

メナダ仔稚魚における鰭と鱗の発達

吉松, 隆夫
九州大学農学部附属水産実験所

<https://doi.org/10.15017/23569>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 50 (3/4), pp.163-171, 1996-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

メナダ仔稚魚における鰭と鱗の発達*

吉 松 隆 夫

九州大学農学部附属水産実験所

(1995年11月27日受理)

Early Fin-development and Squamation of Laboratory-reared Redlip Mullet, *Liza haematocheila*

Takao YOSHIMATSU

Fishery Research Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 811-33

緒 言

メナダ *Liza haematocheila* (Temminck et Schlegel) はスズキ目 Perciformes ボラ亜目 Mugiloidae ボラ科 Mugilidae メナダ属 *Liza* に属する魚類で、最大全長は1 mに達し九州以北の日本、朝鮮半島周辺、中国北部等の極東の中高緯度地域の沿岸部海域に分布している。近縁のボラ *Mugil cephalus* やセスジボラ *Liza affinis* と同様に成魚は主に水底の珪藻、藍藻や有機物のデトリタスを食するが、ボラのように大きな回遊は行わず、主にサロマ湖、東京湾、瀬戸内海、有明海などの泥質で海水の濁りの強い海域に棲む(藤田, 1979; 吉野・瀬能, 1984; 落合・田中, 1984)。九州の有明海においては、湾奥部で3月下旬から5月上旬にかけて産卵し、湾内でその全生活史をおくと報告されている(藤田, 1979; 田北, 1980)。ボラが秋冬に美味なのに対しメナダは夏美味といわれており、有明海でも早春から夏期にかけて沿岸に設置した罾網等で漁獲され、大型個体は活魚で賞味される。しかしながら近年は漁獲が減少しており、特に大型個体の減少が著しいといわれている。すなわち本種においても増殖学的研究の必要性が増しているといえる。

一般に魚類の種苗生産に際しては、その対象とする魚種の初期生活史に関する詳細な検討がまず必要となる。仔稚魚の成長に伴う形態、生態あるいは生理面等における変化の諸相を知ることなしに、発育や成長の状態を正確に把握したり、異常魚の出現を防止するこ

とは困難である。本種の初期発育に関しては、福所(1972)、藤田(1979)、Yoshimatsu *et al.*, (1992)の報告等があるが、現在までのところ仔稚魚の鰭条と鱗の発達の様子を詳細に報告した例はない。本報では人工採苗したメナダ 仔稚魚の各鰭の鰭条と鱗の初期発達の様子を連続標本を用いて詳細に検討すると共に、本種と近縁で同時期同所的に出現することもありしはしばしば仔稚魚査定上の混乱を招いているセスジボラ(木下, 1988; Yoshimatsu *et al.*, 1993)との比較もあわせて行った。

本報を草するにあたって、本研究の端緒を与えられ懇切な御指導をいただいた元九州大学農学部附属水産実験所教授北島 力先生、また多忙な中快く実験に御協力いただいた実験所職員・学生の皆様に慎んで深謝の意を表する。

材料および方法

仔稚魚の飼育

有明海産の天然親魚由来の人工授精卵から得たメナダ仔魚を、屋内に設置した1 kℓ円形ポリカーボネイト水槽に、約3~4万個体/水槽の密度で収容し飼育を行った(Yoshimatsu *et al.*, 1992)。最初の数日間は、毎日ナンノクロロプシス *Nannochloropsis* sp. を飼育水が少し色づく程度の濃度に添加して止水状態で飼育し(吉松ら, 1995)、孵化4日目頃より微量の注水を開始した。その後は仔稚魚の成長に伴って注水量を漸増させ、最終的には換水率を1日3回転程度になるまで増やした。また、毎日数回サイフォンを利用して水槽の底掃除を実施し、その際同時に斃死魚

* 九州大学農学部附属水産実験所業績, No. 211

数の確認に努めた。飼育餌料としては、ナンノクロロプシスで培養したいわゆるS型の海産ワムシ *Brachionus rotundiformis*、海産魚類の必須脂肪酸であるn-3HUFAを強化 (Watanabe *et al.*, 1983) したアルテミア *Artemia* sp. のノープリウス幼生、および市販の仔稚魚用配合飼料を用いた。セスジボラ (福岡県豊前海産の天然親魚より人工授精) の飼育もおおむね上述のメナダの方法に準じた (Yoshimatsu *et al.*, 1993)。

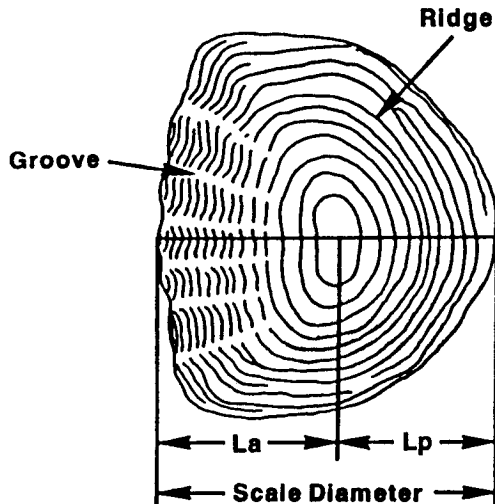


Fig. 1. Parts of scale measured in this study.

La, length of anterior part of scale; Lp, length of posterior part of scale.

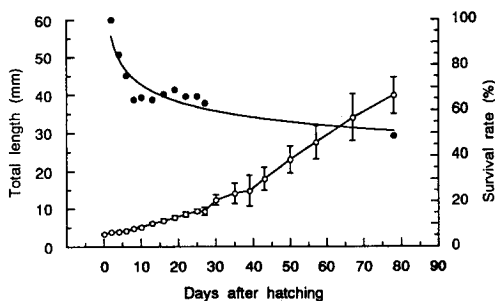


Fig. 2. Change in the survival rate and mean total length of *Liza haematocheila* during the first 78 days of the rearing experiment.

標本の採取と観察および測定

飼育開始より稚魚移行終了までは一日おき、それ以後はほぼ数日おきにMS-222で麻酔した20尾の生標本について全長等の測定を行い、あわせて外部形態の観察を実体顕微鏡下で行った。仔稚魚の比重の測定は孵化後4日目より3日おきのほぼ定刻 (午後2時) に Kitajima *et al.*, (1993) の方法に準じて行った。標本は5~10%中性海水ホルマリン溶液で固定し、後日鱭と鱗の発達の観察に供した。鱭および鱗の発達の観察にはKOHで透明化した後アリザリンレッドで硬骨染色を施した染色標本を用い、必要に応じて未染色のホルマリン固定標本も用いた。鱭径の測定は左胸鱭中央直下より3枚の鱭をはぎ取り、グリセリン封入したプレパラートを作成して Fig. 1 に示した各部位について実体顕微鏡下で行った。本報における全長の記録は、成長曲線に表示されたもの以外はすべてホルマリン固定標本から得られた値であり数値の補正は行っていない。初期成長に伴う生残率の推移は、1水槽を対象に塩化ビニールパイプを利用した柱状サンプリングと毎日の斃死魚数および最終的な生残尾数から推定した。

結果および考察

仔稚魚の成長

飼育期間中におけるメナダ仔稚魚の成長と生残率の推移を Fig. 2 に示した。孵化時全長約3mmの仔魚は約80日間の飼育で4cm前後の種苗サイズに達した (飼育水温16.1~27.7°C)。飼育初期の数日間に生残率

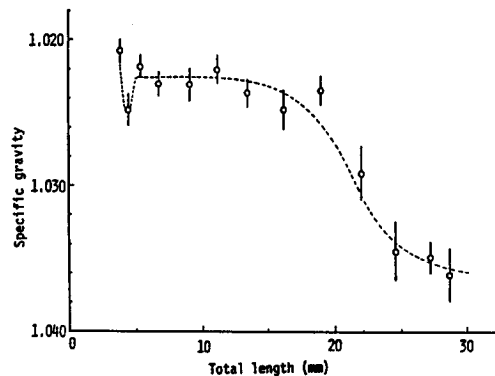


Fig. 3. Ontogenetic change in the specific gravity of *Liza haematocheila* larvae.

Vertical lines indicate the range of SD (n=10).

の急減が観察されたが、その後の生残は60%前後と比較的に安定しており、この飼育水槽での最終的な生残率は約50%であった。本種は共喰いを行わないので初期飼育期以降もこのように生残率が比較的に安定しており、また疾病等で斃死することも少ない。水質汚濁等の飼育環境の悪化や手荒い扱いにも強いので、比較的高い歩留まりともあわせて種苗の大量生産が容易な魚種であるといえる。

メナダの全長と魚体比重との関係を Fig. 3 に示した。比重の測定を開始した日令4の仔魚の平均比重は

1.021であった。その後孵化8日目に一時的に比重は1.025に上がるが、鰾容積(孵化6日目頃に開鰾)の増大に伴って減少し、1.022から1.023の間を上下しながらその後は安定した。そして全長13mmを越える頃、すなわち稚魚移行の終了の後再び比重は増大し、全長30mm前後から環境水(比重約1.024~1.025)よりかなり大きな1.036前後の値で再び安定する傾向が見られた。発育初期の段階では環境水よりやや軽く、稚魚移行後環境水より重くなるこの魚体比重の変化は、浮遊期から着底期への生態的变化に対応しているもの

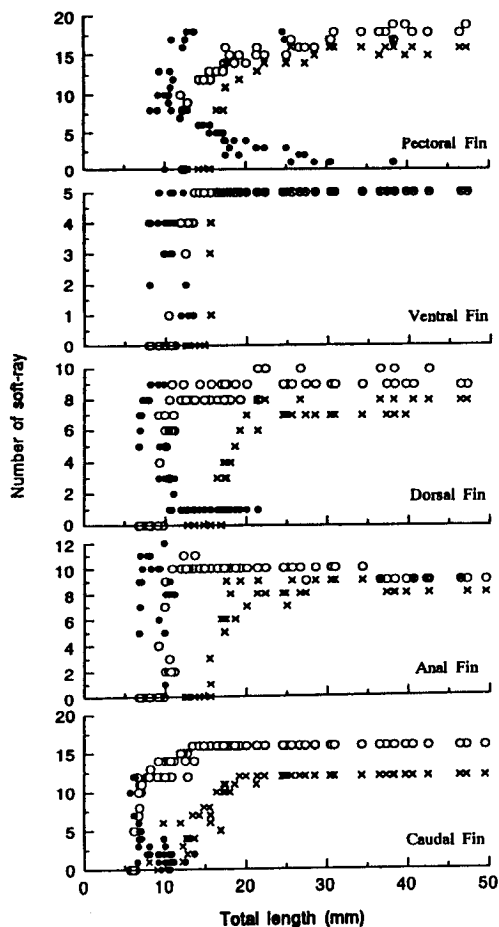


Fig. 4. Change in number of soft rays in *Liza haematocheila*. Open circle, segmented rays; solid circle, unsegmented rays; cross, branched rays.

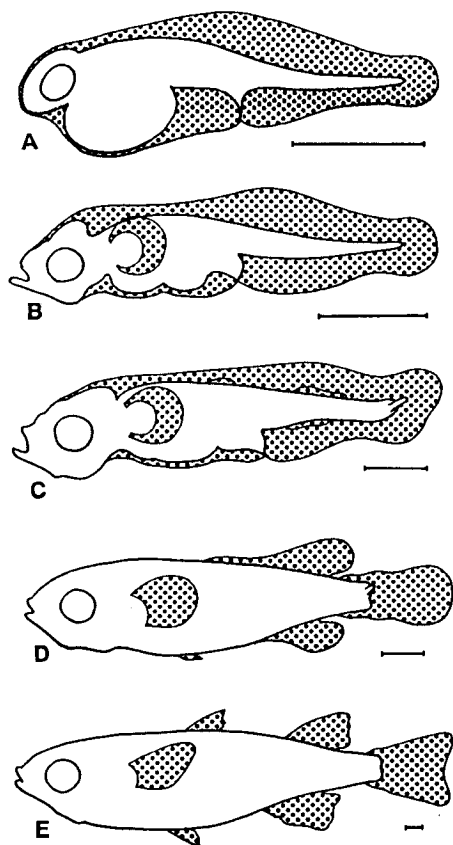


Fig. 5. Schematic illustration of the morphological development of fins in *Liza haematocheila*. Bars indicate 1mm. A, 3.20mm TL; B, 3.79mm TL; C, 6.64mm TL; D, 10.1mm TL; E, 25.9mm TL.

と考えられる。Kitajima *et al.*, (1993) は、マダイ *Pagrus major* 仔稚魚の発育に伴う魚体比重の変化について飼育下での検討を行い、仔魚の着底・稚魚移行に伴って魚体比重が増大し、またそれ以前の時期に見られた比重の日周変化も消失することなどから、魚体比重の変化が天然での仔稚魚の鉛直分布や生息域の変化と密接に関わっていると推察した。メナダの場合においても全長が11mmを越えるころより頃より、その遊泳層が表層より底層へと変化するの認められるが (Yoshimatsu *et al.*, 1992) この遊泳層の変化は魚体比重の変化とほぼ期的に一致しており、仔稚魚の生理的变化と、形態的あるいは生態的变化との

関係を考えるうえで大変興味深い現象といえる。

鱗の形成と発達

メナダの成長に伴う各鱗の未分節、分節および分枝軟条数の変化を Fig. 4 に示した。仔稚魚の膜鱗および各鱗は、成長に伴って Fig. 5 に示すようにその形状を変化させてゆくが、軟条が本格的に発達を始めるのは他魚種同様稚魚移行直前の D (Fig. 5) の時期からである。魚類の初期成長に伴う鱗条の発達については、Fukuhara (1992) が8種の魚類について詳細な検討を行っている。メナダにおける各鱗の発達の様子はこれらの魚種と基本的に大差はなく、全長10数mmまでにすべての鱗で分節がほぼ終了し、対鱗に

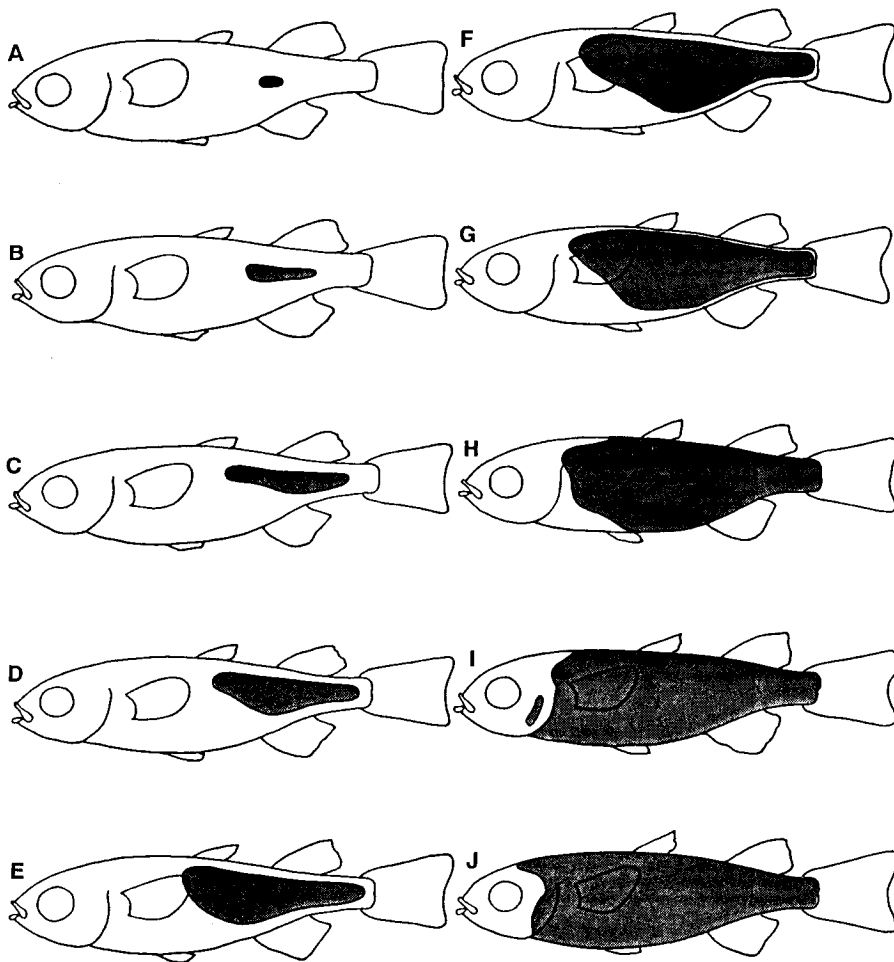


Fig. 6. Sequence of the development in squamation of *Liza haematocheila*. A, 10.5mm TL; B, 10.6mm TL; C, 11.1mm TL; D, 11.6mm TL; E, 12.1mm TL; F, 12.2mm TL; G, 13.6mm TL; H, 14.8mm TL; I, 15.5mm TL; J, 16.9mm TL.

おいてはほぼ分節と時を同じくして、そして不對鱗の場合は分節にかなり遅れて分枝の完了が認められた。分枝の完了している全長30~40mm以上の個体は、内部形態的にも消化管はすでに成魚型に達しており(福所, 1972) もはや基本的体制に成魚との差はないといえる。マダイの場合(福原, 1976), 各鱗における分節と分枝の完了はそれぞれほぼ仔魚から稚魚, 稚魚から若魚への移行期に対応しており, また他の多くの魚種でも同様の現象が共通して見られる(村井ら, 1991; Fukuhara, 1992)。メナダの場合においても鱗の形成と発育段階の移行との間には基本的に鋭い対応関係が見られ, 各鱗の分節と分枝の完了はやはりそれぞれ仔魚から稚魚および稚魚から若魚への移行期に対応していた。

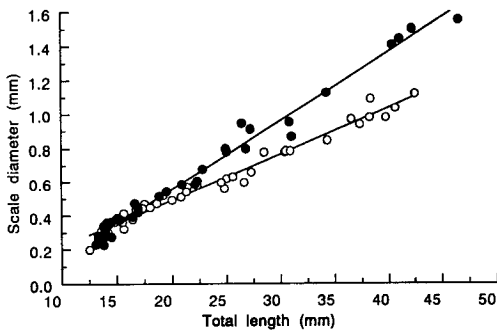


Fig. 7. Relationship between total length and the diameter of scale. Open circle, *Liza haematocheila*; solid circle, *Liza affinis*.

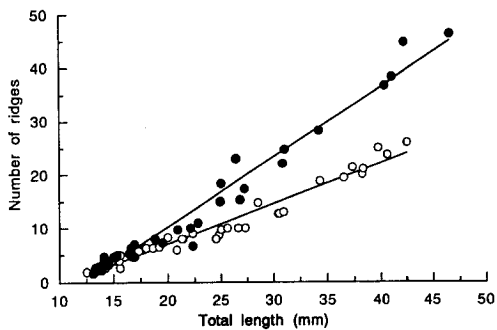


Fig. 9. Relationship between total length and the ridge number of scale. Open circle, *Liza haematocheila*; solid circle, *Liza affinis*.

鱗の形成と発達

次に鱗の形成とその発達について述べる。初生鱗の発生と鱗域の拡大の様子を Fig. 6 に示した。初生鱗はおよそ全長10mm で体躯後部側中線上付近に現われ, その後徐々にその鱗域を前後に拡大し, 上述の各鱗の分節の完了時にほぼ対応する全長14~15mm で頭部を除く体のほぼ全域が鱗に覆われた。体全域が覆鱗して以降の鱗径(SD)と全長(TL)との関係をメナダとセズジボラの両者について Fig. 7 に示したが, どちらもほぼ直線に回帰し, メナダの回帰式は次の様に表された。

$$SD = 0.027TL^{-0.054} \quad (r = 0.988)$$

メナダとセズジボラの両者の全長と鱗の溝条数との

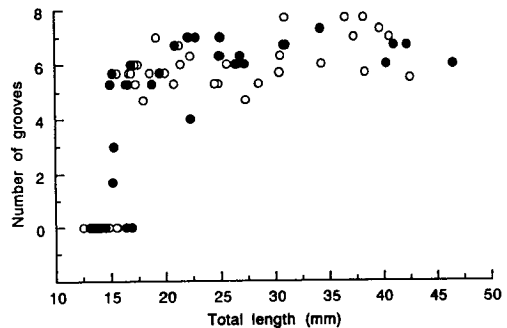


Fig. 8. Relationship between total length and the groove number of scale. Open circle, *Liza haematocheila*; solid circle, *Liza affinis*.

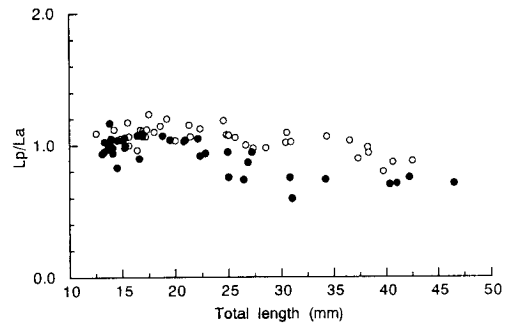


Fig. 10. Changes in the ratio of the posterior part (L_p) against the anterior part (L_a) of scale. Open circle, *Liza haematocheila*; solid circle, *Liza affinis*.

関係を Fig. 8 に、また全長と隆起縁数との関係を Fig. 9 に示した。鱗の隆起縁や溝条は魚の成長に伴ってその数を変化させる（通常増す）が（小林, 1958）、メナダの場合、全長約45mm までは溝条数は余り変化せず、その数は5～8の範囲であった（Fig. 8）。同様にセズジボラの場合も成長に伴う溝条数の変化は発育初期を除いて認められず、このことはメナダ属に共通した特徴である可能性が考えられる。隆起縁数は鱗径の場合と同様、成長に伴ってその数を増し（Fig. 9）、メナダの全長と隆起縁数（RN）の関係は次式で表すことができた。

$$RN = 0.753TL^{-8.057} \quad (r = 0.980)$$

メナダとセズジボラにおける鱗の前域と後域の比と全長の関係を Fig. 10 に示した。高田（1965）はメナダに近縁のボラで、稚魚鱗から成魚鱗に変化する時期に対応して鱗の前域（La）と後域（Lp）の比が変化して屈折点を生じ、またこの時期は後期稚魚が汽水域または淡水域に入って成長を始める時期に対応していることや成魚型の消化管の形成時期（江草, 1950）と一致することを報告している。メナダでもボラの場合と同様、全長25～30mm 前後を境に Lp/La 比に変化が見られ、やはりボラ同様消化管の完成時期（福所, 1972）との一致が認められた。

セズジボラとの比較

セズジボラの各鰭の成長に伴う未分節、分節および分枝軟条数の変化を Fig. 11 に示した。メナダの場合と同様、全長10数 mm までにすべての鰭で分節がほぼ終了したが、対鰭においては分節と時をほぼ同じくして、また不對鰭の場合は分節にかなり遅れて分枝

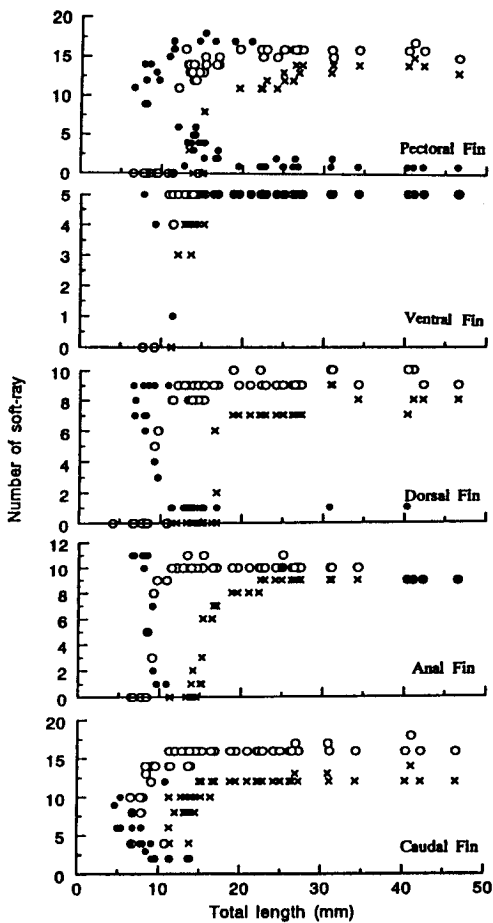


Fig. 11. Change in the number of soft rays of *Liza affinis*. Open circle, segmented rays; solid circle, unsegmented rays; cross, branched rays.

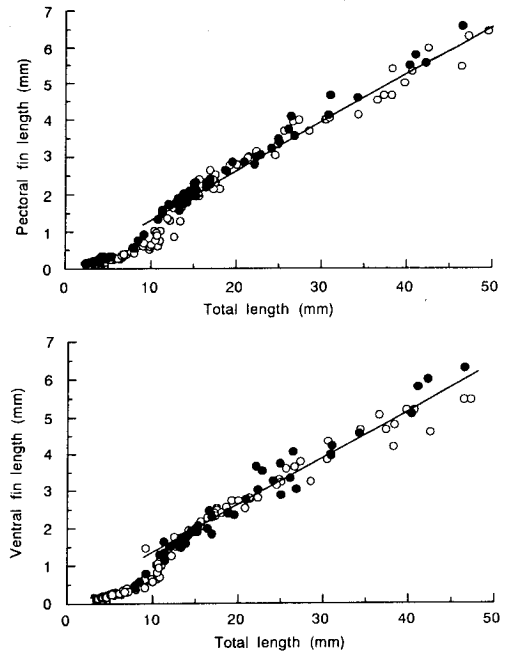


Fig. 12. Relationship between total length and the length of pectoral and ventral fins. Open circle, *Liza haematocheila*; solid circle, *Liza affinis*.

の完了が認められ、これらに関してはメナダとの間で完了時の全長の差もほとんど見られなかった。また、稚魚移行後における対鰭（胸鰭、腹鰭）の成長にも両種間での大きな差は認められなかった（Fig. 12）。メナダとセズジボラは前述したように仔稚魚期における形態的特徴が類似しており、外部形態による識別は困難とされている（木下，1988）。仔魚期における両者の差異としては、尾部末端の黒色素胞の有無が挙げられる事は既報ですでに述べたが（Yoshimatsu *et al.*, 1992, 1993）、稚魚期における明確な相違点は現在までのところ明らかではなかった。今回の観察結果によると、鰭の形成および成長においては両種間で顕著な差は見られなかったが、鱗の形状に関しては両者に若干の相違が認められた。セズジボラの初生鱗の発生と鱗域の拡大の様子は、ほとんどメナダとの差はないが、稚魚移行後の鱗径（SD, Fig. 7）および隆起縁数（RN, Fig. 9）と全長（TL）との関係に関しては、両者の間で有為な差が認められ（*t*-test, $p < 0.01$ ）、すなわちセズジボラの方が全長に対して鱗径がより大きく、また隆起縁数もメナダに比べて多かった。セズジボラの両形質の全長に対する回帰式は次のように表され、またメナダの場合と同様に Lp/La 比にも全長20mm を越える頃に変化が見られた（Fig. 10）。

$$SD = 0.040TL^{-0.253} \quad (r = 0.992)$$

$$RN = 1.314TL^{-16.092} \quad (r = 0.985)$$

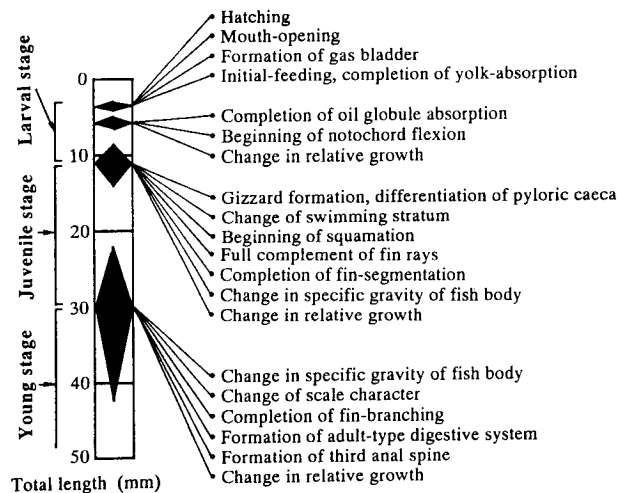


Fig. 13. Sequence of the early development of reared *Liza haematocheila*.

メナダの初期生活史との関係

本研究により得られた知見と過去の研究結果（Yoshimatsu *et al.*, 1992）を交えて、飼育下におけるメナダの初期生活史を Fig. 13 にまとめた。全長3 mm 程度で孵化したメナダは全長約12~14mm で各鰭の鰭条数が定数化し、また初生鱗の出現が同時期認められた。この時期内部形態的には消化管の幽門垂原基の発達が始まり（福所，1972）、また体各部の相対成長にもいくつかの大きな変化が現われた。そしてこれらの変化とはほぼ同調して魚体比重が変化し、飼育水槽内での遊泳層にも顕著な変化が見られた。これらの形態的・生態的・生理的変化はすべて、多くの硬骨魚類において稚魚への移行の指標とされる現象である（田中，1971；Kendall *et al.*, 1984；Fukuhara, 1992）。

また複雑な種固有の腸型を具えた魚種では、成魚型の腸型の完成は稚魚期からそれに続く若魚期への移行の指標となるとされている。江草（1950）はボラにおいて成魚型の腸型の完成に時を同じくして食性が成魚タイプの植物食に変化することを報告している。メナダの場合、種固有の成魚型の腸型は全長30mm 程度で完成すると報告されており（福所，1972）、この時期に前後して臀鰭第3鰭条の棘化がおこると共に体各部の相対成長にもいくつかの大きな変化が現れた（Yoshimatsu *et al.*, 1992）。本研究で全長30mm 程度以降は魚体比重の変化は安定し、各鰭の分枝が完了すると共に鱗相にも大きな変化がおこることを報告

した。すなわち、本種においては稚魚から次の发育段階である若魚への移行は、既報でも指摘したようにやはり全長30mm前後を境に起こると考えられる。

棲み場、食性、行動等の生活様式の変化は、形態、器官形成と密接に結び付いている (Fukuhara, 1992)。メナダの場合においても多くの形態的变化が全長10mm前後および30mm前後に集中して起きているが、これらは両者とも種々の生態的あるいは生理的变化を数多く伴っていた。すなわち本種の初期发育は、田中 (1991) の指摘する“個体発生における不連続的進行”の証左の典型例のひとつであるといえる。

要 約

人工採苗したメナダ仔稚魚の成長と各鰭条および鱗の初期発達をアリザリンレッドによる染色標本をもとに検討した。

孵化時全長約3mmの仔魚は約80日間の飼育で4cm前後の種苗サイズに達した (飼育水温16.1~27.7℃)。その間、飼育初期に生残率の急減が観察されたが、最終的な生残率は約50%であった。また魚体比重は稚魚および若魚期への移行に対応する時期に大きく変化した。

全長10数mmまでにすべての鰭で分節がほぼ終了し、対鰭においては分節と時を同じくして、そして不對鰭の場合は分節にかなり遅れて分枝の完了が認められた。初生鱗はおよそ全長10mmで体躯後部側中線上付近に現われ、その後徐々に鱗域を前後に拡大した。そして各鰭の分節の完了にほぼ対応する全長14~15mmで頭部を除く体のほぼ全域が鱗に覆われた。体全域が鱗に覆われて以降の鱗径 (SD) と全長 (TL) との関係は次の様に表された。

$$SD = 0.027TL^{-0.054} \quad (r = 0.988)$$

全長約45mmまでは鱗の溝条数は余り変化せず、その数は5~8であった。鱗の隆起縁数は鱗径の場合と同様、成長に伴ってその数を増し、全長と隆起縁数 (RN) の関係は次式で表された。また全長25~30mm前後を境に鱗相にも大きな変化が見られた。

$$RN = 0.753TL^{-8.057} \quad (r = 0.980)$$

文 献

江草周三 1950 マボラの後期稚魚期における食性に関する二三。日本水産学会誌, 15: 715-720
藤田矢郎 1979 メナダの種苗生産。栽培技研, 8:

85-93

- 福原 修 1976 マダイ仔稚魚の形態学的研究-I。鱗の形成について。南西水研報, 9: 1-11
Fukuhara, O. 1992 Study on the development of functional morphology and behavior of the larvae of eight commercially valuable teleost fishes. *Contrib. Fish. Res. Japan Sea Block*, No.25, 122pp
福所邦彦 1972 メナダの消化系特に胃幽門部の器官形成。魚類学雑誌, 19: 283-294
Kendall, A. W., E. H. Ahlstrom, and H. G. Moser 1984 Early life history stages of fishes and their characters. In "Ontogeny and Systematics of Fishes", No.1, ed. by H. G. Moser *et al.*, Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ., Allen Press, Lawrence, KS, pp.11-22
木下 泉 1988 メナダ。沖山宗雄編:日本産稚魚図鑑, 東海大学出版会, 東京, 388頁
Kitajima, C., Y. Yamane, S. Matsui, Y. Kitahara, and M. Furuichi 1993 Ontogenetic change in buoyancy in the early stage of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 209-216
小林久雄 1958 魚類の鱗の形態比較と検索。愛知学芸大研報, 7: 1-104
吉野哲夫・瀬能 宏 1984 メナダ。益田ら編:日本産魚類大図鑑 (解説)。東海大学出版会, 東京, 117頁
村井 衛・川辺勝俊・加藤憲司・隆島史夫 1991 シマジ仔稚魚の鰭と鱗の発達。水産増殖, 39: 201-210
落合 明・田中 克 1986 ボラ類。新版魚類学 (下)。恒星社厚生閣, 東京, 639-650頁
高田継男 1965 マボラの後期稚魚に見られる鱗の特性について。魚類学雑誌, 13: 52-58
田北 徹 1980 有明海の魚類。月刊海洋と科学, 12: 105-115
田中 克 1971 仔魚の消化系の構造と機能に関する研究-III。後期仔魚の消化系の発達。魚類学雑誌, 18: 164-174
田中 克 1991 仔稚魚の形態发育と健苗育成。平成3年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース仔稚魚期の发育シリーズ, No.1, pp.1-34
Watanabe, T., T. Tamiya, A. 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: 471-479
Yoshimatsu, T., S. Matsui, and C. Kitajima 1992 Early development of laboratory-reared redlip mullet, *Liza haematocheila*. *Aquaculture*, 105: 379-390

Yoshimatsu, T., S. Matsui, and C. Kitajima
1993 Early development of laboratory-reared keelback mullet. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 765-776

吉松隆夫・林 雅弘・戸田享次・古市政幸・北島 力
1995 メナダ仔魚の必須脂肪酸要求と飼育槽へのナンノクロブシスの添加効果. 日本水産学会誌, 61: 912-918

Summary

Early developments of fins and scales in laboratory-reared redlip mullet *Liza haematocheila* was studied using specimens stained with alizarin red. Larvae and juveniles were reared for about eighty days (ca. 3 mm-4 cm TL) by feeding with rotifers cultured with *Nannochloropsis* sp., *Artemia* nauplii and commercial artificial diets. The rearing was carried out in 1 kl polycarbonate tanks at the water temperature ranging 16.1-27.7°C.

The segmentation of soft rays in each fin occurred during the transitional period from larval to juvenile stage. The branching of paired fins was almost simultaneous with the segmentation of soft rays, but that of unpaired fins took place afterwards. The squamation began at about 10 mm TL, along the mid-lateral line of the back of the trunk. The fish body covered with scales except for the portion of head by 14-15 mm TL that almost corresponded to the completion of fin segmentations. The relationship between the scale diameter (SD) and the total length (TL) was described as follows:

$$SD=0.027TL^{-0.054} \quad (r=0.988)$$

The number of grooves in scale reached almost a constant (5-8) by the size of 45 mm TL. The number of ridges in scale increased with growth just like that of the scale diameter. The relationship between the ridge number of the scale (RN) and the total length (TL) was described as follows:

$$RN=0.753TL^{-8.057} \quad (r=0.980)$$

Also there appeared a big change in scale shape when fish reached at the size of 25-30 mm TL, that correspondent to the transitional period to young.