

生物8界説にもとづく菌類の分類

筑波大学農林学系 ^{かき}柿 ^{しま}島 ^{まこと}眞

はじめに

菌類 (fungus, pl. fungi) は、一般にかび、きのこ、酵母、変形菌、粘菌などと呼ばれている生物の総称で、光合成色素を欠き、吸収 (absorption) や摂取 (ingestion) により栄養を獲得する従属栄養によって生活している真核生物の一群である。これら菌類は、あらゆる場所に分布し、地球生態系の中での分解者として物質の循環に大変重要な役割を担っている。特に、この菌類の働きがなければ、落葉などをはじめとする動植物遺体の分解は不可能であるとさえいわれる。また腐性的な分解のほかに、菌類は、動植物などに寄生しその病原体となるものや、他の生物と共生して生活しているものも数多く知られている。このような菌類は、動植物の病害、食品の腐敗、木材の腐朽、製品の劣化などの害作用をもたらすことも多いが、逆に、キノコなどのように食用とされたり、食品や有用物質の生産に利用され、人間の生活にとって有益なものもある。また、研究材料として利用され、遺伝学、生理学、バイオテクノロジーなどの発展に大きく貢献したのものもある。このような働き (機能) を有する菌類の形態・生態・生理は極めて多様であるため、菌類の生物界の中での位置は様々な変遷をとげてきた。ここでは、これまでの菌類の生物界における位置づけの変遷と、最近の生物8界説における菌類の取り扱いについて紹介する。

I 菌類の特徴

これまで菌類として取り扱われてきた生物の特徴をまとめてみると、表-1に示したように極めて多様である。多くの菌類の栄養体は、菌糸と呼ばれる細い糸状の形態をしており、その壁を通して栄養を吸収し、先端生長しながら分枝を繰り返し増殖する。菌糸には隔壁がなく細胞質が連続している無隔壁菌糸と、横の隔壁が存在する有隔壁菌糸がある。しかし、この有隔壁菌糸にも、隔壁の中央には隔壁孔があり細胞質は連続している。また、この隔壁孔は単純な孔のみの構造のものから、孔の周囲

の壁が肥厚するなどの複雑な構造を持つものまで形態的に多様であり、高次分類群の重要な指標となっている。菌糸の細胞質内にあるオルガネラは、動植物などの真核生物の細胞内に存在するものと形態や機能において基本的には同じであるが、その核数と核相は極めて多様で、分類群により、また生活環の世代においても異なる。菌糸の細胞壁の骨格は、卵菌類などを除いてキチン繊維で構成されており、これは菌類の重要な特徴となっている。しかし、卵菌類などは、植物細胞壁と同様にその骨格はセルロース繊維で、他の多くの菌類とはまったく異なる。

酵母などは、栄養体としての菌糸を形成せず、単細胞で出芽により増殖するものが多い。また、菌類の中には、菌糸と出芽の両者による増殖をするものも多く、生育の段階や環境条件などにより、栄養体の形態が異なる場合がある。なお、変形菌類や粘菌類と呼ばれるものは、栄養体はアメーバ状の変形体で、菌糸や酵母細胞とは形態的にも異質であるとともに、これらは吸収ではなく、動物などと同様に栄養物を取り込み消化すること (摂取) により栄養を獲得している。

また、菌類は繁殖のため様々な孢子を形成するが、この孢子には無性生殖により形成される無性孢子と、有性生殖により形成される有性孢子がある。これらの形成過程や形態は極めて多様であるとともに、それぞれの分類群において特徴的であるため、菌類の分類にとって最も重要な形質となっている。

以上のような特徴を有する菌類は、系統的にも多様な生物群が含まれていることが、古くから指摘されていたが、形態的に比較できる形質が少ないこと、また、進化を検証する化石も極めて少ないことから、これらの系統

表-1 菌類の特徴

- | |
|---|
| (1) 栄養: 従属栄養 (光合成色素を欠く),
吸収型 (まれに摂取型) |
| (2) 栄養体: 菌糸 (菌糸体), 単細胞, 変形体 |
| (3) 細胞壁: キチン (卵菌類-セルロース) |
| (4) 核: 真核性, 多核 (ホモカリオンまたはヘテロカリオン)
核相, 単相, 重相, 複相 |
| (5) 繁殖: 無性孢子 (遊走子, 孢子のう孢子, 分生子など)
有性孢子 (休眠孢子, 卵孢子, 接合孢子, 子のう孢子,
担子孢子) |
| (6) 生態: 腐生, 寄生, 共生 |

Fungi Based on 8-kingdom System. By Makoto KAKISHIMA

(キーワード: 菌類, 植物寄生菌類, 8界説, 分類, 系統)

解析や近縁生物群との類縁関係の解明については、極めて困難であった。

II 2界説から5界説へ

図-1は、2界説から5界説までの生物観の変遷を示したものである。生物を植物と動物に大別する2界説では、菌類は孢子を形成することなどから、コケやシダなどと同じグループであると考えられ、植物界の中の隠花植物の一群として扱われていた。菌類のこのような取り扱いが長く続いたため、菌類が植物とは異なることが明らかになった現在でも、このような認識をもっている人もいまだ多いのが現状である。3界説は、顕微鏡の発明によるところが大きく、動物、植物とは異なる微生物の

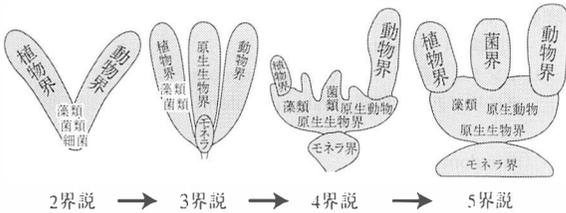


図-1 生物観の変遷 (井上, 1998を改変)

世界が存在することが明らかとなり、第3の界として原生生物界(プロティスタ)が設立された。しかし、この3界説でも菌類の取り扱いは2界説と全く同じであった。

4界説になると、生物には原核生物と真核生物が存在することが認識されるようになり、細菌などの原核生物を第4の界、モノラ界として設立した。この4界説になると、菌類は、しだいに植物とは体制などが異なることが認識されはじめ、2界説や3界説とは異なり、原生生物界の中での大きな一群として位置付けられている。この4界説をさらに発展させたのが5界説であり、1969年 WHITTAKER は、生物の体制や栄養の取り方(エネルギー獲得機構)に基づいた生物5界説を提唱した。この説により、菌類は、菌界(Kingdom Fungi)として、モノラ界、原生生物界、植物界、動物界とともに、初めて生物の中の1つの界を構成する一群として認識された(図-2)。この説では、菌類は吸収により養分を獲得する真核生物として位置づけられている。この説は、比較的理解しやすいこともあり、広く受け入れられてきた。現在も一般的に使われている HAWKSWORTH ら(1983)の菌類の分類体系(表-2)も、この5界説に基づいている。しかしながら、この説にも様々な問題があることがしだいに明らかとなり、とくに系統的に異なる原生物の取り扱いについては、論議が多く、また菌類の中でも、細胞壁にセルロースを有する卵菌類や摂取により養分を得る変形菌類の扱いについても異論があった。

III 8界説における菌類

その後の生物学の進歩、とくに藻類などの原生物の形態や性質についての解明が進み、ミトコンドリアを持たないアーケアメーバ類やメタモナス類などの真核生物が存在すること、ミトコンドリアや葉緑体がシアノバクテリアなどの原核生物に由来することなどが明らかになるとともに、rRNAなどを用いた分子系統の解析、さらにオルガネラやべん毛などの微細構造学的解析などによって、生物の系統進化がしだいに明らかとなってきた。そして、これらの成果を基に提唱されたのが CAVALIER-SMITH (1992)の生物8界説である(図-3)。したがって、この説は生物の系統進化を強く考慮して構築されたものであり、5界説の考え方とは大きく異なる。この説によると、真核生物は、細胞間の共生、いわゆる真核共生による葉緑体の獲得により、多様な方向に進化したとされている。図-4は様々な真核生物の18S rRNAの系統解析結果で、これより、葉緑体の獲得は様々な生物群において何度も生じたことが明らかとされ

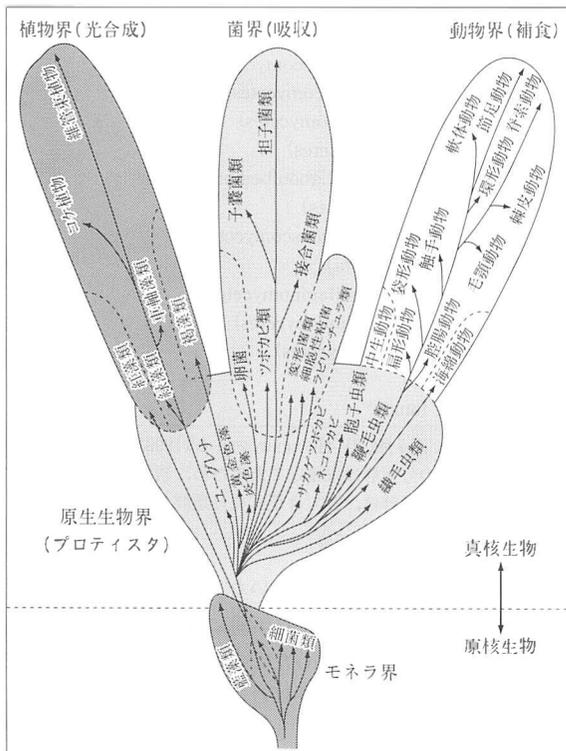


図-2 ホイッタカーの5界説 (WHITTAKER 1969より改変)

表-2 菌類の高次分類群

HAWKSWORTH ら (1983) ¹⁾	HAWKSWORTH ら (1995) ²⁾
菌界 (Kingdom Fungi)	原生動物界 (Kingdom Protozoa)
変形菌門 (Mycxomycota)	アクラシス菌門 (Acrasiomycota)
プロトステリウム菌綱 (Protosteliomycetes)	アクラシス菌綱 (Acrasiomycetes)
ツノホコリカビ綱 (Ceratomyxomycetes)	タマホコリカビ門 (Dictyosteliomycota)
タマホコリカビ綱 (Dictyosteliomycetes)	タマホコリカビ綱 (Dictyosteliomycetes)
アクラシス菌綱 (Acrasiomycetes)	変形菌門 (Myxomycota)
変形菌綱 (Myxomycetes)	プロトステリウム菌綱 (Protosteliomycetes)
ネコブカビ綱 (Plasmodiophoromycetes)	変形菌綱 (Myxomycetes)
ラビリンチュラ菌綱 (Labirinthulomycetes)	ネコブカビ門 (Plasmodiophoromycota)
	ネコブカビ綱 (Plasmodiophoromycetes)
真菌門 (Eumycota)	クロミスタ界 (Kingdom Chromista)
鞭毛菌亜門 (Mastigomycotina)	サカゲツボカビ門 (Hyphochytriomycota)
ツボカビ綱 (Chytridiomycetes)	サカゲツボカビ綱 (Hyphochytriomycetes)
サカゲツボカビ綱 (Hyphochytriomycetes)	卵菌門 (Oomycota)
卵菌綱 (Oomycetes)	卵菌綱 (Oomycetes)
接合菌亜門 (Zygomycotina)	ラビリンチュラ菌門 (Labyrinthulomycota)
接合菌綱 (Zygomycetes)	ラビリンチュラ菌綱 (Labyrinthulomycetes)
トリコミキス綱 (Trichomycetes)	
子のう菌亜門 (Ascomycotina)	菌界 (Kingdom Fungi)
(綱レベルの分類未確定)	ツボカビ門 (Chytridiomycota)
担子菌亜門 (Basidiomycotina)	ツボカビ綱 (Chytridiomycetes)
菌茸綱 (Hymenomycetes)	接合菌門 (Zygomycota)
腹菌綱 (Gasteromycetes)	接合菌綱 (Zygomycetes)
サビキン綱 (Urediniomycetes)	トリコミキス綱 (Trichomycetes)
クロボキン綱 (Ustilaginomycetes)	子囊菌門 (Ascomycota) ³⁾
不完全菌亜門 (Deuteromycotina)	古生子囊菌綱 (Archiascomycetes)
分生子果不完全菌綱 (Coleomycetes)	半子囊菌綱 (Hemiascomycetes)
糸状不完全菌綱 (Hyphomycetes)	不整子囊菌綱 (Plectomycetes)
	核菌綱 (Pyrenomycetes)
	ラブルベニア菌綱 (Laboulbeniomycetes)
	盤菌綱 (Discomycetes)
	小房子囊菌綱 (Loculoascomycetes)
	担子菌門 (Basidiomycota)
	クロボキン綱 (Ustilaginomycetes)
	サビキン綱 (Urediniomycetes)
	菌茸綱 (Hymenomycetes)
	(Mitosporic fungi) ⁴⁾

1) HAWKSWORTH ら (1983) : Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi 第7版. 2) HAWKSWORTH ら (1995) : Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi 第8版. 3) 2)では綱レベルの分類群は未確定であるため、岩波生物学辞典第4版 (1996) に従った. 4) 1)で不完全菌亜門として扱われた分類群は、2)では正式な分類群とはされず Mitosporic fungi として一括された.

た。一方、葉緑体の遺伝子は単系統であることも明らかとされているため、この葉緑体が単系統であることと、葉緑体の獲得が何度も起こったことの間には矛盾が生じるが、これは、葉緑体を獲得した真核生物が、再度、他の真核生物に共生することにより移行したと考えれば説明がつくことになり、これが真核共生による葉緑体獲得の1つの根拠とされた (井上, 1996)。したがって、葉

緑体の有無は系統を反映していないとされた。また、図-4の解析結果より、約10億年前に様々な生物群が極めて短期間に爆発的に放散したと考えられ、これらの生物群はクラウン生物群とも呼ばれ、菌類もこれらの一群とされている。また、クリプト藻の細胞内には、ペリプラスチダルコンパートメントと呼ばれる区画があり、この中に葉緑体と共生体の核であったと考えられるヌクレオ

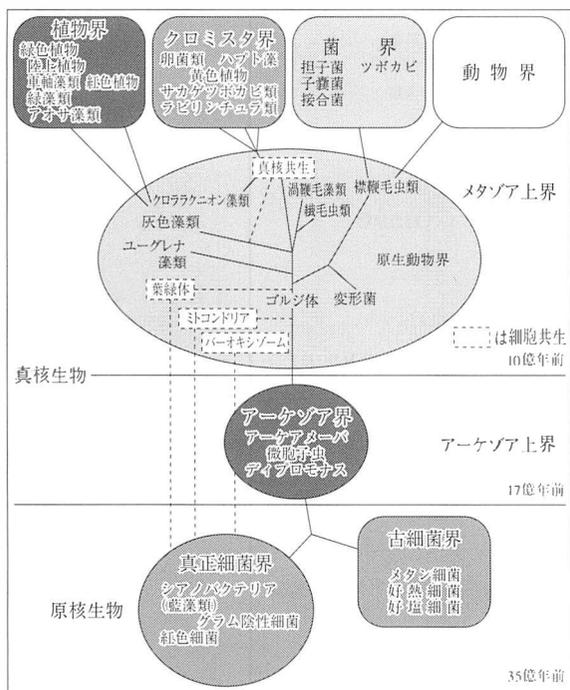


図-3 カヴァリエール=スミスの8界説 (CAVALIER-SMITH 1992 より改変)

モルフが存在することも、真核共生の証拠として挙げられている (井上, 1996)。

8界説では、図-3に示したように、原核生物には2つの界、古細菌界と真正細菌界に、また、真核生物には、ミトコンドリアを持たないアーケゾア界とこれを有する原生動物界、植物界、クロミスタ界、菌界および動物界が設けられた。この説に従うと、5界説で菌界に位置づけられていた菌類は、クロミスタ界 (ストラメノパイル)、菌界、原生動物界の系統的に異なる3つの界に分散することになる。したがって、8界説に基づいたHAWKSWORTHら (1995) の菌類の分類体系も、5界説に基づくそれとは大きく異なる (表-2)。

以下に8界説に基づくHAWKSWORTHら (1995) による菌類の分類と各分類群の形態的特徴を示した。

原生動物界の菌類：粘菌類や変形菌類は、形態や栄養の獲得方法とともに、系統的にも他の菌類とは全く異なることが明らかとなり、原生動物界の一群とされたが、この界における位置づけは未だ不明確である。これらの栄養体は細胞壁をもたない単核または多核のアメーバ状で、アメーバ運動により、多くは細菌や固形物などを摂取して細胞内消化を行うが、一部のものは植物の細胞内に寄生して体表より栄養分を吸収する。これらは、形態や生活環境などにより4門に分類されているが (表-2)、

これらの中で、ネコブカビ門-ネコブカビ綱に所属する種が植物に寄生することが報告されている。

クロミスタ界の菌類：この界に属する生物は、べん毛をもつ遊走子を形成するが、このべん毛の1つには毛状の付属物があり、羽型べん毛とも呼ばれる。この毛状の付属物は、内部が空洞となっており、管状マヌゴネマと呼ばれ、ちょうど麦藁のような形態であることから、このべん毛を有する生物群は、麦藁の毛という意味で、ストラメノパイルとも呼ばれる。このべん毛は、その推進力を逆転させる働きがあり、極めて特異的なものである。この界には、多様な生物群が存在し、クロロフィルaとcをもつ褐藻類や珪藻類などの黄色植物とともに、サカゲツボカビ類、卵菌類、ラビリンチュラ菌類が、それぞれ門のレベルの分類群として含まれている (表-2)。これら3門の中で、植物に寄生することが知られているのは、卵菌門の菌類のみである。卵菌門の菌類は、尾型と羽型べん毛をそれぞれ1本ずつ計2本のべん毛を持つ遊走子を形成するのが特徴である。栄養体は隔壁のない菌糸であり、この菌糸壁の骨格はセルロース繊維であり、内部には複相の核が多数存在する (多核体)。また、有性胞子として卵胞子を形成する。有性世代の形態や生態などにより、9目に分類され、ツユカビ目、フハイカビ目、ササラビョウキン目などにはべと病菌類や疫病菌類などの農作物の重要な病原菌類が含まれる。

菌界：菌類のみで構成されており、比較的まとまったグループであると考えられる。動物界と共通の襟鞭毛虫類を起源とすることが示され、このことから、菌類は、系統的には、植物よりも動物に近縁であることになる。この中の菌類は、有性世代の形態により、表-2のようにツボカビ門、接合菌門、子のう菌門および担子菌門の4門に分類されている。なお、子のう菌門や担子菌門に所属する菌類で、無性世代のみ知られ、有性世代の不明な菌類も多くあるが、これらは、Mitosporic fungiとして一括され、特別な分類群は設けられていない。

ツボカビ門：1本の尾型べん毛をもつ遊走子を形成するのが特徴である。栄養体は多核のう状体または菌糸体で、この栄養体よりのう状の遊走子のうや厚膜のうなどを形成し、内部に多数の遊走子を生じる。全実性のものである。有性生殖は多様であるが、ふつう遊走子が互いに接合し、接合体を形成後、休眠胞子または休眠胞子のうを形成する。

接合菌門：有性生殖により形成される接合胞子と、無性生殖において形成される運動性のない胞子のう胞子によって特徴づけられる分類群である。栄養体はふつう隔壁をもたない菌糸であり、この内部には多数の単相の核

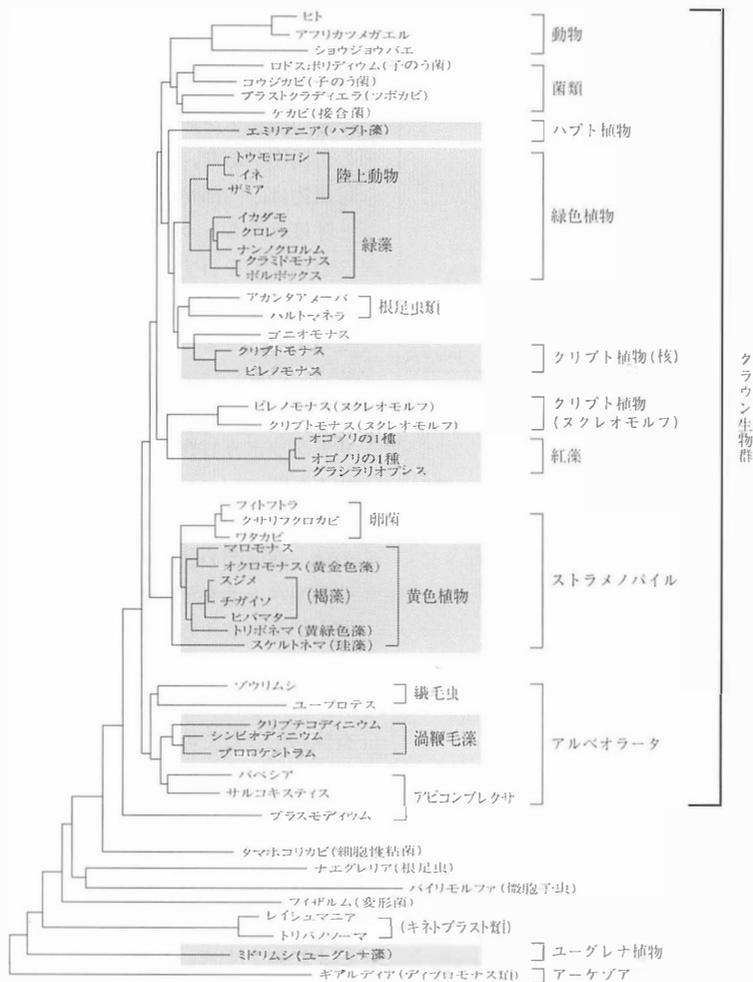


図-4 リボソーム RNA (18 S) 遺伝子からみた真核生物の系統(井上, 1996)
網かけの部分は葉緑体を有する生物.

が存在する (多核体)。昆虫などに寄生するものでは、分節菌体とよばれる断片化した菌糸の形態をとるものもある。接合菌門は、おもに腐生的に生育するケカビ目や、植物と共生し根に菌根を形成するアツギケカビ目、アメーバや線虫類の捕食菌または寄生菌であるトリモチカビ目、昆虫などの寄生菌または腐生菌であるハエカビ目などを含む接合菌綱と、節足動物の消化管内に付着して片利共生的に生活しているトリコミケス綱に大別される (表-2)。

子う菌門：有性生殖により、子う胞子を子う内に内生的に形成することによって特徴づけられる分類群である。栄養体はふつう菌糸であるが、酵母のように出芽細胞の形態をとるものもある。菌糸には隔壁があり細胞 (区画) に分割されているが、多くの場合この隔壁の中央部には小孔があるため、細胞質は互いに連続し、核

の移動も可能であるとされる。細胞内にはふつう 1~数個の単相核が存在し、またこれらの核は遺伝的にも同質であるため、菌糸はホモカリオンであるが、ホモカリオンの菌糸融合などにより、遺伝的に異質の核を含むヘテロカリオンの菌糸もしばしば形成されることが報告されている。これらの菌糸が生育すると、一般に分生子とよばれる無性胞子を多量に形成し繁殖する。有性生殖において、子うは菌糸上に裸で形成されるものもあるが、多くは菌糸などからなる子実体中に形成される。この子実体は子う果とよばれ、この形態は子う菌類の分類の重要な形質となっている。多くの分類体系では、これら子う果や子うの形態などにに基づき、子う菌類はいくつかの綱に分類されているが (表-2)、HAWKSWORTH (1995) による菌類の分類体系では、系統的解析がまだ不十分であるとの理由により、綱のレベルの分類群は

設けず、46の目に類別されている。この子の菌類には、多くの植物病原菌類が含まれているが、その形態や生活環は極めて多様である。

担子菌門：核の融合と減数分裂が行われる担子器と担子器より外生的に形成される担子胞子によって特徴づけられる分類群である。栄養体は、おもに隔壁を有する菌糸であるが、出芽細胞の形態をとる場合もある。菌糸の形態は、他の分類群のものとは異なり、多くの種では、たる型孔隔壁とよばれる特徴的な隔壁孔が認められる。担子器は、ふつう担子器果とよばれる子実体に形成されるが、この子実体はきのこ状のものからゼラチン状のものまであり、大きさや形は多様である。また、植物に寄生するものは、寄生した植物組織の表面に子実層を発達させるものもある。また、担子器の形態と担子胞子の形成様式も多様である。担子菌類の分類は、上記のような子実体（担子器果）や担子器の形態などが重要な基準とされ、いくつかの分類体系が提唱されてきているが、最近のrRNAなどを用いた系統解析では、担子菌類は大きくクロボキン綱、サビキン綱、菌茸綱の大きく3系統に分かれることが明らかとなっており、HAWKSWORTHら（1995）の分類体系もこれに基づいている。しかしながら、系統関係が未だ不明の分類群も多くあるため、今後この体系も大きく変更されるものと考えられる。担子菌類には、さび菌類、くろぼ菌類、紋羽病菌類、木材腐朽菌類など多くの植物病原菌類が含まれるが、形態や生活環は分類群により大きく異なる。

Mitosporic fungi：菌類には、有性世代が不明であり、無性世代の形態（アナモルフ）のみしか知られていないものが極めて多い。このため、菌類の種名は主として有性世代の形態（テレオモルフ）に基づくことになっているが、アナモルフに基づいた種名（anamorphic name）を使うことも命名規約で認められている。これらの菌類は、HAWKSWORTHら（1983）などの従来の分類体系では、不完全菌亜門という人為的な分類群を設け、ここに子の菌類や担子菌類に所属するアナモルフの菌類を含めてきた（表-2）。しかしながら、8界説に基づく分類体系は、系統を重視した体系であるため、このよ

うな分類群を除き、Mitosporic fungi としてまとめ、系統が明らかになれば、いずれかの分類群のアナモルフとして位置づけられることになる。したがって、これらの分類は、アナモルフに基づくことになるが、とくに分生子や分生子果の形態と分生子の形成様式などが重要な分類基準となっている。しかしながら、最近、無性世代において、遺伝子の組み換えを起こす疑似有性も知られてきており、このような菌類では、すでに有性世代を失っているか、または必要としなくなっていることも考えられる。

おわりに

以上のように、菌類は、生物観の変遷とともに、動物、植物などと並ぶ生物界を構成する一群として位置づけられるようになるとともに、最近の分子系統解析により、極めて系統的には多様であることが明らかとなってきた。しかしながら、菌類は、肉眼では観察されないものが多いため、地球上で20万種いるであろうと推定されている菌類のうち、現在報告されているのは約8万種であり、また、そのうち生態や機能について解明されているのはごく一部にすぎない。このようなことから、菌類についてはいまだ未知の部分が多く、今後さらなる研究の発展が必要とされる（付表 8界説に基づく主な植物病原菌類分類表）。

引用文献

- 1) CVALIER-SMITH T. (1992) : The Kingdom Chromista. In: Green J. C et al. (eds), Chromophyte algae: problems and perspectives. Clarrendon Press, Oxford, p. 225~278.
- 2) HAWKSWORTH D.L. et al. (1983) : Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi 7th ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 445 pp.
- 3) HAWKSWORTH D.L. et al. (1995) : Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi 8th ed. CAB International, Wallingford, 616 pp.
- 4) 井上 勲 (1996) : 真核光合成生物の多様性をもたらしたの. 科学 66: 255-263.
- 5) 井上 勲 (1998) 変わりゆく生物観I. プロティスタと真核光合成生物の多様性. Eureka (筑波大学総合科学博物館ニュース誌) 1: 6~9.
- 6) WHITTAKER R. H. (1969) : New concepts of kingdoms of organisms. Science 163: 150~160.

付表 HAWKSWORTH, D. L. et al (1995) による主な植物病原菌の分類¹⁾

Protozoa 原生動物界	
Plasmodiophoromycota	ネコブカビ門
Plasmodiophorales	ネコブカビ目
Plasmodiophoraceae	ネコブカビ科 <i>Plasmodiophora, Polymyxa, Spongospora</i>
Chromista クロミスタ界	
Oomycota 卵菌門	
Peronosporales	ツユカビ目
Albuginaceae	シロサビキン科 <i>Albugo</i>

- Peronosporaceae ツユカビ科 *Basidiophora, Bremia, Peronospora, Plasmopara, Pseudo-peronospora*
 Pythiales フハイクビ目
 Pythiaceae フハイクビ科 *Phytophthora, Pythium*
 Saprolegniales ミズカビ目
 Saprolegniaceae ミズカビ科 *Achlya, Aphanomyces*
 Scerosporales ササラビョウキン目
 Scerosporaceae ササラビョウキン科 *Peronoscerospora, Sclerospora Screrophthora*
 Verrucalvaceae

Fungi 菌界

- Chytridiomycota ツボカビ門
 Blastocladales コウマクノウキン目
 Physodermataceae フィソデルマ科 *Physoderma*
 Chytridiales ツボカビ目
 Synchytriaceae サビツボカビ科 *Synchytrium*
 Spizellomycetales スピゼロミセス目
 Olpidiaceae フクロカビ科 *Olpidium*
 Urophlyctidaceae *Urophlyctis*
 Zygomycota 接合菌門
 Zygomycetes 接合菌綱
 Mucorales ケカビ目
 Choanephoraceae コウガイケカビ科 *Choanephora*
 Mucoraceae ケカビ科 *Muor, Rhizopus*

Ascomycota 子のう菌門

- Diaporthales ジアボルテ目
 Valsaceae バルサ科 *Diaporthe, Endothia, Gnomonia, Leucostoma, Valsa*
 Dothideales クロイボタケ目
 Botryosphaeriaceae ボトリオスファエリア科 *Botryosphaeria*
 Capnodiaceae カブノジウム科 *Capnodium*
 Chaetothyriaceae カエトチリウム科 *Chaetothyrium, Phaeosaccardinula*
 Dothideaceae クロイボタケ科 *Dothidea*
 Elsinoaceae エルシノエ科 *Elsinoë*
 Leptosphaeriaceae レプトスファエリア科 *Ophiobolus*
 Mycosphaerellaceae コタマカビ科 *Guignardia, Mycosphaerella*
 Pleosporaceae プレオスポラ科 *Cochliobolus, Pleospora, Pyrenohora*
 Venturiaceae ベンツリア科 *Venturia*
 所属科不明 *Didymella*
 Erysiphales ウドンコカビ目
 Erysiphaceae ウドンコカビ科 *Blumeria, Erysiphe, Leveillula, Microsphaera, Phyllactinia, Podosphaera, Sawadaia, Sphaerotheca, Uncinula, Uncinuliella*
 Hypocreales ボタンタケ目
 Clavicipitaceae バツカクキン科 *Claviceps, Epichloë*
 Hypocreaceae ボタンタケ科 *Calonectria, Gibberella, Nectria, Nectriella*
 Leotiales ズキンタケ目
 Dermateaceae ヘソタケ科 *Mollisia*
 Sclerotiniaceae キンカクキン科 *Botryotinia, Monilinia, Sclerotinia*
 Meliolales メリオラ目
 Meliolaceae メリオラ科 *Meliola*
 Microascales ミクロアスクス目
 所属科不明 *Ceratocystis*
 Ophiostomatales オフィオストマ目
 Ophiostomataceae オフィオストマ科 *Ophiostoma*
 Phyllachorales クロカワキン目
 Phyllachoraceae クロカワキン科 *Glomerella, Phyllachora*
 Protomycetales プロトミセス目
 Protomycetaceae プロトミセス科 *Protomyces*
 Rhytismatales リチスマ目
 Rhytismataceae リチスマ科 *Lophodermium, Rhytisma*
 Sordariales フンタマカビ目
 Lasiosphaeriaceae ラシオスファエリア科 *Podospora*
 Sordariaceae フンタマカビ科 *Neurospora*
 Taphrinales タフリナ目
 Taphrinaceae タフリナ科 *Taphrina*
 Xylariales クロサイワイタケ目
 Xylariaceae クロサイワイタケ科 *Rosellinia, Xylaria*

所属目不明科

- Hyponectriaceae ピポネクトリア科 *Physalospora*
Magnaporthaceae *Gaeumannomyces, Magnaporthe*

Basidiomycota 担子菌門

Basidiomycetes 担子菌綱

- Agaricales マツタケ目
Tricholomataceae キシメジ科 *Armillaria*
Cantharellales アンズタケ目
Cantharellaceae アンズタケ科 *Cantharellus*
Hydnaceae *Hydnum*
Typhulaceae ガマホタケ科 *Typhula*
Ceratobasidiales ツノタンシキン目
Ceratobasidiaceae ツノタンシキン科 *Ceratobasidium, Thanatephorus*
Ganodermatales マンネンタケ目
Ganodermataceae マンネンタケ科 *Ganoderma*
Hymenochaetales タバコウロコタケ目
Hymenochaetaceae タバコウロコタケ科 *Coltricia*
Poriales アナタケ目
Coriolaceae *Coriolus, Fomes, Trametes*
Polyporaceae サルノコシカケ科 *Polyporus*
Schizophyllales スエヒロタケ目
Schizophyllaceae スエヒロタケ科 *Schizophyllum*
Stereales ウロコタケ目
Stereaceae ウロコタケ科 *Stereum*
Tulasnellales ツラスネラ目
Tulasnellaceae ツラスネラ科 *Tulasnella*

Teliomycetes 半担子菌綱

- Septobasidiales モンパキン目
Septobasidiaceae モンパキン科 *Septobasidium*
Uredinales サビキン目
Coleosporiaceae コレオスポリウム科 *Coleosporium, Chrysomyxa*
Cronartiaceae クロナルチウム科 *Cronartium*
Melampsoraceae メランブソラ *Melampsora*
Phakopsoraceae ファコプソラ科 *Phakopsora*
Phragmidiaceae フラグミジウム科 *Phragmidium*
Pileolariaceae ビレオラリア科 *Pileolaria*
Pucciniaceae ブクニア科 *Gymnosporangium, Puccinia, Stereostromum, Uromyces*
Pucciniastraceae ブクニアストルム科 *Hyalopsra, Melampsorella, Melampsoridium, Milesina*
Raveneliaceae ラベネリア科 *Ravenelia*
Sphaerophragmiaceae スファエロフラグミウム科 *Hapalophragmium, Hyssopsora*
所属科不明 *Blastospora, Hemileia*

Ustomycetes クロボキン綱

- Exobasidiales モチビョウキン目
Exobasidiaceae モチビョウキン科 *Exobasidium*
Graphiolales グラフィオラ目
Graphiolaceae グラフィオラ科 *Graphiola*
Platyglloeales プラチグロエア目
Platyglloeaceae プラチグロエア科 *Eocronartium, Helicobasidium*
Ustilaginales クロボキン目
Tilletiaceae ナマグサクロボキン科 *Entyloma, Neovossia, Tilletia, Urocystis*
Ustilaginaceae クロボキン科 *Ustilago, Sphacelotheca, Sorosporium, Sporisorium*

Mitosporic fungi

Alternaria, Ascochyta, Aspergillus, Botrytis, Cercospora, Cladosporium, Colletotrichum, Curvularia, Cyindrosporium, Fusarium, Gloeosporium, Graphium, Helminthosporium, Monilia, Oidium, Penicillium, Pestalotia, Pestalotiopsis, Phoma, Phomopsis, Phyllosticta, Pyricularia, Rhizoctonia, Rhynchosporium, Sclerotium, Septoria, Sphaceloma, Trichoderma, Ustilaginoidea, Verticillium

¹⁾ HAWKSWORTH, D. L., et al. (1995) Dictionary of the Fungi 8th Ed. CAB International, Wallingford. 系統関係が不明な分類群が多いため、それぞれの界の分類群は、アルファベット順に配列してある。従来、不完全菌類とされていたものは、正式な分類群とはされず、Mitosporic fungi として扱われている。