유사성(synapomorphy)으로 간주된다(White *et al.*, 1984). 한편, 꼬치고기과 어류의 자어는 특정한 변태 없이 성장하는데, 항문이 몸의 중앙보다 후방에 위치하며 장이 길게 발달하는 점에서 송어과 어류와 유사하지만, 부화자어기에 유구가 난황의 전단부에 위치하며, 체측 중앙에 색소포 발달이 미약한 점에서 송어과 어류의 자어와 잘 구별된다. 발생학적으로 송어과 및 꼬치고기과 어류의 자어는 하미측 골판의 형태발달이 유사한 점에서 가깝지만(Hollister, 1937), 꼬치고기과 어류의 자어가 자매집단과는 닮은 점이 적고, 따라서 발생학적 측면에서 이들이 계통적으로 가깝다고 보기란 어렵다(Sylva, 1984a).

날가지송어과 어류의 자어는 항문이 몸의 중앙 혹은 그보다 조금 앞쪽에 위치하며, 전반적으로 색소포의 발달이 미약한데, 이러한 특징은 송어과 어류에서 볼 수 있는 자어의 형태와 상당히 다르며 오히려 민어과 어류와 유사하다. 날가지송어과 어류는 Regan(1929)에 의하여 처음으로 Percosocae아목에 포함되었으며, 이후 Gosline(1962)의 광범위한 골격 조사를 통하여 송어과, 꼬

Table 1. Characteristics of egg and larvae in the mugilid fishes and other related fishes

Taxon	Size of Egg (mm)	Number of oil globules	Size of oil globules	Hatching length (mm)	Preanal length of flexion larva	Number of myomeres	Sources
Mugilidae							
<i>Chelon lauvergnii</i>	0.95 ~ 1.08	1	0.43 ~ 0.46	2.35 ~ 2.68	5.09 ~ 8.48	24	Present study
<i>Chelon affinis</i>	0.95 ~ 1.06	1	0.30	1.72 ~ 1.92	-	24	Kim and Kim (1999)
<i>Mugil cephalus</i>	0.92 ~ 1.13	1	0.40	2.70	-	24	Tung (1973)
<i>Mugil curema</i>	-	1	-	1.76	4.70 ~ 5.30	-	Anderson (1957)
Atherinidae	0.55 ~ 2.30	Numerous	-	-	-	-	White <i>et al.</i> (1984)
Sphyraenidae							
<i>Sphyraena pinguis</i>	0.69 ~ 0.82	1	0.17	2.30	7.30 ~ 13.80	27	Okiyama (1988)
Moronidae							
<i>Lateolabrax japonicus</i>	1.33 ~ 1.46	1 large 1 ~ 4 small	0.29 ~ 0.37 0.04 ~ 1.11	3.54 ~ 3.69	7.15 ~ 12.95	35 ~ 37	Han <i>et al.</i> (1999)
<i>Lateolabrax maculatus</i>	1.13 ~ 1.17	1 large 1 ~ 3 small	-	3.12	7.48 ~ 11.59	36 ~ 37	Kang (2000)

치고기과, 색줄멸과, Phallostethoidei와 함께 송어목 (Mugiliformes)에 포함되었다. Gosline (1962)은 이들 중 날가지송어과, 꼬치고기과, 송어과 어류가 다른 2집단보다 보다 가깝고, 날가지송어과, 꼬치고기과 어류가 배지느러미 형태에서 송어과 어류보다 더욱 원시적이라고 하였다. 개체발생학적 측면에서 본과 어류의 계통을 추정하기 위하여 향후 더 광범위한 조사가 요구된다 (Sylva, 1984b).

송어과 어류의 자어가 23개의 근절을 가진다는 점에서 날가지송어과 및 꼬치고기과 어류와 유사하다고 언급하였으나 (Sylva, 1984c), 송어과 어류의 자어는 24개, 꼬치고기는 27개의 근절을 가져 잘 구분되고, 척색 말단이 굽어지는 시기는 송어과 어류가 다른 유사분류군보다 훨씬 빨리 진행되는 것으로 나타나 (Table 1), 송어과 어류의 개체발생학적 특징은 큰 난황과 유구를 가진 부화자어, 척색 말단이 빨리 굽어지는 형태적 특징을 가진다.

송어과 어류의 분류학적 혼란은 오랜 기간 지속되어 왔으며, 이를 해결하기 위한 노력에도 불구하고, 학자들 간에 이견이 팽배하여 Thomson (1997)은 가송어를 *Liza* 속, Senou (1989)는 *Chelon*속, Stiasny (1993)는 송어과 어류를 송어목에, Senou (1993)는 농어목에 포함시키는 등 송어과 어류가 다루기 힘든 분류군임을 재차 확인시켜 주었다. 이처럼 송어과 어류의 계통 추정이 어려웠던 이유는 외부형태형질이나 골격형태형

질만을 조사대상으로 삼았기 때문인데, 향후 생화학적인 방법, 개체발생학적 방법 등 다양한 방법으로 본과 어류에 대한 분류학적 접근이 요망된다.

적 요

1997년 6월에 한국 중서부에 위치한 경기도 강화도 연안에서 가송어 어미를 채집하여 인위적인 방법으로 난을 수정시킨 후, 난 및 자치어의 형태발달을 조사하였다.

가송어의 수정난은 구형으로 무색투명하고 1개의 유구를 가지며, 난경은 0.95 ~ 1.08 mm로 위란강의 폭은 좁았고, 40시간만에 처음으로 부화하기 시작하였다.

부화직후 자어는 전장 2.35 ~ 2.68 mm로 입은 열리지 않았으나, 항문은 열려 있고, 23개의 근절을 가지며, 항문전장은 전장의 58.7 ~ 61.6%이고, 유구는 난황의 후단부에 위치하였다. 이 시기의 흑색소포는 나뭇가지 모양으로 주로 몸통부의 배쪽 측면을 따라 분포하며, 꼬리부의 앞끝 부위와 유구 표면에도 일부 나타났다.

부화후 3일째 자어는 전장 3.08 ~ 3.36 mm로 난황이 완전히 흡수되어 후기자어기로 이행하며, 처음으로 입이 열리고, 부레가 생겨나며, 막상의 가슴지느러미와 장이 현저히 발달하였다.

부화후 8일째 전장 5.09 mm의 개체는 척색 말단이 굽어지기 시작하며, 꼬리지느러미 줄기 7개, 제 2 등지느

러미 및 뒷지느러미 원기가 분화하기 시작하고, 이 시기에 흑색소포는 나뭇가지 모양으로 주로 꼬리부의 전반부에 집중되며, 두정부, 주둥이, 아래턱의 배쪽 가장자리와 협부에도 일부 나타났다.

부화후 12일째 전장 8.48 mm의 개체는 모든 지느러미가 정수(D. IV-9; P1. 16; P2. I, 5; A. II, 9)에 달하여 치어기로 이행하며, 이 시기에는 꼬리부의 측면 중앙 부위의 흑색소포가 이전보다 발달된 형태로 나타나며, 몸통 부의 등쪽 측면과 뺨에도 흑색소포가 일부 출현하였다.

인 용 문 헌

- Ahlstrom, E.H. and H.G. Moser. 1969. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries, Rev. Trav. Inst. Peches Marit., 40 : 379~398.
- Anderson, W.W. 1957. Early development, spawning, growth and occurrence of the silver mullet (*Mugil curema*) along the south Atlantic coast of the United States. Fish. Bull. U.S., 57 : 397~414.
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa Pub. Co. Seoul, 727 pp. (in Korean)
- Gosline, W.A. 1962. Systematic position and relationships of the percococine fishes. Pac. Sci., 16 : 207~217.
- Han, K.H., W.K. Lee, S.W. Yang, S.H.O. and S.S. Shin. 1999. Early life history of the sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier). Korean J. Ichthyol., 11(1) : 94~101. (in Korean)
- Hollister, G. 1937. Caudal skeleton of Bermuda shallow water fishes. II. Order Percomorphi, suborder Percococines: Atherinidae, Mugilidae, Sphyraenidae. Zoologica, 22(3) : 265~279.
- Johnson, G.D. 1986. Scombroid phylogeny: an alternative hypothesis. Bull. Mar. Sci., 39(1) : 1~41.
- Kang, C.B. 2000. Taxonomical studies on the genus *Lateolabrax* (Pisces, Perciformes) from the Korean waters. Ph. D. Thesis, Pukyong Nat'l. Univ., 138 pp. (in Korean)
- Kendall, A.W., E.H. Ahlstrom and H.G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: H. G. Moser *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Special Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herptol., 11~22.
- Kim, Y.U. 1989. Introduction of ichthyology. Taehwa Pub. Co. Pusan. 270 pp. (in Korean)
- Kim, C.H., J.C. Jun and S.U. Kim. 1998. Early life history of Korean temperate sea bass *Lateolabrax* sp. (Pisces: Moronidae). Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 54 : 79~85. (in Korean)
- Kim, J.K. 1999. Phylogenetic study of Mugilidae (Mugiliformes) in the Korean waters. Ph. D. Thesis, Pukyong Nat'l. Univ., 164 pp. (in Korean)
- Kim, Y.U. and J.K. Kim. 1998. Taxonomic revision of the genus *Chelon* (Pisces, Mugilidae) from Korea. Korean J. Ichthyol., 10(2) : 250~259. (in Korean)
- Kim, Y.U. and J.K. Kim. 1999. Egg and larval development of *Chelon affinis* by artificial treatment in aquarium. J. Korean Fish. Soc., 32(2) : 134~138. (in Korean)
- Lee, Y.C., Y.J. Chang and B.K. Lee. 1997. Osmoregulation capability of juvenile grey mullets (*Mugil cephalus*) with the different salinities. J. Korean Fish. Soc., 30(2) : 216~224. (in Korean)
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world (3rd ed.). John Wiley and Sons, New York, 550 pp.
- Okiyama, M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo, 386~393. (in Japanese)
- Regan, C.T. 1929. Fishes. Encyclopaedia Britannica, 14th ed., 9 : 305~328.
- Rosen, D.E. 1964. The relationships and taxonomic position of the halfbeaks, killifishes, silverslides, and their relatives. Bull. Amer. Nat'l. Hist., 127(5) : 217~268.
- Rosen, D.E. and L.R. Parenti. 1981. Relationships of *Oryzias* and the groups of atherinomorph fishes. Amer. Mus. Novit., 2719, 25 pp.
- Senou, H. 1989. Phylogenetic interrelationships of the mullets (Pisces: Mugilidae). Ph. D. Thesis, Tokyo Univ., pp. 172, pls. 1~10. (in Japanese)
- Senou, H. 1993. Mugilidae. In: T. Nakabo (ed.), Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 843~846. (in Japanese)
- Starks, E.C. 1990. The osteological characters of the fishes of the suborder Percococines. Proc. U. S. Nat'l. Mus., 22 : 1~10.
- Stiassny, M.L.J. 1993. What are grey mullets? Bull. Mar. Sci., 52(1) : 197~219.
- Sylva, D.P. 1984a. Sphyraenoidei: Development and relationships. In: H.G. Moser *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Special Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herptol., 534~540.
- Sylva, D.P. 1984b. Polynemoidei: Development and relationships. In: H.G. Moser *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Special Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herptol., 540~541.
- Sylva, D.P. 1984c. Mugiloidei: Development and relationships. In: H.G. Moser *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Special Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herptol., 530~533.
- Thomson, J.M. 1997. The Mugilidae of the world. Mem. Queensland Mus., 41(3) : 457~562.
- Tung, I.H. 1973. On the egg development and larval stages

- of the grey mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus. Rep. Inst. Fish. Biol. Min. Econom. Aff and Nat. Taiwan Univ., 3(1) : 187~210, pls. 1~5.
- White, B.N., R.J. Lavenberg and G.E. McGowen. 1984. Atheriniformes: Development and relationships. In: H. G. Moser *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Special Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., 355~362.
- 김형배. 1997. 점농어의 종묘생산. 한국 양식, 9(2) : 29~36.
- White, B.N., R.J. Lavenberg and G.E. McGowen. 1984. Atheriniformes: Development and relationships. In: H.

Received : April 2, 2000
Accetped : May 30, 2000