

## 水槽内で飼育したマアジの生殖腺の周年変化

入路, 光雄

九州大学大学院生物資源環境科学府動物資源科学専攻海洋生物生産学講座海洋生物学研究室

白石, 哲朗

水産総合研究センター西海区水産研究所

入江, 奨

九州大学大学院生物資源環境科学府動物資源科学専攻海洋生物生産学講座海洋生物学研究室

新居, 早也佳

九州大学大学院生物資源環境科学府動物資源科学専攻海洋生物生産学講座海洋生物学研究室

他

<https://doi.org/10.15017/13161>

---

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 63 (2), pp.115-123, 2008-10-29. 九州大学大学院農学  
研究院

バージョン：

権利関係：

## 水槽内で飼育したマアジの生殖腺の周年変化

入路光雄<sup>1</sup>・白石哲朗<sup>2</sup>・入江 奨<sup>1</sup>・新居 早也佳<sup>1</sup>  
北野 載<sup>1</sup>・山口明彦<sup>1</sup>・松山 倫也<sup>\*</sup>

九州大学大学院農学研究院動物資源科学専攻海洋生物生産学講座海洋生物学研究室  
(2008年6月9日受付, 2008年7月16日受理)

### Annual Changes in the Gonadal Histology of Captive Reared Jack Mackerel, *Trachurus japonicus*

Mitsuo NYUJI<sup>1</sup>, Tetsuro SHIRAISHI<sup>2</sup>, Susumu IRIE<sup>1</sup>, Sayaka NI<sup>1</sup>  
Hajime KITANO<sup>1</sup>, Akihiko YAMAGUCHI<sup>1</sup> and Michiya MATSUYAMA<sup>\*</sup>

Laboratory of Marine Biology, Division of Marine Bioresources,  
Department of Animal and Marine Bioresource Sciences,  
Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

#### 緒 言

水産食料資源として最も重要であるマイワシ *Sardinops melanostictus*, マサバ *Scomber japonicus*, マアジ *Trachurus japonicus* などその研究の歴史は古いが, 天然での再生産過程については分かっていることが多くない。これら多獲性小型浮魚類における個体群変動メカニズムや加入量予測, あるいは許容漁獲量などにおける精度の高いモデルの確立は, そのモデルを構築する各種パラメーターの精度に依存する。例えば, マサバの資源管理は基本的に, 親魚を保護して加入量を確保する, という加入管理の考え方に基づいており, 生物学的許容漁獲量 (ABC, acceptable biological catch) は産卵親魚量 (SSB, spawning stock biomass) の推定値に基づき算定される (渡邊, 2006)。SSB はコホート解析によって推定される年齢別資源量と, 生物調査から得られる年齢別成熟割合によって求められるが, 成熟割合の精度は現在でも十分に検討されていない。また, これら多獲性小型浮魚類の生物情報は調査船調査から得られているが, 特に繁殖情報

に関しては調査法のバイアスにより, 実際の生態を反映していない場合がある。一例として, マサバやマアジは巻網などにより夜間採集されるが, 成熟の指標となる吸水卵をもつ個体は漁獲物の中に非常に少ない。これは吸水時刻と採集時刻の不一致に由来する (Shiraishi *et. al.*, 2008)。我々は, これらの問題を解決するために, 成熟・産卵を自由に制御できる飼育実験系を確立し, 飼育下における繁殖情報と野外調査の解析結果から, 天然群の資源量推定や資源管理を行う上での繁殖情報の精度を向上させることを目的として研究を進めている。現在までにマサバを対象として, 卵成熟・排卵・産卵のタイムコース, 飼育下の長期産卵における産卵時刻・産卵量・受精率のモニター, バッチ産卵数 (1回当たりの産卵数) の計数上の問題点とその解決法, 排卵後過熟現象の細胞学的解析と生態学的意義, 排卵後濾胞の採取法と産卵頻度の精度など, 天然群の調査船調査のみでは得ることのできない, マサバの繁殖に関する種々の生物情報を提供してきた (Shiraishi *et. al.*, 2005; 松山, 2006; 松山ら, 2007; Shiraishi *et. al.*, 2008)。

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府動物資源科学専攻海洋生物生産学講座海洋生物学研究室

<sup>2</sup>水産総合研究センター西海区水産研究所

<sup>1</sup>Laboratory of Marine Biology, Division of Marine Bioresources, Department of Animal and Marine Bioresource Sciences, Graduate school of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

<sup>2</sup>Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency

\*Corresponding author (E-mail: rinya\_m@agr.kyushu-u.ac.jp)

マアジはマイワシ、マサバと同様、我が国における許容漁獲量 (TAC, total allowable catch) 制度に基づく管理対象種の一つであるが、マイワシやマサバと比較してその繁殖生態に関する情報は極めて少ない。1950年代から現在に至るまで各水産研究所や各地の水産試験場からいくつかの調査報告が出されているが (西田, 2006), 親魚の成熟状態はいずれも生殖腺指数 (GSI, gonadosomatic index) でのみ評価されており, またバッチ産卵数, 成熟・産卵時刻, 産卵回数など断片的報告はあるものの, 成熟特性の基礎情報はほとんど解明されていないのが現状である。一方, マアジは種苗生産技術開発の対象種として1980年代に取り上げられたことがあり, 天然親魚から養成した1~5歳の親を使用し, 市販の性腺刺激ホルモンを用いて水槽内産卵させた試験例がある (落合ら, 1980, 1983; 青海・北島, 1980; 佐藤・森, 1980)。しかし, マアジは天然種苗の供給に大きな問題がないため, 種苗生産の開発ニーズがなく, 現在種苗生産は行われていない (岡・森, 2006)。

我々はこれまでに, 捕獲直後の天然マアジを用いて, ヒト絨毛性生殖腺刺激ホルモン (hCG, human chorionic gonadotropin) による成熟・産卵誘導を試み, 卵黄形成終了時の卵径やhCG投与後の成熟・排卵タイムコースに関する予備的情報を得た (依田ら, 2006)。しかし, 天然親魚を用いる場合, 入手の確実性が低く, また, 巻き網等による長時間のストレスによると考えられる卵の退行が進行している場合が多かった (依田ら, 2006)。したがって, 卵黄形成を完了した個体を常時利用できるようにするには, マサバと同様にマアジ養成親魚を用いた実験系を構築する必要がある。本研究では, そのための基礎資料となる, 飼育下におけるマアジの生殖年周期を明らかにすることを目的とした。

本研究では周年にわたって, マアジ親魚を陸上のコンクリート製円型水槽で飼育したが, 結果的に卵黄形成が進んだ個体を得ることができなかった。通常, 卵黄形成は飼育下でも多くの魚種で進行し, 卵黄形成が進行しない魚種はウナギやアナゴなど極めて少ない (足立, 2000)。本研究の当初の目的とした, マアジの生殖年周期の詳細解明には至らなかったが, マアジの飼育事例が極めて少なく, 今後マアジの飼育実験系の確立に向けての貴重な資料, 情報提供になると考えられたので, ここに報告することにした。

## 材料と方法

2005年4月28日に, 大分県佐伯市蒲江の養殖業者から, 捕獲後海面小割り生け簀で約1ヵ月間畜養したマアジ183尾を購入し, 福岡県福津市津屋崎町にある九州大学附属水産実験所に搬入し, 屋外コンクリート製円型3トン水槽3つに分けて収容した。無作為抽出した雌10尾, 雄13尾の尾叉長 ( $FL$ , fork length in mm) および体重 ( $BW$ , body weight in g) はそれぞれ, 雌:  $FL = 241.6 \pm 24.7$  mm,  $BW = 218.8 \pm 72.7$  g, 雄:  $FL = 229.1 \pm 16.6$  mm,  $BW = 196.8 \pm 45.9$  gであった。また, 西田・長谷川 (1994) に基づき, 耳石 (扁平石) の標示で年齢を調べた結果, 2歳と3歳が混在していた。すなわち, 雌では10尾中満3歳が3尾, 満2歳が7尾で, 雄では, 13尾中満3歳が5尾, 満2歳が8尾であった。飼育は自然日長・自然水温下で行い, 4~6月はヒラメ配合飼料 EP-2 (ヒガシマル) および解凍した冷凍オキアミを毎日1回飽食するまで給餌し, その他の月は配合飼料のみを2~3日に一度与えた。飼育期間中, 2005年5月3日を1回目として定期的に採集した。採集に伴う尾数の減少のため, 初回の購入先と同じ佐伯市蒲江町の海面小割り生け簀から, 7月1日および10月28日にそれぞれ100尾および70尾を追加搬入し, それぞれ別個の屋外3トン円形コンクリート水槽に収容, 飼育した。採集は, 翌2006年7月26日まで計17回行い, 各採集日毎に11~27尾を無作為に取り上げた。2回目および3回目の搬入後における採集では, 従来の飼育群と新規搬入群から半数ずつ採集するようにした。1年3ヶ月にわたる飼育期間中, 雌147尾, 雄138尾, 計285尾を得た。

採集した個体は麻醉後 (2-phenoxyethanol, 200 ppm) 即殺し, 尾叉長, 体重および生殖腺重量を測定した。また, 生殖腺の一部をブアン固定しメタクリル樹脂 (Kulzer, Wehrheim) 包埋後, 3  $\mu$ m の切片を作製してトルイジンブルー染色を施した後, 顕微鏡観察した。

卵巣の発達段階は, 卵巣内で最も発達の進んだ卵母細胞の組織学的成熟度に基づき次の5つのステージに分けた (Fig.1)。

- I, 未熟期: 周辺二期以前の卵母細胞のみで占められる。
- II, 卵黄胞期: 卵細胞質の周辺部に卵黄胞 (表層胞) が観察される。
- III, 油球期: 卵細胞質中に油球が出現し, 卵径も増大する。

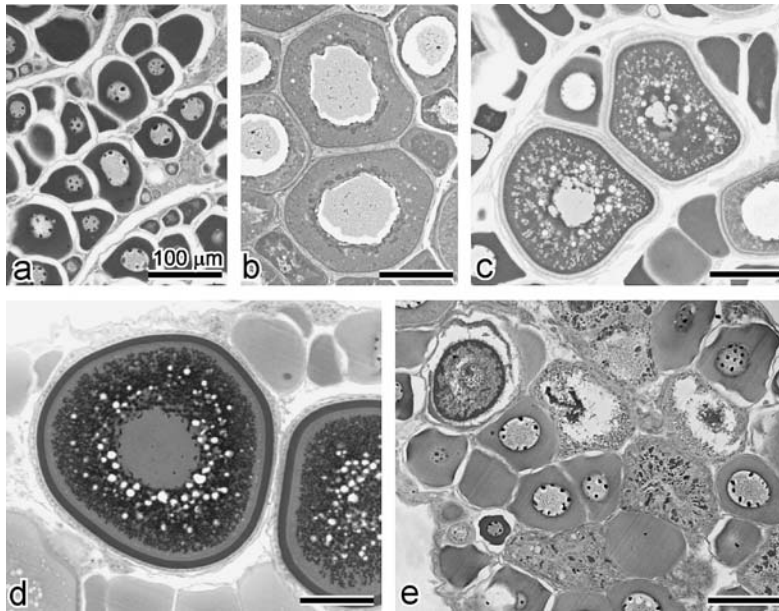


Fig. 1. Photomicrographs of oocytes at different developmental stages in jack mackerel.

a, Stage I (immature stage); b, Stage II (yolk vesicle stage); c, Stage III (oil droplet stage); d, Stage IV (vitellogenic stage); e, Stage V (atretic stage).

IV, 卵黄形成期：細胞質に卵黄球が出現し、卵黄蓄積に伴い卵径が急激に増大する。

V, 退行期：ステージII～IVにある卵母細胞の退行が起こり、卵膜の崩壊および核の消失が観察される。

また、精巣の発達段階は精巣内で最も発達した雄性生殖細胞の組織学的成熟度に基づき次の5つのステージに分けた (Fig.2)。

I, 精原細胞増殖期：精小嚢内の包囊は精原細胞のみで占められる。

II, 精子形成前期：精小嚢内の包囊は精原細胞、精母細胞、精細胞から構成され、一部の包囊で精子も見られる。

III, 精子形成後期：精小嚢内に精子の包囊が増加する。

IV, 排精期：精小嚢内腔および輸精管が排精された精子で満たされる。

V, 退行期：残存精子の吸収が進み、精小嚢内に精原細胞の包囊が現れる。

生殖腺指数 (*GSI*) および肥満度 (*CF*, condition factor) は大下ら (2004) に従い、以下の式で求めた。

$$GSI = (GW/BW) \times 100$$

$$CF = (BW - GW) \times 10^3 / FL^3$$

*GW*, 生殖腺重量 (g); *BW*, 体重 (g);

*FL*, 尾叉長 (cm)

日長は、国立天文台のホームページ (<http://www.nao.ac.jp/koyomi/>) より計算した。各種計測値、計算値は平均値±標準偏差 (Mean±SD) で表した。

## 結 果

### 1. 日長および水温の周年変化

2005年の夏至 (6月21日) および冬至 (12月22日) の日長時間はそれぞれ14時間24分および9時間56分で、2006年の夏至 (6月21日) の日長時間は14時間24分であった (Fig.3)。

九州大学附属水産実験所における飼育開始時の2005年5月初旬では、水温は17℃前後であったが、その後上昇を続け8月に27℃に達した。9月から水温は下降を始め、2月には約10℃と最低値を示した。3月には約12℃となり、飼育を終了した2006年7月には約24℃に達した。

## 2. 生殖腺の周年変化

雌の平均 *GSI* は、2005年5～6月は0.46～0.65を示した後、7月に最低値0.30となった (Fig.3). その後、徐々に増加し、2007年2月では前年の5、6月を上回る0.74となり、3月には0.88に達した。その後7月上旬まで0.59～0.83で推移した後、7月下旬には0.43と急激な減少を示した。

雄の平均 *GSI* は、2005年5月初～中旬は0.60-0.64であったが、5月下旬から6月を通して増加し (0.79-1.10)、7月に急激な減少 (0.10) を示した (Fig.3). その後、11月まで低値 (0.07-0.08) を維持し、翌2006年1月から3月にかけて徐々に増加し始め (1.01-0.28)、5月上旬～7月上旬を通じて高い値 (0.87-1.04) を示した後、7月下旬には急激に減少 (0.01) した。

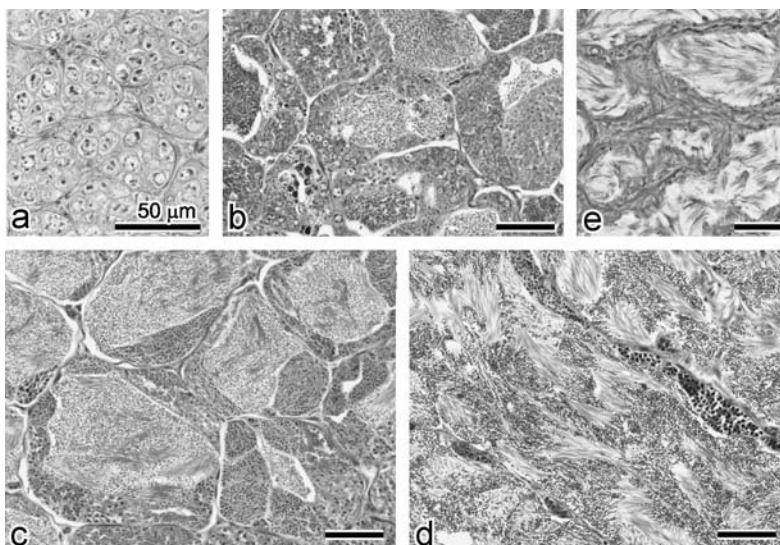


Fig. 2. Photomicrographs of testis at different developmental stages in jack mackerel. a, Stage I (spermatoginial stage); b, Stage II (early spermatogenesis); c, Stage III (late spermatogenesis); d, Stage IV (spermiation); e, Stage V (post spawning).

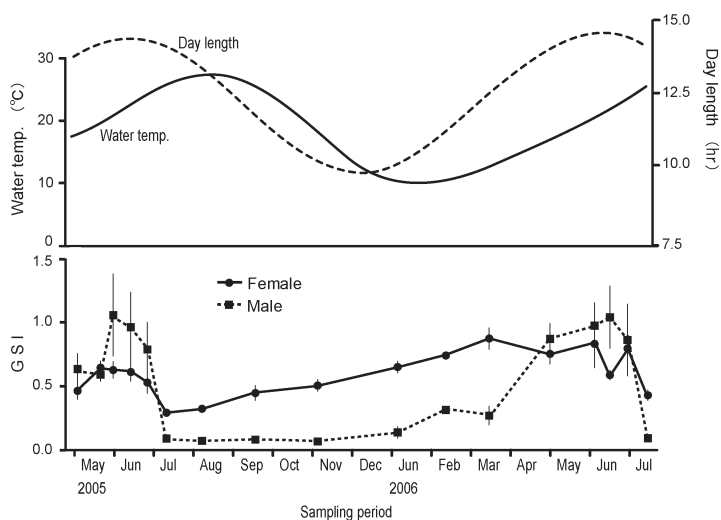


Fig. 3. Seasonal changes of day length, water temperature and gonadosomatic index (*GSI*) recorded during experimental period.

雌では、2005年5月3日の初回採集時において、周辺仁期のみで構成される未熟期の卵巣を持つ個体が90%を占めた (Fig.4). その後、5月31日には卵黄胞期および油球期の卵巣を持つ個体がそれぞれ40%および20%出現した。6月14、27日には卵黄形成期中期の個体がそれぞれ1尾ずつ確認された。しかし、6月27日では、卵膜および核の消失した退行卵を多く持つ個体が約60%を占め、8月には全個体が未熟な卵巣となった。8月から翌2006年1月にかけては未熟期のままで

あり、2月に卵黄胞期の個体が90%を占め、3月には油球期の個体が約40%となった。しかし、この年も卵黄形成が進行した個体は6月14日と7月10日に1尾ずつしか確認されず、7月末には全個体が退行期あるいは未熟期となった。

雄では、2005年5月3日の初回採集時において、40%の個体が精子形成初期にあり、6月の2回の採集時には排精期の個体が約60%を占めた (Fig.5). その後、7月12日には全ての個体が未熟な状態の精原細胞増殖

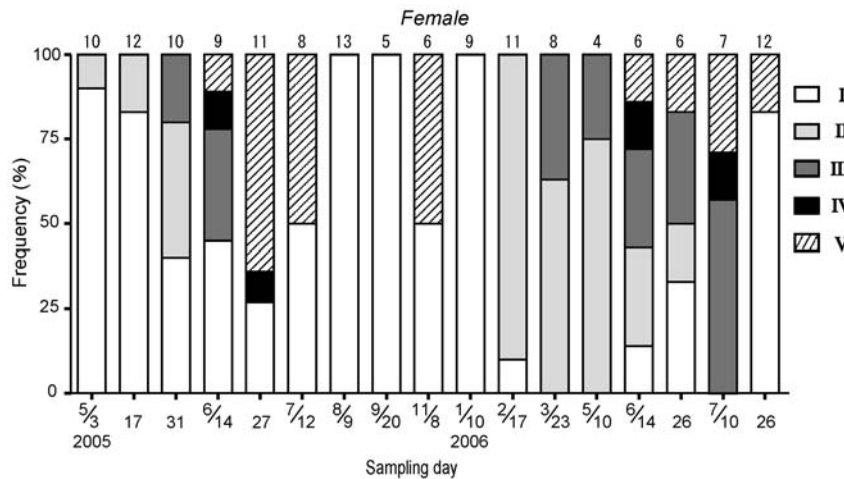


Fig. 4. Seasonal changes of ovarian maturity stages in captive jack mackerel. Refer Fig.1 for each ovarian stage. The numbers over each column represent the number of fish examined during respective sampling period.

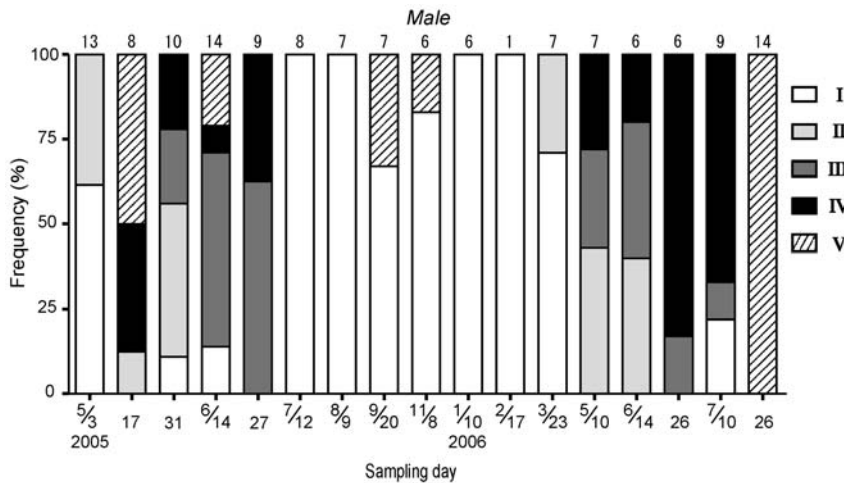


Fig. 5. Seasonal changes of testicular maturity stages in captive jack mackerel. Refer Fig.2 for each testicular stage. The numbers over each column represent the number of fish examined during respective sampling period.

期となっていた。精子形成初期の個体が再び出現する翌2006年3月まで精原細胞増殖期にあり、この間の精巢は紐状を呈し、蓄積された脂肪との判別が難しかった。その後、6月26日に排精期の個体が約80%、7月10日に約70%を占めたが、7月末には全個体の精巢で精子が消失していた。

### 3. 尾叉長および肥満度の変化

2005年5～6月では、雌の尾叉長 (*FL*) は平均242-249mmで、一方雄では229-259mmであった (Fig.6)。親魚を追加搬入した7月には、雌雄共に平均 *FL* はやや下がったが (雌: 240mm, 雄: 233mm), その後、類似した成長を示し、2006年7月の雌雄の平均 *FL* はそれぞれ255mm および254mm に達した。

雄では *FL* 238mm 以上の個体で排精が確認されたのに対し、雌での卵黄形成期の個体 (4尾) はいずれも *FL* 260mm 以上であった。

肥満度 (*CF*) は、飼育期間を通して雌雄でほぼ同調した変化を示した (Fig.7)。2005年5～6月では、雌の *CF* は平均15.2～16.6、雄では平均15.4～16.5であった。親魚を追加搬入した7月に平均 *CF* は雌雄共にや

や下がったが (雌: 14.4, 雄: 13.9), 11月にかけて増加してゆき、11月の平均 *CF* は雌で15.5, 雄で15.7を示した。その後、2006年1月に一旦減少した後 (雌: 13.7, 雄: 13.3), 5月までは横ばい状態だったが、7月にかけて増加してゆき、最後の採集日である2006年7月26日には、雌で16.7, 雄で16.5を示した。

## 考 察

東シナ海におけるマアジの産卵盛期は南部で1～2月、中部で2～3月、九州北西岸から対馬周辺においては4～5月であると推定されている (堀田・中嶋, 1971)。産卵海域の中心は季節の進行とともに北東方向に移動し、東シナ海全体としては冬季から春季の長期間にわたり産卵が継続する (西田, 2006)。また、太平洋側とそれに付属する内海域における報告から推定される産卵期は、東部に向かうほど遅くなり、東シナ海とあわせると日本周辺海域全体としては11～翌8月と半年以上にわたると考えられている (西田, 2006)。さらに、産卵期に対応する水温に関する多くの知見から、19～21℃が産卵水温での中心になると考えられている (西田, 2006)。この水温は、孵化の適温18～24

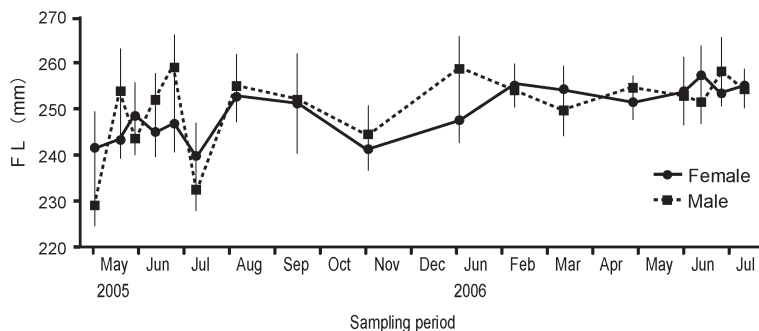


Fig. 6. Seasonal changes of fork length (*FL*) in both sex of captive jack mackerel.

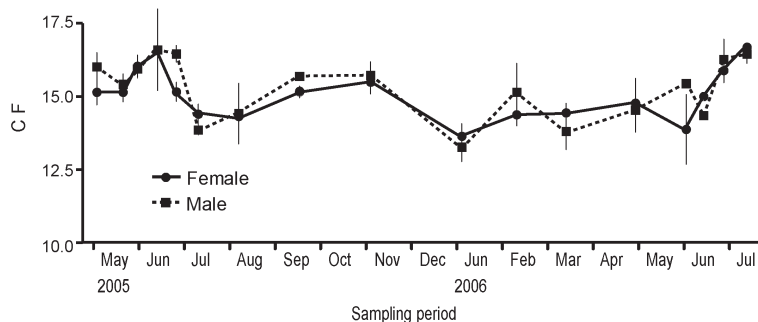


Fig. 7. Seasonal changes of condition factor (*CF*) in both sex of captive jack mackerel.

℃ (落合ら, 1984) の結果と一致している。本研究の実施場所である福岡県津屋崎町は九州北西岸に位置しており、雌雄の生殖腺が最も発達した時期は、2005年5月下旬～6月下旬および2006年6月中旬～7月上旬で、いずれも水温20～24℃であったことから、天然群の情報を整合していると考えられる。一方、水温が25℃を超えた7月中旬以降は、2005年、2006年とも雌雄の全個体で退行を経て未熟期に入ったことから、24℃が産卵水温の上限であることが示唆された。

今回の飼育実験では、雄で排精期の個体が6～7月に高い割合で出現したが、雌では卵黄形成の進行した(卵黄形成中期)個体は2回の産卵期を通じてわずか4尾しか出現しなかった。また、雄ではFL 238mm以上の個体で排精が確認されたのに対し、雌での卵黄形成期の個体はいずれもFL 260mm以上であった。西日本海域におけるマアジの雌では、冬季・厳冬季産卵群でFL 205～207mm、春季産卵群でFL 185mm～の2歳魚が成熟すると報告されており(堀田・中嶋, 1971)、東シナ海産マアジでは1歳魚と推定されるFL 190mmで成熟していた(大下, 2000)。これらの知見から、西田(2004)は、マアジの成熟は年齢よりも体サイズに依存する、と指摘している。本研究に用いたマアジは、初回搬入の183尾のうち134尾がFL 200mm以上で、その後の全ての採集日における供試魚のFLは200mm以上であった。したがって、今回実験に用いたマアジ親魚は、成熟するのに十分な体サイズに達していたと考えられる。

天然マアジでは、GSIは尾叉長に依存して高くなる傾向を示す(大下, 2000)。また、東シナ海産マアジ雌の平均GSIは、未熟期に0.7、発達期(卵黄形成期)に3.8、産卵期に4.6であり、GSIが3を超えた個体が成熟・産卵すると報告されている(依田ら, 2004)。本研究では、十分に成長した体サイズであるにもかかわらず、生殖腺が最も発達した2005年、2006年の6月でも平均GSIは0.8以下であった。また、卵黄形成期中期まで発達した4個体のGSIは全て1以上(最大個体で1.7)あったが、発達期(卵黄形成期)の天然マアジのGSIと比べると著しく低い。今回、雌のGSIが2005年7月に0.3と最も低い値を示した後、卵母細胞が周辺仁期で停止していたが、翌2006年3月まで緩やかなGSIの増加が見られるのは、卵原細胞の増殖による周辺仁期卵の増加に起因すると考えられる。しかし、その後、油球期までにしか発達しなかったため、天然群で見られるような産卵期前の急激なGSI増加(大下ら, 2004; 依田ら, 2004)が認められなかった。

一方、雄では2005年、2006年の5～7月に生殖腺の発達した排精期の個体が多く確認されたが、それらの平均GSIは高い場合でも1.0であった。本研究の魚体サイズに相当するFL 200～250mmの天然マアジ雄では、産卵期のGSIは3を超えている(大下ら, 2004)ことから、雄における精巢の発達も天然群と比較して不十分であると考えられた。

本研究において、肥満度(CF)は雌雄で同調した変化を示しており、周年を通しての雌雄のCFは13～17の範囲にあった。この値は、東シナ海産マアジのCF 12～17(大下ら, 2004)に一致する。したがって、今回行った周年飼育において生殖腺の発育不順が起こった要因が栄養状態にあったとは考えにくい。飼育下におけるマアジの生殖腺の発育不順については、海面生け簀で養成したマアジの成熟卵巣が天然マアジの成熟卵巣の1/4程度で、成熟期が20日間程度と非常に短かった(落合ら, 1980)という報告がある。したがって、体サイズや栄養状態は成熟するのに十分な条件にあったにもかかわらず、3トン水槽という閉鎖飼育環境が雌雄の生殖腺の発育不順を招いたものと推察される。また、今回の周年飼育において、水温が10℃を下回った2006年2月に、1週間で30尾余りが死亡した。海面生け簀内での養成マアジでも、低水温期の2月に約半数の斃死があったと報告されており(青海・北島, 1980)、10℃以下の低水温はマアジの飼育には不適であると考えられる。冬季の低水温暴露と生殖腺の発育不順との因果関係は明らかでないが、今後の飼育実験にあたり、卵黄形成促進効果も含め、冬季の昇温処理は考慮に入れる必要がある。

我々は現在、マサバでは飼育下における成熟・産卵実験系をほぼ確立している。マサバの場合、飼育環境下でも卵黄形成と精子形成は正常に進行する。しかし、雄では精巢は十分に発達、成熟し、正常な排精が行われるのに対して、雌では卵黄形成が終了した状態で停止する。このような雌に生殖腺刺激ホルモン(GtH, gonadotropic hormone)であるhCGや、脳下垂体中のGtHを放出させる作用のある合成生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH<sub>a</sub>, gonadotropin-releasing hormone analogue)を投与することにより確実に成熟・産卵を誘導できる。すなわち飼育環境下の養成マサバでは、卵黄形成を促進する生殖腺刺激ホルモン(GtH, gonadotropic hormone)は脳下垂体より正常に分泌されるものの、卵成熟を誘導するためのGtHが放出されないことが示唆される(松山, 2006; 松山ら, 2007)。卵黄形成および卵成熟にお



る2種のGtH, すなわち濾胞刺激ホルモン (FSH, follicle stimulating hormone) および黄体形成ホルモン (LH, luteinizing hormone) の生理作用は現在でも不明である。一方, 本研究の養成マアジでは, 体サイズや栄養状態は成熟するのに十分な条件にあったにもかかわらず, 卵黄形成がほとんど進行しなかったことから, これらの親魚では卵黄形成促進のためのGtHが分泌されていなかった可能性がある。あるいは, そのGtH自身が合成されていなかった可能性も否定できない。我々の, 天然マアジを用いた実験では, 卵黄形成が進行し, 卵径500 $\mu$ m以上の卵をもつ個体であれば, hCG投与により成熟・排卵を誘導することができた(依田ら, 2006)。しかし, 天然マアジを用いた場合, 漁獲時およびその後のストレス等に起因すると考えられる卵の退行が著しく, 実験に使用できる親魚は少ないことに加え, 漁獲サンプルからでは水温履歴や餌環境と成熟・産卵・生残などとの関係を知ることが難しく, 再現性のある結果を繰り返し得ることが期待できない。したがって, 履歴が明確な養成マアジを用いた飼育実験系の開発が今後重要となってくる。今後, 養成マアジの成熟・産卵誘導実験系を確立するためには, 生殖腺の発育不順の内分泌的要因の解明も含め, 飼育下で卵黄形成を確実に促進させる技術開発が必要となると考えられる。

## 要 約

マアジの繁殖情報の精度を向上させるための飼育実験系の確立を目的として, 本研究では, 飼育下におけるマアジの生殖年周期を調査した。

2005年5月~2006年7月の1年3ヶ月にわたり, 陸上屋外円形3トン水槽でマアジ親魚を飼育し, 定期採集により285尾(雌147尾, 雄138尾)を得た。

雌雄のGSIは5~6月に上昇した。雄では60~80%の個体で排精が認められたが, GSIは天然魚と比較して著しく低かった。一方, 雌では卵黄形成が認められた個体は, 4尾のみであった。採取時のマアジ雌雄の年齢は2~4歳で, 尾叉長も全て200mm以上あり, CFも13~17であった。

以上の結果より, 水槽内で周年にわたり飼育したマアジでは, 年齢, 体サイズ, 栄養状態ともに成熟するための条件は整っていたにもかかわらず, 卵黄形成は進行しなかった。今後, 養成マアジの成熟・産卵誘導実験系を確立するためには, 生殖腺の発育不順の内分泌的要因の解明も含め, 飼育下で卵黄形成を確実に促進させる技術を開発することが必要となる。

## 文 献

- 足立伸次 2000 成熟・産卵の人為的制御と卵質. 松山ら編:魚類の配偶子形成機構. 月刊海洋, 海洋出版, 東京, 120-126
- 堀田秀之, 中嶋純子 1971 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究-V. 成熟状況からの解析. 西水研報, 39: 33-50
- 松山倫也 2006 多獲性浮魚類の再生産研究高度化に向けての生殖生理学的手法の適用. 水研七研報, 別冊4: 51-56
- 松山倫也, 白石哲朗, 入路光雄, 岩谷美徳, 北野 載, 山口明彦 2007 飼育下におけるマサバの生殖生理. 西海ブロック漁海況研報, 14: 1-14
- 西田 宏 2004 マアジの産卵特性, マアジの産卵と加入機構-東シナ海から日本沿岸へ-. 原 一郎・東海 正編:水産学シリーズ139. 恒星社厚生閣, 東京: 11-18
- 西田 宏 2006 マアジとマイワシの繁殖生態. 水研七研報, 別冊4: 113-118
- 西田 宏, 長谷川誠三 1994 新潟沿岸におけるマアジ産卵群の年齢と成長. 日水研報, 44: 73-80
- 落合 明, 睦谷一馬, 榎田 晋 1983 養殖1歳マアジの成長, 成熟および人工産卵について. 日水誌, 49: 541-545
- 落合 明, 榎田 晋, 長谷川泉, 睦谷一馬 1980 マアジの採卵とふ化仔魚の成長について. 栽培技研, 9: 47-52
- 落合 明, 榎田 晋, 谷口順吉 1984 稚仔魚の減耗と餌料条件. MRPプログレスレポート, マアジ, 2: 31-37
- 岡 雅一, 森広一郎 2006 マアジの水槽内産卵について. 水研七研報, 別冊4: 151-155
- 大下誠二 2000 東シナ海におけるマアジの成熟特性に関する研究. 西海ブロック漁海況研報, 8: 27-33
- 大下誠二, 依田真理, 檜山義明 2004 東シナ海におけるマアジの成熟特性の長期的な変化. 水産海洋研究, 68: 245-252
- 佐藤 博, 森 保樹 1980 マアジの種苗生産. 栽培技研, 9: 61-68
- 青島忠久, 北島 力 1980 マアジの種苗生産. 栽培技研, 9: 53-59
- Shiraishi, T., K. Ohta, A. Yamaguchi, M. Yoda, H. Chuda and M. Matsuyama 2005 Reproductive parameters of the chub mackerel *Scomber japonicus* estimated from human chorionic gonadotropin-induced final oocyte maturation and ovulation in captivity. *Fish. Sci.*, 71: 531-542
- Shiraishi, T., S. D. Ketkar, H. Kitano, M. Nyuji, A. Yamaguchi and M. Matsuyama 2008 Time course of final oocyte maturation and ovulation in the chub mackerel *Scomber japonicus* induced by hCG and GnRH $\alpha$ . *Fish.*

- Sci.*, 74: 764-769
- 渡邊千夏子 2006 資源学的立場からみたマサバ太平洋系群の生殖生態研究の現状と問題点. 水研セ研報, 別冊 4: 101-111
- 依田真理, 大下誠二, 檜山義明 2004 漁獲統計と生物測定によるマアジ産卵場の推定. 水産海洋研究, 68: 20-26
- 依田真理, 水田浩二, 松山倫也 2006 胎盤性生殖腺刺激ホルモンによるマアジの成熟・排卵促進. 水研セ研報, 16: 15-18

## Summary

The aim of this study was to establish a suitable experimental system for inducing maturation and spawning of captive reared jack mackerel, *Trachurus japonicus*. Specifically, we examined annual changes in the gonadal histology of captive jack mackerel. A total of 285 adult fish (147 females and 138 males) were sampled regularly from rearing tanks (3 ton) in the months of May through July (2006). We found that the gonadosomatic index (*GSI*) values in both sexes increased during May and June. Spermiation was observed in 60 to 80% of males; however, the *GSI* values were lower for captive males than for wild males of the same stage. In females, vitellogenic ovaries were recorded in only four fish in the annual sampling period. All of the fish sampled were 2 to 4 years old, with fork lengths of at least 200mm. Condition factors (*CF*) were between 13 and 17. From the above results, we can conclude that in the present experimental set up female jack mackerel fail to proceed into vitellogenesis, even though they are of reproductive age and their size and body condition have developed to mature values. Further studies on the development of reliable techniques for inducing vitellogenesis based on endocrinological dysfunction mechanisms in the gonadal development of captive jack mackerel are necessary.