

地衣類って何？

千葉県立中央博物館 平成 29 年度植物学講座「地衣類って何？」資料

原田 浩（千葉県立中央博物館 植物学研究科）

目 次

はじめに.....	1	9. 地衣類の生長と形.....	24
1. 地衣類は「こけ」.....	1	10. 地衣類の生育基物と生育地, 分布.....	26
2. 藻類と共生する菌類.....	3	11. 特殊環境の地衣類.....	28
3. 地衣類の分類(概要).....	4	12. 都市の地衣類と環境指標.....	30
4. 地衣類の体のつくり.....	6	13. リトマスと地衣成分.....	31
5. 地衣類の体の内部構造.....	15	14. 地衣類の利用.....	33
6. 子器(しき)のいろいろ.....	17	15. 動物と地衣類の関わり.....	37
7. 地衣類の殖えかた.....	19	16. 千葉県立中央博物館における取り組み.....	38
8. 地衣類の不思議なくらし.....	23		

はじめに

地衣類って何だろう？理科や生物学の授業で「菌と藻類が共生している」と聞くことがあるかもしれない。それだけでは、地衣類って何か分らないでしょう。地衣類は案外身近にあるものです。これほど近くにあっても目に見えているのに知られていない、時には存在自体が気づ

かれていない、そんな生き物は他にはいないでしょう。

ここではまず、地衣類は「こけ」であること、また「藻類と共生する菌類」であることを確認します。それから、地衣類の体のつくりや、生態など、地衣類に関するいろいろなことを紹介していきます。

1. 地衣類は「こけ」

1-1. こけと呼ばれる生き物

代表的な地衣類をいくつか挙げてみよう。ウメノキゴケ・マツゲゴケ・ハナゴケ・キゴケ。いずれも、和名の最後に“ゴケ”という語尾がついていることから判るように、地衣類は一般には「こけ」と呼ばれてきた。

しかし地衣類だけが「こけ」というわけではない。ゼニゴケやスギゴケの名で知られる蘚苔（せんたい）類は、別名コケ植物と呼ばれるように、地衣類と並ぶ「こけ」の代表である。「こけ」と言った場合、地衣類が蘚苔類のいずれかと考えれば、ほぼ間違いない。

もっと他の生物を「こけ」と呼ぶこともある。例えば、鮎は、川底の石につく「こけ」あるいは“みずでけ”を餌にすると言う。この場合の「こけ」は、地衣類でも蘚苔類でもなく、ケイ藻という藻類のことである。また、湿った石を踏むと、足を滑らせることがあるが、これは石の上にびっしり生えた小さな藻類（緑藻類・ケイ藻類・

ラン藻類など）の仕業である場合が多い。庭先や空き地、道路わきなどに、黒っぽい「こけ」が見られる。湿っているとプヨプヨしているが、乾くと乾燥ワカメのようになる、藍藻類のイシクラゲである。実はこれは、市民が私のところに「このコケは何ですか？」という質問に持ってこられた中で、もっとも回数が多かった種類である。

食虫植物のモウセンゴケなどは、花を咲かせる種子植物である。サギゴケ、アワゴケというのも、さらにシダ植物にはクラマゴケというのものもある。このように名前にコケとつく植物は幾つかある。これらを「こけ」と間違えるなんて、と思うかもしれないが、実際に初心者には「こけ」を集めるようにという、このような種子植物やシダ植物が混じることは珍しくない。

このように、「こけ」という言葉には様々なグループの生き物が含まれているのだ。ちょうど、「虫」という語

が昆虫だけではなく様々な小動物を指すのと似ている。

なお、“コケ植物”という語があるが、これは蘚苔類のみを指すので、ここでいう「こけ」とは異なる（コケ植物という名称は、「こけ」と紛らわしく混乱のもととなるので、ここでは使わないことにする）。コケにはこれほどまでにいろいろな生物を含むのだが、種類数から見ると、やはり地衣類と蘚苔類が代表である。そこで、この2つの生物群を比較しておこう。

1－2．地衣類と蘚苔類

地衣類と蘚苔類が「こけ」の代表といったが、よく見ると似ても似つかない生物である（表 1-1）。最も根本的な違いは、なんと言っても、その系統的な位置である（図 1-2）。つまり、蘚苔類は植物だが、地衣類は菌類なのだ。

地衣類＝菌類．VS　蘚苔類＝植物

蘚苔類の属する陸上植物には、このほかにシダ植物と、花を咲かせ種をつける種子植物がある。体を形作る細胞には、葉緑体があって、光合成をしている。藻類の中の緑藻という緑色の藻類も近い仲間である。一方、地衣類の属する菌類には、子囊菌類、担子菌類、接合菌類などがある。いわゆるカビやキノコの仲間だが、地衣類が含まれるからコケの一部も菌類ということになる。ここで言う菌類には、インフルエンザウィルスなどのウィルスや、大腸菌などのバクテリア（あるいは細菌。図 1-2 においては真正細菌ドメイン）は含まれないので、注意しておこう。バクテリアは原核生物といって、細胞の造りがとても単純な仲間（核膜が無い）であり、菌類とは異なる。ウィルスは、更に造りが単純化しており、細胞を持たず、遺伝物質とそれを取り囲む殻だけでできており、

生きたほかの細胞の中に居るときだけ、相手の細胞を利用し活動し増える。

地衣類と蘚苔類とでは、その他にも多くの違いがある。

このうち①と④（表 1-1）については既に触れた。②について見ると、蘚苔類は基本的には茎があって、小さな葉が付いている。ただし、ゼンゴケのように、葉が見えないものがあり、これは葉状体といって、葉状の地衣類と似ている。地衣類には、葉はなく、全体が葉のように平たい葉状（ようじょう）、円筒状となる樹状（じゅじょう）、岩や木肌にべったりとペンキを塗ったように張り付く痂状（かじょう）といった形がある。これについては、後に詳しく述べる。

③色についても、蘚苔類は植物であるため、葉緑体を持ち、基本的には緑色である。ただし、赤紫がかった色素を持つ種類もあって、時に赤味がかかることがある。地衣類の色は、植物の葉や蘚苔類のような鮮やかな緑であることは少ない。白っぽかったり、灰色や茶色がかかることも多く、中には黄色や橙色の種類もあり、多様である。これらは主に地衣類の体を構成する菌類の色により、これに体の中の藻類の色が少し重なって緑がかかることがある。乾いたときには、藻類の色は目立たないが、湿るとより鮮明になることが多い。

⑤生育場所として、蘚苔類は、苔庭で知られるように多少とも暗かったり、湿っていたりする場所に種類・量とも多い。一方、地衣類の中でも大きくて目立つ種類は明るい場所に圧倒的に多い。一本の直立する木の幹を見ると、明るい側に地衣類が、暗い側に蘚苔類が着くという例も珍しくない。もちろん、これはあくまでも目安であって、例外も多い。地衣類だけについてみても、暗い森林の中でしか見られないものもあるし、河川上流で水没する岩上に特異的に生える種類も知られている。



図 1-1. 地衣類ではないコケ。蘚苔類（＝コケ植物）

表 1-1. 地衣類と蘚苔類の比較

特徴	地衣類	蘚苔類
① 系統的な位置	菌類	植物
② 形	葉状・樹状・痂状など	茎葉の区別あり
③ 色	灰白色・灰緑色・茶・黄色など	主に緑色
④ 体の造り	菌糸でできている 藻類の細胞がある	細胞でできている 細胞（一部）には葉緑体がある
⑤ 生育場所	明るい場所に多い	湿った場所に多い

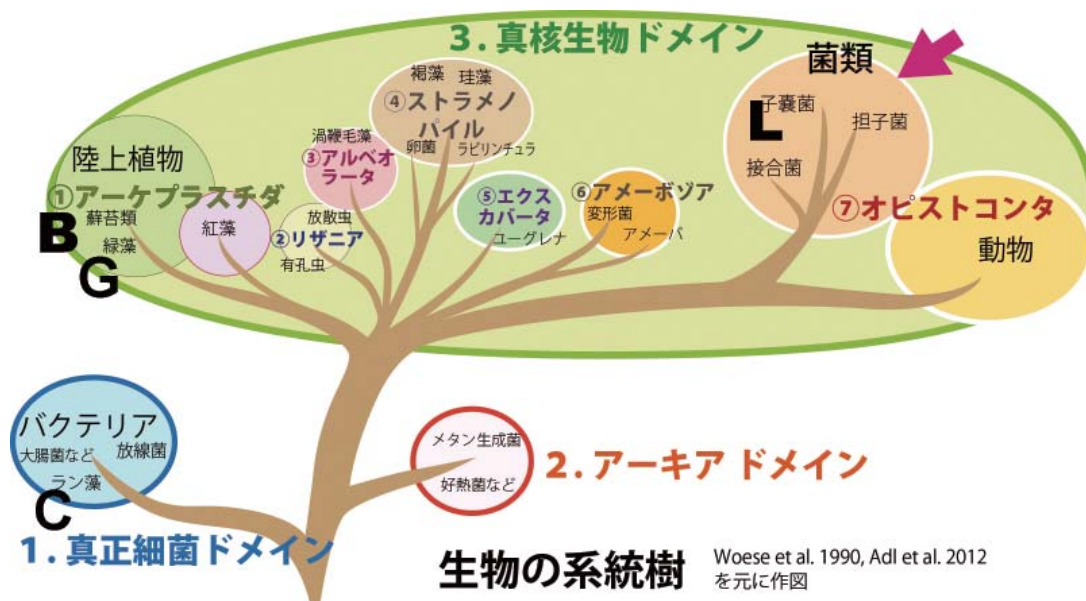


図 1-2. 生物の仲間分けにおける地衣類と蘚苔類. 地衣類は菌類の仲間 (L). 蘚苔類 (B) は陸上植物の仲間. 共生藻の緑藻は G, ラン藻は C.

文献 Woese C.R., Kandler O. & Wheelis M.L. 1990. Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 87(12): 4576-4579. / Adl S.M., Simpson A.G., Lane C.E., Lukeš J., Bass D., Bowser S.S., Brown M.W., Burki F., Dunthorn M., Hampl V., Heiss A., Hoppenrath M., Lara E.,

Le Gall L., Lynn D.H., McManus H., Mitchell E.A., Mozley-Stanridge S.E., Parfrey L.W., Pawlowski J., Rueckert S., Shadwick L., Schoch C.L., Smirnov A., Spiegel F.W. 2012. The revised classification of eukaryotes. J. Eukaryotic Microbiology 59: 429-493.

2. 藻類と共生する菌類

地衣類が菌類であるにもかかわらず、カビやキノコとは呼ばれずに、「こけ」と呼ばれるのには訳がある。

前章で示した、植物、動物、菌類といった生物の大きな仲間分けについて、見てみよう。

植物の仲間や藻類は、細胞の中に葉緑体を持っていて、光を浴びて光合成をすることによって、水と二酸化炭素から糖をつくることができる。糖は、その生物が生命活動を営むためのエネルギー源となる。このように自分でエネルギー源を作り出してしまう生物を独立栄養生物という。これに対し、動物は、自分で養分を作り出すのではなく、食物を食べることでこれを得るので、従属栄養生物という。食べ物を確実に得るために、進化の過程で運動能力を発達させた。菌類はというと、葉緑体を持たず、外から栄養を得るので、動物と同じ従属栄養生物である。しかし動物とは違って、食べるのではなく、周りから養分を吸収することで生きている。体が、とても細い菌糸できているが、これは周りから養分を吸収するのに適している。

植物. 光合成で栄養を得る⇒ 葉緑体

動物. 食べ物を食べる⇒ 運動能力

菌類. 養分を吸収する⇒ 菌糸

菌類が、どのようなものからどのように栄養を吸収するかによって、3つのグループに分けることができる。



図 2-1. ハナミズキの幹に着生するマツゲゴケ (上) と、その切片の顕微鏡像 (下)。

例えばシイタケは、シイなどの枯れ木につき、分解しながら養分を吸収している。枯葉などを分解・吸収する菌類も多い。このような栄養の取り方を腐生という。またウドンコキンのように、生きた植物などに取り付き、その植物に悪影響を及ぼすものについては、寄生という。どちらの場合も、外から養分を摂ることに変わりない。

では地衣類の場合にはどうだろう？じつは、地衣類の体は菌類だけからできているのではなく、必ず藻類が入り込んでいる（図 2-1）。地衣類、つまり菌類の方は従属栄養生物であるため、外部から養分を得なければ生きていけない。それを、体の中に困ったこの藻類からもらっているのだ。この菌類と藻類は、地衣類の体の中では、とても緊密な関係にあるので、この関係を“共生”といい、地衣類の体をつくる菌類は“共生菌”，藻類は“共生藻”と呼ばれる。地衣類は，“藻類と共生する菌類”ということができる。

菌類の栄養の摂り方の 3 タイプ

＝腐生，寄生，共生

地衣類の体は、菌類と藻類の共生によって形作られている複合体である。この複合体としての地衣類は、全体としては、光合成をして生きているので、植物のように見える。これが、コケと呼ばれる理由である。

菌類の中には、地衣類における共生の他にもよく知られた共生現象がある。それは、菌根である。例えばアカマツ林で取れるマツタケの場合、アカマツの根を菌糸で覆って密接な関係を築く。菌糸は周りの環境からミネラルを吸収するのに長けており、これをアカマツに提供することができる。一方、アカマツからは糖がマツタケ菌に提供される。このような菌根を中心とした菌糸の塊が地中で成長したのがシロであり、秋になるとそこからマツタケがすることになる。この、マツタケ菌とアカマツの生理的な関係は、地衣類における地衣菌と共生藻の関係によく似ている。

3. 地衣類の分類（概要）

地衣類を構成する菌類は大多数が子囊菌類＊、ごく一部が担子菌類である。日本産地衣類として記録された 1602 種のうち（原田他 2004）、子囊菌は（4 亜綱 15 目 69 科 315 属）1597 種で 99.7%を占め、担子菌は（1 亜綱 2 目 3 科 3 属）5 種（吉村他 2006）で 0.3%に過ぎない。2004 年以降も新種等が多数発表されており、将来的には 2000 種、あるいはそれ以上になる可能性がある。世界的には、知られている種数としては 1 万 3500 から 1 万 7000 とされ、最終的には 2 万種弱ではないかとされている（Kirk et al. 2001）。

子囊菌類が地衣類になっているものは子囊地衣と呼ばれ、担子菌類では担子地衣と呼ばれる。子囊菌類と担子菌類は、胞子のでき方が異なる。子囊菌類では、子囊と呼ばれる袋の中に子囊胞子を生じるが、担子菌類では担子器と呼ばれる棍棒状の構造の外側に担子胞子を生じる

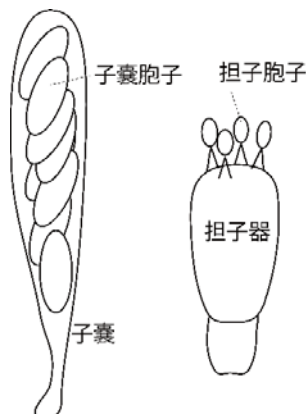


図 3-1. 子囊菌類の作る子囊胞子と、担子菌類の作る担子胞子の違い

（図 3-1）。いわゆる「きのこ」のほとんどが担子菌類だが、アミガサタケやカエンタケのような子囊菌類のきのこも知られる。

＊高等菌類のうち、生活環の一部しか知られていなくて（特に完全世代とよばれる部分が不明の場合）、子囊菌か担子菌か不明のものを、かつては不完全菌類としていた。またそのような地衣類を不完全地衣類と呼んだ。しかし近年では、DNA を調べることによって、系統樹のどのあたりに位置するか判明するようになったことから、不完全菌類という呼び名は使われなくなった。不完全地衣類とされていたものは、子囊菌類であることが判明している。

ほとんどが子囊菌＝子囊地衣

ごくわずか担子菌＝担子地衣



図 3-2. 担子地衣，アオウロコタケ *Lichenomphalia hudsoniana*

ふだんは緑色の鱗片状の地衣体のみだが、夏季になるとキノコを発生するアオウロコタケ *Lichenomphalia hudsoniana* を示した (図 3-2)。日本では、亜高山帯の針葉樹林の縁部において、地上に生育している担子地衣である。

一方、共生藻のほうは、多くは緑藻類、一部は藍藻類である。緑藻の中では、単細胞性のトレブクシア *Trebouxia* が代表的な仲間で、ウメノキゴケ科など多くの地衣類の中に入っている (左頁の図は、マツゲゴケ)。糸状の緑藻のスミレモ科 *Trentepohliaceae* も、モジゴケ科、リトマスゴケ科、ダイダイサラゴケ科、マルゴケ科、マンジュウゴケ科など主として熱帯性の地衣類に多い。共生する藍藻も極めて多様だが、イワノリ科ではネンジュモ属 *Nostoc* である。

身近で見られる目立つ地衣類、例えばウメノキゴケ・マツゲゴケなどのウメノキゴケ科、またハナゴケ属、痂状地衣ではダイダイゴケ属やチャシブゴケ属など、いずれも緑藻を共生藻としている。従って、目にする地衣類の多くは、体が子囊菌類と緑藻類で構成されていることになる。一方、環境によっては、藍藻を共生藻とする地衣類 (図 3-3) が頻繁に見られることもある。

藍藻を共生藻とする地衣類を藍藻地衣と呼ぶ。これに対し緑藻を共生藻とする地衣類を特に呼び分けることはかつては無かったが、最近では緑藻地衣と呼んでいる。

緑藻地衣が多い
藍藻地衣もある

藍藻に関しては、近年、その呼び方が変わりつつある。藍藻は細菌 (バクテリア) と同じ原核生物であることから、藻類ではなく、バクテリアの仲間であることを明確



図 3-3. ラン藻を共生藻とするアオキノリ *Leptogium azureum*.

にした、シアノバクテリア (藍色細菌) という呼び方が生物学分野では盛んになってきた。これに基づくならば、共生藍藻に対し共生シアノバクテリアと呼ばなくてはならない。共生藻の英語は *phycobiont* だが、シアノバクテリアに対してはフォトビオント *photobiont* と呼ぶ専門家が増えた。更に、緑藻とシアノバクテリアの両方を合わせてフォトビオント *photobiont* と呼び、この中で緑藻とシアノバクテリアを区別するときは *phycobiont* と *cyanobiont* とすることもある。

これまで見てきたように、地衣類は菌類と藻類の複合体であるが、「地衣類の分類」「系統」というときには菌類を基準にする。

生物に学名が付けられているのは、地衣類も同じである。ウメノキゴケには *Parmotrema tinctoru* (Nyl.) Hale という学名 (種名) が付けられている。この名は厳密には、菌のほうだけにつけられているということになる。共生藻 (緑藻) に対しては *Trebouxia* という学名が付けられている。ウメノキゴケの場合には、菌は必ず *Parmotrema tinctorum* (=ウメノキゴケ) だが、共生藻のほうは、*Trebouxia* の複数知られるうちいずれかの種だとされている。

地衣類の学名=共生菌の学名
共生藻には藻類の学名がある

地衣類における菌と藻の組み合わせは、菌の側からみると一定の許容範囲があるようである。上のウメノキゴケの場合には、*Trebouxia* の仲間ということになる。一方、藻の側からみると、多様な菌のパートナーとなることが多い。*Trebouxia* はウメノキゴケ科の全て (サルオガセ属などの樹状の属も含む)、ムカデゴケ科、ハナゴケ属、チャシブゴケ属、トリハダゴケ属など身近で目立つ地衣ほとんどの共生藻になっている。

引用文献

- 原田浩・岡本達哉・吉村庸. 2004. 日本産地衣類および関連菌類のチェックリスト. *Lichenology* 2(2): 47-165.
Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C. & Stalpers J.A. (eds). 2001. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*, 9th ed. 655 po. CABI Publishing, Wallingford.
吉村庸・原田浩・岡本達哉・松本達雄・宮脇博巳・高橋奏恵. 2006. 日本産地衣類の分類体系. *Lichenology* 5 (2): 95-110.

4. 地衣類の体のつくり

4-1. 生育形

地衣類は驚くほど多様な形をしているが、次の3つの生育形に大別することができる:(1) 樹状(じゅじょう), (2) 葉状(ようじょう), (3) 痂状(かじょう)。また, そういった形の地衣類を, それぞれ樹状地衣・葉状地衣・痂状地衣という。

1) 樹状〔じゅじょう〕地衣 *fruticose lichen* (図4-1): 体が円筒状(棒のような形)。枝分かれないものもあるが, 繰り返し枝分かれる種類はちょうど樹木のように見える。岩や木の幹などの基物には, 基部だけで付着する。体全体は, 樹木のように立ち上がったたり, あるいは垂れ下がることもある。サルオガセ類・ハナゴケ類・キゴケ類など。

2) 葉状〔ようじょう〕地衣 *foliose lichen* (図4-2): 体が, 木の葉のように平べったく, 裏表がある。基物へは, 裏面から伸びる偽根(ぎこん, 根のような器官)などによって付着する。ウメノキゴケ・マツゲゴケ・ツメゴケなど。

葉状地衣の小さいものは, 鱗片状地衣(*squamulose lichen*)と呼ぶ。

3) 痂状〔かじょう〕地衣 *crustose lichen* (図4-3): ペンキを塗ったように基物の表面に薄く広がり密着する。チャシブゴケ類・ヘリトリゴケ類・トリハダゴケ類・モジゴケ類など。固着地衣と呼ぶこともある。

属の中では, 樹状・葉状・痂状のいずれか一つの生育形であることが圧倒的に多い。しかし, 科の中では, 2つあるいは3つの生育形が混じることもある。例えば, ウメノキゴケ科の多くの属は葉状である。しかしサルオガセ属やホネキノリ属などの樹状の属は, かつてはサルオガセ科として区別されていた。しかし, 現在ではこれらはウメノキゴケ科に含まれている。同様に, アナイボゴケ科はかつてはアナイボゴケ属など痂状の属のみを含め, 葉状のカワイワタケ属と鱗片状のミドリゴケ属(エンドカルボン)はカワイワタケ科として区別されていたが, 現在では全てアナイボゴケ科とされている。

4-2. 葉状地衣の形

1) 葉状地衣の基本的なつくり

葉状地衣の扁平な体には, 裏表の区別がある。基物に付着する面を腹面(ふくめん), 反対側を背面(はいめん)と呼ぶ。つまり通常我々が見ているのは背

面, 裏側が腹面ということになる。



図4-1. 樹状地衣(ハナゴケ)



図4-2. 葉状地衣(ウメノキゴケ)



図4-3. 痂状地衣(フタゴチズゴケ)

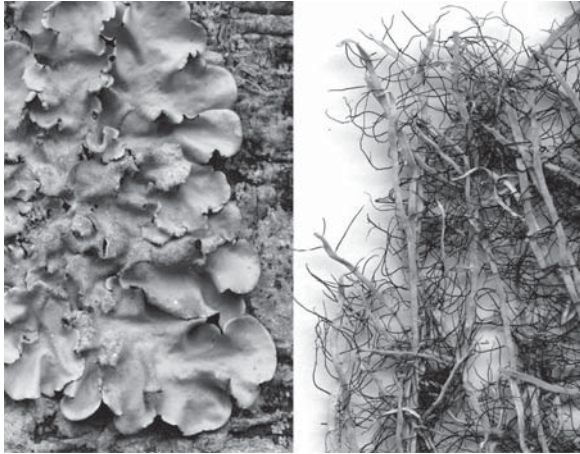


図 4-4. 裂片が幅広く丸いウメノキゴケ（左）と、帯状に細長いイトゲジゲジゴケ（右）

葉状地衣の体はふつう枝分かれをするが、枝分かれの一つ一つを裂片という。ウメノキゴケ（図 4-4 左）のように裂片が丸いものから、イトゲジゲジゴケ（図 4-4 右）のように裂片が細長いものまで様々である。裂片の形や分枝の仕方は種類によって異なるので、良い特徴になる。

2) 背面の構造

粉芽・粉芽塊 soredia/ soralia —— ナミガタウメノキゴケやマツゲゴケの地衣体裂片の縁には、白っぽい粉のような物がついている。これは粉芽と呼ばれる。ヤマイモのむかごのように、栄養繁殖に関与する。直径はせいぜい 0.1mm 程度と小さく、共生藻の細胞数個から数十個に菌糸が絡みついて球形になったものである（図 4-6）。

粉芽は地衣体表面上に塊まって生じ、粉芽塊を形成する。粉芽塊の形、またどこにできるかは種によって異なる（図 4-5）。例えばナミガタウメノキゴケでは地衣体裂片の縁に沿って連続した粉芽塊を生じるが、マツゲゴケでは裂片が伸びた部分に丸い粉芽塊を生ずる。コフキヂリナリアやムカデコゴケ（図）では背面に円形の粉芽塊が形成される。

粉芽塊の形、付く場所は、種によって異なるので、種を区別する良い特徴となる。



図 4-5. 葉状地衣の粉芽塊の例。裂片の縁に沿って付く（左、ナミガタウメノキゴケ）、裂片先端に丸く付く（中、マツゲゴケ）、裂片中央部に付く（右、コフキヂリナリア）

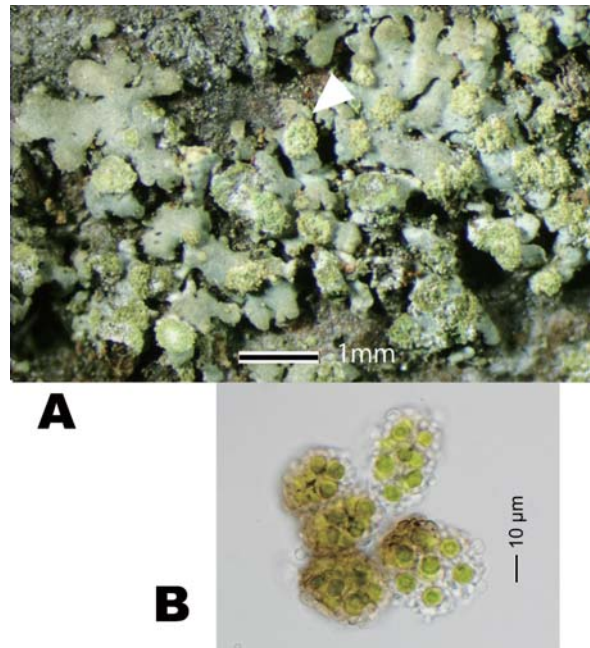


図 4-6. 裂片中央部に丸い粉芽塊を生じるムカデコゴケ（A）と、その粉芽の顕微鏡像（B）

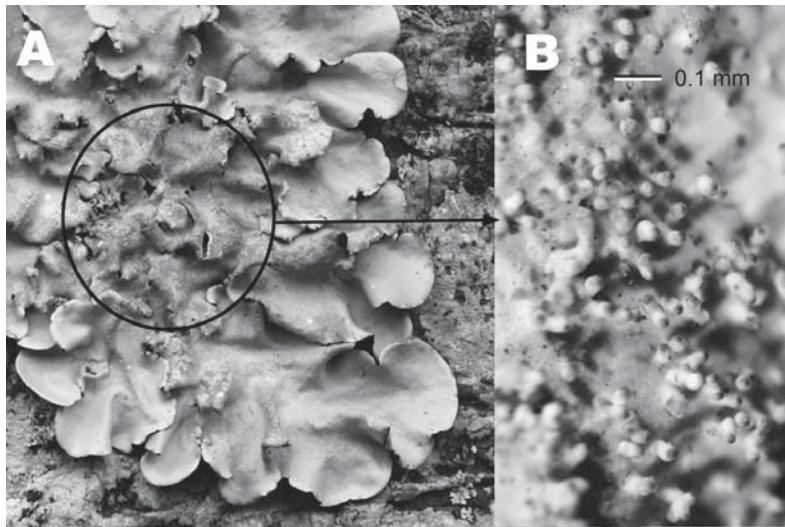


図 4-7. 裂芽の例. ウメノキゴケの地衣体中央部はざらざらした感じがするが A), 拡大すると細かな突起がたくさんついている (B) のが判る. これが裂芽だ.

裂芽 isidia —— ウメノキゴケの地衣体背面には、小さな粒々が無数にある (図 4-7A. 中央部の丸で囲んだ部分を拡大したのが B). これは地衣体の背面から生じた突起で、裂芽という。裂芽は普通、地衣体背面にしっかりとくっついており、必ずしも粉芽のようにぼろぼろ落ちることはない。裂芽の表面には皮層があって、地衣体背面と色が似ている。形から幾つかのタイプに分けられる。球形に近い顆粒状、棒のように伸びた円筒状、たくさん枝分かれしたサンゴ状。これらの断面が円形なのに対し、扁平な裂芽もある (図 4-8)。

地衣類の種によって、裂芽の有無、形は異なるので、種を区別する良い特徴となる。

小裂片 lobule —— チヂレテリハゴケ (図 4-9) では、地衣体中央部の裂片の縁から、裂片を小さくしたような幅の狭い構造、小裂片が多数できる。小裂片は、チヂレシナノゴケやヒメゲジゲジゴケなどにも生じ

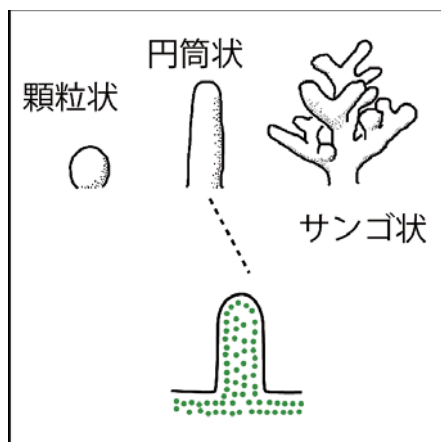


図 4-8. 裂芽の形.

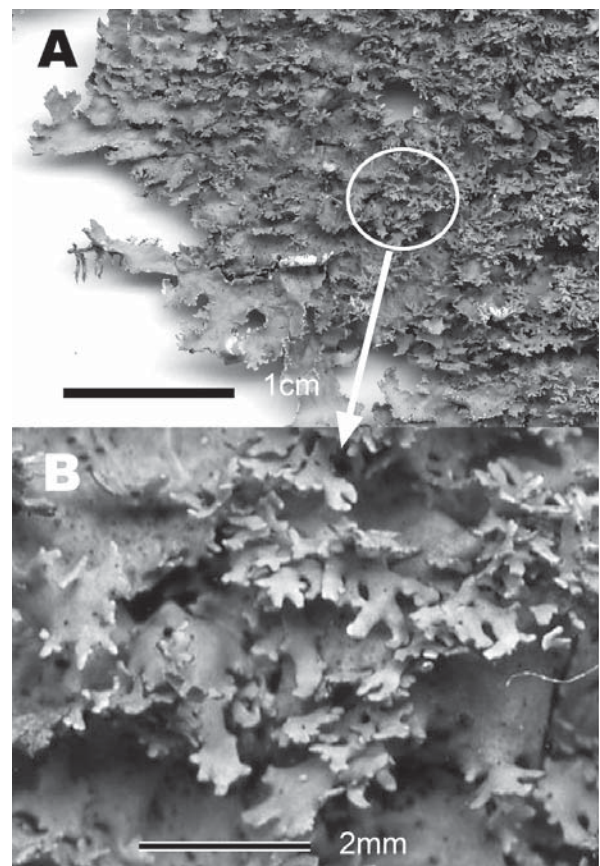


図 4-9. チヂレテリハゴケの小裂片.

る。**パステュール pustule** —— コナヒメウメノキゴケ *Parmelinopsis spumosa* (図 4-10) の地衣体背面は所々で膨れている。背面からみた輪郭は、普通は円形に近く、単なるシワと違って、内部が空洞になっている (図 4-11)。これはパステュールと呼ばれる。パステュールの先端部が壊れ、内部の空洞が見えることがある。また、壊れた部分がバラバラになって顆粒状になり、場合によっては粉芽状になる種類もある。

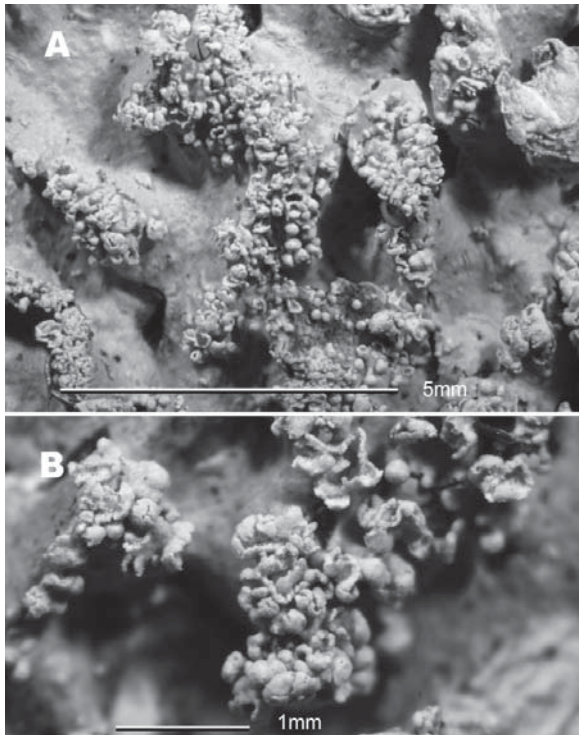


図 4-10. コナヒメウメノキゴケのパスチュール

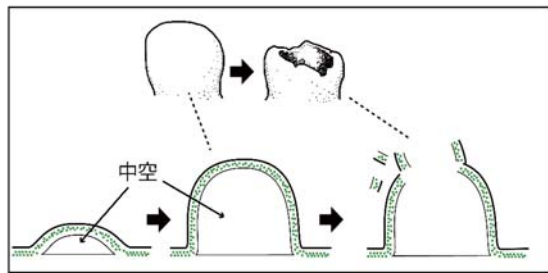


図 4-11. パスチュールの構造と発生

パスチュールは、ヒカゲウチキウメノキゴケ *Myelochroa leucotylica* やハヤチネウメノキゴケ *M. hayachinensis* などにも見られる。

マキラ maculla —— マツゲゴケ *Rimelia clavulifera* の地衣体背面には、細かな亀甲状の白斑模様が見られるが、これはマキラと呼ばれる（図 4-12）。マツゲゴケの場合には、マキラに沿って皮層が割れているようである。これと同様のマキラは、マツゲゴケ属（日本産は 3 種）の特徴であり、他の形質が似ているウメノキゴケ属と区別するのに重要となる。ウメノキゴケ属の一部の種と、オオチレマツゲゴケ *Canomaculina*（属）では、地衣体背面に網目状にならないものが見られる。

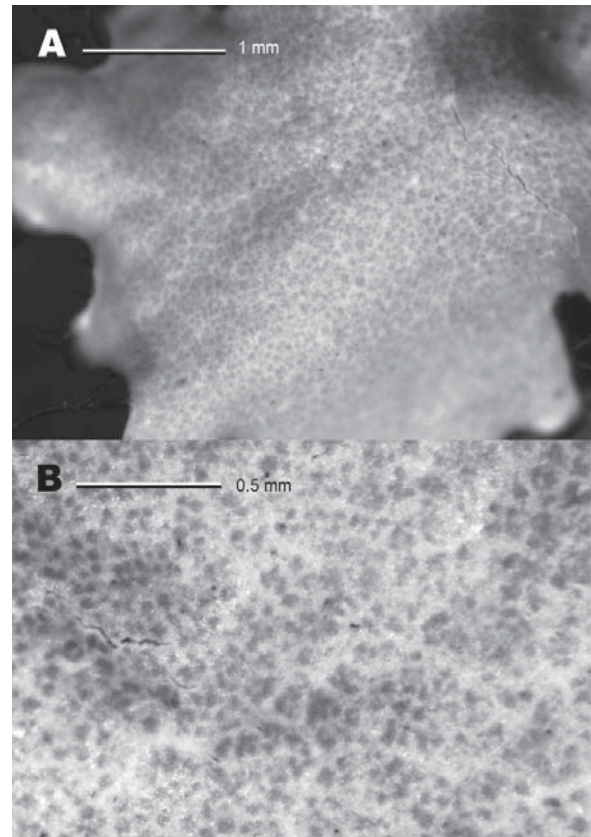


図 4-12. マツゲゴケのマキラ

盃点 cyphella —— ヨロイゴケ属 *Sticta* の地衣体腹面にある、クレーター状の窪みを盃点と呼ぶ（図 4-13）。盃点はこの属特有の形質であり、他の属には見られない。ヨロイゴケ属は、カプトゴケ属・キンブチゴケ属とともにカプトゴケ科を構成している。ヨロイゴケ属が盃点を持つこと、キンブチゴケ属が擬盃点を持つこと、カプトゴケ属がいずれも欠くことによって互いに区別されていた。カプトゴケ属の中でもエビラゴケ類は、背面から見ただけではテリハヨロイゴケなどのヨロイゴケ属によく似ているが、腹面を見ると一目で区別ができる。

盃点は、基本的には地衣体腹面の構造だが、擬盃点との比較のため、ここに挙げた。

擬盃点 pseudocyphella —— 盃点とは異なりクレーター状ではないことから区別された。トゲトコブシゴケ（図 4-14 上）の場合には、地衣体背面に散在し、多少とも突出するが、皮層に覆われるように見える。テリハゴケ *Parmelia laevior*（図 4-14 下）の場合には、地衣体裂片の縁に生じ、概ね円形で多少とも突出し、髄層がむき出しになったように見える。このほかにも多様な分類群に知られる。

擬盃点は、様々な地衣類の地衣体背面に認められるが、

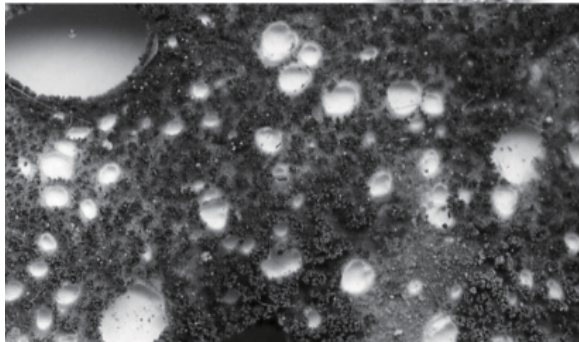
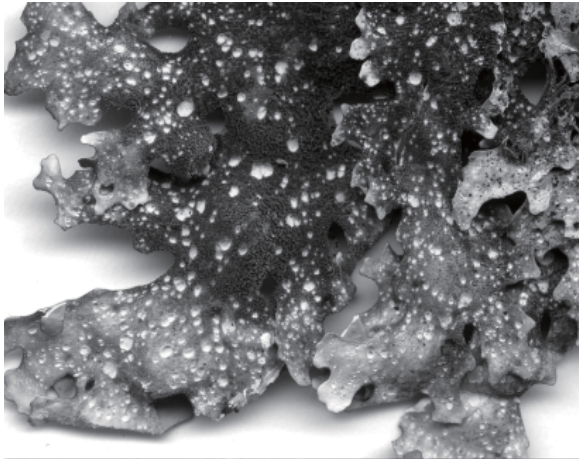


図 4-13. テリハヨロイゴケ腹面の盃点

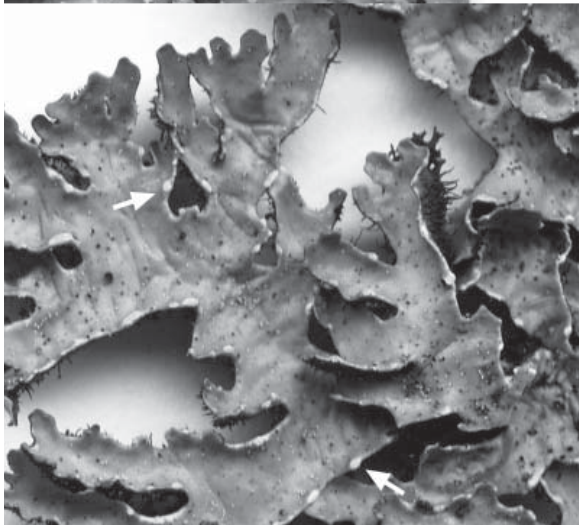
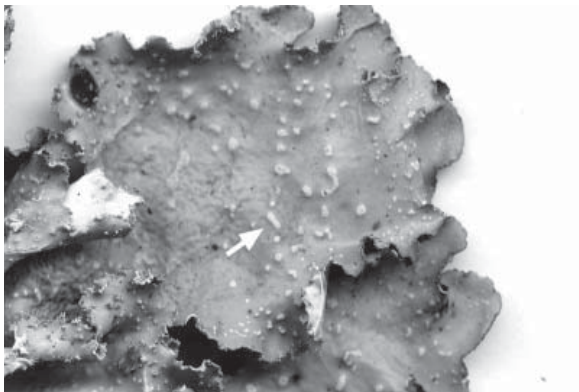


図 4-14. 擬盃点、トゲトコブシゴケ (上), テリハゴケ (下)

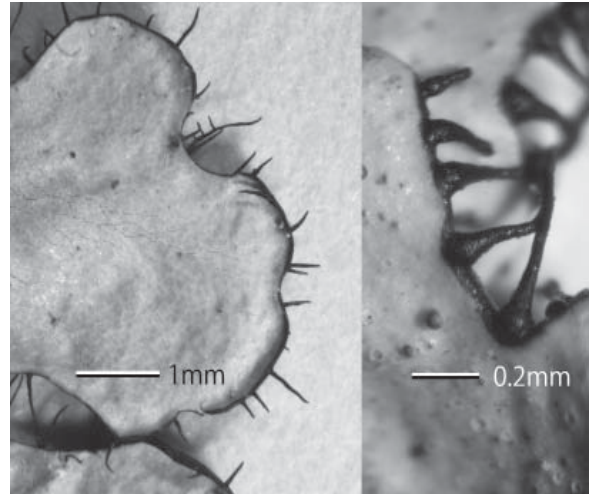


図 4-15. マツゲゴケ (左) とフトネゴケ (右) のシリア

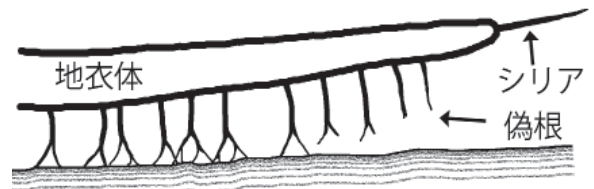


図 4-16. 地衣体を表面ではなく、横から見た模式図。シリアは縁から生じ、偽根は腹面から生じる。

地衣体腹面に見られる場合もある。

シリア cilia—— マツゲゴケの地衣体裂片の縁からは、黒い、ちょうどまつ毛のようなものが伸びる。これはシリアと呼ばれる。通常はマツゲゴケ (図 4-15 左) のように先端に向かって徐々に細くなるが、フトネゴケ *Bulbothrix isidiza* (図 4-15 右) やキフトネゴケ属 *Relicina* ではシリアの基部が著しく膨れる。シリアのつく場所も属などの分類群の特徴となっている。マツゲゴケなどでは裂片の先端に多いが、ウチキウメノキゴケ *Myelochroa irrugans* の仲間ではむしろ裂片の脇のシリアが長い傾向にある。

シリアと偽根は形態がよく似ている。地衣体に対して付く場所により区別される (図 4-16)。しかし、その判別は時に難しい場合もある。

3) 腹面の構造

葉状地衣は、基物に付着するための特別な器官を腹面に持つ場合が多い。その器官の種類や形態は科や属によって特徴があるので、葉状地衣は裏返して腹面を見ると所属がわかることがある。

偽根 rhizine—— 代表的な器官が偽根である (図 4-17)。偽根は、葉状地衣の地衣体腹面から伸びた、非常

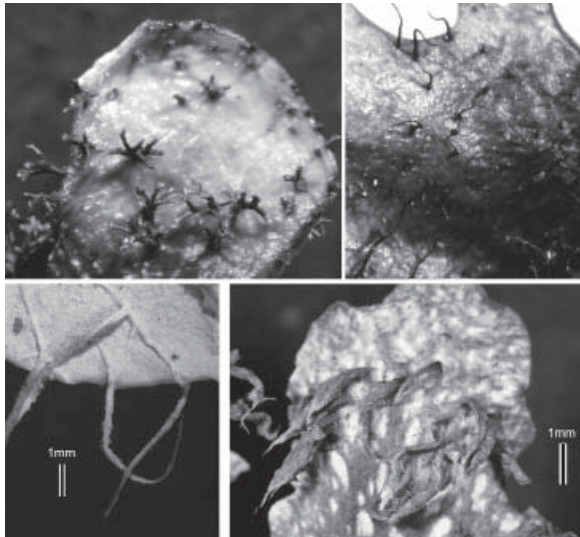


図 4-17. 偽根. タカハシゴンゲンゴケ (左上), マツゲゴケ (右上), ウスバイヌツメゴケ (左下), モミジツメゴケ (右下).



図 4-18. ウメノキゴケ科における偽根の 3 タイプ.

に短い根のような器官である。偽根には、地衣体を基物に付着させる機能はあるが、植物の根のように水分を吸収する器官ではない。

ウメノキゴケ科では、緻密な菌糸の組織からできていて、茶色系統が多く、淡褐色あるいは暗褐色がほとんど黒となる。カラクサゴケ属 *Parmelia* では、偽根の分枝タイプが種により異なることが知られている (図 4-18)。ゴンゲンゴケ属 (図 4-17 上左, タカハシゴンゲンゴケ *Hypotrachyna pseudosinuosa*) では偽根は二分分枝し、マツゲゴケ (図 4-17 上右) ではほぼ単一 (分枝しない)。

カブトゴケ科では、菌糸の束でできたブラシ状である。ツメゴケ属でも基本的にブラシ状であるが、そのばらけ方や長さが種によって違う。ツメゴケ属でも偽根の構造はカブトゴケ属に似ており、菌糸の束でできたブラシ状であることが多い (図 4-17 下右, モミジツメゴケ *Peltigera polydactylon*)。ウスバイヌツメゴケ *P. membranacea* (図 4-17 下左) では組織がより緻密であるが、表面には短毛を生じる。

臍状体 (さいじょうたい) umbilicus ——イワタケ *Umbilicaria esculenta* やカワイワタケ *Dermato-carpon miniatum* (図 4-19) は偽根が無い代わりに、腹面の中

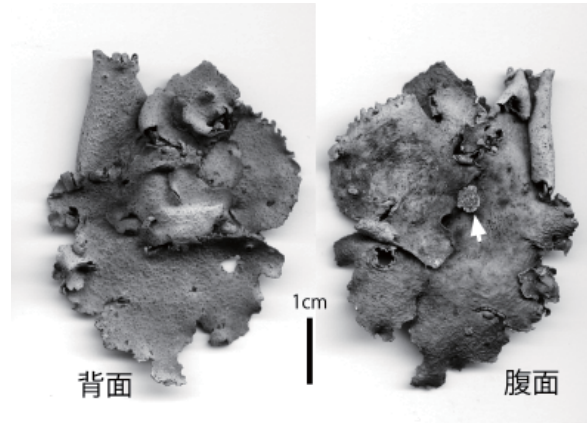


図 4-19. 臍状体. カワイワタケの腹面中央 (矢印) にある。

心の一箇所です基物の岩に付着する。その付着点の構造は“へそ”のようだというので臍状体 (さいじょうたい) という。

固着菌糸 (rhizohyphae) —— ある種のみドリゴケ属 *Endocarpon* は腹面に偽根を持たず、代わりに下皮層から伸び出した菌糸によって基物に付着する。これらの菌糸を rhizohyphae と呼ぶ。

偽根様体 (rhizinomorph) —— イワタケは地衣体腹面中央部にある臍状体によって基物である岩に付着するが、腹面の他の部分は偽根のような突起物で覆われている。これらは基物への付着に関与していないため、偽根 (rhizines) とは区別され、偽根様体 rhizinomorph と呼ばれる。

網目状の構造 —— ツメゴケ属 *Peltigera* は、その腹面に網目状の構造があることで知られている (図 4-20)。これは、通常は脈と呼ばれている。脈の形態は種を分ける形質として重視されている。

ナメラカブトゴケ *Lobaria orientalis* など、カブトゴケ属の一部にも網目状の構造が認められる。図 4-21 に示し

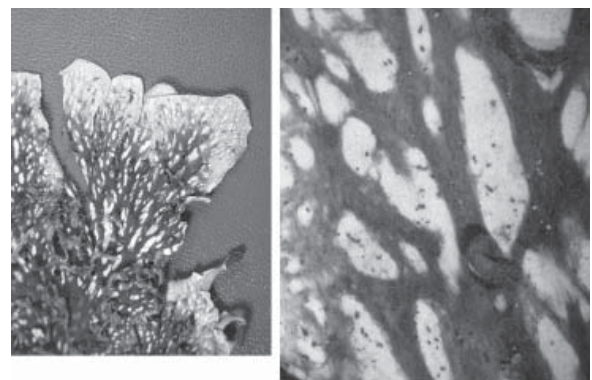


図 4-20. モミジツメゴケの腹面. 黒っぽい網目状の脈がある。

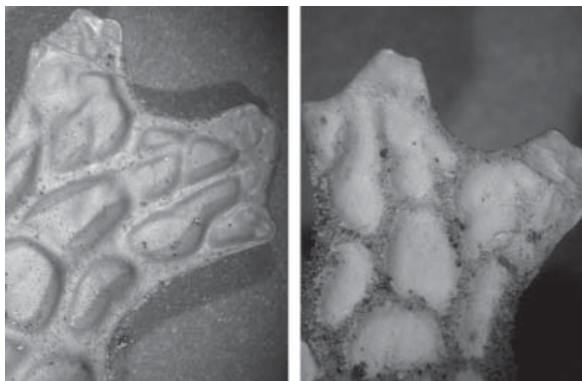


図 4-21. ナメラカブトゴケの網目状の模様。背面は飛び出し、腹面にはトメンタを生じる。

たように背面側が網目状に飛び出す。腹面側にも網目状の模様が見えるが、トメンタと呼ばれる短い菌糸が密生する。

4-3. 樹状地衣の形

ハナゴケ属 *Cladonia*——樹状地衣の中でもハナゴケ属は少し変わっている。図鑑でハリガネキノリ属やホネキノリ属、サルオガセ属などをみると、樹状の体のことを地衣体と呼ぶが、ハナゴケ属では子柄と呼ぶ。これは、ハナゴケ属の樹状の部分は、子器の柄であるという考えに基づいている。またハナゴケ属は多くの場合、鱗片状の基本葉体から子柄を生じる（図 4-22 はミゾハナゴケ *Cladonia macrophylla*）。基本葉体と同様の形をしているが、子柄の途中に付くものは鱗葉と呼ぶ。

キゴケ属 *Stereocaulon* ——ハナゴケ属と似たような

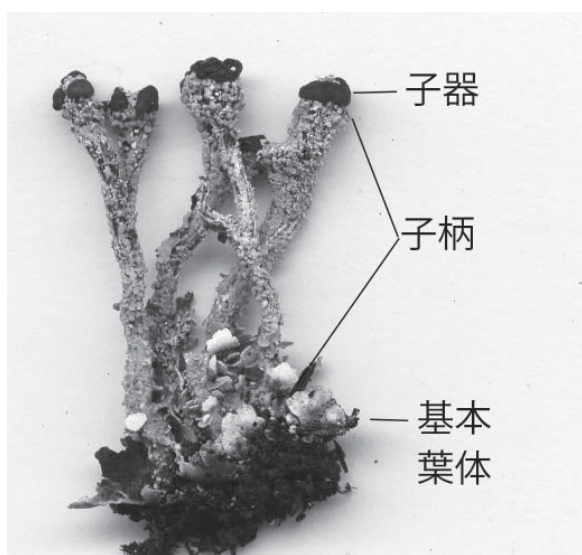


図 4-22. ハナゴケ属の体のつくり（ミゾハナゴケ）。基本葉体から、子器を生じる樹状部、子柄が伸びる。



図 4-23. キゴケ属の体のつくり。地衣体は樹状。棘枝には緑藻が、頭状体にはラン藻が共生している。

大きさ形をしていることからよく対比されるが、樹状部は子器の柄ではなく、地衣体であるとの考えから、擬子柄と呼ばれる（図 4-23）。擬子柄の表面には棘枝（きょくし）と呼ばれる、短い枝あるいはツブ状の構造が密生している。棘枝は種によって形が異なっており、種を区別する重要な特徴となっている。棘枝と同様の構造が、擬子柄の根元の基物の岩上に密生することがあるが、これは基本葉体と呼ばれる。

棘枝の部分にだけ共生藻（緑藻）が分布し、外見上は灰色あるいは緑色をしている。一方、これとは異なり紫褐色などの色をした塊が擬子柄の主に基部に付着する。これは頭状体（c）と呼ばれ、共生する藍藻が集合している。キゴケ属は、緑藻と藍藻の2種類の共生藻を持っている特殊なグループなのだ。

直立・懸垂・匍匐性——地上に生えるハナゴケ属や、岩上に生えるキゴケ属など、長さ（高さ）が5cm程度にしかならないものの多くは直立する。一方、サルオガセ属のように、樹の幹や枝につき、何十センチメートルにも伸長するものでは、基物から懸垂する。特にナガサルオガセ（図 4-24）はそれが顕著で、長いものでは1mを超えることも珍しくない。長さ10ないし20cm程度になり、岩上に生育するものの中には、基物の表面にそって伸びる、匍匐性のものもある。

分枝（ハリガネキノリ属を例として）——樹状地衣の形は、その分枝の仕方によって大きく異なってくる。ハリガネキノリ属の場合を見てみよう（図 4-25）。分枝の先端が2つに分かれる二叉分枝が比較的に見られるが、両方の分枝が同じように生長するものが等長二叉



図 4-24. 懸垂性の代表的な樹状地衣，ナガサルオガセ。

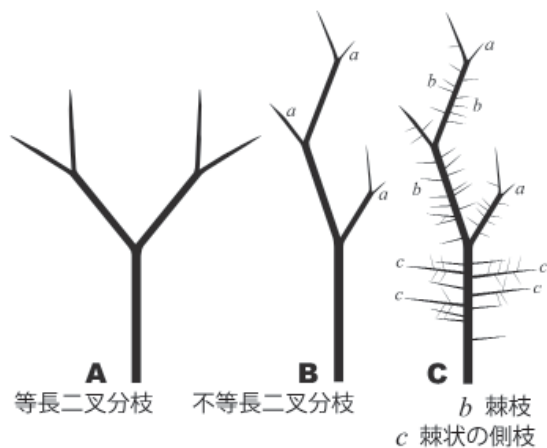


図 4-25. ハリガネキノリ属における分枝。

分枝，片方がより生長すると不等長二分枝となる。更に，これらの主枝がある程度生長した後に，主枝から二次的に短い棘枝を生じることがある。更にこれが伸長すると，棘状の側枝となる。このような分枝の種類の組み合わせによって，地衣体の外形は異なったものとなる。

4-4. 痼状地衣の形

痼状の地衣体は，基物の表面を薄く覆う。しかし，中には基物の内部に地衣体を作る，基物内生のものもある。岩石の内部に入る場合には岩内生といい，石灰岩や砂岩などに生育する地衣類の中にはこのタイプの地衣体を作るものがある。樹皮内に入るものは樹皮内生といい，特に熱帯を中心に分布する種類に多い。

基物内生の反対は，基物上生（通常はあまり呼ばない）ということができる。基物上生の痼状の地衣体の幾つか

のタイプを図 4-26 に示す。

A：連続した地衣体 continuous. 地衣体表面が完全に連続しているもの。この図では，岩上に生えるミズマンジュウゴケ *Strigula aquatica* を示した。

B：区画化した地衣体 areolate. フタゴチズゴケの地衣体は鮮やかな黄色で，四角形などの多角形の区画に明瞭に分れている。このような状態を区画化しているという。種によっては A と B の中間の様々な段階のものが見られる。例えば，アオジロアナイボゴケ *Verrucaria praetermissa* の地衣体は，最初はほとんど連続しているのだが，すぐに割れ目が入り，区画化していく。B のように全体が完全な区画にならないので，半ば区画化する (rimose) という。

フタゴチズゴケの区画は比較的平板であるが，お饅頭のように丸く突出するものや，半球形になるものもあり，種の特徴となる。

このチズゴケ属の一種では，黄色の区画の集合を，黒いプロタルス（矢印）が取り巻く。プロタルスは，通常，の地衣体（この場合は黄色の区画）とは異なり，共生藻が分布しない。種によっては，白かったり，膜状に薄かったり，木綿糸のようにけば立ったりし，種の特徴となっている。ほとんど認められない種もある。

一方，区画の下，あるいは間にあるものは下菌糸（ヒポタルス）と呼ぶ。

C：プラコディオイド placodioid. 地衣体の周辺部で，葉状のように裂片化する地衣体が，キクバチャシブゴケ *Lecanora muralis* などに見られる。一方，地衣体の中央部は，たいていは区画化している。このような地衣体をプラコディオイドという。

D：粉末状 leprose. このレプラゴケ *Lepraria cupressicola* に代表されるレプラゴケの仲間は，地衣体全体が粉芽でできている。このような地衣体を粉末状という。他には，コガネゴケ *Chrysothrix candelaris*，コナゴケ *Psilolechia lucida* などに知られる。

E & F：綿毛状 byssoid. ワタゴケ *Crocynia gossypina* の地衣体を実体顕微鏡下で拡大してみると (F)，綿のようなスカスカの構造であることがわかる。

痼状地衣においても，粉芽・裂芽といった構造をつける種類もあり，種を区別する重要な形質である。パステュールをつける種類（図 4-27）はごくまれである。

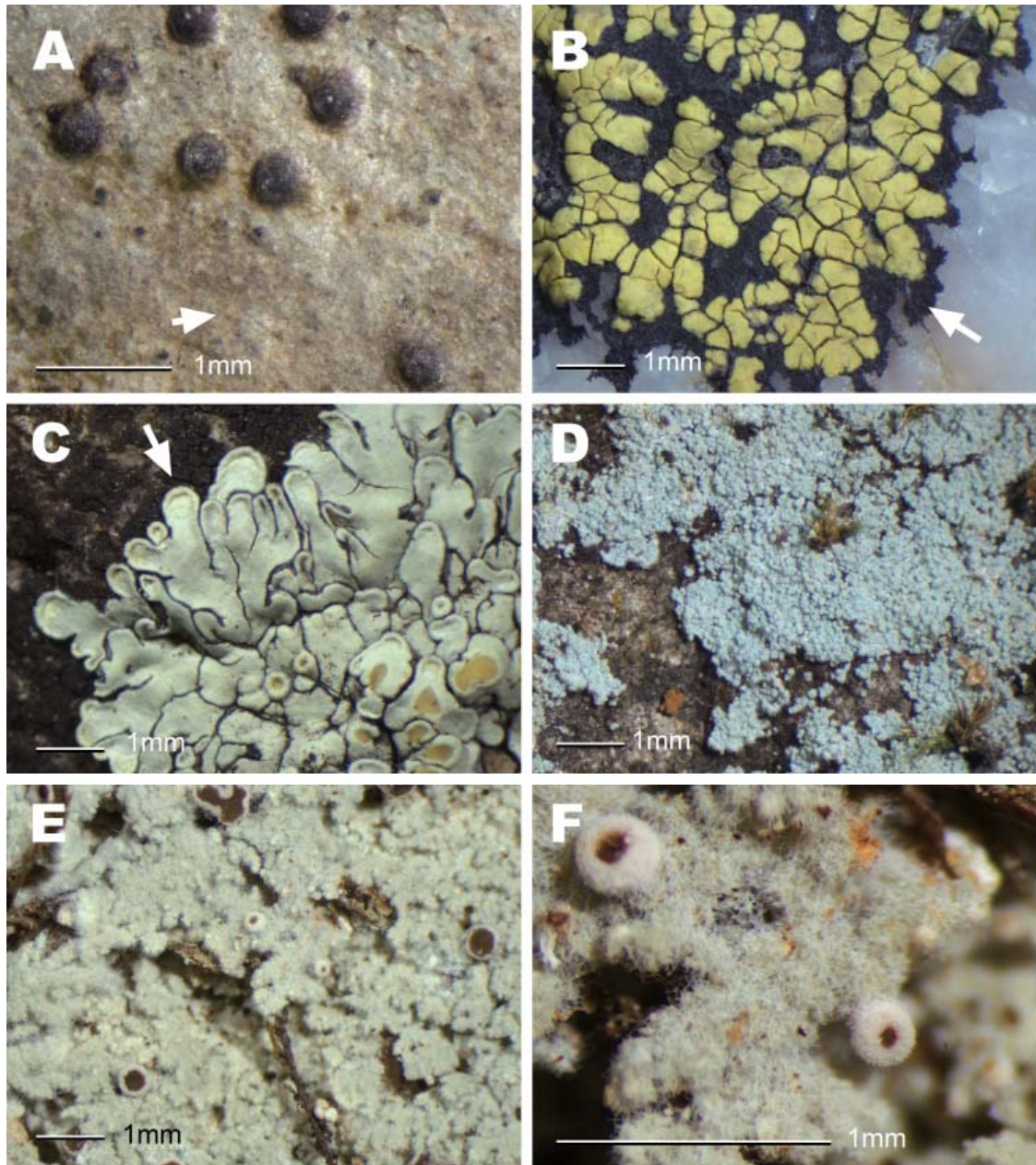


図4-26. 様々な痲状地衣. A, サワマンジュウゴケ. B, フタゴチズゴケ. C, キクバチャシブゴケ. D, レプラゴケ. E & F, ワタゴケ

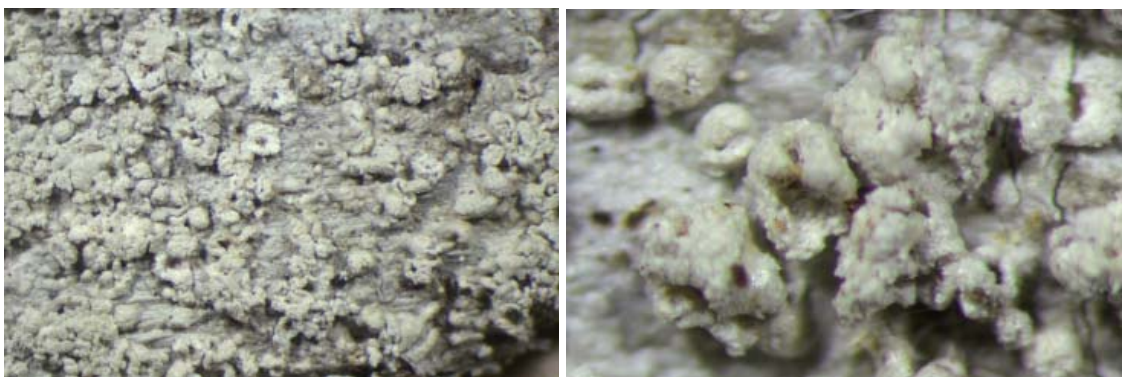


図 4-27. パステュールをつける痲状地衣, アナゴケ
(14)

5. 地衣類の体の内部構造

5-1. 葉状地衣

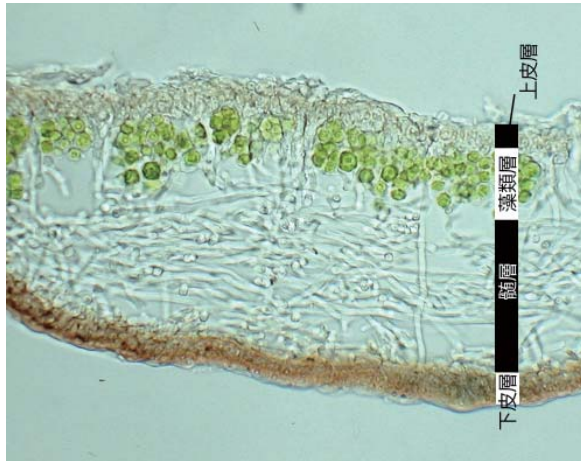


図 5-1. マツゲゴケの地衣体断面

異層葉状地衣——マツゲゴケ（図 2-1）の地衣体を薄く切って顕微鏡で観察すると、層状構造がみられる（図 5-1）。このような層状構造を持つ葉状地衣は、異層（いそう）葉状地衣と呼ばれる。地衣体の一番外側は、菌糸が密に詰まってできた皮層で覆われる。地衣体の表側の皮層と裏側の皮層を区別するときは、それぞれ上皮層・下皮層と呼び分ける。上皮層のすぐ下には、緑色のほぼ球形の細胞が層を成している。これは緑藻の細胞、つまり共生藻である。また、この層を藻類層という。残る藻類層と下皮層の間は髄層である。髄層は、上皮層や下皮層とは違って糸状の菌糸がゆるく絡まってできている。

同層葉状地衣——一部の葉状地衣は、このような層状構造をとらないので、同層（どうそう）葉状地衣と呼ばれる。同層葉状地衣の多くは、ラン藻を共生藻とするが、緑藻を共生藻とするものもある。ラン藻を共生藻とするもののなかには、湿ったときに寒天状になるものがあり、これは膠質（こうじつ）地衣と呼ばれる。図 5-2 に示したアオキノリ *Leptogium azureum*（図 3-2）では、上皮層と下皮層が明瞭に生じ、その間の髄層全体に共生藻（ネンジュモ属の藍藻）と菌糸が分布する。



図 5-2. アオキノリの地衣体断面

5-2. 樹状地衣の断面

葉状地衣では裏側を見ると特徴があるように、樹状地衣では断面を見るとどの仲間か判りやすい。また、樹状地衣は科などによって各部の名称が異なることがある。そこで、仲間ごとに、その全体の形と横断面とを対比して見ていこう（図 5-3）。

ハリガネキノリ属 *Bryoria*（図 5-3A）の横断面を見ると、外側に緻密な菌糸組織、皮層があり、内側の髄層（藻類層を含む）を取り囲んでいる。皮層は、樹状の地衣体の長い方向と平行に走る菌糸からなっており、濡れるととてもしなやかで丈夫な組織である。

ハナゴケ属 *Cladonia*（図 5-3B）では、中心部が中空になっているのが特徴である。中空部分を取り囲むのは、緻密な内髄であるが、ハリガネキノリに比べるとろく壊れやすい。内髄の外側は、外髄が占める。図に示したハナゴケ *Cladonia rangiferina* の場合には、皮層は分化しないが、ウグイスゴケ *C. gracilis* subsp. *turbinata* などでは皮層が発達する。

キゴケ属 *Stereocaulon* の擬子柄は、縦に長く伸びた菌糸が集合したとても緻密な組織でできている。とても強靱な組織で、木質のようである。やや太い棘枝の断面を見ると（図 5-3C）、その中央にも同様の緻密な組織が貫いているのが分る。その外側に髄層（藻類層を含む）と皮層を生じる。

サルオガセ属 *Usnea*（図 D5-3）は、中央部に緻密で機械的に丈夫な中軸を生じることで、キゴケ属に似ている。皮層も良く発達するが、中軸に比べると脆い。皮層と中軸の間は髄層（藻類層を含む）が占める。本属の種によっては、中軸に複数の孔、あるいは孔が一つ開くものがある。

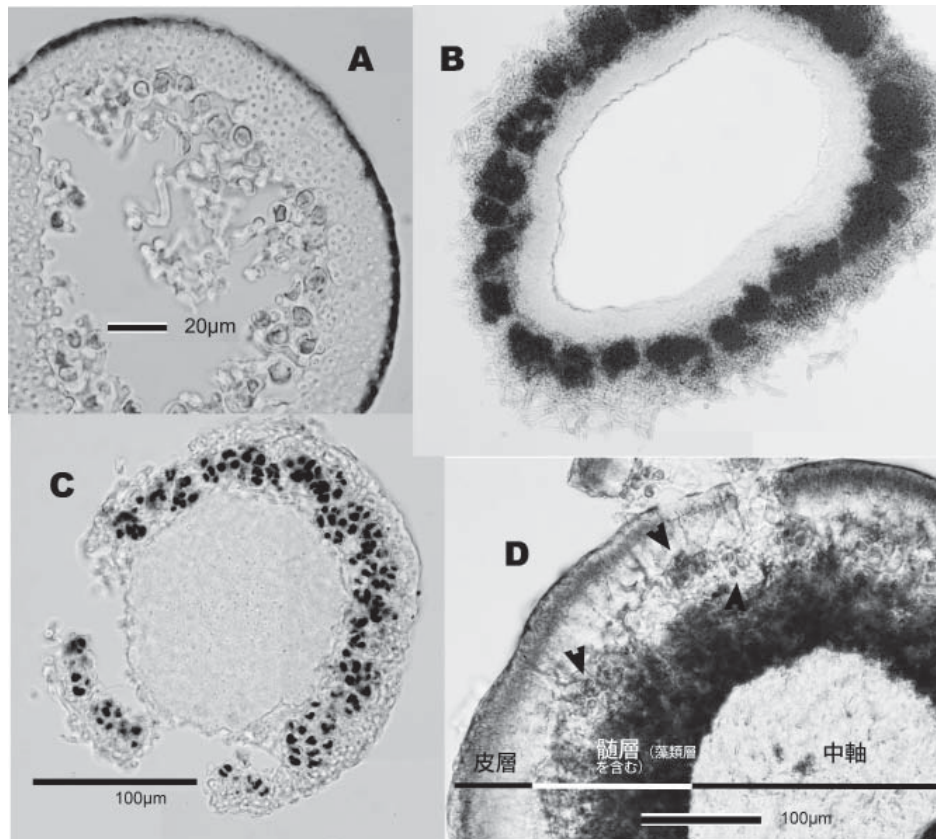


図 5-3. 樹状地衣の断面. A, ハリガネキノリ属. B, ハナゴケ属. C, キゴケ属. D, サルオガセ属.

5－3. 痂状地衣

痂状地衣の場合には、地衣体内部の構造上の分化の程度が比較的低い種が多い。地衣体の大部分は髄層で占められ、その上に皮層が分化する種もあり、また皮層が分化しない種もある。共生層は、髄層全体に一樣に分布する種もあれば、上部に集まり、藻類層を成す場合もある。外見では解らないが、切片を作って観察すると、地衣類の種類によって組織のタイプが違うのが分かる。

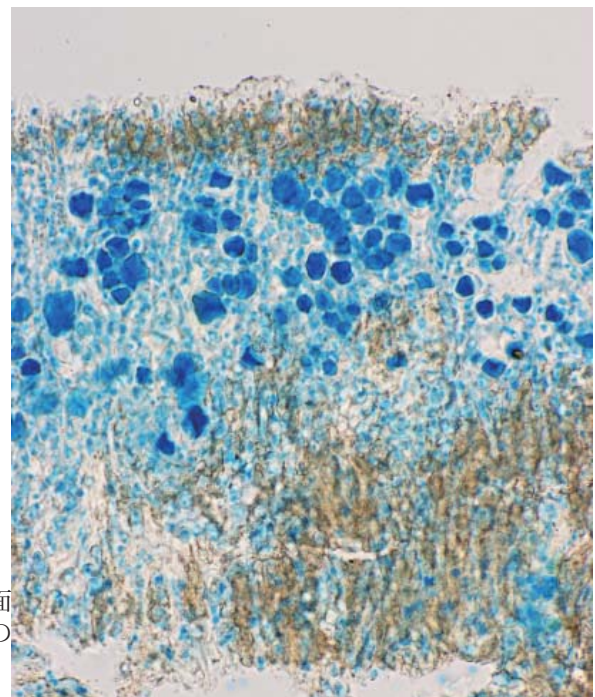


図 5-4. 痂状地衣の断面例. スミイボゴケ属の一種.

6. 子器（しき）のいろいろ

6-1. 子器の主要型

地衣類を構成する共生菌のほとんどが子囊菌類であり、その胞子は袋状の子囊の中にできる子囊胞子である。多くの地衣類では特定の場所に、独特の構造、子器（しき）を作り、その中に子囊ができる。たいてい子器は属や科あるいは目によって異なるので、区別するための良い特徴となる。特に痂状地衣には様々な仲間が含まれているので、分類・同定する際には、子器の形態はとても重要となる。子器の主な3タイプを図6-1に示した。

裸子器—— 概ね円盤状である。子囊を含む子囊層がむき出しになっていて、表面からは子器盤として見ることができる。子囊層がむき出しで裸なので、裸子器という。ウメノキゴケ科やムカデゴケ科といった葉状地衣のほとんど、またサルオガセ属、ハナゴケ属、キゴケ属など樹状地衣のほとんども、子器は裸子器である。痂状地衣では、例えばチャシブゴケ属、ヘリトリゴケなど。

被子器—— 子囊を含む子囊層がむき出しになっていない。子囊層は、孔口という細い通路（通常は閉じている）によって外と通じているだけで、壺状、あるいは flasco 状。ほとんどは痂状地衣で、アナイボゴケ科、サネゴケ科、マルゴケ科などがある。例外的に、カワイワタケ *Dermatocarpon miniatum*（アナイボゴケ科）は葉状である。

リレラ—— 子器が二方向に生長するため、丸くならず、線状に伸びていく。枝分かれするものもある。痂状地衣のモジゴケ科、リトマスゴケ科のクチナワゴケ属とキゴウゴケ属がリレラを作る。

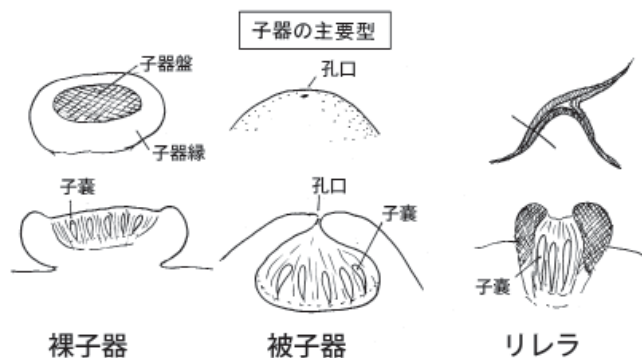


図 6-1. 子器の主要3タイプ

1) 裸子器

一口に裸子器といっても多様だが、主要な3型として、レカナラ型、レキデア型、ピアトラ型を挙げることができる（図6-2）。

レカナラ型—— チャシブゴケ属 *Lecanora* に因んでつけられた名称。子囊層を側方から果托が取り囲むのが特徴。果托は地衣体と同様に、共生藻が分布している（図6-3）。このため、表面から見たとき、果托は地衣体と同様の色をしていることが多い。

葉状地衣のウメノキゴケ科やムカデゴケ科の多くの属の子器はレカナラ型である。

レキデア型とピアトラ型—— レカナラ型とは異なり、果托はない。その代わり、子囊層を側方から果殻が取り囲む。果殻には共生藻は分布しない。レキデア型では、果殻は黒色や暗褐色などの、暗い色をしているのに対し、ピアトラ型では淡い色をしていることで区別される。

レキデア型の名の由来となったのは、ゴイシゴケ属の学名 *Lecidea* である。この属はかつてはレキデア型の裸子器をつける様々な痂状地衣を含んでいた。レキデア型裸子器を作る代表的なものとしては、ハコネイボゴケ *Bacidia hakonensis*、スミイボゴケ属 *Buellia*、チズゴケ属 *Rhizocarpon* など。樹状地衣のキゴケ属 *Stereocaulon* もこのタイプである。

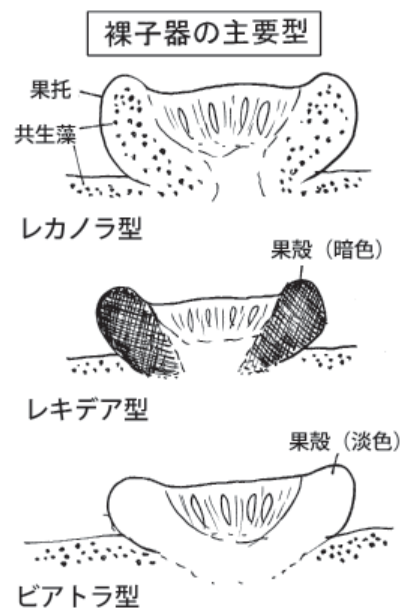


図 6-2. 裸子器の主要3タイプ

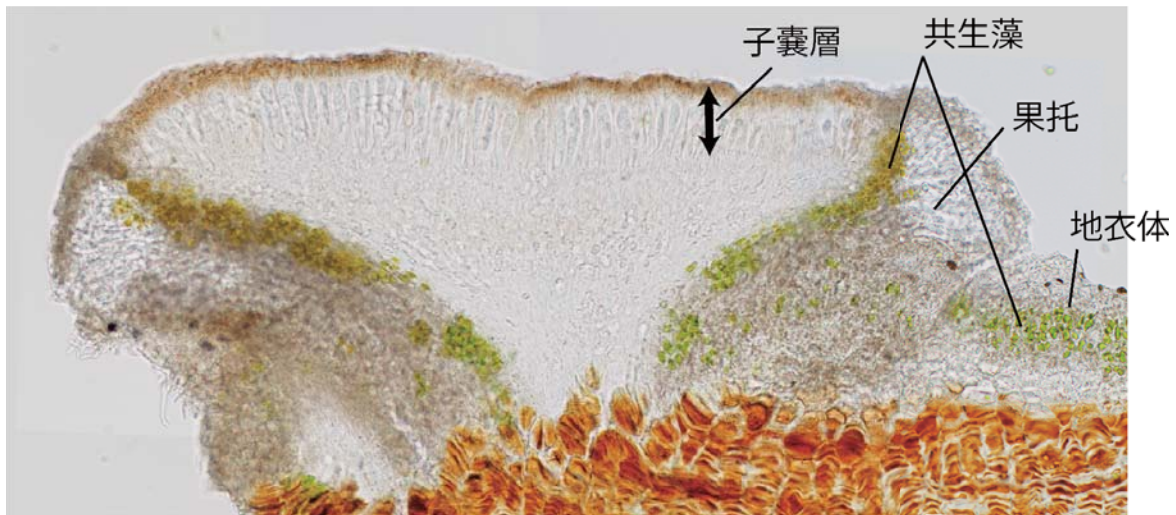


図 6-3. レカノラ型裸子器の断面. ナミチャシブゴケモドキ *Lecanora imshaugii*.

ビাত্রラ型の名の由来となった *Biatora* はあまりなじみのない地衣類である。このタイプの子器を持つ地衣類としては、ダイダイサラゴケ *Coenogonium luteum*, ダイダイゴケ属 *Caloplaca* など。

2) 被子器

被子器の大きな仲間分けは、子嚢層にある菌糸、子嚢層内菌糸系の種類の違いに基づいてなされる (図 6-4)。

図 A では、子嚢の周りに側糸という子嚢層内菌糸系がある。側糸は、子嚢層の下の子嚢下層から上に伸びており、ほとんど分枝しないのが特徴である。サネゴケ属 *Pyrenula*, マルゴケ属 *Porina*, マンジュウゴケ属 *Strigula* などに見られる。

図 B では、子嚢層内菌糸系が分枝・癒合している。つまり網目状になっており、側糸状体と呼ばれる。側糸状体は、下は子嚢下層につながっているだけでなく、側方あるいは上方の壁ともつながっている。ニセゴマゴケ属 *Anisomeridium*, オオアミゴケ属 *Thelenella* などに見られる。

図 C では、子嚢の周りには側糸などの子嚢層内菌糸系が無いのが最大の特徴である。代わりに孔口の近くに、周糸を生じている。このタイプの被子器は、アナイボゴケ科の特徴である。

被子器を表面から見て、ここに示した A～C のどのタイプか言い当てることは難しい。確実に区別するには、被子器の縦断切片を作製することが必要である。特に子嚢層内菌糸系の種類は、ときに目を区別するような重要な形質なので見逃せない。

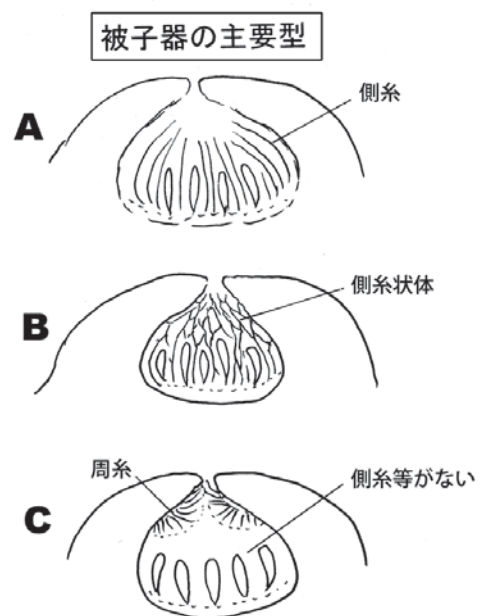


図 6-4. 被子器のタイプ

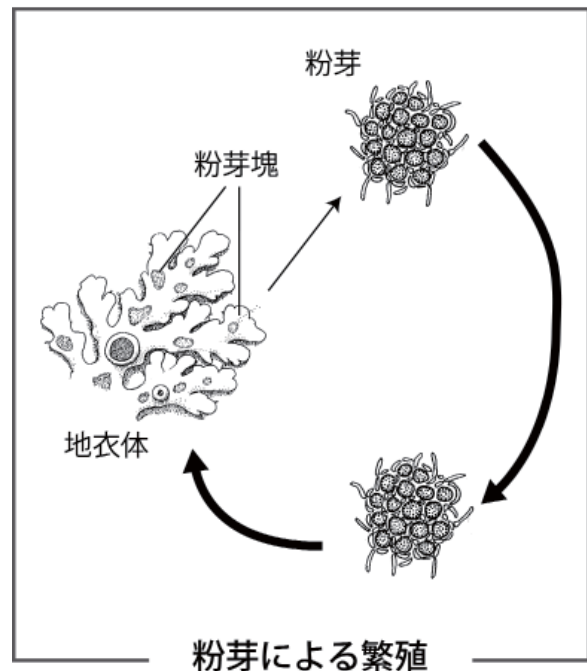
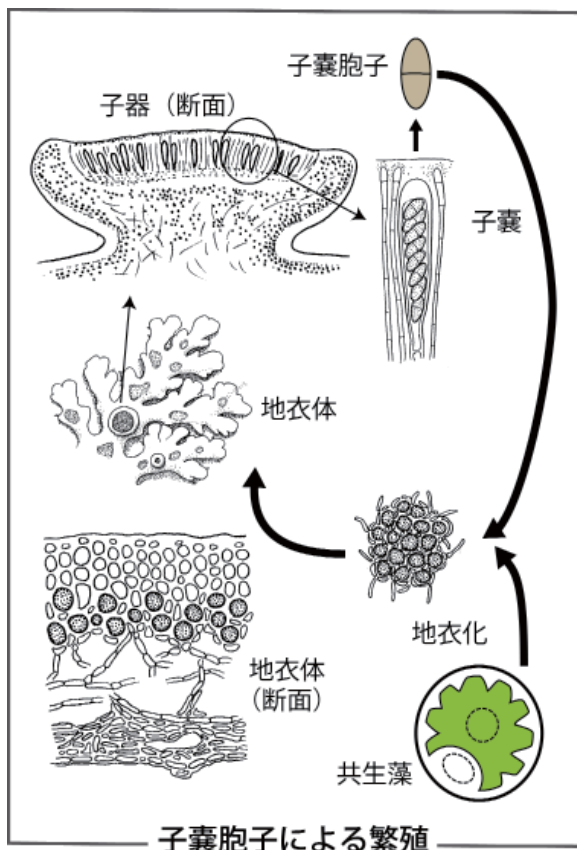
7. 地衣類の殖えかた

地衣類の体は、菌類（共生菌）と藻類（共生藻）の2つの要素からできており、2つが揃わないと地衣類として生育できない。従って、個体が殖えるためにも、2つの要素が必要である。殖え方には幾つかの方法があるが、ここでは、地衣類の大部分を占める子囊地衣類について以下にまとめる。

7-1. 子嚢胞子による殖え方

子囊地衣類の共生菌は子囊菌類である。従って、子囊菌類の特徴である子嚢胞子をつくる。子器の特定の部位に子嚢と呼ばれる袋状の器官ができ、その中に子嚢胞子ができる。子嚢から射出された子嚢胞子は、空中を漂った後、基物上に落下、あるいは付着する。そこで発芽するが、共生藻になりうる適当な藻類の細胞と出会うことができる。これに絡みつки、地衣化が起こる。つまり共生関係が成立する。共生藻と共生菌は、ともに増殖し、地衣体を形成する。やがて、この地衣体に子器が分化する。

子嚢胞子と共生関係を成立させた藻類の出所については、幾つかの可能性がある。一つは、単独で生活してい



た藻類である可能性と、もう一つは、別の地衣体に由来する藻類である可能性がある。

7-2. 栄養繁殖器官による殖え方—粉芽（ふんが）による殖え方

粉芽という、地衣類の特有な栄養繁殖器官で殖える地衣類もある。粉芽は、地衣体にゆるく付着しているので、水滴や、場合によれば風によって地衣体から容易に飛ばされる。粉芽には、菌と藻の両方が既に具わっているため、生育に適当な場所に至った粉芽は、そのまま生長し地衣体を形成できるという利点がある。

子嚢胞子に比べてサイズが大きいので、近距離への散布について効率が良いと考えられる。一本の木の幹にマツゲゴケやナミガタウメノキゴケが多数生えることが多いのは、同じ木の上から下へと粉芽が零れ落ちてそこで新たな個体が育つからだと考えられる。コナアカミゴケがある程度の広さを占めるのも、粉芽により殖えているのも一因であろう。

7-3. その他の栄養繁殖



図 7-3. ハナゴケ属のヒメレンゲゴケ *Cladonia ramulosa*

ハナゴケ類の一部、例えばヒメレンゲゴケ（図 7-3）では、樹状の体の表面が直径 1mm 内外の顆粒ないし鱗片で覆われている。これは容易に子柄からはがれ落ちる。これには菌と藻の両要素が含まれているので、粉芽と同じような働きがあると考えられる。ヒメレンゲゴケの群落がある程度大きくなるのは、このような顆粒により殖



図 7-4. ナガサルオガセ *Usnea longissima*

えているからであろう。

ハナゴケ類は乾くと非常にもろくなり、踏みつけたりすると容易にコナゴナになってしまう。飛び散った場所さえ適当であれば、破片が 1 個体に生長できる。人間や動物が踏みつけることにより、これらは断片化し、新たに地衣体が殖えると思われる。

亜高山帯の針葉樹林に見られるナガサルオガセは、木の枝に絡まった状態のものが多い（図 7-4）。これらを枝から解いて見ると、根本が無いのに気がつくだろう。強風時に地衣体がちぎれ、飛ばされた部分が木の枝に絡まり、そこで再び生長を続け新たな個体として存続すると考えられる。

7-4. 子嚢胞子による殖え方 —もっと詳しく見てみよう—

子嚢胞子による殖え方については、上で述べた。そこで示したのは分かり易くするためにかなり単純化した図式で、実際はもっと複雑な過程を経ていると考えられる。チャシブゴケ属 *Lecanora* を例として模式図（図 7-5）を示す。

1) 子嚢胞子が出来るまで

地衣体（A）に、雌性生殖器官である造嚢器（1）が分化する。これは通常、複数の細胞からなる顕微鏡的な大きさの器官で、先端部は毛状で、地衣体の外に飛び出す受精毛となる。一方、雄性生殖器官と考えられる粉子器（C）は、ルーペで確認できるほどの大きさになり、内部に微細な粉子を多数生ずる。この粉子は通常は単細胞で、不動精子に相当すると考えられる。

粉子器から飛び出した粉子は、造嚢器の受精毛にたどり着くと、受精毛と細胞質が融合（プラスモガミー）（2）し、粉子の核は造嚢器へと移動する（3）。すると造嚢器の周囲の菌糸が分化し子器の外形が形作られていく（4→B）。子器が分化生長する過程で、子器の内部では次のようなことが起こっていると考えられる（4→12）。

造嚢器には、造嚢器由来の核と、粉子由来の核との 2 つが存在する。これが鍵形成をくりかえし、造嚢糸が伸びていく（4）。このとき造嚢糸の各細胞には、造嚢器と同じく 2 核を有する。子器がある程度生長すると、造嚢糸の先端に子嚢が分化する（5, 6）。子嚢の中では、造嚢器由来の核と粉子由来の核が癒合し（カリオガミー）一時的に 1 つの核となる（7）。間もなく、この核は減数分裂を経て（8）、更に分裂し、通常では 8 つの核が出

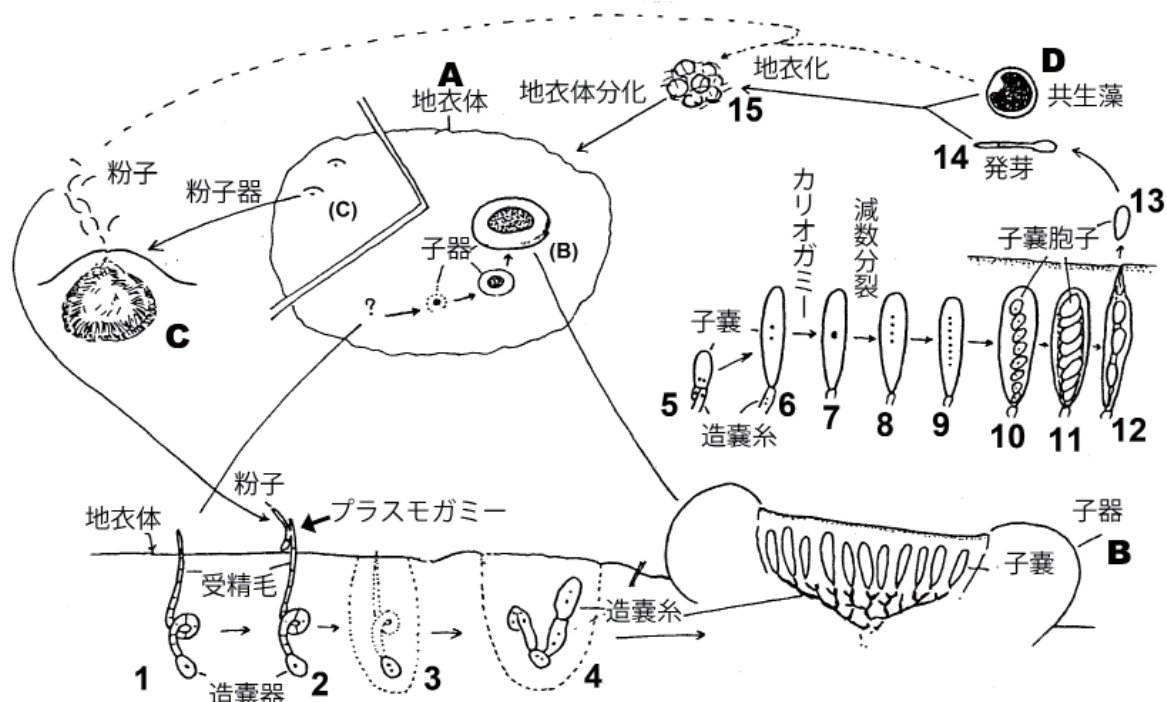


図 7-5. 子嚢胞子による殖え方. チャシブゴケ属 *Lecanora* をモデルとして

来上がる (9). その核の周りに細胞膜・細胞壁が出来上がり (10), それぞれが子嚢胞子となっていく (11). その後の過程は, 先に「子嚢胞子による殖え方」で述べたとおりである.

このように, 普通よく知られている植物や動物と違い, 地衣類を含め菌類では, 核の動向は全く異なっているの. 理論的には, 地衣体の菌糸の核相は n であり, 造囊系で $n+n$, 子嚢の初期には $2n$ となり, 最終的に子嚢胞子では n となる. 実際には造囊系と子嚢は地衣体の子器の中にあるので, 一つと見える地衣の体の大部分が n , 一部が $n+n$ や $2n$ といった, モザイク状態になっていることになるのである. ちなみに動物では体細胞では $2n$ で, 生殖細胞のみ n である.

しかし, 地衣類の核の動向については, 十分に研究されていないのが現状である. もしかしたら, 更に別の様式をとっているかもしれない. 粉子器が見つからない地衣類もあるので, 色々なタイプがあるというのが本当のところだろう.

2) 子嚢胞子生産の季節性と子器の永続性

草木の花は, 一度咲くと, 花としての生命は終わる. しかし, 地衣類の子器では, 様子が異なる. つまり, 多くの地衣類の子器は一度胞子を放出しても, 再び子嚢ができ胞子を放出することができるようだ. つまり, 一つ

の子器が複数年にわたって, 胞子を生産し続けるのである.

子嚢胞子を放出すると, その子嚢はしぼんでしまう. しかし, その根本には造囊系が残っている. その造囊系の先端に新たに子嚢が形成されるのだ.

子嚢胞子の生産について, 明瞭な季節性がある種類と, そうでもないものがあるようだ. 著者がかつて1年余りにわたって, 毎月, 広島県内のブナ林で, 子器をつけた地衣類を採集してきて, 調べた結果の一部を示す.

アンチゴケの例—— ウメノキゴケ科のアンチゴケ *Anzia opuntiella* では, 以下のような明らかな季節性が認められた (図 7-6).

- 1月: 子嚢胞子が成熟
- 2月: 空になってしぼんだ子嚢と, 子嚢胞子を含む子嚢との混在.
- 3月: 子嚢は全て空となり, しぼんでいる
- 6月: 出来はじめての小さな子嚢が見える. また, しぼんだ子嚢が消失しかかっている
- 7月: 子嚢の伸張
- 9月: 子嚢胞子が認められる. 子嚢胞子は小さいので, 未成熟らしい.

これから判ることは, アンチゴケは, 6月頃から子嚢が生長し, 2月頃に子嚢胞子を放出しているらしいことである. しかも3月~6月には空となった子嚢が, 徐々に消えていく様子が見られ, 6月には同時に小さな子嚢

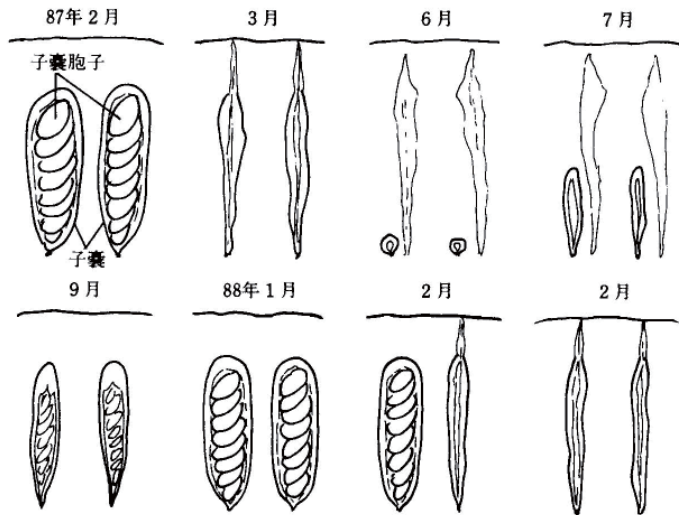


図7-6. 季節性のある子嚢胞子生産の例.
アンチゴケ *Anzia opuntiella* のデータをもとに作図.

が確認されたことからみて、一つの子器が複数年にわたり子嚢胞子を生産していることは、間違いない。

同様にウメノキゴケ科のテリハゴケ *Parmelia laevis* でも季節性は確認されたが、ダイダイゴケ *Caloplaca flavorubescens* では確認されなかった。後者では、一年中子嚢胞子が生産されている可能性がある。

また、チャシブゴケ属の一種を調べたとき（図7-7）

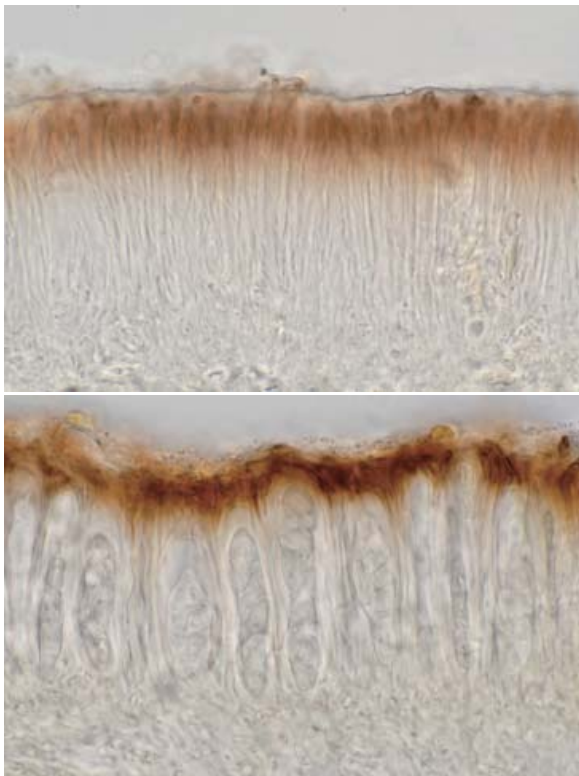


図7-7. 季節性のある子嚢胞子生産の例. チャシブゴケ属の一種 *Lecanora* sp. における7月（上）と2月（下）の子嚢層.

夏に採集した標本では子嚢胞子を見つめることができず、2月の標本では成熟していた。これも、アンチゴケと全く同じ例だった。

普段目にすることができる地衣類の多くにおいて、子器は多年にわたり生長を続け、その間、子嚢胞子を季節的にあるいは断続的に放出しているものと思われる。

このような子嚢胞子生産の季節性や、子器の生長などについて、詳しく調べられた例が国内では殆ど無い。地衣類の種類によっては、全く違う季節性が見られる可能性もある。

コフキツメゴケ *Peltigera pruinosa* においては、子器は季節的に生じ、脱落するようである。同様に、バラゴケ属でも、子器は成熟すると赤褐色の子器盤がみられるが、その後、子嚢層を失い白色となる。次の年には、新たな子器を生じるようである。

8. 地衣類の不思議なくらし

共生菌と共生藻の関係

地衣類を構成する菌類、共生菌は従属栄養生物、つまり自分で栄養を作ることはいできない。一方、地衣類を構成する藻類、共生藻は光合成によって自ら糖類を作り出すことができる独立栄養生物である。両者が一体化している地衣類の体の中では、共生藻から共生菌へと、有機物は糖アルコールなどの形で移動する。一方、共生菌は、外界から吸収したミネラルなどの無機栄養分を共生藻に与えると考えられる。(図8-1)

共生藻が光合成を行うためには、二酸化炭素、水、光が必要となる。水にぬれた状態でなければ、地衣体はスカスカで空気をよく通し、二酸化炭素の補給には事欠かないとみられる。水については、雨からというよりも、後で述べるように、夜露や霧などからの補給が効果的と考えられる。菌糸が給水し、これを共生藻が利用する。光については、共生藻は太陽光を直接受けるのではなく、菌糸の層を通してから受けることになる。これにより、有害な紫外線が軽減されるはずである。

両者の関係は、菌類が藻類を管理している寄生とする見方もある。これは、人間と農作物との関係によく似ている。人間は作物が育つよう、田畑を管理し、肥料を与え、最後は収穫を経て消費する。

水の確保

共生藻が光合成をするためには、水が必要である。種子植物は根から土中の水分を吸収するが、地衣類ではどうだろう？

地衣類は根のような水を吸収する器官をもっていない。その代わり、体の全体で水分を吸収することができる。地衣類の体の大部分を構成する共生菌の菌糸の細胞壁は、キチン質とリケナン、イソリケナン、ガラクトマンナンなどの多糖類を主成分とし、吸水・吸湿性に優れている。この細胞壁の特性によって、菌糸は夜露から速やかに水分を吸収し、共生藻に受け渡すことができる。高湿度条件では大気中から吸湿することも可能である。

朝は元気な共生藻

夜露により水分を得た共生藻は、日の出とともに光合成を開始することができる。同様に、体の表面を覆う菌糸は、蒸散によって水分を失い続け、地衣種や環境条件等にもよるが、よく日が当たる立地では、晴天時には地衣体中の水分を蒸散によって速やかに消失し2、3時間もすれば地衣体は乾燥し光合成は停止する(Lange et al., 1970)。つまり日の出から2、3時間の間だけが光合成をする時間帯で、そのあとは休眠状態となる。

乾燥・熱・過剰な光に対する防御

水分を含んだ地衣体は、水の蒸散によって気化熱が奪われ冷却されていたが、いったん乾燥すると太陽光によって高温化しやすくなる。地衣類は、細胞内に蓄えた多価アルコールによって乾燥状態を耐えているのではないとも考えられている(Ahmadjian, 1993)。

葉緑素は太陽光による光エネルギーを受け、励起し、そのエネルギーを利用して光合成をする。しかし乾燥し

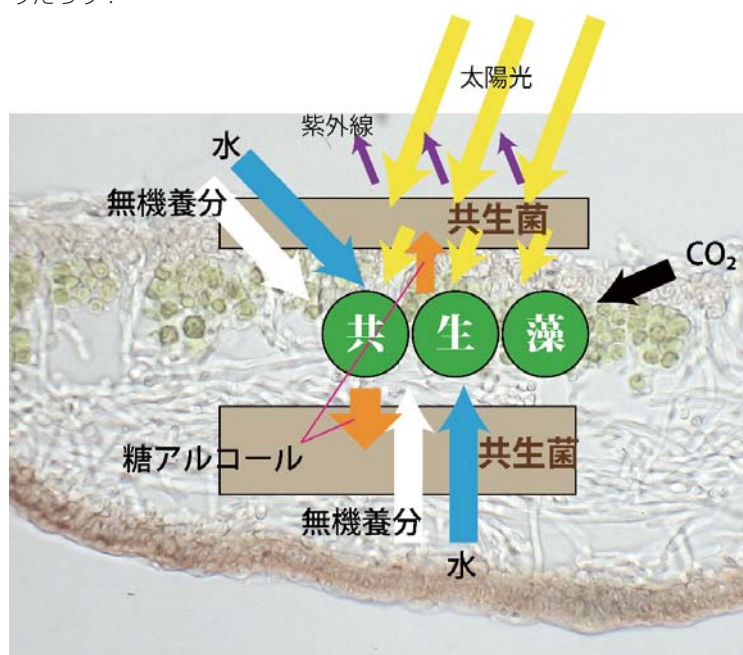


図8-1. 地衣類における、共生藻と共生菌の生理的な関係（模式図）

光合成を停止しているときに太陽光を受けると、葉緑素は励起しつづけエネルギーの行き場を失う。このエネルギーによって、酸素が活性酸素に変換されるが、これが細胞を破壊するため、ふつう植物はこのような状況では枯れてしまう。しかし地衣類の共生藻は、こうした過剰な光エネルギーを熱として安全な形で散逸させる機構を備えており (Heber et al., 2001; Veerman et al., 2007), それに加えて地衣類は共生菌由来の抗酸化活性物質を蓄えることで乾燥時の障害から共生藻を護っていることが明らかになってきた (Kranner et al., 2005)。

乾燥し過剰な光によってダメージを受けてしまうと、次に吸水した時に、なかなか回復できない。地衣類の共生藻の活動は日の出からの比較的短時間が勝負となるた

め、これでは致命的だ。しかし、過剰な光によりダメージを受けないメカニズムを獲得した地衣類は、吸水時の素早い光合成回復が可能である。

本節は以下の文献を基にした：原田 浩・小杉 真貴子・木下 靖浩. 2012. 地衣類. In 日本進化学会 (編), 進化学事典, pp. 189-192. 共立出版, 東京.

9. 地衣類の生長と形

痂状地衣・葉状地衣の生長と形

平面的な形をした痂状地衣では、360 度同じ速度で生長するため、ほぼ円形を保つ (図 9-1). 地衣体全体が広がって生長するのではなく、周辺部のみが生長すると考えられる。

概ね平面的で円形の地衣体を持つ葉状地衣でも、痂状地衣と同様の生長をされると考えられる。ただし、基物に密着せずに偽根によって張り付いているので、裏側で基物に完全に密着する痂状地衣とは異なり、縁のみが生長するとは限らない。特に、地衣体の周囲に偽根が無い部分を持つ (あるいはその部分の偽根が基物に付着していない)、ウメノキゴケでは、その部分が伸長することが知

られている。

地衣類の生長速度は、種類によっても違うし、環境にも左右されるだろうと予想される。しかし、残念ながら日本ではほとんど研究されていないので、身の回りに見られる地衣類の生長速度は正確なところ判らない。

地衣類は生長が非常に遅い生物とされている。計測した結果からみると、実際に生長が非常に遅い種類もあるが、必ずしもそうとは限らず、年に 1 cm 以上生長する場合もあるようだ。一般に大形の樹状地衣や葉状地衣では生長速度が速く、小形種や痂状地衣では速度が遅い傾向にあるようだ。また、同じ種類でも、条件によって生長量は全く異なることも予想される。

ここに、千葉市で確認された地衣類の生長についての数少ない記録を紹介しよう。

千葉市中央区で、ケヤキ樹幹に着生する葉状地衣の写真を 1999 年 12 月と 2000 年 12 月に撮影した結果を比

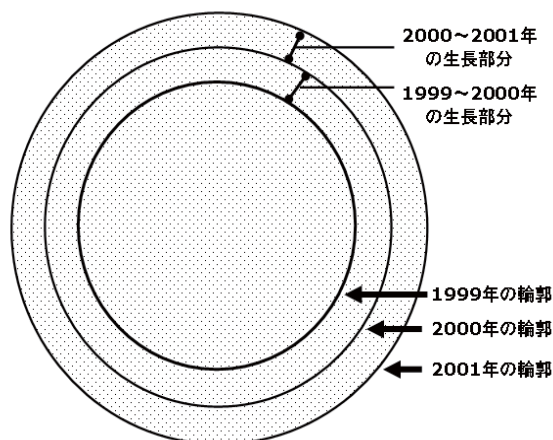


図 9-1. 痂状地衣・葉状地衣の生長（模式図）

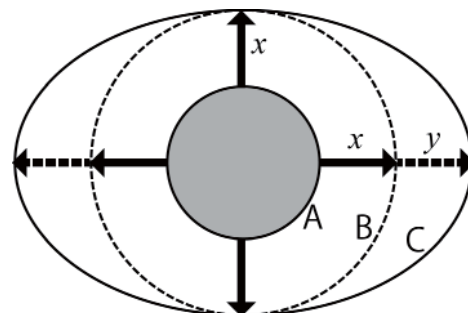


図 9-2. 木の幹に生える痂状地衣の形（模式図）



図 9-3. サクラの木に生える葉状地衣・痂状地衣の形（青葉の森公園）

較すると、どの地衣体も明らかに大きくなっているのが判った。そこで、両画像を重ねて比較したところ、生長量は半径で1－5 mmであることが分かった。

リケノメトリー

国内では地衣類の生長速度に関するデータはほとんどないが、ヨーロッパでは古くから研究がされてきた。ヨーロッパでは墓石には没年が記されているため、その墓石に着く大きさとその年号から、地衣類の種ごとに生長速度を推定することができた。

寒冷地では、温暖化にともない氷河が後退すると、その先端部に岩石（モレーン）を残していく。氷河上にあったときには不安定なため地衣類は生育しないが、モレーンとして着地した後は安定し、表面に地衣類が生長し始める。先に得られた地衣類の生長速度を利用し、モレーンがそこにいつからあるのかを推定することができる。この方法をリケノメトリーという。

木に生える痂状地衣の形

理屈の上では痂状地衣の形は円形となるはずである。しかし、実際に木の幹に生える痂状地衣は、円形でない場合がほとんどである（図 9-3）。その形について、少し見てみよう。

まず、隣り合う地衣体同士が接した場合、多くの痂状地衣では接触部分で両者の成長が止まり、やがて境界線（たいていは黒っぽい）ができると考えられる。地衣体がたくさん生えるような木の幹では（岩の上も同様だが）、別の側に別の地衣体があれば、それとも同じように境界線ができ、結果として地衣体は円形ではなく多角形となるのが普通である。

これに加え、樹幹の生長が地衣体の形に影響を及ぼす（図 9-2）。木の幹や枝が伸びる（一次成長、伸長生長）

のは最初の年だけで、2 年目からは太くなるだけである（二次生長、肥大生長）。したがって、幹に張り付いている痂状地衣は、幹が太くなるにしたがって横に引っ張られて、徐々に横長の形をとるようになる。図 9-2 でみると、A の大きさだった痂状地衣が、何年かの間に、x だけ生長する。その速度は上にも下にも、また左右にも同じなので、地衣体は B（点線）の形になるはずである。しかし、その間に、着生していた枝が太くなり、その分（y）だけ横方向に地衣体が引っ張られ（横方向の見かけ上の生長は $x + y$ ）、横長の形（C）になる。

地衣類の生長に比べて、樹幹の太る速度が速いほど（あるいは樹幹の太る速度に比べ地衣類の生長が遅いほど）、地衣体が横に伸びる割合が大きくなる。また、樹幹が細いときに着いた地衣体と、太くなってから着いた同種の地衣体を比べれば、前者の方が一般に細長いことになる。図では、サクラの樹幹上の地衣類を示した（図 9-3）。ムカデゴケ属の一種（P）がだいたい円形なのに対し、ニセモジゴケ（G）は横に長く伸びているのが分る。両種を比べると、後者の生長速度が極めて遅いことが想像できる。

樹状地衣の生長

樹状地衣においては、生長量は長さとして表される。葉状地衣と同じように、まず先端部が伸びるのだが、それに加えて主に先端付近が伸びると考えられる。また樹状地衣ではこの他に、太くなるという肥大生長が認められる。ヨコワサルオガセを見ると、根元は太く、徐々に先端に向かって細くなるのがよくわかる。

樹状地衣でも、ナガサルオガセの生長はこれとは異なるようである。私たちが見るほとんどのナガサルオガセの個体は、元の個体からちぎれて飛ばされ、木の枝に絡まり、そこで成長し続ける個体である。根元のほうも先端付近もほとんど太さが変わらない。その生長は、先端に限られるのではなく、全体がまんべんなく伸びることによる。国内の調査例では、40cm の試料が年間に 12cm 生長（つまり全体では 1.3 倍に生長）したという（Ino et al. 2003）。

引用文献 原田浩・梅本信也・種坂英次. 2002. 和歌山県古座川町「一枚岩」の巨大ヘリトリゴケ. *Lichenology* 1(1): 33./ Ino Y., Fujii M., Nakao Y. & Yoshida M. 2003. Mode of elongation growth of *Usnea longissima* Ach. on Mt. Kushigata, central Japan. *Lichenology* 2(1): 1-4.

10. 地衣類の生育基物と生育地，分布

10-1. 生育基物

地上生・岩上生・樹皮着生・生葉上生

地衣類は、土・岩・木の幹や枝・葉など、様々な基物上に生育する。土の上に生える場合は地上生、岩の上は岩上生、木の幹や枝は樹皮着生である。葉の上は生態的に非常に特殊な場所であるという考えから、そこに生える地衣を特に区別して生葉上（せいようじょう）地衣と呼ぶ。

どの基物に生えるかは地衣類の種によってだいたい決まっている。たとえば、ハナゴケ属であれば地上生であることが多く、キゴケ属やイワタケ属であればほとんどが岩上生である。しかし、必ずしも厳密なものではなく、たとえばウメノキゴケやマツゲゴケ、あるいはトリハダゴケ属やムカデゴケ科では、同じ種が木の幹にも岩の上にも生えることは決して珍しくはない。

10-2. 垂直分布

日本の中央部には暖温帯から高山帯まで見られるが（図 10-1）、各々の植生帯によって出現する地衣類の種類は異なる。

暖温帯（丘陵帯）—— 関東では標高 700 m 以下の低地が暖温帯と考えられている。従って千葉県ほぼ全域が属すと考えてほぼ間違いない。シイやカシなどの常緑広葉樹が優占する照葉樹林が自然植生と見なされる。照葉

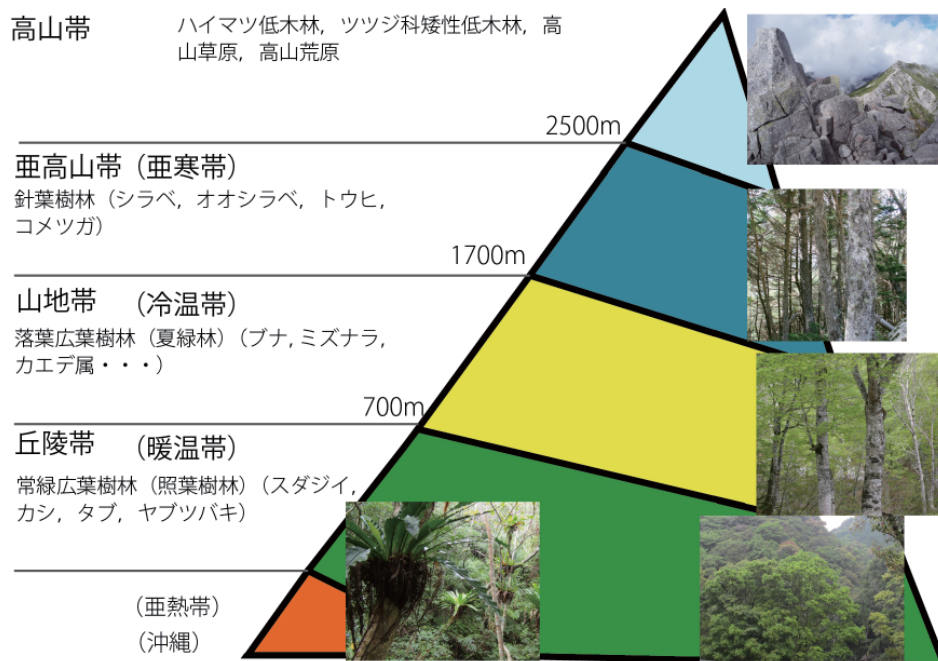
樹林は一般に林内が暗いため地衣類はあまり見られないが、代わって林縁など明るい場所には種数量ともに多くなる。代表種は次の通り：〔葉状地衣〕ウメノキゴケ、マツゲゴケ、コナヒメウメノキゴケ、トゲウメノキゴケ、コフキデリナリア。〔痂状地衣〕コナイボゴケ、ダイダイサラゴケ、モジゴケ類。

冷温帯（山地帯）—— 関東では標高 700 ~ 1700 m 程度にあり、ブナを主体とする落葉広葉樹林が自然植生と考えられている。照葉樹林に比べ林内であっても明るく、一般に地衣類は豊富である。代表種は次の通り：〔葉状地衣〕カブトゴケ類（ナメラカブトゴケ、ヘラガタカブトゴケなど）、エビラゴケ類（ヤマトエビラゴケなど）、テリハヨロイゴケ、カラクサゴケ類（カラクサゴケ、ナメラカラクサゴケなど）、テリハゴケ、アンチゴケ属（サボテンアンチゴケ、アンチゴケ、セスジアンチゴケ）、センシゴケ、トコブシゴケ属（トコブシゴケなど）。〔樹状地衣〕カラタチゴケ属（カラタチゴケなど）、ヨコワサルオガセ、バンダイキノリ、ミヤマクグラ。

ブナの幹は、灰色や白などのモザイク模様で覆われることで知られているが、実はこれはブナの樹皮そのものではなく、痂状地衣によるものである。場合によると数十種類の地衣類が 1 本のブナの木に生えることも珍しくない。例えば：〔痂状地衣〕チャシブゴケ類、クロイボゴケ、トリハダゴケ属、クサビラゴケなど。

亜高山帯—— 関東では標高 1700 m ~ 2500 m の間が亜高山帯とされている。シラベ・オオシラベ・トウヒな

図 10-1. 垂直植生帯。



どを主体とする針葉樹林が自然植生と見なされる。ここでは幹や枝から垂れ下がる懸垂性の樹状地衣が多い：ナガサルオガセ、ホネキノリ、ハリガネキノリ、フジキノリ、ニセシダレキノリなど。

また、垂れ下がらないがやはり樹状地衣のヤマヒキノリの頻度も高い。樹幹や枝に生える葉状地衣にも特徴的な種類が多い：リボンゴケ属（リボンゴケ、ヒメリボンゴケ、フクロゴケモドキなど）、スルメゴケ、ウスカワゴケ、ウスバトコブシゴケ。

林床は蘚類のマットで覆われることが多く、このような場所には大型の葉状地衣のウスバカブトゴケやツメゴケ属が多い。また、針葉樹の倒木が朽ち始めると、これにハナゴケ属のウグイスゴケがよく生えるし、また痾状地衣のアオシモゴケも頻繁に見られる。

高山帯 —— 日本の高山に果して真の高山帯が存するかは議論の分かれるところであるが、ここではハイマツ帯と呼ばれる場所を高山帯として話を進めたい。

ハイマツの樹皮には小形の葉状地衣のハイマツゴケとコナハイマツゴケの黄色い地衣体がよく目立つ。

岩には多くの地衣が生える。種数も多く比較的目立つ大型種としては、葉状のイワタケ属（オオイワブスマ、イワブスマなど）と樹状のキゴケ属（ユビキゴケ、ハイイロキゴケなど）が挙げられる。また、ブナの樹幹と同様に多くの痾状地衣に覆われるが、なかでも黄色いチズゴケは色彩的に良く目立つ。

地上には多くのハナゴケ類が見られる。規模は小さいながらも、その光景はツンドラ地帯に共通するものといえる。その他にもエイランタイ類やムシゴケ属など代表的な種類がある。

10-3. 水平分布

北極のツンドラ地帯ではハナゴケ類などの地衣類は地上の植被の主役となることがあり、トナカイの餌としても有名である。日本でも、高山の地上では同じくハナゴケ類がとても目立つ存在である。また、深山の木の幹や枝から垂れ下がるサルオガセ類は比較的よく知られている。こんなことから、地衣類は寒いところの生物というイメージが強いようだが、必ずしもそうではない。寒帯から温帯、そして熱帯まで、最も広い範囲で見られる生物の一群である。

丘陵帯に見られる地衣類の世界的な分布を見ると、汎熱帯的である種が多い。つまり熱帯地方に広く分布しているのである。ただ、熱帯では、低地ではなく山地に分布しているので、熱帯山地・暖温帯型分布と言えよう。

山地帯の地衣類には、いろいろな分布パターンが見られるが、代表的な分布型は、東アジア型と、東アジア・

北米東部型である。東アジア型には、ヒマラヤ東部（中国雲南省周辺）を分布中心とし、日本まで分布を広げているというものが多い。ナメラカブトゴケなどカブトゴケ属やトコブシゴケ属に多い。また、韓半島や台湾、サハリンなど日本周辺と共通して分布する種群もある。東アジア・北米東部型としては、トコブシゴケ属などに知られている。また、例外的に *Cetrelia monachorum* は、東アジア・北米東部・ヨーロッパの3箇所に隔離分布している。

亜高山帯の針葉樹に樹皮着生する地衣類の特徴的な分布型としては、ハリガネキノリのようにヒマラヤ周辺からシベリアにいたるユーラシア大陸北東部に広く分布し、北米北部にも広く分布する、東アジア・北米型分布が挙げられる。ホネキノリは東アジアではさらに東部に分布は限られ、アメリカ大陸では中米から北米南部に分布するという、少し奇妙な分布域を示す。ニセシダレキノリは日本固有であるが、シダレキノリでは、東アジア（日本・台湾）と北米西部に分布が極限している。

日本の“高山帯”の地衣類の多くは周極分布をする。つまり、ユーラシア大陸（アジア・ヨーロッパ）と北米大陸の高緯度に広く分布するもので、正しくは周北極分布というべきであろう。ハナゴケ、ミヤマハナゴケなどがその例である。なかには両極分布といい、北半球だけでなく、南半球にも分布する種が知られている。

日本に産する地衣類の世界的な分布については、原田（2001）によって類型化されているので、詳細については、論文を参照するとよい。

引用文献. 原田浩. 2001. 日本産地衣類の生物地理. *Bunrui* 1(1・2): 35-55.

11. 特殊環境の地衣類

地衣類は極地や高山、砂漠など、多くの生物にとって極めて過酷とみえる環境に生育することがよく知られている。バイキング1号の着陸機が火星探査をした1980年頃には、火星にすむ生き物としては、地衣類のようなものならといったことが話題になったこともある。

国内には極地や砂漠はないが、それ以外にも極限と言えるような特殊な環境に地衣類は生きている。例えば、火山・温泉地の硫気孔の近くは、植物は生えることはできないが、地衣類のイオウゴケ *Cladonia vulcani* が群落を作る。

水辺もまた、特殊な環境である。種子植物に水生植物があるように、地衣類にも水辺に特有の種類が知られている。水辺でも特に、海岸と河岸とが地衣類にとって重要な生育地であるので、各々について解説する。

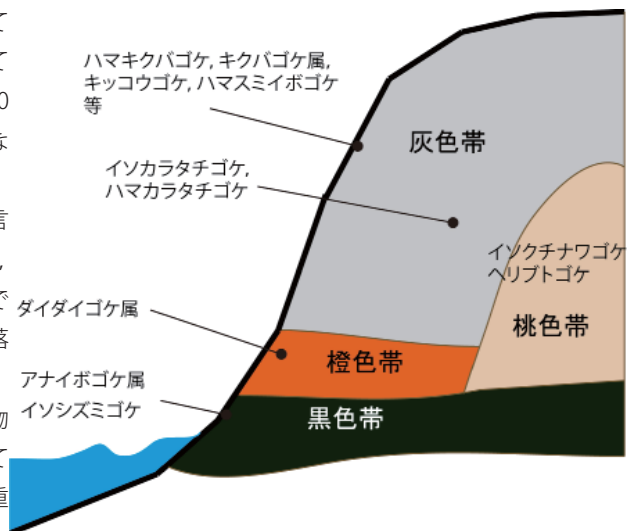


図 11-1. 岩石海岸における地衣類が卓越する垂直分布帯。

Karoonia saxiet. <痂状>キッコウゴケ *Diploschistes actinostomus*, ハマスミイボゴケ *Buellia yoshimurae*.

文献: 原田浩. 2016. 日本産海岸生地衣類. 垂直分布帯と種多様性 (予報). *Lichenology* 14(2): 163-166.

海岸生地衣類

海の生き物は陸上には住めない。また、陸の生物は海の中には住めない。その間にある空間が海岸であり、とても特殊な環境であることに間違いはない。

ヨーロッパでは、潮間帯から飛沫帯にかけて特有な地衣類が岩上に生育し、それらが帯状に分布することがよく知られている。通常は、潮間帯の上部には黒い帯があり、その上の飛沫帯にはオレンジ色の橙色帯がある。黒色帯はアナイボゴケ属の一種 *Verrucaria maura* で、オレンジ色はハマダイダイゴケ属 *Xanthoria* である。黒い帯の更に下にもアナイボゴケ属の別の種や、他の属の地衣類 (*Pyrenocollema sublitorale*, *Lichina pygmaea*) も見られる。オレンジ色の帯の上は、灰緑色・灰白色など様々な地衣類が混ざり合う灰色帯。ここに出現する種の中には内陸にも見られるものも含まれる。

一方、日本の海岸生地衣類については未だ充分に研究されていないが、これまでの著者による野外調査の経験から、概ね図 11-1 に示すような地衣類の分布帯が認められた。黒色帯にはアナイボゴケ属と、イソシズミゴケが認められる。橙色帯はダイダイゴケ属が優占する。

桃・褐色帯はより日陰となる環境に位置し、ここには、地衣体が桃色に帯びたイソクチナワゴケと褐色のヘリプトゴケ (両種ともリトマスゴケ科) などが優占する。

灰色帯の出現種としては以下のような種が知られている。<樹状>イソカラタチゴケ *Ramalia litoralis*, ハマカラタチゴケ *R. siliquosa*. <葉状>ハマキクバゴケ

淡水生地衣類

淡水生地衣類とは、淡水環境に生育する地衣類という意味であるが、実際には河川中・上流の定期的に水没する岩上に生育する地衣類のことを指している (図 11-2)。更に、高頻度で水没する位置に生育する種を狭義の淡水生種 (aquatic freshwater species)、低頻度で水没する位置に生育する種を半淡水生種 (semi-aquatic freshwater species) と呼ぶ (原田 2016)。日本産の淡水生地衣類としては、アナイボゴケ科をはじめとする被果地衣 (被子器を作る地衣類) と、藍藻を共生藻とする藍藻地衣が多い。

被果地衣としては、13 属 29 種が認められている (原田 2016)。このうち大型種で目立つ唯一の種は、葉状のカワイワタケ *Dermatocarpon miniatum* である。日当たりのよい河畔岩上に多い。同様の環境には、鱗片状のサワノミドリゴケ *Endocarpon japonicum* や、痂状のヤマトアナイボゴケ *Verrucaria nipponica*, ミドリサネゴケ *Staurothele iwatsukii* などが生育する。森林内のより暗い環境では、狭義の淡水生種として、ゴマダラサワイボゴケ *Verrucaria rheitrophila*, サワイボゴケ *V. denudata* が代表種である。森林内で水際から少し離れると、マルゴ

ケ属 *Porina* が多くなる。

藍藻地衣のうち、葉状ではミタキレンダイゴケ *Lichinella hondana* とキセガワノリ *Thyrea asahinae*、ミズアオキノリ *Leptogium rivale* が知られている。痂状の藍藻地衣は多様だが、まだほとんど研究されていない。

文献： 原田浩．2016. 日本産淡水水生被果地衣類の検索表. *Lichenology* 14(2): 129-144.

特殊な岩石に生える地衣類

一口に岩上生と言っても、全ての岩上生地衣が同じ種類の岩石に生えるわけではない。とりわけ特殊と考えられるのは石灰岩であることから、そこに生育する地衣類を、石灰岩生地衣類と呼ぶ。

石灰岩生地衣類として知られるのは、アナイボゴケ科（アナイボゴケ属、ミドリサネゴケ属、カワイワタケ属、エンドカルポン属など）と、ラン藻を共生藻とする地衣類が多い。例を挙げる：

〔アナイボゴケ科〕クロミゴケ *Scleropyrenium japonicum* など。〔ラン藻を共生藻とする地衣類〕カワホリゴケ属（ウスバイシバイワノリ *Collema latzelii*）、アカツブノリ *Synalissa symphorea*、イシバイキセガワノリ *Thyrea confusa*。

直接に石灰岩に生えるわけではないが、石灰岩上の蘚苔類のマットの上や、石灰岩の間にたまった土などに生える地衣類も好石灰性と思なされる。例を挙げる：〔ラン藻を共生藻とする〕ヒメトサカゴケ *Leptogium lichenoides*、ナミガタイシバイワノリ *Collema undulatum*、オオイシバイワノリ *C. auriforme*。〔アナイボゴケ科〕ミドリゴケ *Endocarpon pusillum*。

また、蛇紋岩も植物の生育に関しては特殊な岩石として知られる。そこに生える地衣類について十分に調査されているわけではないが、一般に種数が少ないと考えられている。蛇紋岩に特徴的に現れる地衣類としては、アナイボゴケ科のクロウラカワイワタケ *Dermatocarpon vellereum* が北海道夕張岳などから、ミヤマカワイワタケ *D. tuzibei* が岩手県早池峰山などから知られる。

普通の岩の上も、木の上も特殊

石灰岩・蛇紋岩といった植物学上、特殊と考えられている岩石だけでなく、砂岩や花崗岩などでさえも、その上は特殊と言え特殊である。湿り気の多い場所なら、種子植物やシダが生えることもあるし、藻類や蘚苔類もよく生えるが、日当たりの良い岩だと、こういった生き物はほとんど見られない。特に夏の直射日光は、岩の表

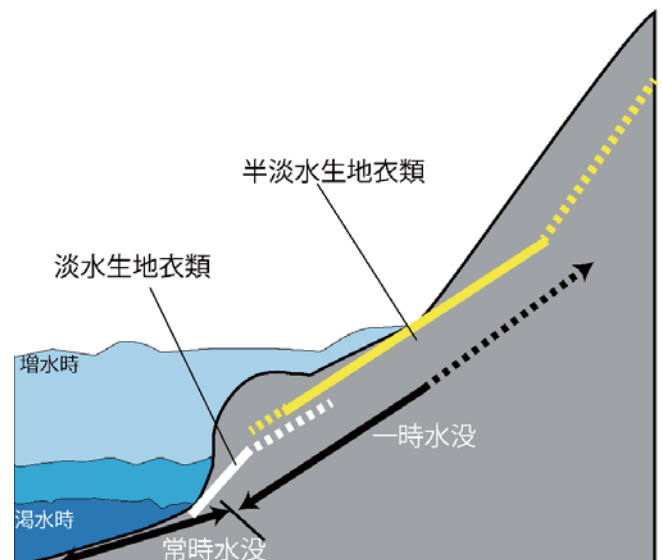


図 11-2. 河川上流の河畔における淡水生地衣類の生育場所

面付近を高温にする。そのような場所であっても、地衣類は生育することができる。

木の幹や枝も同様で、霧がかかりやすかったりして空中湿度が高い立地なら、ランやシダをはじめとした着生植物が繁茂することがある。蘚苔類も多い。しかし、開けた、より乾燥した場所では、こういった植物はほとんどなくなり、地衣類だけが生育することができる。生長が遅い地衣類にとっては、このような場所は、他の植物に覆われることなく時に何十年も安定した環境を提供してくれるのだ。

12. 都市の地衣類と環境指標

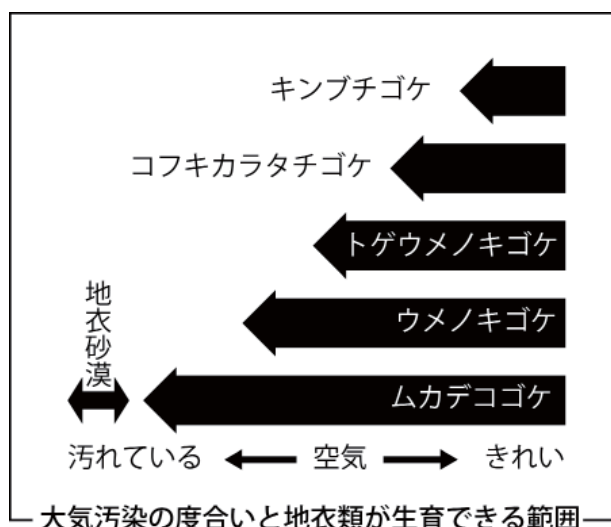
12-1. 大気汚染と地衣類の消長

ヨーロッパでは、地衣類が大気汚染によって都市から姿を消すことが100年以上も前に知られており(Nylander 1866), 地衣類を大気汚染の指標生物とする試みが盛んに成されてきた。

最も広く行われているのは、出現する地衣類の種組成から、その場の大気の清浄度(汚染度)を言い当てようという方法である。地衣類が大気汚染に弱いと言われても、全種が同等に弱いわけではなく、種類によって大気汚染に対する耐性が異なる。そこで、ある地衣類が、どの程度大気汚染に対し強いのか、あるいは弱いかを調べ、大気汚染度との対応表を作る。今度は、ある場所の地衣類相を調べ、そこに現れる地衣類の中から最も大気汚染に弱い種類が、その場所の大気汚染度を反映すると考えるのである。

日本でも、大気汚染の指標として注目されてきた地衣類がある。それはウメノキゴケである。ウメノキゴケは、日本では暖温帯を中心に広く分布し、高頻度に出現する種類である。また大形種で、近縁種との区別が容易であることから、野外調査に適した材料と言える。ウメノキゴケは、大気汚染の進んだ都市部や工業地帯では姿を消し、郊外には出現している。その分布から汚染の状況を知ろうとする試みが各地で成されている。ウメノキゴケ以外には、マツゲゴケ・キウメノキゴケ・コフキヂリナリアなどが指標種とする試みがなされている。

千葉県においても、大気汚染と地衣類の分布を直接比較したような調査はほとんどないが、これまでの野外調査の結果からは、おおよそ以下のように見てよいと思う。最も大気汚染が激しく、全く地衣類が分布しない地域は



地衣砂漠と呼ばれる。千葉県でどこがそれにあたるかは明確ではない。次いで、大気汚染が進んでいる場所で最初に見られるのは、ムカデコゴケなどである。このような種は、大気汚染の著しい場所にだけでなく、空気のきれいな場所まで幅広く生育が可能である。次いで見られるのは、ウメノキゴケである。他にはナミガタウメノキゴケ、コフキヂリナリア、フィスキア オリエンタリス、コナイボゴケなどが同様に分布する。これらよりもやや空気のきれいな場所にしか出現しないのは、トゲウメノキゴケやコナヒメウメノキゴケである。次いで、コフキカラタチゴケなど、一方、最も空気がきれいな場所にしか出現しないのは、キンブチゴケ、カプトゴケ属、サルオガセ属などと考えられる。

都市部では、岩の上も、土の上も、木の上も、総じて地衣類が少なくなる。中でも木につくものは、大気汚染の影響を直接受けやすいと考えられ、指標生物として優れているとみなされる。

引用文献. Nylander W. 1866. Les lichens du Jardin du Luxembourg. Bull. Soc. Bot. Fr. 13: 364-372.

12-2. 市街地に出現する地衣類

市街地の樹木には殆ど地衣類が着生していない。しかし、地衣類の生育場所は木の上に限られるわけではなく、他にも土や石などに生える種類がある。土や石に生育する地衣類は、大気汚染の影響は直接に受けにくいと思われるが、都市では殆ど見られなくなる。これは、大気汚染と言うよりも、むしろ酸性雨の影響であろうか。

このような市街地であっても、地衣類が生育する場所がある。それは、コンクリート上である。市街地でもコンクリート上に地衣類が生育できる理由は、次のように考えられている。コンクリートの原料である石灰岩は、炭酸カルシウムを主成分とし、アルカリ性のため、酸性を中和することができる。つまり、酸性雨や大気汚染の原因物質とされる亜硫酸ガスや硝酸などの作用を緩和する働きがある。

コンクリートのしみ——都市の中にあって、地衣類が最も繁茂している場所は、コンクリートの上だ。その代表が、ツブダイダイゴケとミドリゴケ属。前者はオレンジ色でとても目立つが、後者は乾燥時は褐色、湿ると緑っぽくなる。

両者は都市部でもとてもポピュラーで、東京都心部でもごく普通に見られる。

12-3. 都市の地衣類相の回復

千葉県立中央博物館の位置する千葉市中央区青葉町は、高度経済成長期には大気汚染が深刻な地域であった。その当時は、大気汚染のために多くの地衣類が死滅したと想像される。その後の環境対策により、大気の状態は大幅に改善された。しかし現在の大気環境で生育できるはずの地衣類が再び見られるかという点、必ずしもそうとは言い難い。例えばウメノキゴケは、谷津の斜面林には見られない。ウメノキゴケの場合には、子嚢胞子が主要な繁殖手段と考えられるが、もしかしたら子嚢胞子が生きて到達できないのか、到達できても発芽・地衣化の過程がうまく行かないのかもしれない。

しかし、地衣類が人為的に都市に運び込まれているこ

ともあると思われる。それは、植樹や庭石などとともに、その基物に生えている地衣類が運ばれるという可能性である。博物館の周りに従来から生えている樹木にはウメノキゴケやマツゲゴケは生えていないが、博物館周辺が造成された1990年頃（あるいはそれ以降）に植樹されたウメヤケヤキなどには生えているということがそれを物語っている。

大気環境が一時よりも改善されている都市部では、子嚢胞子などによる自然散布による地衣類相回復だけでなく、このような植樹や庭石などとともに不作為の人為により地衣類が移入される影響がかなりの比重を占めているのではないかと想像される。

13. リトマスと地衣成分

13-1. リトマスと地衣成分

リトマスはリトマスゴケという地衣類から作られる。それは、リトマスゴケがエリスリンなどの化学成分を含んでいて、これを「発酵」させることによって生産される。このような地衣類の化学成分は、地衣類に特有のものと考えられ、地衣成分、あるいは地衣酸と呼ばれている。

地衣成分は薬学の分野において注目され、その研究は19世紀から20世紀にかけて大いに発展した。それはまた、地衣類の分類の研究と深く関わりを持つこととなった。中には朝比奈泰彦のように、本来は薬学の研究者でありながら、その知識と技術を活かし、地衣類の分類の研究者として歴史に名を刻んだ者も現れた。

既に非常に多くの地衣成分が知られ、構造決定されたものは約700に上るという（Huneck & Yoshimura 1996）。

13-2. 化学分類

地衣の種により、含まれる地衣成分の種類が異なるため、地衣類の分類形質に用いられてから久しい。このような分類は、化学物質（ここでは地衣成分のこと）に着目した分類であることから、化学分類学と呼ばれる。

地衣類の化学分類は、19世紀のヨーロッパに始まる。フィンランドの地衣学者ニランダー（Nylander 1866）が、呈色反応のCテスト（さらし粉の水溶液による反応）とKテスト（KOH水溶液による反応）を用いたのが最初で

あった。また、顕微結晶法も間もなく始められたが充分なものではなく、20世紀に入って朝比奈（1936-1940）により確立された。朝比奈は、呈色反応のPテストの考案者でもある。更に1960年代になって薄層クロマト法が始められ、カルバーソン（C. Culberson）らによって確立され、地衣成分の同定が容易になった。

また近年では、高速液体クロマトグラフィーも使用されるようになり、分析精度は格段に向上した。しかし、非常に高価な器械であり、地衣類の同定には実用的ではない。

呈色反応——「原色日本地衣植物図鑑」（吉村 1974）のウメノキゴケの説明を見ると、・・・「皮層はK+黄、髄はK-、C+赤、P-」とある。これは上述の呈色反応を指している。またその直後には「アトラノリンとレカノール酸を含む」とある。ウメノキゴケの皮層にはアトラノリンが含まれ、これがKテストにより黄色となる。一方、髄層にはレカノール酸が含まれ、これがC+赤の反応を生み出す。このように、皮層と髄層とで含有成分が異なるため、図鑑に皮層と髄層の呈色反応を区別している場合には、実施時に注意しなくてはならない。

顕微結晶法——地衣類の体には多量の地衣成分が含まれることが多いが、スライドガラス上に地衣体の断片を置いて、アセトンを注ぐだけで、簡単に抽出することができる（図13-1 A）。しかも、これを適当な試薬で封入しプレパラートを作ると、その成分特有の結晶を形成

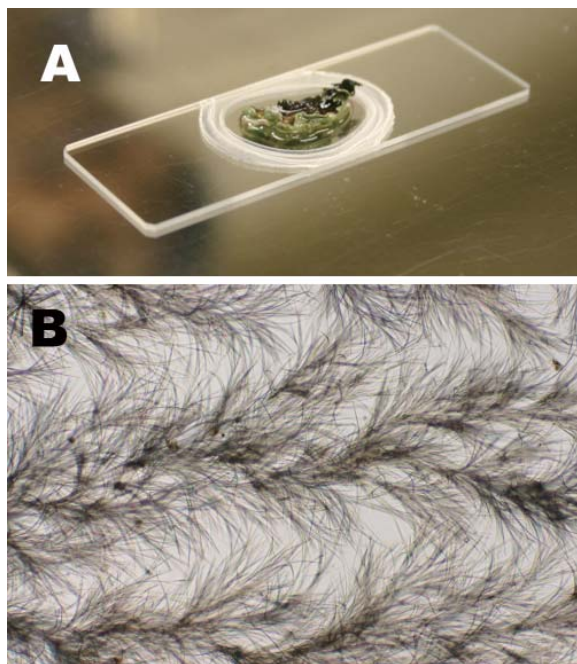


図 13-1. ウメノキゴケの地衣成分. スライドガラス上の地衣体にアセトンを注ぐと、地衣成分が析出する (A). これを集めて、スライドガラス上で再結晶させる (B)

するので、顕微鏡下で簡単に観察することができる。また、封入液の種類を別のものにすると、違った形の結晶を生じることもある。図 13-1 B は、ウメノキゴケから抽出したエキスを G E 液で封入加熱してできたレカノール酸の結晶の顕微鏡写真である。このようにして結晶の形から地衣成分を同定する方法が顕微結晶法である。

薄層クロマトグラフィー (TLC) — ペーパークロマトグラフィーでは濾紙を使うが、薄層クロマトグラフィーではガラスやアルミの板にシリカゲルの粉末を塗布した薄層プレートを使用する。

ガラスタンクに浅く展開溶媒を満たし、薄層プレートのシリカゲル層をゆっくりと溶媒が上がっていくと、成分ごとに別々の高さに分かれていく。展開ただけで見えるのは、色素だけである (図 13-2A)。これに希硫酸を噴霧し、オープンで焼くと、あぶり出しの要領で、色素以外のスポットも現れてくる (図 13-2B)。Culberson 等によって標準化された方法では、3 種類の溶媒を用いる。同一成分であっても、溶媒によって移動する高さは異なる。

3 つの溶媒におけるスポットの位置と、硫酸噴霧加熱後の色によって、成分を同定する。

呈色反応では地衣成分のおおまかなグループ分けまでしか分らず、顕微結晶法でも区別できない成分が多かったり指導を受けないと難しい方法であるのに対し、薄

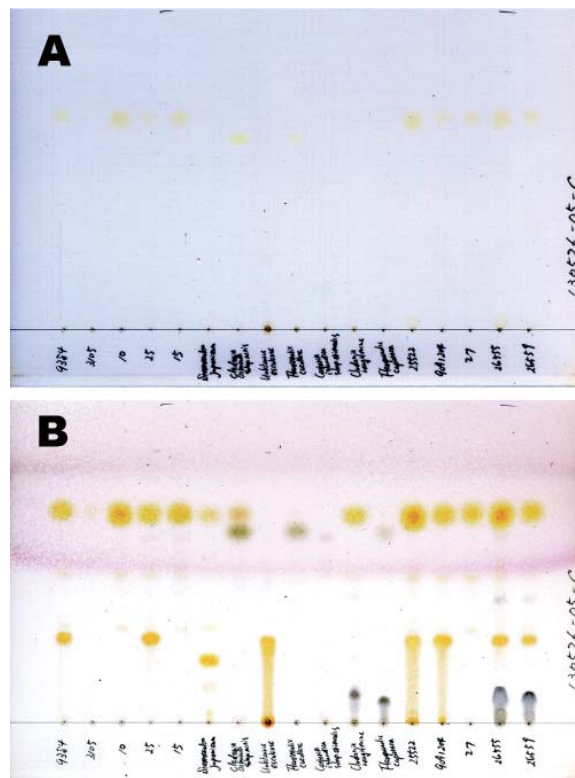


図 13-2. 薄層クロマトグラフィー像. 展開後 (A) には色素のみが見える。硫酸噴霧加熱後 (B) には、様々な成分のスポットが現れる。

層クロマトグラフィーはより多くの地衣成分を区別できる。

文 献. Asahina Y. 1936. Mikrochemischer Nachweis der Flechtenstoffe (I). J. Jpn. Bot. 12: 516-525./ Asahina Y. 1936b. ____ (II. Mitteil.). J. Jpn. Bot. 12: 859-869./ Asahina Y. 1937. ____ (III. Mitteil.). J. Jpn. Bot. 13:529-536, pl. II./ Asahina Y. 1937b. ____ IV. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 13: 855-861, pl. V./ Asahina Y. 1938. ____ V. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 14:39-44, pls. I-II./ Asahina Y. 1938b. ____ VI. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 14:244-250, pl. IV./ Asahina Y. 1938c. ____ VII. Mitteilung. J. Jpn. bot. 14: 318-323, pl. IV./ Asahina Y. 1938d. ____ VIII. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 14: 650-659, pl. V./ Asahina Y. 1938e. ____ IX. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 14: 767-772, pl. VI./ Asahina Y. 1939. ____ X. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 15: 465-472, pl. I./ Asahina Y. 1940. ____ XI. Mitteilung. J. Jpn. Bot. 16: 185-193./ Culberson C.F. 1972. Improved conditions and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. J. Chromatography 72: 113-125./ Culberson C.F. & Johnson A. 1976. A standardized two dimensional thin-layer chromatographic method for lichen products. J. Chromatography 128: 253-259./ Culberson C.F. & Johnson A. 1982. Substitution of methyl tert-butyl ether for diethyl ether in the standardized thin-layer chromatographic method for lichen products. J. Chromatography 238: 483-487./ Culberson C.F. & Kristinsson H.D. 1970. A standardized method for the identification of lichen products. J. Chromatography 46: 85-93./ Huneck G. & Yoshimura I. 1996. Identification of lichen substances. 493 pp. Springer-Verlag, Berlin./ Nylander W. 1866. Circa novum in studio Lichenium criterium chemicum. Flora 49: 198-201./ 吉村庸. 1974. 原色日本地衣植物図鑑. 349 pp., 48 pls. 保育社, 大阪市。

14. 地衣類の利用

14-1. 食用等

イワタケなど日本の例 —— 食べられる地衣類として最も有名なのはイワタケ (*Umbilicaria esculenta*) である (図 14-1)。明治時代 (1893 年) に三好学が新種記載し、佐藤正巳がヨーロッパに紹介してからは、食用地衣類としては地衣学者の間では世界的にも有名になった。北海道から九州まで分布し、主に山地帯の岩壁に生



図 14-1. イワタケの生態。(千葉県立中央博物館蔵、レプリカ)



図 14-2. 出羽三山で岳海苔とよばれるエイランタイ。

える。特に、埼玉県の奥秩父と、四国の面河溪は、イワタケの産地として名が知られていた。

東北のある地方ではバンダイキノリ (*Sulcaria sulcata*) を食べるという。バンダイキノリは冷温帯のブナ林などで、木の幹や枝に生える樹状地衣である。山形県の出

羽三山周辺では、エイランタイ *Cetraria islandica* subsp. *orientalis* を岳海苔 (だけのり) と呼んで、山伏が利用する伝統的な食材であった (図 14-2) (島立他 2015)。

引用文献. 島立理子・原正利・原田浩. 2015. 出羽三山では岳海苔 (エイランタイ) を食べる. *Lichenology* 13(1): 9-11.

聖書のマンナ —— 一説によると、聖書に出てくる“マンナ” (あるいはマナ) は、地衣類の一種 *Lecanora esculenta* との説がある。本種は西アジアの乾燥地帯の岩上に生える地衣類であるが、生長すると岩からはがれやすくなる。風によって一箇所に大量に集められ、10cm 以上の厚さに積もることが何度も記録されている。この時は、簡単に多量に集められるので、人間や羊の食用に供されてきたという。

中国雲南地方の食用地衣 —— 雲南省は、中国の中でも少数民族が多いことで知られている。当地では、様々な地衣類が食用に供されていることが明らかになってきた。カラタチゴケ *Ramalina conduplicans* とヒロハカラタチゴケ *R. sinensis* は樹花と呼ばれ (図はその料理)、ナメラカブトゴケ *Lobaria orientalis* などのカブトゴケ類は老龍皮と呼ばれ、雲南省の都市部においても民族料理として提供されている (Wang et al. 2001)。そのほか、バンダイキノリ *Sulcaria sulcata* (図 14-3)、アオキノリ属、オオオニノヒゲ *Bryoria confusa* などさまざまな地衣類が食用とされている (Wang 2004, Wang & Harada 2008)。一部は、常食と言うより飢餓時の非常食といった性格のものもあるようだ。

また、著者が 2009 年に雲南省の南西部に調査で訪れた時に、現地の人々が山から下りてくる途中で出会った。



図 14-3. 雲南で食べたバンダイキノリの冷菜。この地衣は樹髪と呼ばれていた。



図 14-4. 雲南の山中で会った現地の男性が食べるために採ってきた様々な地衣類。

彼が手にする袋の中には、様々な地衣類が入っていた（図 14-4）。彼によると、時々、こういったものを食べなくなり、山に採りに行くのだという。日本における山菜のような存在なのだろう。当地には、村の近くの山、つまり里山には、食用向きの地衣類が多量に生育していることが、このような「地衣食文化」を生み出していると考えられる。

中国のチベットの周辺では、ムシゴケ (*Thamnolia vermicularis*) を雪茶と称し、これに熱湯を注いで茶のように飲む習慣がある。中国茶の代用品とみられるが、薬用的な性格もあるらしい。その一つにダイエット効果があるとされ、90年代の健康食品ブーム時には、日本に輸入されたことがある。また、中国雲南省では *Lethariella* 属の地衣類を紅雪茶と称し、同様に飲用に供している。（Wang et al. 2001）

引用文献. Wang L.-S. 2004. *Bryoria confusa* (lichenized Ascomycota, Parmeliaceae) as a food for man and monkey in Sichuan and Yunnan, China. *Lichenology* 3(1): 25-26./ Wang L.-S., Narui T., Harada H., Culberson C.F. & Culberson W.L. 2001. Ethnic uses of lichens in Yunnan, China. *Bryologist* 104(3): 345-349./ Wang L.- & Harada H. 2008. Ethnic uses of lichens in Yunnan (2). *Sulcaria sulcata*. *Lichenology* 7(1): 31-34.

14-2. トナカイのえさ

北極地方のツンドラ地帯を中心に棲むトナカイ *Rangifer tarandus* にとって、地衣類は重要な食料である。トナカイは、十分に植物を得ることができない冬の間、主にハナゴケ類（ハナゴケ：*Cladonia rangiferina*）などの地衣類を毎日3～5キログラムを食べるとも、餌の50%以上が地衣類だともいわれる（Richardson & Young 1977）。ツンドラ地帯では、ハナゴケ類を中心とする地衣類が地上を広く覆っており、特に冬場は他の植物より

量的に豊富ようだ。このような地衣類を利用することによって、トナカイはツンドラ地帯で生きていけるのである。

トナカイが餌にするハナゴケ類をレインディアライケンと呼ぶが、そもそも英語でレインディアとはトナカイの意味であり、従って、レインディア ライケンを直訳すればトナカイゴケとなる。

引用文献. Richardson D.H.S. & Young C.M. 1977. Lichens and vertebrates. In Seaward M.R.D. (ed.), *Lichen ecology*, pp. 121-144. Academic Press, London.

14-3. 狼除け

Letharia vulpina（レタリア・ウルピナ）（図 14-5）は英語では wolf lichen（狼+地衣）と呼ばれる。北欧では、この地衣を狼除けに使ったという（Smith 1921）。要領はこうである。死んだ羊などの体内にこの地衣とガラスの粉末の混合物を詰めて、凍結期に狼の生息地に放置する。腹をすかせた狼が食べると、*Letharia vulpina* の有毒成分 vulpinic acid が効いて死んでしまうという仕掛けだ。ガラスによって、狼の口内に傷をつけ、効きやすくしようということらしい。



図 14-5. *Letharia vulpina*（レタリア・ウルピナ）

学名の *vulpina* はキツネを意味する。キツネの駆除にもこの地衣を使ったために名づけられたようである。

聖書のマンナの話の影響によって、地衣類が非常時の食料として利用できると信じられ、軍隊のマニュアルにも飢餓食として地衣類を利用するように書かれたことがあったという。中には有毒な地衣類もあることが忘れ去られていたのだ。

引用文献. Smith A.L. 1921. *Lichens*. 464 pp. University Press, Cambridge.



図 14-6. リトマスゴケ

14-4. リトマスと地衣染め

地衣類を知らなくても、リトマス試験紙を知らない人はほとんどいないだろう。リトマスはある種の地衣類からつくられる染料であり、これを濾紙にしみこませたものがリトマス試験紙である。

ヨーロッパでは古代よりリトマスゴケ（図 14-6）から青色色素が作られていたのだが、いったん技術が失われ、14 世紀初頭にフロレンスの商人 Federigo によって偶然に再発見された。この染料の使用をフロレンスに導入するとともに、製造技術を独占し、莫大な富を築き、Orcellarii 家の基礎を築いた。後に、Rucellarii あるいは Rucellari と呼ばれ、これがのちにリトマスゴケの学名 *Roccella* のもととなった。製品（液体）は *orseille* と呼ばれ、英語の *orchil* のもととなった。リトマスゴケには多数の種が含まれ、ヨーロッパの海岸の岩上に生えているものが使われたが、後に 15 世紀になると大西洋のカナリー諸島やアフリカの北部ならびに西部の海岸からも得られるようになった。

ヨーロッパ各地には同様の染料があつて、その一つがリトマス *litmus* である。液体の *orchil* などとは異なり、リトマスは固形であり、以下のように作ったという。材料の地衣類を細かく碎き、尿素液に浸し、定期的に攪拌し、発酵させ色素ができると（ここまでは同じ）、石灰、水酸化カリウムなどを加え、ブロック状に固めて乾燥させたものがリトマスである（Smith 1921）。

リトマスなど地衣由来の青色染料は、20 世紀になって石油からアニリンが合成できるようになるまでは、青色染料の主流であった。特に 19 世紀に生産は最も盛んであった。当初原料として使用されていた地中海沿岸のリトマスゴケは殆ど採り尽くされてしまった。最近ではアフリカ西岸やマダガスカルで採れるリトマスゴケを使用している。

リトマスゴケには、エリスリンという地衣酸が含まれており、これが化学反応を経て、赤ないし青色のリトマスになる。この他にも、ジロフォル酸やレカノール酸といった地衣酸からもリトマスを作ることができる。つまりリトマスゴケでなくても、このような地衣酸を含みさえすれば、リトマスを作ることができる。例えば、イワタケはジロフォル酸を含み、ウメノキゴケやナミガタウメノキゴケもレカノール酸を含んでいるので、これらの地衣類からもリトマスを作ることができる。ヨーロッパでは、イワタケの仲間や、ニクイボゴケ属など様々な地衣類が利用されていた。

本節は以下の文献を基にした。Smith A.L. 1921. *Lichens*. 464 pp. University Press, Cambridge.

14-5. 香水

北海道の針葉樹林にみられるツノマタゴケ (*Evernia prunastri*。図 14-7) は、日本では殆ど利用されていないが、ヨーロッパではオークモス (Oak moss) とも呼ばれ、香水の原料として重要である。ツノマタゴケは、ユーゴスラビアやフランスなどを中心に年間約 1 万トンが採集されている。これらはドイツなどの工場で香水の原料となる成分が抽出され、パリやニューヨークにも送られ香



図 14-7. ツノマタゴケ
Evernia prunastri



図 14-8. 装飾に利用されるミヤマハナゴケ。そのまま、あるいは着色されて販売される（左）。リースに利用した例（右）。千葉県立中央博物館企画展「驚異の地衣類」から。

図 14-9. ミヤマハナゴケ



水にブレンドされているのだという (Hale 1983)。また、石鹼に香料として混ぜられることもある。

引用文献. Hale M.E.Jr. 1983. The biology of lichens. 3rd ed. 190pp. Edward Arnold, Melbourne.

14-6. 医薬品

生物を医薬品として利用することは古くからなされてきたことである。今でもそれが特に盛んなのは中国であり、日本でも漢方薬の名で親しまれているものがそれである。その中には地衣類も幾つか含まれている。丁恒山 (1982)『中国薬用孢子植物』では、ハナゴケ・ミヤマハナゴケ・ウメノキゴケ・イワタケなど 16 種の地衣類が薬用植物として扱われている。

北欧でも地衣類が民間薬として利用されてきたという。そのような伝統もあって、地衣類の成分に関する研究も盛んであった。その結果、サルオガセ属やハナゴケ属などに含まれるウスニン酸という成分から、抗生作用のある製剤「ウスノ」の製品化となった。しかしウスニン酸にはかぶれる人も居るので、間もなく製造中止に至ったという落ちもついている。

北欧ではエイランタイ (*Cetraria islandica* subsp. *islandica*) は伝統的に喉の薬として利用されていた。ハーブティーやハーブ酒が伝統的なもので、近年では錠剤も作られている。

14-7. 装飾用として

ミニチュアの鉄道模型などにミヤマハナゴケ (*Cladonia stellaris*, 図 14-9) を用いることがある。地上生の樹状地衣で、よく枝分かかれし、ちょうど樹木のような形であることから、着色して、立木に見立てるのである。この地衣は、日本では高山にしか生えないので多くはないが、フィンランドなどの北欧諸国ではごく普通の種類であ

り、多量に集められて世界各地に輸出されている。

最近日本でも用途は広がり、リース作りや、フラワーアレンジメントの素材として使われるようになった。図 14-8 の左はアイスランドモスなどの名で販売されていたミヤマハナゴケ。右は、これを使用したリース。

14-8. 苔松

正月には松を飾るのは日本の伝統である。正月用の松にウメノキゴケなどの「こけ」が付いたものは、苔松と



図 14-10. 苔松。千葉県立中央博物館企画展「驚異の地衣類」から。

呼ばれ珍重されている。地衣類は生長が遅いため、コケが付くほど長く生きた松であると考えられ、長寿の消長ととらえられていたようである。正月用の松のセリは通称「松市」と呼ばれているが、苔松はそうでない松よりも倍ほどの値段がするのだという。このため、松の生産者は、松の枝にウメノキゴケなどを貼り付けることもある

のだそうだ。図14-10は、千葉県立中央博物館の企画展「驚異の地衣類」（2003年2月～5月）での展示の様子。（大石2003）

引用文献、大石秀子、2003、苔松と松市、Lichenology 2(1): 35-36.

15. 動物と地衣類の関わり

哺乳類の餌として

トナカイがハナゴケなどを主要な食料とすることは既に述べた。他の草食獣、なかでもシカ類が時に地衣類を食べることは、世界各地から知られている。日本ではホンシュウジカやエゾシカが個体数を増加し、各地で植生に多大な影響を及ぼし始めている。そのような状況下で、地衣類も餌とされ影響を受けているようである。おそらくは、餌不足時に地衣類を食べているものと想像される。

雲南キンシコウ——中国雲南省北西部の山岳地にのみに棲む雲南金絲猴（滇金絲猴、黒金絲猴とも）は、地衣類を食料としていることが近年知られるようになってきた。地衣類を常食とする猿が知られたのは初めての例だった。

この猿が棲むのは、標高4000m近い場所で、モミ属など常緑針葉樹林が広がり、霧がかかりやすい環境である。ナガサルオガセやハリガネキノリ属をはじめとした大型の地衣類が、樹幹・樹枝上に多量に着生しており、この猿にとっては入手しやすい資源であることは間違いない。

昆虫等と地衣類

蛾の幼虫の中には、地衣類を餌にするものが知られて



図15-1. ゴンゲンゴケにかくれるシラホシコヤガの幼虫。

いる。コケガの仲間は、昆虫図鑑では「こけを餌にする」と書かれていることが多いが、この「こけ」の多くは地衣類のことを指すと考えられる。

シラホシコヤガの幼虫も地衣類を餌にしている。しか



図15-2. マツゲゴケにかくれるコケオニグモ



図15-3. 痲状地衣にかくれるコマダラウスバカゲロウの幼虫

し、それ以上に面白いのは、この幼虫が体表面に地衣類の粉芽などを身に着け、周りの地衣類に擬態していることである。図 15-1 は、ゴンゲンゴケ上に潜むシラホシコヤガ(両端を矢印で示した)の写真である。体の表面には、ゴンゲンゴケのパスチュールの破片を貼り付けている。

コケオニグモ(図 15-2)も、地衣類に擬態しているようである。体の色と、表面の模様が、マツゲゴケなどの

葉状地衣によく似ている。

樹の幹や枝にウメノキゴケなどの葉状地衣が着生すると、樹皮と地衣体の隙間に様々な昆虫が潜むことがあう。時にカイガラムシ類が多量に樹皮に寄生し、基物樹木に悪影響を及ぼすこともある。このため、地衣類が樹木を枯らす悪者と濡れ衣をかけられることが多い。

16. 千葉県立中央博物館における取り組み

千葉県立中央博物館では、地衣類について以下のように取り組んできた。

1) 調査研究事業「房総の地衣類誌」

千葉県内における自然環境を記録することを、県立博物館としての使命と位置づけ、調査研究事業「房総の自然誌」が開館後まもなくスタートした。その中で、地衣類については「房総の地衣類誌」という事業を立てた。

開館(1989年2月9日)当初は、千葉県内にどのような地衣類が分布しているのかとまった情報はほとんど無かった。そこで、「房総の地衣類誌」では、まず、県内に分布する地衣類のリストを作ることを目標とし、以下のように進めた。

1) 文献調査。日本産地衣類に関する文献を手当たり次第にチェックして、千葉県産地衣類に関する情報を抜き出し、その情報を検討する。

2) フロア調査(地衣類相調査)。ある地域について、そのどのような種が生育するかを現地調査し、採集した標本を調べて、その結果をもとにリストを作る。

3) 分類学的研究。もともとの専門としていたアナイボゴケ科や上のフロア調査によって得られた分類学的に興味深い種類の標本について、分類学的な検討を行う。また、そのような標本を狙って野外調査を実施する。

目録としては、地衣類の学名リストとそれを報告した文献からなる、「千葉県産地衣類のチェックリスト」としてまとめた。一方、フロア調査や分類学的な研究成果は、博物館の研究報告や学術雑誌などに論文として発表した。これによって千葉県から新たな種の記録が増えたため、「千葉県産地衣類のチェックリスト」は、何年かに一度改定する必要があった。

開館前には千葉県からの記録は131種だったのが、2017年末には305種となった。他県と比較すると、例えば443種記録された栃木県のように千葉県よりも種数

が多いところもある。しかし、解明率では恐らく千葉県が全国一のレベルまで達したものと考えている。

新発見としては、これまでに千葉県産標本に基づき、1新属を含む以下の31新種(6目11科18属に及ぶ)を発表した。これは、原田のみ、あるいは共同研究者とともに研究した成果だ。

Anisomeridium japonicum H.Harada ヤマトニセゴマゴケ

Cresponea japonica A.Sakata & H.Harada ヒメカシゴケ

Cresporhaphis chibaensis H.Harada ニセマルゴケ

Dimerella kawanae H.Harada & Vezda ヒメダイダイサラゴケ

Distopyrenis japonica H.Harada コザネゴケ

Endocarpon neopallidulum H.Harada コバノミドリゴケ

Endocarpon nigromarginatum H.Harada クロブチミドリゴケ

Endocarpon superpositum H.Harada ヒメミドリゴケ

Graphidastra japonica A.Sakata & H.Harada アシカゴケ

Gyalidea kawanae H.Harada & Vezda カワナコザラゴケ

Gyalideopsis chibaensis H.Harada

Gyalideopsis japonica H.Harada & Vezda スゲガサゴケ

Hyalopyrenia japonica H.Harada シロザネゴケ

Leptogium bosoense H.Harada ヒメアオキノリ

Leptogium chibaense H.Harada ノミノアオキノリ

Leptogium kiyosumiense H.Harada キヨスミカワキノリ

Lithothelium japonicum H.Harada ヒメサネゴケ

Mazosia japonica A.Sakata & H.Harada ミキノフシアナゴケ

Pseudocalopadia chibaensis H.Harada & A.Sakata

Psoroglaena japonica H.Harada ヤマトムキミゴケ

Strigula nipponica H.Harada イワマンジュウゴケ

Thelidium chibaense H.Harada チバノマルミゴケ

Thelidium japonicum H.Harada マルミゴケ

Thelidium radiatum H.Harada マルミゴケモドキ

Verrucaria allantoides H.Harada

Verrucaria capitulata H.Harada ボウズアナイボゴケ

Verrucaria craterigera H.Harada コナアナイボゴケ

Verrucaria halochlora H.Harada

Verrucaria kiyosumiensis H.Harada キヨスミサワイボゴケ

Verrucaria marinomuralis H.Harada ハマイボゴケ

Verrucaria takagoensis H.Harada タカゴサワイボゴケ

また、日本で記録が無かった種として、千葉県から 8 種を報告した。

県外からは、以下の 37 種を新種記載した。

Agonimiella pacifica H.Harada マユゴケ

Buellia numerosa O.Watanuki & H.Harada

Buellia subnumerosa O.Watanuki & H. Harada

Buellia yoshimurae A.Higashi et al. ハマスミイボゴケ

Cyanopyrenia japonica H.Harada シミズゴケ

Dermatocarpella yoshimurae H.Harada

Endocarpon japonicum H.Harada サワノミドリゴケ

Endocarpon minutum H.Harada コミドリゴケ

Endocarpon ramulosum H.Harada オオバミドリゴケ

Gyalecta kibiensis H.Harada & Yoshim. キビノサラゴケ

Gyalidea izuensis H.Harada イズコザラゴケ

Gyalidea japonica H.Harada & Vezda コザラゴケ

Gyalidea oosumiensis H.Harada オオスミコザラゴケ

Gyalidea pacifica H.Harada & Vezda コザラゴケモドキ

Gyalideopsis lunata H.Harada ヒゲナシヒゲゴケ

Mazosia bruguierae A.Sakata & H.Harada オヒルギフシアナゴケ

Porina flavonigra H.Harada クロマルゴケモドキ

Porina tosaensis H.Harada コゲチャマルゴケ

Porina yambaruensis H.Harada ヤンバルマルゴケ

Porina yoshimurae H.Harada ヨシムラマルゴケ

Pyrenocollema japonicum H.Harada タニガワシズミゴケ

Scleropyrenium japonicum H.Harada クロミゴケ

Scleropyrenium kurokawae H.Harada ヒメクロミゴケ

Staurothele iwatsukii H.Harada ミドリサネゴケ

Strigula aquatica H.Harada サワマンジュウゴケ

Strigula maritima H.Harada シオマンジュウゴケ

Thelidium izuense H.Harada イズマルミゴケ

Thelidium pacificum H.Harada ウシオマルミゴケ

Trypetheliopsis yoshimurae H.Harada クロウメボシゴケ

Verrucaria igii H.Harada イギサワイボゴケ

Verrucaria iwatsukii H.Harada イワツキハマイボゴケ

Verrucaria izuensis H.Harada イズサワイボゴケ

Verrucaria minuscula H.Harada ケシツブアナイボゴケ

Verrucaria miyagiensis H.Harada ミヤギウシオイボゴケ

Verrucaria praeviella H.Harada サイゴクハマイボゴケ

Verrucaria sanrikuensis H.Harada サンリクハマイボゴケ

Verrucaria yoshimurae H.Harada ヨシムラサワイボゴケ

また、国外からは、以下の 24 種を新種記載した。

Bryoria fastigiata Li S.Wang & H.Harada 中国雲南省

Bryoria hengduanensis Li S.Wang & H.Harada 中国雲南省

Dermatocarpella yunnana H.Harada & L.S.Wang 中国雲南省

Endocarpon globosum H.Harada & L.S.Wang 中国雲南省

Graphis albocolpata M.Nakan. & H.Harada 北マリアナ連邦

Graphis dicarpoides M.Nakan. & H.Harada 北マリアナ連邦

Graphis fissurata M.Nakan. & H.Harada 北マリアナ連邦

Graphis pandanicola M.Nakan. & H.Harada 北マリアナ連邦

Graphis saipanensis M.Nakan. & H.Harada 北マリアナ連邦

Gyalideopsis formosana H.Harada & Vezda 台湾

Mazaediothecium mohamedii H.Harada & Yoshik. Yamamoto マレーシア

Porina aggregata P.M.McCarthy & H.Harada 北マリアナ連邦

Pyrenula flagellata H.Harada 北マリアナ連邦

Staurothele honghensis H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Staurothele yunnana H.Harada & L.S.Wang 中国雲南省

Tania mohamedii H.Harada & Yoshik. Yamamoto マレーシア

Thelidium luchunense H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Thelidium sinense H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Thelidium yunnanum H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Trichothelium marianense H.Harada 北マリアナ連邦

Verrucaria gongshanensis H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Verrucaria honghensis H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Verrucaria luchunensis H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

Verrucaria nujiangensis H.Harada & Li S.Wang 中国雲南省

原田 浩. 1994c. 千葉県産地衣類のチェックリスト. 千葉県中央博自然誌研報 3(1): 89-96.

原田浩. 2008. 都道府県別地衣類チェックリスト (4). 千葉県. Lichenology 7: 103-123.

原田浩・坂田歩美. 2016. 「千葉県産地衣類チェックリスト」第 4 版, 補遺. 千葉県地衣類誌資料 (2): 3-4.

2) 千葉県内における種多様性の評価, 保全へ

このような成果は、いわゆる千葉県レッドデータブックやレッドリスト〔「千葉県の保護上重要な野生生物ー千葉県レッドデータブッカー植物・菌類編 (2009 年改訂版)」

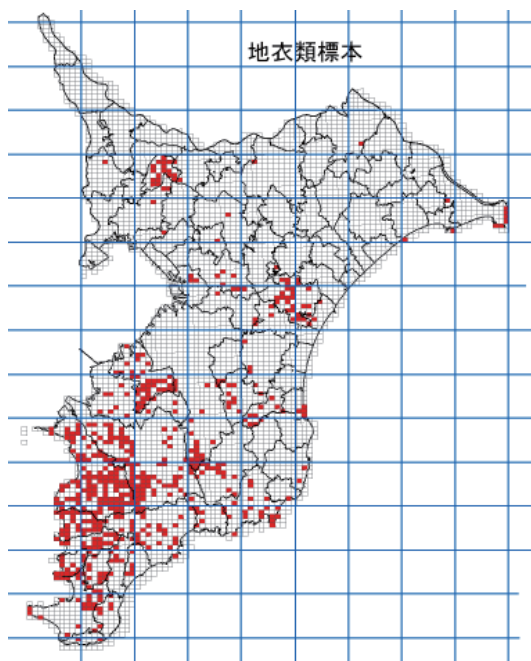


図 16-1. 千葉県は 5340 の 3 次メッシュからなる。地衣類標本を採集したメッシュを塗りつぶした。

等) に反映され、千葉県の野生生物の保全事業に貢献している。

県では、「生物多様性地理情報システム」を構築し、3 次メッシュ (= 基準地域メッシュ、あるいは 1km メッシュ) を単位として県内に生育・生息する生物の分布情報を収集・管理し、保全に活用している。3 次メッシュは東西・南北とも約 1km だが、千葉県全域では 5340 メッシュに達する。地衣類についてこの全メッシュを調査することは到底できないが、なるべく全域を評価できるよう、県内各地において分布調査を実施していく予定である。

3) 標本庫の構築



図 16-2. 地衣類標本庫の一角 (第 3 収蔵庫内)。金属ロッカーに標本を収納するが、入りきらないものはプラスチックケースに入れる。



図 16-3. 地衣類標本ロッカーの引き出しに、標本 packets をカードのように収納。

こういった調査において、標本を収集することはとても重要である。なぜなら現地での同定が困難な種が多いからである。また、同定が容易と現在は考えられている種であっても、後世に新たな事実が発見され、再検討が必要となる可能性もある。また、同定間違いもあるかもしれない。調査結果の信頼性を高めるためには、やはり、標本は必須なのである。

これを安全に保存するとともに、また活用できるように管理することが、標本庫、ひいては博物館の重要な役割である。

このような地衣類リスト作り、分布調査以外にも、当館では、①分類の研究に関わる標本と、②日本産地衣類の標本の収集に努めてきた。

①分類の研究は標本を対象とすることから、標本庫とは切っても切れない関係にある。原田は地衣類の分類、アナイボゴケ科を専門としてきたことから、特にその標本を多数収集し分類を明らかにしてきた。その他にも多くの分類群を手掛けたが、全て当館で保管している。

②日本産地衣類 (アナイボゴケ科を含めて) の分類解明は、大きな研究テーマである。また、市民の興味に対する回答を得るためにも、日本産地衣類のできるだけ多くの種の標本を収集することが理想と考えている。

このような活動の結果、現在では千葉県産標本を 1 万 4130 点、県外は 2 万 7630 点、日本産は計 4 万 1760 点収集し、当館の第 3 収蔵庫内に収蔵している。

地衣類って何？
千葉県立中央博物館 平成 29 年度植物学講座「地衣類って何？」資料
編著：原田 浩
2018 年 3 月 4 日