

カンパチの卵発生と仔稚魚の形態

升間主計・兼松正衛・照屋和久

907 石垣市字浮海大田 148 日本栽培漁業協会八重山事業場

Embryonic and Morphological Development of Larvae and Juveniles of the Amberjack, *Seriola dumerili*

Shukei Masuma, Masaie Kanematu and Kazuhisa Teruya

Yaeyama Station, Japan Sea Farming Association, 148 Ohta, Ishigaki 907-04, Japan

Embryonic and morphological development of larvae and juveniles of the amberjack, *Seriola dumerili* Risso, are described using specimens raised at Yaeyama Station (Ishigaki Island, Okinawa Pref.), Japan Sea Farming Association. The specimens obtained from brood fish (3 females, 3 males) were treated with gonadotropin and spawned on 6th of April 1987. The eggs of amberjack are pelagic, spherical in shape and 1.01–1.17 mm in diameter. The yolk is roughly segmented and has a single oil globule 0.22–0.24 mm in diameter. The perivitelline space is narrow. During development, a few melanophores and no xanthophores were observed on yolk. Hatching took place 35 hrs. 15 min. after spawning out at temperatures 23.1–23.7°C. The newly hatched larvae were 2.84–3.04 mm in TL with 27 (13+14) myomeres and an oil globule anteriorly situated beyond the head. 3 days after hatching 4.00 mm TL, the mouth opened. 10 days after hatching 4.26 mm TL, small denticles appeared on the margin of the upper jaw and there were 1 anterior and 2 posterior preopercular spines. At 5.96 mm TL, notochord was slightly flexed. Caudal, dorsal and anal fins with rudiments of rays appeared at 8.00 mm TL. The specific numbers of all fin rays and spines were obtained in a juvenile 9.60 mm TL. In a juvenile 34.25 mm TL, 54 days after hatching, the characteristic brown band of amberjack had appeared on head. Some notable changes in relative growth were observed at 5 mm and 15 mm in TL.

カンパチ *Seriola dumerili* Risso は我が国周辺の温帶、
亜熱帯海域に広く分布し、ブリ属の中で最も大きく成長
する種である。市場価値は高いが、天然種苗の採捕量が
少ないので単独で養殖の対象種となることは殆どない。

本種の養成親魚からの採卵については原田ほか(1970), 土津井ほか(1979), 塚島ほか(1987)の報告があるに過ぎない。初期生活史については内田ほか(1958)が、朝鮮半島南岸沖と対馬暖流調査において採集された標本を用いて仔魚後期から幼期までの記載を行っているが、標本数が少ないので必ずしも十分な観察は行われていない。

日本栽培漁業協会八重山事業場では、1986年から本種の親魚養成を行っているが、著者等は1988年3月に養成親魚から受精卵を得て飼育し、卵から全長50mmの稚魚に至るまでの形態変化、行動について観察したので報告する。

材料および方法

1. 採卵 親魚は1986年8月に鹿児島県笠沙町笠沙漁業協同組合で養殖中の当才魚200尾と1才魚50尾を当場に運んで養成したものである。養成は5×5×5mの海上の網生簀3-4面を用いて行い、冷凍マアジに添加剤(ビタミン類等)を加えて、ほぼ隔日に飽食するまで投与した。採卵に使用した親魚は、満3才の雄3尾と雌3尾で、尾叉長は76.8–82.8cm、体重は9.7–12.8kgであった。1987年2月29日にホルモン処理(ゴナドトロピンを魚体重1kg当たり670–1,000IUの割合で背側筋肉中に打注)して、海上の網生簀から陸上の110m³水槽へ収容した。水槽内で産出された卵はサイホンで採卵ネットに集めた。親魚を水槽収容後から再び海上の網生簀へ移すまでの68日間に計3回(3月15, 23日, 4月4日)のホルモン処理を行った。

卵発生過程の観察に供した卵は、4月4日にホルモン

処理し、2日後に産出されたものである。産卵時間を確認するために、4月5日の午後11時から10分毎に採卵ネット内の卵の有無を確かめた。4月6日、採卵ネット内に卵が初めて確認された時点で500 mlの硝子ビーカーに採取し、実験室において、ビーカー内の水温をウォーターバスで23.1–23.7°Cに調整して孵化まで観察した。

2. 仔魚の飼育、観察 仔魚の飼育には10 m³コンクリート水槽と1 m³パンライト水槽を用いた。水温は23–26°Cに保った。餌として開口直後からL型シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis*、全長約5 mm頃からアルテミア *Artemia salina* のノープリウス幼生、全長約8 mmから3種類の孵化仔魚（ハマフェフキ *Lethrinus nebulosus*、スジアラ *Plectropomus leopardus* 及びマダラハタ *Epinephelus microdon*）を、全長約10 mm以後は配合飼料を与えた。

卵・仔稚魚の形態については、顕微鏡描画装置（Nikon製）を用いて観察、描画を行った。記載は、主にMS 222で麻酔した個体について行い、補足的に5%ホルマリン固定標本を用いた。鰓蓋棘と鰭条の観察はRose Bengal（半井化学薬品）で染色して行った。飼育魚の1部を5%ホルマリンで固定保存し、後日、相対成長の測定と形態の補足的観察に用いた。

結果と考察

1. 卵発生 (Table 1) 4月6日、午前1時20分に採卵ネット内に卵を確認し、発生経過の観察を開始した。以下の記述では、卵発生後の経過時間は採卵後の経過時間として示す。

卵は球形の分離浮遊卵で1個の油球を有し、卵黄にはブリ属に見られる泡状構造があり（内田ほか、1958）、囲卵腔は狭い (Fig. 1A)。卵径は1.01–1.17 mmで平均1.12 mm、油球径は0.22–0.24 mmで平均0.23 mmであった。産卵期間中に明瞭な卵径の変化は見られなかった。

30分後に胚盤が隆起し、発生が始まった (Fig. 1A, B)。3時間10分後に64細胞期で、横から見た細胞層は2層（初期桑実胚、Fig. 1C）、4時間30分後に細胞層は4層（胞胚初期、Fig. 1D）となった。8時間30分後に胚環部位で陷入が始まった（囊胚初期、Fig. 1E）。胚盤葉の卵黄周辺への被包は進み（囊胚後期、Fig. 1F）、13時間20分後に胚環が卵径の3/4を被包した時に胚体が出現 (Fig. 1G) した。その後、眼胞が形成されたときに体節数は2、Kupffer氏胞が形成 (Fig. 1H) されたとき、体節数は3となつた。体節数が7の時に原口が閉鎖した。20時間20

分後に初めて、胚体・卵黄上に黑色素胞が出現した。この時の体節数は12であった。21時30分後に体節数は13–14となって耳胞が形成 (Fig. 1I) され、22時間後には黄色素胞も胚体上に出現し、黑色素胞は体節、卵黄、油球上に見られた。体節数が15–17のときにKupffer氏胞が消失し、レンズが形成され (Fig. 1J)、さらに心臓の拍動 (Fig. 1K) が始まった。32時間40分後に卵が沈下し始めた。この様な孵化前の卵の沈下はブリ（原田、1966）、ヒレナガカンパチ（升間ほか、1988）などのブリ属で観察されている他、マサバ（渡辺、1970）、キハダ（森ほか、1971）などについても報告がある。孵化前 (Fig. 1L) には胚体は活発に運動し、尾端は卵黄から離れ、長く伸びている。孵化は37時間40分後に始まり38時間30分後に盛期に達した。

本研究で観察したカンパチの卵を既に報告されているブリ属の他の3種の卵と比較すると以下の如くである。平均卵径と卵径範囲(()内に示す)について見ると、ヒラマサ（藤田・与賀田、1984）では1.36 mm (1.27–1.50

Table 1. Embryonic development of *Seriola dumerili* egg. (Temp. 23.1–23.7°C)

Developmental stage	Time after collection
Collection	00:00
One-celled ovum	00:30
Two-celled ovum	00:50
Four-celled ovum	01:30
Eight-celled ovum	01:50
Sixteen-celled ovum	02:20
Thirty-two-celled ovum	02:50
Early morula	03:10
Late morula	03:30
Early blastula	04:30
Middle blastula	07:00
Late blastula	08:00
Early gastrula	08:30
Middle gastrula	09:20
Late gastrula	12:00
Appearance of embryo	13:20
Formation of optic vesicles	15:30
Appearance of Kupffer's vesicle	15:40
Closure of blastopore	18:40
Appearance of melanophores	20:20
Formation of auditory vesicles	21:30
Appearance of xanthophores	22:00
Disappearance of Kupffer's vesicle	23:10
Formation of lenses	23:40
Beginning of heart beat	25:30
Motility of embryo	27:00
Sinking	32:40
Hatching	38:30

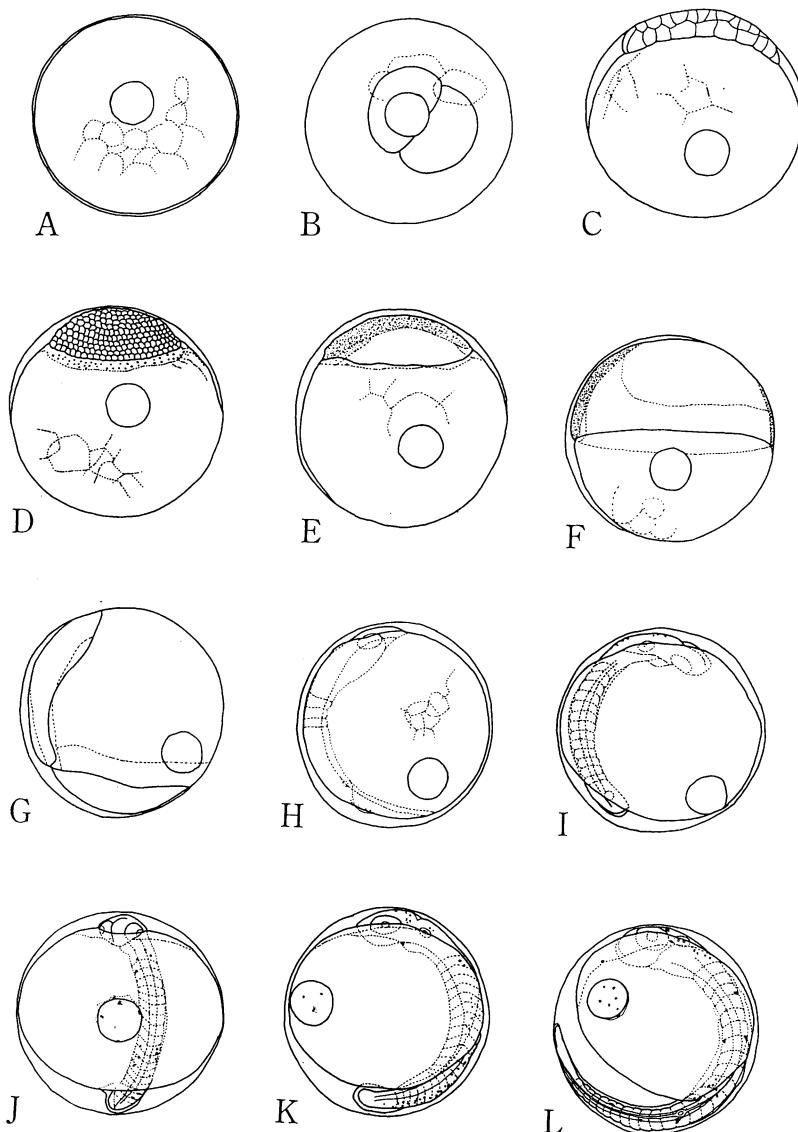


Fig. 1. Embryonic development of *Seriola dumerili*. A, before cleavage; B, two-celled ovum, 50 min; C, early morula, 3 h 10 min; D, middle blastula, 7 h; E, early gastrula, 8 h 30 min; F, late gastrula, 12 h; G, formation of embryo, 13 h 20 min; H, formation of optic vesicles, 15 h 30 min; I, formation of auditory vesicles, 21 h 25 min; J, formation of lenses, 23 h 10 min; K, beginning of heartbeat, 25 h 25 min; L, ca. 1 h 30 min before hatching, 37 h.

mm), ブリ (内田ほか, 1958) で 1.25 mm (1.18–1.34 mm), ヒレナガカンパチ (升間ほか, 未発表) で 1.01 mm (0.89–1.09 mm) で、卵径はヒラマサ > ブリ > カンパチ > ヒレナガカンパチの順になっている。卵黄上の色素については、藤田・与賀田 (1984) は、ブリでは黄色素胞が出現するが、ヒラマサでは黄・黒両色素胞とも出現しないとしている。ヒレナガカンパチ (升間ほか, 未発表)

では黑色素胞ではなく黄色素胞のみが出現する。カンパチでは 2 個の黑色素胞が出現した点で上記 3 種と異なっている。

2. 仔稚魚の形態 孵化直後 (Fig. 2A) の仔魚は、全長 2.84–3.04 mm, 卵黄の長径 1.18–1.58 mm, 油球径 0.21–0.24 mm, 筋肉節数 13+14=27。卵黄は長楕円形で、仔魚の頭部前端より前に大きく突き出していた。卵黄

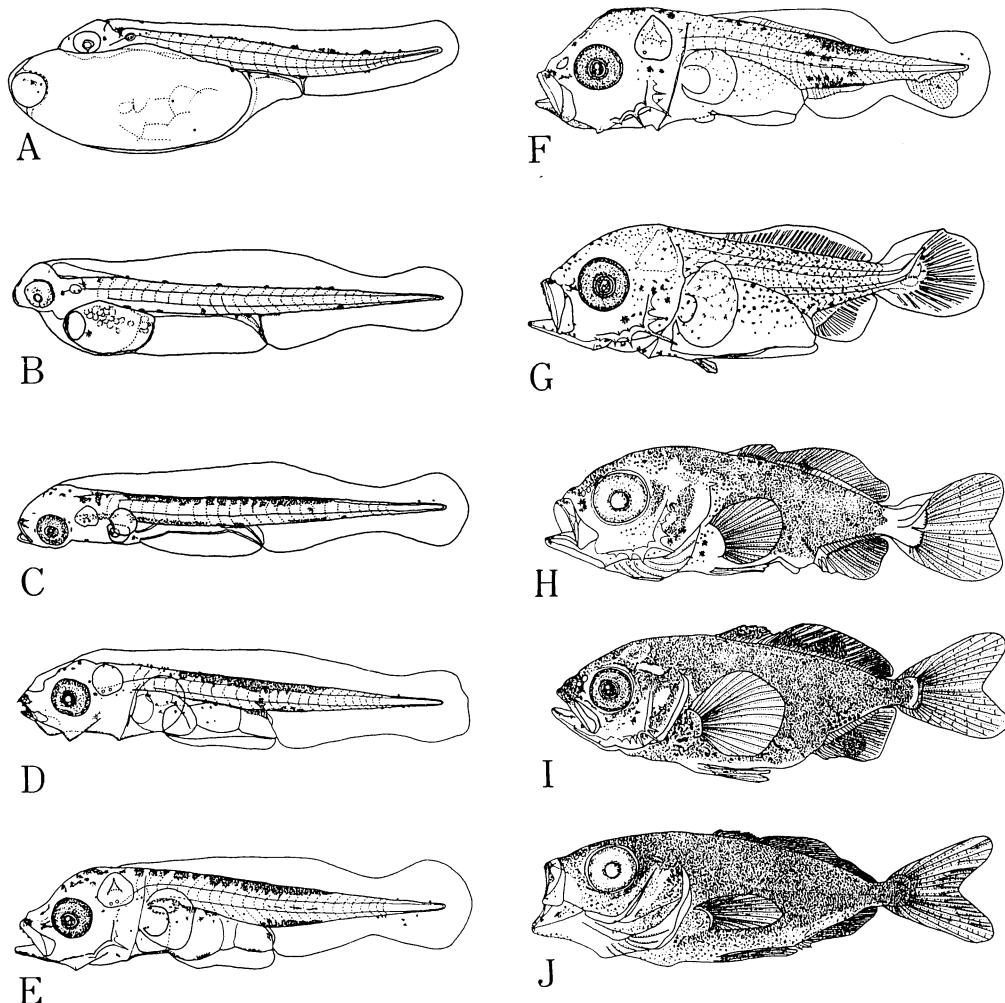


Fig. 2. Development of reared larvae and juveniles of *Seriola dumerili*. A, newly hatched larva, 2.86 mm in total length; B, prelarva, 24 h after hatching; C, prelarva, 3 days old, 4.00 mm; D, prelarva, 8 days, 4.26 mm; E, postlarva, 10 days, 4.62 mm; F, postlarva, 20 days, 5.96 mm; G, postlarva, 27 days, 8.00 mm; H, juvenile, 30 days, 9.60 mm; I, juvenile, 35 days, 17.25 mm; J, juvenile, 54 days, 34.25 mm.

前端を含めた大きさは 3.08–3.26 mm であった。油球は卵黄の前端に位置した。肛門は体中央よりやや後方に位置した。黒色素胞は眼の後方と前方、頭部背面、体の背面と腹面、卵黄上および油球の後縁にあった。体背面には背側正中線に沿って約 10 個が観察された。腹面の黒色素胞は背面に比べて少なく、卵黄上には僅かに 2 個、小さな黒色素胞が見られるのみであった。黄色素胞は眼の後端、油球の前端、卵黄後端、肛門部、体部の背・腹面正中線上に見られた。特に、尾部背面正中線上では仔魚膜上にまで広がっていた。

孵化後 24 時間の仔魚は (Fig. 2B), 全長 3.62–4.00

mm, 卵黄の長径 0.56–0.67 mm, 油球径 0.18–0.19 mm, 筋肉節数 $11+14=25$ 。卵黄は吸収されて小さく、泡状となり、前端は眼の後端と耳胞前端のほぼ中央にあった。口はまだ開かず、眼には僅かに色素の沈着が認められた。黒色素胞は頭部前端、眼後縁、体の背・腹面、油球前端、卵黄後端及び肛門から体腹面にかけて分布した。黄色素胞は頭頂部、眼後縁、油球上、さらに体腹部の腹面と肛門の前後の膜鰓及び尾部中央の背面から膜鰓背縁に沿って広く分布し、肉眼でも容易に観察できた。

孵化後 48 時間で全長 4.00–4.14 mm, 卵黄の長径 0.25–0.36 mm, 油球径 0.13–0.16 mm となるが、未だ開口はし

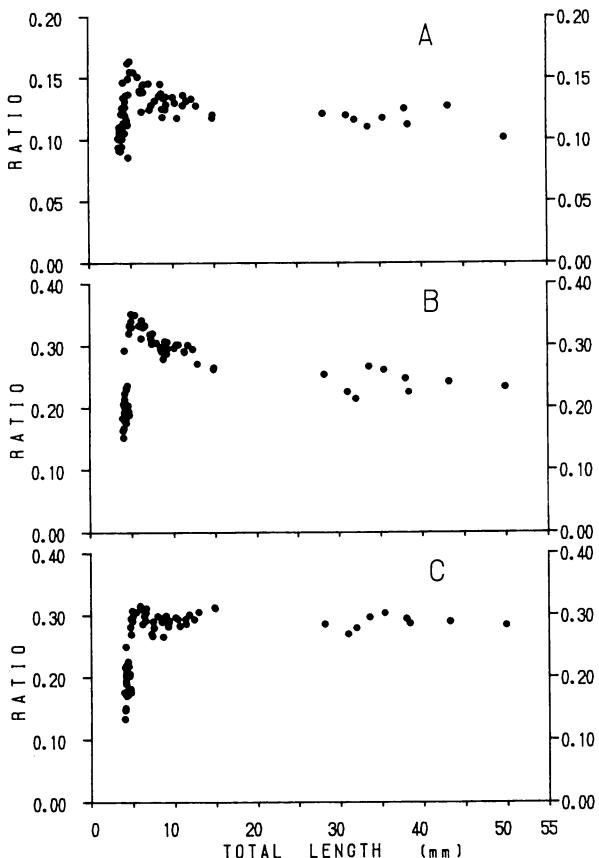


Fig. 3. Changes in the ratio of some body parts against total length during larval and juvenile stages of *Seriola dumerili*. A, proportion of upper jaw length to total length; B, proportion of head height to total length; C, proportion of body height to total length.

ていなかった。

孵化後 3 日で全長 3.94–4.16 mm, 卵黄の長径 0.13–0.24 mm, 油球径 0.06–0.09 mm となり開口した (Fig. 2C)。卵黄、油球共にはほぼ吸収された。眼には黑色素が沈着し、胸鰓の原基が形成された。黑色素胞は吻端、頭頂から背面に沿って広がり、頭部後方から尾部までの腹腔内背面にも見られた。黄色素胞は肛門よりやや前方の体背面から尾部中央と胸鰓後方から尾部中央までの体腹面にあり、尾部中央では体側にも広がっていた。膜鰓上の色素胞がほとんど見えない個体とまだ残存している個体とがあった。黄色素胞は黑色素胞の下に広がっていた。

孵化後 6 日目（開口 3 日目）から開鰓個体が現われた。

全長 4.26 mm（孵化後 8 日, Fig. 2D）の仔魚では上顎に歯が形成され、鰓が発達し、消化管には腸と直腸の分化が見られた。前部前鰓蓋棘が 1 つ、後部前鰓蓋棘が 2 つ認められた。

全長 4.62 mm の仔魚（孵化後 10 日, Fig. 2E）には鼻孔

が形成され、前部前鰓蓋棘が 2 つ、後部に 3 つの棘が認められた。この時期から体高の増大が顕著となった。黄色素胞は頭部後方から尾部中央まで広がっていた。

全長 5.96 mm の仔魚（孵化後 20 日, Fig. 2F）は腹鰓の原基が形成され、脊索の後端がやや上屈し、背鰓、臀鰓および尾鰓鰓条の基底原基が出現していた。仔魚膜鰓には尾柄部でくびれが生じていた。前部前鰓蓋棘は 3 つ、後部前鰓蓋棘が 5 つとなり、肩帶上部にも 2 棘が形成された。黑色素胞は頭頂部から背面に沿って尾部第 7–8 筋肉節にまで、体側面、尾部腹面の第 6–7 筋肉節まで、頭部では下顎と吻部及び鰓蓋骨上部に広がっていた。黄色素胞も黑色素胞が分布する範囲の体側全体に広がり、黑色素胞が凝集している時は、外観的には魚体が白く見える。この状態を飼育状態が良好である時の目安としている。

全長 8.00 mm の仔魚（孵化後 27 日, Fig. 2G）では各鰓鰓条の原基が出現し、脊索の後端は大きく上屈し、下尾軸骨の形成が始まっていた。仔魚膜鰓は尾柄部で前後

に分離した。前部前鰓蓋棘は3つ、後部前鰓蓋棘の数は7つに増し、最大の隅角棘を含めて上方に4棘、下方には3棘が認められた。黄・黒両色素胞とともに尾柄部から後方を除いた体側全体に広がり、黑色素胞は尾端部に少し認められた。頭部にも眼の前下方を除いて点在し、黄色素胞は頭部全体に分布していた。

孵化後30日、全長9.60mm、尾叉長9.25mm(固定標本)(Fig. 2H), 各鰭条数は定数に達していた。前鰓蓋棘数には変化がないが、前部棘の退行が始まった。黑色素胞はほぼ体全体を覆った。

孵化後35日、全長17.3mm、尾叉長16.2mm(Fig. 2I), 前部前鰓蓋棘は退行し、後部前鰓蓋棘は8棘を数えた。黄・黒両色素胞は体全体を覆い、黑色素胞は背鰭、臀鰭にも広がっていた。

孵化後54日、全長34.3mm、尾叉長31.5mm(固定標本)(Fig. 2J), 前部前鰓蓋棘も完全に退行し、生時には頭頂部に本種の特長である八の字型の色素帯と体側に6本の横縞が見られた。カンパチの八の字形の色素帯は、ヒレナガカンパチに比べて薄いが、その濃さは魚の状態によって変化する。6本の横縞は全長27mmの個体で既に出現しているのを認めた。

3. 成長に伴う体部位比の変化 Fig. 3A-Cに全長50mmまでの全長と体高、頭高及び上顎長との関係を示した。体高は軸幹部の最大垂直距離、頭高は後頭部背中線から胸部下面の外郭までの垂直距離、上顎長は前上顎骨の前端から主上顎骨の後端までの長さとして測定した(渡辺、1970)。上述の各体部位比はいずれも、全長約5mmで最大に達する。その後、上顎長、頭長については全長約15mmまで低下し、体高は大きくは変化しない。全長15-30mmの資料が不十分であるが、25mm以降ではいずれの部位についても比の値が一定となるように思われた。初めの変曲点に当たる全長5mmは鰓の形成が始まる時期である。全長15mm以降は形態的に稚魚の特徴が具わり、行動的にも次のような習性が観察された。

孵化後30日前後(全長10-15mm)、昼間大部分の稚魚が水槽壁に沿って群集しているなかで、一部の個体が通気用ホースに集まっているのが観察され始めた。夜間においては、昼間ホースに付いている個体も付いていない個体も表層付近で尾部をJの字状に曲げた状態で、パッチ状の群れを形成していた。大型個体ほどこの習性が強った。この時の平均全長は約15mmであった。この行動は流れ藻に付く習性に対応しているように思われる。

以上の結果から、全長5mmおよび15mmの段階が本種仔稚魚にとって形態的に、そしておそらく生態的にも

重要な変化期であると推察された。

今回の種苗生産では全長30mmまでの生残率が1%以下と極めて低かった。そのため、十分な資料に基づいた検討ができなかった。また観察材料が種苗生産魚であるので、必ずしも天然の仔稚魚と形態が一致しないことも考えられる。今後、更に詳細な調査と検討が必要である。

謝 詞

本研究の機会と便宜を与えられた日本栽培漁業協会八重山事業場伏見 浩場長(現南伊豆事業場)と現八重山事業石橋矩久場長、ならびに飼育と採卵に多大の協力をいただいた同事業場職員の方々に謝意を表す。本稿の御校閲をいただいた東京大学名誉教授大島泰雄博士と有益な助言をいただいた日本栽培漁業協会常務理事須田 明博士に深く感謝する。

引 用 文 献

- 土津井憲彰・福見敏房・長谷川好男. 1979. 養成カンパチの成熟状態と人工採卵・孵化仔魚の飼育について. 栽培漁業技術開発研究, 8(2): 95-103.
- 藤田矢郎・与賀田稔久. 1984. ヒラマサの成熟促進、卵内発生と幼稚仔魚類学雑誌, 30(4): 426-434.
- 原田輝雄. 1966. ブリの増殖に関する研究. 近畿大学水産研究所報告, (1): 1-275.
- 原田輝雄・村田 修・水野兼八郎・古谷秀樹・熊井英水・中村元二. 1970. カンパチの親魚養成・人工ふ化仔魚飼育. 日本水産学会昭和45年度春季大会講演要旨, p. 34. 日本水産学会, 東京.
- 升間主計・兼松正衛・照屋和久. 1988. ヒレナガカンパチの親魚養成と採卵. 昭和63年度日本栽培漁業協会八重山事業場事業報告(内部資料), 1988: 15-19.
- 森 慶一郎・上柳昭治・西川康夫. 1971. キハダの人工ふ化・飼育における仔魚の形態変化. 遠洋水産研究所研究報告, (5): 219-231.
- 塚島康夫・内田隆信・高屋雅生・荒川敏久. 1987. カンパチ採卵試験. 長崎県水産試験場事業報告, 1987: 120-122.
- 内田恵太郎・道津喜衛・水戸 敏・中原宮太郎. 1958a. ブリの産卵および初期生活史. 九州大学農学部学芸雑誌, 16(3): 329-342, 2 pls.
- 内田恵太郎・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. 1958b. 日本産魚類の稚魚期の研究第1集. 九州大学農学部水産学第2教室, 89 pp., 86 pls.
- 渡辺泰輔. 1970. マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東海区水産研究所研究報告, (62): 1-283.

(Received September 9, 1989; accepted April 21, 1990)