

マハタの卵内発生および飼育による仔稚魚の形態変化

北島 力¹・高屋雅生²・塚島康生³・荒川敏久⁴

¹811-33 福岡県津屋崎町 九州大学水産実験所

²850 長崎市江戸町 長崎県水産振興課

³851-05 長崎県松が枝町 長崎県水産試験場

⁴811-58 長崎県老岐郡郷ノ浦町 長崎県老岐支庁水産課

Development of Eggs, Larvae and Juveniles of the Grouper, *Epinephelus septemfasciatus*, Reared in the Laboratory

Chikara Kitajima¹, Masao Takaya², Yasuo Tsukashima³
and Toshihisa Arakawa⁴

¹Fishery Research Laboratory, Kyushu University, Tsuyazaki, Fukuoka 811-33, Japan

²Fishery Department, Nagasaki Prefectural Office, Edo-machi, Nagasaki 850, Japan

³Nagasaki Pref. Institute of Fisheries, Matsugae-cho, Nagasaki 850, Japan

⁴Iki Branch Office, Nagasaki Pref. Office, Gonoura, Nagasaki 811-51, Japan

Eggs and sperm for artificial fertilization were obtained from adult fish reared for 4 to 6 years in a net cage. Their maturation was successfully induced by intermuscular injection of pituitary homogenate of the salmon *Oncorhynchus keta* combined with the genital hormone on the market, "Gonatropin". It took about 48 hours for ovulation after injection. The eggs were pelagic and spherical, 0.82 ± 0.017 mm in diameter with an oilglobule of 0.18 ± 0.005 mm in diameter. The incubation period of fertilized eggs was 30 to 35 hours at a temperature of 21.2 to 23.2°C. Larvae were fed successively with oyster trochophores, rotifers, *Artemia* nauplii, cultivated *Tigriopus japonicus*, copepods collected from the sea and minced meat of krill and sand lance for 80 days, and 600 young fish of about 50 mm TL were obtained with a survival rate of 1.7%.

The newly hatched larvae were 1.85 mm TL with 28(12+16) myotomes and an oilglobule situated in the posterior part of the yolk. The surface of the body as well as the marginal fin and the yolk was covered with colorless granules. The yolk and oilglobule were mostly absorbed by the time when the larvae attained 2.6 mm TL on the 3rd day after hatching and they began to feed. In a 13-day old postlarva, 3.45 mm TL, the rudiments of the 2nd dorsal and pelvic spines appeared. Both spines, the characteristic feature of the larvae, began to elongate, the abdominal cavity was densely lined with melanophores and two spines appeared on the preoperculum of postlarvae of 23 days after hatching, 4.25 mm TL. In a postlarva of 28 days after hatching, 6.8 mm TL, the notochord was flexed and caudal, dorsal and anal fins with rudiments of rays were beginning to develop. In a 33 days old postlarva, 8.1 mm TL, the ratios of the 2nd dorsal and pelvic spine lengths to body length attained their maximums, 90% and 65%, respectively. Thereafter, they decreased rapidly with growth. In a 38-day old juvenile, 10.5 mm TL, the rays of all fins were differentiated completely. The body had been nearly transparent and pigment cells were scarce until the juvenile attained 60-day old, about 30 mm TL, but after this stage many melanophores and orange pigment cells developed rapidly all over the body surface and the coloration of the body became yellowish with seven brown vertical bands when they changed their habitats from the surface and middle layers to the bottom of the rearing tank. The ratios of lengths of the 2nd dorsal and pelvic spines to body length decreased and became almost same as adult form.

One to three inflexions were found for relative growth of total length, preanal length, head length, eye diameter, body height and upper jaw length against body length. Two inflexions were found for body length-body weight relationship. Most inflexions appeared at the stage of notochord flexion and metamorphosis, corresponding to body lengths of about 6 and 10 mm, respectively.

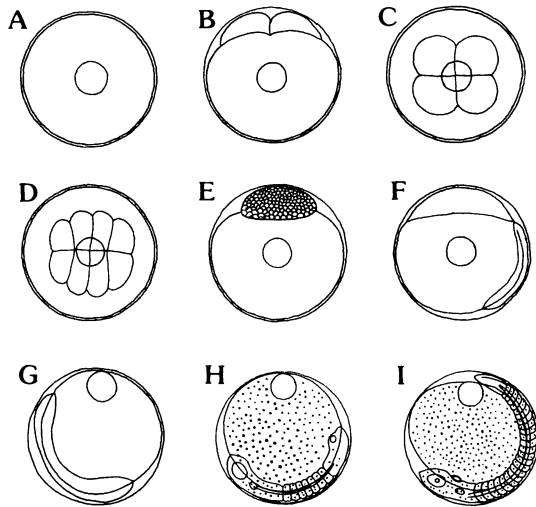


Fig. 1. Development of eggs of *Epinephelus septemfasciatus*. A, immediately after fertilization; B, 35 min; C, 50 min; D, 60 min; E, 3 h 20 min; F, 12 h 30 min; G, 15 h 30 min; H, 19 h; I, 26 h 30 min.

マハタ *Epinephelus septemfasciatus* (Thunberg) は、東京、新潟以南の南日本からインド洋に分布する (Katayama, 1960) 磯魚で全長 90 cm に達し、主として釣りや底曳網で漁獲され高級魚として取り扱われている。岩礁域に生息し、移動範囲もあまり広くないと考えられることから、今後の栽培漁業対象種として注目され、さらに新しい養殖対象種としても期待が高まっている。しかし、本種の生態については不明の点が多く、種苗生産や養殖に関する知見もほとんど皆無である。著者らは、1980 年以降本種の種苗生産に関する研究を行い (塚島・北島, 1983; 高屋・荒川, 1987), 1987 年に初めて全長 50 mm の稚魚約 600 尾を生産することができた。ここでは卵内発生、飼育の概要および仔稚魚の形態の変化について報告する。

材料と方法

親魚と採卵 親魚は長崎県内の養殖業者から購入後、長崎県水産試験場増養殖研究所 (長崎県野母崎町) の網生簀内内で 4-6 年養成したものである。1987 年 6 月 23 日に成魚 20 尾 (3.4-7.8 kg, 性比不明) に、生理食塩水に懸濁させたシロザケ *Onchorhynchus keta* の脳下垂体 (アセトンによる脱水乾燥粉末) 7 mg/kg BW および市販の性腺刺激ホルモン、ゴナトロピン動物用 (帝国臓器製薬 KK) 500 IU/kg BW を背部筋肉に同時に注射した。処理後網生

簀に收容し、48 時間後に腹部を圧して採卵・採精し、乾導法による人工受精を行った。

仔稚魚の飼育 卵管理ネットに收容した受精卵は、沈下卵を除去した後、ふ化直前に飼育槽に移した。飼育は、初期餌料の適正条件を明かにするためつぎの 3 区について行った。1, 2 区は 1 kl 容ポリカーボネイト水槽に受精卵 9 万粒ずつを收容し、1 区には海産クロレラ *Nannochloropsis* sp. と油脂酵母で培養した S 型シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis rotundiformis* を 5 個体/ml の密度で、2 区は上記と同じワムシに加えてマガキ *Classostrea gigas* の trochophore 幼生を 15-20 個体/ml の密度で開口後 3 日間給餌した。3 区は 40 kl 屋内コンクリート水槽に受精卵 71 万粒を收容し、ワムシ 5 個体/ml、マガキ幼生 2-3 個体/ml の密度で同期間給餌した。開口後 4 日目以降は各区とも S 型ワムシを常時 5 個体/ml 以上の密度に保つように給餌した。ワムシ給餌期間後も生き残った 2 区には、*Artemia* の nauplius, 野母湾で灯火に集めて採集した天然プランクトン (*Acartia steueri* が主), ワムシ培養槽に増殖した *Tigriopus japonicus* およびイカナゴとオキアミのミンチ肉を順次給餌した (Fig. 2)。*Artemia* の給餌に当たっては、乳化イカ肝油を加えた海水中に 12 時間收容して、*Artemia* に不足している必須脂肪酸 (ω 3 高度不飽和酸, Watanabe et al., 1983) の強化処理を行った。各区とも飼育当初から流水にし、ワムシ給餌期間中は海産クロレラを 20-50 万細胞/ml の密度になるように毎日添加した。ふ化後 45 日に地先海面に設置した網生簀 (2×2×2 m) に稚魚を移して、以後の飼育を行った。

標本の観察と測定 受精からふ化までの卵発生の経過を観察記録した。仔稚魚についてはふ化後 5 日間は毎日、8 日以降は 5 日毎に 20-30 尾を採取し、5% ホルマリン海水で固定した。これらの標本について形態の変化を観察、スケッチするとともに、万能投影機および実体顕微鏡によってつぎの 8 部位の長さを測定した。体長 (BL, 脊索末端の上屈前は吻端から脊索末端までの長さ、上屈後は吻端から下尾骨と尾鰭の関節点までの長さ)、全長 (TL), 肛門前長 (PAL), 頭長 (HL), 眼径 (ED, 右眼の中心を通る色素沈着部分の水平距離), 体高 (BH, 胸鰭基部での体高), 上顎長 (UJL), 第 2 背鰭棘長 (DSL), 腹鰭棘長 (PSL)。各標本について濾紙で表面水を除いた後に、自動天秤で体重 (BW) を測定した。

結果と考察

採卵および人工受精 採卵・採精を試みた 20 尾中、

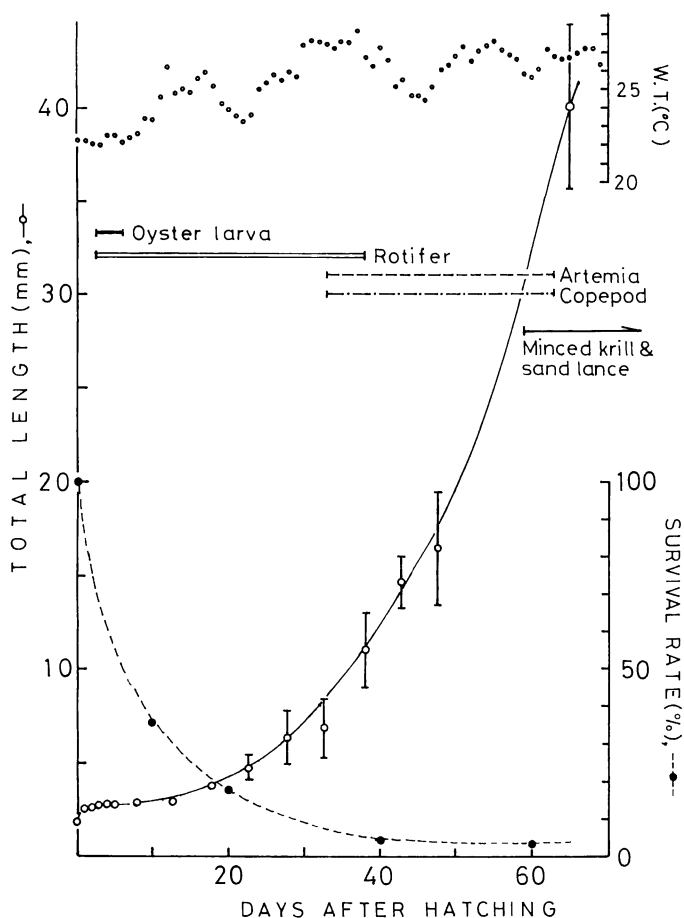


Fig. 2. Growth in total length, survival rate, successive diets and water temperature during the rearing experiment of *Epinephelus septemfasciatus*. Vertical lines indicate range of SD (n=30).

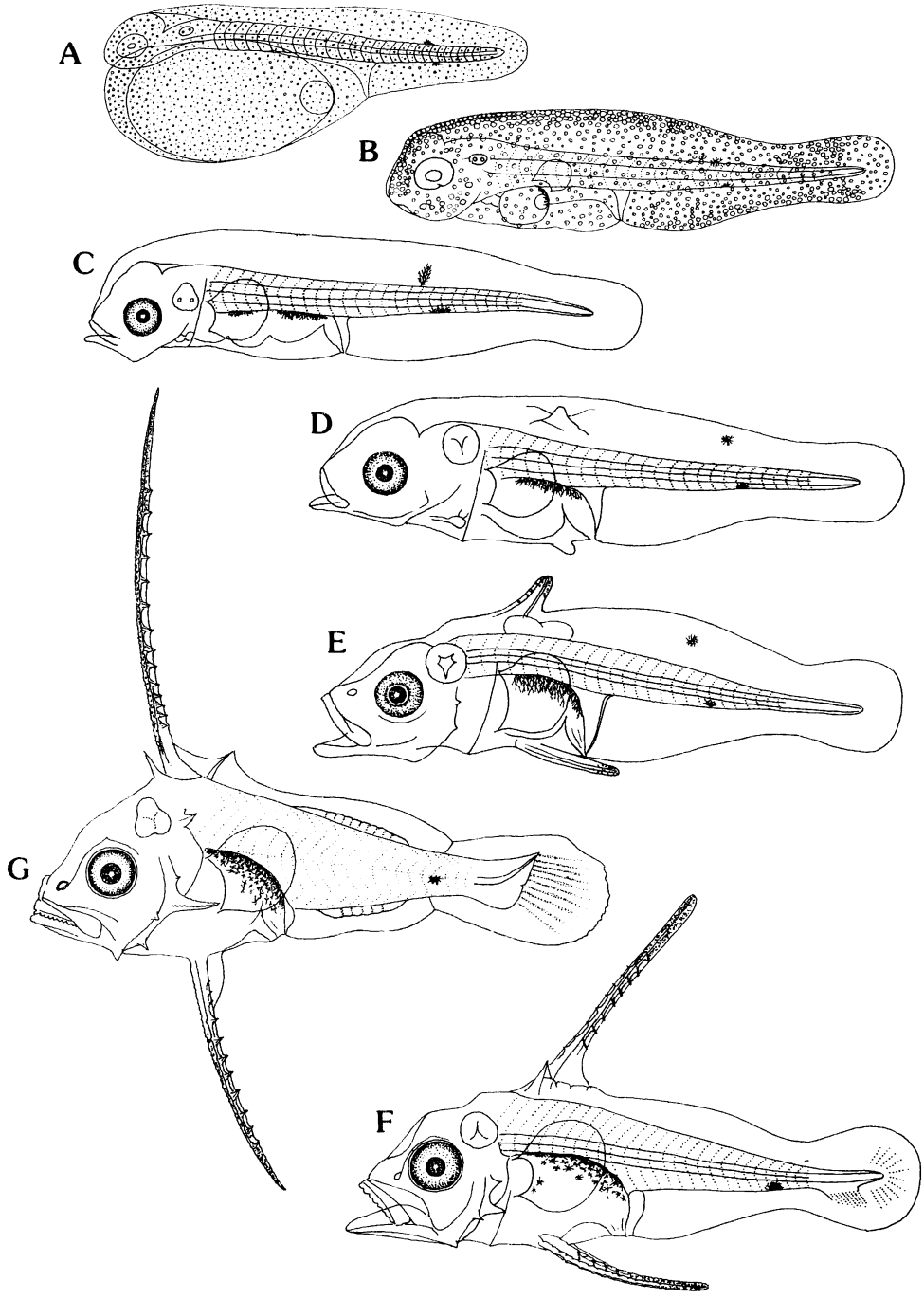
採卵できたのは雌1尾(6.4 kg)のみで、約216万の卵が得られた。精液は雄4尾(4.5-5.5 kg)から計4.9 mlが採取された。人工受精直後の浮上卵数124万、浮上卵率57.6%であったが、その後の発生停止卵や異常ふ化仔魚を除いた正常なふ化仔魚は38.5万尾、採卵数の18%弱であった。

成熟卵と卵発生 本種の成熟卵は無色透明の球形の分離浮性卵で、1個の油球を有する。卵膜に特殊な構造はなく、開卵腔は狭い。卵径は 0.88 ± 0.017 mm、油球径は 0.18 ± 0.005 mm (n=30)であった。

1987年6月25日15時に人工受精を行い、水温21.2-23.2°Cで管理した場合の卵発生経過をFig. 1に示した。媒精後35-40分で第1分割(Fig. 1B)、3時間20分でmorula期(Fig. 1E)、12時間30分で胚皮は卵黄の2/3を覆い、胚体の原基が認められた(Fig. 1F)、14時間15分

後には、原口閉鎖しKupffer氏胞出現、16時間20分後には眼胞が分化し、筋肉節3個が数えられた。19時間後には耳胞出現、筋肉節7個が数えられた(Fig. 1H)。26時間30分後には尾部は卵黄から離れ始め、筋肉節18-19が認められた(Fig. 1I)。29時間45分には心臓拍動、胚体運動が始まり、レンズが分化、Kupffer氏胞が消失した。30時間後にはふ化が始まり、35時間後までに大部分がふ化した。ふ化までに、胚体、卵黄ともに色素胞は認められなかった。

仔稚魚の飼育 仔魚はふ化後3日、2.6 mm TL前後で開口し、摂餌が始まった。S型ワムシだけを給餌した1区も開口の翌日には多くの個体で消化管内に3-4個体のワムシが認められ、その後もワムシの摂餌がみられたにもかかわらず、ふ化後15日までに全個体が斃死した。40 l水槽でS型ワムシに加えて3日間3-4個体/mlの低密



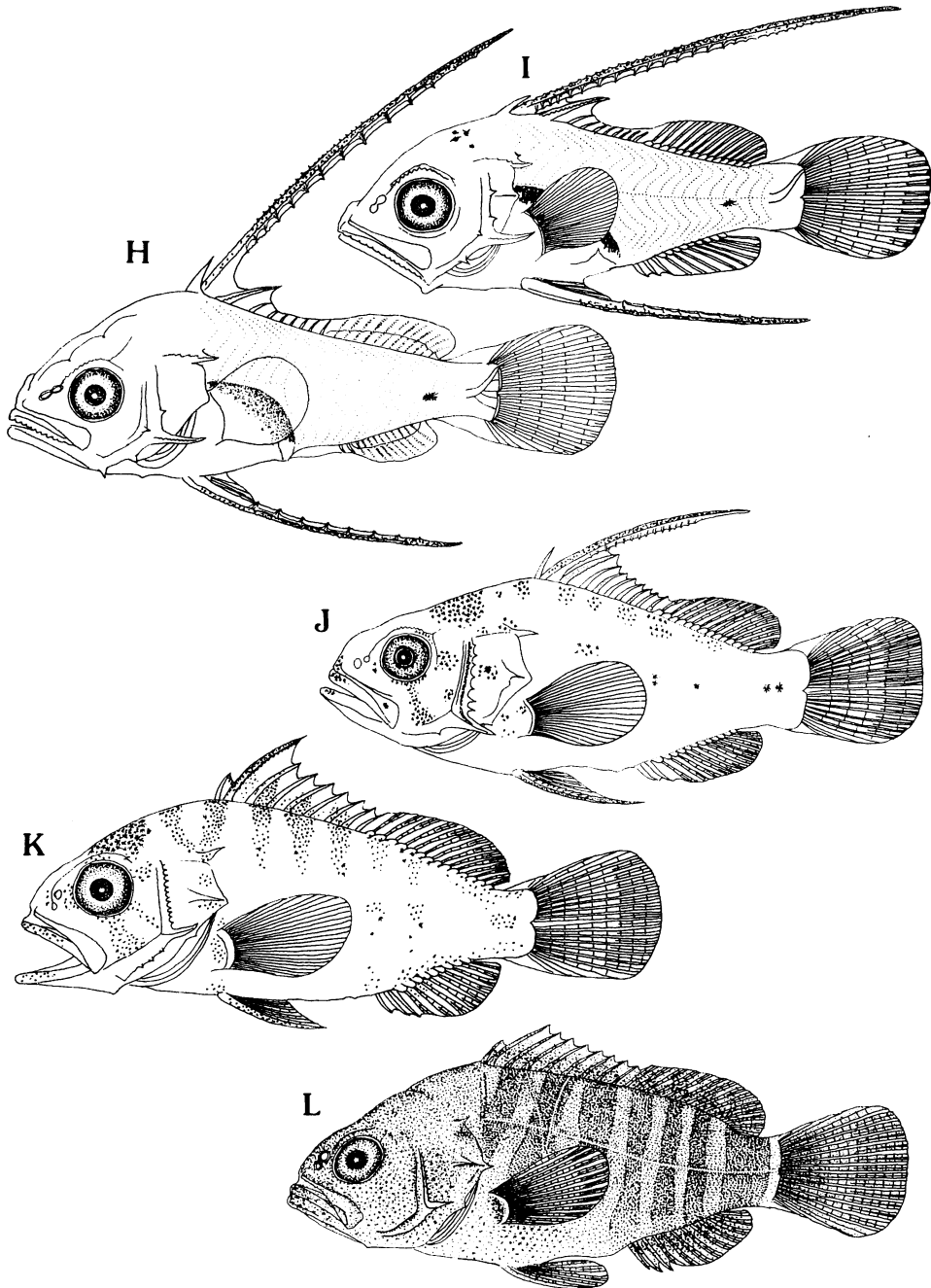


Fig. 3. Development of larval and juvenile *Epinephelus septemfasciatus* reared in the laboratory. A, newly hatched larva, 1.85 mm TL; B, prelarva, 1-day old, 2.51 mm; C, postlarva, 3-day old, 2.60 mm; D, 13-day old, 3.45 mm; E, 23-day old, 4.25 mm; F, 25-day old, 4.8 mm; G, 28-day old, 6.8 mm; H, 33-day old, 8.1 mm; I, juvenile, 38-day old, 10.5 mm; J, 48-day old, 23.8 mm; K, 60-day old, 30.8 mm; L, 75-day old, 49.3 mm.

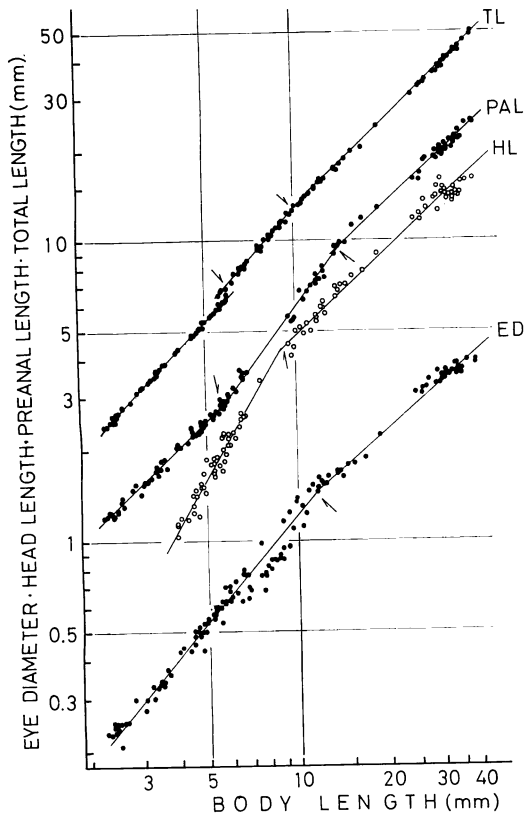


Fig. 4. Relative growth of total length, preanal length, head length and eye diameter against body length in larval and juvenile *Epinephelus septemfasciatus*. Arrows indicate inflexions.

度でカキ幼生を与えた3区も、ふ化後10日までに全滅した。結局、S型ワムシに加えて15-20個体/mlの密度で3日間カキ幼生を給餌した2区だけが生き残った。2区の成長、生残率および餌料系列をFig. 2に示した。ふ化後30日での平均全長は約7mmとその成長は遅かったが、*Artemia*と採集プランクトンの給餌とともに急激に成長し、ふ化後60日で30mm以上に達した。生残率はふ化後10日で35%、20日で20%と初期の減耗が大きかったが、稚魚期に達した40日以降はとくに目立った大量斃死はなく、ほぼ順調に成育した。仔・稚魚が併存したふ化後40日前後には、稚魚が仔魚を頭から丸呑みする共食い現象が認められたが、頻度は少なかった。

仔稚魚の形態の変化 (Fig. 3) A: ふ化直後の全長1.85mm (体長1.75mm)の前期仔魚。筋肉節数12+16=28、油球は卵黄の後端、肛門は卵黄からやや離れた体の中央より後に位置する。尾部中央の背・腹面に黒色素

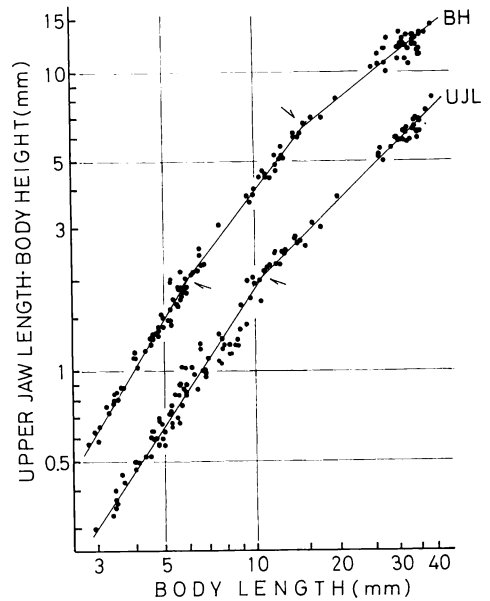


Fig. 5. Relative growth of upper jaw length and body height against body length in larval and juvenile *Epinephelus septemfasciatus*.

胞がある。膜鱗を含む体側全面は泡状の顆粒で覆われている。

B: ふ化後1日、2.51mm (2.37mm)の前期仔魚。卵黄と油球がまだ残り、未開口である。胸鰭原基が発現している。肛門はやや前進し、体中央より僅かに前に位置する。体側全面に泡状顆粒が存在する(これは仔魚期を通して認められるが、以後の図では省略する)。

C: ふ化後3日、2.60mm (2.45mm)の後期仔魚。卵黄と油球をほぼ吸収し、開口して摂餌が始まる。消化管背面に大きな黒色素叢が出現する。尾部中央に黒色素胞があるほかは、全体的に色素胞の発達に乏しい。

D: ふ化後13日、3.45mm (3.25mm)の後期仔魚、背鰭第2棘および腹鰭棘基底が出現する。

E: ふ化後23日、4.25mm (4.0mm)の後期仔魚。背鰭第2棘および腹鰭棘が伸長する。鼻孔が形成され、前鰓蓋骨後縁に2小棘が出現する。腹腔部の黒色素叢が発達する。

F: ふ化後25日、4.8mm (4.53mm)の後期仔魚。背鰭第2棘および腹鰭棘がさらに伸び、その前後縁に鋸歯を生じ、先端部に黒色素が発達する。背鰭第1棘も僅かに認められる。前鰓蓋骨後縁には、外側に3本、内側に1本の小棘が現れる。この中、外側中央の1棘は他に比べて大きい。尾鰭原基が出現するが、脊索末端はまだ直線状である。尾部の黒色素胞は集まって大きくなり、尾

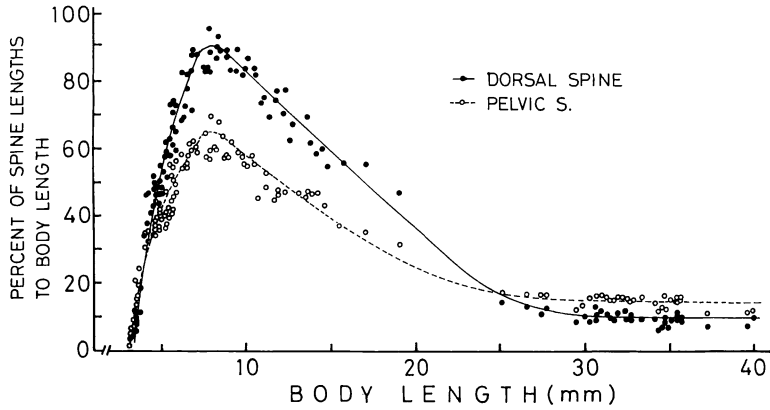


Fig. 6. Change in the lengths of the 2nd dorsal and pelvic spines as a percentage of the body length during larval and juvenile development of *Epinephelus septemfasciatus*.

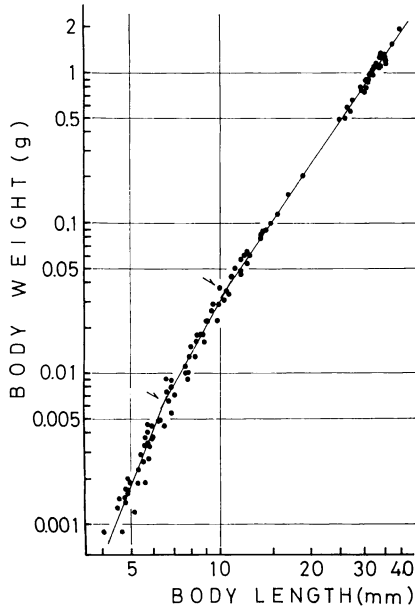


Fig. 7. Length-weight relationship in larval and juvenile *Epinephelus septemfasciatus*.

部腹面に色素叢を形成する。上顎の下部外縁に鋸歯状の連続した隆起脈を生ずる。

G: ふ化後 28 日, 6.8 mm (5.95 mm) の後期仔魚。背鰭第 2 棘および腹鰭棘がそれぞれ体長の約 70% と 50% の長さに伸びる (Fig. 6)。背鰭第 3 棘および軟条部基底が形成される。脊索末端は上屈する。前鰓蓋骨後縁の棘は発達し、とくに後縁隅角の 1 棘はさらに伸長する。尾部腹面の黒色素斑は体側正中線上に移る。

H: ふ化後 33 日, 8.1 mm (6.75 mm) の後期仔魚。背鰭

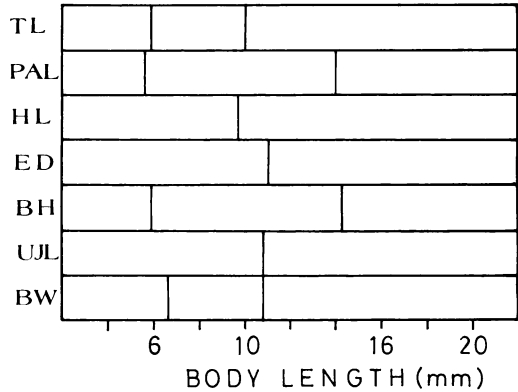


Fig. 8. Body length and the growth inflexions in several bodily parts of larval and juvenile *Epinephelus septemfasciatus*. TL, total length; PAL, preanal length; HL, head length; ED, eye diameter; BH, body height; UJL, upper jaw length; BW, body weight.

第 2 棘および腹鰭棘はそれぞれ体長の 80% と 60% に達し、最大伸長期に近い。各鰭とも棘、軟条が分化するが、まだ定数には達しない。鼻棘は中央にくびれを生じ、眼上には鋸歯を備えた骨質隆起脈、肩部にも小棘を有する骨質隆起脈が出現する。

I: ふ化後 38 日, 10.5 mm (8.5 mm) の稚魚。各鰭の鰭条数は定数に達している。背鰭第 2 棘および腹鰭棘の体長に対する相対長はやや減少し、縮小期に入る。前鰓蓋骨後縁には外側に 4 棘が数えられ、隅角の 1 棘は依然として大きい。内側の棘は退縮消失する。

J: ふ化後 48 日, 23.8 mm (19.0 mm) の稚魚。背鰭第 2 棘と腹鰭棘がまだやや長いことを除くと、体形は成魚

に似てくる。前鰓蓋骨後縁の小棘は成長とともに急速に増え、9個が数えられる。黒色素胞が頭頂部、眼の後方と下方、前・主鰓蓋骨、吻部および体背部などに出現するが、全般には依然として色素胞の発達に乏しく、生体は透明である。

K: ふ化後 60 日, 30.8 mm (25.0 mm) の稚魚。背・腹鰭の長大棘は成魚の相対長に近くなる。前鰓蓋骨後縁の棘は 16 に増え、隅角の棘はなお大きい。相対的には次第に小さくなる。黒色素胞の数が増し、体側に 7 横帯が形成される。水槽や生簀での遊泳層が、それまでの表・中層から底層に変わる。

L: ふ化後 75 日, 49.3 mm (40.4 mm) の稚魚。体形、色彩とも成魚とほとんど変わらなくなる。側線が現れ、体表の黒色素胞が急速に発達して、黄色地に褐色の 7 横帯が明瞭になる。

相対成長 体長 (mm) を基準長として前述の 8 部分長 (mm) の相対成長を求めた。Figs. 4, 5 で見られるように、これらの部分長の相対成長にはいずれも 1-3 の成長屈折点が認められ、各屈折点間の相対成長式はつぎのように求められた。

$$\begin{aligned}
 TL_1 &= 1.0570BL^{0.9989} \quad (R=0.999) \quad BL < 5.9 \text{ mm} \\
 TL_2 &= 1.0270BL^{1.1091} \quad (R=0.986) \quad 5.9 \text{ mm} < BL < 10.0 \text{ mm} \\
 TL_3 &= 1.3420BL^{0.9738} \quad (R=0.999) \quad BL > 10.0 \text{ mm} \\
 PAL_1 &= 0.5480BL^{0.9321} \quad (R=0.988) \quad BL < 5.6 \text{ mm} \\
 PAL_2 &= 0.2987BL^{1.2976} \quad (R=0.995) \\
 &\quad 5.6 \text{ mm} < BL < 14.0 \text{ mm} \\
 PAL_3 &= 0.9074BL^{0.8957} \quad (R=0.990) \quad BL > 14.0 \text{ mm} \\
 HL_1 &= 0.1154BL^{1.6263} \quad (R=0.960) \quad BL < 9.7 \text{ mm} \\
 HL_2 &= 0.7951BL^{0.8113} \quad (R=0.964) \quad BL > 9.7 \text{ mm} \\
 ED_1 &= 0.0880BL^{1.1144} \quad (R=0.971) \quad BL < 11.0 \text{ mm} \\
 ED_2 &= 0.1922BL^{0.8360} \quad (R=0.992) \quad BL > 11.0 \text{ mm} \\
 BH_1 &= 0.1058BL^{1.6430} \quad (R=0.984) \quad BL < 5.9 \text{ mm} \\
 BH_2 &= 0.1998BL^{1.2970} \quad (R=0.991) \quad 5.9 \text{ mm} < BL < 14.3 \text{ mm} \\
 BH_3 &= 0.9960BL^{0.7170} \quad (R=0.914) \quad BL > 14.3 \text{ mm} \\
 UJL_1 &= 0.0645BL^{1.4406} \quad (R=0.971) \quad BL < 10.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$UJL_2 = 0.2976BL^{0.8621} \quad (R=0.940) \quad BL > 10.8 \text{ mm}$$

背鰭第 2 棘および腹鰭棘の体長に対する比率の推移を Fig. 6 に示した。前述のように、両棘は体長 3.5 mm 頃から伸長し始め、8 mm 前後の時体長の 90%、65% と最大を示す。その後 30 mm 前後に達するまで直線的に減少し、成魚と近似の相対長を示すようになる。

脊索末端の上屈は全長約 5 mm (体長 4.7 mm) から始まり、7.2 mm (6.1 mm) 前後で屈曲角度は約 45 度になり、10.5 mm (8.6 mm) に達する頃ほぼ完了する。

体長 (mm) と体重 (g) の関係には 2 か所に屈折点が認められ (Fig. 7)、各直線は以下に示した関係式で表される。

$$\begin{aligned}
 BW_1 &= 0.0002BL^{4.2597} \quad (R=0.943) \quad BL < 6.6 \text{ mm} \\
 BW_2 &= 0.0008BL^{3.5918} \quad (R=0.962) \quad 6.6 < BL < 10.7 \text{ mm} \\
 BW_3 &= 0.0367BL^{2.9400} \quad (R=0.998) \quad BL > 10.7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

以上示した各部分長および体長-体重関係における屈折点は、Fig. 8 のように体長が 6 mm, 10 mm および 14 mm 付近に集中して認められる。肛門前長以外の各部分長は体長 6 mm または 10 mm までは優成長、その後劣成長を示す。肛門前長は体長 6 mm までやや減少傾向の後優成長、ついで劣成長になる。

これらの部分長で体長 6 mm 前後にみられる第 1 屈折点は脊索末端の上屈開始期、10 mm 前後の第 2 屈折点は仔魚期から稚魚期への移行期にそれぞれ対応していると考えられる。

現在までに報告されたマハタ属魚類の仔稚魚ではいずれも背鰭第 2 棘と腹鰭棘が伸長する (水戸ほか, 1967; Hussain & Higuchi, 1980; 浜本ほか, 1986; 宮本・塚島, 1989)。しかし、その最大伸長期での全長(または体長)に対する比率は魚種によって異なり (Table 1)、マハタは他種に比べて著しく大きい。

今回の飼育実験では、初期餌料としてマガキ幼生と S 型ワムシを併用した飼育群で約 600 尾の種苗サイズの稚魚が得られた (生残率 1.7%)。今後実用的な生産技術を確立するには、安定した採卵方法及び初期餌料の開発が必

Table 1. Comparison of the maximal ratios of the 2nd dorsal and pelvic spine lengths to body and/or total length among five species of *Epinephelus*.

	2nd D. S. (%)		P. S. (%)		
	to BL	to TL	to BL	to TL	
<i>E. akaara</i>	50	—	41	—	Mito et al. (1967)
<i>E. salmoides</i>	60	—	53	—	Hamamoto et al. (1986)
<i>E. moara</i>	—	40	—	30	Miyagi & Tsukashima (1989)
<i>E. tauvina</i>	—	48	—	42	Hussain & Higuchi (1980)
<i>E. septemfasciatus</i>	90	75	65	54	Present work

要である。これらは現在開発研究が行われているキジハタ *E. akaara* (鶴川ほか, 1966; 水戸ほか, 1967; Tseng and Ho, 1979; 浜本・吉松, 1984; 難波・和田, 1984; 萱野・尾田, 1986a, b; Fukuhara and Fushimi, 1988), クエ *E. noara* (真鍋・春日, 1989; 宮木・塚島, 1989; 原田ほか, 1989), ヤイトハタ *E. salmoides* (浜本ほか, 1986; 黄ほか, 1986), ノミノクチ *E. fario* (辻ヶ堂・林, 1982), アカハタ *E. fasciatus fasciatus* (村井ほか, 1984), ヒトミハタ *E. tauvina* (Chen et al., 1977; Hussain and Higuchi, 1980) などマハタ属魚類についても共通の課題である。

引用文献

- Chen, F. Y., M. Chow, T., M. Chao and R. Lin. 1977. Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskål) in Singapore. Singapore J. Pri. Ind., 5(1): 1-21.
- Fukuhara, O. and T. Fushimi. 1988. Fin differentiation and squamation of artificially reared grouper, *Epinephelus akaara*. Aquaculture, (69): 379-386.
- 浜本俊策・吉松貞昭. 1984. 渦鞭毛藻類 Dinophysidae 2種のキジハタ *E. akaara* (Temminck et Schlegel) 仔魚への投餌効果(予報). 香川県水産試験場報告, (21): 63-71.
- 浜本俊策・真鍋三郎・春日 公・野坂克己. 1986. ヤイトハタ *Epinephelus salmoides* (Lacepede) の水槽内産卵と生活史. 栽培漁業技術開発研究, 15(2): 143-155.
- 原田輝雄・村田 修・宮下 盛・岡田貴彦・向井良夫・米島久司・和泉健一. 1989. クエの養成, 成熟促進, 人工受精および仔稚魚の飼育. 平成元年度日本水産学会春季大会講演要旨集: 35.
- 黄 丁士・林 金栄・顔 枝麟・劉 継源・陳 其林. 1986. 鮭形石斑魚 *Epinephelus salmoides* (Lacepede) 之人工繁殖-I. 種魚の再熟・採卵及胚体の発育-II. 仔魚培育試験及形態変化. 台湾省試験所試験報告, (40): 219-256.
- Hussain, N. and M. Higuchi. 1980. Larval rearing and development of the brown spotted grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskål). Aquaculture, (19): 339-350.
- Katayama, M. 1960. Fauna Japonica, Serranidae (Pisces). Tokyo News Service, Ltd., Tokyo, viii+189 pp., 86 pls.
- 萱野泰久・尾田 正. 1986a. キジハタ種苗生産における適正餌料の検討. 岡山県水産試験場報告, (1): 62-65.
- 萱野泰久・尾田 正. 1986b. 大型水槽を用いたキジハタ仔稚魚の飼育. 岡山県水産試験場報告, (1): 66-70.
- 真鍋三郎・春日 公. 1989. 水槽内におけるクエの産卵行動と初期生活史について. 動物園水族館雑誌, 30(1): 16-24.
- 水戸 敏・鶴川正雄・樋口正毅. 1967. キジハタの幼期. 内海区水研報, (25): 337-347.
- 宮木廉夫・塚島康生. 1989. クエ仔稚魚の飼育と形態の変化. 平成元年度日本水産学会春季大会講演要旨集: 35.
- 村井 衛・青木雄二・西村和久. 1984. アカハタの採卵について. 栽培漁業技術開発研究, 13(1): 63-67.
- 難波洋平・和田 功. 池中養成したキジハタ親魚からの採卵とふ化飼魚の飼育について. 岡山県水産試験場事業報告(昭和58年度): 69-72.
- 高屋雅生・荒川敏久. 1987. ホルモン処理によるクエ, マハタの産卵促進. 長崎県水産試験場報告, (13): 39-41.
- Tseng, W.-Y. and S.-K. Ho. 1979. Egg development and early larval rearing of red grouper (*Epinephelus akaara* Temminck & Schlegel). Quarterly Journal of the Taiwan Museum, (32): 209-219.
- 辻ヶ堂諦・林 文蔵. 1982. ノミノクチの産卵生態と卵発生および仔魚について. 三重県尾鷲水産試験場事業報告(昭和55年度): 29-34.
- 塚島康生・北島 力. 1983. メチルテストステロン経口投与によるマハタの雄性化の促進. 長崎県水産試験場報告, (9): 55-57.
- 鶴川正雄・樋口正毅・水戸 敏. 1966. キジハタの産卵習性と初期生活史. 魚類学雑誌, 13(4-6): 156-161.
- Watanabe, T., A. Tamiya, M. Oka, M. Hirata, C. Kitajima and S. Fujita. 1983. Improvement of dietary value of live foods for fish larvae by feeding them on ω 3 highly unsaturated fatty acids and fat-soluble vitamins. Nippon Suisan Gakkaishi, 49(3): 471-479.

(Received October 23, 1989; accepted December 12, 1990)