

【講座】

都市環境と真菌類(1)

川上 裕司

(株)エフシー総合研究所 環境科学研究室 〒140-0002 東京都品川区東品川3-32-42-6F

Fungi to live in metropolitan environment (Chapter 1)

Yuji KAWAKAMI

Laboratory of Environmental Science, FCG Research Institute, Inc.,
3-32-42-6F, Higashishinagawa, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0002, Japan**Key words:** metropolitan environment(都市環境), fungi(真菌類・菌類), mold(カビ), filamentous fungi(糸状菌), yeasts(酵母), Anamorphic fungi(不完全菌類)

はじめに

近代的な日本の住宅は、高温多湿な夏の気候風土に合った「夏型の住宅形態」から冬の寒さを防ぐことに重点を置いた「冬型の住宅形態」へと変化した。特に1970年代以降に、都市部の住宅の多くは高断熱高気密住宅になったと言っても過言ではない。その結果、年間を通して屋内の寒暖差を縮めることに成功し、居住者の快適性が高まったが、その一方で、それまで問題視されていなかった昆虫、ダニ、カビに対して快適な繁殖環境を提供したと言えよう。それに伴い、これら微小生物が引き起こす刺咬害、不快感、アレルギーなどが問題視され始めた。現在では、都市の室内環境におけるアレルゲンの上位に「ダニ、カビ、ハウスダスト」が挙げられることが一般にも周知されるようになった^{1),5)}。

筆者は、住居や公共施設などの室内環境中に生息する小昆虫類と室内浮遊カビについて長年研究しているが、両者は別個に存在するわけではなく、寧ろヒトの生活環境を巧みに利用して複雑に関わり合っ

て生活しているものと確信している。本講座では、都市の居住環境に関わりの深い真菌類(特にカビ)を中心に解説すると共に、本学会の多くの会員の研究テーマである昆虫類との関係についても解説する。国内外の最新の研究報告なども盛り込みながら、4～6回のシリーズとして記述していきたいと考えている。

第1回～2回の本講座では、「真菌の基礎知識」につ

いて記述する。

第1節 真菌について基礎知識

1-1. 真菌の名称と種類数

一般的な俗称と学問的な名称は、混乱して使われることが多い。専門家の間でも「感染症を引き起こす“菌”を殺菌するためには…」などと、“細菌”と言うべき表現にしばしば“菌”という用語が使われている。“黴菌”という用語は、細菌やカビなどの有害な微生物の総称(俗称)であるが、更に、“雑菌”と言った場合には、悪玉菌も善玉菌も含めた微生物全体を指した大雑把な表現となる。

菌または菌類とは、菌界(Fungi)に属する微生物を指すのが正しく、細菌や変形菌などと区別するために真菌(fungus, fungi)と呼ぶ。

カビ(黴)は英語でmold(またはmould)と呼ぶが、糸状菌を意味する学術用語としても使われている。ラテン語ではmucorと呼び、これが由来となりフランス語のmoisissureやスペイン語のmohoができたと言われている。また、パンを発酵させることでよく知られるイースト菌(yeast)は、酵母の英名である。

日本で、“カビ”という単語が発音上で明確にされたのは室町時代であるといわれ、日葡辞書にCabi, Cabiruとの記載が見られる⁶⁾。また、カビの色や見た目の形から著名なカビには、俗称(和名)が付けられている(表1)。黒い色をしていることで良く混同されるのが「クロカビ」と「クロコウジカビ」である。両者とも室内環境中に極めて普通に存在するが、前者は浴室のタイル目地によく生える「クロカビ属

表1 一般的なカビの和名(俗称)

俗 称	学 名(属名)	和 名(俗称)
ススカビ属	<i>Alternaria</i>	アルタナリア
コウジカビ属	<i>Aspergillus</i>	アスペルギルス
ハイイロカビ属	<i>Botrytis</i>	ボトリチス
クロカビ属	<i>Cladosporium</i>	クラドスポリウム
ケタマカビ属	<i>Chaetomium</i>	ケトミウム
アカカビ属	<i>Fusarium</i>	フザリウム
ケカビ属	<i>Mucor</i>	ムーコル
アオカビ属	<i>Penicillium</i>	ペニシリウム
クモノスカビ属	<i>Rhizopus</i>	リゾープス
ツチアオアカカビ属	<i>Trichoderma</i>	トリコデルマ
アズキイロカビ属	<i>Wallemia</i>	ワレミア

* シロカビ(白カビ)という俗名はないので注意!

(*Cladosporium*)」のカビ類であり、後者は有機酸発酵などにも利用されている「コウジカビ属(*Aspergillus*)」の1種*Aspergillus niger*のことである²⁾。

6月から7月にかけての長雨を梅雨(ばい雨)と呼び、梅の実が熟する季節であることから付けられたとするのが一般的であるが、元々はカビが生えやすい時期であることから黴雨と書いていたが、黴(バイ)と梅(バイ)が同音であることから梅雨となったともいわれている³⁾。年間降雨量が多く、島国である日本の温暖多湿な気候風土は、それだけカビが繁殖しやすい環境であるといえる。

これまでに種として記載されたカビの学名には再評価が必要なものが多く、分類体系も日々改訂されつつあるが、菌類全体としてみた場合の現在の既知種は世界中で約8,000属80,000種とされている。また、日本では約13,000種が知られている。しかしながら、近年の新種記載の頻度とDNA解析による系統分類による迅速な同定から、地球上に存在する推定現存種は約150万種であるとする説が有力である⁴⁾。

1-2. 真菌の分類

生物の分類の基本は、界(Kingdom)、門(Phylum)、綱(Class)、目(Order)、科(Family)、属(Genus)、種(Species)である。真菌は菌界(真正菌類界)に属する一群であり、動物界や植物界とは全く別の分類群に属するが、現在までに様々な分類体系が提唱されている。

Dictionary of Fungi 第6版(1971)では、Whitt-

ker(1969)の生物5界説を全面的に取り入れ、菌類は、変形菌門(Myxomycota)と真正菌門(Eumycota)の2つの門(Phylum)に大別された。そして、真正菌門は鞭毛菌亜門(Mastigomycotina)、接合菌亜門(Zygomycotina)、子嚢菌亜門(Ascomycotina)、担子菌亜門(Basidiomycotina)、不完全菌亜門(Deuteromycotina)の5つの亜門に分類された。しかしながら、生物の遺伝情報を基にして生物進化の道のり(系統)を再構築する分子系統学の進歩によって、真菌の分類体系は大きく変わりつつある。その分類体系の基本となる教科書が、世界的に認知された「Dictionary of Fungi」である。第1版が1943年に出版されて以来、第2版(1945年)、第3版(1950年)、第4版(1954年)、第5版(1961年)、第6版(1971年)、第7版(1983年)、第8版(1995年)、第9版(2001年)、第10版(2008年)⁵⁾と改訂版が出版された。第10版に基づく菌類の分類体系では、①担子菌門(Basidiomycota)、②子嚢菌門(Ascomycota)、③ツボカビ門(Chytridiomycota)、④コウマクノウキン門(Blastocladiomycota)、⑤ネオカリマスチクス菌門(Neocallimastigomycota)、⑥グロムス門(Glomeromycota)、⑦微孢子虫門(Microsporidia)、⑧所属不明<incertae sedis(旧接合菌門Zygomycota)>、⑨不完全菌類(Anamorphic fungi)、⑩不完全酵母類(Anamorphic yeasts)の10のグループに分類されている(表2)。恐らく、表2に示した分類体系に異議を唱える研究者もいるであろうし、今後の研究によって更に変動することが予想される。

実際に、筆者自身も「原生動物門に属していた微孢子虫(Microsporidia)が菌界へ移動となったこと」に疑問をもっている。家蚕の微粒子病の病原体である微孢子虫類の分子生物学的研究を行い、現在ではカビの分類や生態を研究している立場から見ると、微孢子虫類と菌類は形態や寄生様式が全く異なる生物である。それゆえ、微孢子虫類は、菌界とは全く別の分類群に所属する変わった微生物ではないかと考えている²⁾。

しかしながら、本講座は分類学を論じるものではないので、ここに示す分類体系を基に今後の記述を進めることにする。

都市環境やヒトの生活にもっとも馴染みの深い真菌類は、不完全菌類(Anamorphic fungi)である。

以前には「亜門」と分類されていた不完全菌亜門(Deuteromycotina)は、単系統ではなく、有性生活環(teleomorph)を失ったか、または子囊菌門や担子菌門の無性生殖世代(anamorph)であり、現代の分子系統分類学や微細形態学から多くの種が子囊菌門または担子菌門に帰属できるため、現在では分類学上のカテゴリーからは外されている。しかしながら、「不完全菌類」は本講座で取り上げる環境学分野ばかりでなく、農業分野(植物病理学・昆虫病理学)、医学、食品衛生学、文化財保存科学などカビを扱う学問分野で重要な種の多くが含まれるため、「不完全菌類」という名称は実用上必要なカテゴリーである。また、現在の国際植物命名規約では、先に無性生殖世代(アナモルフ名)が記載された種について

表2 菌類の分類体系

Dictionary of Fungi, 10 th editionなどの分類	日本での一般的な分類
Protista	原生生物界
①Acrasiomycota	アクラシス菌門
②Myxomycota	変形菌門(粘菌門)
③Plasmodiophoromycota	ネコブカビ門
Chromista	クロミスタ界
①Labyrinthulomycota	ラビリンチュラ門(旧 水生変形菌類)
②Hyphochytridiomycota	サカゲツボカビ門
③Oomycota	卵菌門
Fungi	菌類界(真正菌類界)
①Basidiomycota	担子菌門
<i>Pucciniomycotina</i>	サビキン亜門
<i>Ustilaginomycotina</i>	クロボキン亜門
<i>Agaricomycotina</i>	ハラタケ亜門
②Ascomycota	子囊菌門
<i>Pezizomycotina</i>	チャワソウタケ亜門(ペチザ亜門)
<i>Saccharomycotina</i>	サッカロミセス亜門
<i>Taphrinomycotina</i>	タフリナ菌亜門
③Chytridiomycota	ツボカビ門
④Blastocladiomycota	コウマクノウキン門(ブラストクラディア門)
⑤Neocallimastigomycota	ネオカリマスティクス菌門
⑥Glomeromycota	グロムス菌門
⑦Microsporidia	微孢子虫門(旧原生動物門微孢子虫綱に所属)
⑧incertae sedis	所属不明(旧接合菌門Zygomycota)*
<i>Entomophthoromycotina</i>	ハエカビ亜門
<i>Kickxellomycotina</i>	キックセラ亜門
<i>Mucoromycotina</i>	ケカビ亜門
<i>Zoopagomycotina</i>	トリモチカビ亜門
⑨Anamorphic fungi	不完全菌類
<i>Hyphomycetes</i>	糸状不完全菌類
<i>Agonomycetes</i>	無孢子不完全菌類
<i>Coeomycetes</i>	分生子果不完全菌類
⑩Anamorphic yeasts(<i>Blastomycetes</i>)	不完全酵母類

* 分子系統学的な分類体系では接合菌門が解体され、これまでの構成分類群であったグロムス類が新たに門として独立したが、他の構成分類群は今後も変動することが予想される。

て、後から有性生殖世代(テレオモルフ名)が判明した場合には必ずしもテレオモルフ名を提唱しなくとも良いとされている。

1-3. 真菌の特徴と形態

1-3-1. 細胞構造

真菌は真核生物(Eukaryote; 細胞に核膜で仕切られた明らかな核をもつ生物)に属し、一方、細菌は原核生物(Prokaryote; 細胞核を持たない生物で、構造的に真核生物よりも遥かに小さく、内部構造も単純)に属するため、形態的にも生態的にも両者は大きく異なる(表3)。真菌の特徴としては、以下の10項目が挙げられる。

- ① プラスチック(葉緑体など細胞小器官としての色素体)を欠く。
- ② ゴルジ体と嚢(cisterna)をもつ。

- ③ 従属栄養であり、栄養摂取は吸収による。
- ④ 生活環にアメーバ状の偽足世代が無い。
- ⑤ 細胞壁はキチン(chitin; ポリ- β 1-4-N-アセチルグルコサミン。直鎖型の含窒素多糖で、ムコ多糖の1種。昆虫やエビなどの節足動物の硬い外骨格を覆うクチクラの成分)と β -グリカンを含む。
- ⑥ ミトコンドリアには板状のクリスタがある。
- ⑦ 単細胞または菌糸状で、菌糸は多細胞性または多核無隔壁。
- ⑧ 胞子は鞭毛をもたない。
- ⑨ 有性生殖または無性生殖により増殖する。
- ⑩ 腐生、共生、寄生的に生活する。

真菌には、一般に知られる糸状菌(カビ mold)、酵母菌(コウボ yeast)、担子菌(キノコ mushroom)の3つの仲間が含まれている(図1)。一般に微生物

表3 真菌(カビ)と細菌の違い

特徴	真菌(糸状菌=カビ) Fungi	細菌 Bacteria
大きさ	菌糸3~10 μ m 単細胞性胞子3~10 μ m 多細胞性胞子10~80 μ m	0.2~5 μ m
細胞の構造	真核細胞(核膜がある)。細胞壁の成分はキチンと β -グリカン・複数の染色体をもつ。	原核細胞(核膜がない)。細胞壁の成分はペプチドグリカン・1つの染色体をもつ。
発育温度	多くの種が25~30 $^{\circ}$ Cが至適温度であるが、0~10 $^{\circ}$ Cでも発育可能な種や40 $^{\circ}$ C以上の高温を至適温度とする種もいる。	多くの種が30~37 $^{\circ}$ Cが至適温度である。
湿度・水分	低湿度~高湿度 好湿性カビ(90~100%RH) 耐乾性カビ(80~89%RH) 好乾性カビ(65~79%RH)	高湿度(高水分)
酸素	偏性(絶対)好気性	好気性 通性嫌気性 偏性(絶対)嫌気性
生活環	複雑で、有性胞子(雌雄配偶子の接合による)の生活環と無性胞子の生活環のグループがある。	概ね単純で、細胞分裂による。
増殖の速さ	胞子が発芽し、菌糸が伸びて集落を形成する。集落形成まで3~10日と遅い。	1つの細胞が2個に分裂することを繰り返して増殖する。分裂が早い細菌では2時間後には1億個になる。集落形成まで1日と早い。
人への健康被害	カビ毒産生、アレルギー疾患、皮膚疾患など	食中毒、多くの感染症
殺菌剤の有効性	細胞壁が強靱で総じて効きにくい。	真菌と比較すると総じて効きやすい。
絵画・文化財への有害性	変色、腐食させることで有害性が大きい。	水分劣化した文化財の腐敗に関与することもある。

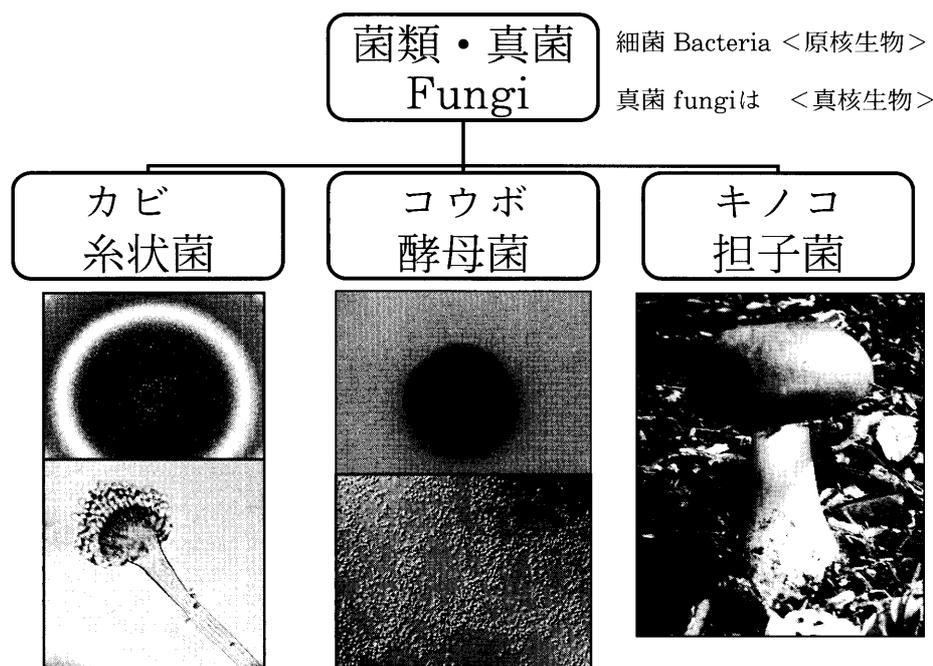


図1 菌類(真菌類)に含まれる微生物

は、生理学的状態の違いによって栄養形と休止形に分けられる。栄養形は栄養を摂取して発育している細胞のことである。真菌の栄養形には、糸状の菌糸(hypha)と球形の酵母(yeast)の2つの形がある。菌糸は多細胞で、この栄養形をもつものが糸状菌(filamentous fungi)または菌糸状真菌(mycelial fungi)と総称される。一方、酵母は単細胞で、この栄養形をもつものが酵母様真菌(yeast-like fungi)と呼ばれる。休止形は分裂を停止して、代謝活性をほとんど示さない細胞であり、真菌では孢子(spore)がこれにあたる。

真菌の増殖は孢子の発芽(germination)から始まる。孢子は適度な温度と水分のある条件下で発芽し、更に発芽管を形成する。発芽管は枝分かれしながら先端発育により伸長して菌糸となり、発育を続ける。一定の伸長後に隔壁(septum)を形成して細胞間を仕切るタイプ(有隔壁菌糸septate hypha)と隔壁を形成しないタイプ(無隔壁菌糸 aseptate hypha)が存在する(図2)。

1-3-2. 糸状菌(カビ)の増殖形態

カビを構成する菌要素(fungal element)は、菌糸(hypha)、孢子(spore)、特殊器官(special organ)で構成されている。菌糸が分岐して広がることによって形成された栄養体を菌糸体(mycelium, mycelia)と呼ぶ。有隔壁菌糸をもつのが子囊菌類と不完全菌類であり、無隔壁菌糸をもつのが接合菌類(旧分類

群)である(図2)。菌糸の幅は3~5 μm であり、基質(食品や木材などカビが生える栄養源)に侵入し、栄養分を吸収して発育を司る菌糸を栄養菌糸(基質菌糸vegetative hypha, substrate hypha)と呼ぶ。また、栄養菌糸から伸長して空気中にあり、先端に生殖細胞の孢子を形成する菌糸を生殖菌糸(気中菌糸reproductive hypha, aerial hypha)と呼ぶ(図3)。菌糸の長さは3~10 μm である。

生殖細胞である孢子の形態は様々であり、「単細胞孢子」では球形、垂球形、洋梨形、棍棒形などが多い。「多細胞孢子」は2細胞から数10細胞まであり、その形態は多様である。孢子の大きさは種によって異なり、コウジカビ(*Aspergillus*)、クロカビ(*Cladosporium*)、アオカビ(*Penicillium*)などの単細胞性孢子は3~10 μm であり、ススカビ(*Alternaria*)やアカカビ(*Fusarium*)などの多細胞性孢子は10~80 μm と大形である。孢子は子囊菌類、接合菌類、不完全菌類で認められる無性世代の「無性孢子(conidium)」と子囊菌類と接合菌類(旧分類群)で認められる有性世代の「有性孢子(ascospore)」に分類される。無性孢子は子囊菌類と不完全菌類では、分生子(conidium, conidia)、接合菌類では孢子囊孢子(sporangiospore)と呼ばれる。有性孢子は子囊菌類では子囊孢子(ascospore)、接合菌類では接合孢子(Zygosporium)と呼ばれる(表4, 5)。

縦横無尽に広がった菌糸体は、集落(colony)を

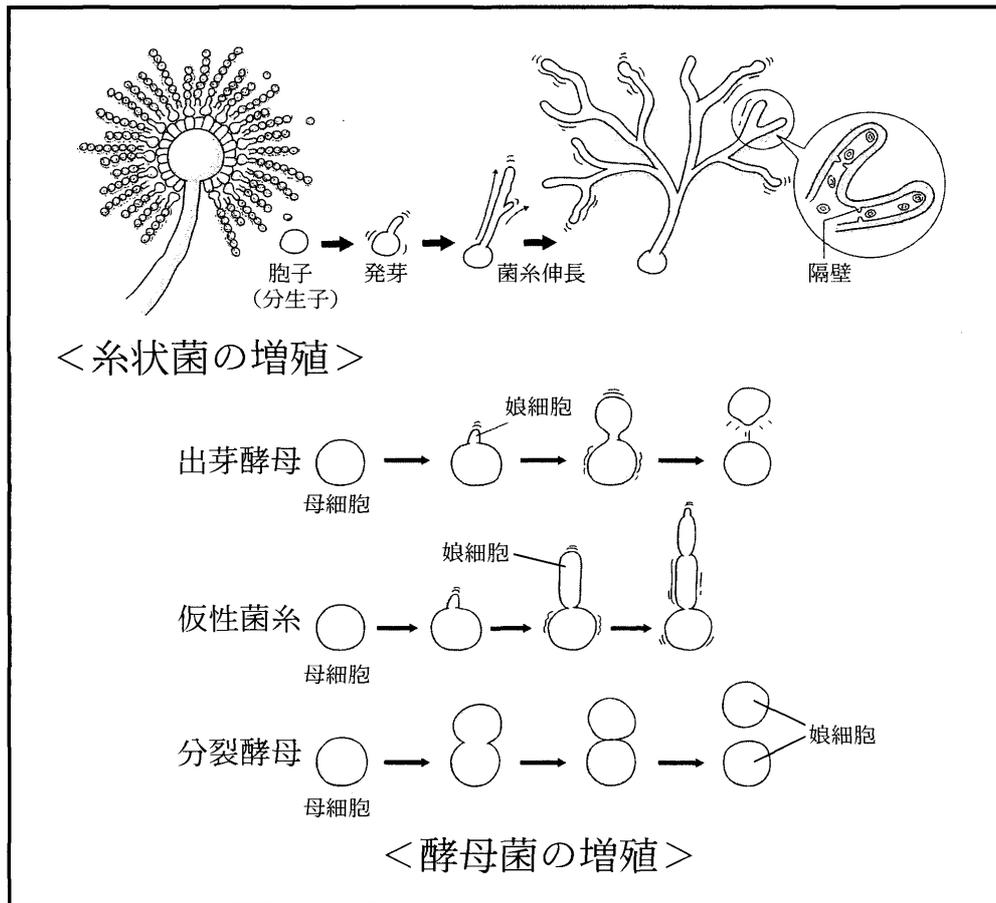


図2 糸状菌(カビ)と酵母菌(コウボ)の増殖形態(牛島・西條⁷⁾を参考に作図)

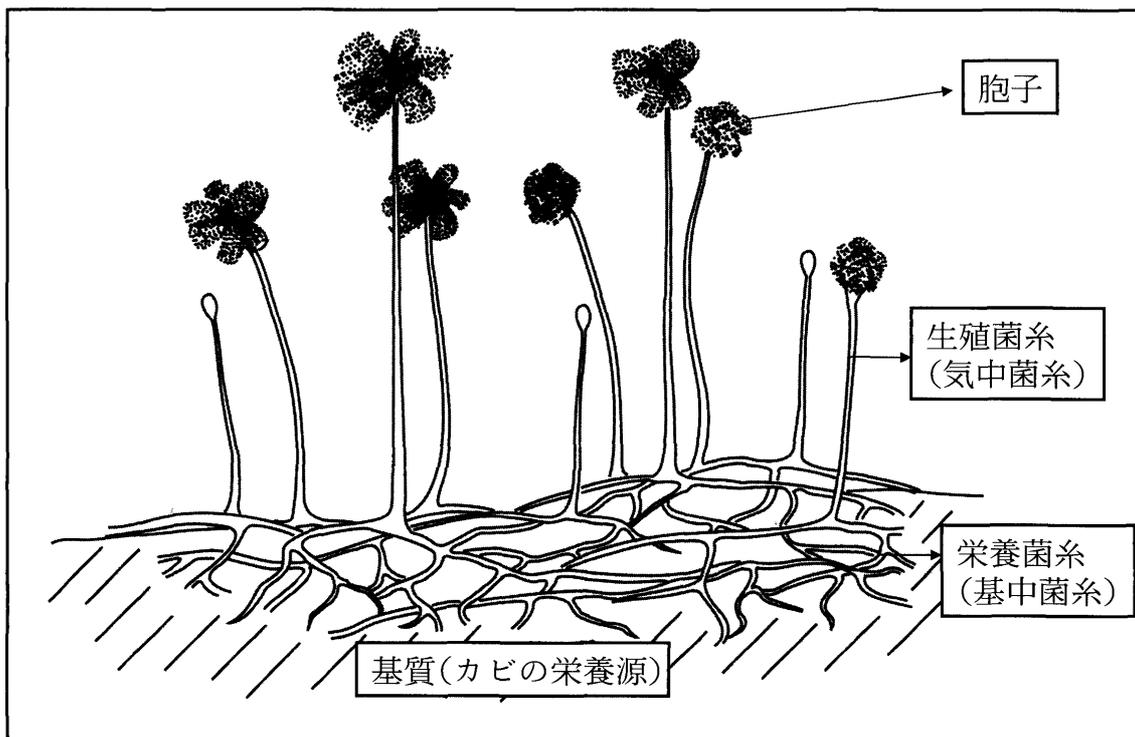


図3 糸状菌(カビ)の基本形態(高鳥⁷⁾を参考に作図)

表4 カビの胞子の区分

カビの分類	有性胞子	無性胞子
担子菌類	担子胞子	—
子囊菌類	子囊胞子	分生子(分生胞子)
(旧)接合菌類	接合胞子	胞子嚢胞子
不完全菌類	—	分生子(分生胞子)

表5 分生子の種類

分生子の名称	特徴
分芽型分生子	分生子の先端または側壁が膨らんで胞子が形成される。
厚膜分生子	菌糸の先端または中間に厚い膜に包まれた大型の胞子が形成される。医真菌の重要種 <i>Candida albicans</i> に見られる。
分節型分生子	菌糸が断裂し、細胞が一系列に連鎖して、細胞の一部が胞子となる。

形成し、胞子(分生子)を形成して色彩が明確になる。風呂場の目地などで見ることがきる“クロカビ”は集落になった状態である。

1-3-3. 酵母様真菌(コウボ)の増殖形態

コウボの形態は、球形・楕円形・ソーセージ形など様々であり、出芽という様式で増殖する。母細胞が突出して芽細胞を形成(出芽)し、芽細胞が成長して娘細胞となり、娘細胞が成熟して母細胞から分離して更に増殖していく。2形性のコウボでは、娘細胞の分離が遅れると、母細胞に付着したまま伸長し、その先端に出芽して娘細胞が生じるという過程を繰り返す。連結するウインナーソーセージに似た形状(仮性菌糸)になることもある。また、病原性コウボの一部は母細胞が伸長し、有糸分裂が生じた後に、伸長細胞を分断する隔壁によって核が分けられ、隔壁が2つの娘細胞に分けられる分裂形の増殖様式がみられる。細胞分裂しながら増殖していき、寄り集まって小さな集落を形成するが、一つ一つの細胞が独立している(図2)。

1-3-4. 担子菌(キノコ)の増殖形態

キノコは、土壤中で菌糸が絡まり合って集落を形成する。菌糸の状態では地中を広がり、有性生殖が行われると地表に柄を出し、カサをつける。このカサの部分は巨大な繁殖器官であり、子実体と呼ぶ。

菌糸の形をしていれば“糸状菌”，丸い単細胞の形をしていれば“酵母”，大きなカサがあれば“キノコ”と呼び分けているが、これは見た目から便宜上分け

ているだけであって、分類学的な分け方ではない。糸状形のカビだけでなく、酵母形のカビも存在する。温度条件、二酸化炭素濃度、栄養状態など置かれた環境によって糸状菌の形態をとったり、酵母の形態をとったりする二形性真菌(dimorphic)と呼ばれるカビもいる。キノコも菌糸が広がっている状態の時には、糸状菌というのが適当であり、室内環境中からも沢山見つかる。このような形態的特徴から、真菌類全体を指して、「カビ類」と呼称しても間違いではない⁶⁾。

1-4. 真菌の生活環(生殖)と生態

1-4-1. 有性生殖と無性生殖

真菌には有性生殖(sexual reproduction)と無性生殖(asexual reproduction)がある。真菌には雌雄の区別があり、雄株と雌株の2つの細胞が接合し、核融合～減数分裂が起こり、胞子(有性胞子sexual spore)を形成することを有性生殖と呼ぶ。また、雄株と雌株の接合がなく、胞子(無性胞子asexual spore)を形成することを無性生殖と呼ぶ。有性生殖能をもつ真菌でも、通常は無性生殖によって増殖しており、普通見られる胞子はほとんどが無性胞子(分生子)である。

不完全菌類(Anamorphic fungi)に属するコウジカビ(*Aspergillus*)やアオカビ(*Penicillium*)では、無性生殖世代(アナモルフ, anamorph)と有性生殖世代(テレオモルフ, teleomorph)の両世代がある

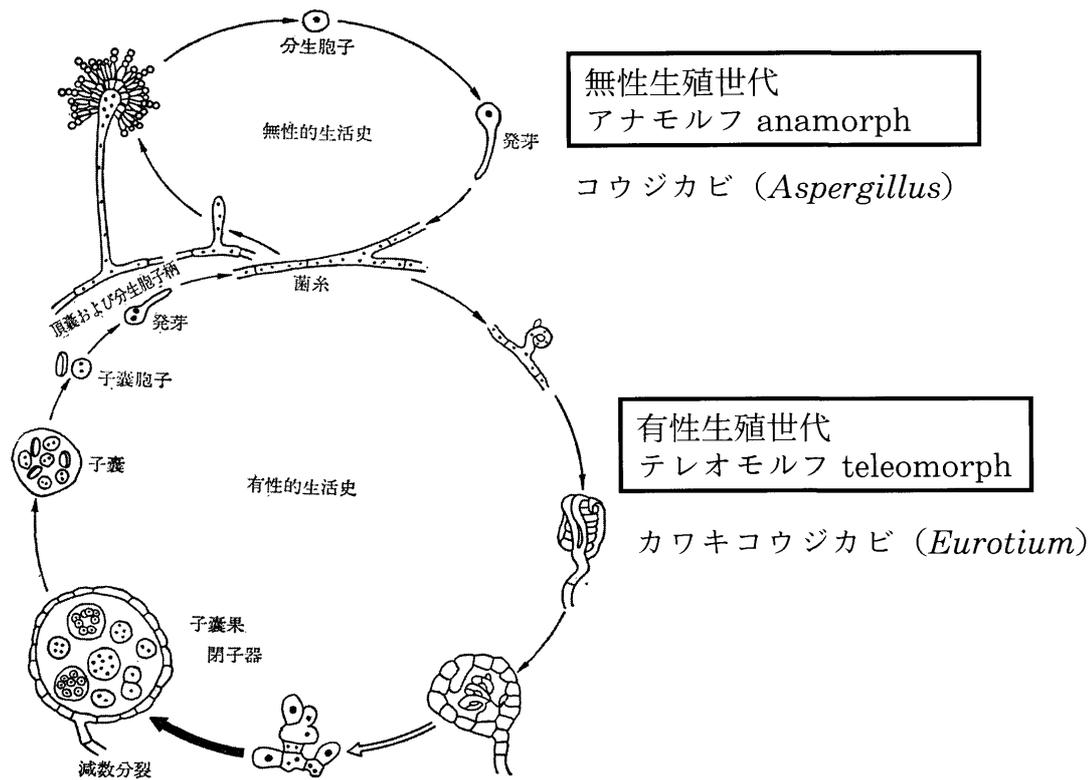


図4 糸状菌(カビ)の有性生殖と無性生殖の生活環(小笠原⁶⁾を参考に作図)

ことが知られている(図4)。

胞子形成は真菌の増殖と環境中への播種にとって重要である。胞子は代謝的には休眠状態にあり、菌糸体から大量に放出される。胞子は空気や水の動きによって運ばれて、新たな場所で発芽して集落を形成する。胞子は特徴的な形態と形成様式を有しており、菌種の同定の指標となる。

①無性胞子の形成

無性胞子である分生子(conidia)は、分生子柄(conidiophore)と呼ばれる特別な菌糸によって形成される。真菌の集落の青色や黒色など様々な色調は1cm²当たり数千万にもおよぶ分生子によるものである。

②有性胞子の形成

有性生殖の過程は先ず同種間の異なる細胞が合体し、続いてそれぞれの単相の核が癒合して一過性の複相の核が形成されることで始まる。この複相の核は減数分裂によって有性胞子(子囊胞子 ascospore)となる。

1-4-2. 真菌の栄養と生息環境

全ての真菌が従属栄養性(heterotroph)である。したがって、発育には様々な有機炭素源が必要である。原生動物にみられるような食作用はないが、細

胞膜を介して可溶性栄養素を得るために消化酵素(セルラーゼ、プロテアーゼ、ヌクレアーゼなど)を分泌する。そのため、大半の真菌は腐敗した有機物を含む土壌や水などの自然環境中に生息している。真菌類の多くは腐生菌(saprophyte)であり、植物の落葉や野生動物の死骸などの有機分解者として自然環境中で重要な役割を果たしている。動物や植物の生体に寄生する種も存在するが、寄生的感染の多くは真菌に汚染された土壌に接触することで起こることが多い。

1-4-3. 好湿性・耐乾性・好乾性

真菌が繁殖する最適な温度は、一般に20~30℃といわれているが、実際には種によって幅がある。主なカビの発育最低温度・至適温度・最高温度は、表6に示す。冷蔵庫内を含めて、ヒトの生活環境で関わる温度帯のどこにでもカビは繁殖可能であるといえる。

基質(主に食品中)の水の存在を表す単位を水分活性(Water Activity; Aw)という。純水と比較してどの程度水蒸気圧が低くなったかを示すものである。微生物は水分活性(Aw)がある特定の値より低い値では生育できず、Awの限界値は微生物の種類により異なっている。一般的には基質のAwが0.7以下で

表6 相対湿度によるカビの分類²⁾

分類	相対湿度(%RH)	該当する属, 種
好湿性カビ	90~100%	<i>Cladosporium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Mucor</i> , <i>Trichoderma</i>
耐乾性カビ	80~89%	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> など
好乾性カビ	65~79%	<i>Eurotium</i> , <i>Wallemia sebi</i> <i>Aspergillus restrictus</i>

* 好乾性~好湿性の関係湿度の定義は研究者によって異なるが、文化財を対象とした場合には上記を提唱したい。

表7 カビの発育温度(°C)

種名	最低温度	至適温度	最高温度
<i>Mucor racemosus</i>	3	28	33
<i>Rhizopus stolonifer</i>	4	32	42
<i>Eurotium chevalieri</i>	5	30	37
<i>Eurotium herbariorum</i>	5	30	37
<i>Eurotium repens</i>	6	30	36
<i>Aspergillus flavus</i>	8	35	42
<i>Aspergillus fumigatus</i>	10	37	52
<i>Aspergillus niger</i>	5	33	42
<i>Aspergillus ochraceus</i>	5	30	42
<i>Aspergillus penicillioides</i>	6	30	37
<i>Aspergillus restrictus</i>	6	30	37
<i>Aspergillus versicolor</i>	5	32	42
<i>Botrytis cinerea</i>	2	25	33
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3	27	35
<i>Fusarium oxysporum</i>	5	29	36
<i>Paecilomyces variotii</i>	6	32	40
<i>Penicillium citrinum</i>	9	29	33
<i>Penicillium expansum</i>	3	28	33
<i>Penicillium glabrum</i>	5	25	32
<i>Wallemia sebi</i>	9	27	32

あれば、基質を室温に放置した場合でも細菌や糸状菌による損傷を受けにくい。高湿度になると基質が吸湿して表面のAwが急上昇して、糸状菌が生育することになる。糸状菌(カビ)は酵母菌や細菌よりも低いAw域で生育できるが、Aw6.2以下では生育できない。

Awに100を乗じると相対湿度(RH%)となるが、カビの発育に必要な最低水分活性は種によって異なる。発育に適する相対湿度によってカビを分類すると表7のようになる。

好乾性カビは「好稠性カビ」とも呼び、乾燥した

基質、高糖度食品、高塩分食品でよく発育し、高浸透圧条件に耐えるカビ類のことである。耐乾性(好稠性)のカビでも、Aw0.60以下では発芽が困難となる。言い換えれば、美術品や博物館の収蔵庫のカビ被害を防ぐためには、保存環境の相対湿度を常に60%以下に保つことが肝要である²⁾。

(以下次号へつづく)

引用文献

- 1) 川上裕司(2007)室内環境中に見られるダニ類と小昆虫類, 室内環境, 10: 45-67.

- 2) 川上裕司, 杉山真紀子(2009)博物館・美術館の生物学—カビ・害虫対策のためのIPMの実践—, 174pp. 雄山閣, 東京.
- 3) Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W. and Stalpers J. A. (2008) Dicrionary of fungi, 10th Edition, 771 pp. CAB International, UK.
- 4) 国立科学博物館編(2008)菌類のふしぎ—形とはたらきの驚異の多様性, 8 pp.148–149, 東海大学出版会, 神奈川.
- 5) 小屋二六, 永倉俊和 編集(1998)気管支ぜん息に関わる家庭内吸入アレルゲン—現在の知見とその対策—, 公害健康被害補償予防協会(現(株)環境再生保全機構).
- 6) 小笠原和夫(1987)カビの科学, 116pp. 地人書館, 東京.
- 7) 高鳥浩介(1991)一目でわかる図説かび検査・操作マニュアル, pp.35. テクノシステム, 東京.
- 8) 牛島廣治・西條政幸(2006)新クイックマスター微生物学, pp.66–68, 医学芸術社, 東京.