ISSN 0285-0850

ライケン LICHEN

Vol. 16 No. 1

地衣類研究会

NEWS BULLETIN OF THE LICHENOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

クマムシ　～地衣類の隠れた住人～

阿部 渉*

Tardigrades: Hidden dwellers of lichens

Wataru Abe

新鮮な地衣類を実体顕微鏡やルーペで観察していると，小さなムシが地衣体の表面や隙間を動いているのを見かけることがある．つやつやと硬そうな体をもち，ゆっくりとした足取りで動きまわっているのはササラダニの仲間である（図 1A）．また柔らかそうな体でさかんに跳ねまわっているのはトビムシの仲間である（図 1B）．ダニとトビムシは地衣類にもごく普通に生息する動物群であり，また肉眼でも認識できる大きさであるため，野外で地衣類をしばらく観察してみればたやすく見つけることができる．しかし，実は，地衣類はもっとずっと多様な動物たちのすみかとなっている．たとえばセンチュウやワムシ，クマムシなどがそうした動物の代表格である（図 1C, D; 図 2）．これらの動物たちも地衣類にふつうに生息しているものの，ダニやトビムシよりもさらに小さく，積極的に探さないと見ることはめったにないため，これらの微小動物をご覧になったことのある方は地衣類の専門家でもそう多くはないであろう．というよりも，ダニやセンチュウはともかく，ワムシやクマムシなどという生き物は，名前を聞いたことすらないという方のほうがむしろふつうかもしれない．ここでは，そのようにほとんど人目に触れることなく地衣類に隠れるように棲んでいる微小な動物のうち，とくにクマムシについて紹介したい．

*東京大学大学院理学系研究科

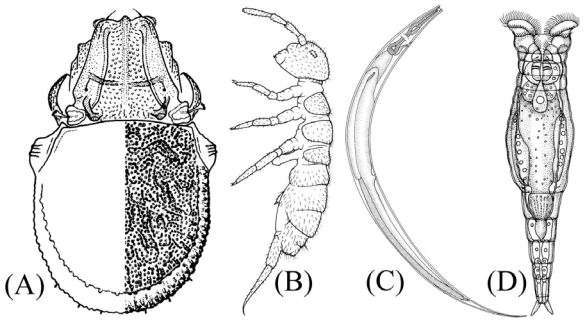

図 1. 地衣類に生息する微小動物. (A) ササラダニ. (B) トビムシ. (C) センチュウ. (D) ワムシ. 縮尺は統一していない. (A) Aoki (1970) より. (B) Gullan & Cranston (2005) を修正. (C, D) Brusca & Brusca (2003) を修正.

クマムシ類は，緩歩動物門を構成する動物の総称であり，熱帯域や極域を含めた世界各地から 1,000 種あまりが知られる．動物界全体の大まかな系統レベルでは，節足動物門（ダニや昆虫，甲殻類などを含む動物群）や線形動物門（センチュウ）などと近縁である．体長 0.5 mm 以下のものが多く，通常 4 対の脚をもち，脚の先端にはカギ爪や吸盤などが発達する（図 2）．体表は極めて薄くて柔らかいクチクラからなり，種によっては彫刻模様や剛毛や刺などの突起をもつ．生息域は陸域，淡水域，海水域と広範囲に及び，陸産のものは森林の表層土壌，蘚苔類，そして地衣類などに生息する．

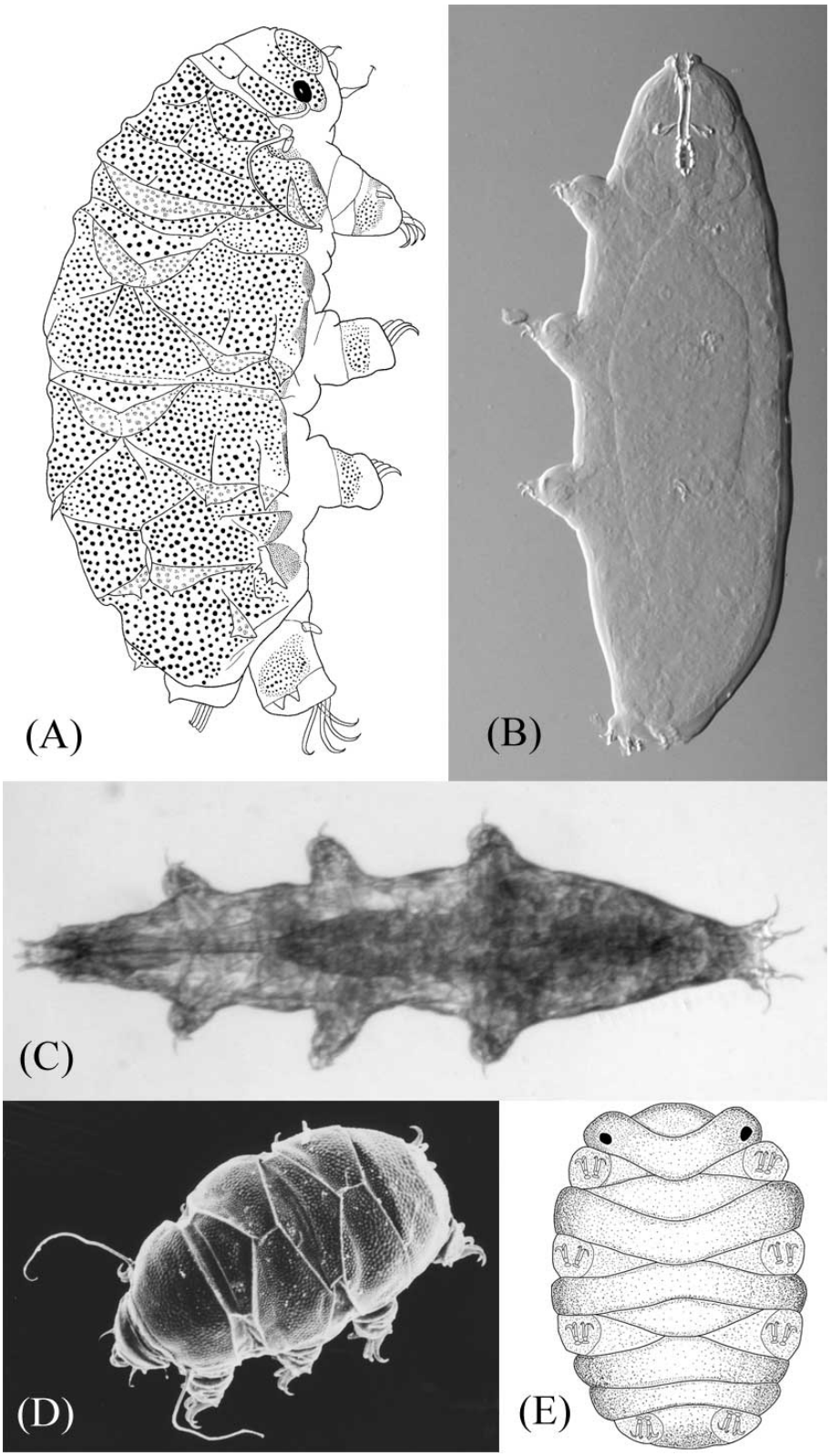

図2. クマムシ類. (A) ニセトゲクマムシ属の1種 *Pseudechiniscus alberti*（異クマムシ綱:ヨロイトゲクマムシ科）. (B) チョウメイムシ属の1種 *Macrobiotus* sp.（真クマムシ綱:チョウメイムシ科）. (C) オニクマムシ *Milnesium tardigradum*（真クマムシ綱: オニクマムシ科）. (D) トゲクマムシ属の1種 *Echiniscus* cf. *perviridis*（異クマムシ綱: ヨロイトゲクマムシ科）. (E) クリプトバイオシスのチョウメイムシ属の1種 *Macrobiotus* sp.（真クマムシ綱: チョウメイムシ科）.

(A)～(D) 阿部原図. (E) Ramazzotti & Maucci (1983) を元に作図.

クマムシは呼吸器系をもたずに皮膚呼吸をする．このことはクマムシにとって極めて重要な意味をもつ．というのは，皮膚が水膜に覆われていない限り，クマムシは呼吸することができないからだ．呼吸ができなければ，もちろん活動はできない．つまりクマムシは本質的に水生生物というわけである．クマムシは，日差しの強く当たる場所に生えるカラカラに乾燥する地衣類にもふつうに生息する．そのような乾燥した環境にも生息するにもかかわらず水生なのだというと，奇異な印象をもたれるかもしれない．しかしクマムシは微小で，体表のクチクラは極めて薄く軟弱なため，水の表面張力に打ち勝って水滴の外側に這い出ることは物理的に不可能なのである．そのため体の周りの水が蒸発して無くなってしまうと，クマムシは文字どおり身動きが取れなくなる．なおクマムシは英語では“water bear”と呼ばれる．これであれば，クマムシが水生生物であることは名前を聞いただけで想像がつく．

では，水生生物であるクマムシが乾燥する地衣類にも生息できるのは一体どういう訳であろうか．それは，クマムシが乾燥をはじめとした様々な環境に耐える能力を有するためである．クマムシは環境が悪化すると，体を縮ませて酒樽のような形に変わり，クリプトバイオシスと呼ばれる状態になる（図2E）．クリプトバイオシスのクマムシは，たとえば151℃の高温や絶対零度に近い−273℃の低温，真空，6,000気圧という超高圧，強度の放射線など，われわれ人間の尺度で考えるとまさに尋常ではない劣悪な環境にも耐えることができるのである．活動状態からクリプトバイオシスへ移行するまでに，ほとんどすべての水は体外に排出され，代謝もほぼあるいはまったく停止する．ただクリプトバイオシスのメカニズムについてはいまだ未解明のことだらけであり，日本など世界のいくつかのグループが分子学的基盤などの解明を目指して精力的に研究を進めているところである．

つぎに，地衣類に生息するクマムシを見つける方法を紹介する．まず当然ではあるが，クマムシのいる地衣類を探さなければならない．クマムシはどんな地衣類にも生息している訳ではなく，またその場でクマムシがいるかどうか確かめることもふつうできない．そのため，クマムシ探しの最初の関門はクマムシのいる地衣類を探すことにある．これは目に見えないものを探す訳であるから，それなりに経験を要する作業ではある．しかし逆にいえば，どの地衣類からクマムシがよく見つかるかをあらかじめ知っておけば，ことはだいぶ簡単に運ぶ．クマムシは地衣体の隙間に生息するので，クマムシが潜めそうな隙間をもつ地衣を探すのがポイントである．具体例を挙げれば，ムカデゴケ科 Physciaceae やオオロウソクゴケ属 *Xanthoria* (s. lat.) の地衣類からはクマムシがよく見つかる．またウメノキゴケ科 Parmeliaceae であれば粉芽やスパチュールの発達する種が良いようである．さらにハナゴケ科 Cladoniaceae やキゴケ科 Stereocaulaceae，カラタチゴケ属 *Ramalina* などの樹状地衣からもしばしばクマムシが見つかる．この場合，クマムシは地衣体の隙間よりも偽根周辺の有機物中に潜り込んでいるようである．さらに，暗く湿った環境に生育する地衣類よりも，直射日光が強く射す岩など乾燥する場所に生える地衣類のほうがクマムシの見つかる可能性はずっと高くなる．地衣類に生息するクマムシは，水分よりもむしろ乾燥を好むという一見不可思議な性質をもった水生生物なのである．さてクマムシのいそうな地衣を見つけたら，地衣体を 1〜2 cm 角ほどの大きさに切りだし，水を張ったシャーレなどに浸してみよう．このときピンセットなどを使って地衣体を細かくほぐすとよい．そのまま半日から 1 日くらいシャーレを放置したのち，シャーレの底を 20〜30 倍の実体顕微鏡で観察する．もしクマムシがいれば，短い脚をもぞもぞと動かす愛嬌のある姿を見ることができるであろう．体は半透明や白のものが多いが，橙，赤，黄などのものもいる．またクマムシ以外の生きものたちの姿を見ることもできるかもしれない．白く，ミミズのような細長い体を左右に弾かせているのはセンチュウである（図 1C）．紡錘形の体を伸び縮みさせながら前進し，体の前端にある細かな毛を動かすことで水流を起こして餌を口に運んでいるのはヒルガタワムシの仲間である（図 1D）．原生生物の仲間である繊毛虫は，水中を UFO のように滑らかに自由自在に泳ぎ回っている．顕微鏡をのぞいて広がっているのは，さながら小宇宙のように魅力的な，地衣類を基盤とした生物の多様性の世界である．

近年になって初めて，クマムシに関する一般向けの書籍が出版された（鈴木 2006；鈴木・森山 2008）．またクマムシのクリプトバイオシスの研究を精力的に進めている堀川大樹氏のホームページ「YOKOZUNA PROJECT〜クマムシの研究〜（http://tardigrades.

net/index.html）」では，活動中のクマムシがクリプトバイオシスになって活動を休止し，再び活動を始めるまでの興味深いムービーを見ることができる．拙文を読まれてクマムシに興味をもたれた方は，ぜひこれらを参照していただきたい．

地衣類は，まさしく「大地の衣」と言われるように，陸上の至るところに生育している．こうした地衣類の陸上における普遍性を考えれば，クマムシやセンチュウ，ワムシなどの微小動物が地衣類を生息場所として利用するよう進化してきたのは当然のことなのかもしれない．ともかく，地衣類がクマムシなど様々な生き物の生息場所になっていることを実際に目で確かめていただきたい．そうすれば，地衣類の新たな魅力を感じていただけることだろう．

引用文献

Aoki, J. 1970. The oribatid mites of the islands of Tsushima. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, **13**: 395-442.

Brusca, R. C. & G. J. Brusca. 2003. Invertebrates, second edition. Sinauer, Sunderland.

Gullan, P. J. & P. S. Granston. 2005. The Insects: An Outline of Entomology, 3rd ed. Blackwell, Malden.

Ramazzotti, G. & W. Maucci. 1983. Il philum Tardigrada: III edizione riveduta e aggiornata. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. **41**: 1-1012.

鈴木忠．2006．クマムシ?!　小さな怪物．112 pp．岩波書店．

鈴木忠・森山和道．2008．クマムシを飼うには ― 博物学から始めるクマムシ研究．208 pp．地人書館．