

気生藻類

半田信司

はじめに

陸上の岩や樹皮表面などの水のない場所にすむ藻類は「気生藻類」と呼ばれる。ところが、ワカメやコンブのように水の中にすむ藻類はあえて「水生藻類」とは呼ばれないのはなぜか。いうまでもなく、「藻類は水の中にすんでいる」という先入観によるものに違いない。確かに水界においては、光合成を行う生産者としての藻類は、生態系の中で重要な位置を占めている。一方、陸上ではいわゆる高等植物がその役割を担っているため、藻類の存在に対する認識は浅い。しかし、藻類の生育環境は多岐にわたっており、水中だけでなく、陸上でも土壌や樹皮、岩上その他さまざまな基物の表面、さらには地衣類の共生藻類として多くの種が存在している。それどころか、現在のように維管束植物が現われる以前の地球では、藻類が地衣類などと共に地表を覆っていたと考える研究者も多数いる。本稿では、私たちに身近な市街地を舞台として、陸上に生育する「気生藻類」にアプローチしてみよう。

気生とは何か

陸上に生育する藻類のフロラは Ettl & Gärtner (1995)によって、ようやくその概要が見えてきた。彼らは陸上の生育地から報告された藻類(藍藻類を除いて)を整理し、紅藻類から接合藻類まで多様な分類群から約1000種を記録している。ただし、陸上に生育しているからといって、それらがすべて気生藻類というわけではない。常に湿った土壌のような、水分条件の良い環境からの報告の中には、水中でも一般的に見られる種が含まれている。例えば珪藻類についてみると、陸上から記録されている200種以上のうち、気生的な要素の強い環境でも一般に見られるのは、*Navicula mutica*, *N. contenta*, *Hantzschia amphyoaxis* くらいである。

また、Hoffmann (1989)は、陸上に生育する藻

類を、その生育環境から次のように区分している。

- ・土壌藻類 (Soil Algae)
- ・岩生藻類 (Lithophytic Algae)
- ・洞くつ藻類 (Cave Algae)
- ・氷雪藻類 (Snow and Ice Algae)
- ・植物着生藻類 (Epiphytic Algae)
- ・動物着生藻類 (Epizooic Algae)

この区分において、それぞれの異なった環境要因に応じて特有な藻類が見られ、興味深いテーマを持っていることは確かである。しかし、同じ区分内においてもその水分条件はさまざまであり、気生を定義しているわけではない。経験的には、気生を定義する基準は、「いったんどこかに蓄えられていた水分の影響を受けるかどうか」ではないかと思う。つまり、雨や霧、結露といった大気中の自然現象による直接の水分供給にのみ頼っている環境が、真の気生環境と呼ぶにふさわしい。その意味では、水の浸み出ししているがけや、水はけの悪い湿った地面、水しぶきのかかる場所などは、半気生環境と呼ぶべきだろう。

市街地で見られる気生藻類

そうすると、それほどにまで水分条件の悪い場所に、藻類がいるだろうかという疑問がわいてくる。ところが、気生藻類がいかに身近なものであるかは、家から一歩出て街を歩いてみればすぐに分かる。市街地でよく見られる気生藻類の群落を表1にまとめた。気生藻類の群落には単細胞や糸状体の微細藻が、ふつう数種類混在して生育しているため、ここでは優占種に着目して整理した。なお、陸上の藻類について群落レベルで研究した例はBarkmann (1958)などいくつか見られるが、その後の研究はあまり進んでいない。

さて、まずはブロック塀やコンクリートの壁



写真1：藍藻群落の付着するブロック塀

に目を向けてみると、汚れのように付着物が見られることがある。黒っぽい付着物(写真1)は“藍藻群落”であり、緑の場合は“クレブソルミディウム群落”であるといつて間違いない。ブロック塀に付着する藍藻群落は、*Hassallia byssoidea*が主体となることが多く、これに他の藍藻や緑藻の *Diplosphaera chodatii*などが数種混在する。一方、クレブソルミディウム群落には土壌藻類としても良く知られた *Klebsormidium flaccidum*(写真2)のほかに *D. chodatii*, *Myrmecia biatorellae*などの緑藻が混在している。また、藍藻群落は日陰(塀の上部を庭木の樹冠がおおっているような部分)にできやすく、クレブソルミディウム群落は、降雨時の雨水の流れに沿うように形成されていることが多い。

市街地での主要な気生藻類の生育環境は、街路樹などの樹皮表面であるが、そこに藻類が生育していると思われることはほとんどない。し

かし、コケや地衣類とは異なる緑色の付着物は気生藻類の群落で、中でも代表的なのが“クレブソルミディウム エリプトクロリス群落”である。前述のクレブソルミディウム群落にはまったく見られない *Elliptochloris subsphaerica*が含まれているのが特徴である。ソメイヨシノをはじめとした街路樹の樹皮表面に緑色の少し毛羽立った付着物があれば、この群落であることが多い。同じ街路樹でもケヤキの場合は *Interfilum paradoxum*が優占する群落が見られる。なお *K. flaccidum*は、コンクリート構造物に付着する場合に比べ、樹皮では細胞がやや太くて短い。この特徴は培養後もある程度保たれていることから、単なる生育環境の違いによる形態変異とは思われない。*Klebsormidium*については Lokhorst (1996)が詳細な形態観察にもとづく分類を行っているが、中間的な形質を持つものが見られることもあり、分類学的な問題が残されているように思う。遺伝子レベルの解析なども含めた今後の研究が待たれる。

街路樹の支えのために組まれている添え木や板塀などの木材が、粉をふいたように、やや黄緑がかかった緑になっていれば、それは“アパトコックス群落”である。この群落は木製の構造物以外にも形成され、普通 *Apatococcus lobatus*の単一群落であることが多いが、他の緑藻類がわずかに共存することもある。金属表面にはアパトコックス群落のほかに“クロレラ群落”が形成されやすい。気生藻類として報告されている *Chlorella* は 10 種程度あるが、目に見えるコロ

表1 市街地で見られる主な気生藻類の群落とその特徴

群落の種類	主な構成種	付着基物	色・外観
藍藻群落	<i>Hassallia byssoidea</i>	コンクリート, ブロック塀	黒褐色・布状, 膜状
クロレラ群落	<i>Chlorella ellipsoidea</i> , <i>C. luteoviridis</i>	金属	緑色・粉状
アパトコックス群落	<i>Apatococcus lobatus</i>	木材, 金属	薄い緑色・粉状
クレブソルミジウム群落	<i>Klebsormidium flaccidum</i>	コンクリート, ブロック塀	緑色・布状, 膜状
クレブソルミジウム - エリプトクロリス群落	<i>K. flaccidum</i> , <i>Elliptochloris subsphaerica</i>	樹皮(サクラ等)	やや濃い緑色・カーペット状



写真2 : *Klebsormidium flaccidum*の培養株(直径約7 μ m)

ニーを形成する種としては *C. luteoviridis* と *C. ellipsoidea* が代表的である。クロレラ群落は、樹皮やコンクリート柱にも見られるが、川沿いや池岸のガードレールに形成されることが多い。これは、夜間に結露した水滴による断続的な水分供給を受けるためと思われ、露の流れに沿った模様になっていることさえある(写真3)。コロニーは緑色か、煤塵などが混ざっているため黒っぽいこともある。

なお、市街地を離れ、ちょっとした林や山間部では、さらに多くの気生藻類の群落を見ることができる。ここで、その中でも代表的なスミレモの群落について触れておこう。スミレモの仲間、気生藻類として古くから研究が行われている代表的なもので、Printz (1964)によりその全容を見ることができる。日本で普通に見られるスミレモの群落で代表的なのは、*Trentepohlia aurea* (スミレモ)による群落と *Printzina lagenifera* (新称：プリンツスミレモ)による群落である。“スミレモ群落”は、スギやヒノキの樹皮では、緑からややオレンジ色がかったカーペット状に付着し、石灰岩をはじめとした岩上では、オレンジ色の羊毛状になる。一方“プリンツスミレモ群落”は、常緑広葉樹の樹皮にオレンジ色のペンキを塗ったように付着している(写真4)。この色はよく目立ち、樹皮そのものの色と思われたり、樹木が病気になっていると間違われたりすることがある。

気生藻類研究のこれから

気生藻類の主要な分類群は、緑藻類のシャジクモ藻綱とトレボウクシア藻綱である。そして、前者は陸上植物の起源を探る上で、後者は地衣類の共生藻類として、いずれも現在注目されている分類群なのである。“陸上の生物は海から生まれた”と言われることがあるが、植物に限ってみれば、維管束植物の祖先は、淡水域の水際などにすむシャジクモとの関係が深いということが、最近の分子生物学の知見などから判明している。気生藻類の中にも *Klebsormidium* のように、シャジクモ藻綱に所属しているものがある。それらはいわゆる高等植物のような体制をとらず、昔のままの形態を維持してきた。つまり、維管束植物のように強固な構造を持つことで地上の重力に対抗するのではなく、基物に付着することで地上の生育場所を得ているわけである。ただし、生理的機能としては、陸上生活に適した目に見えない変化を遂げてきたであろう。

一方、トレボウクシア藻綱は、水生の種のほかに、気生環境にすむものや Photobiont (地衣類の共生藻) となっている種も数多い。*Trebouxia* をはじめとした地衣類の共生藻類の多くは、共生状態でしか見出されていないが、*Stichococcus* や *Dictyochloropsis* のように気生藻類としても報告されている仲間もある。これらの生育場所には、必ずといっていいほど菌類も生活しており、彼等は、多かれ少なかれ何らかの関係を持ち合って生きているのかもしれない。「共生」という用語は、単に“異種の生物が結びつきを持って



写真3 : 結露の流れに沿ってできたクロレラ群落



写真4：プリンツスミレモ群落(モノクロでは白っぽく見える部分)

一緒に生活している現象”をさすだけでなく、さまざまに解釈され、現代では、「人と自然との共生」にまで解釈がひろげられることさえある。いずれにしても、生物の生き様を探る上での重要なテーマを秘めている。藻体が菌糸に包まれて、ミクロな地衣のようになっている様子を観察すると、「共生」の意味をあらためて考えさせられる。

もともと水の中にすんでいた藻類にとって、地上は強い太陽放射、激しい温度変化、水の確保の困難さなどにおいて、きわめて不利な環境といえる。そこに進出する手立てとして、高等植物が陸上に適応した構造を持った一方で、気生藻類のあるものは水の中にすんでいたときと同じ姿で、またあるものは菌類と共生することで陸

上に生活場所を見つけた。我々のすぐそばに住んでいる気生藻類は、生物が水中から陸上へ進出した歴史のカギを握っている。

最後に、藻類が陸上に進出したのは、炭素の利用効率を上げるためであるという仮説をとりあげたい。シャジクモ類は、CO₂の利用効率の良さを求めて大気中にすむことを選択したという歴史がある。「気生」という、藻類にとっては厳しい環境に生きているものたちには、何か計り知れない潜在能力があるのかもしれない。今、人間の生活しやすい大気環境を維持するためにCO₂排出量の削減が叫ばれている中で、気生藻類には、その役割を担う救世主としての可能性が秘められている。

文献

- Barkman, J. J. 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Koninklijke Van Gorcum and Comp. N. V. Assen, The Netherlands.
- Ettl, H. and Gärtner, G. 1995. Syllabus der Boden-, Luft-, und Flechtenalgen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Hoffmann, L. 1989. Algae of terrestrial habitats. Bot. Rev. 55: 77-105.
- Lokhorst, G. M. 1996. Comparative taxonomic studies on the genus *Klebsormidium* (Charophyceae) in Europe. Cryptogamic Studies Vol. 5. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Printz, H. 1964. Die Chaetophorales der Binnengewässer, Eine systematische Übersicht. Hydrobiol. 24: 1-376.

(財団法人広島県環境保健協会)