

植物防疫基礎講座：植物病原菌の分子系統樹—そのシステムと見方—(9)

# 鞭毛菌類と根こぶ病菌

独立行政法人 製品評価技術基盤機構バイオテクノロジー本部 **稲 葉 重 樹**

## はじめに

鞭毛菌類 Mastigomycotina (zoosporic fungi) とは、生活環の一部に鞭毛をもった遊泳細胞(遊走子)を形成し、吸収による栄養摂取を行う従属栄養生物群である。AINSWORTH (1973) による菌類分類体系において、真菌門 Eumycota の1亜門として設立された。鞭毛菌類は、遊走子に生える鞭毛の数・位置・および種類(側面に2列の小毛 mastigonema をもつ両羽型鞭毛と、小毛を欠くムチ型鞭毛に区別される)によってネコブカビ綱・卵菌綱・サカゲツボカビ綱・ツボカビ綱の4綱に分類される。

鞭毛菌類の各綱は、細胞壁の多糖組成やリシン合成経路などの生化学データや細胞微細構造が互いに異質であり、設立当初から多系統群である可能性が示唆されてきた(表-1)。近年の18S rDNA塩基配列を用いた系統解析結果もその可能性を支持し、鞭毛菌類は解体を余儀なくされている。本稿では従来鞭毛菌類として扱われてきた4綱について、CAVALIER-SMITH (1998) の六界説に基づいて分類の現状を解説するとともに、各綱の目レベルの分類体系についても分子系統学的研究結果を織り交ぜながら概説する。

## I 六界説と鞭毛菌類

図-1に、AINSWORTH体系と六界説における鞭毛菌類の分類学的位置を示した。六界説では、真核生物を植物・動物・菌類・原生動物・およびクロミスタ(Chromista「有色」の意)の5界に分類する。六界説の分類体系は主に細胞微細構造と分子データに基づいて構築されており、遺伝子領域としては18S rDNAが多く用いられている。図-2に18S rDNA系統樹の一例を示したが、鞭毛菌類の4綱は単系統群を成さず、菌類界、原生動物界のケルコゾア門およびストラメノパイル類(クロミスタ界との違いについては後述)の各クレードに分かれて現れている。以下に図-2の18S rDNA系統樹に基づいて各綱の系統関係を検討する。ただし現在では、真核生物の系統関係を正確に反映する系統樹を得るためには18S

表-1 菌類と卵菌類の主要な形質の比較 (DEACON, 1997 を改変)

形質	菌類(ツボカビ類を含む)	卵菌類
成長	菌糸, 先端成長	菌糸, 先端成長
栄養摂取	従属栄養, 吸収	従属栄養, 吸収
細胞壁成分	キチン質	セルロース
核相	単相	複相
ヒストン	ヒストン 2B, 動物と同様	植物と同様
リシン合成	$\alpha$ -アミノアジピン酸経路	ジアミノピメリン酸経路
ゴルジ槽	層にならない, 管状	数層重なる
ミトコンドリア	板状または円盤状クリステ	管状クリステ
転流炭水化物	ポリオール, トレハロース	グルコース他, 植物と同様
貯蔵物質	グリコーゲン, 脂質, トレハロース	マイコラミナラン
ミトコンドリアのコードン	UGA はトリプトファンに対応	UGA は終止コドン
ステロール	エルゴステロール	植物ステロール

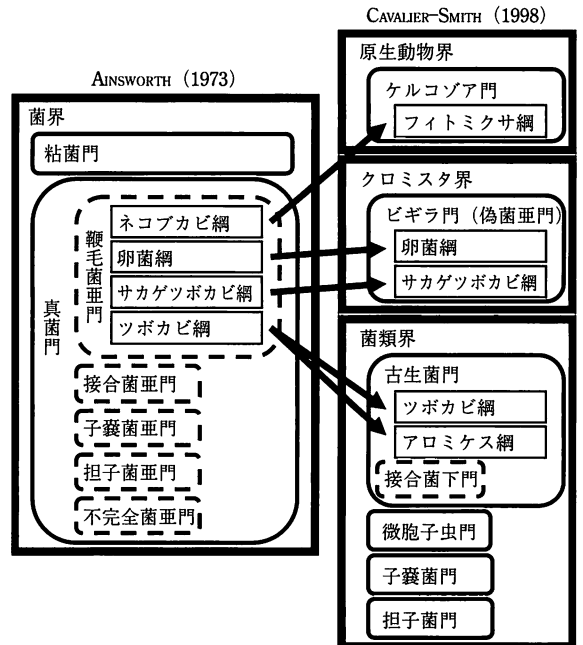


図-1 AINSWORTH による鞭毛菌類の分類体系(左)と六界説における位置づけ(右)

Zoosporic Fungi and Plasmodiophorids. By Shigeki INABA  
(キーワード: ツボカビ綱, 卵菌綱, サカゲツボカビ綱, クロミスタ界, 六界説)

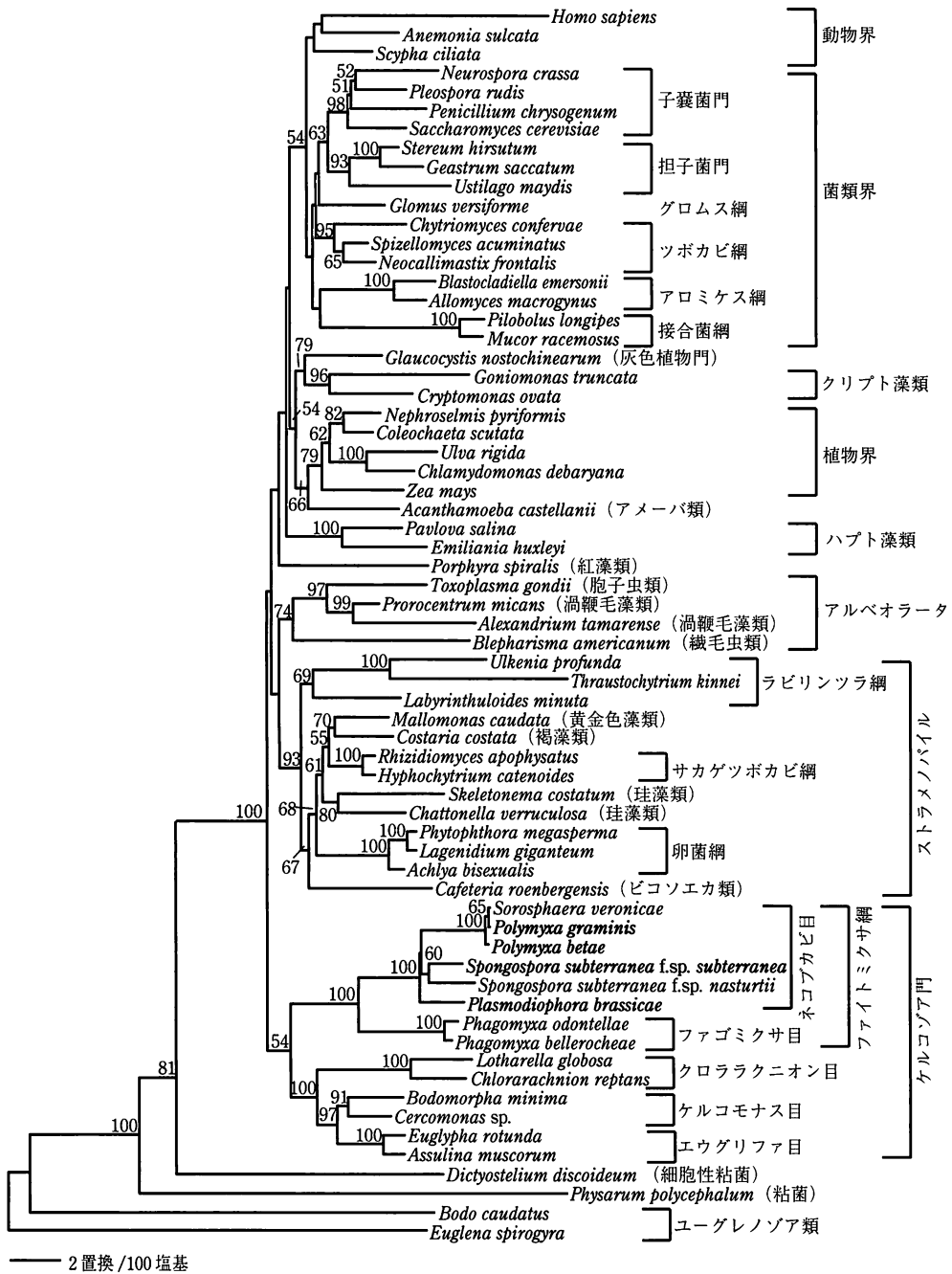


図-2 18S rDNA 領域に基づく真核生物の近隣結合法による分子系統樹  
 枝上の数字はブートストラップ値 (%) の 60% 以上の値を表す。ボールド文字：本文中で引用されている植物病原菌。

rDNA 領域単独の解析では必ずしも十分とは考えられておらず、チューブリンや RNA ポリメラーゼなど複数の遺伝子領域のデータに基づく総合的な評価が行われる傾向にある点に留意が必要である (橋本, 2004)。

## II ネコブカビ類

### 1 一般的特徴

ネコブカビ類 Plasmiodiophorida は陸生や水生の維管

束植物、藻類および卵菌類の絶対寄生生物であり、宿主の細胞内に多核で細胞壁を欠く変形体を形成する。変形体は分割して遊走子嚢もしくは休眠孢子堆へと分化する。遊走子嚢は、長短2本のムチ型鞭毛を前端にもつ遊走子を内部に形成する。変形体の核分裂時には、十字形分裂 *cruciform division* と呼ばれる特徴的な分裂様式が観察される。

ネコブカビ類はいずれも特異的な形質を共有するため、単系統群と考えられており、従来は1目(ネコブカビ目 *Plasmodiophorida*)にまとめられてきた。

主な植物病原種として、アブラナ科植物に根こぶ症状を引き起こす *Plasmodiophora brassica* やジャガイモ粉状そうか病の病原菌である *Spongospora subterranean* f.sp. *subterranea* などが知られており、また *Polymyxa graminis* はムギ類萎縮ウイルスを、*P. betae* はテンサイそう根病の病原ウイルスをそれぞれ媒介する。

## 2 系統関係

従来のネコブカビ類の分類的位置については、遊走子を形成する点を重視して鞭毛菌類に含める説と、変形体を形成することから広義の粘菌類の一群とする説が両立していた。近年では、他の生物との類縁関係不詳の生物群として原生生物 *Protoctista* や原生動物の1門とされることが多い(例えば、ALEXOPOULOS et al., 1996)。しかし、原生生物全体の分子系統解析が進むにつれ、ネコブカビ類に近縁の生物群がしだいに明らかとなっている。

図-2から、ネコブカビ類は、長短2本のムチ型鞭毛をもつ *Cercomonas* 属や珪酸質の殻をもつアメーバの *Euglipha* 属などの原生動物や、単細胞緑色藻類のクロラクニオン藻類と単系統群を形成することがわかる。六界説では、これらを原生動物界の中のケルコゾア門 *Cercozoa* (CAVALIER-SMITH, 1998) に分類している。ケルコゾア門はもっぱら分子データを根拠にして設立された門であり、互いに形態的・生態的な類似点がほとんどない生物群から構成されている。なお、近年さらに多様な原生生物がケルコゾア門内に分類されている(CAVALIER-SMITH and CHAO, 2003)。また、複数の遺伝子領域の解析から、ケルコゾア類と粘菌類(細胞性粘菌類・真正粘菌類)とは密接な類縁関係にはないと考えられている。

ネコブカビ類と姉妹群を形成する *Phagomyxa* 属は、海産の褐藻類や珪藻類の寄生生物である。ネコブカビ類が主に吸収による栄養摂取を行うのに対し、*Phagomyxa* 属では細胞外部から固形粒子を取り入れる食作用 *phagocytosis* を行う点が異なる。CAVALIER-SMITH (1993) は前者をネコブカビ目とし、後者に対してファゴミクサ

目 *Phagomyxida* を設立した。六界説では2目をあわせてフィトミクサ綱 *Phytomyxea* としている(注:ネコブカビ類の分類群名の接尾辞は国際動物命名規約に従う)。

## III 卵菌類・サカゲツボカビ類

### 1 一般的特徴

卵菌類 *Oomycetes* (= *Peronosporomycetes*) は水中もしくは土壌中で腐生的に生活するほか、藻類や菌類、動植物の寄生種も多く、*Peronospora* 属や *Phytophthora* 属など著名な植物病原菌が含まれる。遊走子は長短2本の鞭毛をもち(不等毛)、前方の鞭毛は両羽型、後方の鞭毛はムチ型である。菌体の形態は、多核嚢状体から発達した無隔壁の菌糸体まで多様である。

従来は、菌体の形態的特徴によりツユカビ目 *Peronosporales*、フシミズカビ目 *Leptomitales*、ミズカビ目 *Saprolegniales*、クサリフクロカビ目 *Lagenidiales* の4目に分類されていた(表-2)。しかし、DICK (1990) は生化学的データや有性生殖器官の諸形質に基づいて、それまでツユカビ目に含まれていたフハイカビ科 *Pythiaceae* を新たにフハイカビ目 *Pythiales* と引き上げるとともに、イネ科草本寄生性の *Sclerospora* 属などに対してササラビョウキン目 *Sclerosporales* を設立した。また、フシミズカビ目に含まれていたオオギミズカビ科 *Rhipidiaceae* をオオギミズカビ目 *Rhipidiales* に引き上げた。さらに、クサリフクロカビ目を解体してフハイカ

表-2 卵菌綱の目の変遷

SPARROW (1973)	CAVALIER-SMITH (1997)	DICK (2001 a)
ツユカビ目	ツユカビ亜綱 ツユカビ目 フハイカビ目 <sup>b)</sup> オオギミズカビ目 <sup>c)</sup>	ツユカビ亜綱 ツユカビ目 フハイカビ目 オオギミズカビ亜綱 オオギミズカビ目
フシミズカビ目	フシミズカビ目 ササラビョウキン目 <sup>b)</sup> フクロカビモドキ目 ミズカビ亜綱	ミズカビ亜綱 フシミズカビ目 ササラビョウキン目
ミズカビ目	ミズカビ目	ミズカビ目 サリラゲニジウム目 <sup>d)</sup> 所属不明目
クサリフクロカビ目 <sup>a)</sup>		フクロカビモドキ目 ミノキチオプシ目

<sup>a)</sup> フハイカビ目とフクロカビモドキ目に解体、<sup>b)</sup> ツユカビ目より分割されて設立、<sup>c)</sup> フシミズカビ目より分割されて設立、<sup>d)</sup> フハイカビ目より分割されて設立。

ビ目とフクロカビモドキ目 Oipidiopsidales 内に再編成した。この結果、それまでの3目に新しく設立された4目加わり、7目となった。その後、Dick (2001 a) の体系では生態を重視し、海生種に対してサリラゲニジウム目 Salilagenidiales, 動物寄生種に対してミゾキチオプシス目 Myzocytiopsidales の2目を立て、現在では9目となっている(表-2)。

サカゲツボカビ類 Hyphochytriomycetes は、前端に1本のみ鞭毛をもった遊走子を形成する。鞭毛の種類は卵菌類と同様に両羽型である。この点から、卵菌類と近縁の生物群と考えられている。腐生性もしくは菌類や卵菌類に寄生して生活する。維管束植物への寄生例は知られていない。種数は約25種と非常に小さい分類群で、従来1目3科に分類されてきたが、うち1科(アニソルピジウム科 Anisopidiaceae) をサカゲツボカビ類から除外するという意見もある(Dick, 2001 b)。

2 系統関係

鞭毛が管状小毛をもつ両羽型であるという卵菌類の遊走子の特徴は、光合成色素としてクロロフィル a と c をもつ藻類(不等毛植物。褐藻類や珪藻類のほか多様な単細胞藻類を含む)の遊走細胞や一部の原生動物にも共通して認められ、これらの生物は真核生物の中で単系統群

を形成していると考えられている。この生物群はストラメノパイル(stramenopile「麦わら+毛」の意。鞭毛の管状小毛に由来する)と呼ばれる(PATTERSON, 1989)。Dick (2001 b) は、同様の生物群に対してストラミニパイル界 Straminipile を提唱している。ストラメノパイルの単系統性は、18S rDNA に基づく系統樹でも強く支持されている(図-2)。一方、ストラメノパイル類にハプト藻類とクリプト藻類という単細胞藻類を加えた分類群がクロミスタ界であるが(CAVALLIER-SMITH, 1981; 1998), その単系統性を疑問視されることもある。六界説では、卵菌類とサカゲツボカビ類は共にクロミスタ界のビギラ門(Bigyra「二つのらせん」の意で、鞭毛基部にある二重らせん状の微細構造に由来する)に所属する。

卵菌類の系統解析には、18S rDNA 領域のほか ITS 領域や 28S rDNA の D1/D2 領域(RIETHMÜLLER et al., 1999), またミトコンドリア DNA のチトクロームオキシダーゼ II (coxII) 遺伝子(HUDSPETH et al., 2003; MARTIN and TOOLEY, 2003) の塩基配列も用いられている。ITS や D1/D2 領域が特定の分類群に集中して解析されているのに対し、coxII 遺伝子は比較的幅広い分類群のデータが得られており、卵菌類全体の系統関係を検討するのに適した領域である(図-3)。この系統樹では、卵菌類は

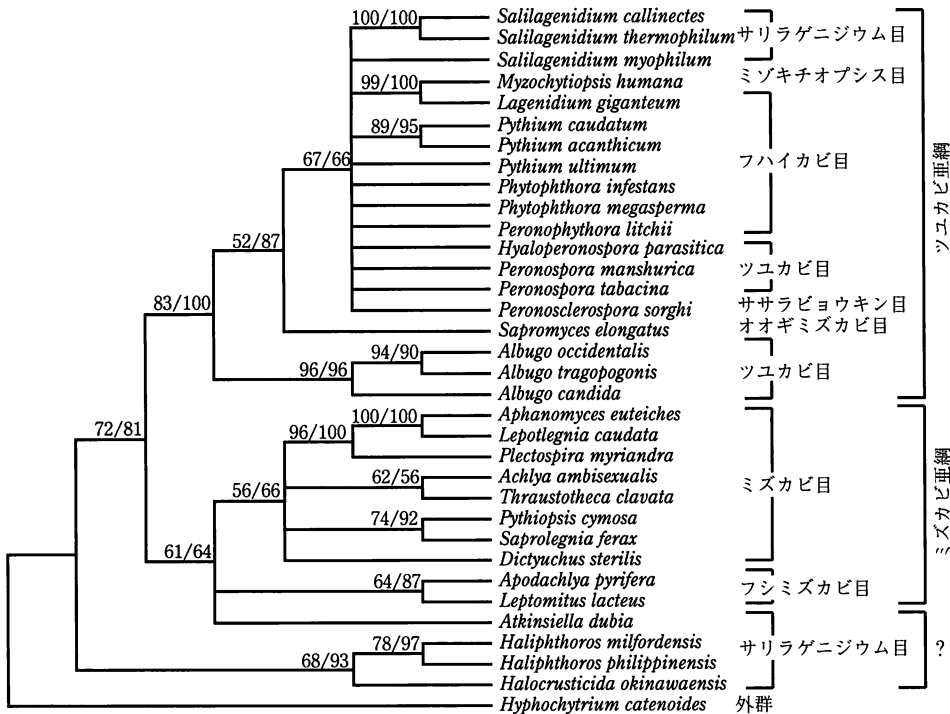


図-3 coxII 遺伝子に基づく卵菌類の最大節約法による厳密合意樹 (HUDSPETH et al., 2003 に基づく) 枝上左は最大節約法, 右は近隣結合法によるブートストラップ値 (%) の50%以上の値を表す。

表-3 ツボカビ綱の目の変遷

SPARROW (1973 b)	BARR (1990; 2001)	CAVALIER-SMITH (1998)
ツボカビ綱	ツボカビ綱	ツボカビ綱
ツボカビ目	ツボカビ目 スピゼロミケス目 <sup>b)</sup>	ツボカビ目 スピゼロミケス目 ネオカリマスチクス目 <sup>c)</sup>
ハルポキトリウム目 <sup>a)</sup> サヤミドロモドキ目	サヤミドロモドキ目	サヤミドロモドキ目 アロミケス綱
コウマクノウキン目	コウマクノウキン目	コウマクノウキン目 ボウフラキン目 <sup>d)</sup>

a) ツボカビ目とサヤミドロモドキ目内に分割. b) ツボカビ目より分割されて設立. c) スピゼロミケス目より分割されて設立. d) コウマクノウキン目より分割されて設立.

大きく二つのクレードに分かれ, Dick (2001 a) によるツボカビ亜綱 *Peronosporomycetidae* とミズカビ亜綱 *Saprolegniomycetidae* の分類とほぼ対応している。一方, *coxII* の系統樹上でオオギミズカビ目がツボカビ亜綱のクレード内に含まれる点は, オオギミズカビ目がミズカビ亜綱に近縁であることを示す D1/D2 領域の解析結果 (RIETHMÜLLER et al., 1999) と矛盾する結果となっている。また, *coxII* の系統樹ではミズカビ目やフシミズカビ目が単系統群と考えられるのに対して, ツボカビ目が多系統群である可能性が読み取れる。サリラゲニジウム目についても多系統群であると考えられる。フクロカビモドキ目に関しては, 現在のところ解析例がない。

サカゲツボカビ類については, 2属2種について 18S rDNA 塩基配列が解読されており, 2種が密接な類縁関係にあることがわかっている (HAUSNER et al., 2000)。また, 28S rDNA, 5.8S rDNA, *coxII* のデータも 1種でのみ得られている。図-2 の 18S rDNA の系統樹はサカゲツボカビ類が卵菌類とともにストラメノバイルの一員であることを示しているが, 卵菌類と密接な類縁関係にあるとはいえない。

## IV ツボカビ類

### 1 一般的特徴

ツボカビ類 *Chytridiomycetes* は, 後方に 1本のムチ型鞭毛を持つ遊走子を形成する。ただし, 草食動物の消化管に生息する絶対嫌気性のツボカビ類であるネオカリマスチクス目 *Neocallimastigales* の遊走子は多数のムチ型鞭毛をもつ。形態は, 多核嚢状体から発達した菌糸体まで多様。水中および土壤中に広く分布し, 腐生的に生活するほか, 原生動物, 藻類, 菌類, 微小動物, 両生類, 維管束植物などの寄生種も多い。植物病原菌としては, *Physoderma* 属, *Rhizophyidum* 属, *Synchytrium* 属等が知られ, また *Olpidium* 属菌は各種植物病原ウイルスを媒介する。

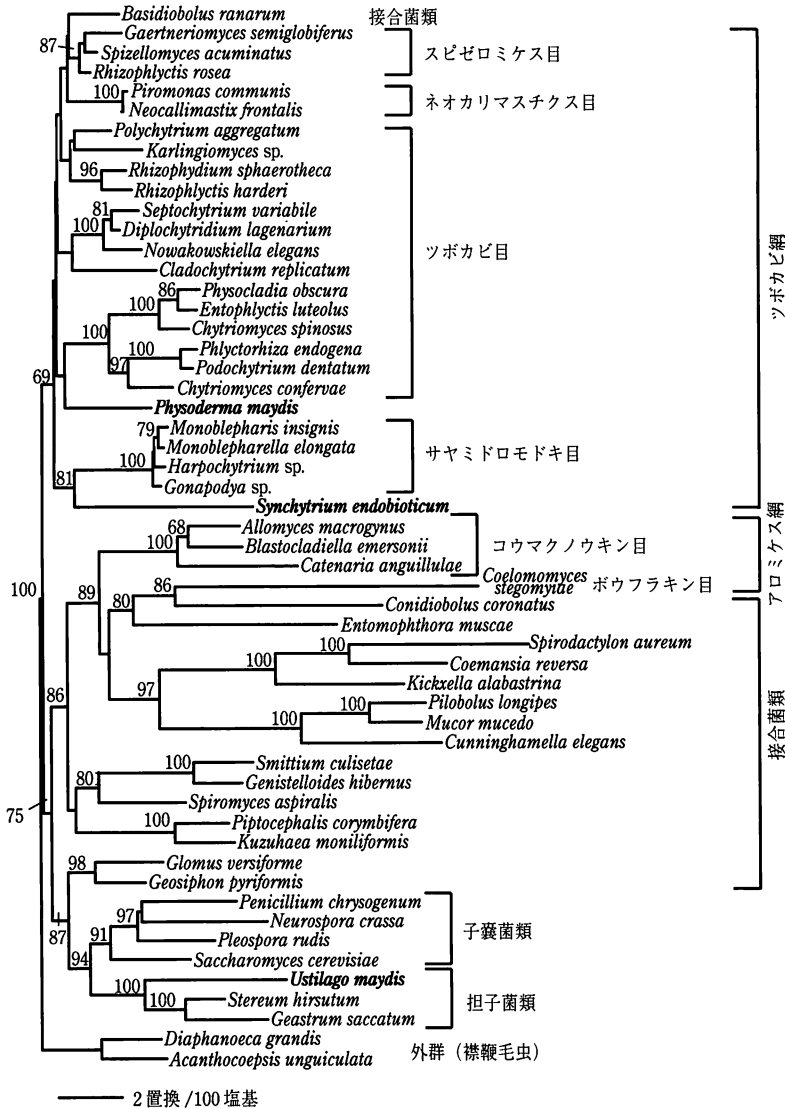
従来, ツボカビ類は菌体の形態的特徴により, ツボカビ目 *Chytridiales*, コウマクノウキン目 *Blastocladales*, サヤミドロモドキ目 *Monoblepharidiales*, ハルポキトリウム目 *Harpochytriales* の 4 目に分類されていた (表-3)。しかし, ツボカビ類の分類形質として遊走子の微細構造など新たな形質が重視されるようになり, 新たな 4 目に再編成された。すなわち, ハルポキトリウム目は解体され, ツボカビ目とサヤミドロモドキ目に分配された。また, ツボカビ目が分割されて狭義のツボカビ目と新目であるスピゼロミケス目 *Spizellomycetales* に再分類された。その後スピゼロミケス目内のネオカリマスチクス

科が目に引き上げられ, 現在一般に 5 目に分類される (BARR, 1990; 2001)。一方, 六界説では主に微細構造学的データを重視し, ツボカビ類を接合菌類と共に古生菌門 *Archemycota* に含め, 6 目に再編成している。すなわち, 接合菌類により近縁とするアロミケス綱と狭義のツボカビ綱とに分割し, 前者にはコウマクノウキン目とコウマクノウキン目より分割したボウフラキン目 *Coelomomycetales* が, 後者にはそれ以外の 4 目が所属する (表-3)。

### 2 系統関係

ツボカビ類は細胞壁がキチン質であり,  $\alpha$ -アミノアジピン酸経路によってリシン生合成を行うなどの形質が他の“真の”菌類と共通し, 鞭毛菌類のうち唯一菌類界に分類される。18S rDNA に基づいた系統樹からも, 菌類界の単系統性が支持される (図-2)。

一方, JAMES et al. (2000) による 18S rDNA の詳細な解析の結果は, ツボカビ類は多系統群である可能性を示している (図-4)。この系統樹では, コウマクノウキン目 3種とボウフラキン目の *Coelomomyces stegomyiae* が接合菌類とともにクレードを形成するのに対し, その他の 3 目は独立したクレードを形成する。この結果はツボカビ類を 6 目に再編した六界説の分類体系を支持する。また, 個々の病原種に着目すると, 従来コウマクノウキン目に分類されている *Physoderma maydis* はツボカビ目のクレードに入り, ツボカビ目に分類されている *Synchytrium endobioticum* はサヤミドロモドキ目とクレードを形成するなど, 既存の分類体系との矛盾点も散見される。ツボカビ類を含む菌類界の系統関係の推定には, 18S rDNA とは異なる遺伝子領域を用いたさらなる検討が必要と思われる。なお, ツボカビ類の一部の分類群に関しては D1/D2 領域の解析が行われている (LETCHER et al., 2004)。



— 2 置換 /100 塩基  
 図-4 18S rDNA 領域に基づく菌類の近隣結合法による分子系統樹 (JAMES et al., 2000 を一部改変)  
 枝上の数字はブートストラップ値 (%) の 60%以上の値を表す. ボールド文字: 植物病原菌.

おわりに

以上、鞭毛菌類 4 綱の分類の現状と分子データによる検討結果を概説した。しかし、これらの分類体系はいずれも暫定的なもので、今後改訂される可能性が高い。新たな分類体系の構築には、分子系統学的データが重要な役割を果たすであろうことは言をまたない。現在までの鞭毛菌類の分子系統学的研究は一部の植物病原性の分類群に偏る傾向が強かったが、各綱内分類群の系統関係を

推定するために幅広い分類群を用いた解析も平行して行っていく必要があると思われる。分子データが得られていない分類群の多くは寄生種など難培養性の種や特殊な環境に生息する種であるので、それらの解析を行うためには分離培養技術の向上や DNA 抽出手法などの技術的改良が必須である。一方、既に分子データが得られている種であっても、複数の遺伝子領域を用いた総合的な解析を行うことによって新たな知見が得られるものと期待される。

本稿の内容は、分子系統学的手法を用いた植物病原菌の同定や分類という本シリーズのテーマとは必ずしも合致しないと思われるが、鞭毛菌類の多様性を認識する一助としていただければ幸いである。

### 引用文献

- 1) AINSWORTH, G. C. (1973): *The Fungi, An Advanced Treatise*, Vol. 4B, Academic Press, New York, p. 1 ~ 7.
- 2) ALEXOPOULOS, C. J. et al. (1996): *Introductory Mycology*, 4th ed., Willy, New York, 868 pp.
- 3) BARR, D. J. S. (1990): *Handbook of Protoctista*, Jones and Bartlett, Boston, p. 454 ~ 466.
- 4) ——— (2001): *The Mycota, VII Part A*, Springer-Verlag, Berlin, p. 93 ~ 112.
- 5) CAVALIER-SMITH, T. (1981): *BioSystems* 14: 461 ~ 481.
- 6) ——— (1993): *J. Euk. Microbiol.* 40: 609 ~ 615.
- 7) ——— (1997): *Arch. Protistenkd.* 148: 253 ~ 267.
- 8) ——— (1998): *Bio. Rev.* 73: 203 ~ 266.
- 9) ——— and E. E. -Y. CHAO (2003): *Protist* 154: 341 ~ 358.
- 10) DEACON, J. W. (1977): *Modern Mycology*, 3rd ed., Blackwell Science, Oxford, 303 pp.
- 11) DICK, M. W. (1990): *Handbook of Protoctista*, Jones and Bartlett, Boston, p. 661 ~ 685.
- 12) ——— (2001 a): *The Mycota, VII Part A*, Springer-Verlag, Berlin, p. 39 ~ 72.
- 13) ——— (2001 b): *Straminipilous Fungi*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 670 pp.
- 14) 橋本哲男 (2004): *学術月報* 57: 1032 ~ 1038.
- 15) HAUSNER, G. et al. (2000): *Can. J. Bot.* 78: 124 ~ 128.
- 16) HUDSPETH, D. S. S. et al. (2003): *Fungal Diversity* 13: 47 ~ 57.
- 17) JAMES, T. Y. et al. (2000): *Can. J. Bot.* 78: 336 ~ 350.
- 18) LETCHER, P. M. et al. (2004): *Mycologia* 96: 1339 ~ 1351.
- 19) MARTIN, F. N. and P. W. Tooley (2003): *ibid.* 95: 269 ~ 284.
- 20) PATTERSON, D. J. (1989): *The Chromophyte Algae*, Clarendon Press, Oxford, p. 357 ~ 379.
- 21) Riethmüller, A. et al. (1999): *Can. J. Bot.* 77: 1790 ~ 1800.
- 22) SPARROW, F. K. (1973 a): *The Fungi, An Advanced Treatise*, Vol. 4B, Academic Press, New York, p. 61 ~ 73.
- 23) ——— (1973 b): *ibid.*, p. 85 ~ 110.

(新しく登録された農薬 17 ページからの続き)

●イマズスルフロン・カフェンストロール・ベンゾビシクロン粒剤

21583: 協友イッテツ1キログラム (協友アグリ) 2005/11/02  
イマズスルフロン: 0.90%, カフェンストロール: 3.0%, ベンゾビシクロン: 2.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズカヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道, 東北), シズイ (東北), ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離 (北陸, 関東・東山・東海を除く)

●イマズスルフロン・カフェンストロール・ダイムロン粒剤  
21584: 協友クラッシュ EX ジャンボ (協友アグリ) 2005/11/02

イマズスルフロン: 1.8%, カフェンストロール: 4.2%, ダイムロン: 20.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道, 北陸), ヒルムシロ (北陸を除く), セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●イマズスルフロン・カフェンストロール・ダイムロン粒剤  
21585: 協友クラッシュ1キログラム (協友アグリ) 2005/11/02

イマズスルフロン: 0.90%, カフェンストロール: 0.3%, ダイムロン: 15.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道, 東北, 北陸), クログワイ (北海道, 関東・東山・東海の早期栽培地帯を除く), オモダカ (近畿・中国・四国, 九州の早期栽培地帯を除く), ヒルムシロ, セリ, アオミドロ・藻類による表層はく離

●シメトリン・モリネート・MCPB 粒剤

21586: 協友マメツ SM1キログラム (協友アグリ) 2005/11/02

シメトリン: 4.5%, モリネート: 24.0%, MCPB: 2.4%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ, アオミドロ・藻類による表層はく離, 直播水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ  
●ジメタメトリン・ピリブチカルブ・プレチラクロール水和剤

21587: 協友農将軍フロアブル (協友アグリ) 2005/11/02  
ジメタメトリン: 0.50%, ピリブチカルブ: 10.0%, プレチラクロール: 5.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ (北海道, 東北), アオミドロ・藻類による表層はく離

●ピラゾスルフロンエチル・モリネート粒剤

21588: 協友ベルーフ粒剤 (協友アグリ) 2005/11/02  
水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ, ヒルムシロ, セリ, エゾノサヤヌカグサ

●イマザピル・グリホサートイソプロピルアミン塩液剤

21589: リプロ液剤 (BASF アグロ) 2005/11/02  
イマザピル: 8.3%, グリホサートイソプロピルアミン塩: 23.0%

樹木等: 鉄道, 工場敷地 (タンクヤード等), 駐車場等: 一年生雑草及び多年生雑草, スギナ

●シメトリン・モリネート粒剤

21590: 協友マメツ粒剤 (協友アグリ) 2005/11/02

シメトリン: 1.5%, モリネート: 6.0%

普通移植水稻, 稚苗移植水稻: ノビエ, その他水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, 直播水稻: ノビエ, マツバイ

●モリネート粒剤

21591: 協友オードラム粒剤 (協友アグリ) 2005/11/02

モリネート: 8.0%

移植水稻: ノビエ, マツバイ, ホタルイ, 直播水稻: ノビエ, マツバイ

●グリホサートイソプロピルアミン塩・ピラフルフェンエチル水和剤

21592: クサキングエースフロアブル (ニチノーサービス) 2005/11/16

21593: ネコソギクイックプロ FL (レインボー薬品) 2005/11/16

グリホサートイソプロピルアミン塩: 30.0%, ピラフルフェンエチル: 0.16%

かんきつ, りんご, なし, もも, ぶどう: 一年生及び多年生雑草, だいごん, キャベツ: 畑地一年生雑草, 樹木等: 公園, 庭園, 堤とう, 道路, 運動場, 宅地, 鉄道, のり面等: 一年生及び多年生雑草, スギナ