

(Memoirs of the Faculty of Education and Human Studies)  
 (Akita University (Natural Science))  
 66, 19 - 28 (2011)

## 海産コケムシの一種，チゴケムシの体腔細胞と組織に関する研究

石井照久・齊藤康典

### A study on the coelomocytes and histology of the marine bryozoan, *Watersipora subovoidea*

Teruhisa ISHII<sup>1</sup> and Yasunori SAITO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Biology, Department of Natural and Environmental Sciences, Faculty of Education and Human Studies, Akita University, Akita 010-8502, Japan and <sup>2</sup>Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shizuoka 415-0025, Japan

#### Abstract

The marine bryozoan, *Watersipora subovoidea*, is a common bryozoan in Japan. Bryozoa are generally colonial and sessile animals. Colonial and sessile animals often show colony specificity (=allogeneic recognition between colonies), as colonial ascidians. Colonies of *W. subovoidea* also show colony specificity (Ishii and Saito, 1995). In colony specificity of colonial ascidians, blood cells and humoral factors play key roles. Then, we firstly examined the coelomocytes (=blood cells in ascidians) of *W. subovoidea*. There are 4 distinct cell types in this bryozoan; granular cells, granular filopodial cells, vacuolated cells and phagocytes. Among them, only phagocytes had ability of phagocytosis. We also examined the morphology of *W. subovoidea* histologically.

**Keywords :** bryozoans, coelomocytes (coelomic cells), phagocytes, cell types, histology, colony specificity

#### はじめに

チゴケムシは、日本の海岸の潮間帯で普通にみられるコケムシ動物である。コケムシは、個虫と呼ばれるものが多数集まって群体を形成して、いわゆるサンゴなどと同じ群体動物であり、また付着動物である。コケムシ動物は、コケムシ動物門 (=外肛動物門) を形成しており、コケムシ動物門は被口綱と裸口綱の2つからなっている。被口綱はすべて淡水に生息するコケムシからなり、裸口綱のコケムシは、汽水種を含むものの、ほとんどが海産種である。もともと汽水の干潟であったが干拓されて淡水化した八郎潟残存湖には、淡水のコケムシ (被口綱のコケムシ) が生息している (石井, 1997, 1998, 2002)。また裸口綱には、二つの亜綱 (狭口亜綱と広口亜綱) があり、チゴケムシは広口亜綱の唇口目、有囊亜目に分類されている。また古くは *Dakaria* 属であったが、*Watersipora* 属に変更となった。コケムシ動物やサンゴの仲間は、一度幼生が付着基盤に付着し変態をすると、一生移動することがない付着性の群体動物である。群体ホヤ類も付着性群体動物であり、付着動物ならではの、群体特異性という自己・非自己認識能力を持っている

事が広く知られている (Saito *et al.*, 1994; Saito, 2003)。チゴケムシにも群体特異性があることが知られている (Ishii and Saito, 1995)。また他のコケムシについてもいくつか群体特異性の報告があるが (Chaney, 1983; Craig, 1994; Shapiro, 1992)、群体ホヤ類と比べてその研究報告例はとても少ない。群体特異性という付着性群体動物が示すユニークな生体防御機能を系統的に理解するためにも、コケムシ動物の群体特異性研究は重要である。

群体ホヤ類の場合、群体特異性に関係しているのは、大きく分けて、血球細胞と液性成分の2つと考えられている。群体ホヤ類には、いわゆる血リンパが体内を流れており、血リンパ中の血球細胞と液性成分が、群体特異性現象での主役である (Saito *et al.*, 1994)。ある種の群体ホヤ (ウスイタボヤ) では、群体特異性に関わる遺伝子が同定されている (De Tomaso *et al.*, 2005)。また、ある種の群体ホヤ (シモフリボヤ) では、被囊細胞の食食能力、形態および細胞分化が詳しく研究されており (Hirose *et al.*, 1994a, 1994b; Ishii and Hirose, 2003)、群体内の被囊細胞が群体特異性の主役であるという (Ishii *et al.*, 2008)。ただ、この被囊細胞は血球細胞から由来し

ていると考えられているので、やはり群体特異性の主役は、血球と液性成分と考えてよさそうである。このほかにも群体ホヤ類の群体特異性に関する研究や血球に関する研究は沢山あり、群体ホヤ類での群体特異性現象の理解は進んでいる。

群体特異性を理解するためには、その生物の血球と液性成分を理解することが重要である。しかし、コケムシ類について体腔細胞（血球と同意だが、明瞭な循環系を持たないコケムシ類では血球とは呼べない）を扱った研究はごくわずかである（Bobin and Prenant, 1972; Calvet, 1900; Hayward, 1981; Lutaud, 1991; Mano, 1964; Mukai *et al.*, 1997）。そこで、本報告では、チゴケムシの体腔細胞の特徴と性状を詳しく調べるとともに、チゴケムシを組織学的に観察し、組織での体腔細胞の存在を明らかにしたので報告する。

## 材料および方法

### 材料

本研究の材料のチゴケムシは、筑波大学下田臨海実験センター（静岡県下田市）の近くにある鍋田湾内で採集した群体、採集後スライドガラスに付着させ湾内にある生け簀で飼育した群体、および、湾内に設置しておいた生け簀に付着してきた群体を併せて用いた。

### 組織学的観察

チゴケムシの生群体を、実体顕微鏡などを用いて観察した。またチゴケムシの生群体の一部を、2.5%グルタルアルデヒド - 0.1M カコジル酸ナトリウム - 0.45M スクロース (pH7.4) を用いて2.5時間、室温で固定した。その後、0.1M カコジル酸ナトリウム - 0.45M スクロース (pH7.4) で2回リンスした。さらに5% EDTA - 0.1M カコジル酸ナトリウム - 0.45M スクロース (pH7.4) を用いて、約5日間脱灰を行った。脱灰は室温で行い、一日1回液を交換した。その後、将来の電子顕微鏡観察に備え、後固定を、1%オスミウム酸 - 0.1M カコジル酸ナトリウム (pH7.4) を用いて氷上で1.5時間行った。脱水はエタノールを用いて行い、低粘度エポキシ系の樹脂に包埋した。樹脂包埋の前に、エタノールをn-ブチルグリシジルエーテルで置換した。また、樹脂の包埋時に脱気を行い、チゴケムシへの樹脂の浸透の促進を図った。その後切片を作成した（厚さ0.5 $\mu$ m）。切片をトルイジンブルーで染色したのち、顕微鏡で観察し、必要に応じて写真撮影を行った。

### 体腔細胞の観察方法

チゴケムシ生群体を、ろ過海水を載せたカバーガラス上のにせ、群体にカミソリ刃で切り込みをいれた。それ

によってろ過海水中に流れ出た体腔液をプレパラートとした。すぐにプレパラートにした場合と、約1時間湿箱中でインキュベートした後（+ろ過海水で軽く洗う行程を行った場合とそうでない場合があった）プレパラートにした場合があった。それぞれのプレパラートをノルスキー微分干渉顕微鏡、位相差顕微鏡を用いて観察した。また同様に採集した体腔液を補助的に数種類の染色法（ライト染色、ギムザ染色、ライト・ギムザ染色、バツペンハイム染色など）を用いて観察した。

### 貪食作用の確認実験

チゴケムシの体腔細胞の貪食能力を調べるために、貪食実験を行った。前述のようにして得られたカバーガラス上の体腔液を約1時間湿箱中でインキュベートした後（+ろ過海水で軽く洗う行程を行った場合とそうでない場合があった）、ろ過海水で5倍希釈した蛍光ラテックスビーズ液（蛍光マイクロラテックスビーズ：直径0.5 $\mu$ m, 2.5%ラテックス原液, ポリサイエンス社製）を数滴加え、およそ3時間、湿箱中でインキュベートした。その後、軽ろ過海水で洗った後、プレパラートにして顕微鏡で観察した。この際、蛍光顕微鏡を用いて蛍光ラテックスビーズの所在を確認した。

## 結果 組織学

チゴケムシの体制は、図1のように、虫室の中に虫体が存在し（虫室と虫体をあわせて個虫という）、その虫体は口蓋の開閉により出入りする。図1では右が成長方向であり、個虫列を1つだけ示しているが、実際には両側面にも個虫列が存在している。チゴケムシの群体内には他の裸口綱のコケムシと同様に個虫間連絡が存在しており、個虫同士は個虫間孔を通じて組織的につながって

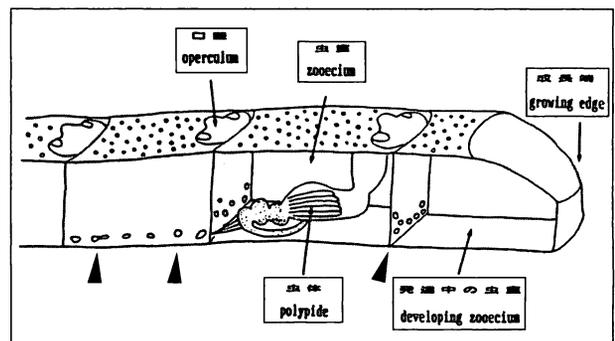


図1 チゴケムシの体制模式図

チゴケムシの個虫の配列を成長方向（右方向）に1列だけ示した。実際にはここで示した1列の両隣にも個虫列が存在する。図の右側にある成長端の虫室は虫体が未発達である。矢頭は個虫の前端壁と側壁に存在する連絡孔を示している。図の上が表面で、図の下が岩や海藻などの基盤への付着面である。

いる。今回、チゴケムシの個虫の前端壁と側壁に個虫間孔が確認できた(図1矢頭)。すなわち、前後の個虫同士の連絡に役立っている連絡孔(前端壁に存在する)と左右隣の個虫同士の連絡に役立っている連絡孔(側壁に存在する)が存在していた。また、成長端の虫室にはまだ虫体ができておらず発達中となっていた。

組織切片では虫室および虫体の全体像が把握できた(図2)。虫体では、前部の触手(図2矢印)から消化管へと続いている様子が確認できた(図2A, B)。チゴケムシは唇口目の有囊亜目に所属しているが、有囊亜目の特徴である調整囊が(図2Aのc)が確認できた。さら

に口蓋(図2Aのo)とその口蓋が開閉して虫体が入り出す部分(図2Aの矢頭)も観察することができた。成長端の虫室(図3)は、組織学的にも未発達であることが確認され(図3A)、また先端部分では、上方(表面方向)にそりあがって細くなっているのが確認できた(図3A矢印)。先端部分を拡大すると表皮細胞の表面側は立方上皮をなしていた(図3B)。未発達の虫室は成長端の場所により、最先端部の2つの場合と1つの場合があった。また、組織切片観察で、わずかに体腔細胞を認めることができた(図4, 5の矢印と矢頭)。組織切片で認めることができた細胞のタイプについては後述する。

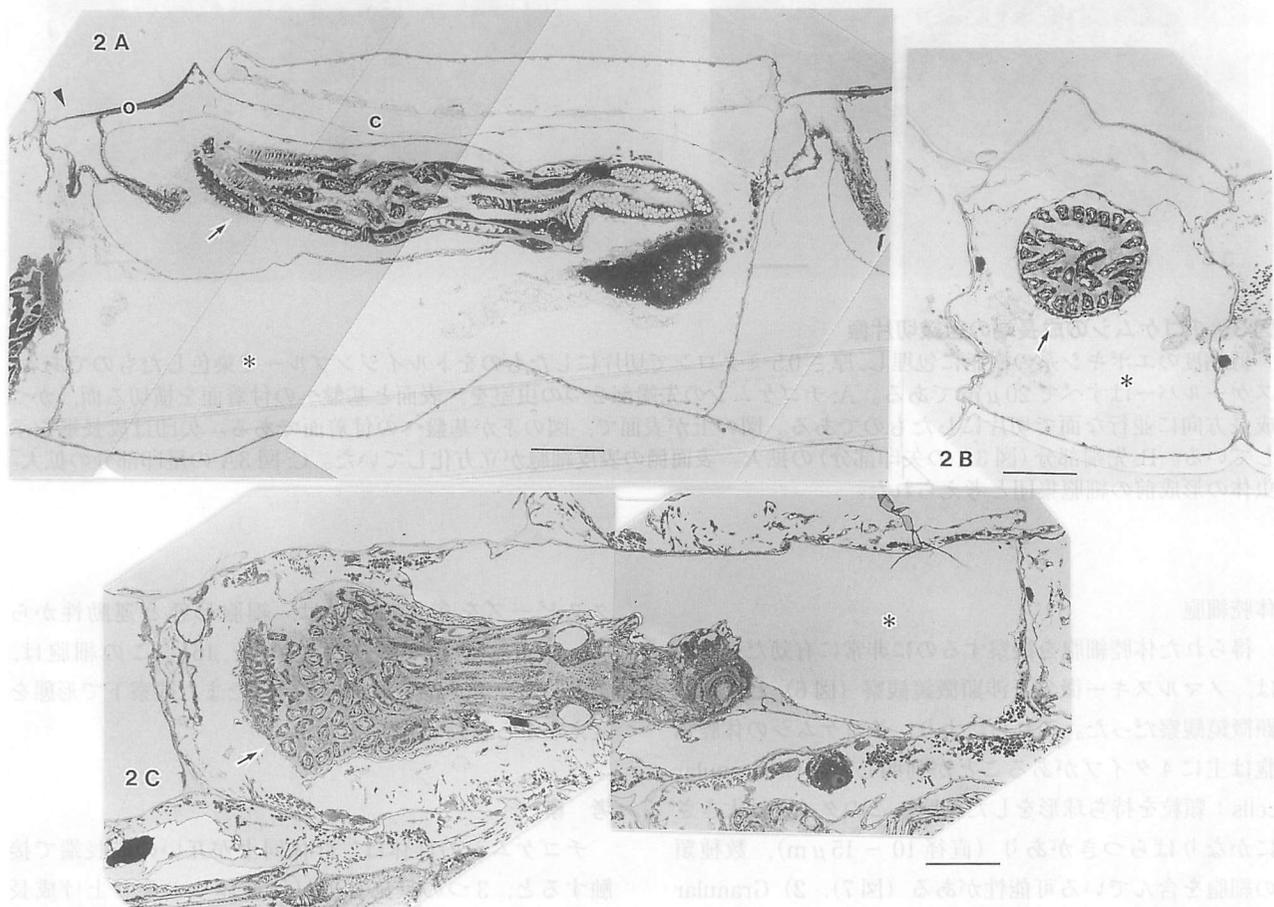


図2 チゴケムシの組織切片像

低粘度のエポキシ系の樹脂に包埋し、厚さ0.5ミクロンで切片にしたものをトルイジンブルーで染色したものである。星印は体腔を示している。矢印は虫体の触手部分を示している。スケールバーはすべて100 $\mu$ mである。A: チゴケムシの表面と基盤への付着面を横切る面、かつ成長方向に並行な面で切片にしたものである。このように切片を作成すると個虫の横からの切断面が観察できる。図の上が表面で、図の下が基盤への付着面である。図の左側が成長端側すなわち前側である。oは口蓋(operculum)を示していて、これが開閉することにより矢頭部分から虫体が入り出す。c部分の腔所は有囊亜目のコケムシに特徴的な調整囊(compensation sac)である。矢印の触手部分に続く虫体部も観察できている。B: チゴケムシの表面と基盤への付着面を横切る面、かつ成長方向に垂直な面で切片にしたものである。このように切片を作成すると個虫の横断面が観察できる。図の上が表面で、図の下が基盤への付着面である。ここでは触手の断面がみえている。C: チゴケムシの表面と基盤への付着面に平行な面で切片にしたものである。このように切片を作成すると個虫の上(または下)からの切断面が観察できる。図の左側が成長端側すなわち前側である。矢印の触手部分に続く虫体部も観察できている。

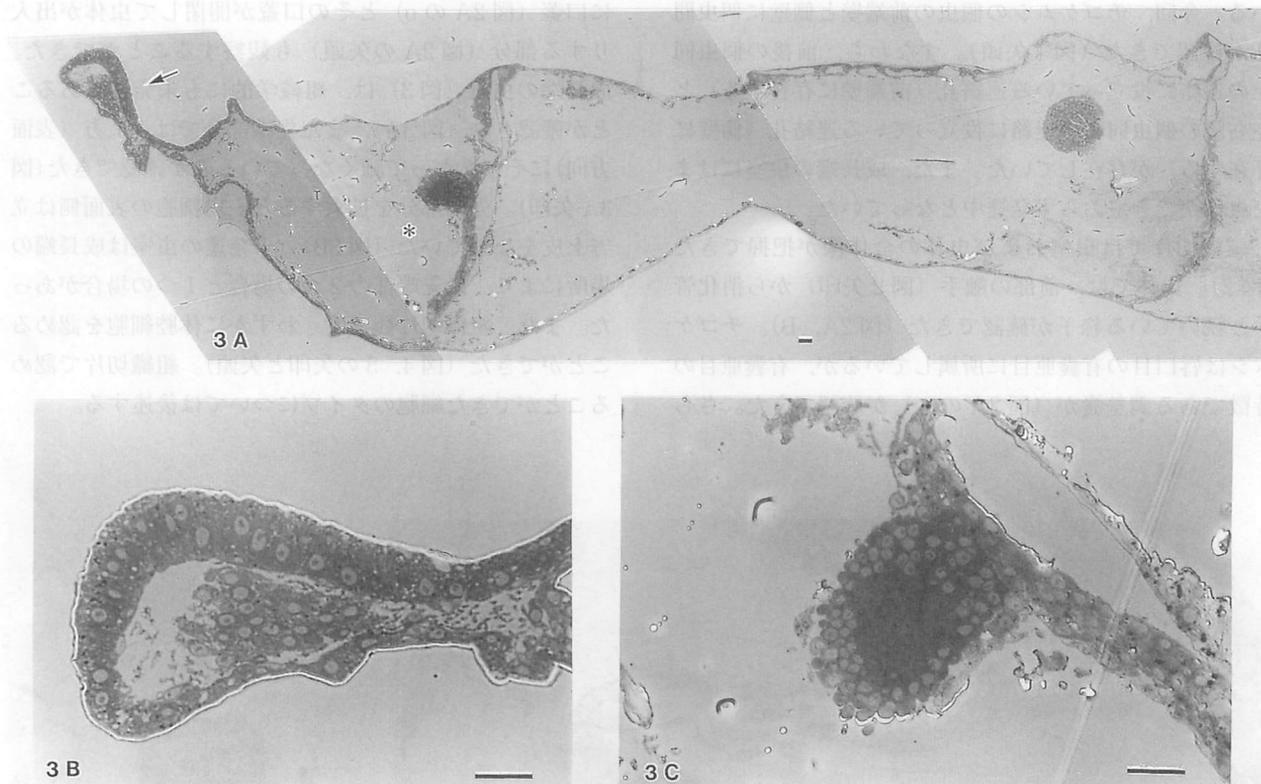


図3 チゴケムシの成長端の組織切片像

低粘度のエポキシ系の樹脂に包埋し、厚さ0.5ミクロンで切片にしたものをトルイジンブルーで染色したものである。スケールバーはすべて20 $\mu$ mである。A: チゴケムシの先端部2つの虫室を、表面と基盤への付着面を横切る面、かつ成長方向に並行な面で切片にしたものである。図の上が表面で、図の下が基盤への付着面である。矢印は成長端を示している。B: 先端部分(図3Aの矢印部分)の拡大。表面側の表皮細胞が立方化していた。C: 図3Aの星印部分の拡大。虫体の形成前の細胞集団と考えられた。

#### 体腔細胞

得られた体腔細胞を観察するのに非常に有効だったのは、ノマルスキー微分干渉顕微鏡観察(図6)と位相差顕微鏡観察だった。これらにより、チゴケムシの体腔細胞は主に4タイプがあることが判明した。1) Granular cells: 顆粒を持ち球形をした細胞—このタイプは大きさにかなりばらつきがあり(直径10 - 15 $\mu$ m)、数種類の細胞を含んでいる可能性がある(図7)、2) Granular filopodial cells: 顆粒を持ち偽足を出す細胞(図8, 9, 10, 11)、3) Vacuolated cells: 液胞と色素を持つ細胞(図12)、4) Phagocytes: アメーバ様で偽足を多く出し、運動性の高い細胞(図13, 14)、の4タイプである。

また数種類の染色法で染色して観察を試みたところ、ギムザ染色とライト染色の結果が良好だった(結果は示さない)。しかし、体腔細胞を染色した場合、細胞のタイプ分けをするのは困難であった。

#### 貪食能力

4タイプに分類される体腔細胞のうち、蛍光ラテッ

クスビーズを貪食したのは、細胞形態と運動性から Phagocytes と考えられた(図15, 16)。この細胞は、貪食したラテックスビーズを持ったまま観察下で形態を変えながら移動していた。

#### 考 察

チゴケムシの群体は、群体同士が互いの成長端で接触すると、3つの反応様式(他群体への乗り上げ成長(overgrowth)、両群体による立ち上がり成長(bilaminar erect growth)、両群体の成長方向の変更(change of growth direction))のうちどれかを起こす(Ishii and Saito, 1995)。これらの反応様式のうち、両群体の成長方向の変更時に、癒合が起こる場合と拒絶が起こる場合があり、群体特異性が確認できる(Ishii and Saito, 1995)。今回、組織学的にチゴケムシを観察し、その成長端の構造を明らかにした。チゴケムシは個虫内に炭酸カルシウムを分泌しており、一般に組織学の観察には適さず、観察が困難な材料である。そこで、今回は、固定後に、EDTAを用いて脱灰を施すことにより、その困

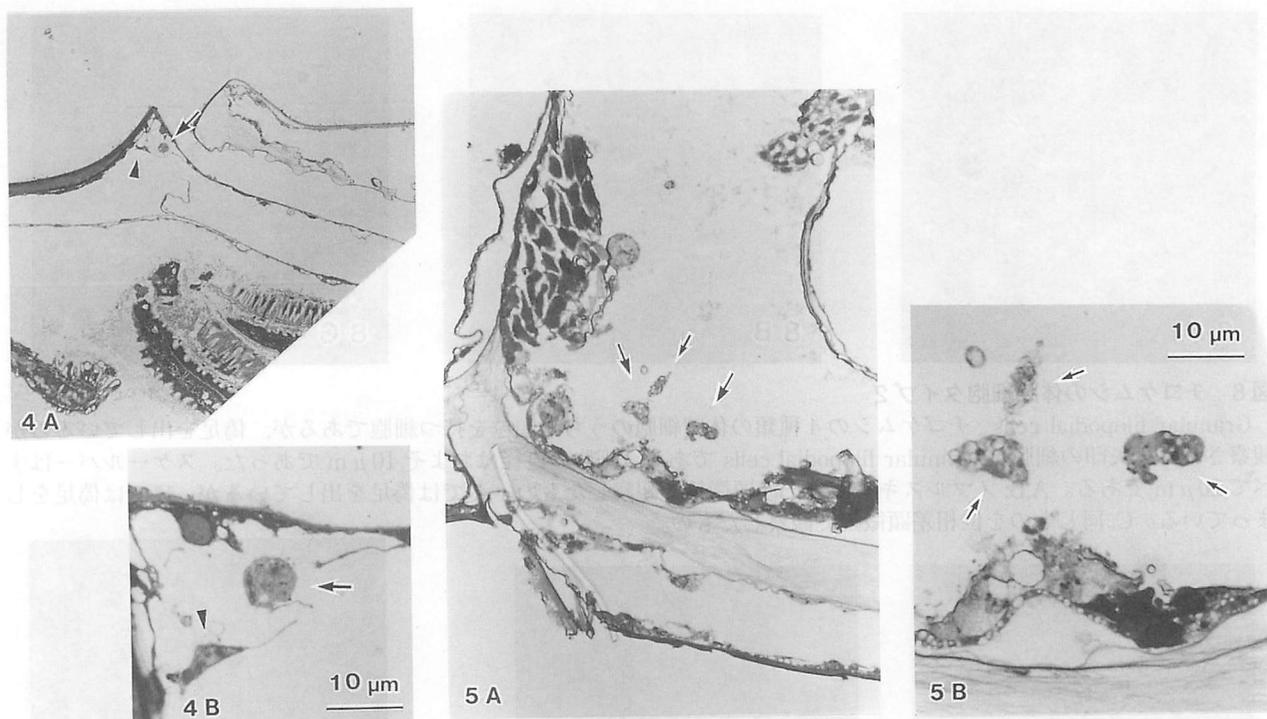


図4 チゴケムシの組織切片像における体腔細胞

低粘度のエポキシ系の樹脂に包埋し、厚さ0.5ミクロンで切片にしたものをトルイジンブルーで染色したものである。A: チゴケムシの虫室の表面部分を、表面と基盤への付着面を横切る面、かつ成長方向に並行な面で切片にしたものである。図の上が表面で、図の下が基盤への付着面である。矢印と矢頭は違うタイプの体腔細胞を示している。B: 体腔細胞部分の拡大。矢印の細胞は球形をしており、矢頭の細胞はやや細長い形態をしていた。矢印の細胞は図7の granular cells タイプに、矢頭の細胞は図9や図10の granular filopodial cells タイプに似ている。

図5 チゴケムシの組織切片像における体腔細胞

低粘度のエポキシ系の樹脂に包埋し、厚さ0.5ミクロンで切片にしたものをトルイジンブルーで染色したものである。A: チゴケムシの虫室の境界部分を、表面と基盤への付着面に平行な面で切片にしたものである。矢印は同じタイプの体腔細胞を示している。B: 体腔細胞部分の拡大。3つの細胞ともに液胞が発達していた。これらのうち左側2つの細胞は、図12の vacuolated cells タイプと考えられ、一番右の細胞は、vacuolated cells タイプではなく、図13や図14の phagocytes タイプかもしれない。

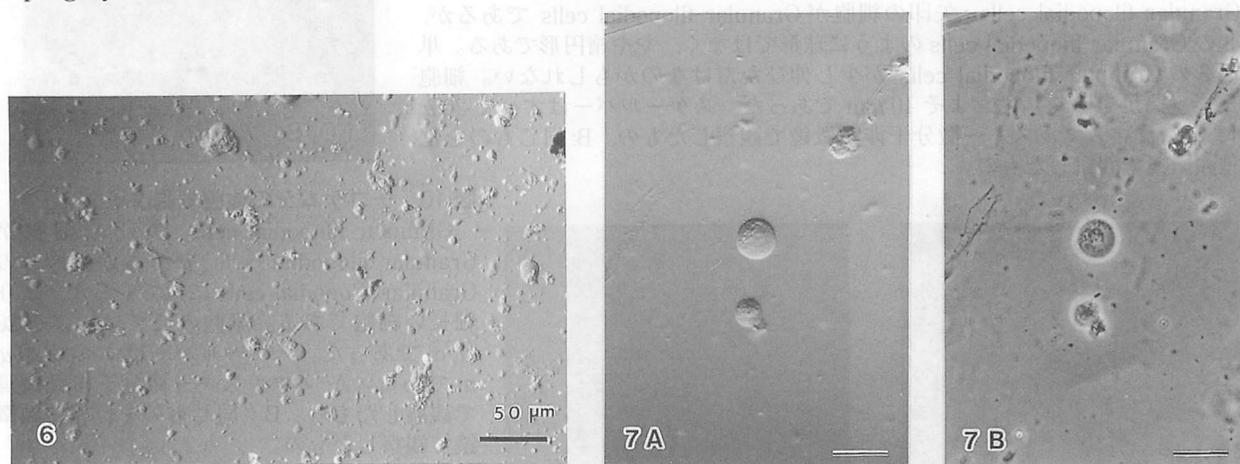


図6 チゴケムシの体腔細胞写真

チゴケムシ生群体より過海水中に流れ出させた体腔液をプレパラートにしたものをノルマスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。いろいろな体腔細胞が確認できた。そして4種類の体腔細胞が確認できた。

図7 チゴケムシの体腔細胞タイプ1

Granular cells : チゴケムシの4種類の体腔細胞のうち、顆粒を持ち球形をした細胞である。細胞の直径はおよそ10 - 15 μmであった。スケールバーはすべて20 μmである。A: ノルマスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。中央の2つの細胞が Granular cells である。2つのうち下の細胞の右下についているものはゴミと思われた。B: 同じものを位相差顕微鏡で観察したもの。液胞は見られず、顆粒のみが観察された。

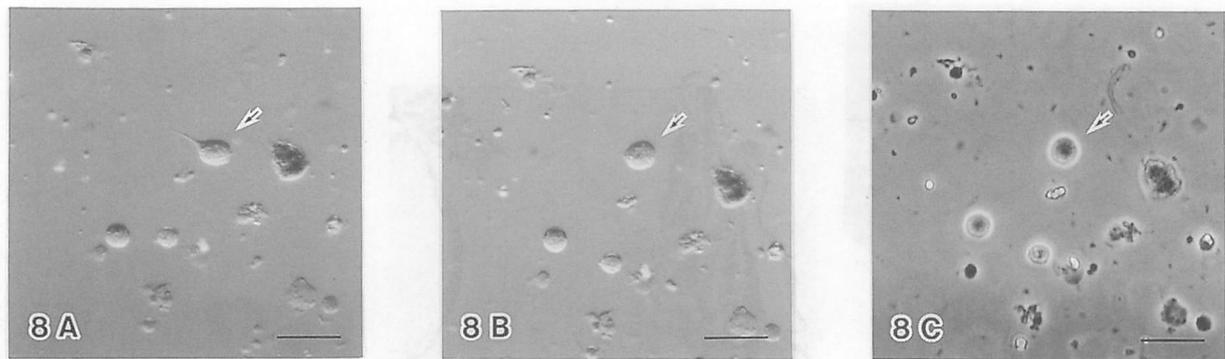


図8 チゴケムシの体腔細胞タイプ2

Granular filopodial cells : チゴケムシの4種類の体腔細胞のうち、顆粒を持つ細胞であるが、偽足を出しているのが観察された。矢印の細胞が Granular filopodial cells である。細胞の直径はおよそ  $10\mu\text{m}$  であった。スケールバーはすべて  $20\mu\text{m}$  である。A,B: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。Aでは偽足を出しているが、Bでは偽足をしまっている。C: 同じものを位相差顕微鏡で観察したもの。

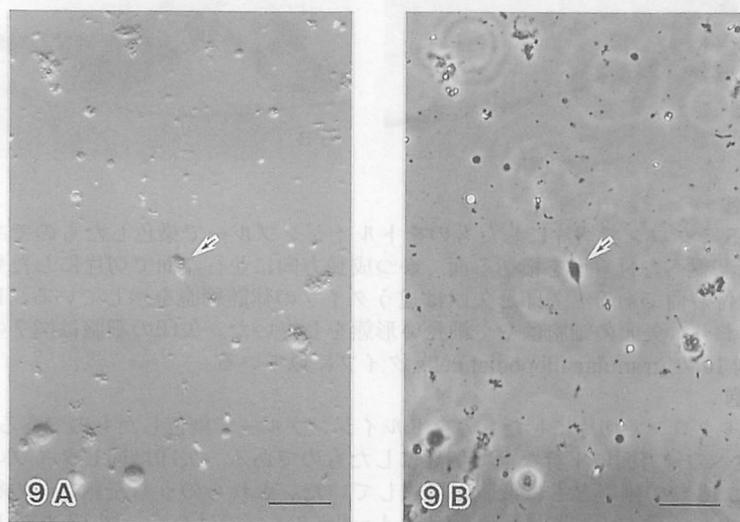


図9 チゴケムシの体腔細胞タイプ2

Granular filopodial cells : 矢印の細胞が Granular filopodial cells であるが、図8の Granular filopodial cells のように球形ではなく、やや楕円形である。単に図8の Granular filopodial cells が少し伸びただけなのかもしれない。細胞の長径（偽足を除く）はおよそ  $10\mu\text{m}$  であった。スケールバーはすべて  $20\mu\text{m}$  である。A: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。B: 同じものを位相差顕微鏡で観察したもの。

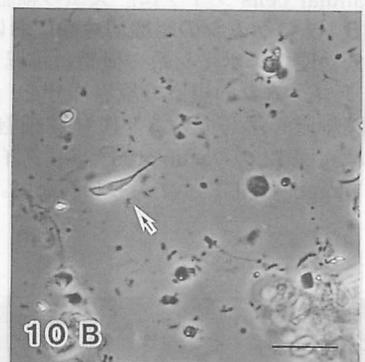
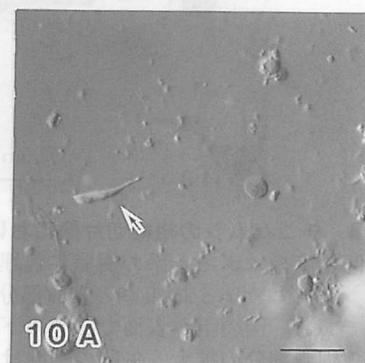
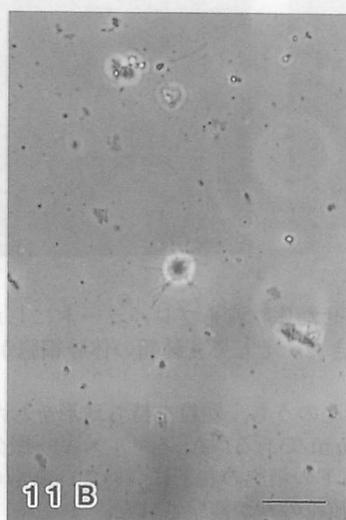
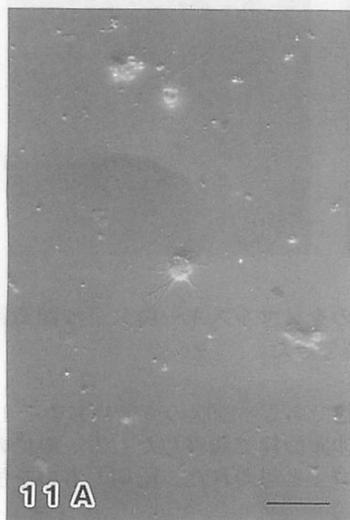


図10 チゴケムシの体腔細胞タイプ2

Granular filopodial cells : 矢印の細胞が Granular filopodial cells であるが、図9の Granular filopodial cells に似ているが、より細長い細胞である。細胞の長さはおおよそ  $20\mu\text{m}$  であった。スケールバーはすべて  $20\mu\text{m}$  である。A: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。B: 同じものを位相差顕微鏡で観察したもの。

図11 チゴケムシの体腔細胞タイプ2

Granular filopodial cells : 中央の細胞が Granular filopodial cells であるが、図8の Granular filopodial cell のように球形であり、数多くの偽足を出している。細胞の直径（偽足を除く）はおよそ  $10\mu\text{m}$  であった。スケールバーはすべて  $20\mu\text{m}$  である。A: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。B: 同じものを位相差顕微鏡で観察したもの。



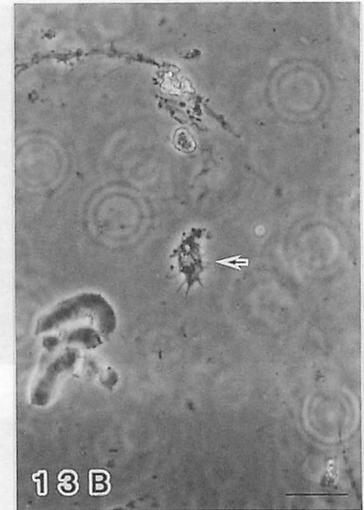
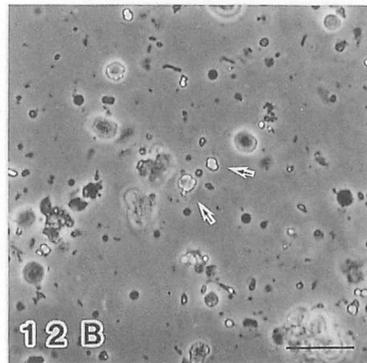
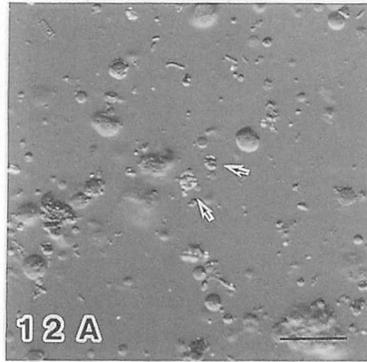


図 12 チゴケムシの体腔細胞タイプ 3

Vacuolated cells : 矢印の細胞が Vacuolated cells である。液胞を持つ細胞で、液胞の中には色素が含まれていた。細胞の直径はおよそ  $5 - 8 \mu\text{m}$  であった。スケールバーはすべて  $20 \mu\text{m}$  である。A: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。B: 同じものを位相差顕微鏡で観察したもの。

図 13 チゴケムシの体腔細胞タイプ 4

Phagocytes : アメーバ様の形態をしていて、運動性の高い細胞である。偽足も有していた。矢印が Phagocytes である。偽足を除く細胞の長径はおよそ  $20 \mu\text{m}$  であった。スケールバーはすべて  $20 \mu\text{m}$  である。A: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。B: 位相差顕微鏡で観察したもの。顆粒が観察された。

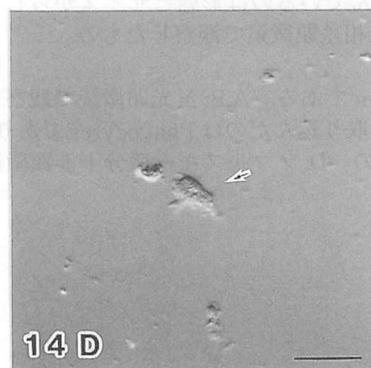
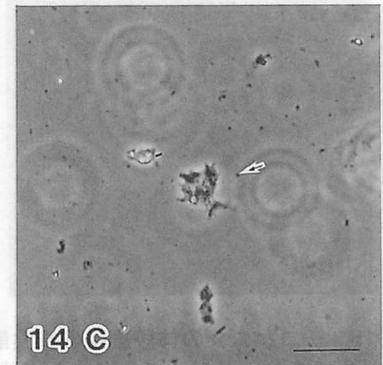
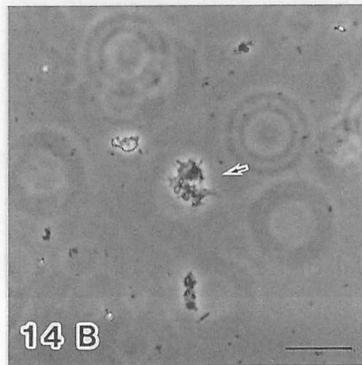
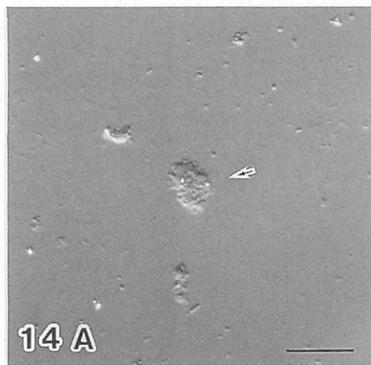


図 14 チゴケムシの体腔細胞タイプ 4 の運動性

Phagocytes : 写真を撮影している間にも形態を変えながら運動していた。ABCD は観察の時系列順となっている。偽足も有していた。矢印が Phagocytes である。スケールバーはすべて  $20 \mu\text{m}$  である。A,D: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。B,C: 位相差顕微鏡で観察したもの。

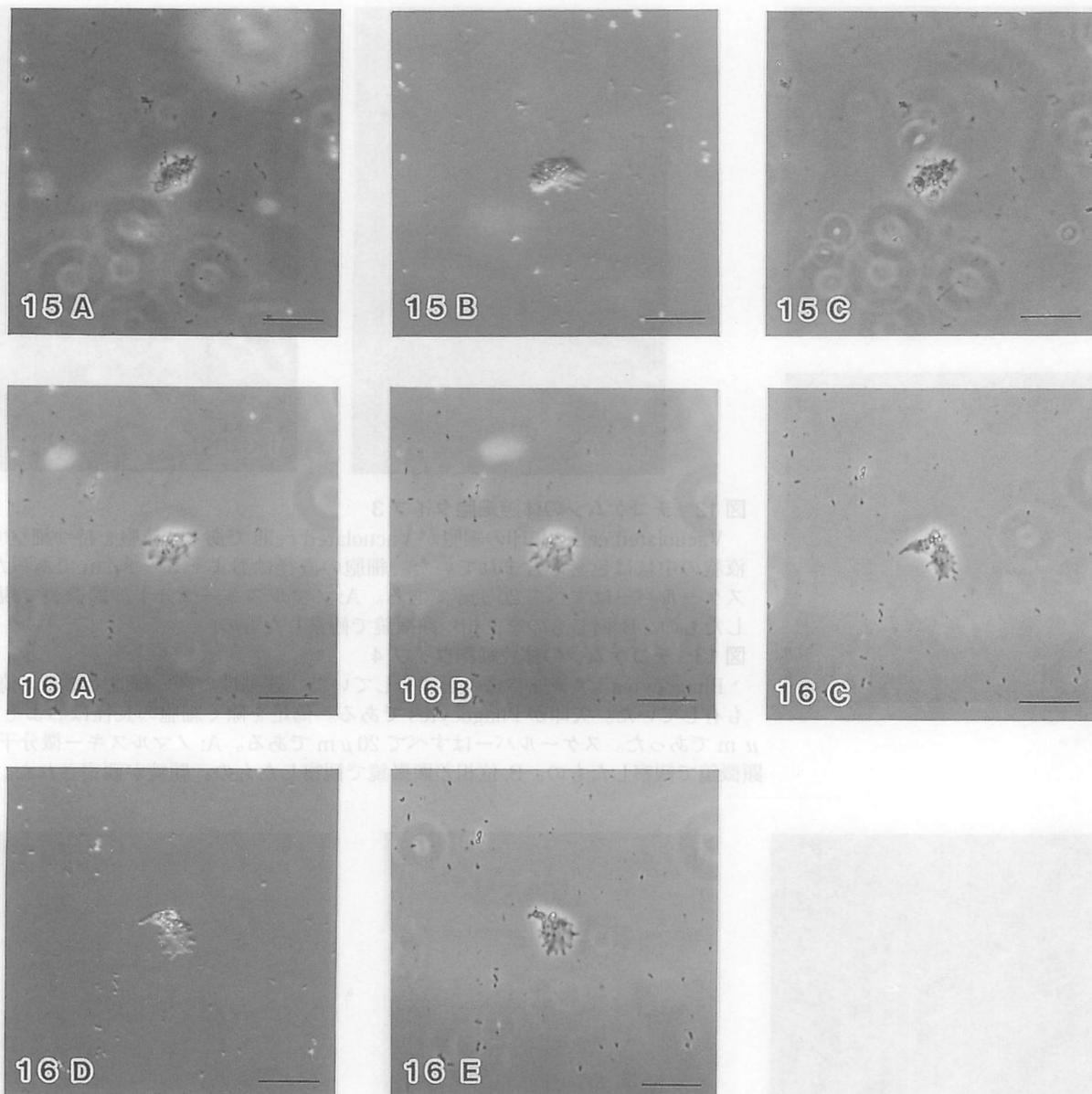


図 15 チゴケムシの体腔細胞の食食能力

蛍光ラテックスビーズを食食した細胞を示す。スケールバーはすべて  $20\mu\text{m}$  である。A: 蛍光顕微鏡で観察したもの。写真で白く光って見える粒が蛍光ラテックスビーズである。このビーズを取り込んでいるのは形態とサイズからして Phagocytes と考えられた。B: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。C: 位相差顕微鏡で観察したもの。

図 16 チゴケムシの体腔細胞の食食能力

蛍光ラテックスビーズを食食した別の細胞を示す。スケールバーはすべて  $20\mu\text{m}$  である。A,B: 蛍光顕微鏡で観察したもの。写真で白く光って見える粒が蛍光ラテックスビーズである。蛍光ビーズを取り込んだのは Phagocytes であり、取り込んだまま運動している様子が観察された。C,E: 位相差顕微鏡で観察したもの。D: ノマルスキー微分干渉顕微鏡で観察したもの。

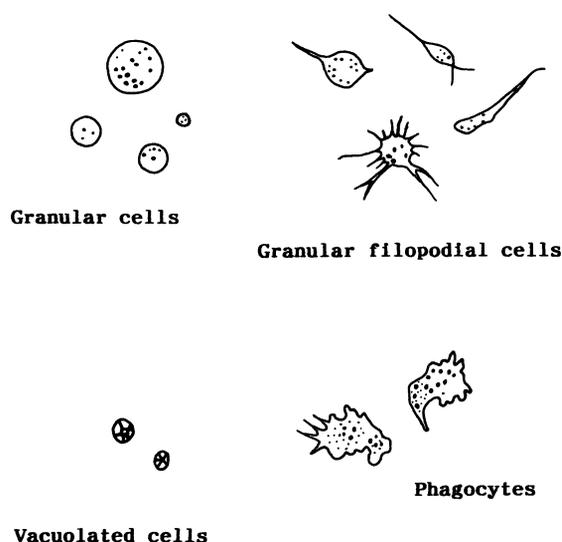


図 17 チゴケムシの 4 タイプの体腔細胞の模式図

難を克服した。また、予備実験でパラフィンに包埋した場合は、パラフィンの浸透が悪いため切片がボロボロになってしまって観察に適さなかった。そのため低粘度のエポキシ系樹脂に包埋した。また包埋時に脱気を施した。これらの処置により明らかになった成長端の先端部分（図 3）は、図 1 の模式図とは異なり、そりがあがった構造になっており、表面側の表皮細胞が立方化・肥厚していた。群体同士が最初に接触するのは、この先端部分であることから、この部分のどれかが、同種異個体認識（アロ認識）に関与しているのかもしれないが、組織切片観察からは、判明できなかった。また体腔細胞が集まっている様子も見られなかった。成長端部の組織を観察すると、チゴケムシの群体同士が接触し互いを認識するには、もしかしたら体腔細胞よりも表皮細胞が重要なかもしれない。成長端の先端部分同様、1つ手前の虫室においても虫体が未発達の場合があった（図 3）。

チゴケムシの体腔細胞（群体ホヤ類での血球と同意）を観察したところ、組織切片上では、あまり確認されなかった（図 4, 5）。これは、組織切片を作成する作業工程の間に、体腔細胞が脱落してしまったことによるのか、もともと体腔細胞の数自体が少ないことによるのか、はっきりしなかった。しかし、生群体をカミソリ刃で切り込みをいれることによってある程度体腔細胞が得られたことから（図 6）（ろ過海水中で体腔液を採集したため、密度はカウントしなかった）、組織切片作成過程での脱落が考えられた。また、そもそもチゴケムシの体腔細胞の数が少ないのかもしれない。

群体ホヤ類では、心臓を中心に循環系が発達しているが、チゴケムシをはじめとするコケムシ動物は心臓を持たず循環系が発達していないので、体腔内でフリーに

（なんらかの組織に接着せずに自由に移動できる、の意味）存在している細胞を体腔細胞と呼んでいる。今回、チゴケムシの体腔細胞には、いくつかのタイプがあることがわかった（図 17）。1) Granular cells: 顆粒を持ち球形をした細胞—このタイプは大きさにかなりばらつきがあり、数種類の細胞を含んでいる可能性が考えられた。2) Granular filopodial cells: この細胞は顆粒を持ち、時々偽足を出していた。3) Vacuolated cells: 液胞を持っており、液胞のなかには色素が含まれていた。4) Phagocytes: この細胞は、アメーバ様で偽足を多く出し、よく動いた。これらのうち Phagocytes が蛍光ラテックスビーズに対する貪食能力を持っていた。このことから、このタイプの細胞がチゴケムシの生体内での生体防御に関する働きや、群体同士の反応に関する働きを担っている可能性が示唆される。組織切片で確認された細胞は、サイズや形態、液胞や顆粒の有無から、図 4 の矢印の細胞は、Granular cells のようであり、図 4 の矢頭の細胞は、Granular filopodial cells のようであった。また図 5 の矢印の 3 つの細胞は、Vacuolated cells のようであるが、一番右の細胞は Phagocytes かもしれない。体腔細胞の染色法による観察と同様に、組織切片上ではタイプ分けは困難であった。

コケムシ類の体腔細胞の分類に関する研究報告は以下にあげる 3 つである（Hayward (1981) および Mukai *et al.* (1997) はいずれも総説、Lutaud (1991) は体腔細胞の由来と機能について報告している）。Mano (1964) は、淡水コケムシ（被口綱）であるヒメテンコケムシの体腔細胞を研究し、9 種を分類するとともに、それらの細胞の系譜を述べている。ヒメテンコケムシの 9 種の体腔細胞には、granulocytes, vacuolated cell, phagocytes が含まれており、これら 3 種はそれぞれ本研究で明らかになったチゴケムシの granular cells, vacuolated cells, phagocytes に対応するように思われたが、Mano (1964) の報告を見ると、本報告の細胞とはそれぞれの形態が異なっていた。チゴケムシは海産種であり、ヒメテンコケムシは淡水産種であり、所属している綱も互いに異なるので当然の違いなのかもしれない。Bobin と Prenant (1972) は、広口亜綱の櫛口目に所属する 7 種のコケムシから数種の体腔細胞を報告している。そのうちの vacuolated amoeboid cells は本報告の phagocytes に非常に形態が似ていた。Calvet (1900) は広口亜綱の唇口目の無囊亜目のアミメコケムシ科の 1 種のコケムシから 2 種の体腔細胞（vesicular leucocytes と spherular leucocytes）を報告している。spherular leucocytes は本報告の granular filopodial cells に似ているが、vesicular leucocytes に該当する細胞はチゴケムシではなかった。以上 3 つがコケムシ類の体腔細胞の分

類に関する報告である。

チゴケムシは広口亜綱の唇口目の有囊亜目に所属しているため、有囊亜目に属するコケムシの体腔細胞の報告は今回が初となった。今回は、チゴケムシにおいて体腔細胞の密度や個々のすべての細胞種の機能を明らかにすることはできなかったが、貪食能力や運動性を確認することができた。コケムシ類の分類系統と体腔細胞の関係を議論したり、群体特異性における体腔細胞の役割を調べたりするためにもチゴケムシの体腔細胞、さらには他の種類のコケムシの体腔細胞の知見を蓄積することが肝要と考えられる。

## 謝辞

本研究を実施するにあたり、筑波大学下田臨海実験センターの教職員の方々に大変お世話になりました、ここに深く御礼申し上げます。また本報告は、筑波大学下田臨海実験センター業績No.751です。

## 参考文献

- Bobin, G., and M. Prenant. 1972. Sur les cellules cavitaires de quelques Vésicularines (Bryozoaires Cténostomes). *Cah. Biol. Mar.* **13**: 479-510.
- Calvet, L., 1900. Contribution à l'histoire naturelle des Bryozoaires Ectoproctes marins. *Trav.Inst. Zool. Univ. Montpellier. N. S.* **8**: 1-488.
- Chaney, H. W., 1983. Histocompatibility in the cheilostome bryozoan *Thalamoporella californica*. *Trans. Am. Microsc. Soc.* **102**(4): 319-332.
- Craig, S. F., 1994. Intraspecific fusion in the encrusting bryozoan *Fenestrulina sp.* In "Biology and Palaeobiology of Bryozoans" Ed. by P. J. Hayward, J. S. Ryland, P. D. Taylor, Olsen & Olsen, Fredensborg, pp51-54.
- De Tomaso, A., S. Nyholm, K. Palmeri, K. Ishizuka, W. Ludington, K. Mitchel and I. Weissman. 2005. Isolation and characterization of a protochordate histocompatibility locus. *Nature.* **438**: 454-459.
- Hayward, P. J. 1981. Lophophorates. In N. A. Ratcliffe and A. F. Rowley (eds.): *Invertebrate Blood Cells. Vol 2.* London: Academic Press. pp. 491-509.
- Hirose, E., T. Ishii, Y. Saito, and Y. Taneda. 1994a. Phagocytic activity of tunic cells in the colonial ascidian *Aplidium yamazii* (Polyclinidae, Aplousobranchia). *Zool. Sci.* **11**: 203-208.
- Hirose, E., T. Ishii, Y. Saito, and Y. Taneda. 1994b. Seven types of tunic cells in the colonial ascidian *Aplidium yamazii* (Polyclinidae, Aplousobranchia): Morphology, classification, and possible functions. *Zool. Sci.* **11**: 737-743.
- 石井照久, 1997. 八郎潟に棲む付着生物：幻の曲形動物シマミズウドンゲと秋田県初記録の2種の淡水産コケムシ。秋田大学教育学部研究紀要, 自然科学 **52**: 65-71.
- 石井照久, 1998. 八郎潟の付着動物：淡水産内肛動物と淡水産外肛動物の生息分布・拡大について。うみうし通信 **21**: 2-4.
- 石井照久, 2002. 秋田県初記録となるヒアリネラ・ブククタタ（淡水コケムシ、被口類）について。秋田大学教育文化学部研究紀要, 自然科学 **57**: 1-6.
- Ishii, T., and Y. Saito, 1995. Colony Specificity in the Marine Bryozoan *Dakaria subovoidea*. *Zool.Sci.* **12**: 435-441.
- Ishii, T., and E. Hirose. 2003. Fate of tunic phagocytes in the colonial ascidian *Aplidium yamazii*. *Mem. Faculty Edu. and Human Studies Akita Univ. (Natur. Sci.)* **58**: 37-41.
- Ishii, T., E. Hirose, and Y. Taneda. 2008. Tunic Phagocytes Are Involved in Allorejection Reaction in the Colonial Tunicate *Aplidium yamazii* (Polyclinidae, Ascidiacea). *Biol. Bull.* **214**: 145-152.
- Lutaud, G., 1991. The organization of mesenchymal tissues in a cheilostomate zoecium. In F. P. Bigey (ed.): *Bryozoa Living and Fossil. Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr. Mem. H. S.* **1**: 219-228.
- Mano, R., 1964. The coelomic corpuscles and their origin in the freshwater bryozoan, *Lophopodella carteri*. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Dai Sec. B* **11**: 211-235.
- Mukai, H., K. Terakado, and C. G. Reed. 1997. Bryozoa. In F. W. Harrison and R. M. Woollacott (eds.): *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol 13.* Wiley-Liss Inc. pp. 45-206.
- Saito, Y., E. Hirose, and H. Watanabe. 1994. Allorecognition in compound ascidians. *Invert. J. Dev. Biol.* **38**: 237-247.
- Saito, Y. 2003. Xenogeneic Rejection among Three Botryllids (Compound Ascidians). *Zool.Sci.* **20**: 581-589.
- Shapiro, D. F., 1992. Intercolony coordination of zooid behavior and a new class of pore plates in a marine bryozoan. *Biol. Bull.* **182**: 221-230.