

菌類のはなし

三 浦 宏一郎

1. 動物・植物・菌類

菌類（カビ・キノコ・コウボの類）の生物全体の中での位置づけは、最近かなり合理的なものになってきました。伝統的には生物は動植物の二群に大別され、菌類は動物の中に位置づけられてきました。このような処置は日常感覚の上では同意できますが、下等生物についての知見が増加するにつれて具合が悪くなってきました。特に菌類については、これが四万を超える大群であり、生態系の中で独自の地位を占めているにもかかわらず、なにか例外的でつてたりのような生物という認識を作りだしていました。

しかし今日では、少なくとも多細胞生物は三つの群として認識することが一般的となってきました。すなわち、動物、植物、菌類です。動物は固形物を摂取することによって栄養生活を営み、細胞は細胞壁のない裸出相、多細胞体は“はめこみ体制（前川文夫氏）”をとっています。植物は栄養生活の手段として光合成を営み、細胞は細胞壁のある包膜相、多細胞体は“つみ重ね体制”をとっています。これらに対して、菌類は可溶性有機物や、菌体外酵素の働きで可溶性となった有機物を吸収して生活し、細胞は包膜相、栄養体は多核体をなしています。つまり、栄養体は隔壁を欠いたり、隔壁のある一細胞列の菌糸という形をしていても隔壁にはいろいろな構造の孔があいていて、細胞質は一続きになっています。以上の三群がそれぞれ系統的にまとまった自然群かどうかは必ずしも速断できませんが、三者は少なくとも進化の方向が違うとまると言えます。

2. 菌類のいろいろ

菌類について簡単に紹介するために、いくつかの代表的な菌類の写真と生活環の模式図をお目にかけます。ただし、いろいろな点でこれらの代表のようでないものも多々ありますので、この点はお含みの上で御覧いただきたいと思います。

a. ツボカビ類（図1-A、図2-A）

この仲間は主として水生の菌類です。栄養体は一般に菌糸の形をとりませんので、カビというイメージから遠いと思います。無性的には鞭毛を使って泳ぐ孢子（遊走子）で増殖しますが、鞭毛は電子顕微

鏡観察で尾型鞭毛といわれる型のものが遊走子後端に1本ついているのが特徴です。有性生殖のしかたはいろいろですが、有性生殖の産物として多くは休眠孢子嚢という厚膜の細胞を形成し、後に遊走子が出てきます。

b. 卵菌類（図1-B、図2-B）

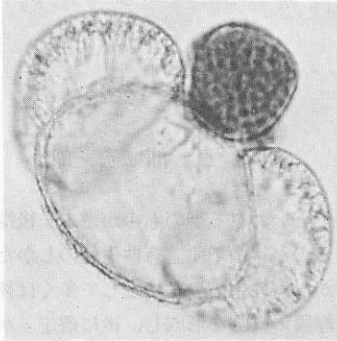
この仲間も基本的には水生の菌類です。栄養体は菌糸状でないものから、無限生長をする隔壁のない菌糸を作るものまで、いろいろです。無性生殖は尾型と羽型の二本の鞭毛を側面につけた遊走子によります。一般的な有性生殖の方法は、生卵器と造精子の接着により造精子中の精核を生卵器中に送りこんで、厚膜の卵孢子を作ります。卵孢子からは後に遊走子が出てくるのが普通です。

c. 接合菌類（図1-C、図2-C）

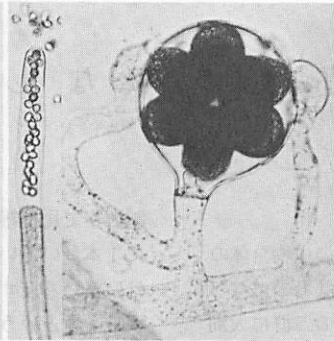
この仲間は陸生の菌類です。主に隔壁のない菌糸の形をしています。典型的な無性生殖は、袋（孢子嚢）の中に鞭毛のない孢子（不動孢子）が作られることによります。有性生殖では配偶子嚢と呼ばれる側枝が、内部に配偶子を分化させることなく直接に接合（合体）して、厚膜の接合孢子ができます。

d. 子囊菌類（図1-D～G、図2-D）

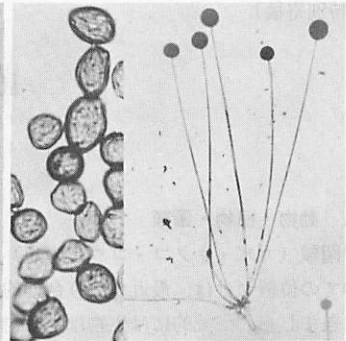
この類はたいへん多様な大群で分かりにくいので、酵母などの変わり者は除外して話を進めます。栄養体は無限生長をする菌糸の形をとり、菌糸には隔壁がありますが、隔壁には特徴的な孔があって全体として多核体のようになっています。有性生殖のしかたはいろいろですが、結果として先ず $n+n$ の菌糸を生じ、最終的に生じた $2n$ の細胞で減数分裂が起こり、この細胞内に孢子（子囊孢子）を作ります。 $n+n$ の菌糸は n の菌糸組織に包まれて発達し、全体は子囊胞子のできるキノコ（子囊果）となります。子囊果にはいろいろな型があり、大きさもいろいろです。図1-Dのように完全に閉じた子囊果（閉子囊殻）、図1-Eのような先端に開口部をもつ子囊果（子囊殻）、図1-Fのように開いた子囊果（子囊盤）などがあります。図1-Gは特に子囊（中に子囊胞子を生じた細胞）に特徴があり、子囊胞子を放出する時に子囊壁は内外二枚の別々の膜に分かれますので、二重壁子囊と呼んでいます。



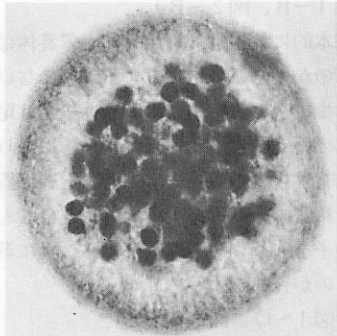
A. フタナシツボカビ(松花粉上)



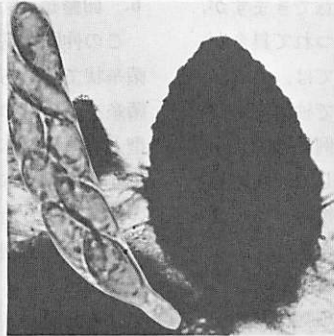
B. ミズカビ



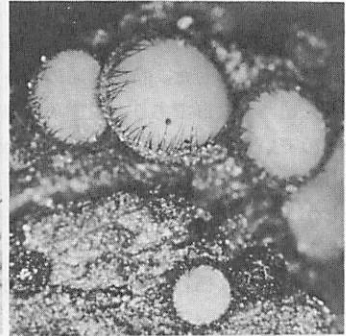
C. クモノスカビ



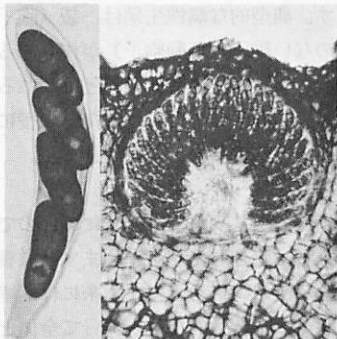
D. サルトリア



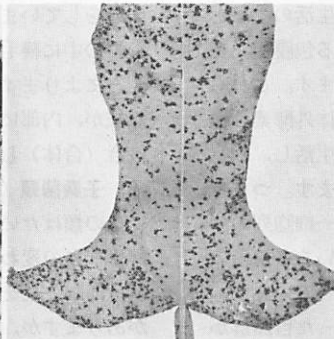
E. コニオケータ



F. アラゲコベニチャワಂತケ



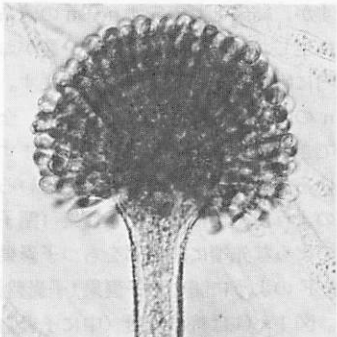
G. ドチデア



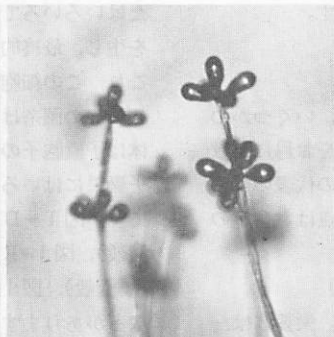
H. サビキン(オオミゾソバ上)



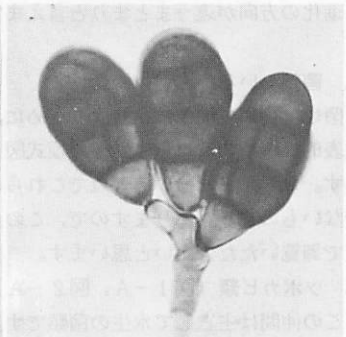
I. シロオニタケ



J. コウジカビ



K. アルスロボトリス



L. ウロクラジウム

図1. 菌類のいろいろ

多くの子囊菌類では、菌糸上に分生子と呼ばれる脱落性の細胞が外生的に（胞子囊といった袋の中にはなく）作られて、散布されます。これも胞子の一種ですが、子囊胞子やシダの胞子のように有性生殖（核融合）の後始末（減数分裂の産物）という形で作られたものではなく、いわば栄養体生殖のようなものと考えて良いでしょう。シダでは胞子という段階を経ないと次の有性生殖につながりませんが、分生子は有性生殖を含む環をたどるのに不可欠ではありません。このような分生子は、ツボカビ類や卵菌類の栄養体にできた遊走子や、接合菌類の栄養体にできた不動胞子と生活環の上で類似した位置を占めます。分生子は子囊胞子と形態的にもたいへん異っており、図1-Dに示した閉子囊殻を作るサルトリアが分生子を作ると、コウジカビの形をとります。

e. 担子菌類（図1-H~I, 図2-E）

この仲間の栄養体も無限生長をする菌糸です。菌糸には隔壁はありますが、やはり孔があいています。菌糸には核相の上から二型が区別されます。n の菌糸は減数分裂の結果生じた胞子（担子胞子）が発芽して生じます。n + n の菌糸は一般にn の菌糸が直接に接合（一種の有性生殖）して生じ、独立して栄養生活を営みます。このn + n の菌糸の一部が後にキノコ（担子器果）を作り、そこに生じた2n の細胞は減数分裂して胞子（担子胞子）を外生します。野外で目につくキノコの大部分は担子器果と考えてよいのですが、担子菌類でもキノコという構造を作らないものもあり、また作っても必ずしもキノコ形をしているとは限りません。担子菌類にも、n やn + n の菌糸に分生子を作るものがあります。

f. 不完全菌類（図1-J~L, 図2-F）

子囊菌類や担子菌類の有性生殖やキノコ形成は、性的な条件（厳密には和合型）だけでなく、キノコという複雑な構造を発達させる条件なども必要としますので、野外や実験室でいつでもみられるというものではありません。通常の栄養生活だけを営んでいる時には、隔壁のある栄養菌糸や分生子がみられるだけです。このままでは、子囊菌類が担子菌類かさえ判断しかねることになります。実際、隔壁のある菌糸と分生子形成の時代（不完全時代）だけが知られていて、子囊形成や担子器形成の時代（完全時代）が未知のままの菌が多数あります。これらは分生子形成があれば他との区別くらいはつきますので、一応学名を与えて不完全菌類という人為的な群に一括してあります。中国では不完全菌類のことを半知菌類と呼ぶそうですが、なかなかうまい命名だと思います。

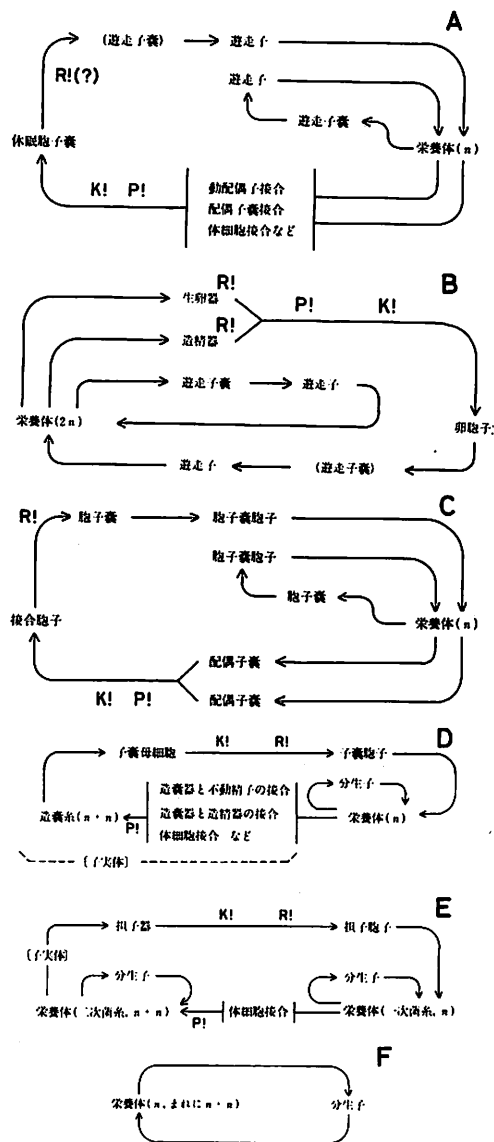


図2. いろいろな菌群の代表的な生活環（P!, K!, R!はそれぞれ細胞質融合、核融合、減数分裂の位置を示す）。A. ツボカビ類； B. 卵菌類； C. 接合菌類； D. 子囊菌類； E. 担子菌類； F. 不完全菌類（三浦, 1981）。

います。もし不完全菌類に新たに完全時代が見つかりますと、子囊菌類や担子菌類の新種として正式に分類されることになります。不完全時代と完全時代というのは、決してシダの胞子体（無性世代）と配偶体（有性世代）に対応するものではなく、図2-D, Eにみるように別な環として描かれる点を特に御注意下さい。

不完全菌類の分類は分生子柄や分生子の形態（色、

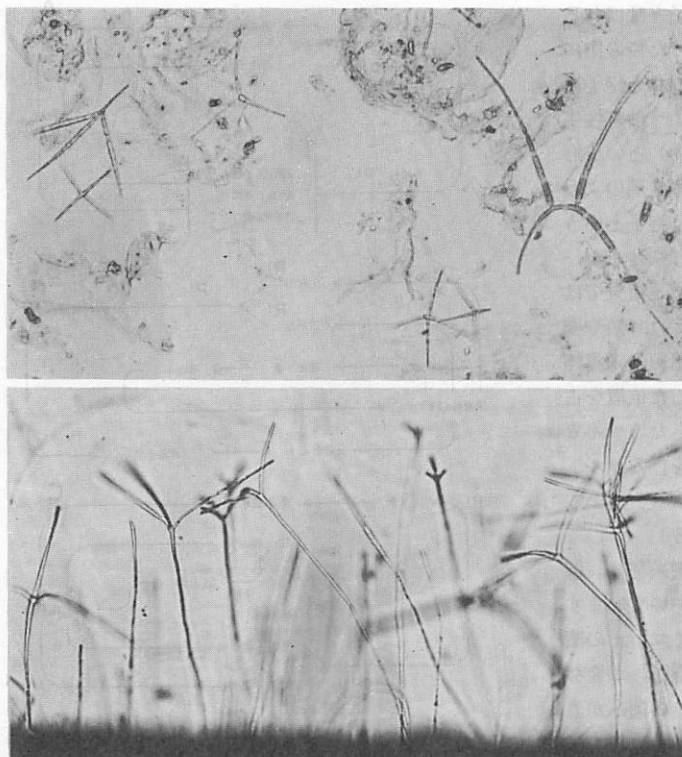


図3. 水生不完全菌類の分生子. 浮き泡中のもの
(上)と水中の腐葉上に形成されたもの(下).

形,細胞数など)のほか,今日では分生子ができてくるしくみ(分生子型)が安定な形質として重視されています。

いろいろな菌群の種類の概数は次の通りです。

ツボカビ類	575
サカゲカビ類	15
卵菌類	550
接合菌類	600
子囊菌類	15000
担子菌類	12000
不完全菌類	15000

(Ainsworth, 1971)

3. 水生不完全菌類

上に示した全菌類のうち,水生の菌類は2%足らずといわれています。その大部分は遊走子を作るツボカビ類や卵菌類に属しますが,不完全菌類の中にも「水生不完全菌類」と総称できるような菌群の存在することが知られています。以下に,この菌群の発見のいきさつや生活史のいくつかの局面を簡単に紹介してみたいと思います。

a. 発見のいきさつ

水生不完全菌類が初めて学会に報告されたのは,英国の菌学者C. T. Ingold氏によって1942年のことでした。この論文発表に先立つ1940年,氏はたまたま英国 Leicestershire, Cropston の Donkey Brookという小川にみられる「浮き泡」を調べていました。浮き泡の中には水中の懸濁物が濃縮されており,この中にみられるアメーバに寄生するツボカビの一種の研究が目的でした。ところが,この浮き泡の中に奇妙な形態のいろいろな菌類胞子が多数観察されたのです。その大多数は枝分れをした胞子で,最も普通な形はテトラポッド形(あるいはテトラポッド形に近い四射形),その他に樹状のものや立体的にゆるいラセンを巻いた胞子も観察されました。何か月かの後,これらの胞子の源がつきとめられました。この小川に沿って生えているハンノキ(*Alnus glutinosa*)の落葉が川底に沈んでいて,奇妙な胞子はこの水中腐葉に生育しているカビの

作りだしたものであることが判明したのです。

菌類,特にカビの状態にあるものの研究の常道として純粋培養がおこなわれ,これらの菌類に共通したいくつかの基本的性格が明らかになりました。これらの菌類は通常の寒天培地上で容易に生育し,栄養体は隔壁のある枝分した菌糸からなります。ほとんどのものは寒天培地上では胞子形成をおこなわず,菌糸体を培地ごと切り出して水中に投入すると速やかに胞子を形成します。この胞子は分生子であり,水中で発達・離脱・散布されます。つまり,これらの菌類では栄養生活・分生子形成・分生子の離脱や散布が水の中を中心におこなわれているらしいのです。また,テトラポッド形などの分生子の形態がどのようにして形づくられるのかも追跡されました。

Ingold氏はこれらの知見を13属16種の記載とともに英国菌学会報に発表,さらに30年以上にわたって英国を中心に研究をすすめられました。1950年代に入ってから,合衆国や日本の研究者も加わり,さらに世界各地へと研究が拡がりました。今日,全世界でおよそ60属160種,日本からはおよそ35属55種が知られています。なお,これらの種類中には,

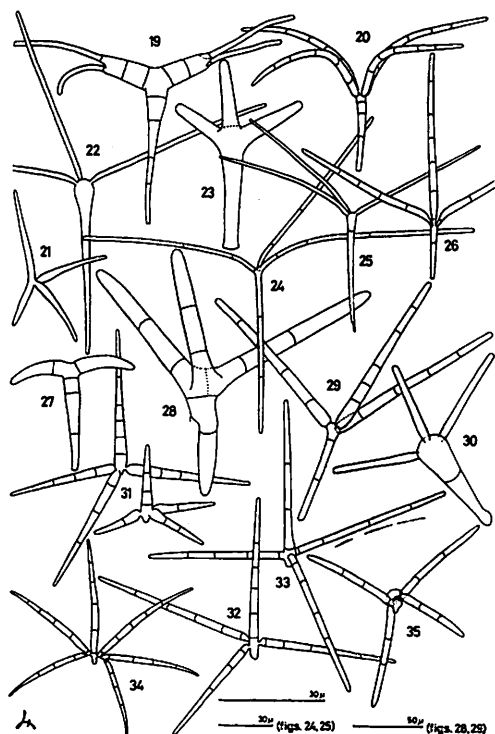


図4. 浮き泡中に観察された水生不完全菌類の分生子の若干例 (三浦, 1974)

Ingold 氏の研究以前に記載された種も10種足らずありますが、この菌類が「水生不完全菌類」の総称名で呼ばれるにふさわしい生態的特徴をもった菌群であり、水中の落葉落枝に普遍的な菌類フロラを構成しているのを明らかにしたのは Ingold 氏です。換言すれば、氏はこれまで誰も知らなかった自然の新しいヒダを開いてみせたわけです。

b. 生育場所と生育基質

水生不完全菌類の最も良好な生育場所として知られているのは、山間の溪流です。水がきれいで人為的汚染がほとんどなく、通気の良い水であれば池沼でも良らしい。生育基質はこれらの水域の水中に沈んだ落葉落枝、特に落葉性広葉樹が良好です。落葉では、水中に沈んで一週間ぐらいのものから葉脈だけになったものまでに観察されます。菌糸は主として葉脈中に生育するものと思われます。近年、溪流から離れた林内の落葉上からも、いろいろな種類の胞子が報告されてきています。林内落葉の隙間の水の層も、これらの菌類にとっては（少なくとも湿った季節には）十分広大な水域であるのかも知れません。

採集・観察の方法はこの紙面では省略しますが、落葉落枝や浮き泡を材料として、ほとんど何の技術

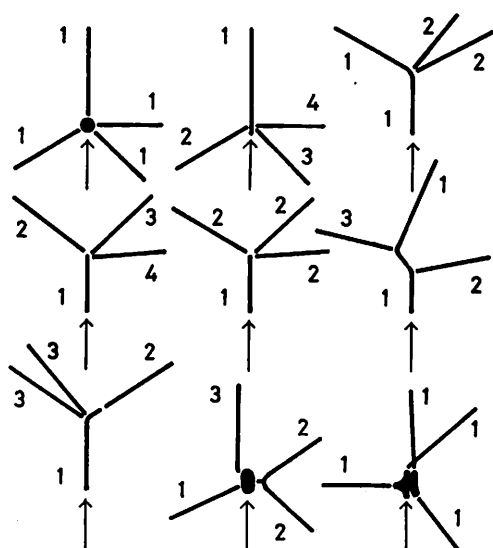


図5. 若干のテトラポッド形分生子の形態形成順序を示す模式図 (矢印は分生子柄への付着点を示す)

も機器・薬品もなしにやれますので、興味のおありの方は末尾の文献を御参照下さい。

c. 分生子

水生不完全菌類の分生子型は個々の種類では一定していますが、群全体としては三つの型（出芽型、フィアロ型、アレウリオ型）にわたります。また、分生子の形態が形づくられてくる過程は、分生子型と併せて属の特徴になっているくらいです。最も典型的形態であるテトラポッド型の形態について、その形成過程のいくつかを図5に例示しておきます。これらは本邦産のものに限ったほんの一例ですが、その多様さは驚く程です。テトラポッド形ほどではありませんが、他の形態、たとえばラセン状の分生子も決して一つの分生子型に属して同じ過程で形づくられてくるものではありません。

分生子型も形態形成の過程も異なる分生子が、申しあわせたように最終的に同じような形をとるについては、それなりの理由があるに違いありません。Ingold 氏の学問上の後継者である Webster 氏の実験的研究によれば、分生子の形態と沈降速度の間には特別な関係は認められず、その反面、流水中で他物に付着する能力はテトラポッド形が著しく勝れているということです。また、テトラポッド形は水中に懸濁した微小な気泡の表面に捕えられやすいことも示されています。ちなみに、海産の菌類の中にもテトラポッド形の胞子を作るものが知られています。褐藻類のクロガシラ属の作る胚芽枝と呼ばれる分生

子的な構造も、テトラポッド形やそれに近い形をしているのは興味あることです。なお、陸生の菌類にもテトラポッド形の分生子をもつものがあります。ある場合には、主軸に対する三本の付属枝が「浮き」の役目をするらしいのですが、多くの場合、その形態のもつ意味は実証されていません。

分生子は水流の中を、おそらくは何度も小さな気泡に捕えられては移動距離を伸ばしながら、運ばれて行くと思われます。多くの分生子は各枝の先端に粘着性の物質を分泌するのが知られていますが、こうした粘着物質と形態自体のもつ安定さによって、分生子は急流の中でもしっかりと次の落葉落枝の上に落ちつくことができるのでしょう。付着すると分生子は速やかに発芽を始め、多くはまず枝の先端に付着器と呼ばれる不規則な吸盤状の構造を作り、改めて菌糸を伸ばしてゆきます。これらは「ゆきとどいた適応」と考えてよいでしょう。

d. 完全時代

もともと不完全時代だけで知られていた水生不完全菌類ですが、完全時代の発見されるものもできました（現在、15種ほど）。テトラポッド形の分生子をもつものについて言えば、子嚢殻を形成するもの、子嚢盤を形成するもの、二重壁子嚢をもつもの（以上は子嚢菌類）、担子器を形成して担子菌類であることが判明したものの、さらには実は接合菌類であることが分かったものがあります。ゆるいラセン形の分生子を作るものについても、事情は似ています。やはり、子嚢殻や子嚢盤、二重壁子嚢の形成の知られているものがあります。

水生不完全菌類は、その形態的・生態的類似性にもかかわらず、分生子型は三型にわたること、分生子の形態形成の過程が極めて多様であること、完全時代がまちまちであることなどから推して、決して系統的にまとまった自然群ではなく、それぞれが別別に流水中での分生子形成・散布という生活様式に適應してきた生態群であると考えられます。この菌群にみられる類似は、こういった生活様式に伴う収斂現象と考えられそうです。

e. 分布

水生不完全菌類は極地から熱帯に至る広い範囲に分布していますが、個々の種類には分布域や分布傾向をもつものが多数あります。Ingold氏は「溪流の浮き泡中の水生不完全菌類の胞子をみれば、15度の誤差の範囲で緯度を当てることができよう」と述べておられます。我国で礼文島・菅平高原・八重山諸島の浮き泡にみられる分生子を比較してみると、



図6. Ingold氏が初めて水生不完全菌類を発見した小川, Donkey Brook, Cropston, Leicestershire, England (Ingold氏より贈られた写真)

礼文島と菅平高原はたいへんに共通した種類が多く、八重山は他の地域とたいへん異なっています。礼文島と菅平高原の気温が比較的似ていることを考えると気温が問題のようにも思えますが、気温（水温）が直接の要因なのか、陸上植生などを通して間接的に効いているのか、まったく解析されていません。これは諸外国でも同様です。一部には、水質による分布の制限も知られています。

この菌類が或る水域から別の水域へ移動する手段についても、実証的な知見はほとんどありません。

以上、たいへんに特徴ある菌類の一群について、その知見の一端を簡単にお話しました。目にみえない菌類にも、それぞれにさまざまな物語があります。動物的でも植物的でもない進化の方向をとった菌類について、その生活や生殖のありさまを調べることで、生物や自然に関して動植物とは別な立場からのさまざまな情報が得られるものと、筆者は期待しております。

〔採集・観察のための参考書〕

宇田川・椿, はか. 菌類図鑑, 下. 講談社, 東京. 1978.

三浦宏一郎. 目でみる菌類の採集と観察. 講談社, 東京. 1981.

Ingold, C. T. Guide to Aquatic Hyphomycetes. Freshwater Biol. Ass., U. K. 1975.