Korean J. Ichthyol. 13(1), 69~73, 2001

# 학공치 *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel) 仔稚魚의 형태 발달

이 승 주 · 한 경 호* · 김 용 억**

국립수산진흥원 남해수산종묘시험장, *여수대학교 수산생명과학부,
**부경대학교 해양생물학과

# Morphological Development of the Larvae and Juveniles of Halfbeak Fish, *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel)

Seung-Ju Lee, Kyeong-Ho Han* and Yong-Uk Kim**

Namhae Hatchery, National Fisheries Research and Development Agency,
Namhae, Kyongsangnam-do, Korea
*Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea
**Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Observation of morphological changes during larval and juvenile stages of the halfbeak fish, *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel), was made based on samples of fertilized eggs collected on the shores of Youngil Bay, Phohang-shi, Korea, on May 27, 1991, and incubated in the laboratory.

During the incubation period, water temperature fluctuated between 17.6°C and 23.2°C. The newly hatched larvae were elongated and 7.0~8.50 mm in total length (TL) with 40~42+17~18=59~60 myotomes. Numerous melanophores were on the head, mid-dorsal part of the body, intestine, and the tail part of the notochord. Three days after hatching the larvae had attained 8.60~10.90 m in TL, had completely absorbed the yolk, and the caudal notochord was flexed 45° upward. At this time, it was attained postlarvae stage. Thirty-seven days after hatching the postlarvae were 32.37~44.95 mm in TL and had reached the juvenile stage. All fins were formed with a complete set of fin rays with the following counts: dorsal fin rays 16~17; pectoral fin rays 6; ventral fin rays 12~14; caudal fin rays 11~12+11~12=22~24.

**Key words** : Halfbeak fish, *Hyporhampus sajori*, larvae and juveniles, morphological development

## 서 론

학공치, *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel)는 동갈치目 (Beloniformes), 학공치科 (Hemiramphidae), 학공치屬 (*Hyporhampus*)에 속하는 어류로서, 우리 나라를 비롯하여 일본, 타이완 등지에 분포하는 중요한 수산자원의 하나이다 (정, 1977; 한국동물분류학회, 1997).

학공치에 관한 연구로는 생활사 (內田, 1931), 난과 자어의 형태 (Inaba, 1931), 꽁치, *Colobabis saira*의 난과 자어와의 상이점 (遊在, 1958), 생활학적 연구 (國行 · 小出 1963)와 산란생태 (Senta, 1966a, b), 난발생과 부화자

어(김 등, 1984) 등의 보고가 있지만, 仔稚魚의 발육단계에 따른 형태변화에 대한 상세한 보고는 없다.

일반적으로 해산어류에 있어서는 초기 仔稚魚期의 발육에 따른 형태변화가 복잡하므로, 치어분류상 보다 중요하다고 생각되는 형태적 특징을 비교 검토하는 것이 필요하다(沖山, 1979) 하겠다. 학공치의 仔稚魚는 같은 학공치科에 속하는 줄공치, *Hemiramphus intermedius*, 살공치, *Hyporhampus quoyi*, 꽁치科 (Scomberesocidae)의 꽁치, *Cololabis saira*, 날치科 (Exocoetidae)의 *Oxyporhamphus micropterus* 등의 仔稚魚와 그 크기와 형태가 비슷하기 때문에 자연에서 채집된 표본을 분류할 때는 세밀한 주의를 필요로 하며(內田 등, 1958), 이들 種의 발육단계에 따른 형태에 대한 정확한 분류가 요구된다.

遊在 (1958)는 仔稚魚의 학공치의 몸이 꽁치에 비해 더 투명하고, 전장이 1.8 mm 이상으로 성장하면 아래턱이 길어지는 점으로 꽁치와 학공치의 仔魚를 구별하고 있으나, 학공치의 仔魚는 같은 학공치科의 *Hemiramphus far* (沖山, 1988)와 체형, 막지느러미의 형태, 색소포의 분포 등이 유사하므로 仔稚魚의 동정에는 그들의 체장별 형태 비교가 필요하다.

이 논문은 학공치 仔稚魚의 발육단계에 따른 외부형태 발달을 관찰하였기에 이를 보고한다.

## 재료 및 방법

실험에 사용된 재료는 1991년 5월에 포항시 청하면 방어리 소재의 포항수산종묘시험장 앞 해안에서 모자반류 (*Sargassum* sp.)에 부착되어 있는 학공치의 수정란을 채집하여 사용하였으며, 부화 및 사육은 배양장 내에 있는 FRP 수조 (100 × 200 × 100 cm)에서 지수상태로 이루어졌다.

실험 기간 중 사육수온 범위는 17.6～23.2°C (평균 20.3°C, 65일간)였다. 사육용수는 매일 1회 환수하였으며, 환수량은 사육초기에는 10%, 사육후기에는 50%를 환수하였고, 사육 수온은 환수 직후를 기준으로 하여 측정하였다.

仔稚魚의 사육기간 중 먹이는 부화 후 10일까지 rotifer (*Brachionus plicatilis*)를 공급하였고, 부화 후 6일부터 20일까지 brine shrimp (*Artemia* sp.) nauplius 유생을 공급하였으며, 부화 후 15일부터는 배합사료로 먹이 붙임을 시작하여, 부화 후 21일부터 양어용 배합사료만을 공급하였다.

자어와 치어는 MS 222–Sandos (tricaine methane sulfonate)로 마취시킨 후, 실체현미경을 사용하여 외부형태를 관찰, 측정하였으며, 몸의 각 부위는 0.01 mm까지 측정하였다.

발육단계에 따른 자치어 형태발달은 Russell (1976)에 따라 전기자어, 후기자어 및 치어기로 구분하여 관찰하였다.

## 결 과

### 1. 受精卵의 형태

학공치 受精卵은 거의 구형으로 난경이 1.80～2.10 mm (평균 1.91±SD mm, n = 20)이었고, 난막이 강하여 손으로 눌러도 잘 터지지 않았다. 또한 난의 양쪽에 단독사와 4～5개의 군집사가 각각 존재하였고, 부속사는 점착력이 없었으며, 탄력성이 있어 잘 끊어지지 않았다.

채집 당시의 受精卵은 배체에 이미 가슴지느러미 원기가 형성되어 있었으며, 혈관이 발달되어 있었다. 색소포는 흑색소포가 혈관 근처를 따라 나무가지 모양으로 크게 산재하였고, 몸 전체에 황색소포가 분포해 있었다. 또한 이시기의 난황에는 3～10개 (평균 7, n = 20)의 유구가 분포하고 있었고, 이포는 형성되어 있었으나 이석은 형성되지 않았으며, 심장은 1분에 260회 정도 박동하였다.

### 2. 전기자어기

부화 직후의 자어는 전장이 7.00～8.50 mm (평균 7.80±SD mm, n = 5)로서, 사육수조의 표층을 사행형으로 떼지어 활발히 유영하였다. 이 시기의 형태적 특징으로는 배체가 투명하며, 가늘고 길었다. 항문은 몸의 중앙보다 뒤쪽인 제40～42번째 근절 아래쪽에서 열려 있었으며, 이때의 근절수는 40～42+17～18 = 57～60개이었고, 유구는 난황의 앞쪽에 큰 유구 1개, 작은 유구 10개 가량 모여 있었다.

이포에 이석이 형성되어 있었고, 척색말단은 위로 약간 굽어 있었다. 입은 머리 앞 끝에서 열려 있으나, 소화관은 직선형으로 전장의 3/4에 달하였다.

막상의 등지느러미와 뒷지느러미에는 지느러미 줄기가 융기되어 있었으며, 가슴지느러미는 막질로 둥글었고, 꼬리지느러미에는 4+6 = 10개의 지느러미줄기가 나타났다.

흑색소포는 머리꼭대기에서 꼬리자루에 이르기까지 등쪽 정중선을 따라 줄지어 있었고, 소화관 등쪽과 항문의 뒤쪽부터 꼬리자루까지 분포하였으며, 두부와 아래턱, 위턱, 그리고 난황 부위와 척색을 따라 드문드문 분포하였다. 아래턱이 돌출되어 있지 않았다 (Fig. 1, A).

### 3. 후기자어기

부화 후 3일의 자어는 전장이 8.60～10.90 mm (평균 9.83 mm, n = 5)로 난황이 완전히 흡수되었고, 척색말단이 위로 45°굽었다. 이포에는 이석이 크게 발달하였으며, 이 시기의 자어는 rotifer를 활발히 먹기 시작하였다.

수직지느러미는 아직 막지느러미로 결합되어 있었으며, 등지느러미 줄기의 원기가 미세하게 나타나기 시작하였고, 꼬리지느러미 줄기 수는 7～8+8 = 15～16개로 꼬리지느러미 줄기에 하나의 마디가 형성되었다. 아래턱이 위턱보다 돌출되기 시작하였다(Fig. 1, B).

부화 후 6일의 후기자어는 전장이 9.90～13.65 mm (평균 11.18 mm, n = 5)로 머리부분에 비공이 뚜렷하게 관찰되었다.

각 지느러미에 지느러미 줄기가 나타나기 시작하여 등지느러미 줄기는 13～16개, 뒷지느러미 줄기는 11～16개, 가슴지느러미 줄기는 5～6개, 그리고 꼬리지느러미 줄기는 7～8+8～9 = 15+17개가 형성되었으며, 꼬리지느러미 줄기에 2개의 마디가 형성되었다. 꼬리지느러미의 뒷 가장자리가 부화 직후의 자어에서는 둥근 모양이었으나, 이 시기에는 거의 일직선으로 되었다.

꼬리지느러미에 흑색 소포가 착색 되기 시작하였으며, 아래턱은 눈지름의 1/4 정도 돌출되었다(Fig. 1, C).

부화 후 10일의 후기자어는 전장이 14.40～15.00 mm (평균 14.63 mm, n = 5)로 제28～30번째 근절사이의 배쪽에 배지느러미 원기가 형성되었다.

꼬리지느러미의 가장자리가 안쪽으로 들어가기 시작하였고, 꼬리자루의 막지느러미는 거의 소실되어 등지느러미와 뒷지느러미의 윤곽이 뚜렷하게 나타났다. 각 지느러미 줄기 수는 꼬리지느러미가 8～9+9 = 17～18개, 뒷지느러미가 15～16개, 등지느러미가 13～16개, 가슴지느러미가 11～12개로 증가하였으며, 꼬리지느러미의 줄기에는 3～4개의 마디가 형성 되었다.

꼬리지느러미 줄기 사이에 흑색소포가 분포하기 시작하였으며, 눈지름 만큼 앞으로 돌출되었다(Fig. 1, D).

부화 후 24일의 후기자어는 전장이 26.10～30.40 mm (평균 28.10 mm, n = 5)이다.

등쪽의 막지느러미는 완전히 없어지나, 배쪽의 막지느러미는 아직 조금 남아 있었다. 각지느러미 줄기 수는 등지느러미가 14～17개, 뒷지느러미가 15～17개, 가슴지느러미가 12～13개, 배지느러미가 5～6개, 꼬리지느러미가 10～11+11～12 = 21～23개로 증가하였으며, 꼬리지느러미의 하엽이 상엽보다 조금 길어져 비상칭이 되었다.

아래턱은 눈지름의 2배 앞으로 돌출되었다(Fig. 1, E).

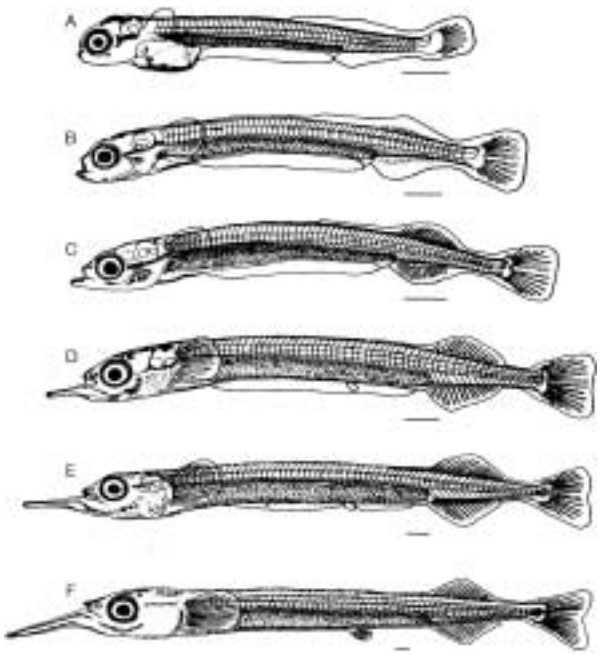


**Fig. 1.** Morphological development of the larvae and juveniles of *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel).
A: The newly hatched larva, 8.40 mm in total length (TL); B: postlarva, 3 days after hatching, 10.90 mm in TL; C: postlarva, 6 days after hatching, 11.50 mm in TL; D: postlarva, 10 days after hatching, 15.00 mm in TL; E: postlarva, 24 days after hatching, 28.35 mm in TL; F: juvenile, 37 days after hatching, 41.45 mm in TL. Scale bars = 1.00 mm

### 4. 치어기

부화 후 37일의 전장이 32.37～44.95 mm (평균 35.26 mm, n = 5)로, 몸의 투명도가 많이 줄어 들어 척추의 윤곽을 뚜렷히 관찰할 수 없었다.

복부의 막지느러미가 완전히 소실되며, 꼬리지느러미 줄기수가 11～12+11～12 = 22～24개, 등지느러미 줄기수가 16～17개, 뒷지느러미 줄기수가 16～17개, 배지느러미 줄기수가 6개, 가슴지느러미 줄기수가 13～14개로 모든 지느러미 줄기수가 정수에 달하였다.

흑색소포의 분포는 크게 변화가 없었으나 진하게 착색되어 성어와 닮은 모양을 나타내었고, 아래턱은 눈지름의 약 2.5배 정도 앞으로 돌출되었다.

## 고 찰

경골어류는 일반적으로 다산성이며, 난의 크기가 작고 자어의 운동기관이나 감각기관을 비롯한 많은 기관의

**Table 1.** Comparison of some records about *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel)

| Characters | 內田 (Uchida, 1931) | Kim *et al.* (1984) | Present study |
|---|---|---|---|
| Materials (Water temperature) | field sample | reared in lab. 17.3°C (13.5～20.0°C) | reared in lab 20.31°C (18.6～22.7°C) |
| Egg diameter (mm) | 2.20 (2.10～2.40) | 1.92 (1.80～2.00) | 1.91 (1.80～2.10) |
| Number of egg filaments | 1+4～5, rarely 1+6～7 | 1+4～6 | 1+4～5 |
| Minium in total length of the newly hatched larva (mm) | 5.00 | 7.40 | 7.00 |
| Number of myotomes of the newly hatched larvae (mm) | 36+17=53 | 40+16～17=56～57 | 40～42+17～18=57～60 |
| Minium in total length of postlarva (mm) | 6.00 | 9.00 | 8.60 |
| Total length of postlarvae (mm) | 6.00～28.00 | – | 8.60～30.40 |
| Total length in ventral fin formation stage (mm) | 9.50 | – | 14.40 |
| Total length in asymmetrical caudal fin stage (mm) | 16.00 | – | 26.10 |

발달 정도는 낮고, 섭이능력도 한정되어 있다. 이와 같은 경골어류의 다산성과 자어의 특수성이 관련되어, 자어기에는 다량의 개체가 사망한다(田中, 1972).

이러한 경골어류 중 학공치와 같이 침성난을 낳는 어류의 난은 일반적으로 부성난에 비하여 알의 크기가 크고, 부화에 소요되는 시간이 길며, 눈과 난황을 비롯한 다른 기관형성이 난막 속에서 진행된 상태에서 부화하는 경향이 있다(田中, 1969).

학공치의 난은 부착사를 지닌 옅은 황색을 띤 구형의 투명한 침성난으로서, 그 크기는 비슷한 부착사를 가지는 꽁치(Yusa, 1960a)의 1.32～2.08 mm, 새날치屬 어류인 *Cypselurus naresii* (今井, 1955)의 1.80～2.10 mm, *C. pinnatibarbatus japonicus* (今井, 1959)의 1.95～2.10 mm, *C. heterurus doderleini* (Moser, 1981)의 1.90 mm와 비슷하다.

학공치의 부화자어는 이미 눈이 검게 착색되어 있었고, 입과 항문은 열려 있었으며, 또한 난황도 상당히 흡수되어 있었다. 그리고 학공치의 부화자어는 꽁치(Yusa, 1960a), 새날치屬 어류인 *Cypselurus starksi* (塚原 등, 1957)의 부화자어와 마찬가지로 척색말단이 위로 굽어 있었으나 침성난을 가지는 어류 중, 쥐노래미, *Hexagrammos otakii* (松永 등, 1974; 김 등, 1993), 풀망둑, *Acerntrogobius hasta* (田北, 1975), 문치가자미, *Limanda yokohame* (Yusa, 1960b) 등과 같은 어류에서는 척색말단이 곧은 상태의 자어가 부화한다.

지느러미 발달순서는 꼬리지느러미, 등지느러미, 뒷지느러미, 가슴지느러미, 배지느러미 순으로 발달 하였는데, 이는 뒷지느러미와 등지느러미의 순서로 발달되는 감성돔, *Acanthopagrus schlegelii*과 돌돔, *Oplengathus fasciatus* (Fukusho, 1979)의 경우와는 차이를 보이나, 수직지느러미가 먼저 발달한 후에 짝지느러미의 발달이 일어나는 경향은 일반 경골어류의 지느러미 발달 순서와 같다.

한편, Table 1에서 보는 바와 같이 난경, 부화 직후의 자어 및 부화 후 4일까지의 성장과정은 김 등(1984)의 결과와 거의 일치하며, 자연에서 채집한 內田(1931)의 결과에서 나타나는 배지느러미의 형성 시기와 꼬리지느러미 하엽이 상엽보다 길어지는 시기 등은 이 실험과 큰 차이를 보이는데, 이러한 결과는 실내에서 인공 사육한 개체는 안정된 환경과 비교적 높은 사육수온 그리고, 자연환경에서는 상대적으로 활동량이 적으면서도 영양을 충분히 섭취할 수 있어 성장이 상대적으로 빠르기 때문인 것으로 생각된다.

## 적 요

1991년 5월에 포항시 청하면 방어리 소재의 포항수산종묘시험장 앞 해안에서 채집한 학공치, *Hyporhampus sajori* (Temminck et Schlegel) 수정란을 부화 사육하여 자치어의 형태발달을 관찰한 결과는 다음과 같다.

부화 직후의 자어는 전장이 7.00～8.50 mm (평균 7.80 mm, n=5)로 입과 항문이 열려 있었고, 근절은 40～42+17～18=57～60개였다. 흑색소포는 머리꼭대기에서 꼬리자루에 이르기까지 등쪽 정중선을 따라 줄지어 있었고, 또한 소화관 등쪽과 항문의 뒤쪽부터 꼬리자루까지 분포하였으며, 두부와 아래턱, 위턱, 그리고 난황 부위와 척색을 따라 흑색소포가 드문드문 분포하였다.

부화 후 3일의 자어는 전장이 8.60～10.90 mm (평균 9.83 mm, n=5)인 자어는 난황을 완전히 흡수하고, 척색말단이 45° 위로 굽어 후기자어기에 달하였다.

부화 후 37일의 후기자어는 전장이 32.37～44.95 mm (평균 35.26 mm, n=5)로 등지느러미 줄기수 15～17개,

뒷지느러미 줄기수 16～17개, 가슴지느러미 줄기수 12～13개, 배지느러미 줄기수 6개, 꼬리지느러미 줄기수 11～12＋12＝23～24개로 각 지느러미 줄기 수가 정수에 달하여 치어기로 이행하였다.

## 인 용 문 헌


Fukusho, K. 1979. Studies on fry production of Japanese Stripped Knifejaw *Oplegnathus fasciatus*, with special reference to feeding ecology and mass culture of food organisms. Spec. Rep. Nagasaki Pre. Inst. Fish. 430(6) : 105～116.

Inaba, D. 1931. On some teleostean eggs and larvae found in Mutsu Bay. Rec. Oceanogr. Works Japan 3(2) : 57～59.

Moser, H.G. 1981. Morphological and functional aspects of marine fish larvae, Washington Sea Grant Proram, pp. 89～131.

Russell, F.S. 1976. The egg and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, Inc., London, pp. 524.

Senta, T. 1966a. Spawning habits of Halfbeaks, *Hemiramphus sajori* (T. et S.) in the Seto Inland Sea – I. Spawning of drifting seaweed. Japanese Journal of Ecology, 16(4) : 165～169.

Senta, T. 1966b. Spawing habits of Halfbeaks, *Hemiramphus sajori* (T. et S.) in the Seto Inland Sea–II. The drift movement and the fate of eggs fastened to drifting seaweeds. Japanese Journal of Ecol., 16(5) : 171～175.

Yusa, T. 1960a. Embryonic development of the saury, *Colobabis saira* (Brevoort). Bull. Tohoku Reg. Fish. Tes. Lab. 17 : 1～13.

Yusa, T 1960b. Eggs and larvae of flat fishes in the costal waters of Hokkaido IV. Embryonic development of Mub dab, *Limanda yokohamae* Gunther. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 17 : 15～30.

김용억・명정구・최상웅. 1984. 학공치, *Hemiramphus sajori* Temminck et Schlegel의 난발생과 부화자어. 한국수산학회지, 17(2) : 125～171.

김용억・한경호・김병학. 1993. 쥐노래미, *Hexagrammos otakii*의 난발생과정 및 자어의 형태발달. 한국어류학회지, 5(2) : 151～159.

정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, pp. 250～251.

한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집 (곤충제외). 도서출판 아카데미서적, 서울, pp. 489.

内田惠太郎. 1931. サヨリの生活史. 日學協報, (6) : 555～560.

内田惠太朗・今井貞彦・水戸敏・藤田矢郎・上野雅正・庄島洋一・千田哲資・田福正治・道津喜衛. 1958. 日本產魚類の稚魚期の研究. 九大農. 水產學 第2教室, pp. 1～89.

遊在多津雄. 1958. サンマどサヨリの魚卵ど稚魚の主な相違點について. 北水試月報. 15(6) : 249～ 256.

國行一正・小出高弘. 1963. さより, *Hemiramphus sajori* (Temminck et Schlegel)の生態學的 研究. 內水研研報, 16(1) : 165～169.

今井貞彦. 1955. トビウオ類の研究 IV. *Cypselurus naresii*どその幼期. 鹿兒島大學水產學部紀要, 4 : 97～104.

今井貞彦. 1959. 日本近海產トビウオ類生活史の研究－Ⅰ. 鹿兒島大學水產學部紀要, 7 : 1～85.

水戸 敏. 1957. メジナの產卵習性と初期生活史. 魚類學雜誌, VI (4/5/6) : 105～108.

松永繁・山崎哲男・相田拓治. 1974. アイナメの採卵と子魚飼育について. 栽培技研, 3(1) : 61～69.

田中 克. 1969. 仔魚の消化系の構造に機能に關する研究–I, 前期仔魚の消化系の發達. 魚雜, 16(1) : 1～9.

田中 克. 1972. 仔魚の消化系の構造と機能に關する研究–IV. 攝餌に腸前部および中部上皮層の變化と脂肪の吸收. 魚類學雜誌, 16(5) : 171～175.

田北 徹. 1975. ハゼクチの水槽內產卵, 卵發生と仔稚魚について. 魚類學雜誌, 22(1) : 31～39.

沖山宗雄. 1979. 稚魚分類學入門②–幼期形態の讀みがた. 海洋と生物 2 (Vol. 1, No. 2) : 53～59.

沖山宗雄. 1988. 日本產稚魚圖鑑. 東海大學出版會, pp. 1154.

塚原博・鹽川司・稻 正. 1957. 天草におけるトビウオ類の研究. 第3報 *Cypselurus*屬 3種の生態, 生活史 (1). 九州大學藝雜誌, 16 (2) : 287～302.


Received : January 25, 2001
Accetped : March 4, 2001