

タイラギ浮遊幼生の飼育と着底・変態

川原逸朗*・山口忠則・大隈 齊・伊藤史郎

Larval Rearing and Metamorphosis of the Pen-Shell,
Atrina pectinata in Ariake SoundItsuro KAWAHARA, Tadanori YAMAGUCHI,
Hitoshi OHKUMA, and Shiro ITO

Larvae of the pen-shell, *Atrina pectinata*, derived from artificial fertilization, were reared to the juvenile stage, in order to collect knowledge on larval growth and the process of pediveliger larval settlement and metamorphosis to the plantigrade. Thirty trochophores were reared in a plastic container at 28°C and were fed a diet of *Pavolva lutheri* from the 2nd day until the 41st day after the start of rearing. Larvae were then fed *Chaetoceros gracilis* from the 42nd day until the end of the rearing period. Algal diet was adjusted daily to a concentration of 5000 cells/ml. Larval settlement assays were conducted in 35cm-diameter Petri dishes: one layered with mud (mud dish), another with a mixture of fine sand and mud (sandy-mud dish), and the third with no substrate (seawater dish). Pediveligers were reared in each of these dishes and were allowed to settle and metamorphose. The maximum, minimum and average protoconch lengths of pediveligers that settled and metamorphosed were 695 μ m, 570 μ m and 642 μ m, respectively. Settlement and metamorphosis were observed in all 3 dishes, suggesting that pediveligers had no substratum selectivity. However, results also suggest that survival of the plantigrades depends on the type of substrate used.

はじめに

タイラギ *Atrina pectinata* は、本州中部以南の砂泥底に生息する大型の二枚貝で、有明海では重要な漁獲対象種となっている。しかし、近年では、漁場の縮小や原因不明の大量斃死の発生により、1999~2002年度の4年間は休漁状態となるなど、資源量が著しく減少している。

タイラギ漁の復活のためには、漁場縮小原因の解明とそれにとまなう漁場の再生や大量斃死の原因解明が不可欠である。このうち、漁場縮小原因の解明と漁場造成事業等の漁場再生策を効率的に講ずるためには、有明海における浮遊幼生および着底稚貝の分布域や分布量を明らかにするとともに、人工飼育によって、浮遊幼生から着底稚貝に至る基質（底質）の選択性や着底稚貝の生残に及ぼす底質環境などを明らかにする必要がある。

タイラギ浮遊幼生の飼育については、種苗生産技術開発の一環として、1960年代から取組まれてきたが¹⁻⁴⁾、稚

貝まで飼育した例は、過去に1例⁴⁾あるのみで、着底稚貝の初期生態について詳細な報告はなされていない。

そこで、本研究では、人工受精を行い、小型容器を用いた浮遊幼生の飼育を試みたところ、着底稚貝までの飼育に成功し、浮遊幼生末期である成熟幼生から着底稚貝までの形態変化や着底・変態条件に関する知見が得られたので報告する。

材料および方法

使用海水 海水は、当センターに隣接する棧橋に設置したポンプにより、大潮の満潮時に100m³コンクリート水槽に貯水し、約1ヶ月間静置して浮泥を沈殿させた後、50および5 μ mのフィルターを過し紫外線照射したもの（以下、処理海水という）を用いた。

供試親貝 2003年7月8日に佐賀県有明海沖合中央部に位置する通称ダイナン漁場（図1）で採集した有鱗片型 *A. pectinata lischkeana* を用いた。

採集した親貝は、20℃に設定した循環水槽内に収容し、採卵まで通気して飼育した。餌は、*Chaetoceros gracilis* を適宜与えた。

採卵および媒精 2003年9月25日に平均殻長149mmの雌13個体、雄3個体を用いて行った。採卵は、水温20℃の水槽で養成していた雌のタイラギを、採卵前日の夕方、処理海水（水温20℃）を入れた発泡スチロールの容器に収容後、5℃の冷蔵庫に15時間静置（水温6.4℃）し、翌朝24.8℃の処理海水を入れた20ℓ容の角型スチロール水槽（350×200×245mm）に移す方法で行った。得られた卵は、雄の精巢を切開し、処理海水で希釈して作成した精子懸濁液を用いて受精させた。その後、200ℓ円型ポリカーボネイト水槽（以下、200ℓ水槽という）に卵を移し（120万～250万粒/水槽）、囊胚期幼生となって浮上・遊泳するまで、1～2時間毎に沈殿した卵を緩やかに攪拌した。

浮遊幼生の飼育 採卵日の夕方（受精から約6時間後）、浮上・遊泳している囊胚期幼生を1ℓのプラスチック容器3個に30個体ずつ収容して飼育を開始した。飼育は、28℃のインキュベータ内に容器を設置し、無通気、止水、暗条件で行った。餌料は、翌日から*Pavlova lutheri*を、42日目からは*C. gracilis*を0.5万細胞/mlとなるよう投与した。幼生は1日毎に新しい処理海水と餌料を入れた容器に移し替え、飼育環境の悪化を防いだ。また、水面に浮上し、水中に戻れなくなった幼生は、毎日、キャピラリーピペットを用いて、強制的に水中に沈めた。

浮遊幼生の着底・変態 本種浮遊幼生の着底・変態を誘起する要因を検討するため以下の実験を行った。実験には、直径5cm、高さ3cmのシャーレを用い、底面に干潟

泥を塗布したもの（泥区）、細砂と干潟泥を混合して塗布したもの（砂泥区）および海水のみを入れたもの（海水区）を設定し、合計3回の誘起を試みた。1回目は、浮遊幼生の成長が停滞した34日目に上述の3区に平均殻長640μmの幼生を5個体ずつ、2回目は、飼育46日目に飼育水槽内で足を出して遊泳していた3個体の幼生（平均殻長652μm）を上述の3区に1個体ずつ、3回目は、飼育から50日目に1および2回目の誘起結果を参考とし、1ℓプラスチック容器に生残していた17個体の幼生を砂泥区のみに移して行った。水温は28℃、無通気、止水、暗条件とした。着底・変態実験の開始後は、餌料を与え、飼育水も1日置きに交換した。着底・変態の確認は、実体顕微鏡を用いて行った。

原殻長の測定 着底・変態した稚貝は、全て基質から抜き取り、着底・変態時の大きさを示す原殻長（図2）を生物顕微鏡のマイクロメーターを用いて測定した。

結 果

採卵 前述の方法で水温変化を与えると雌が反応し、約1,200万粒の卵を得ることができた。採卵水槽に収容後、反応までの時間は、個体差があったが、最も早いもので約1時間後であった。

浮遊幼生の飼育 D型幼生から付着稚貝までの形態変化を図版1に、殻長の成長例を図3に示した。今回の飼育では、飼育個体数が少なく、定期的なサンプリングにより飼育群の成長を追うことができなかつたため、定期的な観察の中で最も成長がよかつたものを図に示した。

受精後1日目に90μm前後であったD型幼生は、2日目には摂餌を開始した。3日目には105μm、7日目には140μm、12日目に160μm、19日目に275μmと徐々に成長し、直線的だった殻頂部は丸みを帯び、次第に突出した

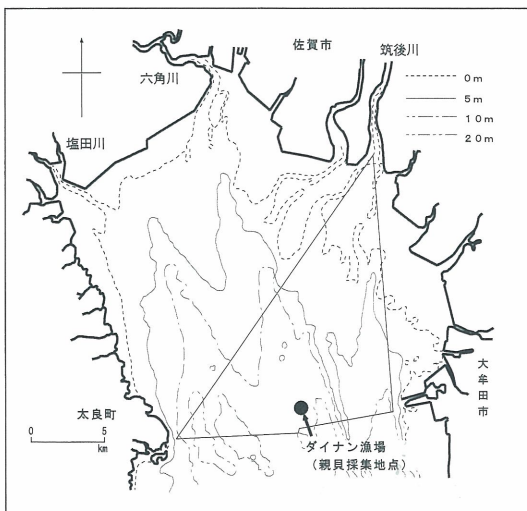


図1 親貝採集地点

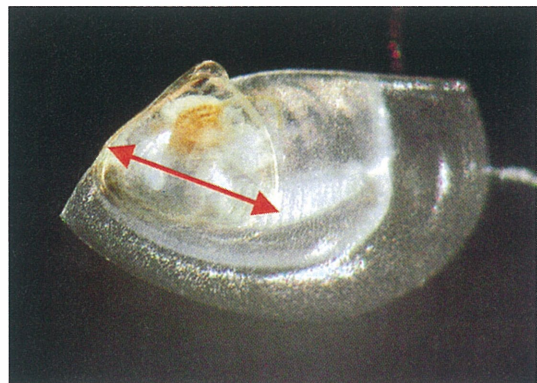


図2 原殻長測定部位

形態となった(図版1-A, B, C, D, E)。20日目以降, 成長速度が急激にあがり, 22日目に415 μm , 33日目に650 μm に達し, 殻長部の尖った特徴的な三角形の形態となった。また, 遊泳器官である面盤が大きく発達するとともに, 殻内部には外套膜や閉殻筋がはっきりと観察されるようになった(図版1-F, G, H)。その後, 殻長の成長は停滞する傾向がみられ, 43日目に今回の飼育における最大殻長700 μm の個体を確認した(図版-I)。また, 46日目には足を殻から出して遊泳している個体も出現した(図版1-J)。なお, 幼生が遊泳するうちに, 水表面に浮き上がり, 水中に戻れなくなる現象は, D型幼生以降, 飼育期間を通じて観察されたが, キャピラリーピペットを用いて, 強制的に水中に沈めることで, 浮き上がりによる斃死を抑えることができた。

浮遊幼生の着底・変態 実験結果を表1に示した。1回目は, 8日間観察を行ったが, いずれの区もまったく稚貝に変態せず, すべて斃死した。これに対し, 2回目では, 泥区, 砂泥区, 海水区のいずれの区も, 浮遊幼生収容後2日目までに着底稚貝へ変態した。また, 3回目は, 14日間で17個体中7個体の浮遊幼生が着底稚貝に変態した。

着底稚貝の原殻長を表2に示した。今回の飼育で得られた着底稚貝の原殻長は, 最大695 μm , 最小570 μm , 平均642 μm であった。

浮遊幼生の着底状況を図版2に示した。砂泥区における成熟幼生の着底稚貝に至る観察結果は以下のとおりである。成熟幼生は足と幼殻の開閉運動により, 前背縁側を下に砂泥中に穿孔して動きを止めた(図版2-A)。90分ほどで掘り出してみると透明な新生殻が幼殻を取巻くように伸びていた(図版2-B)。着底から約6時間後には, 穿孔している前背縁側が接合し, 後背縁側に新生殻が伸長しており, すでに足糸を伸ばし砂粒に絡めていた(図版2-C, D)。着底・変態開始翌日には, 殻長が1250 μm と幼殻の約2倍に成長し, 鰓がはっきりと確認された(図版2-E)。また, 着底稚貝は, 新生殻の部分, すなわち殻長の1/2ほどを基質から出し, 外套膜を使って入水孔と出水孔を形成し, 海水の出し入れを行っていた(図版2-F)。このように砂泥区で着底した稚貝は, その場所で足糸を砂粒に絡めてあまり移動せず, 成長を続けた(図版2-G)。一方, 泥区で着底・変態した稚貝も足糸を出しているのが観察されたが, 足糸を絡める基質がなかったためか, 着底場所にとどまらず, 匍匐移動を続け, 最終的には斃死した(図版2-H, I, J)。この状況は, 海水区で着底・変態した稚貝でも同様であった。

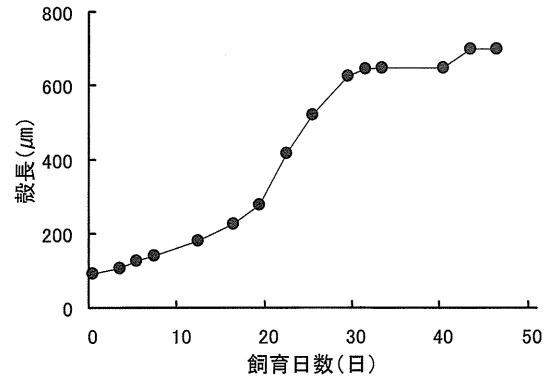


図3 タイラギ浮遊幼生の殻長の推移

表1 各底質条件における着底稚貝数

実験区	1回目	2回目	3回目
泥区	0/5*	1/1	—
砂泥区	0/5	1/1	7/17
海水区	0/5	1/1	—

*着底稚貝数/誘起した浮遊幼生数

表2 着底稚貝の原殻長

実験区	原殻長 (μm)		
泥区	695		
砂泥区	590	620	640
	650	660	680
海水区	570		

考 察

採卵 タイラギの採卵については, これまでにいくつかの方法^{2,3,5)}が報告され, 正常な受精卵が得られている。しかしながら, ほとんどの方法が採卵刺激をかけて反応するまでの時間が不明確で, 計画的な採卵が難しいことが報告されている。これに対して, 本報で行った採卵方法は, 本報以外の採卵(未発表)においても, 刺激からおよそ1~3時間で反応する 경우가多く, 計画的な採卵が可能であった。以上のことから, 本方法は, タイラギの採卵方法としては有効と思われる。

浮遊幼生の飼育 今回観察したタイラギの浮遊幼生は, D型幼生の殻長が約90 μm , 最大約700 μm であった。さらに, 着底稚貝の原殻長からタイラギの成熟幼生の殻長は

約600~700 μm と推察された。有明海に生息する水産上重要な他の二枚貝と比較すると、D型幼生の殻長は、アゲマキの約120 μm ⁶⁾とウミタケの約60 μm ^{7,8)}の間で、クマサルボウの約90 μm ⁹⁾とほぼ同様の大きさであった。一方、成熟幼生の殻長は、アゲマキの約230~240 μm ⁶⁾、ウミタケの約400~490 μm ^{7,8)}、クマサルボウの約270~320 μm ⁹⁾に比べて大きく、二枚貝の中では大型の部類に入ると思われる。

また、浮遊幼生は30日ほどで成熟幼生の殻長600 μm 以上に成長したが、すぐには着底がみられず、47日目に初めて着底稚貝に変態した。このことから、タイラギ幼生の着底・変態には、ムラサキイガイ¹⁰⁾で報告されているのと同様に成熟幼生に達した後、一定の期間を必要とする可能性が示唆された。一方で、42日目から餌を *C. gracilis* に変えた後に足が出現するなど、成熟幼生に形態変化がみられ、その後に行った2回目の実験で、着底稚貝が得られた。このことから、成熟幼生から着底稚貝に至る条件として餌料が影響している可能性も考えられる。

着底稚貝の特徴としては、新生殻の形成方向が、幼殻の後背縁側方向に伸びていくことが確認された。同じ二枚貝のウミタケやクマサルボウは、幼殻を取り巻くように新生殻を形成しながら成長することが知られており⁷⁻⁹⁾、タイラギの新生殻の形成パターンは、これらの二枚貝とは異なるようである。

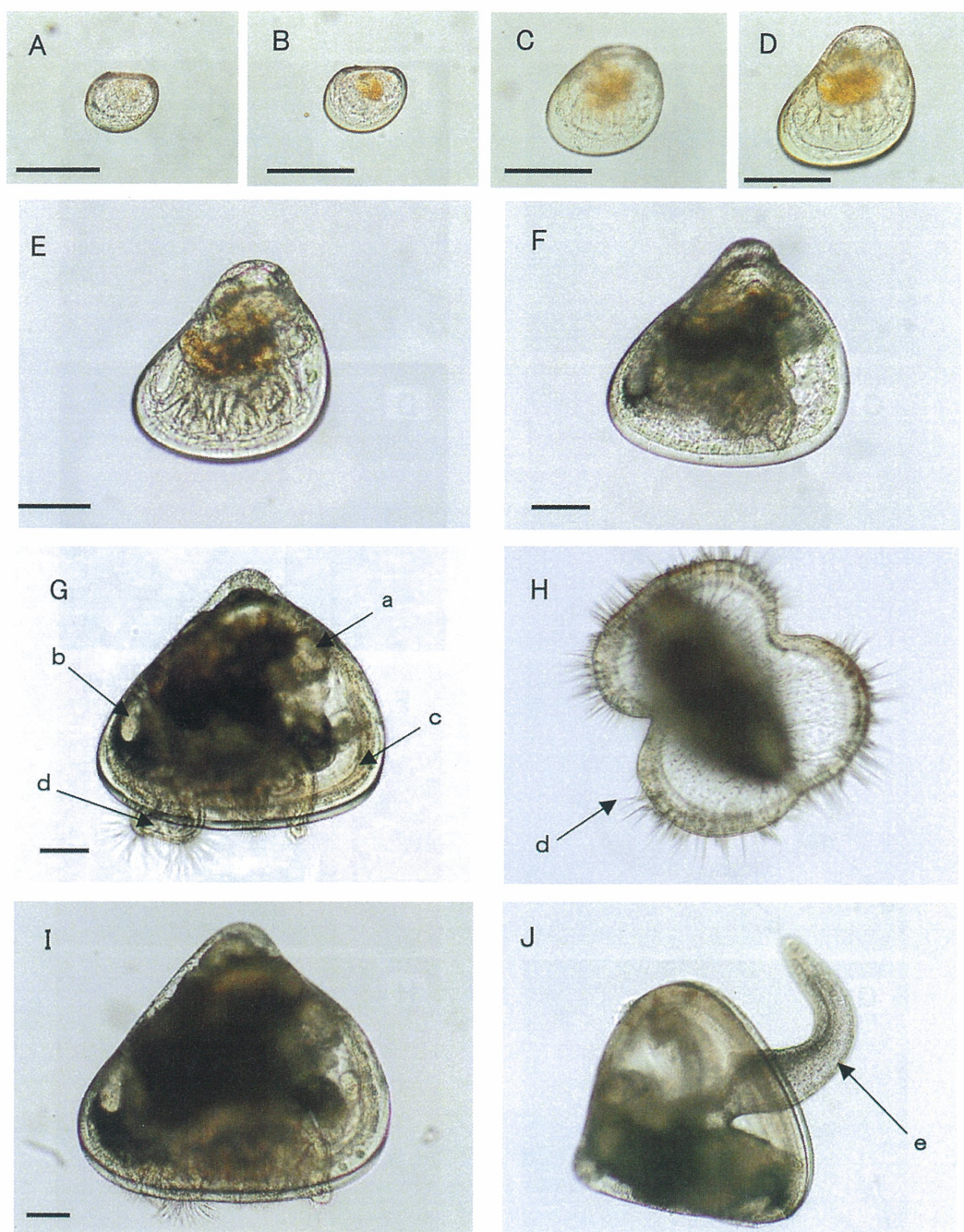
また、着底・変態の翌日には殻長が約2倍となるなど、着底初期の成長が早いこと、着底後すぐに足糸で身体を固定し、新生殻部分が着底基質から抜き出て、成貝と同じように外套膜を使って呼吸を始めることが明らかとなった。このような成長の早さや穿孔行動は、水管を持たず、着底・変態直後から海底に穿孔して生活するタイラギにとっては、有明海のような底泥表面に浮泥が堆積しやすい環境で生き残るためには、重要な要素になるのではないと思われる。

着底基質については、泥、砂泥、海水のいずれの区でも着底がみられたことから、タイラギ浮遊幼生に基質選択性がない可能性が示唆された。一方で、これら3つの区で得られた着底稚貝は、その後、泥区、海水区は斃死

し、砂粒を含んだ砂泥区の稚貝だけが成長を続けたことから、着底・変態後の生残には基質、すなわち底質環境が影響している可能性が示唆された。これらの点については、今回の飼育では、個体数が少なく、十分な検討を行うことができなかった。タイラギ浮遊幼生の基質選択性や着底稚貝の生残と着底基質との関係を明らかにすることは、現在、有明海で問題となっているタイラギ漁場の縮小原因の解明につながるのと同時に、今後の漁場改善等による資源増殖策を講ずる上で重要な知見となるであろう。

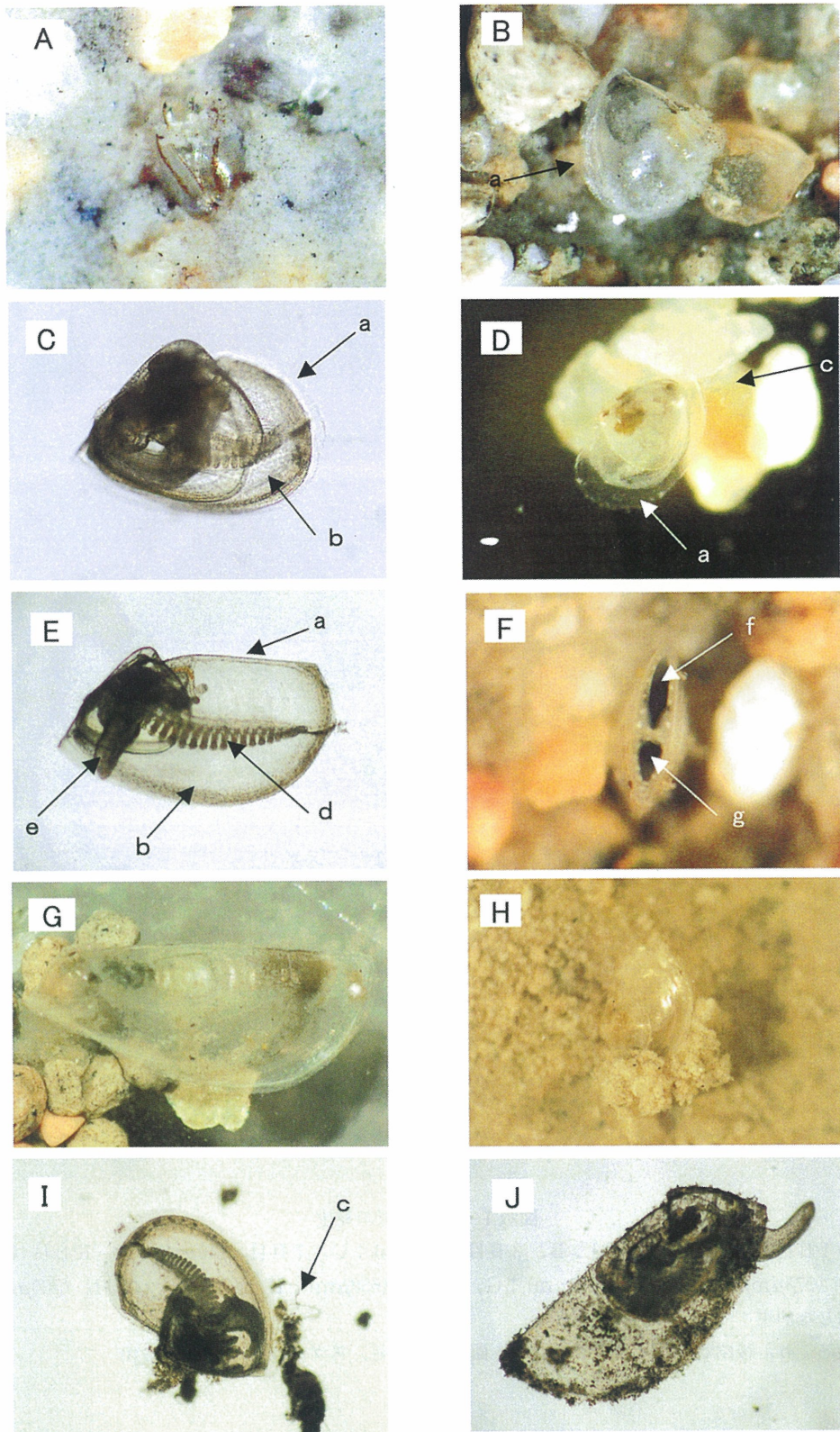
文 献

- 1) 穂山展志・前川兼佑(1963):タイラギ *Atrina pectinata japonica* (REEVE) その他二枚貝の人工採苗に関する予察的研究. 山口内海水試調研業績. 13(1), 81-89.
- 2) 濱本俊策・大林萬鋪(1984):タイラギの人工採卵と幼生飼育に関する問題点. 栽培技研, 13(2), 13-27.
- 3) 伊東義信・野田進治・伊藤史郎(1985):タイラギ種苗生産試験. 佐賀栽漁セ事報(昭和55~58年度), 28-41.
- 4) 明楽晴子(1998):タイラギの種苗生産の技術開発について. うみうし通信, 18, 8-9.
- 5) 松田正彦・藤井明彦(2000):タイラギ, アカガイに対する産卵誘発方法としての止水と紫外線照射海水の効果. 長崎水研報, (26), 9-15.
- 6) 伊藤史郎・江口泰蔵・川原逸朗(2001):アゲマキ浮遊幼生の飼育と課題. 佐有水研報, (20), 49-53.
- 7) 伊藤史郎・津城啓子・山口忠則・大隈 齊・川原逸朗(2003):ウミタケの浮遊幼生と着底稚貝. 佐有水研報, (21), 71-80.
- 8) 伊藤史郎・江口泰蔵(2004):ウミタケ浮遊幼生の飼育と着底・変態. *The Sessile Organisms Society Japan*, 21(1), 13-18.
- 9) 川原逸朗・山口忠則・大隈 齊・伊藤史郎(2003):有明海湾奥部におけるクマサルボウの種苗生産に関する研究-I. 佐有水研報, (21), 23-28.
- 10) C. Satuito, G., Natoyama, K., Yamazaki, M. and Fusetani, N. (1995): Induction of attachment and metamorphosis of laboratory cultured mussel *Mytilus edulis galloprovincialis* Larvae by microbial film. *Fish. Sci.* 61, 223-227.



図版1 タイラギの発生

A, 受精後1日目 (90 μ m, D型幼生); B, 3日目 (105 μ m); C, 7日目 (140 μ m); D, 12日目 (160 μ m);
 E, 19日目 (275 μ m); F, 22日目 (415 μ m); G, 33日目 (650 μ m); H, 面盤; I, 43日目 (700 μ m);
 J, 足を出した幼生;
 a, 前閉殻筋; b, 後閉殻筋; c, 外套膜; d, 面盤; e, 足. スケール・バー=100 μ m



図版2 タイラギの着底状況

A, 着底直後の稚貝; B, 着底稚貝 (約90分後); C, 着底稚貝 (約6時間後); D, 砂粒に足糸を絡めた稚貝; E, 着底翌日の稚貝(1250 μ m); F, 入水孔, 出水孔を形成した稚貝; G, 着底稚貝(約4mm); H, 泥区着底稚貝; I, 泥区着底稚貝の足糸; J, 斃死稚貝;
a, 新生殻; b, 外套膜; c, 足糸; d, 鰓; e, 足; f, 入水孔; g, 出水孔。