

Fig. 12. Fluctuation of the height-length ratio in relation to the shell length.

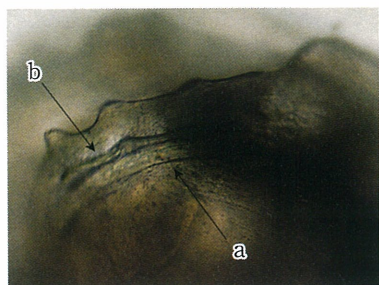


Fig. 13. Shell formation in a double layer structure (a, b) of plantigrade with shiphon 3 days after their initial activity of burrowing. a, protoconch ; b, dissoconch.

## 考 察

### 1. 親貝の飼育と産卵

2002年の有明海におけるウミタケ生殖巣の組織学的成熟度の観察結果から、天然群においては、親貝を採集した5月下旬は雌雄ともに成長期で、室内で産卵した8月上旬は成熟前期であった<sup>2)</sup>。さらに、放卵、放精が確認されたのは10月下旬であった<sup>2)</sup>。このため、今回の飼育に用いた親貝は、自然条件下のものに比べ2~3ヶ月ほど早く産卵したことになる。ウニ類の成熟は外部環境要因に大きく影響され<sup>4-7)</sup>、水温はその重要な要因の1つである。このことから、ウニ類については、親ウニの水温制御によって天然群に比べ成熟と放卵、放精が促進され、浮遊幼生や稚ウニの飼育適期に種苗生産を開始することが可能となっている<sup>8-11)</sup>。また、水産上有用な種苗生産対象種であるエゾアワビ *Haliotis discus hannai* でも、水温制御によって親貝の成熟、産卵のコントロール技術が確立され、すでに実用化されている<sup>12)</sup>。一方、ウミタケの主産卵期は水温の降下期である10月から11月である<sup>2,13)</sup>こ

とから、今回5月下旬から飼育水温を約20℃に調整し夏期の高水温期を経ず冷却したことにより、成熟が促進された可能性がある。このことは、今後ウミタケの安定した採卵技術を確立する上で、重要な知見となるであろう。また、伊藤<sup>2)</sup>は成熟した親貝を解剖し、取り出した卵、精子を人為的に媒精させることにより正常なD型幼生が得られることを明らかにした。このことから、今後はより計画的な種苗生産が可能になると考えられる。

### 2. 浮遊幼生の飼育

伊藤・江口の飼育結果<sup>1)</sup>から、初期餌料の大きさや形状等が、D型幼生の生残率や成長に大きく影響することが示唆された。このため、今回の飼育においては、伊藤・江口が使用した *C. gracilis* に比べ小型の *C. calcitrans* を与えた。このことにより、D型幼生が物理的に摂餌でき順調な成長がみられたものと思われる。

浮遊幼生の選別の目的は、1つは、浮遊幼生が大量に飼育できる場合、成長のよいものを選別することにより、短期間で目標サイズまで成長させること。他の1つは、限られた数の浮遊幼生を飼育する場合、成長遅れのものを選別することにより、成長を回復させ、より多くのものを目標サイズまで成長させることにある。今回の飼育においても、選別飼育によって無選別群に比べ効率的に大型の幼生が得られることが明らかになった。今後は、選別を行う時期や選別群の適正飼育密度を明らかにし、浮遊幼生期のより効率的な選別飼育のマニュアル化が必要である。

### 3. 採苗適期

伊藤・江口の飼育実験<sup>1)</sup>では殻長380μm前後から足の出現が確認されたが、今回の飼育では300μm前後から足が出現した。一般的には、浮遊時に足を活発に出す浮遊幼生が付着・変態能力をもつ成熟幼生と考えられている<sup>14)</sup>。しかし、300μmサイズと400μmサイズで付着・変態実験を行った結果から、ウミタケの成熟幼生は400μm以上と考えられる。このため、種苗生産工程としては、今回の飼育で行ったように300μm前後の幼生を選別して別水槽で飼育したのち、400μm以上に成長した時点で採苗する方法が好ましいであろう。

二枚貝の成熟幼生は、適切な着底基質がない場合は変態を数日から数週間遅らせることが知られている<sup>15,16)</sup>が、ウミタケはこの特性が二枚貝のなかでも顕著な種と言えよう。

また、今回少数ではあるが、浮遊幼生の飼育水槽内で、着底稚貝が出現した。その際、ペーラムが脱落した幼生を確認したが、このペーラムの脱落が、ウミタケ成熟幼

生の着底稚貝への変態過程にみられる一般的なものかは明らかではない。

#### 4. 稚貝飼育

飼育実験の結果、採苗後165日間の飼育で、平均殻長約30mm (最大殻長36.2mm) の稚貝を得ることができた。しかし、ウミタケ人工種苗の飼育例はなく、今回の成長が人工飼育下における好適なものを示したものは不明である。成長は、水温、餌料の質・量、飼育密度等の飼育条件に大きく影響されるものと思われる。今後は、稚貝飼育における好適飼育条件を明らかにする必要がある。

天然海域におけるウミタケの殻長・殻高比は0.5~0.6である<sup>2)</sup>。今回の飼育実験で明らかになった着底稚貝の殻長・殻高比の値から、ウミタケ稚貝は殻長2~3mmで成体とほぼ同じ形態を示すものと思われる(Fig.14)。このことから、放流サイズの1つの目安としては殻長2~3mm以上が考えられる。また、一般的には放流サイズは、より大型のものが好ましいと考えられている。しかし、ウミタケについては、殻長2~3mm以上になると自身では泥表面からの穿孔ができない(未発表)。放流手法として稚貝を直接放流する場合は、稚貝自身で泥表面から泥中へ穿孔できることが不可欠である。このため、ウミタケ稚貝の殻長と泥表面からの穿孔能力との関係を明らかにする必要がある。一方、今回の稚貝飼育においては、1個体ずつ人為的に泥中に穿孔させて飼育を継続した。稚貝の殻は脆弱なため、取り扱いには注意を要したが、成長、生残は良好であった。このため、放流手法の一つとしては、人為的な作業による稚貝放流も検討する必要がある。なお、30日目の生残率は12.3%と浮遊幼生の採苗実験(2)の4水槽の平均生残率91.2%(77.5~100%)に比べ著しく低かった。この原因については明らかではないが、稚貝飼育の採苗に用いた幼生が、無選別飼育群の実験終了時の大サイズを用いており、幼生の活力等に問題があった可能性もある。このため、採



Fig. 14. Lateral view of a quasi adult-formed juvenile (3 mm in shell length). Scale bar=3 mm.

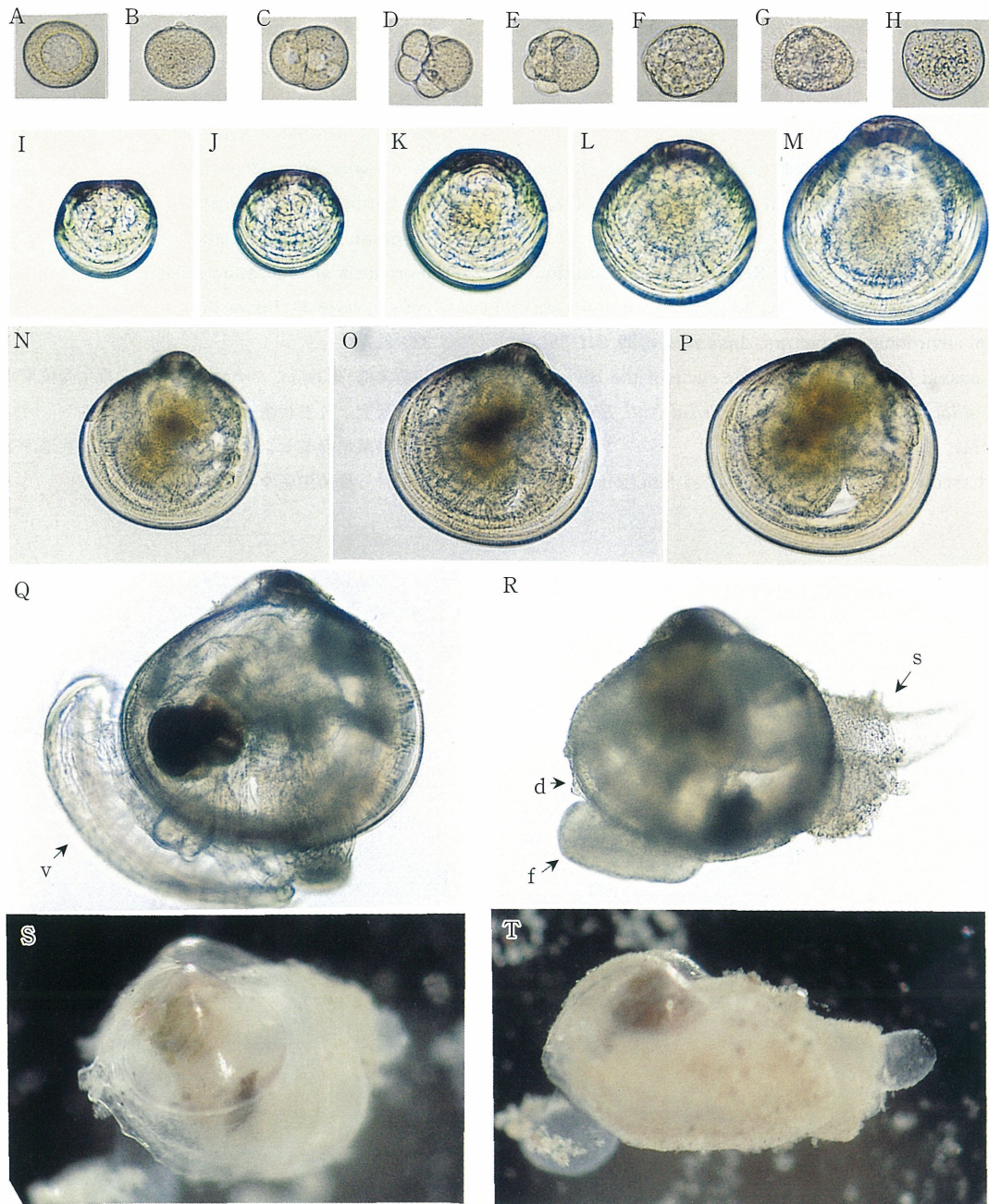
苗に用いる幼生の活力等、浮遊幼生の飼育方法も含めさらに検討する必要がある。

最後に、種苗生産技術が確立している水産上有用な底棲無脊椎動物のうち、ウニ類やマナモコの種苗生産では、浮遊幼生から稚ウニや稚マナモコへの変態誘起要因の活用や変態に伴う摂餌や行動生態の変化を考慮した種苗生産方式の開発により、これら人工種苗の量産化に成功した<sup>17,18)</sup>。このため、ウミタケの種苗生産においても、今回得られた知見をもとに干潟域の泥を活用した種苗生産工程を確立する必要がある。すなわち、飼育水槽内に設置した泥によって成熟幼生から着底稚貝へすみやかに移行させ、その泥を稚貝の穿孔基質として活用する浮遊幼生から稚貝までの種苗生産方式の開発である。さらに、種苗生産技術の開発とともに、人工種苗の漁場への放流技術開発も、今後重要な研究課題である。

## 文 献

- 1) 伊藤史郎・江口泰蔵 (2003) : ウミタケ浮遊幼生の飼育と着底変態. *Sessile Organisma* (投稿中).
- 2) 伊藤史郎・川原逸朗・大隈斉・山口忠則・江口泰蔵・田中賢二 (2003) : 有明海湾奥部におけるウミタケの繁殖生態. 佐有水研報, (21), 51-69.
- 3) M. R. Carriker (1961) : Interrelation of functional morphology, behavior, and autoecology in early satges of the bivalve *Mercenaria mercenaria*. *J. Elisha Mitchell Scient. Soc.* **77**(2), 168-241.
- 4) R. C. Cocohran and F. Engelman (1975) : Environmental regulation of the annual reproductive season of *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *Biol. Bull.* **148**, 393-401.
- 5) J. S. Pearse, V. B. Pearse and Davis, K. K. (1986) : Photoperiodic regulation of gametogenesis and growth in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *J. Exp. Zool.* **237**, 107-118.
- 6) M. Yamamoto, M. Ishine and M. Yoshida (1988) : Gonadal maturation independent of photic conditions in laboratory-reared sea urchins, *Pseudocentrotus depressus* and *Hemicentrotus pulcherrimus*. *Zool. Sci.* **5**, 979-988.
- 7) K. Sakairi, M. Yamamoto, K. Ohtsu and M. Yoshida (1989) : Environmental control of gonadal maturation in laboratory-reared sea urchins, *Anthocardia crassispina* and *Hemicentrotus pulcherrimus*. *Zool. Sci.* **6**, 721-730.
- 8) 伊東義信・真崎邦彦・金丸彦一郎・伊藤史郎 (1987) : アカウニの生殖巣成熟に対する飼育水温コントロールの効果. 佐賀裁漁セ研報, (1), 1-4.

- 9) 伊藤史郎・柴山雅洋・小早川淳・谷 雄策 (1989) : 水温制御によるバフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* の成熟, 産卵促進. 日本誌, 55(5), 757-763.
- 10) 真崎邦彦・川原逸朗 (1995) : 水温制御によるアカウニの成熟促進-I. 佐賀栽漁セ研報, 4, 93-100.
- 11) 野口弘三・川原逸朗・後藤政則・真崎邦彦 (1995) : 水温制御によるアカウニの成熟促進-II. 佐賀栽漁セ研報, (4), 101-107.
- 12) N. Uki, and S. Kikuchi (1984) : Regulation of Maturation and Spawning of an Abalone, *Haliotis* (Gastropoda) by external environmental factors. *Aquaculture*, 39, 247-261.
- 13) M. Yamasaki (1993) : Reproductive cycle of the Bivalve *Barnea dilatata* in Ariake bay. *Bull. Seikai Natl. Fish Res. Inst.*, (71), 17-31.
- 14) M. R. Carriker (1961) : Interrelation of functional morphology, behavior, and autecology in early stages of the bivalve *Mercenaria mercenaria*. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 77, 168-247.
- 15) Joseph, R, Pawlik (1992) : Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 30, 273-335.
- 16) 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.
- 17) 伊藤史郎 (1995) : マナマコの人工大量生産技術の開発に関する研究. 佐賀栽漁セ研報, (4), 1-87.
- 18) 佐賀県栽培漁業センター (1996) : 佐賀県栽培漁業センターにおける種苗生産マニュアル. pp. 45-109.



**Plate 1.** A development process from unfertilized eggs to plantigrades of *Barnea dilatata*.

A, Oocyte obtained by dissecting the ovary ; B, The first polar body was formed ; C, 2-cell stage ; D, 4-cell stage ; E, 8-cell stage ; F, Gastrula stage ; G, Trochophore stage ; H, D-shaped larva (shell length  $60\mu\text{m}$ ) ; I,  $75\mu\text{m}$  ; J,  $80\mu\text{m}$  ; K,  $100\mu\text{m}$  ; L,  $118\mu\text{m}$  ; M,  $160\mu\text{m}$  ; N,  $265\mu\text{m}$  ; O,  $310\mu\text{m}$  ; P,  $340\mu\text{m}$  ; Q, Pediveliger ( $480\mu\text{m}$ ) ; R, Plantigrade ( $510\mu\text{m}$ ) ; S,  $700\mu\text{m}$  ; T,  $900\mu\text{m}$ .

Abbreviations: d, dissoconch ; f, foot ; s, siphon ; v, velum.