



高山の森林帯でよく見かけるサルオガセ。漢字では猿麻袴とか猿尾枷と書く。猿のしっぽが絡みかねないという謂かと思いきや、サガリオコケ(下緒苔)からの転訛とする説もある。

このサルオガセ、木の枝からただただ垂れ下がっている。植物とも違うし、苔でもなさそう。むしろ藻類、樹上のモズクといった体だ。事実、霧藻という別名もあるという。正体を明かせば、菌類と藻類が共生した地衣類である。地衣類形状は千変万化(図-1)だが、たいがい、樹皮上や岩やコンクリートの表面上を平らに覆っている。

世界には2万種近く、日本には1,800種ほどの地衣類が生息している。南極の岩の表面にまで生息しており、地球の陸地表面積の8%が地衣類に覆われているという推定もある。

何億年か前のこと、菌類と藻類は互いを相方にすることで生息範囲を拡大した。主に子囊菌にシアノバクテリアなどの藻類が共生することで地衣体という特殊な体が形成される。菌類だけでそのような構造が形成されることはない。菌類はこの構造物を提供し、藻類は光合成によって合成した糖類を

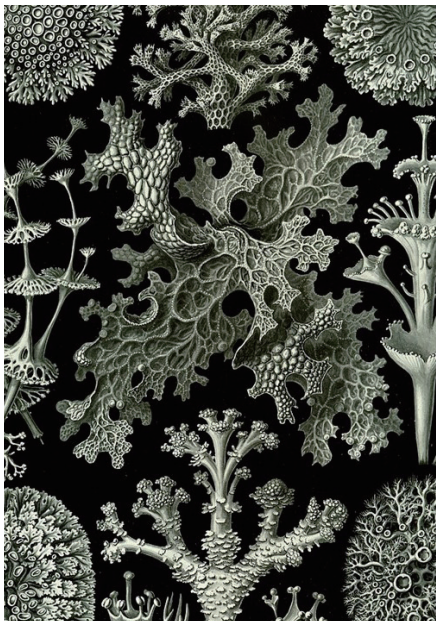


図-1 19世紀ドイツの動物学者エルンスト・ヘッケルが描いた地衣類

栄養分として提供する。この相思相愛の共生関係は、他に類を見ないほど麗しい関係と讃えられてきた。

ところがそこに、「待った!」がかかった。

三角関係の発覚

地衣類は単独の生きものではないという「二種複合体説」を最初に唱えたのはスイス出身の植物学者ジー

モン・シュヴェンデナー(1829~1919)で、1869年のことだった。しかし、そんなことなどあるはずがないと、当初は猛烈な反発に迎えられた。菌類は主人で藻類は奴隷というシュヴェンデナーが用いた比喩も反感を煽った。そこで1877年には、対等な関係と思わせる「共生 symbiosis」という用語が提唱された。ギリシャ語で「共に生きる」という意味である。

その後、他の生きもの間でも共生関係が見つかってきた。根粒菌や菌根菌、サンゴと褐虫藻、藻類を体内に取り込んで光合成をするウミウシ、ウシの反芻胃の共生微生物などだ。そして極めつけは、真核生物の細胞小器官は好気性細菌やシアノバクテリアが細胞内に共生した結果であるという細胞内共生説の登場だった。

多様な共生現象が見つかるほどに、自然界にはさまざまな共生関係が存在するという認識の出発点となった地衣類の存在感がいや増してきた。ところがである。2016年、菌類と藻類の相思相愛関係として教科書を飾ってきた地衣類の共生が、じつは1対1の関係とは限らないという新事実が発覚したのだ(Spribille *et al.* 2016)。

研究チームが、北アメリカの高山帯に分布するサルオガセに似た地衣類ハリガネキノリ属2種(*Bryoria fremontii* と *B. tortuosa*)のDNAを分析することにしたのはたまたまのことだったという。この2種の色合いは、後者は有毒物質ブルピン酸を含み黄緑色であるのに対し、前者はブルピン酸含有量が少なく褐色である点で異なっている。しかし、共生する菌類と藻類の遺伝子配列はそれぞれほぼ同じで、遺伝学的には同種と見なせる。しかし色は違う。そこで地衣体全体のDNA解析を実施してみることにしたのだ。すると、第三の菌類の存在が発覚したではないか。それまでも地衣類では、寄生的にただ乗りしているような菌類や細菌の存在は知られていた。しかし今回は、地衣体の中に組み込まれて存在する酵母が見つかったのだ。つまり、2種類の菌類(子囊菌と担子菌の酵母)と藻類がルームシェアをしていたことになる。

そこで、この2種に共生している酵母の量を調べてみた。



図-2 北アメリカ西海岸に分布するオオカミゴケ (Wikipedia より)

すると、ブルピン酸の量が少ない *B.fremontii* では酵母の量が少なく、ブルピン酸の量が多い *B.tortuosa* では酵母の量が多かったという。

この発見に驚いた研究チームはさらなる調査により、6つの大陸の52属の地衣類で、共生している担子菌を見つけた。つまり子嚢菌と藻類の共生関係に担子菌類の酵母が同居しているケースは、決して例外的ではなかったのである。

同研究チームはその2年後、北アメリカ西岸に広く分布するオオカミゴケ *Letharia vulpina* (図-2) という地衣類で、子嚢菌、酵母、藻類のシェアハウスに同居する第二の別種の酵母を発見した。名前の由来は、アメリカ先住民が、プリビン酸を含むオオカミゴケをオオカミ狩りに使用していたことにある。プリビン酸は肉食動物だけに毒性があり、オオカミゴケの粉末を仕込んだ餌はオオカミにとっては毒餌になるのだ。

それでも地衣類に共生する酵母の役割は、未だによくわかっていない。少なくとも、酵母と共生していない地衣類は、今のところ見つかっていない。共生する3者ないし4者の組み合わせにより、地衣類の形態や生理機構も異なることは確認できる。しかし、個々のケースで、どれがどこに効いているのかは特定できない。事態はまさに混沌としてきているのだ。

生物個体とは何か

共生という概念を生んだ地衣類は、長らく、平和共存という予定調和的なイメージを醸してきた。しかしこの5年ほどで、そのイメージはガラリと変わりつつある。共生する子嚢菌と藻類、さらに酵母(担子菌)の役割分担がよくわからない上に、同じ組み合わせでも、別種として分類できるほど、地衣類の形状が異っていたりするからだ。その上、地衣類にはさまざまな細菌まで居候していることがわかりつつある。

ということは、地衣類は個体というよりは、1つのミクロな生態系であり、微生物叢(マイクロバイオータ)と考えるべきものなのかもしれない。それを構成する微生物の組み合



図-3 1億6500万年前の地衣類とそれに擬態したオオアミメカゲロウの復元図 (©Xiaoran Zuo (CC BY 4.0))

わせによって相変異を起こし、形態も構造も色彩もまったく異なる様相を呈するようになるのだと。

かくして地衣類は、個体とはなにかという従来の概念に再定義を迫りかねない存在として、われわれの前に再び立ち現れた。しかしそういえば、われわれの体にもさまざまな生物が共生している。たとえば腸内フローラは、アレルギーなどの免疫、糖尿病など、さまざまな疾患に影響を与えていることがわかりつつある。あるいは、陸上植物の8割と共生している菌根菌は、栄養だけでなく、情報ネットワークの担い手としても機能している(「道草・第25回」参照)。

厳密な意味での共生ではないが、樹皮や岩の表面を覆う地衣類にカムフラージュする昆虫もまた、地衣類と運命共同体的な関係にあるとってよいだろう。教科書に登場する有名な例は、産業革命時のイギリスにおけるオオシモフリエダシヤクの工業暗化だろう。この蛾の成虫には、翅が白地に黒い胡椒模様に入った白色型と、全体に黒っぽい暗色型の二型が知られている。白っぽい地衣類が生える樹皮にとまる白色型は目立たないが、暗色型は外敵に捕食されやすい。そのため元来は、白色型の蛾が多数派だった。ところが工場などの煤煙で地衣類が黒ずんだことで淘汰圧が変化し、暗色型のほうが有利となり、暗色型が多数派を占めるようになった。つまり、地衣類が、昆虫の保護色の進化を促してきた可能性があるのだ。

地衣類と昆虫の保護色との関係では、最近になって最古の例が見つかった(Fung *et al.* 2020)。中国の研究チームが、内モンゴル地方の、今から1億6500万年前、ジュラ紀中期末の地層から、地衣類の化石と共に、それに擬態したオオアミメカゲロウ(図-3)の化石を見つけたのだ。

人と地衣類の関係では、オオカミゴケは毒餌としてだけでなく、薬や染料としても使われていたという。日本でもサルオガセは咳止めや利尿剤、強心剤として利用されてきた。すべからく自然は持ちつ持たれつの関係で維持されてきたということか。