

# 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 —

## — 採卵と発生 —

川原逸朗・山口忠則・大隈 斉・伊藤史郎

### Studies on Seed Production of *Scapharca globosa ursus*, in the Innermost Area of Ariake Sound- I Collecting Eggs and Development

Itsuro KAWAHARA, Tadanori YAMAGUCHI,  
Hitoshi OHKUMA, and Shiro ITO

Our laboratory, located at the Innermost Area of the Ariake Sound, pumps sea water with a salinity of 26 ~ 27 psu and which includes floating mud into its facilities. In order to investigate the possibility of *Scapharca globosa ursus* seed production using the sea water in the facility, we conducted spawning tests at regular intervals and observed embryonic development and growth to juveniles. Results from a total of 3 spawning experiments conducted between June and August indicated that in all 3 cases fertilized eggs were obtained only when spawners were given a temperature shock by increasing temperature by 5 to 7°C. However, the ratio of normal development to D-shaped larvae differed between the 3 experiments conducted. We therefore found that the degree of egg maturation is very important in determining the suitable timing for spawning. We attempted rearing D-shaped larvae to the juvenile stage. During the early part of the rearing period, a large number of larvae died and many individuals with shell length >150µm secreted a thread-like mucous tangled with other individuals thereby sinking to the bottom of the rearing containers. Survivors metamorphosed to juveniles within three weeks from fertilization. About 110,000 juveniles, with an average of 367µm in shell length, were found attached on the walls and the bottom of the aquarium on the 31st day post-fertilization. In conclusion, our facility can be suitable for *S. globosa ursus* seed production.

#### まえがき

有明海の準特産種であるクマサルボウ *Scapharca globosa ursus* は、アカガイ *S. broughtonii* と同じフネガイ科に属する大型の二枚貝である。有明海では、塩分が比較的高い沖合の水深10~20mの海域に生息しており、有明海湾奥部の重要な漁獲対象種となっている。

当県では、主に潜水器漁業及び肩かけジョレン漁業により漁獲されるが、かつて200トン前後あった水揚げが近年急激に減少し、1995年からはほとんど水揚げされなくなった。このため、1998年以降、漁業者の自主的な取り組みで全面禁漁の措置がとられている。しかしながら、現在でも漁業再開の目処はたっており、資源回復のためには、人工種苗放流による資源添加等の人為的な増殖

策を講じることが急務となっている。

本種の人工種苗生産については、すでに基礎的な生産試験の報告<sup>1-3)</sup>がなされているが、まだ、安定した大量生産技術の確立には至っていない。また、当センターのように有明海湾奥部の特異的な海域環境によって、塩分が26~27psu程度の浮泥を含む海水しか取水できず、大量の海水を常時使用できない施設で種苗を生産するためには、独自の生産方法を開発する必要がある。

そこで、本研究では、約1ヶ月間静置し、浮泥を沈殿させた海水を用いて定期的に採卵を試みるとともに、受精から着底稚貝までの発生状況を観察し、当センターにおける種苗生産の可能性を検討した。

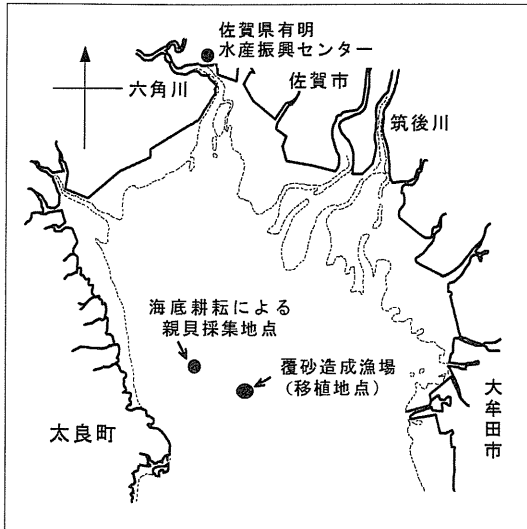


図1 クマサルボウ採集地点および施設位置図

### 材料および方法

**使用海水** 当センターは、図1に示すように佐賀県小城郡芦刈町の六角川河口域に位置する。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100m<sup>3</sup>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5μmのフィルターろ過と紫外線照射した塩分26.1psuのもの(以下、処理海水とする)を用いた。

**供試親貝** 2001年8月10日に有明海太良町沖で海底耕耘事業により採集され、同沖の水深約10mの覆砂造成漁場(図1)へ移植していた平均殻長101.9mmのものを用いた。

親貝の採集は、有明海における本種の産卵期<sup>4)</sup>にあたる7月から8月にかけて合計3回、すなわち、2002年7月3日、7月18日及び8月5日に潜水して行った。親貝は、採集日に5個体を解剖し、表1に示す区分に従って肉眼観察により成熟状況を判定した。採集した残りの個体は放精・放卵を抑制するために20℃の恒温室に設置した水槽内に収容し、採卵まで止水で通気して飼育した。飼育水は、適宜全量交換した。餌は、*Chaetoceros gracilis*を適宜与えた。

**採卵** 採卵は、上述の採集日に対応し、7月4日、7月18日および8月23日にそれぞれ15~17個体を用いて行った。これらの親貝は、飼育水槽から25.2~27.0℃の処理海水を貯水した200lおよび500l円型ポリカーボネイト水槽(以下、200lおよび500l水槽とする)に収容し、昇温による刺激を与えた。得られた受精卵は、微通気し

表1 生殖巣の成熟区分

| 区分   | 生殖巣の状況  |
|------|---|
| 成熟期  | 生殖巣は大きく発達し、肉眼により容易に雌雄の判別が可能となり、雌は橙色、雄は乳白色を呈する       |
| 放出前期 | 生殖巣は放卵、放精に伴い一部退縮するが、大きく発達した生殖巣が残っており、肉眼で雌雄の判別が容易である |
| 放出中期 | 生殖巣は放卵、放精に伴い退縮するが、生殖巣の色調により、肉眼での雌雄の判別が可能である         |
| 放出後期 | 生殖巣は著しく退縮し、肉眼による雌雄の判別ができない                          |

表2 採卵状況

| 採卵年月日      | 使用親貝数<br>(個) | 採卵誘発<br>水温(℃) | 採卵数<br>(×10 <sup>3</sup> 粒) |
|------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| 2002年7月4日  | 17           | 25.5          | 21,000                      |
| 2002年7月18日 | 15           | 27.0          | 47,355                      |
| 2002年8月23日 | 15           | 26.0          | 13,206                      |

た200l水槽に収容し(250万~320万粒/水槽)、翌日まで放置した。その後、受精卵の分裂状態を観察し、受精率を求めた。また、受精後1日目には、正常なD型幼生の割合(正常発生率)を求めた。

**幼生飼育と発生の観察** 受精から着底稚貝までの発生の観察は、8月23日に採卵し、午前11時30分に受精させたものを飼育して行った。

採卵日の翌日、浮上・遊泳している幼生を200l水槽に5個/mlの密度で収容し、飼育を開始した。飼育は、微通気で幼生を攪拌し、止水で行った。飼育開始3日目からは、1~2日毎に目合30μmのネットを用いて飼育水の50%を交換するとともに、7日目からは、3~4日毎に幼生を目合50μmのネットで全数回収し、新しい水槽へ移して飼育環境の悪化を防いだ。餌は、市販の濃縮*Chaetoceros carlclitranns*(田崎真珠海洋生物研究所製)および当センターで培養した*C.gracilis*、*Pavlova lutheri*の3種類を用いた。投餌は、受精後1日目から5,000 cells/mlの密度で開始し、幼生の成長、飼育密度、残餌量により25,000 cells/mlまで暫時増加させた。

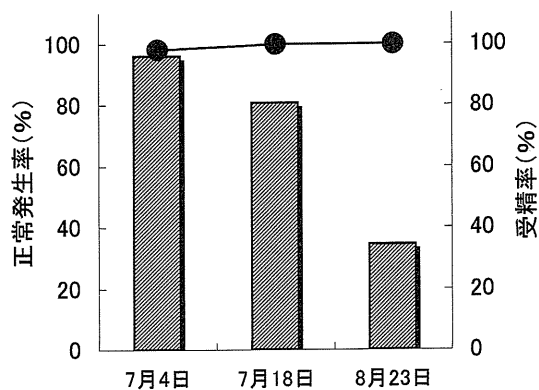


図2 各採卵日に得られた受精卵の正常発生率と受精率  
 ▨, 正常発生率; ●, 受精率.

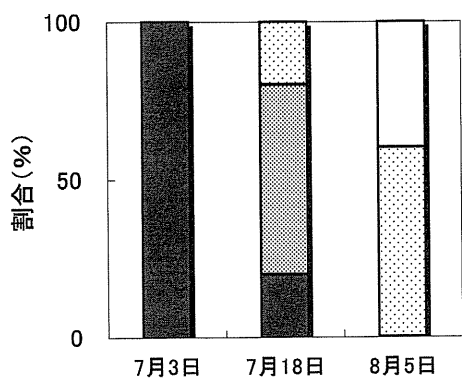


図3 生殖巣の成熟状況  
 ■, 成熟期; ▨, 放出前期; ▩, 放出中期; □, 放出後期.

## 結 果

### 1. 採卵

採卵状況を表2に示した。いずれの採卵日も5~7℃の昇温刺激を与えると雌雄ともに反応し、約1,320万粒~4,735万粒の受精卵を得ることができた。刺激から反応までの時間は、個体差があり、時期別に一定の傾向はみられなかった。しかし、どの採卵日も雄がまず放精し、その後30分ほど遅れて雌が放卵する傾向が認められた。

採卵日ごとの受精率および正常発生率を図2に、成熟状況を図3に示した。受精率は、いずれの採卵日のものもほぼ100%であったが、正常発生率は、7月4日が96.0%、7月18日が80.7%、8月23日が34.4%と差がみられた。生殖巣は、採集日の7月3日では、まだ放精、放卵がみられない成熟期であったが、7月18日では20%が成熟期、60%が放出前期、20%が放出中期に区分され、生殖巣がやや退縮している個体が見られた。8月5日では60%が放出中期、40%が放出後期に区分され、完全に

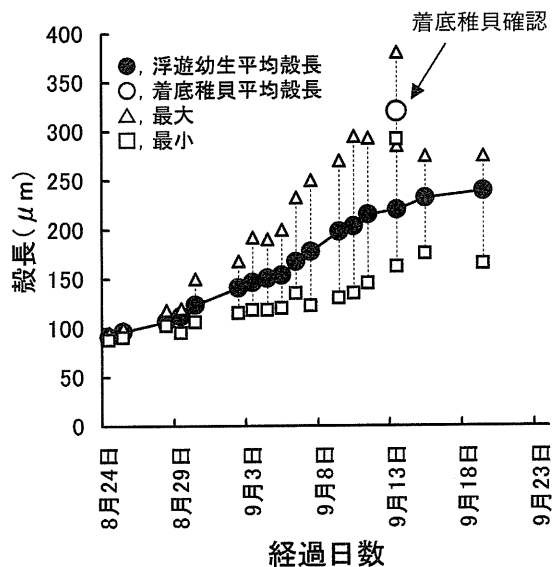


図4 浮遊幼生の殻長の推移

放出している個体が見られた。

### 2. 幼生飼育と発生を観察

水温は、飼育期間中24.6~28.4℃で推移した。

飼育を開始した翌日、多数の幼生が水槽底に沈下していた。沈下幼生は、貝殻の発達が不完全な奇形であった。また、浮上・遊泳している幼生の中にも奇形個体が目立ち、これらは飼育3日までに沈下した。沈下した幼生は、すべて回収し、廃棄した。このため、生残率は、飼育3日目までに32.6%と急激に低下した。その後、4~9日目までは、斃死もなく、順調な生残、成長を示した。しかし、10日目から殻長150 $\mu\text{m}$ を越える幼生が粘液糸状のものを分泌し、お互いに絡み合っ沈下する現象がみられ始めた。このため、浮遊幼生数の計数が不可能となり、その後の生残数を把握することができなかった。なお、このような現象で沈下したものが斃死することはなかった。飼育31日目は、稚貝となっていない成長遅れの幼生も生存していたが、多数の着底稚貝を確認したため飼育を終了した。取り上げた着底稚貝は、約11万個体(平均殻長367 $\mu\text{m}$ )であった。

受精卵から着底稚貝までの形態変化を図版に、D型幼生から着底稚貝までの殻長の推移を図4に示した。

受精卵の大きさは、平均67 $\mu\text{m}$ であった(図版-A)。

受精卵は、カキやイガイと同様、極葉を形成し、割球は大小の不等割で、4細胞期には3つの小割球と1つの大割球に分裂した(図版-B, C)。水温26℃の条件下では、約6時間後に囊胚期となり繊毛で遊泳を開始し、21時間後には貝殻が全体を覆ったD型幼生(図版-D)となっているのを確認した。

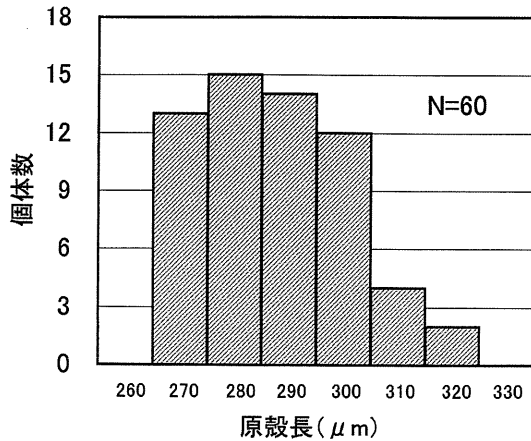


図5 着底稚貝の原殻長組成

受精後1日目に90 $\mu\text{m}$ 前後であったD型幼生は、2日目には95 $\mu\text{m}$ 前後となり、摂餌を開始した。5日目には平均105 $\mu\text{m}$ 、10日目には平均140 $\mu\text{m}$ を越え、直線的だった殻頂部が丸みを帯びてきた(図版-E, F, G)。この殻頂部の膨らみは次第に顕著となり、成長とともに突出した形態となった。この頃から、次第に成長差が大きくなり、18日目には平均殻長が200 $\mu\text{m}$ 、最大295 $\mu\text{m}$ 、最小135 $\mu\text{m}$ となった(図版-H, I, J, K)。21日目頃から水槽底に着底稚貝がみられ始め、31日目に稚貝が水槽底や側面に多数付着しているのを確認し、飼育を終了した。取上げた着底稚貝は、平均殻長367 $\mu\text{m}$ で、幼生時の原殻から半透明の新生殻が伸び、足の付け根から足糸を出して水槽底に付着していた(図版-L, M)。また、付着した稚貝を外すと繊毛のはえた足を活発に動かし、水槽底を移動する様子が観察された(図版-N)。この時の着底稚貝の原殻長の組成は図5に示したとおりである。測定した原殻長は、平均289 $\pm$ 13.7 $\mu\text{m}$ 、最大325 $\mu\text{m}$ 、最小270 $\mu\text{m}$ であり、付着して稚貝となる幼生の大きさに個体差がみられた。

## 考 察

本種の採卵については、昇温刺激(6 $^{\circ}\text{C}$ 上昇)による方法<sup>1)</sup>、干出(2時間)と昇温刺激(約8 $^{\circ}\text{C}$ 上昇)の後NH<sub>4</sub>OHを添加する方法<sup>2)</sup>や紫外線照射海水と昇温刺激(5~6 $^{\circ}\text{C}$ 上昇)を組合わせた方法<sup>3)</sup>が報告され、正常な受精卵が得られている。本報においても、いずれの採卵日も5~7 $^{\circ}\text{C}$ の昇温刺激のみで受精卵が得られた。このことから、本種は、人為的な手法による採卵が比較的容易な種と考えられる。

一方、得られた受精卵の正常発生率は、8月23日に採

卵したものは奇形の割合が高く、34.4%と低かったが、7月4日、18日に採卵した卵では96.0%、80.7%と高い結果となった。8月の正常発生率が低かったのは、生殖巣の成熟状態の観察により、使用した親貝が産卵の終期であったと考えられたことから、卵質がよくなかったことが要因の1つと推察される。バカガイでは囊胚期からD型幼生までの発達段階において奇形が生ずる要因として、水温や塩分等の環境的条件の他に、もともと卵が持つ生理的条件、いわゆる卵質が強く影響することが知られている<sup>5)</sup>。採卵が容易な本種においても、安定した採卵を行うためには、その年の生殖巣の成熟状況を定期的に調べ、採卵日を決定することが重要になると思われる。

処理海水を用いて着底稚貝までの発生状況を観察した結果、飼育初期に奇形等の個体のみられ、正常な形態の幼生の割合が急激に低下したが、その後の生残は良好であった。また、幼生の殻長の成長や付着して稚貝となる大きさに個体差がみられたものの、成長の早いものは約3週間で着底稚貝となり、31日目には平均殻長367 $\mu\text{m}$ の稚貝、約11万個を確認できた。これらの生残率や成長は、高見・井上<sup>2)</sup>の報告よりも劣るものであるが、今回、飼育に用いた卵が産卵終期の個体から得られたものであることから、この原因が卵質による可能性も考えられる。このため、今後は産卵盛期の卵を用いた飼育技術の検討を行う必要がある。

今回の幼生飼育期間中、殻長150 $\mu\text{m}$ を越える幼生が粘液糸状のものを分泌し、お互いに絡み合って沈下する現象がみられた。このような現象は、高見・井上<sup>2)</sup>も殻長200~260 $\mu\text{m}$ の大きさになった幼生で確認している。イガイ科の種類をはじめ、多くの二枚貝の幼生や初期稚貝は、粘液糸を分泌して海水中を移動することが知られている<sup>6-8)</sup>。クマサルボウの幼生で観察された粘液糸もこれらの貝類と同様に本種が本来持つ生態として、移動のために分泌された可能性が考えられる。今回の飼育では、絡み合って沈下した幼生を毎日攪拌したためか、斃死する個体はみられなかったが、この作業は非常に煩雑であり、量産飼育を行う場合、大きな問題点と思われる。

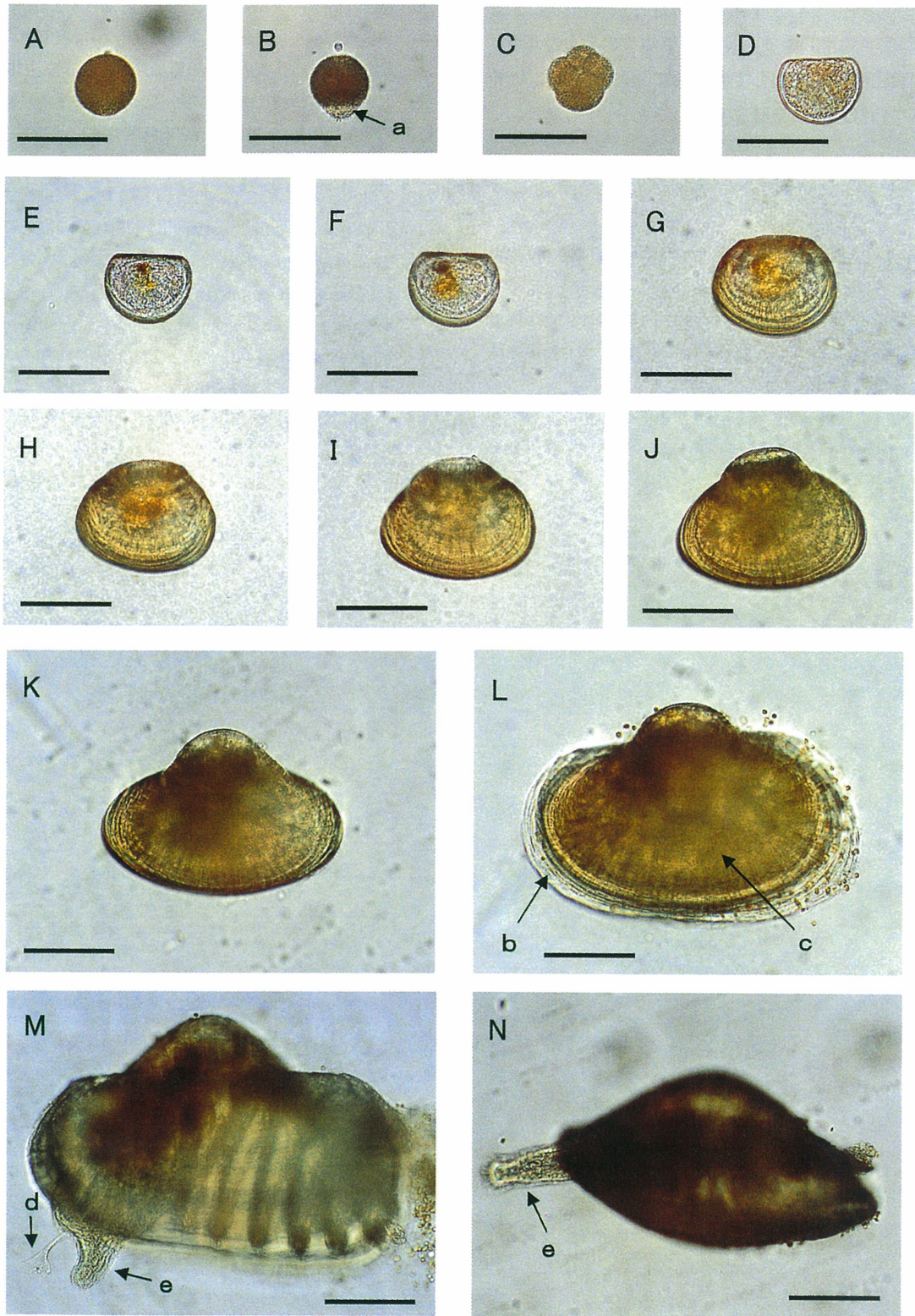
以上のように、塩分が26.1psuとクマサルボウが生息している海域(30~31psu)よりも低く、かつ浮泥を除去するために約1ヶ月間屋外のコンクリート水槽に静置した海水を用いても、採卵が可能であり、着底稚貝まで正常に発生が進むことが明らかとなった。本研究の結果は、当センターにおけるクマサルボウ種苗生産の可能性を示唆するものと考えられる。一方、幼生飼育中にみられた沈下現象や成長差が大きい問題点も提起された。今後は、

これらの点について十分考慮した飼育方法を検討するとともに、海水の効率的な使用量や浮遊幼生の有効な餌料、適正な飼育密度等を把握して有明海における安定したクマサルボウの量産技術を確立していきたい。

## 文 献

- 1) 佐賀県有明水産試験場 (1977) : 大規模増殖場開発事業調査報告書. 昭和50・51年度総合版, pp. 60.
- 2) 高見東洋・中村達夫 (1981) : クマサルボウガイの人工種苗生産に関する研究- I. 産卵誘発と種苗飼育. 山口内海水試験報告, (8), 27-31.
- 3) 森洋治・松田正彦・桐山隆哉・藤井明彦 (1999) : クマサルボウ種苗生産試験. 平成11年度長崎県総合水産試験場事業報告, 49-50.
- 4) 伊藤史郎・江口泰蔵・吉本宗央 (1999) : 有明海湾奥部におけるクマサルボウの成熟と産卵. 佐有水研報, (19), 17-24.
- 5) 沢田允明 (1988) : 軟体動物 (二枚貝類), 「海産無脊椎動物の発生実験」(石川優・沼宮内隆晴共編). 87-96, 培風館, 東京.
- 6) T.B.Sigurdsson, C.W.Titman and P.A.Davis (1976) : The dispersal of young postlarval bivalve mollusks by byssus threads. *Nature*, **262**, 386-387.
- 7) D.J.Lane, A.R.Beamont and J.R.Hunter (1985) : Byssus drifting and the drifting threads of the young postlarval mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, **84**, 301-308.
- 8) 大久保明 (1987) : 粘液糸にぶら下がり分散する二枚貝類幼生. 海洋と生物, **9**, 36-39.





図版 クマサルボウの発生

A, 受精卵 (67 $\mu$ m); B, 極葉形成; C, 4細胞期; D, 受精後1日目 (90 $\mu$ m, D型幼生); E, 2日目 (95 $\mu$ m); F, 5日目 (105 $\mu$ m); G, 7日目 (135 $\mu$ m); H, 10日目 (154 $\mu$ m); I, 12日目 (168 $\mu$ m); J, 18日目 (206 $\mu$ m); K, 23日目 (263 $\mu$ m); L, 31日目 (360 $\mu$ m, 着底稚貝); M, 37日目 (450 $\mu$ m); N, 纖毛のはえた足で移動する稚貝; a, 第一極葉; b, 新生殻; c, 原殻 (幼殻); d, 足糸; e, 足. スケール=100 $\mu$ m.