

# 謎多き薄っぺらな海産無脊椎動物 平板動物

山梨大学大学院総合研究部 埴 宗継 (Bam, Munetsugu)

## アメーバ？ 動物？ 薄っぺらな平板動物

平板動物は無色透明の小さな海産無脊椎動物であり、一見ただけでは原生生物のアメーバのようである。実際、磯の転石などから平板動物の採集作業を行っているとき、平板動物にそっくりなアメーバに出くわして「見つけた！」とぬか喜びしてしまうこともある(図1A)。このようにアメーバと見間違えるくらいシンプルな見た目であるが細胞の核と繊毛の染色を行ってみると、その体が繊毛で覆われるとともに多くの細胞から構成されていることがわかる(図1B)。したがって、平板動物は姿形こそアメーバのようであるが歴とした多細胞動物である。

その名の通り平板動物は平らな動物である。厚さは体の周縁部と中心部で少し異なるがおおよそ30~40 $\mu\text{m}$ の範囲におさまる(図1C)。髪の毛の太さが70 $\mu\text{m}$ 程度であるため、それよりもさらに薄い。なぜこんなにも薄いのかといえば、平板動物の体がそれぞれ単層の背側上皮と腹側上皮から成り、それら上皮との間にほとんど隙間がないためである。したがって、ほぼ細胞2つ分の厚さしかないためにここまで薄い体となっている。そのような単純な形態のためどの個体も同じような姿をしているが、ミトコンドリアDNAの配列に基づき20種類のハプロタイプ(H0~19)に分類される。ただし、これらハプロタイプが種や属を反映しているのか、あるいはただの個体差によるものなのか等、未だに不明な点も多く、平板動物の多様性を解明するためにも様々なハプロタイプの飼育系を確立し研究を進めていく必要がある。現在までに筆者は2種類のハプロタイプの飼育系を確立しているほか、性成熟する個体(後述)についても飼育系を確立することができている。本稿ではそれら飼育個体を通して平板動物の謎や魅力について少し紹介していきたい。

## 餌を食べる姿はまるでロボット掃除機？！

平板動物の体はわずか6種類の細胞から構成され、消化管のような器官も持たない(Smith et al., 2014)。消化管を持たないのにどのように食物を食べるのだろうか？ 平板動物は腹側上

皮に外分泌細胞を持っており、その細胞から消化酵素を放出して食物を消化し、腹側上皮から栄養を吸収しているのである(Smith et al., 2015)。その結果、平板動物が餌(藍藻)の上を通過した後は食痕が残るのであるが、その様子はロボット掃除機がホコリを集めていく光景を彷彿とさせる(図2A)。個体が餌を消化している状態で化学固定して走査型電子顕微鏡で観察してみると餌である藍藻が消化を受け、その一部は原型をとどめないほどに形がくずれている様子がみられる(図2B, C)。どうやら平板動物は藍藻をドロドロに溶かしてしまう強力な消化酵素を持っているようであるが、具体的にどのような消化酵素を使用しているのか？ 実は平板動物は腹側上皮から消化酵素を出すと言われているものの、その消化酵素自体についての研究報告はないため、全くの謎となっている。

## 分裂するだけじゃない、平板動物の生殖の不思議

飼育下の個体は餌が存在する限り分裂によって増殖する(図3A)。分裂の際には個体の体が徐々にくびれてきて最後は綱引きをするようにして2個体に分かれる(この綱引き状態が数時間続くことも多い)。直径1mmほどまで大きくなってから分裂する個体もいれば、直径100 $\mu\text{m}$ ほどで分裂する個体もあるため、必ずしも細胞数が増えて大きくなったら分裂するわけではないようである。餌が十分にある環境では平板動物は1~2日に一度の頻度で分裂するが、フィールドから採集したばかりの個体は飼育から1週間経過しても分裂しないこともあるため、採集した個体のDNAを直ちに解析したい場合には注射針のような先端が鋭利なもので体の一部を切断してDNA解析に供することができる(図3B)。平板動物は低浸透圧や上皮がめくれ上がるような傷には弱く、そのような条件に暴露されると瞬く間に死亡するが、鋭利な刃物でつくられた傷は直ちに修復されるため安定したサンプリングが可能である。侵襲を受けた個体と同様、引き裂いた個体の断片をサンプリングせずに放置しておけば傷が修復されて新たな個体として復帰する。

最後に平板動物の性成熟について簡単に紹介したい。個体の

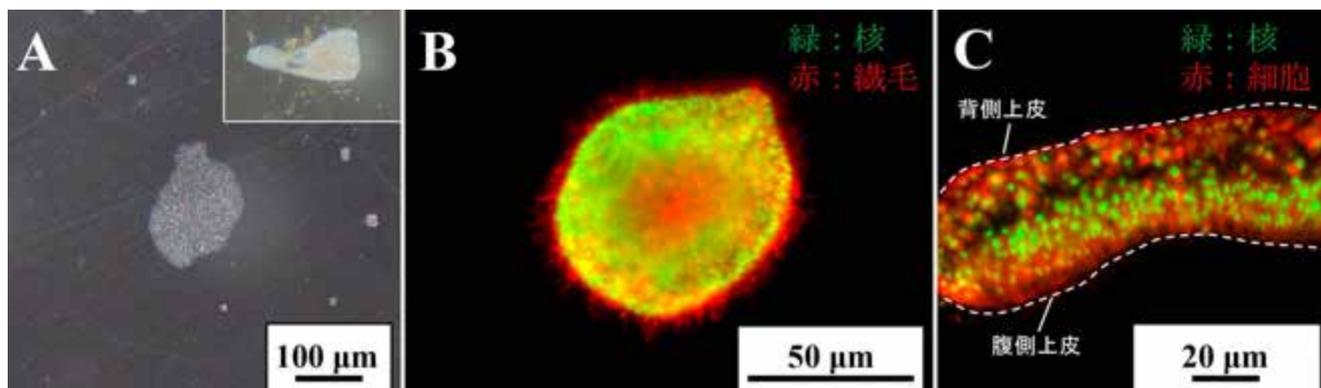


図1 シンプルな姿の平板動物。A、実体顕微鏡下で観察した姿と平板動物にそっくりなアメーバ(右上)。B、平板動物の蛍光観察(蛍光免疫染色)。核は緑色、繊毛は赤色で示した。腹側からの観察であり、体の中心部が凹んでいる。C、平板動物の切片の蛍光観察(蛍光免疫染色)。核は緑色、細胞は赤色で示した

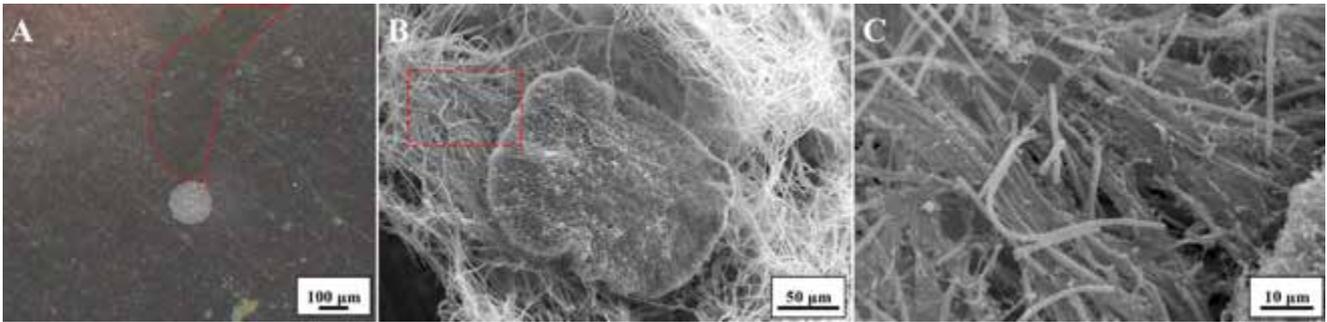


図2 餌を消化する平板動物。A, 藍藻を消化しながら移動する個体。食痕を赤線で示した。B, 藍藻を消化して進む個体の走査型電子顕微鏡写真。C, Bの拡大図。藍藻が消化を受けて溶解した様子が観察できる

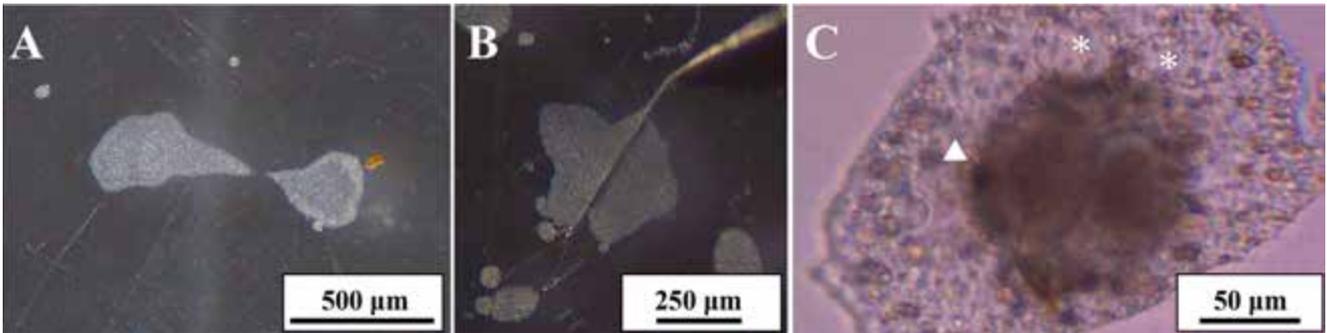


図3 平板動物の生殖。A, 研究室飼育下における個体は分裂によって増殖する。B, 鋭利な刃物で個体を切断する様子。C, 卵（矢印）や卵黄（\*）を生じる個体も存在するが個体発生には至らない

なかには卵や卵黄を体内に形成するものがある。筆者の飼育系統のなかにも性成熟する個体が存在し、産卵後あるいはそのまま体内で胚発生が進行する（図3C）。しかし、最大でも64細胞期で発生が停止してしまうため個体発生には未だ至っていない。これまでに海外のグループからも飼育個体の胚発生の報告があるが、やはり個体発生には至っていないのが現状である（Eitel et al., 2011）。このように研究室飼育系では胚発生が途中で停止してしまうのであるが、自然界では正常に胚発生が進行して個体発生するのだろうか？あるいはそのような有性生殖を行っている系統が存在するのだろうか？これは平板動物における大きな謎の一つであり、さらにフィールド調査と飼育系を充実させて明らかにしていきたい。

#### 謝辞

平板動物の研究をはじめにあたり筑波大学下田臨海実験センターの中野裕昭博士並びに技術職員の皆様に数々のご指導ご鞭撻を賜りましたことを厚く御礼申し上げます。また、平板動物の採集と調査及び飼育系統の確立に関しては公益財団法人水産無脊椎動物研究所の個別研究助成（2018年度）を受けて行われたものです。深く感謝申し上げます。

#### 引用文献

- Smith, C. L., Varoqueaux, F., Kittelmann, M., et al. (2014) Novel Cell Types, Neurosecretory Cells, and Body Plan of the Early-Diverging Metazoan *Trichoplax adhaerens*. *Curr. Biol.* 24: 1565–1572.
- Smith, C. L., Pivovarov, N. & Reese, T. S. (2015) Coordinated Feeding Behavior in *Trichoplax*, an Animal without Synapses *PLoS One* 10: e0136098.
- Eitel, M., Guidi, L., Hadrys, H., et al. (2011) New insights into placozoan sexual reproduction and development *PLoS One* 6: e19639.

### 平板動物門 Phylum Placozoa

1883年に初めてオーストリアの水族館で発見された。1971年にこれまでに知られていたどの動物群にも属さないことから、トリコブラックス *Trichoplax adhaerens* をもとに平板動物門が設立された。以降、長く1種のみで構成されてきた。2020年現在では、3種が含まれる。

**形態** 薄く平たい板状で、アメーバのような形。二胚葉性の多細胞生物。体は背側上皮と腹側上皮からなり、表面は繊毛でおおわれる。細胞外基質を欠く。背腹の区別はあるが、前後の区別はない。体のサイズは0.1～3 mm程度。

**系統** 神経系をもたない単純な形態から、すべての後生動物のうち最も初期に派生したグループ、あるいは海綿動物と刺胞動物との中間に位置するとされてきた。しかし、近年の分子系統解析からも様々な仮説があり、まだ決着がついていない。

**分布・生息域** 熱帯から亜熱帯の海域に生息。

**生態** 磯の転石などに付着して生活する。微小藻類などを腺細胞から分泌した酵素で消化し、体表から養分を吸収する。

#### 参考文献

- 埜 宗継. 2020. 顕微鏡で観察する平板動物の世界. 生物の科学 遺伝. 株式会社エヌ・ティー・エス.
- 藤田敏彦. 2010. 新・生命科学シリーズ 動物の系統分類と進化. 裳華房.
- 白山義久 編. 2000. バイオディバーシティ・シリーズ5 無脊椎動物の多様性と系統 (節足動物を除く). 裳華房.