

농어 (*Lateolabrax japonicus*)의 초기생활사

한경호 · 이원교 · 양석우 · 오성현 · 신상수

여수대학교 수산생명과학부

Early Life History of the Sea Bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier)

Kyeong-Ho Han, Won-Kyo Lee, Seok-Woo Yang,
Sung-Hyun O and Sang-Soo Shin

Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

This study was conducted to observe the early life history of sea bass, *Lateolabrax japonicus*. The fertilized eggs were spherical in shape and turned out to be separative and floated. Their membrane and yolk having 1~5 oil globule were transparent. Fertilized eggs were measured to be 1.33~1.46 mm in diameter.

Hatching of eggs were started at 74 hrs 15 mins, 54 hrs 55 mins, 50 hrs 45 mins, after fertilization in water temperature 16.0°C, 18.0°C, 20.0°C respectively.

The newly hatching larvae were 3.79~3.97 mm in total length with 35~37 myomeres, and mouth and anus were closed. Melanophores were distributed on the up side of head, upper jaw and margins of the body.

The 5 days after hatching larvae measured 4.78~5.24 mm in total length, yolk were completely absorbed, and transformed to postlarval stage. In this time, mouth of larvae was opened, and also melanophores were presented on the lower jaw. Head of larvae grew remarkably.

The 21~22 days after hatching, total length of the larvae was 7.15~8.12 mm, the caudal fin rays began to differentiation. In 31 days after hatching, the larva were 8.46~9.16 mm in total length, and tip of the caudal notochord flexed 45°.

The larvae reached to the juvenile stage with all the fins were developed at 61 days after hatching and attained 16.28~17.31 mm in total length.

Key words : *Lateolabrax japonicus*, hatching, fertilized egg, larvae and juvenile

緒 論

농어 (*Lateolabrax japonicus*)는 농어목 (Perciformes) 농어과 (Moronidae) 농어屬 (*Lateolabrax*)에 속하는 어류로 우리나라, 중국, 타이완 및 일본 홋카이도 이남의沿岸에 널리 분포하며(정, 1986; Nakabo, 1994; 한국동물

분류학회, 1997), 최근 해산어류의 일부품종의 대량생산으로 수익률이 감소하는 등의 이유로 새로운 양식대상 어종이 되면서 형태적, 유전적 연구를 포함한 분류학적 및 기초생물학적 연구가 활발히 이루어지고 있다.

해산어류의 자원량을 파악하기 위해서는 각종 어류들의 卵과 발육초기의 仔稚魚의 형태적인 특징에 의한 分類가 先行되어야 하지만 모든 어류에 대한 初期生活史

에 관한 연구는 아직도 수종의 어류에 불과하며 卵, 仔稚魚의 분류 역시 완전히 체계화되어 있지는 않다(김 등, 1983). 특히 농어과 어류는 지역이나 서식환경에 따른 형태적 변이가 다양하므로 仔稚魚에서부터 成魚에 이르기까지 種을 同定하기가 매우 까다롭다.

농어屬에 관한 연구로는 한국산 농어屬 어류의 분류학적 검토(Kim and Jun, 1997)와 Isozyme 분석에 의한 한국산 농어 2형간의 유전학적 특징(박 등, 1996)에 의해 점농어(*Lateolabrax* sp.)와 농어 두 種間에 형태적, 유전적 차이가 확인되어 농어屬 어류를 잠정적으로 두 종으로 분류하여 기재하고 있다. 이 밖에 일본 및 중국산 농어의 형태 및 유전학적 차이(Yokogawa and Seki, 1995), 일본산 농어의 産卵(Hayashi, 1972), 점농어의 初期生活史(Kim et al., 1998), 농어 卵巢의 成熟 과정(林, 1971), 농어의 卵發生 및 仔稚魚 형태발달(Mito, 1957) 및 농어의 人工種苗生産(이, 1988) 등의 연구가 있으나, 아직까지 국내에서 농어에 관한 연구로는 초기 사육에 관한 연구만 되어있을 뿐, 卵發生過程과 仔稚魚 형태발달에 관한 연구가 없으며, 일본에서는 Mito(1957)가 인공수정하여 卵發生過程과 孵化 後 7일까지 仔魚의 형태를 간단하게 기재하였고, 이후 과정은 채집에 의해서 後期仔魚 단계까지만 보고하였다.

따라서 본 연구는 한국산 농어의 初期生活史를 밝히고자 성숙한 어미에 호르몬을 처리하여 採卵한 후에 卵發生過程과 孵化한 仔魚를 사육하면서 성장에 따른 仔稚魚 형태발달을 관찰하였기에 보고한다.

材料 및 方法

실험에 使用된 재료는 전라남도 여수시 돌산읍 소재의 종묘배양장에서 5~7년간 양성된 암컷 30마리(全長, 59.0~73.2 cm)와 2~4년간 양성된 수컷 50마리(全長, 47.0~62.5 cm)를 陸上水槽(8 m×8 m×0.8 m)에서 사육하던 중 생식적으로 성숙한 개체를 선별하여 실험에 사용하였다.

실험어는 어미사육조(8 m×8 m×0.8 m)로 옮긴 후 1998년 11월에서 1999년 1월까지 사육하면서 황체자극호르몬-방출호르몬 유사체(LHRH-a)를 근육 주사하였고, 이 후 친어의 성숙정도를 관찰하면서 암컷의 生殖孔이 빨갛게 충혈되고 확장되어진 産卵 直前의 20마리를 採卵에 이용하였다. 수컷은 무작위로 추출하였고, 복부를 인위적으로 압박하여 採精한 후 건도법과 습식법으로 人工受精하였다.

受精된 卵은 5~10분 정도 세란하여 여수대학교 자원생물실험실로 옮긴 다음, 孵化水曹(60 cm×30 cm×

20 cm)에서 16.0°C, 18.0°C 및 20.0°C에서 孵化, 사육하면서 發生過程을 관찰하였다. 이후 사육조(8 m×8 m×0.8 m)에서 仔稚魚를 사육하면서 仔稚魚의 성장에 따른 형태발달과정을 관찰하였다.

어미는 유수식으로 사육하였으며, 수온범위가 13.0~14.4°C, 비중범위는 1.022~1.025였고, 卵發生過程을 관찰할 때는 매일 오전, 오후에 1/2씩 환수하였다. 仔稚魚를 사육할 때는 孵化 後 3일째부터 40 l/min를 환수하였으며, 수온범위는 16.0~19.5°C, 비중범위는 1.023~1.025였다. 먹이공급은 孵化 後 2일째부터 *Chlorella* sp. (3~6×10⁶ cells/ml)를 주입하였고, 孵化 後 3일째 rotifer (*Brachionus plicatilis*, 10~15개체/ml)를 급이하기 시작하였으며, 孵化 後 30일째부터 *Artemia* sp. 유생을 급이 하였다. 이후 孵化 後 40일째부터 양어용 배합사료를 순차적으로 급이하였다.

卵發生過程은 입체해부현미경을 사용하여 관찰하였고, 仔稚魚는 무작위로 추출하여 MS 222-Sandoz(Tricaine methanesulfonate)로 마취시킨 후 입체해부현미경과 만능투영기를 이용하여 관찰, 스케치하였다.

結 果

농어의 採卵, 卵의 형태, 卵發生過程, 수온에 따른 孵化率 및 仔稚魚의 성장에 따른 형태발달은 다음과 같다.

1. 採卵 및 卵의 형태

농어의 친어에 호르몬 투여 후 採卵하여 얻은 卵은 총 18,450 ml였고, 그 중 부상난은 8,330 ml, 침하난은 10,120 ml였으며, 受精卵 1 ml당 卵數는 340~410개로, 총 627만~756만개 중 浮上卵의 수는 약 283만~341만개로, 浮上率은 45.1%였다.

未受精卵의 크기는 1.25~1.34 mm (1.29 mm, n=20)의 分離浮性卵으로 시간이 경과하면서 약간 황색을 띠고 침하된다(Fig. 1. A). 受精卵은 투명하며 구형이고, 그 크기가 1.33~1.46 mm (평균 1.38 mm, n=10)이며, 油球는 대부분 큰 것 1개(0.35~0.37 mm) 또는 큰 것 1개(0.29~0.35 mm)와 작은 것 1~4개(0.039~0.106 mm)를 가지고 있었다(Fig. 1. B).

2. 卵發生過程

20.0°C에서 관찰한 卵發生過程에 대해서 기술하면 다음과 같다.

受精이 되면서 卵膜과 분리되었으며, 受精 後 12분에 동물극쪽에 胚盤이 형성되기 시작하고, 1시간 55분 후

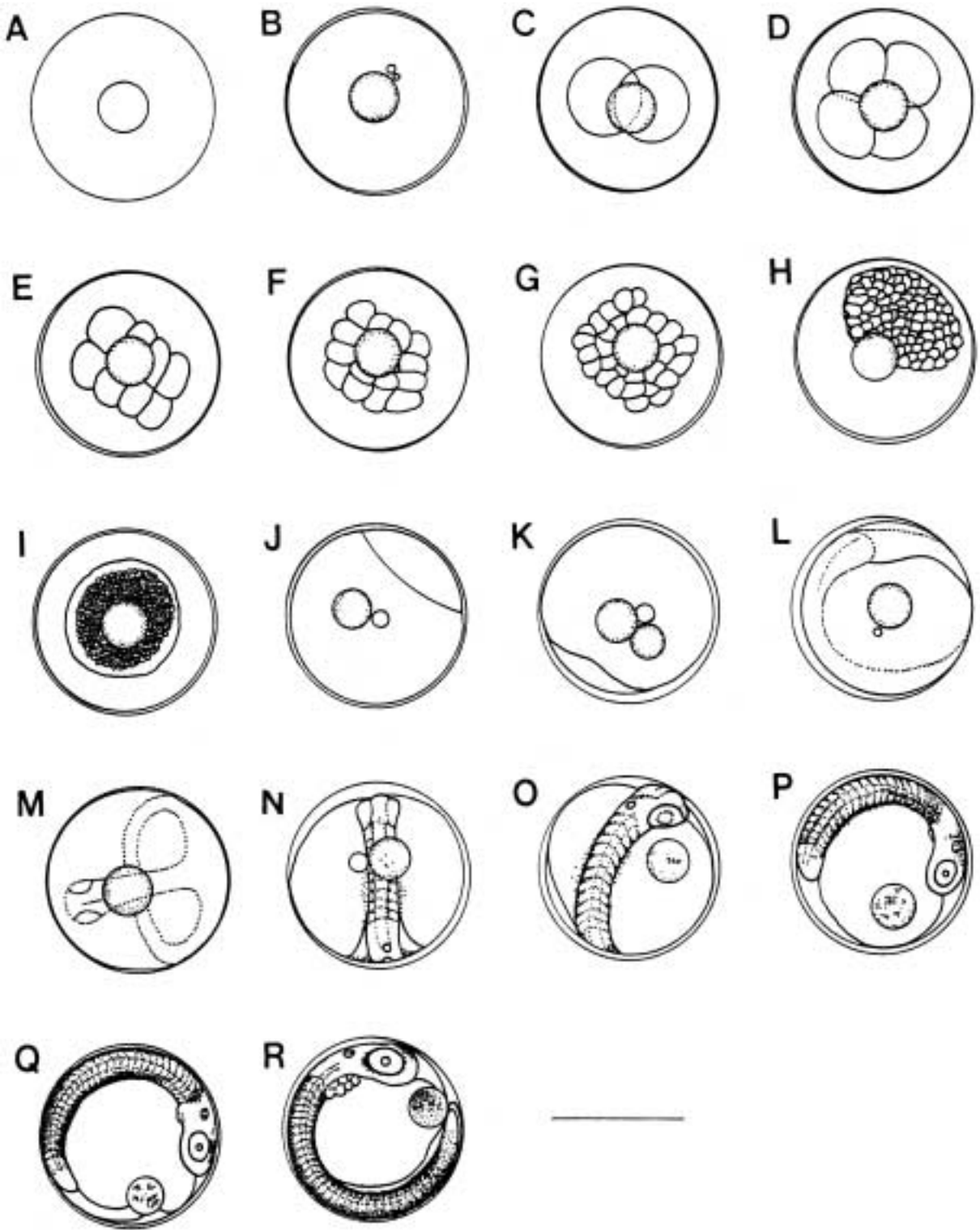


Fig. 1. Egg developmental stage of *Lateolabrax japonicus* reared in the laboratory.

A: Unfertilized egg; B: Fertilized egg; C: 2 cells stage; D: 4 cells stage; E: 8 cells stage; F: 16 cells stage; G: 32 cells stage; H: 64 cells stage; I: Morula stage; J: Blastula stage; K: Beginning of gastrula stage; L: Formation of embryo; M: 4~6 myotomes stage, appearance of optic vesicles, melanophores appeared on the embryo; N: 10~12 myotomes stage, formation of Kupffer's vesicles, xanthophores appeared on the head of embryo; O: 14~15 myotomes stage, formation of auditory vesicles; P: 27~29 myotomes stage, formation of eye lens; Q: 31~33 myotomes stage, beginning of heart beat, caudal part leaves yolk sac; R: Embryo just before hatching. Scale indicates 1.0 mm.

에 처음으로 卵割이 관찰되어 2細胞期에 달하였다(Fig. 1, C).

受精後 2시간 25분째에 4細胞期(Fig. 1, D), 3시간 후에 8細胞期(Fig. 1, E), 3시간 22분 후에 16細胞期(Fig. 1, F), 4시간이 경과하면서 32細胞期에 이르렀다(Fig. 1, G).

受精後 4시간 50분에 64細胞期에 달하였고(Fig. 1, H), 이 후 계속해서 卵割이 진행되어 受精後 7시간 25분째에 桑實期에 달하였으며(Fig. 1, I), 受精後 11시간 35분에 胞胚期에 달하였다(Fig. 1, J).

受精後 19시간 35분이 경과하면 胚環이 동물극에서 식물극쪽으로 내려와 卵黃의 1/2을 감싸고, 受精後 20시간에는 2/3가 내려오면서 囊胚期에 달하였으며(Fig. 2, K), 受精後 22시간 30분에 처음으로 胚體가 형성되기 시작하였다(Fig. 2, L).

受精後 25시간 40분에 胚體에 4~6筋節이 나타나면서 처음으로 眼胞가 형성되었고, 黑色素胞가 胚體의 표면과 그 주변의 卵黃에서 관찰되었다(Fig. 2, M).

受精後 27시간 25분이 경과하여 筋節數는 10~12筋節로 증가하여 Kupffer氏胞가 형성되었고, 卵黃의 표면과 胚體 사이에 黑色素胞가 증가되었으며, 胚體의 머리부분에서 黄色素胞가 관찰되었다(Fig. 1, N).

受精後 28시간 15분이 경과하여 筋節數가 14~15筋節로 분화하면서 耳胞가 형성되었고, 黑色素胞는 胚體의 표면과 그 주위의 卵黃부분에서 증가하였으며, 黄色素胞는 머리부분에 증가하면서 胚體의 표면위에서도 관찰이 되었다(Fig. 1, O).

受精後 34시간 40분에 筋節數가 20~22개로 증가하면서 心臟이 분화하였고, Kupffer氏胞가 소실되었으며, 38시간 35분이 경과되면서 筋節數가 27~29筋節로 증가하여 렌즈가 형성되었다(Fig. 1, P).

受精後 39시간 15분에는 31~33筋節로 胚體의 꼬리부분이 卵黃에서 분리되면서 꼬리부분에서부터 막지느러미가 형성되기 시작하였고, 心臟搏動이 관찰된 후 간헐적으로 胚體의 움직임이 나타났다(Fig. 1, Q).

受精後 50시간 15분에 胚體가 卵黃을 한바퀴 감싸고, 이 시기에는 胚體의 움직임이 활발하게 관찰되었으며(Fig. 1, R), 50시간 45분이 경과하여 처음으로 孵化하는 개체가 관찰되었다.

3. 수온별 孵化時間 및 孵化率

각 수온별 孵化時間을 보면 수온이 20.0°C에서는 50시간 45분, 18.0°C에서는 54시간 55분, 16.0°C에서는 74시간 15분만에 첫 孵化가 시작되었으며, 완전히 孵化가 완료되는 시간은 孵化가 시작된 후, 20.0°C에서는 72시

간 45분, 16.0°C에서는 111시간 25분이 경과하여 대부분이 孵化를 완료하였다.

각 수온별 孵化率은 16.0°C에서 69.5%, 18°C에서 68.7%, 20°C에서 64.3%로 수온이 낮을 수록 孵化率은 더 높게 나타났다.

4. 仔稚魚의 형태 발달

孵化直後の 仔魚는 全長 3.54~3.69 mm(평균 3.63 mm, n=10)로 주로 수면에 떠있는 상태로 胚體 크기의 2/5정도의 卵黃과 卵黃크기의 약 1/3 정도의 油球 1개가 卵黃의 앞쪽 아래에 위치하며, 항문은 열려있으나 입이 열려있지 않고, 筋節數는 17~18+18~19=35~37개였다. 肛門은 18번째 筋節 아래에 위치하여 몸의 중앙보다 약간 뒷쪽에 분포하였고, 지느러미는 막지느러미 형태로 胚體의 後頭部와 卵黃의 뒷쪽부터 꼬리 끝까지 하나로 연결되어 있으며, 脊索末端은 직선으로 곧게 뻗어 있었다. 黑色素胞는 胚體의 머리부분의 윗쪽에서부터 胚體의 몸통 윗부분과 아래부분에는 별 모양으로 분포하였고, 윗턱에는 점 모양 또는 별 모양으로 분포하였으며, 눈에는 色素胞가 연하게着色되어 있었다(Fig. 2, A).

孵化後 1일째의 仔魚는 全長이 4.59~4.90 mm(평균 4.74 mm, n=10)로 비노관이 발달하기 시작하면서 卵黃이 1/2 정도 흡수되었고, 이후 항문이 열리며, 胚體의 크기가 현격하게 신장되어 孵化直後の 仔魚와는 體形에 있어 많은 차이가 나타났다. 가슴지느러미 원기가 처음으로 출현하면서 눈의 色素胞가 孵化直後の 仔魚에 비해 짙게着色되었고, 黑色素胞는 머리부분의 윗쪽, 주둥이부분 및 胚體의 體側을 따라 꼬리부분까지 상단과 하단으로 나뉘어 별 모양으로 분포하였으며, 처음으로 卵黃의 아랫쪽에 점 모양의 黑色素胞가 출현하면서 黄色素胞가 줄어들기 시작하였다(Fig. 2, B).

孵化後 2~3일째의 仔魚는 全長이 4.64~5.13 mm(평균 4.87 mm, n=10)로 卵黃과 油球가 吸收되면서 입과 항문이 열리기 시작하였으며, 눈에는 色素胞가 증가하여 나타났다. 黑色素胞는 胚體의 머리부분 뒷쪽에서부터 脊索末端을 제외한 꼬리부분까지의 體側 윗쪽에서 점모양 및 별모양의 黑色素胞가 변형되어 처음으로 나무가지 모양으로着色되어 나타났고, 윗턱 끝부분과 頭頂部 및 卵黃의 아래쪽에서 별 모양으로 증가하였으며, 꼬리부분의 윗쪽과 아래쪽에서는 점 모양의 黑色素胞가 출현하였다(Fig. 2, C).

孵化後 5일째 仔魚는 全長이 4.78~5.24 mm(평균 5.04 mm, n=10)로 卵黃이 완전히 흡수되었고, 胚體의 머리부분이 현격하게 발달하면서 가슴지느러미의 크기

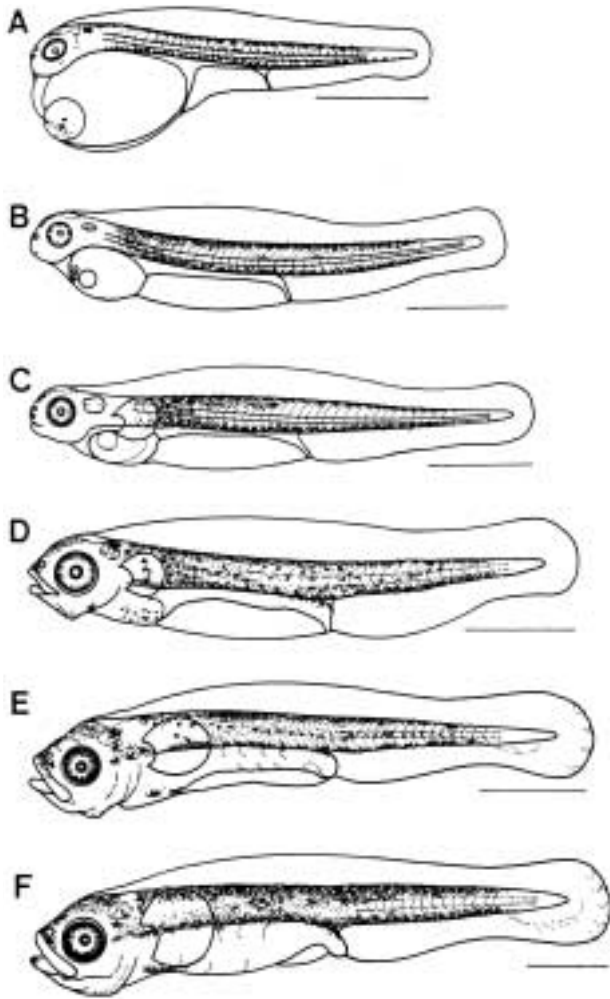


Fig. 2. Development stages of larvae of *Lateolabrax japonicus*.

A: Prelarva, Soon after hatching; B: Prelarva, 1 day after hatching; C: Prelarva, 2~3 days after hatching; D: Postlarva, 5 days after hatching; E: Postlarva, 8 days after hatching; F: Postlarva, 17 days after hatching. Bars indicate 1.00 mm.

가 신장되었다. 이 시기에는 입이 완전히 열리면서 소화관이 발달하여 먹이를 먹기 시작하였고, 눈의 색소세포는 더욱 증가하였다. 흑색소세포는 體側 상단에는 별 모양에서 나무가지 모양으로 증가하여 나타났고, 간혹 體側의 앞부분에서는 脊椎骨 표면에 별 모양의 흑색소세포가 출현하였으며, 주둥이 부분의 윗턱과 卵黃의 아래부분에서는 별 모양으로 증가하였다 (Fig. 2, D).

孵化後 8日째 個體는 全長이 5.07~5.37 mm (평균 5.26 mm, n=10)로 油球가 완전히 소실되며, 消化管이 발달하여 前者에 비해 비대해졌다. 흑색소세포는 나무가지 모양으로 體側의 상단부에서 점차적으로 중앙쪽으로

증가되었고, 하단부는 별 모양으로 증가하여 體側과 腹部 사이에도 별 모양의 색소세포가 출현하였으며, 소화관 부분의 아래쪽에서 항문 앞쪽까지 점 모양의 색소세포가 출현하였다 (Fig. 2, E).

孵化後 17日째 仔魚의 全長은 6.73~7.90 mm (평균 7.32 mm, n=10)로 눈의 색소세포는 흑색에서 은빛을 띠기 시작하며, 이 시기에 소화관은 孵化後 8~10일째 仔魚들 보다 더욱 신장되어 있었다. 흑색소세포는 腹部 윗부분에서 별 모양으로 증가되어 아가미뚜껑 부분까지 출현하였고, 體側 상단은 脊索末端을 제외한 대부분에서 나무가지 모양으로 변화하여 출현하였다 (Fig. 2, F).

孵化後 21~22日째 仔魚의 全長은 7.15~8.12 mm (평균 7.65 mm, n=10)로 脊索末端이 굽어지기 시작하여 後期仔魚 前期로 이행하였고, 가슴지느러미와 꼬리지느러미 줄기의 原基가 출현하였다. 흑색소세포는 頭頂部와 體側의 전체에 나무가지 모양으로 증가하였고, 소화관 앞부분과 비뇨관 윗부분에서 증가하였다 (Fig. 3, A).

孵化後 25日째 仔魚의 全長은 7.95~8.32 mm (평균 8.18 mm, n=10)로 脊索末端이 15°로 굽어져 後期仔魚 中期로 이행하였으며, 눈의 색소세포는 은빛이 더욱 증가하였다. 꼬리지느러미 줄기는 9~12개가 출현하였으며, 등지느러미와 뒷지느러미의 막지느러미는 융기하기 시작하여 꼬리지느러미와 형태적으로 구분이 나타나기 시작하였다 (Fig. 3, B).

孵化後 31日째 仔魚의 全長은 8.46~9.18 mm (평균 8.76 mm, n=10)로 脊索末端이 완전히 굽어 後期仔魚 後期로 이행하였으며, 막질의 지느러미가 분화하여 등지느러미에는 8~9개와 뒷지느러미에 7~8개의 줄기가 출현하였고, 꼬리지느러미 줄기는 16~18개로 증가하였다. 흑색소세포는 體側과 腹部 사이에 별 모양의 것이 밀집되어 나타났으며, 腹部 표면에도 별 모양의 색소세포가 증가하였고, 꼬리자루 부분에는 점 모양에서 별 모양의 것이 새롭게 출현하였다 (Fig. 3, C).

孵化後 45日째 仔魚의 全長은 9.43~11.18 mm (평균 10.26 mm, n=10)로 아가미뚜껑부분에 眼下棘 3개와 前鰓蓋骨 (preopercle)에 2개의 棘이 출현하였다. 등지느러미에 2개의 가시와 11~12개의 줄기가, 뒷지느러미에 2개의 가시와 7~8개의 줄기가, 꼬리지느러미에 18~20개의 줄기가 출현하였다. 눈의 색소세포는 대부분이 은색으로着色되어 있었으며, 體側흑색소세포가 분포하는 수는 줄어들었지만, 크기가 커지면서 등지느러미와 뒷지느러미가 있는 곳의 體側에서는 나무가지 모양으로 증가하여 나타났다. 脊椎骨이 있는 표면에는 항문 앞쪽은 점 모양으로, 항문 뒷쪽은 별 모양과 나무가지 모양으로 색소세포가着色되어 있었다 (Fig. 3, D).

孵化後 51日째 仔魚의 全長은 11.58~12.95 mm (평균 12.58 mm, n=10)로 등지느러미에 12~13개의 가시와 14개의 줄기가 분화하였으며, 뒷지느러미는 2개의 가시와 10개의 줄기가 관찰되었고, 꼬리지느러미의 줄기가 20~22개로 증가하였다. 아가미뚜껑 부분의 前蓋骨에 2개의 棘이 분화하였으며, 처음으로 배지느러미 原基가 출현하였다. 黑色素胞는 體側의 上부분과 下부분, 소화관 앞쪽의 上부분에서 나무가지 모양으로 증가하였고, 脊椎骨의 表面에는 점 모양과 별 모양으로 증가하였다 (Fig. 3, E).

孵化後 61日째 全長은 16.28~17.31 mm (평균 16.61

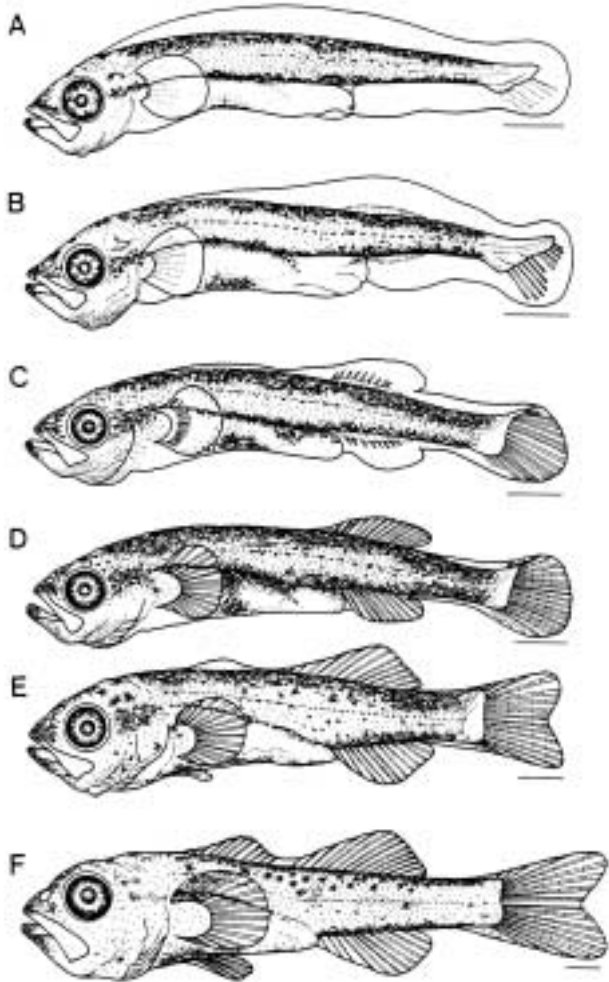


Fig. 3. Development stages of larvae and juvenile of *Lateolabrax japonicus*.

A: Postlarva, 21 days after hatching; B: Postlarva, 25 days after hatching; C: Postlarva, 31 days after hatching; D: Postlarva, 45 days after hatching; E: Postlarva, 51 days after hatching; F: Juvenile, 61 days after hatching. Bars indicate 1.00 mm.

mm, n=10)로 黑色素胞는 體側에서 더욱 증가하여 반문을 형성하기 시작하였으며, 모든 지느러미가 분화하여 (D. XII, 14; A. II, 10; P. 18; V. 10; C. 20~21) 稚魚期로 이행하였다 (Fig. 3, F).

考 察

농어는 다회 産卵하는 種으로 어미의 全長이 59.0~73.2 cm인 암컷 20마리를 이용하여 採卵한 卵의 浮上率은 45.1%로, 점농어 (Kim *et al.*, 1998)의 25.0%보다는 採卵에 의한 浮上率이 높게 나타났는데, 이는 採卵時 수온, 조도 등의 환경적요인과 어미의 성숙정도에 따라 차이가 나타나는 것으로 생각된다.

농어의 卵은 구형의 투명한 分離浮性卵으로 같은 屬 어류인 점농어 *Lateolabrax sp.* (Kim *et al.*, 1998)와는 卵의 형태가 유사하였다. 본 실험결과에서는 受精卵의 크기가 1.33~1.46 mm로 일본산 농어 (Mito, 1957)의 1.35~1.44 mm와는 그 크기가 비슷하였으나, 한국산 점농어의 1.12~1.22 mm (Kim *et al.*, 1998), 1.22~1.45 mm (Kim, 1997) 보다는 다소 크게 나타났다. 油球數는 1~5 개이었지만, 대부분 1개 (0.35~0.37 mm)가 관찰되었고, 2개 이상의 油球를 갖는 것의 油球의 크기는 큰 것이 0.29~0.37 mm, 작은 것은 0.039~0.106 mm로 나타났는데, 일본산 농어 (Mito, 1957)의 0.35~0.38 mm와 자연에서 채취한 난의 油球의 크기가 0.34~0.38 mm, 점농어 (김, 1997)의 0.34~0.38 mm로 본 실험결과와 거의 일치하여 점농어와 농어 卵의 油球의 크기는 거의 차이가 없었다. 점농어는 油球數가 1~3개로 1개의 油球를 갖는 것이 대부분이며, 그 크기가 0.35 ± 0.05 mm였고, 2~3개의 油球를 가진 것들의 油球 크기는 1개의 것들보다 작다는 보고 (Kim *et al.*, 1998)와는 일치하였으나, 油球數에 있어서는 두 종간에 약간의 차이가 나타났다.

孵化에 소요되는 시간은 사육수온에 따라 16.0°C에서는 74시간 15분, 18.0°C에서는 54시간 55분, 20.0°C에서는 50시간 45분이 소요되었으며, 일본산 농어 (Mito, 1957)의 경우 사육수온이 11.0~16.2°C에서 108시간, 점농어 (Kim *et al.*, 1998)의 18.0±1.0°C에서 52시간이 소요되는 것과 비교해서, 농어는 점농어보다 孵化에 걸리는 시간이 더 많이 소요되어 두 種間에 유의한 차이가 있었다.

孵化 直後 仔魚는 全長 3.79~3.97 mm로, Lee *et al.* (1988)의 全長 3.7 mm와는 크기가 비슷하였지만, 일본산 농어 (Mito, 1957)의 全長 4.42~4.60 mm 보다는 작았고, 점농어 (Kim *et al.*, 1998; 김, 1997)의 全長 3.20~3.60 mm, 3.00~3.10 mm 보다는 크게 나타났는데, 이

Table 1. Comparison characters of the eggs, larval and juvenile characters in the genus *Lateolabrax*

Species	<i>Lateolabrax japonicus</i>			<i>Lateolabrax</i> sp	
	Present study	Mito, 1957	Lee <i>et al.</i> , 1988	김, 1997	Kim <i>et al.</i> , 1988
Egg size (mm)	1.33~1.46	1.35~1.44	—	1.22~1.45	1.12~1.22
Oil globule (mm)	0.34~0.38	0.35~0.38	—	0.34~0.38	0.35±0.05
Number of oil globule	1~5	1~3	—	1	1~3
Type	buoyant	buoyant	—	buoyant	buoyant
Water temperature (°C)	16.0 18.0 20.0	11.0~16.2	13.3~14.8	15.0~18.0	18.0±1.0
Time of hatching (hrs)	74.3 54.9 50.8	108	120	108	52
Prelarva (mm)	3.79~3.97	4.42~4.60	3.7	3.00~3.10	3.20~3.60
Number of myotomes	35~37	37	—	36~37	—
Juvenile (mm)	16.28~17.31	—	—	14.20~15.90	30.30~31.60

와 같은 결과는 같은 종에서도 지역적 변이성과 어미의 크기에 따라 차이가 있을 수 있으며, 종間에도 차이가 있을 것으로 생각된다. 孵化 直後 仔魚의 筋節數는 35~37개로, 일본산 농어(Mito, 1957)의 筋節數는 37개, 점농어(김, 1997)의 筋節數는 36~37개로 유사하였다 (Table 1).

色素胞의 출현시기, 분포위치 및 형태는 어류의 仔魚期 분류에 중요한 분류형질로 알려져 있는데, 농어의 仔魚는 별 모양으로 黑色 및 黃色素胞가 油球 표면에 연하게 나타났고, 魚體의 머리부분부터 꼬리부분까지의 등쪽과 배쪽에는 별 모양의 黑色素胞가 중점적으로 분포하며, 머리부분의 頭頂部, 後頭部 및 윗턱에서부터 출현하여 성장하면서 등쪽과 배쪽에서 나무가지 모양으로 형태가 변화하여 나타나서 일본산 농어(Mito, 1957)의 仔魚와는 黑色素胞의 분포상태가 유사하였다. 그러나, 점농어(김, 1997)는 孵化 直後의 仔魚에서부터 나무가지 모양의 黑色素胞가 油球의 전 표면과 頭頂部 주변에서 꼬리끝까지 몸 전체에 널리 퍼져 있는 것과는 약간의 차이를 보였다.

모든 지느러미가 정수에 달하여 稚魚期에 도달하는 시기는 농어가 孵化 後 61일째 全長 16.28~17.31 mm 였는데 반하여, 같은 屬 어류인 점농어의 경우 孵化 後 44일째 全長 14.20~15.90 mm(김, 1997), 孵化 後 100일째 全長 30.30~31.60 mm(Kim *et al.*, 1998)로 동일한 종에서도 稚魚期로 이행하는 시기에서 차이가 보이는 것은 관찰자의 시각적 차이와 어류의 발육단계의 구분에 있어 차이가 나타난 것으로 생각되어지며, 이와 같이 稚魚期로 이행하는 시기에서도 점농어와 농어 사이에 유의한 차이가 나타났다.

적 요

1998年 11월부터 1999年 1월까지 전라남도 여수시 돌산읍 소재의 종묘배양장에서 사육중이던 농어에 황체 자극호르몬-방출호르몬 유사체를 투여하여 인위적으로 採卵한 卵의 형태와 人工受精한 후 卵發生過程 및 仔稚魚의 성장에 따른 형태변화를 관찰하였다.

농어의 受精卵 및 未受精卵은 球形으로 무색투명하였으며, 受精卵의 卵徑은 1.33~1.46 mm(평균 1.38 mm, n=10)이었고, 油球는 1~5개를 가지고 있었다.

孵化에 소요된 시간은 수온 20.0°C에서 50시간 45분, 18.0°C에서 54시간 55분, 16.0°C에서 74시간 15분이 소요되었다.

孵化 直後의 仔魚는 全長이 3.54~3.69 mm로 입을 열리지 않았으나 항문이 열려있었고, 눈에는 色素胞가 연하게 着色되어 있었다.

孵化 後 5日째의 仔魚는 全長이 4.78~5.24 mm로 卵黃이 완전히 흡수되어 후기자어기로 이행하였고, 머리부분이 현격하게 발달하면서 입이 완전하게 열려있으며, 黑色素胞가 몸의 등쪽과 배쪽에서 증가하였다.

孵化 後 25日째 仔魚는 全長이 7.95~8.32 mm로 꼬리지느러미에 9~12개의 줄기가 출현하였으며, 頭頂部와 後頭部에서 꼬리부분까지 나무가지 모양의 黑色素胞가 증가하여 나타났다.

孵化 後 31日째 仔魚는 全長이 8.46~9.18 mm로 脊索末端이 45°로 굽어져 있으며, 膜狀의 지느러미가 분화하여 등지느러미에 8~9개, 뒷지느러미에 7~8개의 줄기가 출현하였고, 꼬리지느러미 줄기는 16~18개로

증가하여 나타났다.

孵化後 61日째 개체의 全長은 16.28~17.31 mm로 모든 지느러미 줄기가 정수(D. XII, 14; A. II, 10; P. 18; V. 10; C. 20~21)에 달하여 稚魚期로 이행하였다.

引用文獻

- Hayashi, I. 1972. On the ovarian maturation of Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus*. Japan. J. Ichthyol., 19 : 243~253.
- Kim, C.H. and J.C. Jun. 1997. Provisional classification of temperate sea bass, the genus *Lateolabrax* (Pisces: Moronidae) from Korea. Korean J. Ichthyol., 9 : 108~113.
- Kim, C.H., J.C. Jun. and S.U. Kim. 1998. Early life history of Korean temperate sea bass *Lateolabrax* sp. (Pisces: Moronidae). Bull. Net. Fish. Res. Dev. Agency, 54 : 79~85.
- Lee, J.K., S.C. Cheong, Y.B. Moon and K.K. Kim. 1988. The artificial seed production of sea bass *Lateolabrax japonicus*. Bull. Net. Fish. Res. Dev. Agency, 42 : 43~48.
- Mito, S. 1957. On the egg development and larvae of the Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier). Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu. Univ., 16 : 115~124.
- Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with pictorial keys to species. Tokai Univ. Press. Tokyo, 1474 pp.
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, Inc. London, 524 pp.
- Yokogawa, K. and S. Seki. 1995. Morphological and genetic differences between Japanese and Chinese sea bass of the genus *Lateolabrax*. Japan. J. Ichthyol., 41 : 437~445.
- 김용억·명정구·박지상. 1983. 문치가자미의 난발생과 부화자어. 한국수산학회지, 16(4) : 389~394.
- 김형배. 1997. 점농어의 종묘생산. 한국양식, 9(2) : 29~36.
- 박중연·김경길·김윤. 1996. Isozyme 분석에 의한 한국산 농어, *Lateolabrax japonicus* 2형간의 유전학적 특징. 한국양식학회지, 9(4) : 437~444.
- 이종관. 1988. 농어, *Lateolabrax japonicus*의 인공종묘생산에 관한 연구. 석사학위논문, 부산수산대학교, 22 pp.
- 정문기. 1986. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울, 727 pp.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집 (곤충제외). 아카데미서적, 서울, 489 pp.
- 林勇夫. 1971. スズキ精巢の成熟過程について. 魚類學雜誌, 18 : 39~50.

Received April 6, 1999

Accepted June 2, 1999