

養成マサバ親魚の自然産卵と人工孵化仔稚魚の飼育

村田 修,^{1*} 山本眞司,¹ 石橋 亮,¹ 岡 祐介,² 米島久司,¹

家戸敬太郎,¹ 宮下 盛,¹ 熊井英水^{1,2}

(種苗生産・養殖グループ)

¹近畿大学水産研究所, ²近畿大学大学院農学研究科

* murata@cypress.ne.jp

マサバは低廉多獲魚として水産上重要な資源の一つであるが、その漁獲量は 1980 年以降 100 万トンを超え、年次変動はあるものの減少の一途をたどっている。近年では漁獲量が 1980 年代と比べて半分以下に落ち込んでいる¹⁾。そのような中、最近本種を西日本の一部で天然種苗もしくは人工孵化種苗を用いて養殖されるようになり、養殖対象種として注目されつつある。しかしながら、マサバを対象とした研究は、天然海域から採捕された親魚の生殖腺、卵および仔魚の採集によるものや、HCG ホルモンにより産卵を誘発したものが大部分であり^{2~5)}、種苗生産に関する研究はほとんど見当たらないのが現状である。近畿大学水産研究所では人工種苗生産に着手し人工孵化した養成親魚からの採卵孵化に成功し、「完全養殖」に成功した。ところが、自然産卵したマサバの発生過程および初期成長についての記載は見当たらない。

本研究ではマサバ養成親魚から自然産卵した受精卵の発生過程を観察した。さらに孵化から 30 日までの初期飼育と成長を基に、効率的な種苗生産を行う手法を検討した。

試料および方法

供試魚 近畿大学水産研究所において自然産卵により得られた仔魚を 1117 日間飼育したものをを用いた。実験に用いたマサバの親魚は尾叉長 33.5 ± 2.3 cm、魚体重は 577.9 ± 144.8 g であった。雌雄の判別は腹部を圧迫して排精が確認できたものを雄とし、そうでないものを雌とし、各 50 尾ずつ取り上げ、同実験場内の 50 トン水槽において飼育し自然産卵による採卵を試みた。水槽の温度調節は行わず自然条件とした。餌は市販マダイ配合飼料鯛ネプチューン 3 号（日本配合飼料株式会社製）および冷凍のオキアミを飽食給餌して半循環式ろ過方式で飼育した。卵の回収は排水口に網目の目合いが 0.576 mm の集卵ネットを取り付け、ネットの中に集められた卵を希釈倍数法により計数して産卵数を求めた。

受精卵の観察 沈下卵を取り除いた後に 10,000 から 20,000 粒/トンの密度で円形水槽に収容した。水槽の水温は 20°C から 21°C に保ち、収容水槽から毎回 20 粒ずつ取り出し卵の発生過程を観察した。受精卵の観察方法は実体顕微鏡による CCD デジタルカメラ（HC-2500 FUJIPHOTOFILM 社製）映像をパーソナルコンピュータに取り込んだ後に計測ソフトウェア Scicon Image（Scicon corporation 社製）を用い受精卵の卵径を計

測した。

初期飼育 孵化仔魚は孵化後 2 日目から S 型ワムシ *Brachionus rotundiformis* を、7 日目からはアルテミア幼生 *Artemia salina* を給餌した。孵化後 9 日目よりイシダイ *Oplegnathus fasciatus* およびイサキ *Parapristipoma trilineatum* 孵化仔魚を、孵化後 11 日目からは市販のマダイ用配合飼料アルテック K-2 (日清丸紅飼料株式会社製) を自動給餌機または手撒きで与えた。また水質の安定を保つために孵化後 20 日目まではナンクロロプシス *Nannochloropsis oculata* を添加した。

稚仔魚の測定 魚体の測定は孵化後 0 日目より毎日 20 尾を無作為にサンプリングし、氷水でもしくは 2-フェノキシエタノールで麻酔した。孵化後 17 日目まではサンプリングした供試魚を実体顕微鏡に取り付けた CCD デジタルカメラで撮影した。画像は計測ソフトウェアを用いて測定を行った。17 日目以降はビデオカメラ (FUJI PHOTO FILM 社製 FOTOVISION) で撮影し、計測ソフトウェアを用いて測定した。發育段階の区分は田中の方法に従った⁶⁾。卵黄を吸収し尽し、外部栄養に依存し始めるまでを卵黄仔魚期 (Yolksac larva period)、外部栄養に依存し、脊索末端が直線状の時期を前脊屈曲期 (Preflexion period)、脊索末端が上屈中で下尾骨や尾鰭条が發達中の時期を屈曲期 (Flexion period)、脊索末端の上屈は完了し、各鰭も分化するが、未完成の時期を後脊索屈曲期 (Postflexion period)、それ以降を稚魚期 (Juvenile period) とした。

結 果

産卵期間と浮上卵率 産卵数は日によって大きく変動したが、5 月 6 日から 7 月 9 日までの 65 日間で 46 回の産卵が確認できた。5 月下旬から 6 月初旬、および 7 月初旬に 2 度の産卵盛期がみられた (Fig. 1)。この期間中の水温は両試験区共に 22 °C 前後であった。全産卵期間を通しての総産卵数は 2.1×10^6 個であり浮上卵率は 41.5 %であった。浮上卵率については産卵頻度が低いものの 6 月から 7 月にかけて高い値で推移した。期間を通しての胚体形成卵数は 8.6×10^4 個であった。孵化率は 5 月下旬から 6 月初旬および、7 月初旬の 2 度に亘る産卵盛期時に高い値を示した。期間を通しての孵化率は 10.0 %から 96.7 %であった。受精卵はほぼ球形で産卵期始期では 1.13 ± 0.02 mm であったが産卵期末期には 0.90 ± 0.02 mm となり産卵末期に小さくなる傾向が認められた。

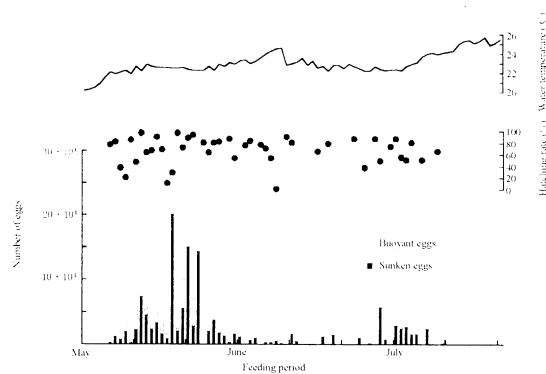


Fig. 1. Spawning of pacific mackerel *S. caaber japonicus* in the tank from May to July.

受精卵の發生過程 マサバ卵の發生過程は、産卵直後の受精卵は胚盤が形成された。受精卵は産卵 50 分後には卵割が始まり 2 細胞期に達した。その後は 5~20 分毎に分裂を繰り返す、2 時間後には桑実期に達した。6 時間 50 分後には胞胚期となり、10 時間後には囊胚期に達した。受精卵は 12 時間 35 分後には胚体形成が始まった。14 時間 40 分後には眼胞が形成され、16 時間 40 分後に

は筋節が現れた。26時間40分後にはレンズの形成が確認できた。受精卵は32時間50分後、卵内において胚体の活動を確認することができた。胚体はその後40時間まで伸長を続け、孵化直前の胚体は卵黄を一周し、尾部が頭部と重なった。その後、39時間40分で孵化が始まった。

仔魚の成長 実験期間中の全長の推移をFig. 2に示した。孵化直後における仔魚の平均全長は 3.56 ± 0.08 mmであった。孵化後1, 5, 10, 20 および30日目では、それぞれ 3.65 ± 0.23 mm, 5.65 ± 0.42 mm, 12.60 ± 0.91 mm, 58.90 ± 6.02 mm および 96.02 ± 4.89 mmであった。

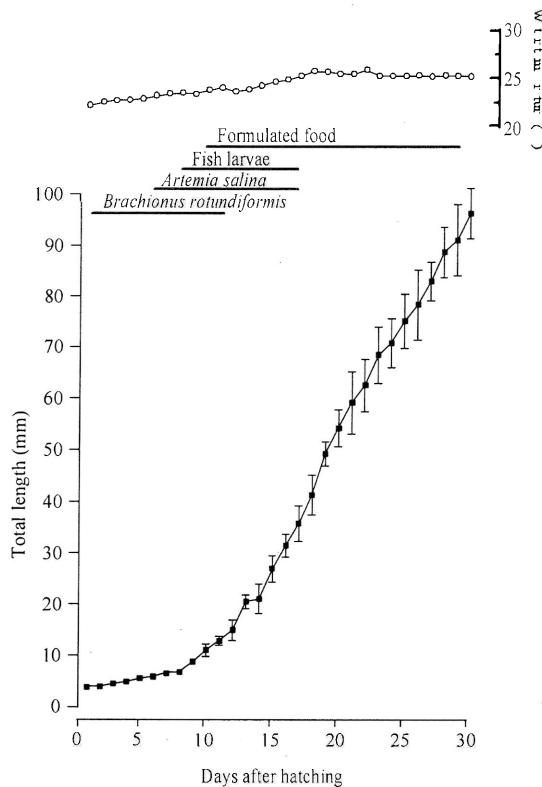


Fig. 2. Total length and water temperature during the feeding period. Vertical lines indicate mean \pm S.D.

飼育実験に供した収容尾数は35,250尾であったが実験終了時の30日後における生残尾数は10,699尾となり、生残率は30.3%となった。

仔魚の発育段階は孵化後3日目までは全個体が卵黄仔魚期であり卵黄が存在していたが、孵化後4日目では全ての個体が前脊索屈曲期に移行していた。孵化後5日目では20%の個体が脊索屈曲期へと移行しており、孵化後8日目には全ての個体で脊索屈曲期の移行が完了した。孵化後10日目では65%の個体が脊索の上屈を完了し、後脊索屈曲期へと移行した。後脊索屈曲期への移行は孵化後11日目で完了した。孵化後13日目では40%の個体が稚魚期へと移行していた。稚魚期への移行は孵化後15日目で完了した。

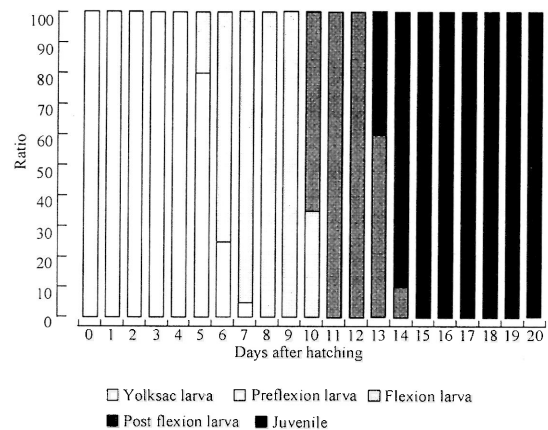


Fig. 3. Development stages of Pacific mackerel

稚仔魚は平常時においては水槽内に広がり遊泳していたが、孵化後15日を過ぎるあたりから光や物音に敏感に反応するようになり、刺激を与えると集団を形成し群行動するのが観察できた。また、期間を通して稚仔魚同士の共喰いはほとんど認められなかった。

考 察

今回の飼育実験の結果より、マサバの発育初期段階における成長は他魚種と比較して非常に早いということが明らかとなった。

養殖魚として最も一般的なマダイと成長が非常に早いとされているクロマグロ *Thunnus thynnus* の成長と比較してみた⁷⁾。孵化後 0 日目の全長はマサバ、マダイおよびクロマグロではそれぞれ 3.5 ± 0.2 mm, 2.9 ± 0.1 mm および 3.7 ± 0.1 mm であるが、孵化後 5 日目ではそれぞれ 5.6 ± 0.4 mm, 3.3 ± 0.1 mm および 4.5 ± 0.2 mm, 10 日目では 12.0 ± 0.9 mm, 4.7 ± 0.4 mm および 5.8 ± 0.3 mm となり、マサバはマダイおよびクロマグロの 2 倍の以上大きさに成長している。その後も成長を続け、孵化後 20 日目にはマダイおよびクロマグロでは 7.5 ± 1.6 mm および 10.6 ± 0.4 mm であるのに対し、マサバでは 58.9 ± 6.0 mm にまで成長し、10 日間で 4 倍以上に成長している。孵化後 30 日目にはクロマグロでは 35.7 ± 5.0 mm であるが、マサバでは全長が 96.0 ± 4.9 mm に達し、孵化後 0 日目と比較して約 27 倍にまで成長している。マサバの成長に関しては Hunter and Kimerell が行った飼育実験の報告があるが⁹⁾、その記録では 22.1°C で飼育を行った結果、孵化後 19 日目の全長は 24.1 mm であり、それ以下の水温と比較しても最も優れていた。今回の実験では飼育水温は自然水温としたが、飼育水温が $22.0^\circ\text{C} \sim 26.0^\circ\text{C}$ と渡部や宇佐美が調査した水温に比べ高かったことが一つの要因になり^{2, 3)}、このような優れた成長が認められたものと推察された。これらのことより、マサバの初期発育段階においては少なくとも水温 26°C までは、高成長が期待できることが示唆された。また、今回の成長から判断すると孵化後 10 日目前後から相対成長速度が以前と比較して大きくなる傾向がみられた。この結果については Hunter and Kimerell の結果とほぼ一致し

ていた⁸⁾。以上のことからマサバは、本研究所で飼育しているクロマグロや他の養殖魚と比較しても、最も優れた初期成長能を持っていることが明らかになった。

謝 辞

本研究を進めるにあたりマサバを飼育管理していただいた近畿大学水産研究所職員の皆様に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 谷津明彦 (2002) マサバの生態と資源管理. 「アクアネット」, 湊文社, 5, pp19.
- 2) 渡部泰輔 (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.
- 3) 宇佐美修造 (1970) 関東近海におけるマサバの生活様式-III. 東海区水研報, 63, 17-28.
- 4) Leong R. (1977) Maturation and induced spawning of captive Pacific mackerel, *Scamber japonicus*. Fish. Bull. 75, 205-211.
- 5) 渡邊千賀子・小林憲一・川端 淳・梨田一成 (2002) マサバとゴマサバ太平洋系群. 月間海洋, 34, 695-702.
- 6) 田中 克 (1991) 仔稚魚の形態発育健苗育成「仔稚魚の発育シリーズ No. 1」水産庁, I, 3-4.
- 7) 熊井英水 (1998) クロマグロの人工孵化とその再生産に関する研究, 日本水産学会誌, 64, 601-605.
- 8) Hunter JR and Kimerell CA (1980) Early life history of Pacific mackerel, *Scamber japonicus*. Fish. Bull. 78, 89-101.