

실내수조에서 사육한 참조기 배발생 및 자치어의 형태

명정구* · 김용익¹ · 박용주 · 김병기² · 김종만 · 허형택
 한국해양연구원 해양생물자원연구본부, ¹부경대학교 자원생물학과,
²강원도립대학 해양생물자원개발과

Embryonic Development, Larvae and Juveniles of the Small Yellow Croaker (*Larimichthys polyactis*) Reared in Aquarium

Jung-Goo MYOUNG*, Young Uk KIM¹, Yong-Joo PARK, Pyeong-Ki KIM²,
 Jong-Man KIM and Hyung Tak HUH

Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O.Box 29,
 Seoul 425-600, Korea

¹Pukyong National University, Nam-Gu, Busan 608-737, Korea

²Gangwon Provincial University, Gangneung, Gangwon-do 201-803, Korea

On 11 June 1991, eggs from the brood stock of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) were artificially fertilized using the standard dry method and were hatched. Each of the fertilized eggs (1.1-1.2 mm in diameter) had an oil globule and was transparent and buoyant. The fertilized eggs hatched in a range of water temperatures (17.5-20.3 °C) 44 hrs after fertilization. The total lengths of the newly hatched larvae were 3.1-3.3 mm, and these hatchlings had 31 myotomes (10+21). Melanophores and yellow-brown chromatophores were concentrated on the head, at the ventral part of the yolk, and in the middle of the tail. Four days after hatching, the larvae completely absorbed the yolk and became flexions of 5.1-5.5 mm in total length. Fifteen days after hatching, one spine (the anterior tip of the maxillary) appeared in the upper jaw and three spines developed at the upper parts of the eyes and on the posterior part of the head. At this stage, the larvae were approximately 8.3 mm long. Thirty-nine days after hatching, juveniles (1.9-3.4 mm in total length) had a pointed tail fin. By 66 days after hatching, the juvenile fish (about 4.0-6.5 mm in total length) were similar to adult fish in body shape. The larvae of *L. polyactis* could be distinguished from those of *L. croacea* by two distinct characteristics: the large number of vertebrae (28-29), and a relatively small bony ridge on the occipital region of the head.

Key words: *Larimichthys polyactis*, Embryonic development, Morphological characteristics, Larvae and juveniles

서 론

조기류의 초기 생활사에 관한 연구는 대서양, 멕시코 만에 서식하고 있는 *Leiostomus xanthurus* (Powell and Gordy, 1980), *Genyonemus lineatus* (Watson, 1982), *Cynoscion regalis* (Chao and Musick, 1977) 등에 대한 분포, 초기 형태 및 소화관 발달 등에 대한 많은 연구들이 있으며, 우리나라 연안에 서식하는 종으로서 수조기 (*Nibea albiflora*), 부세 (*Larimichthys crocea*), 동갈민어 (*Nibea mitsukurii*) 등에 대한 자치어의 형태적인 특징 및 초기 생활사에 대한 보고가 있다 (Uchida et al., 1958; Takita, 1974; Taniguchi et al., 1979).

참조기는 Yabe (1951)가 자연산 어미로부터 받은 수정란을 부화 사육하면서 전기 자어기까지 형태 발달 과정을 보고한 바 있으며, 자연산 치어의 형태에 대한 단편적인 보고 (Yamata, 1974)가 있을 뿐 지금까지 후기 자어기 이후 발육 단계에 따른 형태적인 특징에 관한 보고는 없었다.

저자 등은 1991년부터 1993년까지 3년간 조기류의 생산 연구 (KORDI, 1991, 1992, 1993)의 일환으로 해상가두리에서 사육 중 성숙한 어미로부터 수정란을 받아 종묘 생산에 관한 연구를 수행한 바 있다. 이 과정에서 참조기의 난 발생 과정 및 발육 단계에 따라 형태적인 특징을 연구하였다.

재료 및 방법

1990년 8, 9월에 전남 해남군 황산면 정의리 연안 정지망에서 채포한 참조기 유어들을 경남 통영 한국해양연구원 가두리 시험어장으로 운반 후 사육한 2세어 중, 1991년 6월 11일 성숙한 개체 (암컷 20.5-26.7 cm, 3마리; 수컷 22.3, 23.4 cm, 2마리)를 선별하여 건조법으로 인공 체란하여 수정란을 얻었다.

수정된 알은 여과 해수로 씻은 후 500 L 검은 색 플라스틱 수조에 수용하여 부화시켰다. 부화까지는 해수의 교환 없이 표층에 공기 방울이 가만히 올라오는 정도의 소량의 공기를 넣어 주었으며, 수온은 17.5-20.5 °C 범위였다.

부화 후 4일째부터 클로렐라를 50,000 cells/mL 되게 첨가하

*Corresponding author: jgmyoung@kordi.re.kr

여 green water를 만들어 주고 윤충류 (Rotifer)를 3-5 cells/mL 되도록 유지시켜 주었으며, 부화 후 15일째부터는 윤충류와 함께 알테미아 (*Artemia* sp.) 부화 유생을 섞어 투여하였고, 17일째부터는 배합 사료를 섞어 투여하기 시작하였다.

부화 후 41일째 실내 수조에서 사육 중이던 치어를 해상 소형 가두리 (2m×1m×1 m, 그물코 120경, 모지 그물)로 옮겼으며, 먹이로는 냉동 소형 어류 (전갱이, 고등어 등)를 먹이로 투여하였다.

난 발생 과정은 수정 후 2-6시간 간격으로, 자치어의 성장 및 형태 발달 과정은 발육 단계에 따라 부 정기적으로 5-10개체 씩 무작위 추출하여 얼음과 MS 222로 마취 시킨 후, 입체현미경 (Olympus SZH) 아래에서 몸 각 부위를 측정하고 (Myoung et al., 1989, 1990) 스케치 하였다.

성장에 따른 체형의 변화를 알기 위하여 전장 (Total Length, TL)에 대한 두장 (Head Length, HL), 항문까지의 길이 (Preanal Length, PAL) 및 항문 위의 체고 (Body Depth, BD)의 비율 변화를 관찰하였다.

결 과

알: 수정란은 난경이 1.10-1.20 mm (평균, 1.14 mm, n=6)이며, 지름이 0.37-0.41 mm (평균 0.39 mm, n=6)인 유구를 1개 가졌다. 알은 얼은 황색을 띤 구형, 분리 부성란으로 알 표면에서 부정형의 가는 균열 무늬가 현미경 (배율, 60×)을 통해 관찰되었다 (Fig. 1,A).

난발생: 수정란은 수정 후 20분이 지나면 배반을 형성하였으며 (Fig. 1,B), 1 시간 후에 2 세포기 (Fig. 1,C), 1 시간 30분 후에 4 세포기 (Fig. 1,D)를 거쳐 2시간 10분경에 8세포기에 달하였고 (Fig. 1,E), 4시간 30분 만에 상실기에 달하였다 (Fig. 1,F). 할구는 점차 작아져 수정 9시간 후에 포배기에 이르렀고 (Fig. 1,G), 배반은 점차 난황을 덮어 내려가면서 낭배기를 거쳐 배체가 형성되었다 (Fig. 1,H,I).

수정 17시간 후 원구가 폐쇄되기 직전 상태의 배체에는 근절이 2-3개 출현하였고, 안포와 쿠퍼씨포 (Kupffer's vesicle)가 나타났다 (Fig. 1,J). 수정 19시간 30분경에 배체위에 점상 흑색소포가 나타나며 근절은 10여개로 증가하였다. 수정 후 21시간 30분이 지나면 배체 위의 근절은 13-16개로 증가하였으며, 유구 위와 그 주변에 흑색소포가 나타났다 (Fig. 1,K).

수정 후 24시간 30분이 지나면 쿠퍼씨포는 없어졌고, 후두부에 흑색소포가 밀집하였으며, 근절수는 18개 전후였다 (Fig. 1,L). 수정 후 30시간이 지나면 배체는 난황 둘레의 약 3/5 정도 크기로 성장하였으며 눈의 렌즈가 형성되기 시작하였다. 이때 유구는 배체의 꼬리 쪽에 위치하였으며 유구 위에 흑색소포가 밀집되어 발달하였다 (Fig. 1,M).

수정 후 31시간 30분 후에 심장박동이 시작되었으며, 배체가 좌우로 꿈틀거렸고 (Fig. 1,N), 수정 후 36시간 30분 후에 막 지느러미가 발달하면서 꼬리가 난황에서 분리되기 시작하였다. 이때 흑색소포 외에도 황색소포가 심장, 꼬리의 4-7번째

근절 위 (흑색소포군 부위)와 소화관 위에 밀집하여 출현하였다 (Fig. 1,O). 수정 후 42시간 30분경과 후 막지느러미는 넓게 발달해 있었으며 이때, 배체는 난황 둘레의 거의 90% 정도 길이까지 자라있었다 (Fig. 1,P). 수정란은 수온 17.5-19.8℃ 범위에서 43시간 20분 만에 부화하기 시작하였다.

자치어의 형태: 갓 부화된 자어는 전장이 3.1-3.3 mm (평균 3.3 mm, n=5)범위로 커다란 난황을 가졌으며 배를 위로한 자세로 표층에서 중층까지 떠 있는데 가끔 꼬리를 활발히 움직여 빙빙 돌며 바닥 쪽으로 내려갔다 다시 떠오르는 행동을 반복하였다. 눈에는 아직 흑색소포가 발달되어 있지 않았고 입도 열려있지 않았으며, 항문은 몸의 중앙보다 조금 앞쪽에 위치하였다.

막지느러미는 머리의 뒷부분부터 항문까지 발달되어 있었으며, 흑색소포는 심장부분, 유구와 꼬리의 중앙 부분 (꼬리 8-10번째 근절 위)에 밀집해 있었고, 황색소포는 흑색소포군의 발달 부분과 배체의 등쪽 가장자리 2-3군데에 밀집하여 나타나 있었다. 유구는 난황의 뒤 가장자리에 위치하였으며 근절은 31(10+21)개였다 (Fig. 2,A).

부화 후 약 12시간이 경과하면 전장이 3.9-4.1 mm (평균 4.0 mm, n=8)로 성장하였으며 (Fig. 2,B), 부화 후 1일이 지난 평균 전장이 4.4 mm인 개체는 머리가 크게 발달하였고, 비공의 윤곽과 육질 돌기 모양의 가슴지느러미 원기가 나타났으며 등쪽 막지느러미 위에는 감각관이 발달하였다.

부화 2일 후 전장이 4.5-4.9 mm (평균 4.6 mm, n=8)의 자어는 입이 열리고 머리 위에서 몸통까지 일정한 간격으로 발달해 있던 흑색소포는 거의 소실되거나 작아졌으며, 최초 황색소포이던 것은 주황색으로 바뀌었다. 이때 자어들은 머리를 아래 쪽으로 향한 자세로 중층에 비스듬히 떠 있다가 가끔씩 꼬리를 흔들며 바른 자세로 헤엄을 친 후 다시 처음의 자세로 돌아가곤 하였다 (Fig. 2,B).

부화 3일 후 전장이 3.8-4.6 mm (평균 4.3 mm, n=8)의 자어는 턱과 부레가 발달하기 시작하였으며 이때부터는 항문을 아래로 한 바른 자세로 헤엄을 치기 시작하였고 부화 4일 후, 평균 전장 5.2 mm의 자어들은 난황을 거의 흡수하고 유구가 남아있는 상태에서 먹이 (윤충류)를 먹기 시작하였다. 흑색소포 중 꼬리 중앙 (8-13번째 근절)에 발달하는 흑색 소포군은 개체에 따라 세 가지의 분포 양상을 나타내었다. 즉, 꼬리 아래쪽 가장자리에서 등쪽까지 이어져 넓게 발달하거나, 배쪽 가장자리에만 두 군으로 나누어 발달하거나, 또는 등쪽에 1개, 배 쪽 가장자리에 두 개로 분리되어 나타났다. 부화 5일 후 평균 전장이 5.3 mm인 자어는 직경이 약 0.3 mm 전후 인 유구가 소화관 앞쪽에 남아있었다 (Fig. 2,C). 부화 6일 후 평균 전장이 5.7 mm인 자어는 턱에 3-5개의 이빨이 발달하였으며, 꼬리의 주황색소포는 거의 소실되었다 (Fig. 2,D). 부화 8일 후 전장이 4.9-5.9 mm (평균 5.5 mm, n=10)인 자어의 아가미뚜껑 위 전새개골 안쪽과, 바깥쪽 가장 자리에 각각 2, 3개의 극이 출현하였다 (Fig. 2,E).

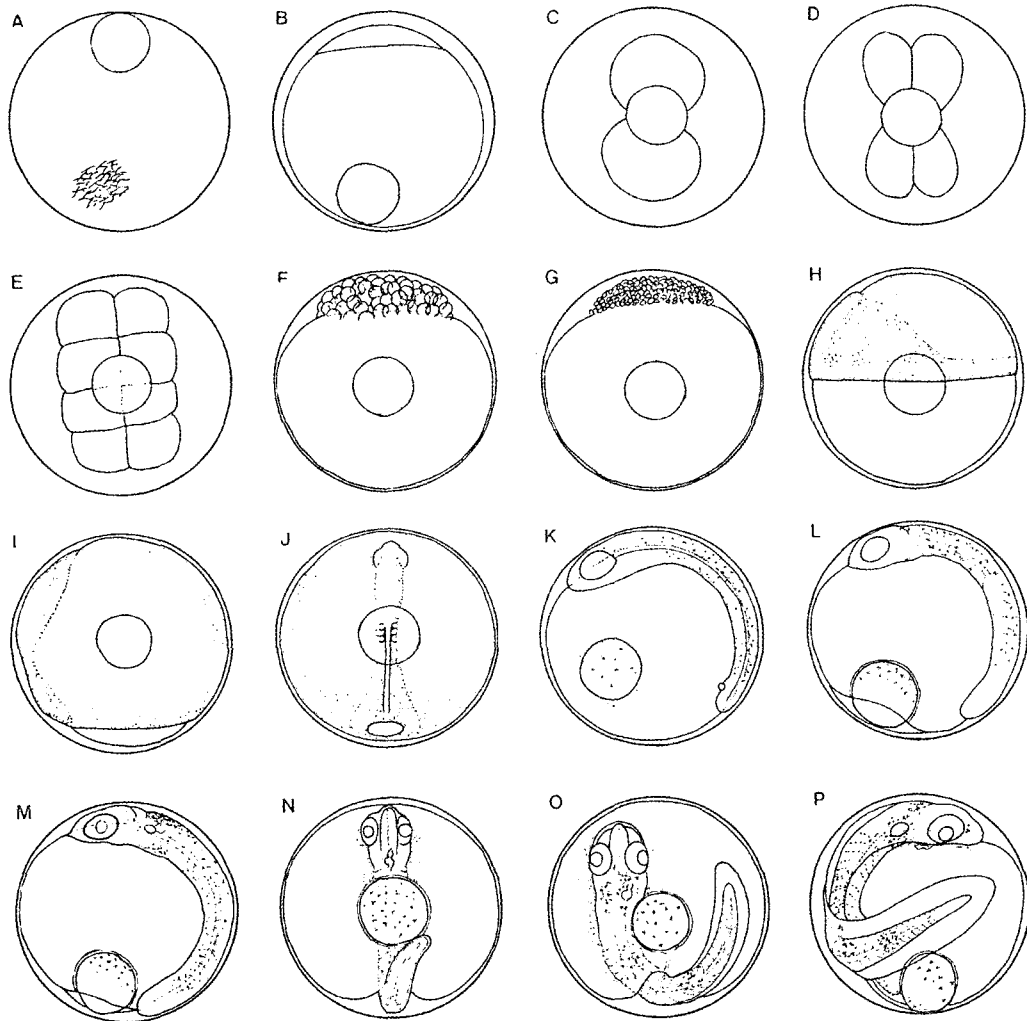


Fig. 1. Egg development of *Larimichthys polyactis*.

A. unfertilized egg; B. blastodisc formed (20 min after fertilization); C. two cells stage (1 hr); D. four cells stage (1 hr 30 min); E. eight cells stage (2 hr); F. molura stage (4 hr 30 min); G. blastula stage (9 hr); H. pregastrula stage (13 hr); I. postgastrula stage, formation of embryo, 15 hr 40 min; J. three myotome stage, just before closure of the blastopore, 17 hr 40 min; K. small melanophores appeared on the embryo and the oil globule, 21 hr 30 min; L. 18 myotomes stage, disappearance of Kupffer's vesicle, 24 hr 30 min; M. formation of eye lens, 30 hr; N. the tail vent, 31 hr 30 min; O. development of membranous fin, 36 hr 30 min.; P. just before hatching, 42 hr 30 min. Scale=1 mm

부화 10일 후 전장이 5.5-6.8 mm (평균 6.2 mm, n=10)인 자어는 머리가 매우 큰 체형으로 발달하였으며, 유구는 완전히 소실되었고 4-5개의 꼬리지느러미 줄기가 나타나기 시작하였다 (Fig. 3.A). 그 이후 참조기 자어의 복부에는 흑색소포가 빠른 속도로 발달하여 부화 12일째 자어 (평균 전장 7.1 mm)는 직장 부위 일부분만 남기고 복부 전체에 흑색소포가 덮여 검은 색을 띠었다. 칙색 끝은 위로 휘어지며, 꼬리의 흑색소포군 아래쪽에 뒷지느러미의 기저 원기가 나타났다. 부화 15일 후 전장 7.5-9.7 mm (평균 8.3 mm, n=9)인 자어는 머리가 크고 턱이 잘 발달해 있었으며, 눈 위에 3개, 이포 부분 위에 2개의 작은 극이 발달하고 위턱에 전상악골의 끝부분이 돌출되어 있었다. 흑색소포는 두정부에 1-2개, 꼬리 중앙

배 쪽 가장 자리에 1개가 있었다. 배지느러미가 돌기 모양으로 나타나기 시작하였으며, 등지느러미에 20개, 뒷지느러미에 9개, 꼬리지느러미에 15개의 줄기가 관찰되었다 (Fig. 3.B).

부화 19일 후 전장이 평균 10.7 mm로 성장하였으며 전새끼 골 바깥 가장자리에는 4개 가시가 크게 발달한다. 이때 등지느러미, 뒷지느러미, 꼬리지느러미의 줄기 수는 17개로 정수에 달하지만 등지느러미 가시는 발달 중에 있었고 지느러미 사이의 막지느러미는 아직 남아 있었다. 나뭇가지 모양의 대형 흑색소포가 뺨과 두정부에 출현하였다 (Fig. 3.C). 부화 후 39일 후 전장 1.9-3.4 cm의 치어는 꼬리지느러미가 창 모양으로 발달하였고 두정부에는 민어과 어류의 유기 형질인 톱니모양의 돌기가 발달해 있었다. 또, 복부에는 황색선이 발달하기

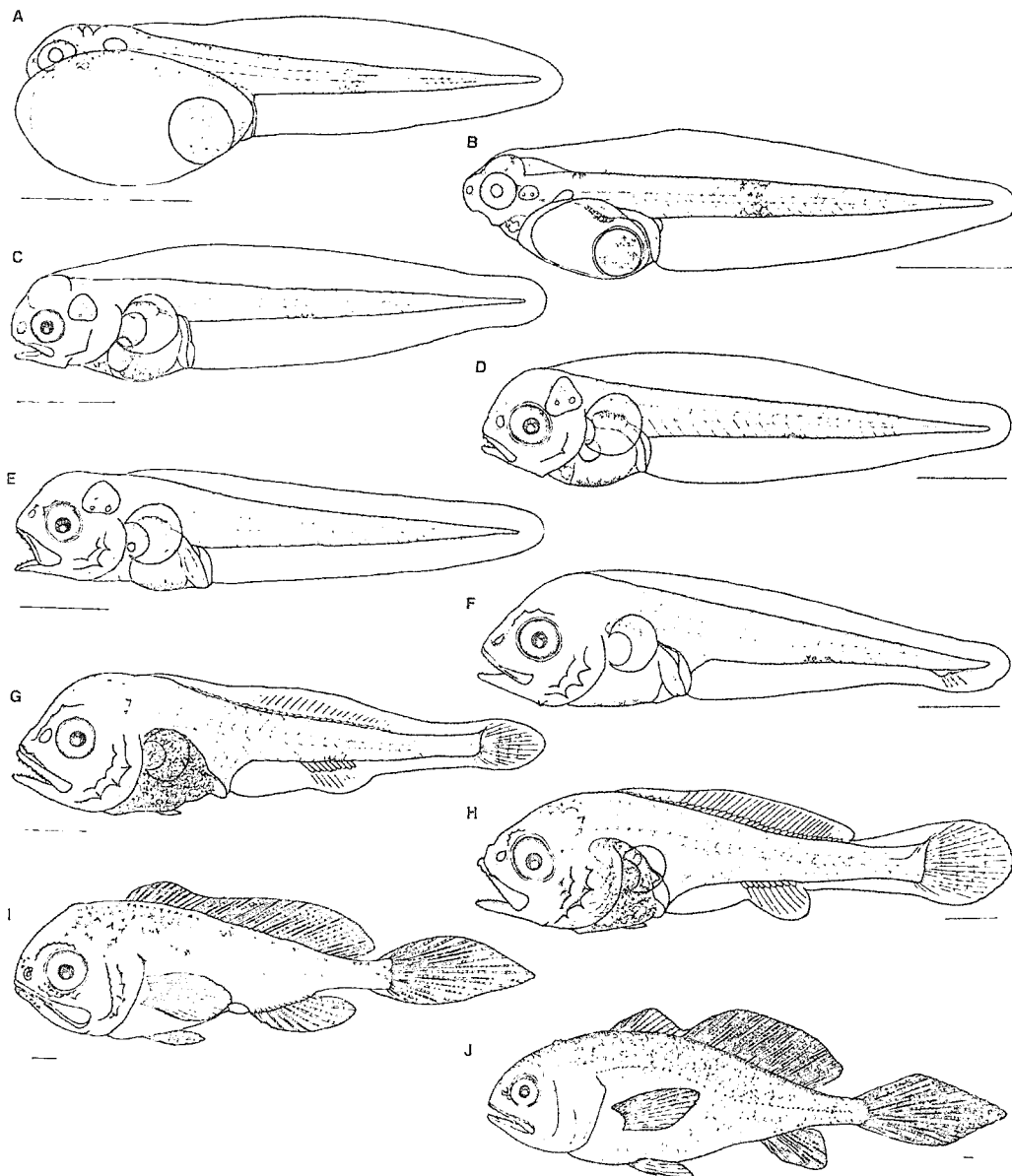


Fig. 2. Larvae of *Larimichthys polyactis*.

A. 3.2 mm TL, just hatched larva; B. 4.6 mm TL, yolk sack-larva (2 days old); C. 5.3 mm TL, yolk sack-larva (5 days old); D. 5.7 mm TL, preflexion larva (6 days old); E. 5.8 mm TL, preflexion larva (8 days old). F. 6.2 mm TL, flexion larva (10 days old); G. 8.3 mm TL, flexion larva (15 days old); H. 9.9 mm TL, postflexion larva (19 days old); I. 21.2 mm TL, juvenile (39 days old); J. 55.0 mm TL, juvenile (55 days old). Scale=1 mm.

시작하여 복부가 아름다운 황색을 띠었다. 턱 위쪽, 코 앞, 두정부와 몸통 등 쪽에 흑색 소포가 밀집해 있었으며 꼬리의 등 쪽을 따라 꼬리 자루까지 흑색소포가 발달하였고 등지느러미의 전반부 위쪽에도 작은 흑색소포가 무리지어 나타났다 (Fig. 3,D). 참조기 자치어기에는 일정 기간동안 후두부에 닭벼슬 모양의 작은 돌기 (용기골)가 나타난다. 부화 23일 후 전장이 12 mm인 개체에서 2개의 돌기를 가진 용기 부분이 처음 관찰되었으며 그 후 성장함에 따라 용기된 극은 3-6개로 증가

하였는데 그 수는 개체에 따라 조금씩 차이를 나타내었다. 이 돌기는 성장함에 따라 점차 외부의 윤곽이 낮아져, 전장이 4 cm 이상인 개체에서는 윤곽이 희미해지고 5-6 cm경에는 비늘 아래에 묻혀 소실된다.

부화 66일 후 전장이 4.0-6.5 cm 범위로 성장한 치어는 체형, 비늘, 체색 등 외부 형태는 성어와 유사한 특징을 갖게 되었다 (Fig. 3,E).

체형: 발육단계에 따른 몸 각 부위의 상대 성장은 Fig. 3에

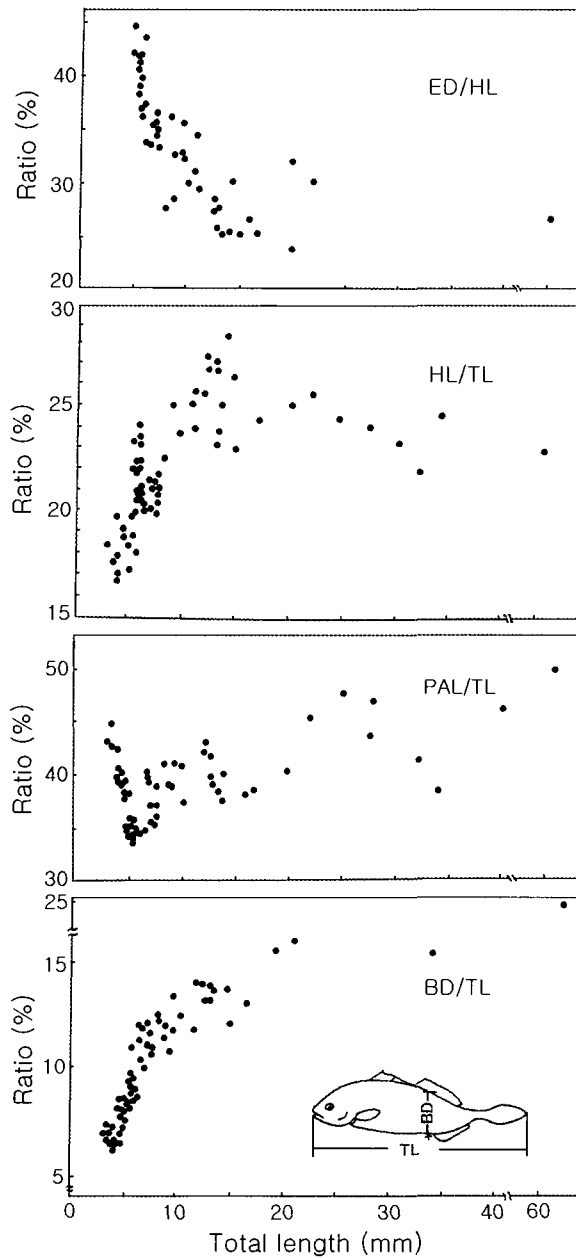


Fig. 3. Changes of rates of head length (HL), preanal length (PAL), body depth (BD) to total length (TL), and eye diameter (ED) to head length (HL) of *Larimichthys polyactis* larvae and juveniles.

나타내었다.

전장에 대한 두장 (HL:TL): 두장은 아가미 뚜껑이 발달한 부화 후 3일부터 측정하기 시작하였는데, 전장이 3.8-4.6 mm 범위의 자어는 평균 17%였다.

부화 후 일령별 변화는 Fig. 1에서 보듯이 전장 5-10 mm 사이에서는 두장비가 16-25%까지 큰 폭의 변화를 나타낸 후 전장 15 mm 전 후까지 빠른 속도로 증가하였다가 이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다.

두장에 대한 안경 (ED:HL): 전장 5.0-5.5 mm 범위에서 41% (최고치, 44%)로 나타났다가 그 이후 성장함에 따라 빠른 속도로 감소하여 6.3 mm 크기의 치어에서는 28%를 나타내었다.

전장에 대한 항문체장 (PAL:TL): 부화 직후 항문은 몸의 중앙보다 약간 앞쪽에 위치하고 있었으며 (45%) 부화 1일 후부터 감소하기 시작하여 부화 4, 5일 후 전장 5-6 mm 자어에서는 평균 33%로 최저치를 나타내었다. 그 후 다시 빠르게 증가하여 부화 10일째 전장 5.5-6.8 mm에서 평균 38%를 나타내고, 그 후에는 서서히 증가하여 항문이 몸의 뒤쪽으로 이동하는 경향을 나타내었다.

전장에 대한 체고 (BD:TL): 부화 직후 0.71%이던 체고는 1일 후에 0.69%로 낮아졌다가 부화 15일 후 8 mm 전후 크기까지 빠른 속도로 증가한 후 그 증가 속도가 서서히 느려져 15 mm 전후에선 12-14%, 20 mm 전후에서는 15-16%로 안정되는 경향을 나타내었다.

고 찰

참조기의 산란기는 황해에서 5월로 알려져 있으나 (Park, 1981), 남해안 경남 통영에 위치한 시험 가두리에서 10개월간 사육 중이던 개체들은 6월에 산란하여 사육 환경에 따른 차이를 보였다.

참조기와 산란기가 비슷한 수조기, 동갈민어 (Takita, 1974)의 수정란은 지름이 0.69-0.83 mm (평균 0.76 mm)인 부성란으로 평균 지름이 1.14 mm인 참조기의 수정란보다 작아 동일 해역에 출현한다하여도 크기로 구분이 가능할 것으로 생각되었다.

참조기의 갓 부화한 자어는 전장이 3.1-3.3 mm (평균 3.3 mm, n=5)로서, 봄철에 우리나라 연안에서 부성란으로 산란 부화되는 참돔 (*Pagrus major*, 2.0 mm 전후, Fukuhara, 1969, 1976; KORDI, 1990), 넙치 (*Paralichthys olivaceus*, 2.2 mm 전후, KORDI, 1990), 돌돔 (*Oplegnathus fasciatus*, 1.7-2.2 mm, Fukuhara and Ito, 1978)과 비교하면 커다란 난황을 갖고 있는 점, 입이 열리지 않은 점, 눈에 흑색소가 덜 발달된 점 등 발육 단계로 보아서는 유사하지만 크기는 이들 종보다 큰 편에 속하였다. 또, 참돔과 넙치의 부화자어는 먹이를 먹기 시작하는 시기와 난황을 흡수하는 시기가 거의 일치하여 먹이를 먹기 시작한 1일 후에는 유구까지 모두 흡수되는데 (KORDI, 1990; Myoung et al., 1990), 참조기는 부화 4일 후 난황을 거의 흡수하고 먹이를 먹기 시작하는 시기에도 유구는 부화할 때와 거의 비슷한 상태 (평균 지름 0.4 mm)로 대부분 흡수되지 않은 채 남아 있었고 이 유구는 자어가 먹이를 먹기 시작한 4일 후까지도 남아 있었다. 이렇게 유구가 먹이를 먹기 시작한 후에도 비교적 오랫동안 남아 있는 것은 참조기 초기생활사에서 볼 수 있는 특징 중의 하나로 지적할 수 있으며, 이러한 현상과 그들의 자치어기의 생태와의 관계는 앞으로 검토가 필요하리라 생각되었다.

참조기는 자어기에서 치어기로의 전환기에 머리가 커지고

꼬리지느러미의 윤곽이 변하는 외에 뚜렷한 변화는 나타나지 않았지만, Fig. 2, 3에서 보는 바와 같이 전장 5-7 mm (부화 후 6-18일 사이) 범위에 전장에 대한 두장 (HL), 항문체장 (PAL), 체고 (BD)에서 모두 급격한 변화를 나타내어 지어기로 부터 치어기로 전환하는 단계에 지느러미의 발달과 함께 체형의 변화가 일어나고 있어 이 시기가 일반 경골어류의 변태기 (Mook, 1977; Kohno et al, 1983; Myoung and Kim, 1984; Matsuoka, 1987; Masuma et al., 1990)와 일치하고 있음을 알 수 있었다.

대서양산 조기류의 일종인 *Leiostomus xanthurus*를 제외하면 대부분의 조기류는 창모양의 꼬리지느러미를 가지고 있고, 비슷한 발달 과정을 겪으므로 (Takita, 1974; Chao and Musick, 1977) 치어의 창모양 꼬리지느러미는 이들 참조기의 치어기 (Fig. 3,D) 이후부터는 다른 경골어류 치어와 구분할 수 있는 좋은 분류 형질로 사용될 수 있을 것으로 생각되었다.

꼬리지느러미 형태 외에 조기류 자치어의 형태적인 또 다른 특징 중의 하나는 일부 종의 초기 발육단계에서 일정 기간 나타났다가 소실되는 후두부의 닭 벼슬 모양의 돌기를 들 수 있다. 이 후두부의 돌기는 종에 따라서 그 형태나 출현 시기가 다른데, 강달리류처럼 일생동안 이 돌기를 갖고 살아가는 종도 있으나 동갈민어, 수조기 및 큰민어 (*N. japonica*)와 같이 아예 돌기가 나타나지 않는 종도 있으며 (Takita, 1974; Taniguchi et al., 1979; Kinoshita and Fujita, 1988), 참조기와 부세처럼 어린 시기의 일정 기간에만 나타났다가 퇴화 소실하는 종도 있어 (Yamada, 1973) 돌기의 유무, 형태, 출현 소실 시기 등은 자연에서 함께 출현하는 조기류 자치어를 동정하는데 유용한 형질로 사용할 수 있다.

참조기와 부세는 같은 속 (Genus *Larimichthys*)에 속하는 종으로 외부 형태가 매우 유사하여 동정에 혼돈을 일으키기도 하는 종이다. 이번 연구에서 관찰한 참조기와 부세 자치어의 형태적 특징을 비교하여 Table 1에 나타내었다.

두 종의 자치어기에 나타나는 형태적 특징 중 가장 큰 차이를 갖고 있는 것은 후두부의 돌기였으며 그 크기에 있어 부세가 참조기보다 2배 가까이 큰 것으로 나타나 용기골을 가지고 있는 동안의 종 동정에 뚜렷한 형질로 사용 가능할 것으로 판단되어 앞으로 정확한 값에 의한 크기 비교자료의 축적이 필요하리라 생각되었다. 지느러미 줄기 수는 개체 간 변이가 심하고 두 종간 중복되는 범위도 있어 치어의 분류 형질로서

사용하기에는 적합하지 않다고 생각되었다. 근절 수는 두 종을 구분하는 중요한 형질이며 척추골은 특수한 염색 과정을 거쳐야 하지만 두 종간에 뚜렷한 차이를 나타내 집단내 구분 등 대량 처리 시에는 유용한 형질로 판단되었다.

한편, 참조기는 등지느러미 줄기수나 후두부의 용기골 극수에 있어 본 연구 결과와 Yamada (1973)의 조사 결과 사이에 차이가 나타났는데 이러한 차이가 자연산과 인공종묘 생산된 자치어 사이에 나타난 차이인지 또는 사용한 참조기 집단의 차이에서 기인된 것인지는 알 수 없었다. 따라서 앞으로 종묘 생산된 자치어와 자연산, 나아가 우리나라 서해안과 동중국해에 서식하는 참조기 개체군별 형태 비교연구가 필요하리라 생각되었다.

사 사

이 연구를 수행함에 있어 참조기 자연산 종묘 채포에 협조 해주신 제주도 북제주군 박명일 님, 전라남도 해남군 최정규, 이정주 님과 치어 채포, 치어 사육과 종묘 생산 작업에 함께 수고한 한국해양연구원 통영 가두리 시험 어장의 직원 여러분께 감사드립니다.

이 연구는 과학기술처 특정 과제 “조기류의 생산 기술 연구 (1991-1994)”의 일환으로 수행되었다.

참 고 문 헌

Chao, L.N. and J.A. Musick. 1977. Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile Sciaenid fishes in the York river estuary. Virginia. Fish. Bull., 75, 657-702.

Fukuhara, O. 1969. Morphological observation on the egg development and larval stage of the red sea-bream, *Chrysophrys major* Temminck & Schlegel. Aquaculture, 17, 71-76. (in Japanese)

Fukuhara, O. 1976. Morphological studies of larva of red sea bream - 1. Formation of fins. Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab., 9, 1-11. (in Japanese)

Fukuhara, O. and I. Katsuhisa. 1978. On the formation of the fins and squamation in the Japanese parrot fish, *Oplegnathus fasciatus* reared in the laboratory. Bull. Nansei Res. Fish. Res. Lab., 11, 9-17. (in

Table 1. Comparison of the meristic characteristics of larvae and juveniles of *Larimichthys polyactis* and *L. croacea*

Species	Total number of fin rays		Number of vertebrae	Number of the bony ridge on the head	Color of the peritoneum	References
	Dorsal fin	Anal fin				
<i>L. polyactis</i>	mostly 40-41	11-12	ca. 29	3-6	black (from 7.3 mm BL)	The present study
	40-48 (mean 45)	10-13 (mostly 11-12)	27-29 (mean 28)	1-6	black (from 15 mm BL)	Yamada (1973)
<i>L. croacea</i>	40-45 (mean 43)	9-11 (mostly 10)	24-25 (mean 25)	3-8	black (from 10 mm BL)	Yamada (1973)

- Japanese)
- Kinoshita I. and S. Fujita. 1988. Larvae and juveniles of blue drum, *Nibea mitsukurii*, occurring in the surf zone of tosa bay, Japan. Jap. J. Ichthyol., 35(1), 25-30.
- Kohno, H., Y. Taki, Y. Ogasawara, Y. Shiroja, M. Taketomi and M. Inoue. 1983. Development of swimming and feeding functions in larval *Pagrus major*. Jap. J. Ichthyol., 30(1), 47-60.
- KORDI (Korea Ocean Research & Development Institute). 1990. A study on the commercial scale production of seeds of high-valued fishes (III). Seoul, pp. 411.
- KORDI (Korea Ocean Research & Development Institute). 1991. Study on the production techniques for Sciaenids (I). Seoul, pp. 167.
- KORDI (Korea Ocean Research & Development Institute). 1992. Study on the production techniques for Sciaenids (II). Seoul, pp. 145.
- KORDI (Korea Ocean Research & Development Institute). 1993. Study on the production techniques for Sciaenids (III). Seoul, pp. 309.
- Masuma, S., M. Kenematn and K. Teruya. 1990. Embryonic and morphological development of larvae and juveniles of the amberjack, *Seriola dumerili*. Jap. J. Ichthyol., 37, 164-169.
- Matsuoka, M. 1987. Development of the skeletal tissues and skeletal muscles in the sea bream. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 65, 1-114.
- Mook, D. 1977. Larval and osteological development of the sheepshead, *Archosargus probatocepholus* (Pisces: Sparidae). Copeia, 1977(1), 126-133.
- Myoung, J.G. and Y.U. Kim. 1984. Morphology of larvae and juveniles of *Leiognathus nuchalis* (Temminck at Schlegel). Bull. Natl. Fish. Univ. Pusan, 24(1), 1-22. (in Korean)
- Myoung, J.G., J.M. Kim and Y.U. Kim. 1989. Egg development and morphology of larvae of South sea devil stinger *Inimicus japonicus* (Cuvier et Valenciennes) reared in the aquarium. Kor. J. Ichthyol., 1, 1-8. (in Korean)
- Myoung, J.G., J.M. Kim and Y.U. Kim. 1990. Morphological changes during starvation of larvae of red sea bream, *Pagrus major*. Kor. J. Ichthyol., 2(2), 138-148. (in Korean)
- Park, C.S. 1981. Maturity and spawning of yellow croaker, *Pseudosciana mancurica* (Jordan et Thompson), in the westerns of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Korea, 27, 93-101.
- Powell, A.B. and H.R. Gordy. 1980. Egg and larvae development of the spot, *Leiostomus xanthurus* (Sciaenidae). Fish. Bull., 78(3), 701-714.
- Takita, T. 1974. Studies on the early life history of *Nibea albiflora* (Richardson) in Ariake Sound. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 38, 1-55. (in Japanese)
- Taniguchi, N., T. Kuga, Y. Okada, and S. Umeda. 1979. Studies on the rearing of artificially fertilized larvae and the early developmental stage of the nibecroaker, *Nibea mitsukurii*. Rep. Usa Mar. Biol. Inst., 1, 51-58. (in Japanese)
- Uchida, K., S. Imai, S. Mito, S. Fujita, M. Ueno, Y. Shojima, T. Senta, M. Tahuku and Y. Dotu. 1958. Studies on the eggs, larvae and juvenile of Japanese fishes. Series I. Fish. DeL. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka, pp. 89. (in Japanese)
- Watson, W. 1982. Development of eggs and larvae of the white croaker, *Genyonemus lineatus* Ayres (Pisces: Sciaenidae), off the southern California coast. Fish. Bull., 80(3), 403-417.
- Yabe, H. 1951. Breeding habits of sciaenoid fish, *Pseudosciaena manchurica* in the Korean seas. Jap. J. Ichthyol., 1, 285-291. (in Japanese)
- Yamada, U. 1973. Postlarvae and juveniles of little yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* and large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* in the East China Sea. Cont. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 290, 51-70. (in Japanese)

2004년 9월 17일 접수
2004년 12월 15일 수리