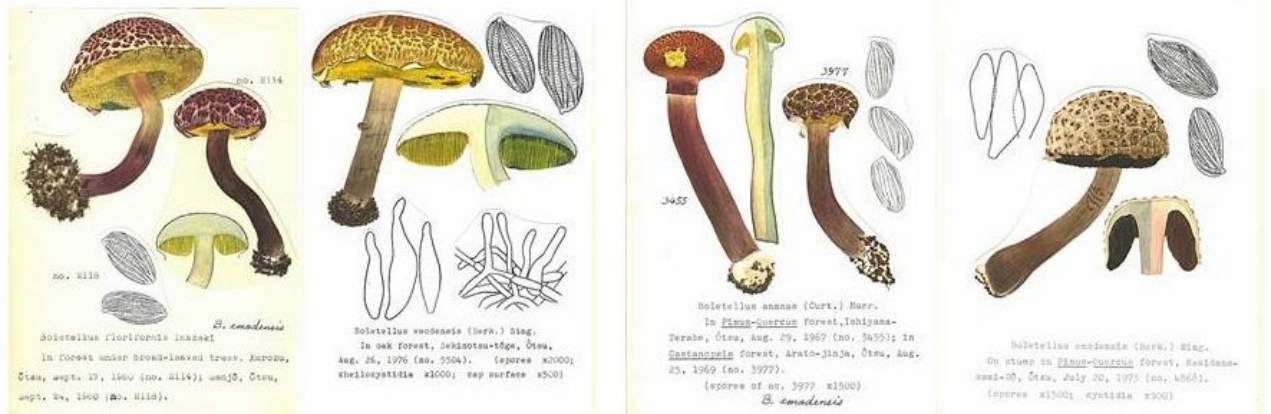


関西菌類談話会会報

2018年9月 No. 37

本郷次雄先生・原画 キクバナイグチ



目次

表紙：キクバナイグチ〔本郷次雄先生の原画より〕	1
マツ科植物の球果（松毬）に生えるきのこの自然史的研究 I. 事の始まり	萩本宏・2
菌類とナメクジ：Gut shuttle service	澤島拓夫・9
きのこ分類講座を聴講して	加瀬谷泰介・13
きのこ中級講座を聴講して	北出雄生・33
会報記事投稿のご案内など	編集委員会・36

マツ科植物の球果（松毬）に生えるきのこの自然史的研究 I. 事の始まり

萩本 宏（京都市在住の菌楽者）

私がマツ科植物の球果（松毬と総称）に生えるきのこに関心を寄せた契機は、本誌^(1, 2)や千葉菌類談話会通信^(3, 4)に断片的に記述している。即ち、1955年、3回生の秋に京都大学理学部附属植物園で松毬に生えるきのこに出会って、濱田稔先生（関西菌類談話会創設者）ご所蔵の川村清一図鑑⁽⁵⁾で容易にマツカサツエタケ *Collybia conigena* (Pers.) Brés. と同定し、①このきのこが松毬にしか生えないのであれば、松毬にはこの菌の成長に必須の物質が含まれているはずであり、その物質を発見したい、②地中をよるよると伸びる柄と地上で垂直に伸びる柄の成長の要因を解明したい、という二つの欲望にかられて濱田先生に孢子の無菌的採取法を教わったのが始まりである。さらに、マツカサツエタケを見つけた1か月ほど後の12月に同じ場所でマツカサタケを見つけ、孢子を分離するために傘だけを切り取って残しておいた子実体から傘が再生しているのを見つけた⁽⁶⁾。すなわ、傘誘導物質の存在と妄想した。

私は松毬に生えるきのこを見て突然きのこに関心を抱いたわけではない。私は父が傷痍軍人京都療養所（現国立病院機構 南京都病院）を設計し、その建築の監督のために1937年秋から翌年の初夏にかけて1年足らず京都府綴喜郡青谷村（現城陽市青谷）の中地区に住んでいた。そこで近所の方がシイタケの榎木栽培をしておられるのを見たのがきのこに対する関心の始まりである。さらに、戦中か敗戦間もない頃に北野天満宮の露店でシイタケの生えた榎木を売っていたが、太さによって1本1円50銭から3円位していて10銭の小遣いでは買えなかったこと、1950年代前半頃までは、八百屋の店頭は様々な発育段階のマツタケが大量に並んでいたことなども、きのこへの興味を高めた。それで、1953年に大学に入学し、農学部に移ってからは、部屋の前の理学部附属植物園や近くの如意ヶ嶽（通称大文字山）にきのこ採集によく行っていた。

きのこ好きは「きのこの何に惹かれているのか」は、それ自体が研究課題になりそうである。私は、きのこは、美しい（色彩）、可愛い（サイズ）、可笑しい（形態）、妖しい（偶発性）、怖い（毒性）、

美味しい（味覚）の六面体（この6項目の内容には相互の重なりがありそうだが、ここでは厳密な定義はしない）で構成されていて、この六つが総体として人を惹き付けるように思う⁽⁷⁾。しかし、正六面体ではありえない。それぞれの面の大きさは、個人によって異なるのは無論のこと、きのこの種類によって、同じ種類でも発育段階によって違っているはずである。きのこは、見る人によっては、女子高生的表現を借りれば「きもかわ（＝きもい+かわいい）」である⁽⁸⁾。即ち、きのこは、どの種類のどの発育段階を対象として、どの面を強く意識するかによって人々に様々な印象を与え、幻想をもたらす。

4回生になって、中学時代の恩師から「応用植物学研究室（通称は応植：現大学院生命科学研究科統合生命科学専攻・環境応答制御学研究室）には就職先がないから行かないように」とのお話があったが、何とかならせろと応植に入れていただいて正式に濱田先生に師事した。応植への志望は、今村俊一郎教授、濱田稔助教授の両先生のいささか世間離れしたところと研究室の雰囲気なんとなく自分に合いそうだったことからである。卒論研究は先生からマツカサツエタケを続けるように指示された。このきのこをマツタケ用の濱田培地のブドウ糖を蔗糖に変えた培地で純粋培養したり、森本彦三郎氏が発明した菌床栽培法の米ぬか・鋸屑培地^(9, 10)で培養したりしたが、子実体は発生せず、粗末な卒論しか書けなかった。

さらに、本郷次雄先生からマツカサツエタケは間違いで、松毬に生えるシメジ科⁽¹¹⁾のきのこには、マツカサキノコモドキ（写真1）とニセマツカサシメジ（写真2）があると諭されたのは、晴天の霹靂であった。孢子を採取したきのこの詳細な観察記録を残さなかったために私が培養したマツカサツエタケがどちらに該当するのか確認できないお粗末さを恥じた。翌年、1956年にきのこを再同定しようと思ったが、園丁が林床を清掃し、松毬を除去したので生えなかった。その後、1959年12月にマツカサキノコモドキが発生したが、ニセマツカサシメジは生えなかった。



写真1) マツカサキノコモドキ



写真2) ニセマツカサシメジ

4回生の夏頃に濱田先生から「卒業したらどうする。行くところないぞ」「やりたくないことやって生きていくなら死んでしまえ」と言われて大学院の入試を受け、1957年4月から院生になった。この時も前記の中学の恩師からご心配をいただいた。そのお言葉通り行き先のない院生(旧制と新制)・学生が大勢いて居室が不足し、本来は個室のはずの濱田先生の部屋に同居させていただいた。私は大学院でも松毬に生えるきのこの研究を続ける心算でいたが、先生から「今の研究課題はぱっとせん。浦山(浦山隆司氏：広島大→京大新制大学院)が始めたツクリタケ(通称マッシュルーム)の成長ホルモンの研究はちょっとも進まんからあれをやれ」と命ぜられた。

ツクリタケは、当時、我が国では殆ど知られていなかったが、欧米では広く普及している最重要の食用茸である。他方、松毬に生えるきのこは、近年になって、マツカサキノコモドキと同属のマ

ツカサシメジ (*Strobilurus tenacellus* (Pers.) Singer) から発見されたストロビルリン A (Strobilurin A)⁽¹²⁾ という抗菌物質の誘導体類が優れた農業用殺菌剤として広く使われているが、経済的価値がないことは無論、生理生態学的研究の文献もない代物である。ツクリタケの研究の優位性は、農学部での研究課題という見地からも議論の余地はないが、学問の流行や金銭に泰然自若であられ、院生・学生にかなり自由に研究をやらせておられた先生にしては珍しい事であった。

この研究を始めてしばらくして、学位取得後は研究を全くしていないうえに、きのこには縁のない講師が唐突に「植物ホルモンは私の研究分野だ。私が指導する」と言い出した。私の実験の現場も見えていないし、論文原稿の校閲もできないのに著者を連名にするように要求してきた。浦山氏がツクリタケには作用しないことを既に明らかにしていた植物ホルモンのインドール-3-酢酸の抽出法とその検定法である燕麦子葉鞘屈曲試験法を教わった。本人は指導の心算でも私にとっては限りなく寄生者、搾取者に近い存在でしかなかった。

私は、子実体の成長ではなく形成の研究がしたかった。また、誰かが手をつけた研究はやりたくなかった。個性の強い浦山氏の研究の引継ぎはなおさら御免蒙りたかったが、先生は、半ば強制的に決めてしまわれた。「これをやるのが嫌なら死ね」と言うことになる。浦山氏は成長ホルモンの研究を副課題としてやっておられたのだが、課題を召し上げられたことで、私になにかといちゃもんをつけてこられた。きのこの成長ホルモン説は氏の論文⁽¹³⁾に引用文献がないので、氏の発見になる新説と思っていた。しかし、1920年代から植物ホルモンの研究が盛んになっており、当時は隠花植物とされていたきのこの成長もホルモンによって制御されていると考えるのはごく自然であると思った。それで、文献を探したところ、悪い予感直ぐに的中した。

Buller⁽¹⁴⁾ が *Piloborus* の孢子囊柄の向日性を説明するのに成長ホルモンの概念を導入し、Borries⁽¹⁵⁾ が長い独語論文の中で、*Coprinus lagopus* Fr. の若い子実体の成長は傘を除くと止まることから、傘は成長ホルモンを分泌し、柄の成長帯に作用すると結論づけていた。Bristol 大学の菌学の Reader (Leader ではない)、Hawker 女史⁽¹⁶⁾ にいたっては、未発表データとして「若

いエノキタケ子実体の傘を半分除去すると柄は屈曲する。また、傘を切り取り、その代わりに子実体抽出物を含ませた寒天塊を切断面の片側に寄せて置くと柄は曲がる」とまで書いていた。

ホルモンの実体を明らかにするために、ヒダの抽出物の分析・同定をしたところ、アミノ酸に行き着いた。子実体にアミノ酸を与えたところ、数種類のアミノ酸が 10^{-4} ~ 10^{-3} M という比較的高濃度で活性を示した⁽¹⁷⁾。この結果に愕然とした。アミノ酸が一般的な種類で、しかも複数であることとその濃度の高さからホルモンではなく栄養素と考えるのが妥当であった。ホルモンの存在を前提に研究を進めてきたが、ヒダは物質の代謝や移動を介して傘や柄の成長や基質内の栄養菌糸とどのように関わっているのか、即ち、子実体が正常に成長するための統御機構を総合的に追求すべきであったと後悔した。

それで、大急ぎで子実体の成長に伴う各部位のアミノ態窒素と蛋白態窒素の定量分析、遊離アミノ酸の種類とそれぞれの量の解析を始めた。便利な分析機器のない時代である。子実体から抽出したアミノ酸を2次元濾紙クロマトグラフィーで展開して濾紙上で誘導体にし、種類ごとに再抽出して分光光度計で濃度を測定した。さらに、グルコサミンとキチンの生合成との関わりの実験を計画したが、応植には生化学的な研究施設・機器がないこともあって計画倒れになった。

私の論文が海外で引用されたこともあって、濱田先生は大学院を終わったらアメリカに行くようにとのお仰であったが、自分の業績に否定的であった私はとてもその気にならなかった。たまたま、今村先生から大学の近くに試験農園をもっている製薬企業が除草剤の研究要員を探しているというお話があった。小川眞氏が「あんなところ長靴履いて畑を耕しとおる（「研究などできない」の意味と解釈）」と言ったが、大した職場でないことは重々承知のうえで、どうにかなる（する？）と思って濱田先生のご意向に反してお受けした。会社では今村先生の推薦状の通りに植物生理学の専門家ということにした。入社してみたら想像を絶する職場であったが、逆境に鍛えられた。

濱田先生の門下生には、倉石衍、衣川堅二郎、古川久彦、河合正允、相良直彦、小原弘之、小川眞、横山和正、土井祥兌、村田義一、堀越孝雄、吉村文彦、鈴木彰氏など世界の菌学を牽引した人

が綺羅星の如く並んでいる。大学での専攻と全く関係のない職に就いたのは、多分、私だけだと思う。今関六也先生や椿啓介先生から「勿体無いことをする」と仰っていただいた。大学院の5年間はあらゆる面で苦い経験であったが、後年、このモラトリアム（本来の意味で）は非常に役に立ったし、今も役立っている。なお、私は関西菌類談話会の発足以来、濱田先生から庶務を仰せついていたが、適当な引継ぎ者がいなかったので、先生に資料を私の大量の文献カードと共にお預けした。そして、1962年3月27日に先生方はじめ研究室員一同に挨拶して大学を去った。後悔はしなかったが、索漠とした気分であった。

かくて、このごく小さな職場（現在は薬用植物園）に20年半いて⁽¹⁸⁾、研究所（大阪）、東京本社、さらに本社（大阪）に転勤した。会社では厄神に魅入られたかのように、誰がやってもうまくゆかない事や夢物語と馬鹿にされた事を次々と引き受けた。しかし、厄神はいつもポケットに福神の赤ん坊を連れていた。会社には38年間お世話になった。厄介者をよくおいてくれたと感謝しつつ2000年の株主総会の日に辞めた。

会社を辞めた時点で余命20年と想定して、誰の邪魔もせず誰にも邪魔されず、高価な機器を使わずにマイペースで可能な研究課題を色々思案した。その結果、濱田先生に禁じられたきのこをもう一度相手にすることにした。マツカサツエタケの観察場所は、翌年7月に現れた『キノコ物語』⁽¹⁹⁾という救いの神によって決めた。この本にマツカサキノコモドキ、ニセマツカサシメジ、マツカサタケ（写真3）の3種類が京都御苑に発生することが書かれていた。



写真3)マツカサタケ・自宅栽培地

2001年11月4日(日)に、京都御苑南東隅に近いテニスコートを囲むフェンスの南西隅から少し西のフェンス際に生えたクロマツの下でマツカサキノコモドキとニセマツカサシメジに再会した。両種は共に1週間ほど雨がなかったこともあり、やや萎れて貧相であった。同月13日には、先述のクロマツ樹下でマツカサタケ1個を見つけた。また、フェンスの南側、京都御苑を囲う土塁の側の落葉などの置場に多数のマツカサキノコモドキが発生しているを見た。しかし、そこには、ニセマツカサシメジとマツカサタケは一つもなかった。

マツカサキノコモドキがいくら沢山発生していても、落葉置場は異常な場所であり、通常の観察の場に適さない。それで、あちこち探して、自宅から最も近い石薬師御門を入れてすぐ左(南)に曲がる道の両側に沿った林(写真4)、即ち、京都迎賓館の北側、バードバス周辺(写真5)を含む母と子の森(写真6)とその北側、更に、京都御苑の東端の石垣の内側で現在は立ち入り禁止の場所(写真7)とコオロギの里(写真8)と迎賓館の南側の小道に沿った下草の刈り込まれている細長い場所(写真9)に決めた。この選定した場所は、地面が露出していたり、雑草に覆われていたり、落ち葉が堆積していたりと変化に富んでいた。この松毬に生える3種類の割合が違っただけでなく、子実体、特にマツカサキノコモドキの子実体はその場に対応した成長のパターンを示していた。



写真5) バードバスの東側



写真6) 母と子の森



写真4) 京都御苑内の観察地



写真7) 母と子の森の向かい側・京都御苑石垣に接する内側



写真8) コオロギの里

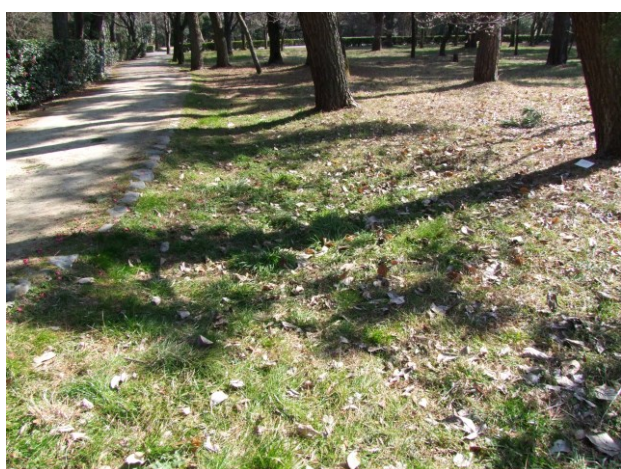


写真9) 迎賓館南側の通路沿いの観察地

京都御苑では動植物の採集は禁じられているので、きのこも植物に含まれていると考えるのが常識である。しかし、シイ類の実や銀杏を採集している人をよく見かけるので、落下した松毬は問題なかろうと考えて採集して帰り、プランター内に赤玉土やバーミキュライトを敷きつめて、その中に松毬を様々な深さに埋め込んだ。晩秋になると期待通り一部の松毬からではあるが、子実体が発生した。この事は、自宅でも観察や実験ができることを意味しているので大いに気を良くした。しかし、念のために環境省京都御苑管理事務所に松毬の採集の件を問い合わせたら、銀杏、シイの実、松毬から落葉にいたるまで動植物に準じた扱いであるとのことをご返事をいただくとともに、私のささやかな研究に便宜を図っていただいた。この一連の研究ができたのは同所のお蔭と深く感謝している。



写真10) ドイツトウヒ球果に生えたマツカサキノコ



写真11) 笹ヶ峰ドイツトウヒ林



写真12) 笹ヶ峰ドイツトウヒ林内のマツカサキノコ

観察・実験を始めると次々と予期しない課題が湧いてくるので、研究対象も拡大し続けている。先日も、中島敦司氏⁽²⁰⁾が出川洋介先生のご指導

のもと、わが国で研究に先鞭をつけられたマツカサキノコ（写真 10）を求めて 5 月 14 日から 20 日まで美ヶ原高原から菅平高原を経て笹ヶ峰高原（写真 11、12）まで 1200km 余りを走り回った。あれもこれもと手を広げているうちに 17 年近くも経ってしまった。無職になると時間は十分あると思っていたが、どっと家事を分担させられたうえに、お抱え運転手にされた。大量の観察記録、写真、実験データが蓄積されたが、どの観察も実験もみな不備だらけである。その補いには数年かかるものもある。また、一つの観察や実験は仮説を導き、次の観察・実験を強いる。これでは、平均余命 7～8 年のこちらの命がもたない。観察や実験データは私にしか分からない。妻から「貴方が逝ったら研究関係の資料やデータは紙屑だから全部捨てます」と宣言されている。それで、今までやってきたことを不十分ながら順次発表することにした。

私の研究は、きのこの発生現場（京都御苑と自宅の庭）での観察、プランター栽培、フードパック栽培、純粋培養の 4 つの方法で、きのこ基質（松毬）の対応関係、きのこの球果をめぐる競争関係、個々の種類の特異な性質、例えば水分屈性（写真 13）^(4, 21, 22) などの発見と解明など多岐にわたるが、日暮れて道はなお遠い。私の研究は、全くの素人の楽しみである。だからと言って虚偽は一切ない。しかし、統計処理ができるようなデータは容易に得られない。実験結果は曖昧さや不完全さを残している。従って、それらから導かれる推論や結論には誤りがないとは言いがたい。ご批判、ご叱責は覚悟の上だが、一人でも松毬に生えるきのこにご興味をもっていただくと有難い。



写真 13) 一旦下降して上昇するマツカサキノコモドキ

引用文献

- (1) 萩本宏 松毬に生えるキノコの話, 関西菌類談話会会報 No. 26, 16～19(2006)
- (2) 萩本宏 本郷次雄先生を偲ぶ-マツカサツエタケの教訓-, 関西菌類談話会会報 No. 27, 12～15(2009)
- (3) 萩本宏 松毬に生えるキノコは妖怪だ!, 千葉菌類談話会通信 No. 27, 27～31(2011)
- (4) 萩本宏 マツカサキノコモドキはでんぐり返る!, 千葉菌類談話会通信 No. 27, 9～17(2011)
- (5) 川村清一 日本原色菌類図鑑, 第 4 巻 風間書房 (1954)
- (6) 萩本宏 妖怪松毬茸物語, 千葉菌類談話会通信 No. 29, 42～49 (2013)
- (7) 萩本宏 柳田国男の『遠野物語』にみる蛇と茸のコラボ-理系人間の視点から-, 千葉菌類談話会通信 No. 28, 4～49 (2012)
- (8) 四方田犬彦「かわいい」論, ちくま書房(2006)
- (9) 萩本宏 森本彦三郎氏による菌床栽培法と純粋培養種菌の櫛木接種法の始まり-それはエノキタケでなくシイタケで始まった-, 関西菌類談話会 50 周年記念誌 53～70 (2008)
- (10) 萩本宏 森本彦三郎氏が菌床栽培法と原木栽培用種菌の発明に至った経緯の考察, 千葉菌類談話会通信 No. 31, 42～62 (2015)
- (11) 今関六也・本郷次雄 原色日本菌類図鑑, 保育社 (1957)
- (12) Anke T., Oberwinkler F., Steglich W. and Schramm G. The strobilurus-new antifungal antibiotics from the Basidiomycete *Strobilurus tenacellus.*, J. Antibiotics 30, 806～810 (1977)
- (13) Urayama T. Das Wuckshormon des Fruchtkörpers von *Agaricus campestris* L., Bot. Mag. Tokyo 69, 298～299 (1956)
- (14) Buller A. H. R. Research on fungi, vol. 3 Longmans Green and Co., London (1950)
- (15) Borries H. Beiträge zur Wachstums und Entwicklungsphysiologie der Fruchtkörper von *Coprinus lagopus*, Planta 22, 28～69 (1934)
- (16) Hawker Lilian E. Physiology of Fungi, Univ. of London Press Ltd. (1950)
- (17) 萩本宏 帽菌類子実体の発育の生理, 日菌報 4, 103～110 (1963)
- (18) 萩本宏 21 世紀の植物保護-有機合成農薬

の視点から一、佐久間正幸編『21世紀の農学, 第3巻 植物を守る』京都大学学術出版会(2008)

(19) 四手井淑子 キノコ物語, かもがわ出版(2001)

(20) 中島敦司・出川洋介 日本産マツカサキノコ属菌3種の分類学的研究, 日本菌学会第55回大会講演要旨(2011)

(21) 萩本宏 マツ科植物の毬果に発生するきのこの研究Ⅰ. マツカサキノコモドキの子実体の成長に関する屈湿性成長と土壌依存屈地性起立の二つの仮説の提唱 日本菌学会第56回大会講演要旨(2012)

(22) 萩本宏 マツ科植物の毬果に発生するきのこの研究Ⅱ. マツカサキノコモドキの子実体の水分屈性成長仮説の証明, 日本菌学会第58回大会講演要旨(2014)

追記 『千葉菌類談話会通信』の記事は、千葉菌類談話会のホームページに公開されている。

写真の説明

1) マツカサキノコモドキ 1個の松毬からの群生(京都御苑、2010年11月15日撮影)。

2) ニセマツカサシメジ 柄の下部にこの種に特徴的な白色の長毛がある(京都御苑、2014年11月3日撮影)。

3) マツカサタケ ハート形の特徴的な傘をもつ(自宅栽培地、2008年10月13日撮影)。

4) 京都御苑内の観察地 石薬師御門を入って直ぐに左(南)に曲がる道の両側(2010年12月6日撮影)。

5) バードバスの東側 通路の左右の木陰に足の踏み場もないほど沢山のマツカサキノコモドキとニセマツカサシメジが生え、加えて、ごく少数であるが、マツカサタケと *Podostroma* sp. が生えた(2011年8月23日撮影)。

6) 母と子の森 森の北側にきのこの発生地がある(2016年12月5日撮影)。

7) 1本のクロマツが大量の大型の松毬を落とす場所だが、現在は立ち入り禁止(2011年8月23日撮影)。

8) コオロギの里 落葉が多く、マツカサキノコモドキが地中深くから発生する場所(2018年6月10日)。

9) 京都迎賓館南側の小道沿いの下草の刈り込み地

(2011年2月21日撮影)。

10) 自宅のプランター内の菅平産ドイツトウヒの球果に発生したマツカサキノコ、自宅での発生最盛期は1~2月である(2015年3月11日撮影)。

11) 笹ヶ峰高原のドイツトウヒ林 面積は58.57haあり、1935~1938年に栽植された(2018年5月17日撮影)。

12) 笹ヶ峰高原のドイツトウヒ林内に遅れて発生したマツカサキノコ、発生最盛期は雪解け時である(2018年5月18日撮影)。

13) 瓶内に懸垂された松毬に発生し、正の水分屈性によって下向き成長し、その後、負の重力屈性によって上向き成長するマツカサキノコモドキ(2011年11月10日撮影)。

(2018年6月10日 受付)



第371回京都御苑きのこの会でマツカサタケの説明をする著者(撮影 京都御苑きのこの会の世話役の佐野修治氏、2018年3月11日)

「寒い早春の朝にも拘わらず、乳児を抱き、幼児を連れて参加している女性に驚き」との感想をいただきました。(編集委員より)

菌類とナメクジ : Gut shuttle service

澤島拓夫 (近畿大学農学部)



関西菌類談話会 総会・講演会 2018年2月10日(土)
京都市龍谷大学大宮学舎清和館 3F ホールにて 基調講演でお話をされる澤島拓夫氏

身を隠すための殻を持つカタツムリがどちらかというと「可愛い生物」とされ、テレビにもしばしば登場するのに比べ、同じ陸生貝類であるナメクジは「薄気味悪い生物」というイメージを持たれ一般的に忌避されている生物である。実際、「絵本 かたつむり」で Google 検索すると 107,000 件もの情報がヒットしたのに対し、「絵本なめくじ」と入力すると 42,900 件のヒット、しかも絵本によってはナメクジとカタツムリの両方が出てくるので、これは過大評価の可能性がある。では世界的にみるとどうかと言うと、「Snails Children's book」で検索すると 1,490,000 件のヒット、では「Slugs Children's book」で検索すると 179,000 件とさらに圧倒的な差が。。。。。

このように嫌われもののナメクジだが、なんと菌類学の権威である Buller 博士は(カタツムリではなく) ナメクジに熱い視線を傾けており、その著書である「Researches on fungi I と II」でも実に 28 頁以上もナメクジに割いておられる(Buller, 1909, 1922)。そのようなわけで、Buller 博士にあやかっただけでここではナメクジと菌類について紹介したい。

重くて硬い殻を保つためにカルシウムを必要とするカタツムリに比べ、そのような軀(くびき)

から解き放たれているナメクジは動きも早く、湿った環境ならどこでも生息可能であり、農地によってはチャコウラナメクジが 25.6 匹/m²程の密度を誇る(宇高・田中, 2010)。え〜こんなにいるの?と驚かれるかもしれないが、ナメクジは夜行性なので昼間は植木鉢の下や朽木の裏側、落ち葉の下、樹洞の中、土壌中などに潜んでいて、ほとんど我々の目にはつかない。しかし夜になると這い出てきて地表および樹幹上を徘徊し餌を漁る(Buller, 1922; 宇高・田中, 2010) (図1)。ナメクジは雑食性で、植物の柔組織、コケ類、植物遺体、地衣類、菌類などを主な餌とするが、昆虫や動物の遺体なども摂食する(宇高・田中, 2010)。ナメクジは顎をもたず、ヤスリ状の舌で削り取った餌を丸呑みにするため、シダ・コケの胞子や小型の植物種子はおろか、センチュウやササラダニまで生きたまま丸呑みし、生きたまま消化管を通過させて運搬・散布する「Gut shuttle services」という機能を果たしていると報告されている(Türke et al., 2018)。

菌類子実体を摂食するトビムシにおいて、臼歯の発達している種では胞子をほとんど破壊してしまう(Nakamori & Suzuki, 2009)が、臼歯の発達していない種では胞子が破碎されず、摂食後も生

存しており、孢子散布者として機能する潜在能力を持つことが示されている(Nakano et al., 2017)。これは菌食性昆虫類でも同様であり、臼歯の発達した甲虫では孢子を破碎してしまい消化管を介した孢子散布が起こりにくい(Kadowaki et al., 2011)が、臼歯を持たないハエ目昆虫では多数の孢子が損傷することなく消化管を通過するため、孢子散布に繋がる可能性が示されている(Tsuno, 1998, 1999; 北林ら, 2016; Kitabayashi & Tuno, 2018)。つまり、咀嚼のための発達した口器を持つ連中以外に、中途半端な口器をしている生物の生態系における存在意義も十分にあるということである。これは陸上に貝類の仲間が生息している存在意義にも通じる。ただし、葉っぱを齧るバッタ類が *Verticillium albo-atrum* (植物病原菌の一種)に感染した植物体を摂食することで、その後排出された糞の19~46%が、本菌の生きた接種源を含み、これにより病気を起こすことが可能であるという報告もある(Huang & Harper, 1985)。この事実は臼歯の発達した動物では孢子を破碎してしまい消化管を介した孢子散布が起こりにくいとする上述の報告と矛盾するようであるが、植物体を咀嚼により破碎しても、内部に寄生している菌体の完全な破壊には至らないということなのかもしれない。

きのこに対するナメクジの振る舞いについては Buller 博士の業績があるが、それ以降、研究の発展は緩やかで、これではカタツムリ並みの進行速度と言って良い。

ナメクジはきのこを好んで摂食する動物として知られ (Buller, 1909, 1922; Keller & Snell, 2002; Halbwachs & Bässler, 2015)、林内に発生する様々なきのこを利用し (図1~3)、摂食によりしばしば風による孢子散布を深刻なまでに阻害する (Buller, 1922) (図4)。多くの菌種はナメクジによる摂食に対し無防備のように見える (Buller, 1913) が、ナメクジがあまり好まない菌種、摂食を忌避する菌種も存在する (Buller, 1909, 1922)。好まない菌種や忌避する菌種に関しては、テングタケ類の有毒きのこに対して忌避性は見られないが、乳液を生産するチチタケ類が忌避されるなど、多くの菌種が化学物質による防衛を行っており、さらにはきのこの物理性、すなわち硬いきのこやゼリー状のきのこもナメクジから忌避される傾向がある (Buller, 1922)。ナメクジ



図1. ショウロを摂食するチャコウラナメクジ

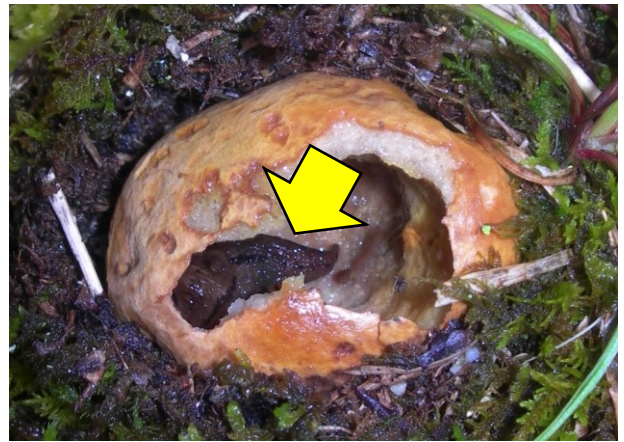


図2. 朝、ショウロの中でお休み中のチャコウラナメクジ (矢印)



図3. チチアワタケの子実層を摂食するナメクジの一種

は菌類の発する化学物質をたよりにきのこを見出す(Buller, 1909, 1922)が、バナナナメクジは高濃度のマツタケオールを産生する菌種に対し忌避作用がある (Wood et al., 2001) ことが示されている。

臼歯の備わった顎を有する多くの菌食性節足動物とは異なり、ナメクジは咀嚼可能な口器を持たず、胞子を物理的な損傷することなく摂食が可能なので、胞子散布者として働く潜在性を持つと期待される(Buller, 1909, 1922; Boch, 2011, 2015; 小川, 1983) (図5)。実際、コケやシダ類では胞子散布者となることがすでに証明されており(Reddell et al., 1997; Frank et al., 2006)、変形菌の胞子についても健全な形の胞子が発芽能を有している(Keller & Snell, 2002)ことが示されている。植物病理学分野では、ナメクジやカタツムリはエキビョウキン(Phytophthora)の胞子を生きのまま排出し、それにより作物の病気を媒介することが可能であることが示されている(Hynder et al., 2009; Sharadraj & Mohanan, 2013)ことから、当然ながら、きのこ等菌類の胞子を生きのまま運んでいてもおかしくはない。近年、海浜の巻貝類が水辺の植物を傷つけ病原菌を含む糞をすることで「菌類の栽培をしている」驚くような事実も報告されている(Sillman & Newell, 2003)。Buller(1922)は、菌類はナメクジによる胞子散布には依存していないと述べているが、確かに依存する程の関係ではないにしても、ナメクジに食べられないよう積極的に防衛しているわけでもないのも事実である。胞子をより長距離運んでもらおうと考えれば、確かに風散布は有効と言える(Halbwachs & Bäessler, 2015)。しかし菌根菌等のように地下に資源がある菌種では、風により地表に舞い降りた胞子は何者かに地下に運んでもらわなくてはならず(Halbwachs & Bäessler, 2015)、風以外のエージェント、すなわち雨水や動物等により直接地下まで運んでもらうことに重要性が出てくる(Halbwachs & Bäessler, 2015; 北林ら, 2016; Kitabayashi & Tuno, 2018)。また胞子が発芽した後、交配の相手を探さなくてはならない点から見ても、たくさんの胞子を塊のまま排出する動物の作用は意味のあることのように思われる(Kitabayashi & Tuno, 2018)。このようなことから、菌類をよりよく知るためにも、菌類そのもののみならず菌類の傍に寄り添う様々な生き物たちにも、その熱いまなざしを向ける必要があるように思われる。

以上のように、ナメクジは興味深い生物の一つと考えられるが、現在、ナメクジ研究の進展によって大きな足枷になっているのは分類学の遅れで



図4. チャコウラナメクジに子実層を完全に食べ尽くされたチチアワタケ

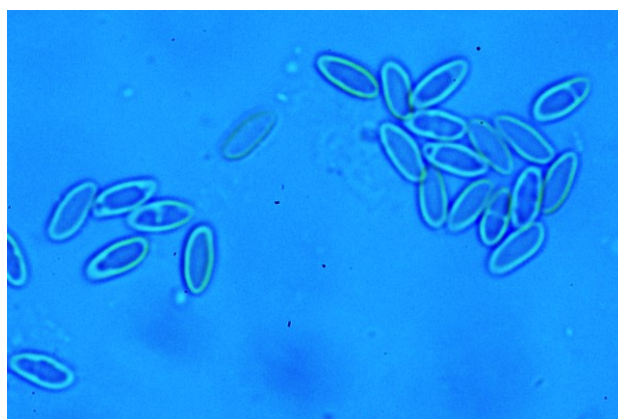


図5. ナメクジの糞中のチチアワタケ胞子 細胞壁の破損はほとんど観察されない



図6. 産地により大きく模様が異なるヤマナメクジ 左が奈良県産、右が新潟県産、果たして両者は同じ種なのだろうか?

ある。多数の種が図鑑に掲載されているカタツムリに対し、ナメクジ類は掲載されている種もわずかである(東, 1982)。その上、ヤマナメクジの基

準産地の記述が誤っていたり、チャコウラナメクジの卵と孵化個体の写真をキイロナメクジのそれと誤って掲載していたり等、同じ陸貝でもマイマイやキセルガイなどとは、まるで扱いが異なっている有様である。外来のナメクジはともかく、在来種に関しては、今後、研究が進むことで、おそらく多数の新種が報告されることになると思う(図6)。裏を返せば、「現在の分類上での種名はほとんど意味がない」状態となっているということである。現在、いたるところで、外来種や国内外来種の侵入が見出されつつある現在、早いところ国内産の種を明らかにし、その分布状況を把握しておく必要がある。

引用文献

- 東正雄, 1982. 原色日本陸産貝類図鑑. 333p. 保育社. 大阪.
- Boch, S., Berlinger, M., Fischer, M., Knop, E., Nentwig, W., Türke, M., Prati, D., 2013. Fern and bryophyte endozoochory by slugs. *Oecologia*, 172(3): 817-822.
- Boch, S., Prati, D., Werth, S., Rüetschi, J., Fischer, M., 2011. Lichen endozoochory by snails. *PLoS One*, 6(4): e18770.
- Buller, A.H.R., 1909. *Researches on fungi I*. 287p. Longmans Green. London.
- Buller, A. H. R., 1922. *Researches on fungi II*. 492p. Longmans Green. London.
- Halbwachs, H., Bässler, C., 2015. Gone with the wind—a review on basidiospores of lamellate agarics. *Mycosphere*, 6(1): 78-112.
- Halbwachs, H., Bässler C., 2015. Gone with the wind—a review on basidiospores of lamellate agarics. *Mycosphere*, 6(1): 78-112.
- Huang, H. C., Harper, A. M., 1985. Survival of *Verticillium albo-atrum* from alfalfa in feces of leaf-chewing insects. *Phytopathology* 75: 206-208.
- Hyder, N., Coffey, M. D., Stanghellini, M. E., 2009. Viability of oomycete propagules following ingestion and excretion by fungus gnats, shore flies, and snails. *Plant Dis.* 93: 720-726.
- Kadowaki, K., Leschen, R. A., Beggs, J. R., 2011. No evidence for a *Ganoderma* spore dispersal mutualism in an obligate spore-feeding beetle *Zearagytodes maculifer*. *Fungal biology*, 115(8): 768-774.
- 北林慶子・都野展子・保坂健太郎・矢口行雄, 2016. 菌食性双翅目幼虫の消化管内担子菌胞子. *日菌報*, 57(1): 69-76.
- Kitabayashi, K., Tsuno, N., 2018. Soil burrowing *Muscina angustifrons* (Diptera: Muscidae) larvae excrete spores capable of forming mycorrhizae underground. *Mycoscience*, 59(3): 252-258.
- Lim, T., 1977. Production, germination and dispersal of basidiospores of *Ganoderma pseudoferreum* on Hevea. *Journal of the rubber Research Institute of Malaysia*, 25(2): 93-99.
- 中森泰三, 2009. 菌食性トビムシの餌選択と菌類の防衛. *日菌報*, 50: 71-78.
- Nakamori T., 2004. Spore-breeding capabilities of collembollans and their feeding habitat within sporocarps. *Pedobiologia*, 49: 261-267.
- Sillman B. R., Newell, S. Y., 2003. Fungal farming in a snail. *PNAS*, 100: 15643-15648.
- Sharadraj K. M., Mohanan R. C. 2013. Slug (*Deroceras* sp.) as main disseminating vector of bud rot disease of coconut in southern India. *Journal of Phytology* 5: 16-18.
- Tuno, N., 1998. Spore dispersal of Dictyophora fungi (Phallaceae) by flies. *Ecological Research*, 13(1): 7-15.
- Tuno, N., 1999. Insect feeding on spores of a bracket fungus, *Elfvigina applanata* (Pers.) Karst. (Ganodermataceae, Aphyllophorales). *Ecological Research*, 14(2): 97-103.
- Türke, M., Lange, M., Eisenhauer, N., 2018. Gut shuttle service: endozoochory of dispersal-limited soil fauna by gastropods. *Oecologia*, 186: 655-664.
- 宇高寛子・田中寛, 2010. ナメクジ面白生態とかしこい防ぎ方. 120p. 農文協. 東京
- Wood, W. F., Archer, C. L., Largent, D. L., 2001. 1-Octen-3-ol, a banana slug antifeedant from mushrooms. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29(5): 531-533.

(2018年6月16日 受付)

きのこ分類講座を聴講して 加瀬谷 泰介

第582回例会 2018年4月15日(日) 14:30~16:30
京都市国際交流会館 研修室(3F)

きのこ分類講座講演

題目:「コウヤクタケ類の特徴と分類」

講師:前川 二太郎 氏

(鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター 菌類きのこ環境生態学研究部門)

鳥取大学の前川二太郎先生をお招きした首記講座を聴講しましたので報告します。以下の内容については、講義を録音したものを原稿に起こすとともに、発表の際に使用されたスライドを加えて、まとめました。

講演「コウヤクタケ類の特徴と分類」

私は、以前、本談話会で講演された早乙女さん¹と同じ、鳥取大学の菌類きのこ遺伝資源研究センターに所属しています。今回の依頼を良い機会と思い、分類がややこしいコウヤクタケ類(Corticoid Fungi)の話をして頂きます。

以前は、背着性の孔がないきのこを、所謂ヒダナシタケ目コウヤクタケ科として、一つにまとめていました。私が取り組み始めて少しした頃から、世界の研究者は皆、一つの系統ではないだろうと思っていましたが、今世紀になって、多系統であることが分子系統解析で裏付けした証拠が多く出てきました。

今日は、コウヤクタケ類がどんなきのこか、どこで生活しているのかという生き様、その後に肉眼的、顕微鏡的な外観の特徴と、日本産種の分類の現状、最後に問題点をお話しします。

生態的特徴

コウヤクタケ類の「膏薬」は塗り(貼り)薬のことで、林床の倒木や落葉落枝の主に裏側に貼り付いた様に生える(背着性²)ために、そう呼ばれています。現在、分類としては担子菌門ハラタケ綱の12の目に属し、既知種は非常に多く、250属2,000種を優に超えています。日本産は約300種ですが、実数は倍の500種以上は分布していると推定されます。半分程しか分かっていないことになります。日本列島は亜寒帯から亜熱帯まで南北



講演される前川二太郎先生

3千kmに及びますが、調べ始めてから30年経つものの、未だに亜熱帯域の調査が不十分です。

生態的には、多くが腐生性で、木質の基質上に背着性の子実体を形成しますが、共生性、寄生性の種もあります。そして、極地を除く、亜寒帯から熱帯までの、海辺から高山まで広範囲に分布しています。大げさに言えば、木があれば、その下には何らかのコウヤクタケ類が生息しています(図1)。

腐生性種は菌体外酵素を出して、木質の細胞壁の主要な成分であるセルロース³、ヘミセルロース⁴、リグニン⁵を分解し、栄養として、木や枝の裏側、落ち葉の裏に子実体を形成します(図2)。

走査型電子顕微鏡(SEM)観察により、樹木の導管の内壁面にクランプのある担子菌が侵入していることが判ります(図3)。拡大すると、菌糸周囲のリグニンが酵素で溝状に溶かされています。木材を鉄筋コンクリートに例えると、リグニンがコンクリートに、セルロース・ヘミセルロースが鉄筋

に当たりますが、コウヤクタケ類もサルノコシカケ類も、邪魔なリグニンを除いて、セルロース・ヘミセルロースを分解・吸収し、栄養源にします。溶解部を見ると、細かいセルロースのマイクロフィブリル(微細繊維)が見えます。

コウヤクタケ類は、和名が無いものが殆どのため、以降は学名がたくさん出てきます。以前の老先生方の著作(『日本菌類誌』⁶等)では和名が付いており、私も初めは付けていましたが、色や形、顕微鏡的な特徴で和名と子実体が関連付けられる種はともかく、コウヤクタケ類は名前と実体とがあまり結びつかず、学名を覚えるのも大変なのに、その上に和名をつける意味があるのか疑問に思ったことから、途中から名付けるのを止めました。特に最近では、属名がどんどん変わるため、属名と一致していた和名が乖離しています。例えば、「カワタケ」の和名を付けられた種が和名からは想像できない属に転属し、却って混乱するのも和名を付けられない理由です。

種によってリグニン分解酵素を持つものと持たないものがあり、持つものはリグニンを分解して取り除きますが、元々着色しているリグニンが無くなるので、材が白っぽくなり、白色腐朽と言われ、コウヤクタケ類の九割以上が相当します。一例がコガネネバリコウヤクタケ⁷で、子実体が外樹皮から発生していますが、それを剥がすと材は白くなっています(図4左上)。

図4左下は、肉眼的にもある程度同定できるオオカタウロコタケ⁸で、外樹皮に子実体を作りますが、それを剥ぐと、カタウロコタケ(*Xylobolus*)属特有の孔状白色腐朽⁹という特殊な腐朽が観察されます(図4右下)。主に南方に多い種ですが、関西にも分布しています。

一方でリグニン分解酵素を持たない種は、同様の場所に発生するものの、セルロース、ヘミセルロースだけを分解し、リグニンを食べ残すため、材の多くはボロボロと炭のように砕け、通常の辺材の色よりずっと濃い褐色になるので褐色腐朽と言われます(図5)。キシワタケ¹⁰、ヒメキシワタケ¹¹、カベカワタケ¹²等が褐色腐朽を起こす種の代表です。

今はサルノコシカケ類でも褐色腐朽と白色腐朽で属が分かれ、系統が異なるので、生態的特徴の腐朽型は、分類学的にも重要です。同定には子実体だけではなく、直下の材の色の観察が重要で、採取時に記録しておくことが重要です。

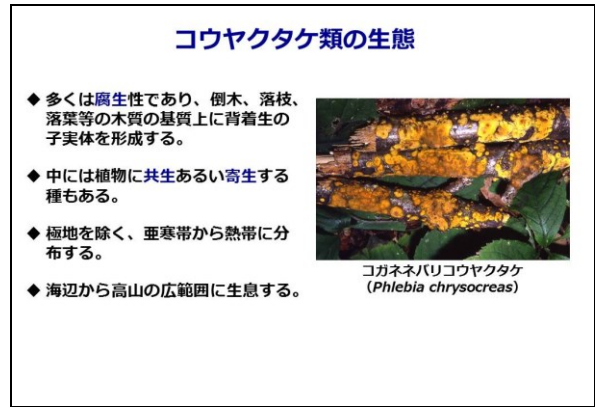


図1 コウヤクタケ類の生態



図2 コウヤクタケ類の生息場所

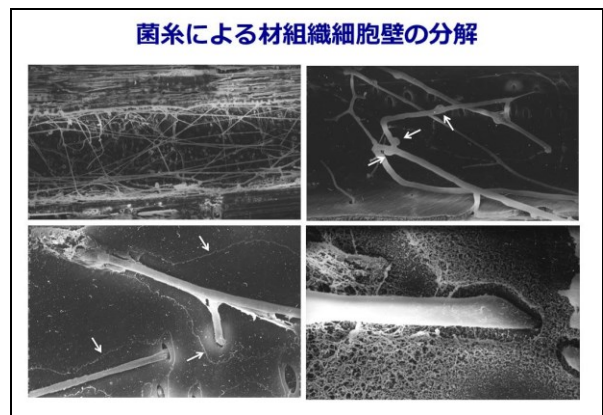


図3 菌糸による材組織細胞壁の分解

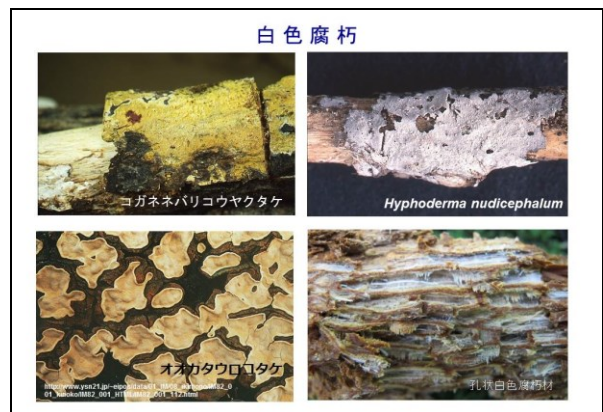


図4 白色腐朽

以前は我々も、コウヤクタケ類と植物の共生などは考えていませんでした(図6)。アミタケは人工的に菌根を合成することができ、宿主植物の細根の先端で形成された菌根を介して、植物は栄養を菌に供給し、菌は材中・土壌中に広く菌糸を生やして吸収した水分・リン等を植物に供給します。双方に利益がある共生関係で、植物は生育が良くなり、耐乾性、耐病性が向上し、菌は栄養分をもらって、菌体量が増えます。

コウヤクタケ類の共生菌は、わずかにイボラシヤタケ¹³が知られていましたが(図7左下)、最近、土壌とその上の落葉落枝の裏面に発生し、背着性子実体の表面が迷路状になる、*Sistotrema muscicola*¹⁴が共生することも判っています(図7右下)。

次に、変わった共生を紹介します(図8~10)。シロアリとの共生ですが、片利共生で、コウヤクタケ類の *Athelia* sp. には非常に利益がありますが、シロアリにとっては何の利益もなく、どちらかと言えば寄生かもしれないという関係です。アカマツ材中の巣の中には卵があり、シロアリは抗菌物質入り唾液などを出して、カビなどを生やさないようにしていますが(図10右上)、混在する褐色の球状物は *Athelia* sp. の菌糸が丸まった菌核です。

菌核の直径が、シロアリの卵の短径と全く同じで、しかも菌核が卵と同じフェロモンのような物質をもっているために、目の見えないシロアリは間違えてしまうのです。このことは、岡山大(現京大)の松浦健二先生¹⁵が社会性昆虫シロアリと菌類の関係を研究していて発見され、この菌の有性世代であるきのこ(図8)を私たちが見つけました。共生?の結果として、菌は、菌寄生性菌から守られ、巣別れの時に卵と一緒に菌核も運ばれ、分散にも非常にうまくシロアリを利用していることとなります。シロアリの巣のかなりの数が卵と菌核を一緒に育てているようです。

絹皮病菌¹⁶は小林義雄¹⁷先生が日本から新種として報告したもので、九州以南の照葉樹林で、一面の樹木の枝や幹がこの菌の菌糸で覆われる所があります¹⁸(図11)。この菌は明らかに樹病菌で、樹を枯らしてしまいます。成熟すると、一つは直径2~3mmないし約5mmですが、数が多いと互いに融合して大きく広がる淡褐色盤状の子実体を作ります。

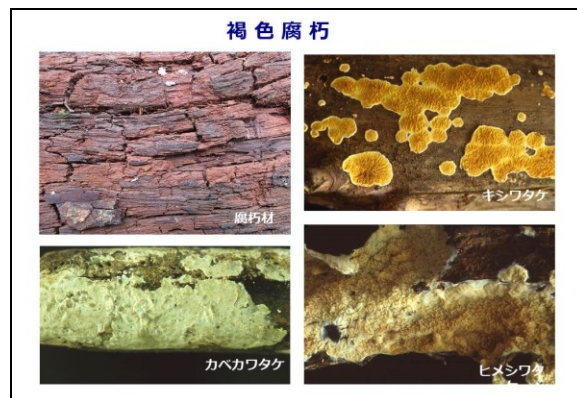


図5 褐色腐朽



図6 共生



図7 樹木と共生するコウヤクタケ類

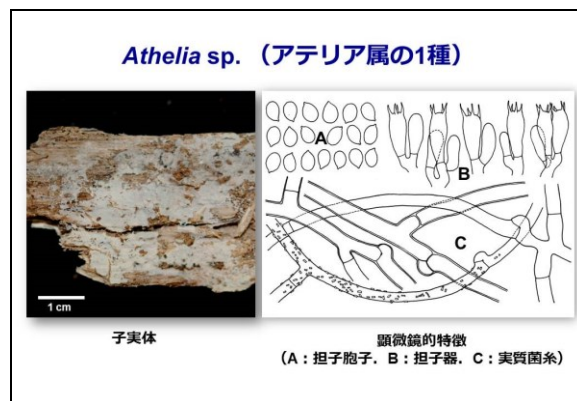


図8 *Athelia* sp. (アテリア属の1種)

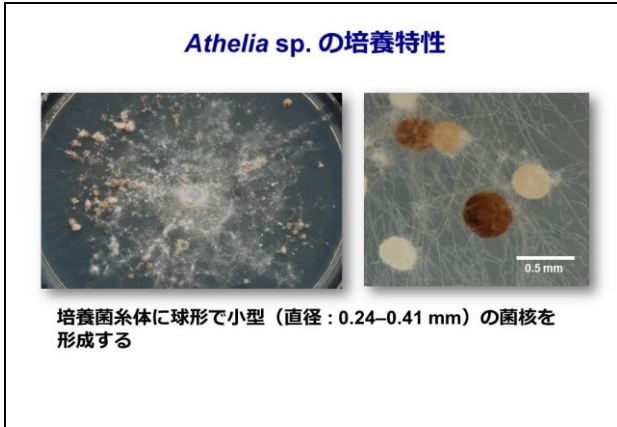


図9 Athelia sp. の培養特性



図10 Athelia sp. とヤマトシロアリ属種との共生？



図11 絹皮病菌

以上述べましたように、コウヤクタケ類の生態は基本的に腐生性の白色腐朽ですが、褐色腐朽もあり、一部は外生菌根で共生し、また寄生する例もあります。

形態的特徴；肉眼的

コウヤクタケ類は、多くの場合、全背着性、白色から褐色の地味な色調で、肉眼的特徴で種を判

別するのは困難です。例外的に、以下の種は色で推定できます。図12右上の少しオレンジがかった黄色が濃いものは、ある程度は *Crustodontia* 属(以前は *Phlebia* 属)まで推定できます。図12左下の様な肉眼的特徴をもつ赤色の子実体を形成するシワウロコタケ(*Phlebia*)属は一種なので *P. coccineofulva* と判別できます。図12右下の特徴ある青紫色のアイコウヤクタケ(*Terana*)属も同定できます。

種によっては、子実層面・子実層托の肉眼的特徴で同定できるものがあります。図13左上の菌根性 *S. muscicola* 等は、ある程度同定可能です。肉眼的には *Trechispora* 属によく似ている種がありますが、数秒程の顕微鏡観察で同定できます。図13右上の *Pseudolagarobasidium calcareum*¹⁹ は、扁平あるいは鋸歯状の不規則な針が特徴で分かりやすいのですが、正確な同定には検鏡が必要です。左下はマツなどの針葉樹の樹皮のはがれた部分に発生する褐色腐朽菌で、黄色から橙色を呈します。キシワタケ²⁰はその名の通り、すこし皺状に隆起した特徴的な子実体を形成し、類似種がないので、肉眼的特徴で間違えることはありません。右下のサガリハリタケ²¹も間違えることはありませんが、所属する属についてはまだ検討が必要です。

細かく見ると、全体が貼りついている全背着性から、少し周縁部が反転する半背着性までであることがわかります。図14左上の旧コウヤクタケ科の基準属 *Corticium* 属菌は粉状で厚みがありません。コウヤクタケ類の子実体は、薄いもので50 μm、厚いもので3~5mm程度の厚みです。観察は、成熟部周辺の菌糸束の有無なども重要です。図14右上の菌糸束を有するのは *Phanerochaete* 属等で、肉眼的特徴として重要です。子実体は周縁にかけて徐々に薄くなることが多いのですが、乾燥するとめくれ上がることもあります。図14左下の *Aleurodiscus grantii*²² は、日本ではモミヤマツの立木の枯枝や落ちたばかりの落枝に発生します。図14右下のエビウロコタケ²³ は、乾燥時は淡褐色から黄褐色、淡黄褐色等かなり薄くなります(写真は発色が濃いめ)。縁がめくれ上がり少し傘を作る点は、分類形質として重要です。こういう肉眼的特徴は採集時に記録することが、種同定に重要です。

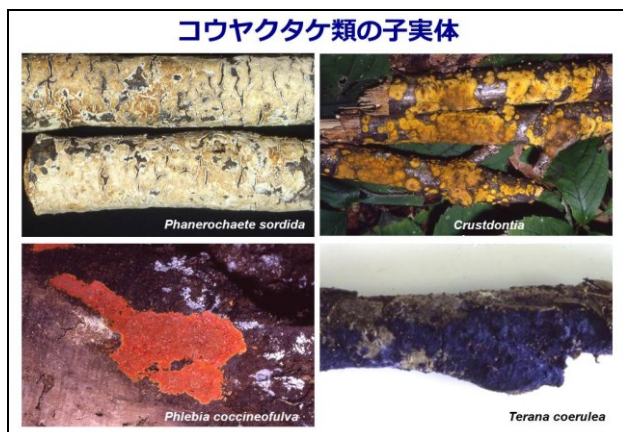


図12 コウヤクタケ類の子実体



図13 コウヤクタケ類の子実体

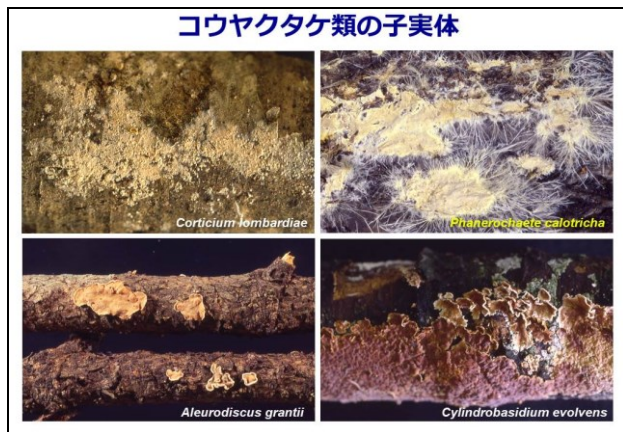


図14 コウヤクタケ類の子実体

形態的特徴；微視的

コウヤクタケ類の大半は顕微鏡的特徴を見なければ分類できません。薄く(全体に)貼りついているようでも、ルーペで見ると子実層が不連続で、疎らです。*Botryobasidium pruinautum*²⁴(図15)の黄赤青の四角の位置、周縁の未成熟な部分と内側の成熟した部分を SEM 観察すると(図15の四つの拡大写真)、基質から伸びた菌糸が分岐して下

方に向かい、子実体の内側では担子器と担子胞子が形成されています。3~4回の分岐で直ぐ担子器を作るので、状態がよければ、同定するには5mm四方の観察でよく、周縁から内側にかけて、未熟部から成熟部の試料となります。軟質担子菌の子実体なら、幼菌から成菌までいくつも子実体を採取して観察しなくてはなりません、少量の試料で済むことはコウヤクタケ研究の利点です。

少量の菌糸体で子実体を作り、胞子を作り、次世代に繋げる種もあれば、より複雑な子実体を形成する種もあります。ヒヨロハリタケ²⁵の子実層托は針状で、基部から地面に向かって垂直方向に針を密に形成しています(図16)。一本を拡大すると、構造的には軟質担子菌と非常に似ており、実質(Trama)に菌糸が平行に配列し、水平方向に分岐伸長しています。拡大すると、実質、子実層とあり、傘のあるきのこの襲と同様、組織的にかなり分化した後に担子器を形成し、胞子を形成するので、それなりの菌糸体量が必要で、材の中にも菌糸を大量に蔓延させて分解吸収、栄養として転流させて子実体、次世代の胞子を作ります。この様な子実体を形成する種はかなり腐朽力が強いです。一方、上記の*B. pruinautum*などは、実際に調べるとリグニン分解力をほとんど持っておらず、樹皮上などにある可溶性の糖類を利用して、短時間で子実体を作り、担子胞子を飛ばします。コウヤクタケ類の子実体の分化の程度は種によって様々で、分類形質の一つとして使用することができます。

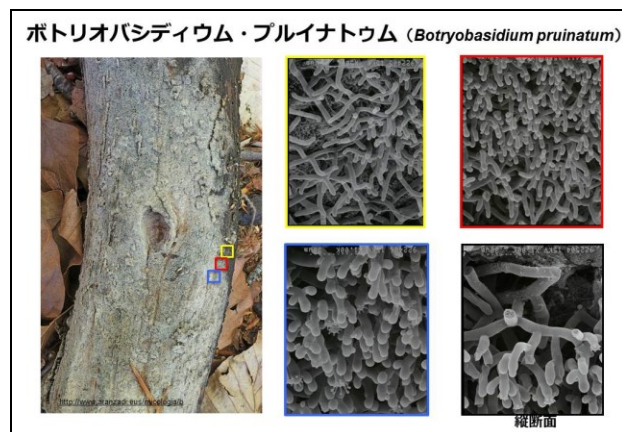


図15 ボトリオバシディウム・プルイナトゥム (*Botryobasidium pruinautum*)

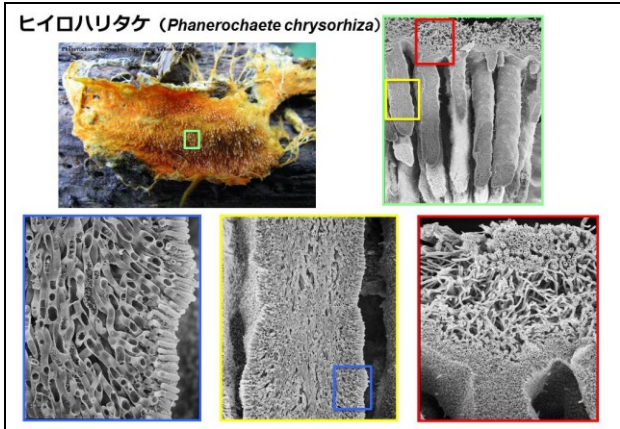


図16 ヒイロハリタケ

次に、分類に必要な形質を挙げます(図17)。肉眼的特徴は全体の形態と、子実層托の形態(表面が平滑か小さい疣や針、孔、迷路状になるか、その色および未熟・成熟時の色調変化等)が重要で、また子実体の周縁部の形態、菌糸束の有無、一部反転するかしらないかが重要です。しかし、これらの特徴のみで同定できるものはほとんどありません。大半は顕微鏡的特徴である子実体を構成する菌糸型を調べることが必要で、コウヤクタケ類は一菌糸型が殆どですが、中には二菌糸型もあります。実質、子実下層の菌糸の配列も、サルノコシカケ類と同様で、重要なものがあります。

菌糸の形態では、隔壁の頻度、クランプは有るか無いかだけではなく、種によっては一部の隔壁にクランプを持つかどうか、かなり重要になるものがあります。実質には全くないが、担子器の基部には必ずあるとか、子実下層だけにあるとか、一つの隔壁に複数のクランプを作るか作らないかなどが鍵となります。菌糸の幅、菌糸壁の厚さ、内容物の有無も重要であり、分泌物つまり結晶を持つかどうかと結晶の形が、種の同定において重要になるものがあります。さらには結晶にはなりません、何か油状物が菌糸表面に付着しているものなどがあります。試薬に対する反応は、水酸化カリウム(KOH)の滴下で紫変・赤紫変する、結晶が溶ける溶けない等の性質が、種によって重要になります。

他の分類群では、担子器の形態が種や属の分類で鍵になることはほとんどありませんが、コウヤクタケ類の場合は、形成様式、形態、大きさ、小柄の数、基部のクランプの有無が非常に重要となります。このことについては後述します。担子胞子は、他の分類群と同じで、形態、大きさ、表面

構造、細胞壁の厚さ、試薬反応が重要になります(図18)。

更に、子実体中に形成される菌糸、担子器、担子胞子以外の細胞である嚢状体(cystidia)等の異形細胞の有無、形成部位、形態、大きさ、内容物、分泌物、試薬反応が重要です(図19)。コウヤクタケ類ではまれに、有性胞子を作る有性世代(teleomorph)と同時に無性世代(anamorph)を作ることがあり、その有無や形態が重要な形質となります。他に生態的特徴があり、腐生か寄生か共生かといった生活型、生息場所、白色か褐色か等の腐朽型が重要です。

この様に子実体を基準に分類しますが、これは生活環のほんの一部に過ぎず、全体を見る必要があります。今、取り組んでいるのが、分離培養できるものに限られますが(コウヤクタケ類は殆どが可能)、培養菌糸体の菌叢形態、無性胞子や異形細胞を形成するかどうか、生育温度などの培養性状を総合して調べることです。有性世代では区別できないものが、培養的形質の違いによって種を判別できることもあり、分類形質として非常に有効です。事例は後述します。

コウヤクタケ類は、担子器の形態に非常に違いがあり、属・種の判別形質として重要です(図20)。棍棒状で頂部に小柄4本を有するものが多いのですが、他の分類群と違い、クランプがあるかないかなどが重要です。

棍棒状担子器の中央で少しくびれる類壺型、基部に装飾があるもの、細胞壁が基部で肥厚するものがあります。通常小柄は4本ですが、2本、6本、8本のものもあります。他の分類群では、6本、8本と多いものはあまりありません。このような担子器はカノシタ²⁶と系統的に近い *Sistotrema* 属に見られます。コウヤクタケ類のほとんどの属では、先端細胞が担子器となることが多いのに対して、菌糸の途中に担子器が側生する、または痕跡がそこに残るものなどは、属の特徴となります。担子器は頂生か側生かが重要で、必ず基部から観察する必要があります。また、ふつうは基部から分岐して先端で新しい担子器ができますが、胞子射出後の担子器の内部から新しい担子器を作る(repetition)種類もあります。サルノコシカケ類でもよく観察すると認められますが、種の特徴としてみられ、コウヤクタケ類では属レベルで重要な例があり、*Repetobasidium* 属²⁷はすべてこの型の担子器を持っています。

コウヤクタケ類の分類に用いる形質

子実体の肉眼的特徴
 全体：形態 子実層托：形態、色 周縁部：形態、色

子実体の顕微鏡的特徴
 子実体の構造：菌糸構造、子実層、子実下層および実質の菌糸配列
 菌糸：隔壁の頻度、クランプの有無、菌糸の幅、菌糸壁の厚さ、内容物、分泌物、試薬に対する反応
 担子器：形成様式、形態、大きさ、小柄の数、クランプの有無
 担子孢子：形態、大きさ、表面構造、細胞壁の厚さ、試薬に対する反応
 異形細胞：形成の有無、形成部位、形態、大きさ、内容物、分泌物、試薬に対する反応
 無性世代：形成の有無、形態

その他の特徴
 生態：生活型、生息場所（腐朽型）
 培養的性質：菌叢形態、アナモルフ形成、異形細胞形成、生育温度

図17 コウヤクタケ類の分類に用いる形質

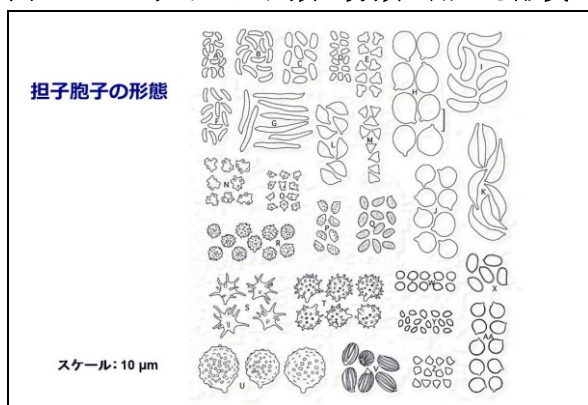


図18 担子孢子の形態

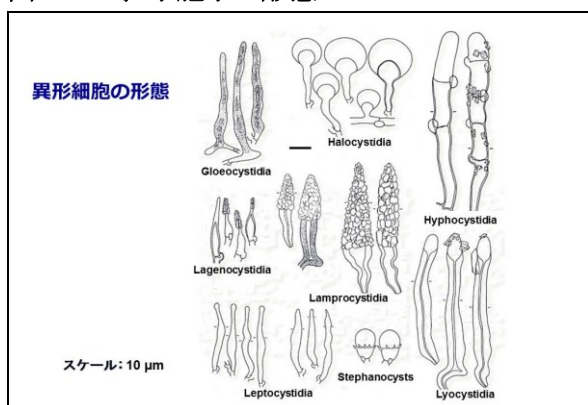


図19 異形細胞の形態

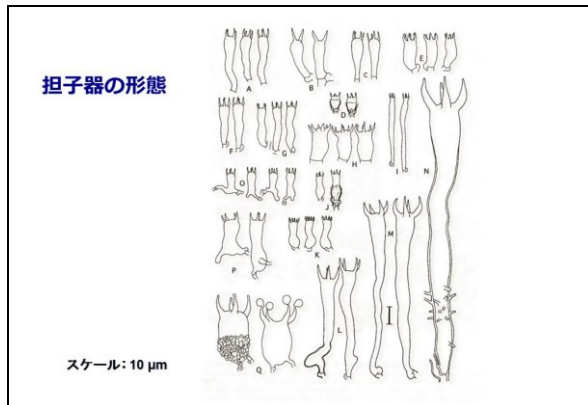


図20 担子器の形態

担子孢子は他の分類群でも多様で、重要ですが、コウヤクタケ類も同じく多様です(図18)。球形から楕円形、ソーセージ型が多いですが、極長型、かなり変わったテトラポッド型などもあります。表面に装飾や細かな疣状突起を持つもの、イグチ類でも見られるスリットの入ったものがあります。大きさも多様で、小さいものでは長径2~3 μmしかなく、担子器自体も長さが10 μm以下の種もあります。観察には油浸対物レンズで、1000倍での観察が必要です。細胞壁はほとんどが薄壁で、一部が厚壁です。これらの特徴は種の判別形質として重要ですが、一部の属については属の判別形質としても重要です。

異形細胞にはグレオシスチジア(粘嚢体)等があり、シスチジア(嚢状体)を細分化して考えます(図19)。内部に油状物質を有し、硫酸ベンズアルデヒドで黒色から紫色に染まるかどうか判別の手がかりになります。特別な形態を持つハロシスチジア(二細胞)、あるいは隔壁を持つハイフォシスチジア、隔壁がないものもあります。コウヤクタケ類の場合にもう一つ大事なものは、どこからシスチジアが形成されているかです。傘を作る子実体では、場所によって側シスチジア、縁シスチジアなどと呼びますが、コウヤクタケ類では子実層から形成されているか、あるいは基部の実質からか、起源が重要になります。ラゲノシスチジア、レプトシスチジアの(図19)の横線は子実体の表面を示しており、大半は子実層中に担子器と並んでいて、表面に先端をわずかに突出しています。これらは担子器などとは形態が異なる不稔の細胞です。リオシスチジアは細胞壁が非常に厚くキャピラリー(毛細管)状で、先端は多様な形態をしており、細胞壁が5% KOHで溶解するかどうか特徴の一つとなります。図示したものは、大体溶解し、メルツァー液で大半が染色され、アミロイド性を示します。ランプロシスチジアは、細胞壁が厚く、先端に結晶を有しており、着色または無色のものがあります。

この様にシスチジアも形態や起源で分類し、属・種の一つの判別形質としており、特定の属にしか存在しないなどの性質は、同定に役立ちます。ハロシスチジアを有していれば、*Resinicium* 属²⁸と同定できますし、ステファノシストであれば、数種しか有していないので、*Peniophorella* 属²⁹と直ちに判ります。このように、異形細胞の有無

を見る場合には、細胞の形態と位置が重要となります。

前世紀に、多系統であるコウヤクタケ類を何とかして系統立てて分類しようとしていた時に(1970~80年代)、菌糸隔壁の構造が注目されていきました(図2 1)。細胞間は隔壁で遮断されていますが、孔が開いていて、一部連絡しています。ハラタケ綱の全部、その他多くの担子菌類はドリポア型の隔壁をもち、孔をキャップ状の構造が覆っています(かっこ体)が、かっこ体に孔があいているかどうか、また孔があいている場合、孔の数と大きさが目レベルで異なり、系統分類に使えるのではないかと推定されていきました。それを踏まえてコウヤクタケ類を観察すると、様々な形態の隔壁が見出されたことから、多系統であろうという事実が分かってきました。そして、分子系統解析の結果と、隔壁構造の差異との関連性が認められ、最近この形質が見直されつつあります。

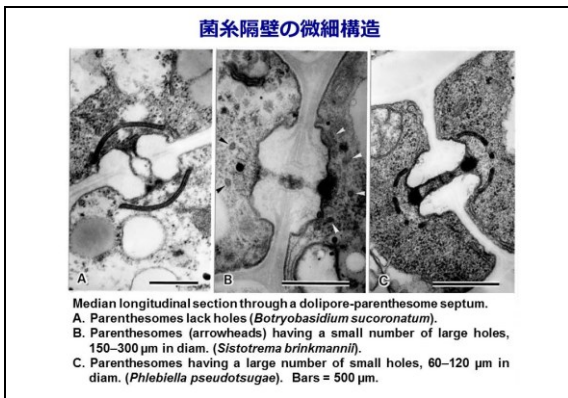


図2 1 菌糸隔壁の微細構造

コウヤクタケ類をどうやって分類するかについて、*Athelia* 属を例に説明します。子実体を肉眼で見ても、コウヤクタケ類としか判りませんが、慣れてくると、非常に薄く、ピンセットでつまむと剥がれるようであれば、組織が大して分化していないということがわかります。実際に菌糸を顕鏡すると、子実層がある意味不連続で、実質が粗で(スカスカ)、菌糸がゆるく絡み合った程度であることが見れば、即 *Athelia* 属とはいきませんが、凡そその類縁種と見当がつかます。

例えば、*Athelia* 属だとすると、アテリア目 (Ateliales) に所属する本属には世界で 31 種含まれ、Index Fungorum などで検索すれば、一気に情報が得られます(図2 2)。日本産種は、勝本謙先生³⁰の本により 2008 年頃までの分が大体把握できます。*Athelia* 属の生活型は腐生性で、子実

体は全背着性、白色、薄膜、一菌糸型、菌糸実質の配列は粗、子実下層は非常に薄いことが共通で、顕微鏡的特徴では菌糸壁が薄壁からやや厚壁、クランプは全体ではなく、あったりなかつたりする点が特徴的です(図2 3)。例示した種であれば、担子器の基部と子実下層には必ず存在する一方、実質部には部分的という点が重要で、嚢状体はありません。同属の担子器はすべて棍棒型ですが、小柄が種によって2本か4本で、観察を要します。胞子は共通して薄壁、平滑で非アミロイド性です。肉眼的形質による種判別はまず無理で、顕微鏡的に担子胞子などの各要素を観察することが必要です。

鳥取県、秋田県、福島県のコナラ等の腐朽木上で採集された試料が、未知種でした(図2 4)。上記と同様に、外観だけを見ても全く何か判りませんが、子実体は全背着性、子実層面は平滑、白色~淡黄白色~灰白色、周縁部は不明瞭で白色、子実層と子実下層が薄膜状で、実質から剥がれやすいことが特徴でした(図2 5)。ここからが重要で、検鏡すると、胞子は卵形で、クランプが担子器基部になく、菌糸にはあったり、なかつたり、しばしばあるという程度でした。この特徴に近似したものを既知種 31 種から探すと、*A. bombacina*³¹、*A. decipiens*³²、*A. nivea*³³、*A. salicum*³⁴ の4種が候補となり、どれかが一致するはずですが、担子胞子、担子器、実質菌糸の特徴がすべて一致するものはなく、おそらく新種 *Athelia* sp. と考えられました(図2 6)。以前はこの段階で新種と報告できたのですが、最近はその行かなくなりました。

Athelia sp. は分離培養でき、秋田産試料の培養菌糸体上に小さい球形の菌核が形成されました。同時期に松浦氏と田中千尋氏³⁵から、菌核を有する *Athelia* 属菌があるかとの問い合わせと、松浦氏が *Fibularhizonctonia* sp.³⁶ として報告したシロアリ巢内の菌核(Termite ball)形成菌を送付いただきました。両菌を詳細に比較したところ、菌核の形態と大きさが同様で、属は当然、近縁の種であると判りました。*Athelia* 属で菌核を作るのは4種報告されていますが、既知4種の菌核は不定形でかなり大きく、明確に別種と判りました。

さらに ITS 領域における塩基配列を利用して分子系統解析したところ、既知種とは別れた上、両試料が *Fibularhizonctonia* sp. として同じクレードに集中しました(図3 0)。よって、菌叢上の菌

核形態・大きさ、ITS 領域の配列が相同性 99.6%と高度に一致することを根拠として、同一の新種と判断し、報告を準備中です(図28、29、30)。松浦氏の報告が、属までの *Fibularhizonctonia* sp.であったので、新種とすることができました。もし種名がつけられていたら、有性世代が見つかっただけで終わっていました。

このようにして分類を進めていますが、本例のようにきちんと形態で分類したことを支持するような分子系統解析結果であればよいのですが、そうでない例が多く、相反する結果になることもあります。



図25 *Athelia* sp. 子実体の肉眼的特徴

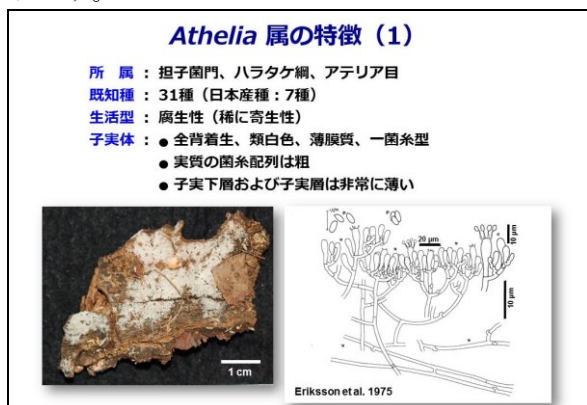


図22 *Athelia* 属の特徴 (1)

***Athelia* sp. と類似種との比較**

	担子胞子	担子器	実質菌糸
<i>Athelia</i> sp.	卵形~楕円形 4.3-6.6 × 2.5-4.2 μm	クランプ無し	隔壁にしばしばクランプ有り 直径: 2.5-5.5 μm
<i>A. bombacina</i>	楕円形 4.5-6 × 2.5-3.5 μm	クランプ有り	全隔壁にクランプ有り 直径: 3-5 μm
<i>A. decipiens</i>	卵形~楕円形 4-5.5 × 2.5-3.5 μm	クランプ無し	全隔壁にクランプ無し 直径: 2.5-5 μm
<i>A. nivea</i>	楕円筒形~楕円形 6.5-8 × 4.3-5.2 μm	クランプ無し	隔壁にしばしばクランプ有り 直径: 2.5-4 μm
<i>A. salicum</i>	卵形~楕円形 6-7.5 × 3.5-4.5 μm	クランプ無し	隔壁にしばしばクランプ有り 直径: 3-10 μm

図26 *Athelia* sp. と類似種との比較

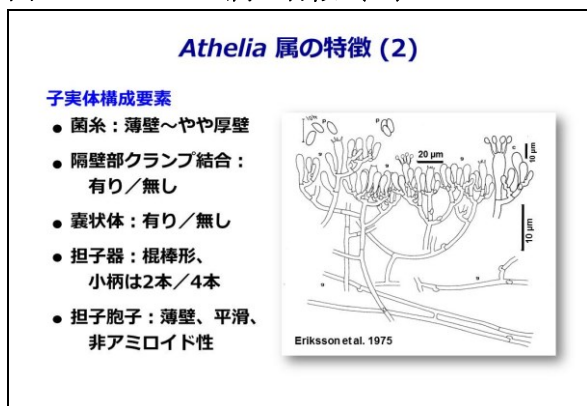


図23 *Athelia* 属の特徴 (2)

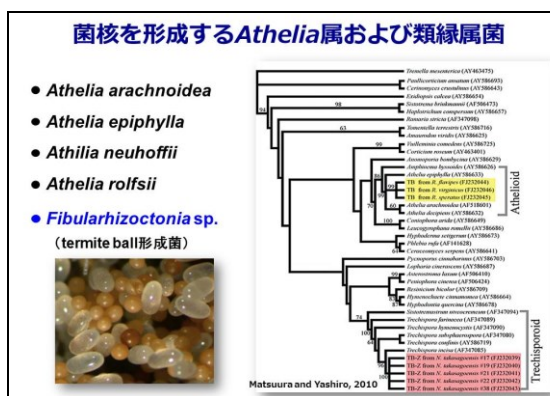


図27 菌核を形成する *Athelia* 属および類縁属菌

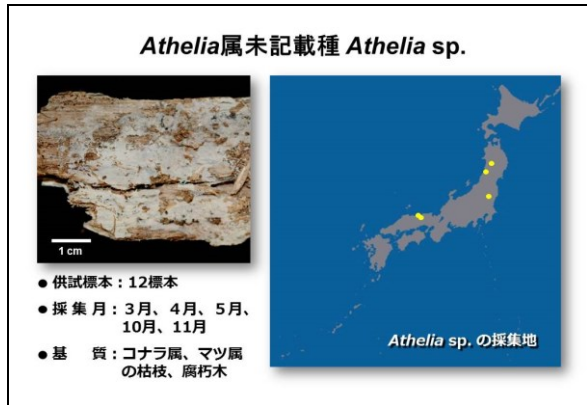


図24 *Athelia* 属未記載種 *Athelia* sp.

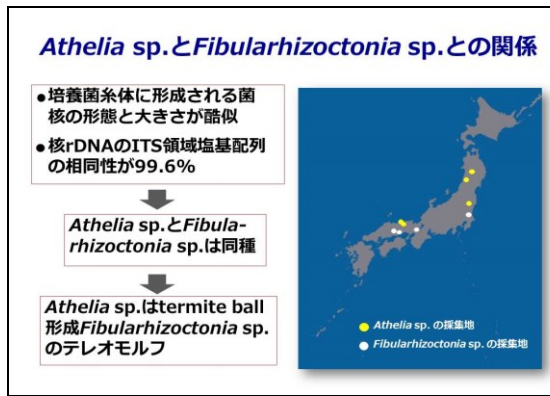


図28 *Athelia* sp. と *Fibularhizonctonia* sp. との関係

Athelia sp. と類縁菌との菌核の比較

	形態	大きさ(直径)	表面の色
<i>Athelia</i> sp.	球形	0.24-0.41 mm	淡褐色から褐色
<i>A. arachnoidea</i>	不定形	2-3 mm	暗褐色
<i>A. epiphylla</i>	不定形	1-2 mm	淡黄土色から褐色
<i>A. neuhoffii</i>	不定形	1 mm以下	淡褐色から褐色
<i>A. rolfsii</i>	不定形	2-3 mm	褐色
<i>Fibularhizonctonia</i> sp.	球形	0.25-0.47 mm	淡褐色から褐色

図 2 9 *Athelia* sp. と類縁菌との菌核の比較

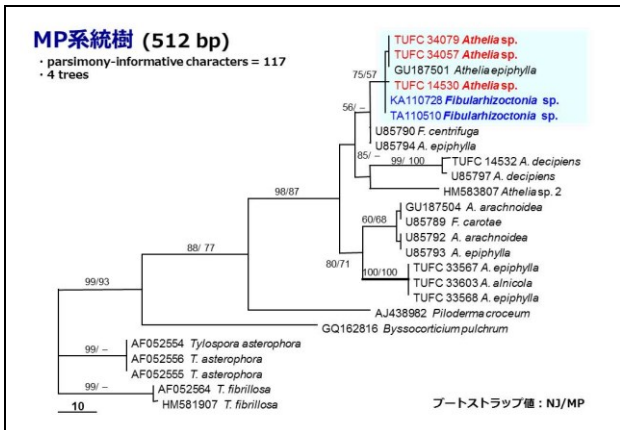


図 3 0 MP系統樹

日本産コウヤクタケ類の分類の現状

コウヤクタケ類は、世界で250属2,000種記載されています。日本では安田篤先生³⁷を始めとする方々が分類されていますが、研究者が少ないのは否めず、1992年までに300種しか判っていません(図31)。分子系統解析の結果からは、2倍以上の未知種があると考えられます。1980年頃はヒダナシタケ目コウヤクタケ科で纏めてありましたが、Hibbett (2007)³⁸らによって、分子系統解析が行われ、ハラタケ綱の再編が行われ、既知の目に加えて、新たにコウヤクタケ類だけで構成され、互いに全く別系統のアテリア目(Atheliales)、コウヤクタケ目(Corticiales)、トレキシポラ目(Trechisporales)の三つが立てられ、全12目となりました。したがって、コウヤクタケ型子実体を形成するという事は、分類の形質としては使えないこととなります。これは新しい分類における腹菌類の解体と同様の事です。コウヤクタケ類は12目に分割されています(図32)。

コウヤクタケ類の分類における問題点は、最初に述べた通り、まだ全ての種の半数もわかってい

ないこと、温帯域中心に研究されていて、世界全体でも亜熱・熱帯域の研究が全く不十分なことです。今までに分類し、命名されていた日本産種も、コウヤクタケ以外もそうですが、大げさに言えばほとんどが違っています。それ自体の命名にも問題がありますが、近縁種が相当あることがわかってきており、既知種・既知属について見直す必要があります。未知種は当然です。さらに、存在はしますが、科や目のレベルで系統的な位置が分からない、所属不明(*incertae sedis*)の種があります。その解明には、もっと多くの試料を採取して、解析する必要がありますが、特に複合種という問題があります。

多くの分類群で同様ですが、コウヤクタケ類の研究についても我々は後進国で、先進国は北欧(スウェーデンなど)、ドイツ、フランスです。日本産試料を採取した際に、欧州の図鑑など文献を調べて、少し違っても多分この種であろうと和名をつけるということがずっと続いています。実はそうではない、というものが多く、試料を全国から集めて、調べていますが、まだ調べ切れていません。

コウヤクタケ型子実体形成種

コウヤクタケ類は、担子菌門(ハラタケ綱)に所属する。多くの種は木質を基質とし、材腐朽性を示し、基質上に着生あるいは半着生の子実体(担子器果)を形成する。既知分類群として、現在250属2,000種が知られている。

日本におけるコウヤクタケ型子実体形成種の分類

日本で1992年までに8属27種の新種を含む110種が報告された。

- 安田 篤：菌類雑記(植物学雑誌：1909-1923)
- 伊藤誠哉：日本菌類誌 第2巻第4号 担子菌類(1955)
- 林 康夫：日本産*Peniophora* Cke. およびその近縁属菌の研究(1974)
- 古川久彦：日本産*Odontia*属および近縁属菌類の分類学的研究(1974)
- 前川二郎：日本コウヤクタケ類の分類学的研究(1982-)

↓

日本産種として現在約300種のコウヤクタケ類が報告されている。

図 3 1 日本におけるコウヤクタケ類の報告



図 3 2 コウヤクタケ類の目レベルの所属

亜熱帯域より得られた新種および日本未報告の コウヤクタケ類等の分類群

亜熱帯域の小笠原諸島・南西諸島のコウヤクタケ類の状況を紹介します。まず、どれほど判っていないかということをお笠原諸島母島の種を例として、次いで、南西諸島のマングローブ林³⁹の変った種を紹介します(図33)。

(図34)は母島のコウヤクタケ類ですが、青字は日本未報告種です。ほとんど調査されてこなかったため当然ですが、51種中40種が未報告です。この表は4回の調査で得られたもので、まだこれだけではないはずですが、一つだけ新種を示しますが、実際には、同定できていない種が倍以上あり、感覚的に言えば、その多くは新種と思われませんが、新種報告はすんなりとはいきません。

亜熱帯域の中でも、小笠原諸島は大洋島⁴⁰で、ハワイ諸島と同様、植物は樹木を含めて固有種が非常に多く、菌類にも固有種が多いと推定されます。本土の種とは、似て非なるものが多数あると思われます。日本亜熱帯域産の種は、一筋縄ではいきません。

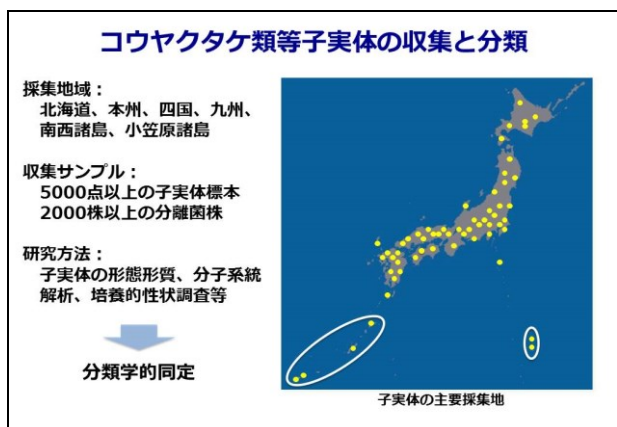


図33 コウヤクタケ類等子実体の収集と分類

小笠原諸島母島産コウヤクタケ類	
<i>Amphinema byssoides</i>	<i>Phlebia aurea</i>
<i>Asterostroma andinum</i>	<i>Phlebia livida</i>
<i>Asterostroma boninense</i>	<i>Phlebiopsis ravenelii</i>
<i>Asterostroma cervicolor</i>	<i>Ramaricium albochraceum</i>
<i>Asterostroma muscicola</i>	<i>Reptobasidium mirificum</i>
<i>Botrybasidium candicans</i>	<i>Resinicium bicolor</i>
<i>Candelabrochaete langloisii</i>	<i>Scopuloides rimosa</i>
<i>Gloeocystidiellum porosum</i>	<i>Sistotrema coronilla</i>
<i>Gloeodontia discolor</i>	<i>Sistotrema diademiferum</i>
<i>Grammothele fuligo</i>	<i>Sistotremastrum niveocreum</i>
<i>Hyphoderma nudicephalum</i>	<i>Scytinostroma africanogaiactinum</i>
<i>Hyphoderma setigerum</i>	<i>Scytinostroma duriusculum</i>
<i>Hyphodontia boninensis</i>	<i>Scytinostromella nanfeldtii</i>
<i>Hyphodontia gossypina</i>	<i>Subulicystidium brachisporum</i>
<i>Hyphodontia niemelaei</i>	<i>Subulicystidium longisporum</i>
<i>Hyphodontia nudiseta</i>	<i>Subulicystidium meridense</i>
<i>Hyphodontia sambuci</i>	<i>Theleporus calcicolor</i>
<i>Kavinia vivanti</i>	<i>Tofispora repetospora</i>
<i>Kurtia argillacea</i>	<i>Trechispora alnicola</i>
<i>Merulioopsis corium</i>	<i>Trechispora cohaerens</i>
<i>Pentiochorea bicornis</i>	<i>Trechispora dimittica</i>
<i>Pentiochorea praetermissa</i>	<i>Trechispora nivea</i>
<i>Pentiochorea pubera</i>	<i>Trechispora praefocata</i>
<i>Pentiochorea odontiaformis</i>	<i>Tylospora fibrillosa</i>
<i>Phanerochaete magnoliae</i>	<i>Tubulicium raphidosporum</i>
<i>Phanerochaete sordida</i>	

赤色: 新種 青色: 日本未報告種

図34 小笠原諸島母島産コウヤクタケ類

さらに南西諸島のマングローブ林を紹介します(図35)。小笠原と同様に、不明種が非常に多い所です。例えば、北海道でコウヤクタケ標本を100点採取すれば、95%は種名まで判明しますが、小笠原諸島は難しいし、南西諸島だと半分ぐらい解明するのがやっととなります。アジア全体の研究が遅れていることもあります。多分、新種であろうという種が非常に多いと思われます。今まで誰も、マングローブ林という非常に狭い生態系のコウヤクタケ類を調査していませんでした。私自身も興味がなかったのですが、せっかく南西諸島に、20回程も調査に入っていますので、やはり少し調べてみようかと、10年前に始めました。

当然、1日に1回は潮が満ちて、林床にある枝や落ち葉が流されて無くなってしまいます。写真は干潮時で林床が見えていますが、満潮になると大潮のときは水深が1m程になります(図36)。立ち枯れたマングローブ樹種(7種)、オヒルギ⁴¹、メヒルギ⁴²、ヤエヤマヒルギ⁴³などの枯れた枝の上には、よく見るとコウヤクタケ類が少し発生しています。そういうものを調査していくと、一つ面白い菌がありました。干潮時に採集に行くと、マングローブの中でも一番岸から遠い海側に分布する種で、きれいな白い花が咲くハマザクロ⁴⁴(別名マヤブシギ)の枯れた幹の上に、背着性で薄ピンク色の子実体が結構な頻度で発生していました。

外観でコウヤクタケ類と思われ、採取して検鏡すると、アカコウヤクタケ(*Aleurodiscus*)属とすぐ判ります。メルツァー試薬で反応するアミロイド性で、表面には小さな疣状突起がある大きな孢子、子実層には樹枝状糸状体、グレオシスチジア、菌糸にクランプを有します(図37)。これはもう絶対にアカコウヤクタケ属で報告できるし、直感的に新種の一つ見つかったと思いました。

これで直ぐに報告すればよかったのですが、分子系統解析をしてみると、予想とは全く違っていました。ハマザクロから採取した子実体は、アカコウヤクタケ属菌と全くクレードが異なり、(図38)のとおりカワタケ目に入りました。なお、カワタケ目は、その後、ベニタケ目の異名になったので、ベニタケ目に属することになります。したがって、系統的に全く違ったところに位置してしまったのです。ではどうしたら良いかと考え、この時は「えいやっ」と新属新種として報告しました。



図3 5 マングローブのコウヤクタケ類

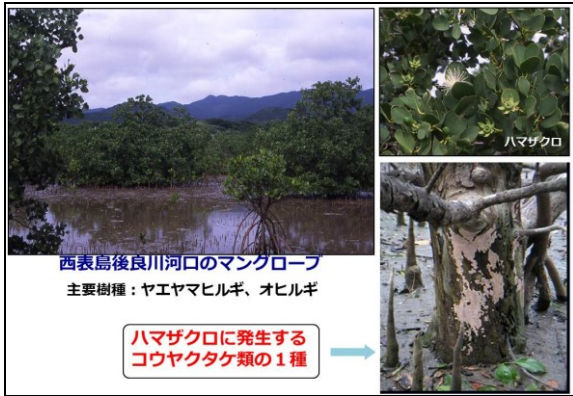


図3 6 西表島後良川河口のマングローブ

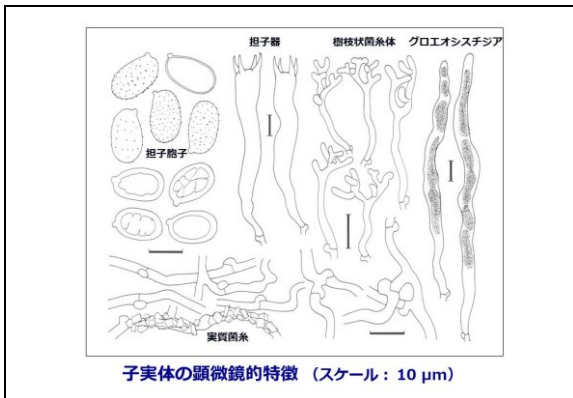


図3 7 子実体の顕微鏡的特徴

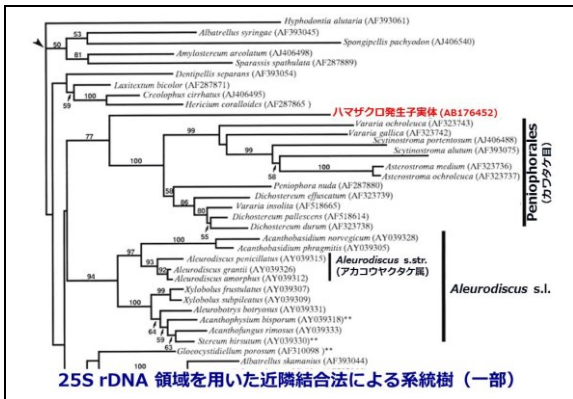


図3 8 系統樹(一部)

では新属の根拠は何か?ということになります。

子実体の形態はアカコウヤクタケ属と全く変わりませんが、詳細に観察してみると、樹皮上の子実体をめくった時に網目状の白色腐朽、いわゆる孔状白色腐朽をしていました。アカコウヤクタケ属は全て普通の白色腐朽なので、この腐朽型を新属を定義する基準に使うことができ、報告に踏み切りました。後に、さらに詳細に観察したところ、子実層の上はかなり壁の厚い担子胞子が多数見つかりました。射出性の胞子であることは間違いありませんが、射出時は薄壁であるものの、内容物(細胞質)が内壁面に沈着して、あたかも厚壁胞子(chlamyospore)に見える様に変化していきます。アカコウヤクタケ属でその様な報告はありませんし、これまで相当数の胞子を見てきましたが、そういうものはありません。これも新属の特徴であるとして、新種記載時に取り上げました。このように、担子胞子の特徴と分子系統解析と腐朽様式がアカコウヤクタケ属とは明らかに違う新属⁴⁵新種として認めたのが *Haloaleurodiscus mangrovei*⁴⁶です。Haloは海とか塩の意味です(図3 9)。

生態的にも特徴があります。地面から1m以下の所にしか子実体を作らないということは、1日に1回海水に浸かることになります。射出型の担子胞子ではないのではないかと思いましたが、それでも射出型の胞子が形成されており、干潮時にシャレーで受けると、実際に射出された胞子が採取できました。海水に浸かるので、当然、耐塩性を持っていると想像されます(図4 0)。

海水の塩分濃度 34‰(3.4%)で菌糸が生長し、0‰に比べればかなり落ちますが、100‰でも少なくとも徐々に生長するため、やはり耐塩性があると思われます(図4 1)。

海生菌類(marine fungi)と呼ばれる海に住む担子菌は、2003年時点で、(図4 2)の青字で示した有名な *Nia* 属⁴⁷や *Halocyphina* 属⁴⁸などのいわゆるフウリタケ型のハラタケ目(Agaricales)菌に集中していますが、*Haloaleurodiscus* 属はこれらとは全く系統が違うベニタケ目に配置されます。やはり、昔に海から陸に上がって進化を遂げた菌の一部が、今度は陸から海に進化していくという別のルートでこういう種が出てきたのではないかと考えられます。探せばもっとあると思われるので、生態的にも、また系統的にも面白いものが見つかってきたことになります。

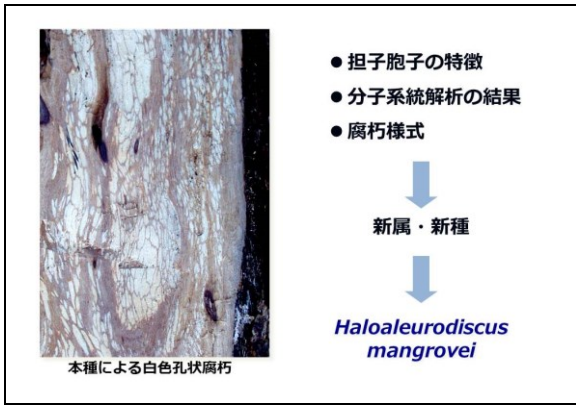


図 3.9 *Haloaleurodiscus mangrovei*



図 4.0 *H. mangrovei* の生態的特徴

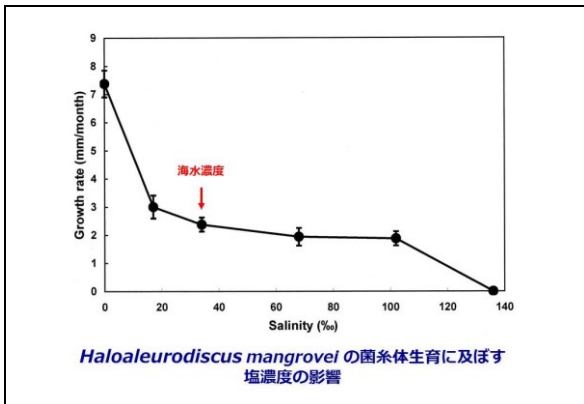


図 4.1 菌糸体生育に及ぼす塩濃度の影響

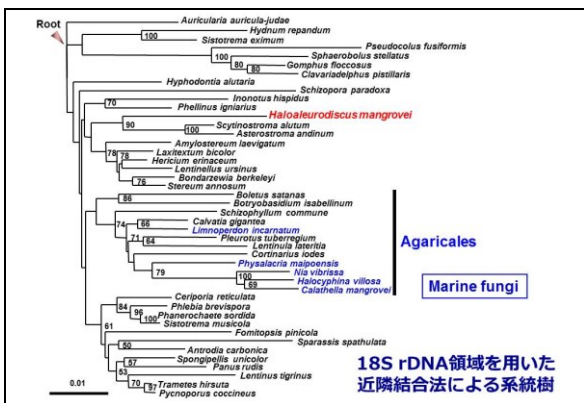


図 4.2 系統樹

もう一つ、ベニタケ目ラクノクラジウム科 *Asterostroma* 属⁴⁹ は、背着性の子実体を作りますが、星状剛毛体という非常に立体的に枝分かれした菌糸を実質の中に多数形成し、胞子はアミロイド性で疣状突起を持ち、一部の種は平滑な担子胞子を持つ種もあります。グロエオシスチジアも存在します。顕微鏡を見れば、この様な特徴から、すぐに本属と決定することができます。*A. cervicolor*⁵⁰ という日本で唯一報告された種を図示します(図 4.3)。他に *A. muscicola*⁵¹(図 4.4)という種を、マングローブで採取しています。胞子の形態と大きさで、種レベルで区別ができます。担子器は2胞子性で、4胞子性の子実体もありますが、ともに *A. muscicola* です。マングローブで新種として報告した *A. macrosporum*⁵²(図 4.5)は、非常に胞子が多いのが特徴です。

(図 4.6)は *A. boninense*⁵³ ですが、小笠原諸島にはマングローブがないため、タコノキ⁵⁴など限られた単子葉植物にしか発生しない種です。胞子は、*A. macrosporum* とは逆に小さいのですが、両菌ともアミロイド性です。

この3種を比べ、一覧にしています(図 4.7)が、担子器と胞子の大きさの組み合わせで、相互に識別できることが判ってきました。ただ、分子系統解析すると面倒なことになります。

(図 4.8)に根のない系統樹⁵⁵を示します。*A. muscicola* は世界中に分布し、日本にも存在し、小笠原諸島やマングローブにも発生しますが、九州以南に多い種です。*A. cervicolor* は独立してまとめ、問題はありません。問題となるのは、マングローブ産で大型の担子胞子をもつ *A. macrospora* と、小笠原に分布する *A. boninense* で、胞子の大きさは明らかに異なりますが、分子系統解析するとかかり近く、ほぼ同種と言ってもいい関係となりました。*A. macrospora* を報告する時は系統樹をつけましたが、*A. boninense* を報告する時は系統樹をつけずに報告しました。今の“Mycoscience”では受理されるのは難しいでしょうが、当時の“Mycotaxon”に受理されました。両菌の分布は、同緯度ではあるものの、地理的には東西 1,500 km 離れ、宿主が全く異なります。生態も分布も違い、胞子の大きさが異なる一方で、ITS 領域では相同性が非常に高い(97~98%同一)場合に、それをどう考えるか、分子系統解析の専門家と議論になりました。彼らは同種という意見

ですが、私はこれは別種であろうと考えます。交配試験が必要ですが、菌糸隔壁にクランプの無い種のため、困難でした。本来は、単孢子分離株を用いて交配試験し、(クランプが無い)核のDAPI⁵⁶染色で交配の成否を確認するべきでしたが、そのまま新種報告をした種です。

マングローブ林をこれまで約 10 回調査しましたが、コウヤクタケ類は少ないものの、新種と日本未報告種が、それぞれ 2 種および 7 種見つかっており、特殊なものが非常に多いと言えます。マングローブでの調査も挑戦して良かったと思いません(図 4 9)。

(図 5 0)にマングローブで発生したものを模式的に示します。*Haloaleurodiscus* 属は、海水に浸るような部分に発生しますが、その他の種は 1m よりも上の枯れた枝等に発生します。耐塩性を調べると、やはり *Haloaleurodiscus* 属は耐塩性がありますが、他は耐塩性がなく、海水の塩分濃度(34%)では全く生育できません。海水で生育できないものは上に、できるものは下に発生するということになります。果たして、耐塩性が獲得されたから下に出るのか、因果 関係については今のところ分かりません。

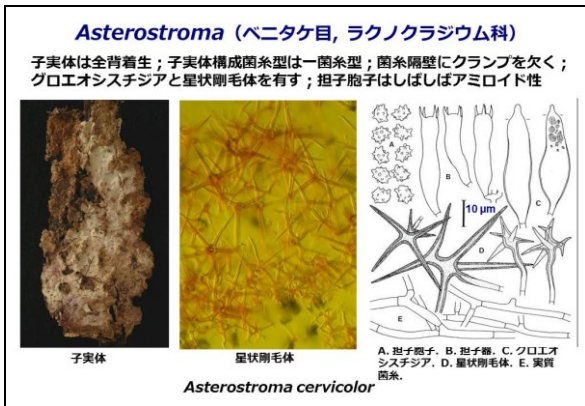


図 4 3 *Asterostroma cervicolor*

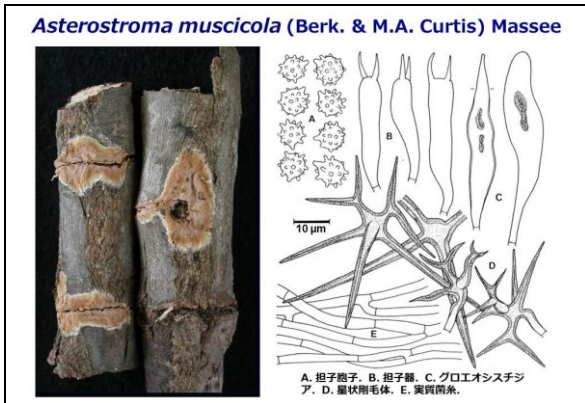


図 4 4 *Asterostroma muscicola*

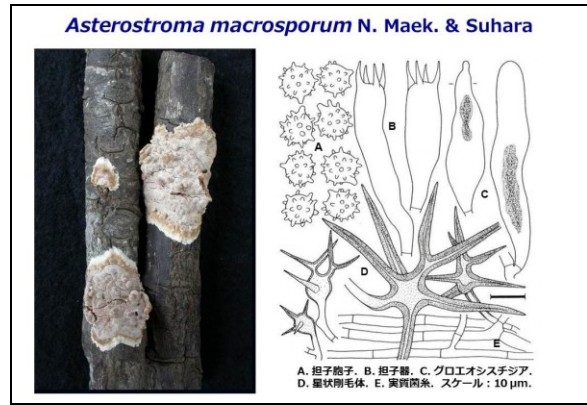


図 4 5 *Asterostroma macrosporum*

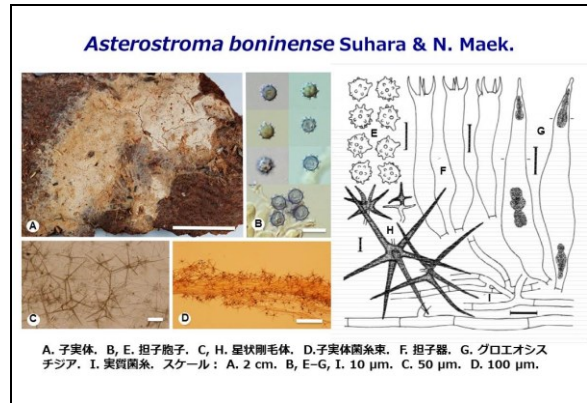


図 4 6 *Asterostroma boninense*

***Asterostroma macrospora*, *A. boninense* および *A. muscicola* との比較**

種 名	担子器	担子胞子
<i>A. muscicola</i> (九州以南)	28-40 × 5.5-6.5 μm (小柄数: 2-4本)	球形 7-8 × 5.75-7 μm
<i>A. macrospora</i> (西表島, マングローブ)	38-65 × 8-9.5 μm (小柄数: 4本)	球形 9-11 × 7.5-9 μm
<i>A. boninense</i> (小笠原諸島)	38-65 × 6.5-9 μm (小柄数: 4本)	球形 7-8 × 5.5-6.5 μm

図 4 7 3種の比較

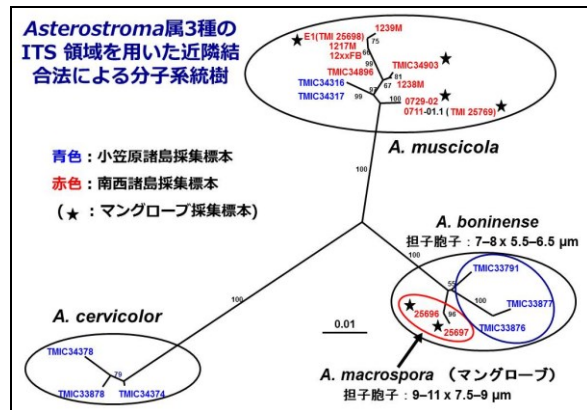


図 4 8 系統樹

マングローブに分布するコウヤクタケ類	
★★ <i>Asterostroma macrospora</i>	<i>Hyphodontia ovispora</i>
★ <i>Asterostroma muscicola</i>	<i>Peniophorella odontioformis</i>
★ <i>Cerocorticium molle</i>	<i>Phanerochaete sordida</i>
★ <i>Gloeocystidiellum moniliforme</i>	★ <i>Phanerochaete tropica</i>
★ <i>Gloeocystidiellum wakullum</i>	★ <i>Phlebia acanthocystis</i>
★★ <i>Haloaleurodiscus mangrovei</i>	<i>Radulomyces confluens</i>
★ <i>Hyphoderma ayresii</i>	<i>Subulcystidium longisporum</i>
<i>Hyphoderma nudicephalum</i>	<i>Trechispora farinacea</i>
<i>Hyphodontia crustosa</i>	<i>Trechispora nivea</i>
<i>Hyphodontia gossypina</i>	<i>Tubulicium raphidosporum</i>
★★ 新種	★ 日本未報告種

図4 9 マングローブに分布するコウヤクタケ類

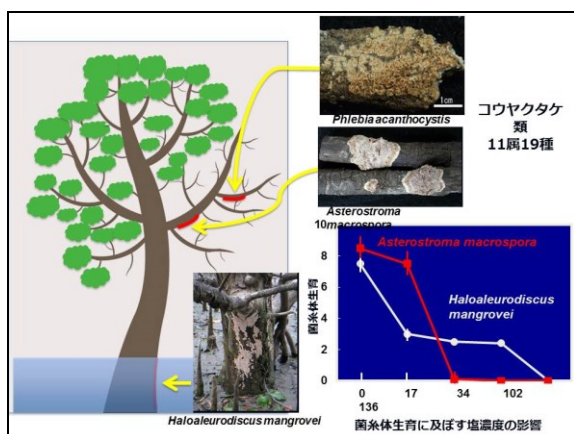


図5 0 菌糸体生育に及ぼす塩濃度の影響

日本産コウヤクタケ類分類の問題点

日本産コウヤクタケ類の分類は、最初に話しましたとおりに、まだ半分も判っていません(図5 1)。世界全体でも、特に熱帯・亜熱帯域では、まだまだ未知の種が多いです。1980年代までの、北半球温帯の欧米中心で、アジア産もほとんど含まれない試料による研究成果に基づく分類では、既知種既知属についても再分類が必要なことが明白になりました。これは熱帯域の分布状況が不明なためで、欧州の研究者がアフリカを調査し、また米国の研究者と我々が中南米を調査しましたが、新属新種が大量に見つかり、結果として余計に分からなくなりました。今世紀に入って、分子系統解析が可能となって、ようやくコウヤクタケ類が多系統であることが明らかとなりました。全体としてはかなり進んできましたが、分子系統解析で系統的類縁関係の不明なものが新たに多く判ってきました。それを含めて、属や種によっては再分類が必要となっています。

日本産既知種に見直しが必要なアカコウヤク

タケ、カワタケ、シロコメバタケ、ワモンシブカワタケの4種を例に挙げます(図5 2)。

モミ、マツの枝に円盤状の小さな背着性子実体を形成し、鮮やかな橙色で、非常に特徴的なことから、以前は直ちにアカコウヤクタケ(*Aleurodiscus amorphus*⁵⁷)と同定していました(図5 3)。しかし、実際は*A. amorphus*ではなく、*A. grantii*⁵⁸であることが分かりました。*A. amorphus*は欧州と米国の一部、*A. grantii*は米国全土に分布します。両菌の違いは一点のみで、*A. amorphus*では担子器の基部にクランプがありますが、*A. grantii*にはあるという点だけです。日本産種にはクランプがあり、*A. grantii*ということになります。日本に*A. amorphus*が分布するかどうかは問題ですが、私はないと考えています。日本産は今関六也先生⁵⁹が採取、報告されており、その標本を含めて、全国の試料を採取し観察しましたが、どの標本にもクランプがあり、*A. grantii*と同定しました。

カワタケも昔から報告されている種で、*Peniophora quercina*⁶⁰とされていました。欧米等北半球に広く分布している種で、日本産カワタケも本種であると思われていましたが、国産の試料は、何処のものも胞子が小さいのです。1980年代にエストニアの Parmasto⁶¹という方が(指導していただいていたのですが、もう亡くなられました)、ユーラシア産の菌をいくつか報告されたので、連絡して、単孢子分離株を用いて交配試験をすると、*P. quercina*とカワタケは交配しませんでした。二つの事実から、日本産のカワタケは*P. quercina*とは別種の*P. manshurica*⁶²と判断しました。

アカコウヤクタケは、今関先生が採取された標本に和名としてアカコウヤクタケと命名されたのですから、その標本を*A. amorphus*から*A. grantii*に訂正すれば良いことになります。カワタケも同様に、*P. manshurica*に変更すれば良いのですが、これが難しいのです。既に、何方かがマンシュリカカワタケという名で区別しているならば、それも一法かと思います。両菌は、形態と分子系統解析で一致した結果が得られており、それでよいのですが、問題はハリナシミナミコメバタケ(*Peniophorella praetermissa*⁶³、旧学名*Hyphoderma praetermissum*)です。

外観は変哲のない背着性子実体ですが、基部にあるステファノシストという非常に変わったシス

チジアが最大の特徴で、培養しても、小型のナスの様な形をした二細胞性のステファノシストを形成します(図5 4左)。他にシスチジアを3種、子実層基部から一細胞性の構造を形成します。検鏡すれば、これらの形態的特徴で同定できます。

ところが、北半球を中心に試料を集めて分子系統解析すると、本種は複数のクレードに別れ、日本産は五つのクレードに含まれました(図5 4右)。元々ハワイで新種記載された *P. odontiformis*⁶⁴ は、子実層面が疣状で肉眼的にも識別できます。日本産が一つ含まれる *P. pertenuis*⁶⁵ も、形態的に区別できます。

P. praetermissa sensu stricto(狭義)はクレード1にまとまりましたが、複数のサブクレードに別れ、ハリナシナミコメバタケはサブクレード1Aになりました。最初は、他種との相違点に分からなかったのですが、中国でも採取されており、ベラルーシの研究者と研究して、もう一つの型の結晶を被るシスチジアが、非常に頻度は低いものの、確かに形成されることが判り、中国・日本産の新種として報告する準備をしています。

子実体の形態が非常に類似しているのですが、全組み合わせではありませんが、交配試験をしました(図5 5)。別れたクレードの間では交配しませんが、クレード内ものは全て交配します。1BB と1BA の間でだけは、たまにクランプを形成することから、やや不明瞭で、一つにしてもよいかもしれません。種レベルで別の学名が与えられているもの間では確かに交配せず、論文で別種として報告しました。元々1種であったものが、分子系統解析で複数に分割された一例です。

最後に、和名でシロコメバタケやヒビコウヤクタケなどと呼ばれる種は、隔壁のあるセプトシスチジアを実質から作ることが最大の特徴です(図5 5)。やはり変哲のない子実体ですが、子実層面が平滑なものから疣状になるものまで子実体間で変異が大きく、本当に同一種か判断が難しい種です。胞子も微妙に大きさの違うものがあります。

2003年に北半球産標本についてITS領域の配列で分子系統解析をしたところ、日本産は三つ、全体は九つのクレードに分かれました(図5 7)。本図では、*Hyphoderma setigerum*⁶⁶ 基準標本のクレード7Aに日本産種が含まれませんが、わずかに異なる7Bには存在しており、*H. setigerum* (狭義)も実際には日本に存在するということになるでしょう。クレードと形態との関係がどうなるのか、

コウヤクタケ類の分類における問題点

- 現存の種数のうち、既知種の種数はおよそ50%と推定され、半数は未知種
- 既知種のおよそ80%は温帯域中心に分布している種であり、亜熱帯・熱帯域の調査が希薄
- 多系統であり、系統的類縁関係が不明瞭な分類が未だに存在
- 属、種によっては再分類が必要

図5 1 コウヤクタケ類の分類における問題点

日本産既知種の見直しの必要性

- アカコウヤクタケ
Aleurodiscus amorphus ⇒ *Aleurodiscus grantii*
- カワタケ
Peniophora quercina ⇒ *Peniophora manshurica*
- ハリナシナミコメバタケ
*Peniophorella praetermissa*は日本に分布する?
- シロコメバタケ(ヒビコウヤクタケ)
*Hyphoderma setigerum*は日本に分布しない?

図5 2 日本産既知種の見直しの必要性 1

日本産既知種の見直しの必要性 2

- アカコウヤクタケ
Aleurodiscus amorphus ⇒ *Aleurodiscus grantii*
- カワタケ
Peniophora quercina ⇒ *Peniophora manshurica*

図5 3 日本産既知種の見直しの必要性 2

Peniophorella praetermissa (P. Karst.) K.H. Larss. (s. l.)

ITS領域を用いたベイズ法による *Peniophorella*属の分子系統樹

図5 4 *Peniophorella praetermissa*

形態分類での判別基準の一つである胞子の大きさを調べました。7A/7B 以外については、すべて違うのか？という問題ですが、*H. nudicephalum*⁶⁷ はシスチジアの形態が違って区別できるものの、他は難しいことがわかります(図5 8)。

さらに15年かけて日本各地から標本を集め、昨年から今年にかけて系統解析をしたところ、さらに分からないものが増えました(図略)。*H. subsetigerum* (狭義)と、台湾の Wu⁶⁸ さんが新種報告した *H. subsetigerum*⁶⁹ に対して、日本産株はクレードが細かく分かれ、両菌を分ける重要な形質で中間・包含的形質を示し、形態による識別が不可能でした。交配試験でも、同種内で交配しない組み合わせがあり、生物学的に別種の可能性があります。*H. setigerum*、*H. subsetigerum* とは異なる日本産種は、新種の可能性について検討しなくてはなりません。

このような問題は、コウヤクタケ類以外でも存在します。ニガクリタケは、日本では *Hypholoma subviride*⁷⁰ が、*Hypholoma fasciculare*⁷¹ よりも圧倒的に広く、全国に分布していますが、両者は形態では全く区別できません。*H. subviride* は元々中南米で報告された種で、*H. fasciculare* より胞子が小さいとして区別されていましたが、*H. subsetigerum* と同じで、日本産 *H. subviride* は変異が大きく、今のところ全く区別が付きません。一方で、分子系統解析では明確に区別される上、交配しないという事実もあります。そういう、形態では全く区別がつかない近縁種が、おそらく国内には数多くの種において数多くあると思います。

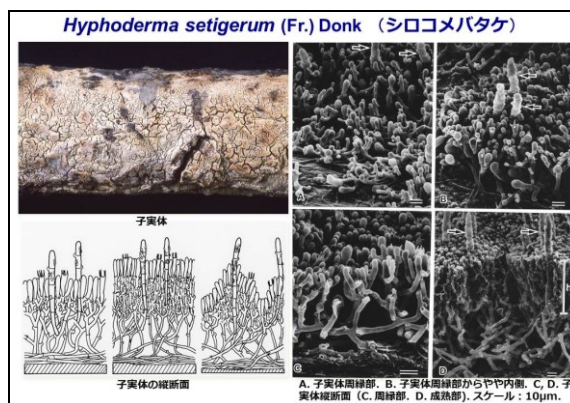


図5 6 *Hyphoderma setigerum* (シロコメバタケ)

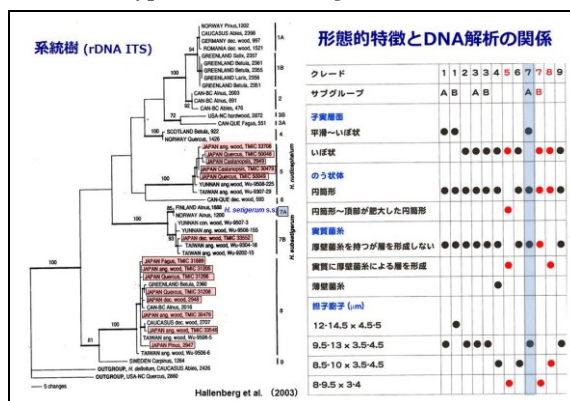


図5 7 系統樹

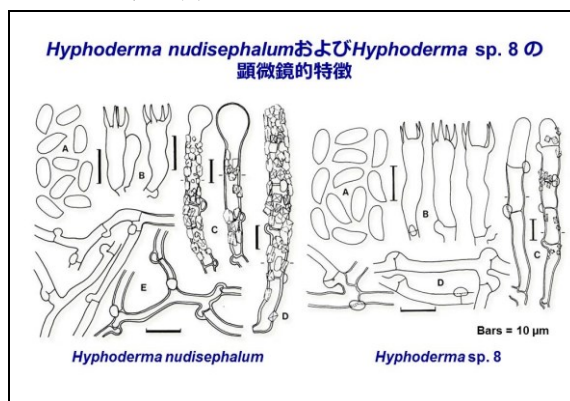


図5 8 顕微鏡的特徴

Peniophorella praetermissa (s. l.) 内の交配試験																		
Clade		1B	1B	1B	1B	1BA	1BA	1BA	1BB	1BB	2	3B	3C	3C				
	Origin	No.	465	493	1358	1828	1831	939	1052	1804	1799	2130	2147	2531	2414	2461	950	2160
1B	Canada	465	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1B	Sweden	493	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1B	Finland	1358	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1B	France	1828	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1B	Spain	1831	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1BA	Scotland	939	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1BA	Romania	1052	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1BA	Spain	1804	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1BB	Spain	1799	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1BB	Tenerifa	2130	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
1BB	Tenerifa	2147	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Argentina	2531	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3B	Caucasus	2414	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
3B	Caucasus	2461	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
3C	Sweden	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
3C	Gomera	2160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

図5 5 交配試験

Hyphoderma setigerum (s. l.) 内の交配試験																						
Clade		5	5	5	7A	7A	7B	2	2	4	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	
	Origin	No.	2945	2946	2949	1200	1688	2935	2003	476	1426	922	2016	2360	2707	2948	2936	1264				
5	Japan	2945	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Japan	2946	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Japan	2949	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7A	Norway	1200	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7A	Finland	1688	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B	Japan	2935	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Canada	2003	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Canada	476	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Norway	1426	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Scotland	922	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Canada	2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
8	Greenland	2360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
8	Russia	2707	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
8	Japan	2948	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
8	Japan	2936	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
9	Sweden	1264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

図5 9 交配試験

こうなると、試料を多数集めるのも良し悪しで、それらを解析していくと泥沼になっていきます。適当なところで、さっと報告する方がいいのかもしれませんが、それはそれで後で困ることになります。研究者なので、「えいやっ」の所はありますが、正しい情報をつけて報告するのが大事と思っています。

現状の問題点はまだまだ未知種が多いこと、それを発掘して、種名を明らかにしていくことが、我々の任務の一つです(図60)。もう一つは、従来報告されていた日本産の属・種をもう一度見直す必要があり、その際に重要なのは分子系統解析です。非常に有力な道具ですが、分子系統解析を行っている研究者と話をする、自分が行っている古い形態分類と分子系統解析は今の所似たり寄ったりという印象です。分子(遺伝子配列)であれば客観的に判別できるだろうと思うところですが、実際に分子系統解析の段階を追っていくと、配列情報の選択にかなり人為的な要素が入っているというのが実情です。つまり、形態分類では、ある特徴を使えば別れますが、別の特徴だと別れないことがあるし、分類群ごとに使う判別形質が違います。それで正しいかという問題がありますが、分子系統解析も同様の事情を抱えています。

コウヤクダケ類の分類における問題点

- 現存の種数のうち、既知種の種数はおよそ50%と推定され、半数は未知種
- 既知種のおよそ80%は温帯域中心に分布している種であり、亜熱帯・熱帯域の調査が希薄
- 多系統であり、系統的類縁関係が不明瞭な分類が未だに存在
- 属、種によっては再分類が必要

図60 コウヤクダケ類の分類における問題点

我々としては、より多くの形態以外の生態的な情報も含めて分類群を取り扱うことで、説得力のある情報をつけた論文を出すことが重要です。そうすると、なかなか報告ができないのが問題で、少しジレンマですが、若い研究者は是非ともこういう方針で研究してほしいと思っています。また、研究成果を世に出すことが重要と考えています。未知の種はまだありますので、世に出して、新分類群の根拠となる標本や菌株をきちん

と保存し、次の研究者がそれを利用できるようにしておけば、それでいいのかもしれませんが。世に出さないと、いつまでも研究が進まないことになります。残り少ない研究生活で、このような観点で研究を進めていきたいと思っています。

注釈)

- ¹ 鳥取大学 農学部附属 菌類きのこ遺伝資源研究センター 菌類きのこ遺伝資源評価保存研究部門
- ² resupinate : 胞子を形成する子実層を表面に、背面を基物に向けて着生する。
- ³ 繊維素: ブドウ糖が重合した天然高分子。植物細胞壁の主成分で、地球上で最も多い炭水化物。綿が身近な例
- ⁴ 植物細胞壁中の、セルロース以外の非水溶性炭水化物の総称。こんにゃくのグルコマンナンが身近な例
- ⁵ 木質素: フェノール性化合物が高度に重合、三次元網目構造を形成した巨大高分子。植物の木化にかかわる。
- ⁶ 伊藤 誠哉著(1939年)。1巻, 2巻(1-2号)が国立国会図書館デジタルコレクションで閲覧可能。(dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/1230951)
- ⁷ *Phlebia chrysocreas* (Berk. & M.A. Curtis) Burdsall., *Mycologia* 67 (3): 497 (1975) [MB#319872]
- ⁸ *Xylobolus annosus* (Berk. & Broome) Boidin, *Revue de Mycologie (Paris)* 23 (3): 341 (1958) [MB#307887]
- ⁹ white pocket rot: 樹木病としての孔状白色腐朽の解説(米農務省/英文), https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5353727.pdf
- ¹⁰ *Pseudomerulius aureus* (Fr.) Jülich, *Persoonia* 10 (3): 330 (1979) [MB#321835]
- ¹¹ *Leucogyrophana mollusca* (Fr.) Pouzar, *Ceská Mykologie* 12 (1): 32 (1958) [MB#299736]
- ¹² *Dacryobolus sudans* (Alb. & Schwein.) Fr., *Summa vegetabilium Scandinaviae* 2: 404 (1849) [MB#155019]
- ¹³ *Tomentella crinalis* (Fr.) M. J. Larsen, *Taxon* 16: 511 (1967) [MB#340109]. 以前はイボタケ科。
- ¹⁴ *Sistotrema muscicola* (Pers.) S. Lundell, *Fungi Exsi-ccati Suecici Fasc.* 29-30: no. 1415 (1947) [MB#291007]

- 15 松浦健二教授 京都大学大学院農学研究科 応用生物科学専攻 昆虫生態学分野
- 16 *Cylindrobasidium argenteum* (Kobayasi) N. Maek., Reports of the Tottori Mycological Institute 31: 8 (1993) [MB#362732]
- 17 日本の菌類学者(1907 - 1993年). 東京帝国大学卒, 東京文理科大, 満州国立中央博物館, 長春大学, 国立科学博物館. 『冬虫夏草菌図譜』, 『日本中国菌類歴史と民俗学』, 『菌類の世界』他
- 18 森林総研九州支所『山姥の休め木(絹皮病)の謎と働き』 [http://www. ffpri-kys. affrc. go. jp/kysmr/data/mr0050k1. htm](http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/kysmr/data/mr0050k1.htm)
- 19 *Pseudolagarobasidium calcareum* (Cooke & Massee) Sheng H. Wu, Acta Botanica Fennica 142: 112 (1990) [MB#127511]
- 20 *Pseudomerulius aureus* (Fr.) Jülich, Persoonia 10 (3): 330 (1979) [MB#321835]
- 21 *Radulodon copelandii* (Pat.) N. Maek., Reports of the Tottori Mycological Institute 31: 93 (1993) [MB#362733]
- 22 *Aleurodiscus grantii* Lloyd, Mycological Writings 6 (62): 927 (1920) [MB#266451].
- 23 *Cylindrobasidium evolvens* (Fr.) Jülich, Persoonia 8 (1): 72 (1974) [MB#312444]
- 24 *Botryobasidium pruinautum* (Bres.) J. Erikss., Svensk Botanisk Tidskrift 52 (1): 8 (1958) [MB#293780]
- 25 *Hydnophlebia chrysorhiza* (Torr.) Parmasto, Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised 16: 384 (1967) [MB#332100] (現在 *Phanerochaete chrysorhiza* は異名)
- 26 *Hydnum repandum* L., Species Plantarum: 1178 (1753) [MB#225014]. アンズタケ目カノシタ科
- 27 *Repetobasidium* J. Erikss., Symbolae Botanicae Upsalienses 16 (1): 67 (1958) [MB#18452]
- 28 *Resinicium* Parmasto, Conspectus Systematis Corticiacearum: 97 (1968) [MB#18453]
- 29 *Peniophorella* P. Karst., Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk 48: 427 (1889) [MB#18202]
- 30 『日本産菌類集覧』 勝本謙著, 勝本謙・安藤勝彦入力編集 日本菌学会関東支部 (2010)
- 31 *Athelia bombacina* (Link) Pers., Mycologia Europaea 1: 85 (1822) [MB#226830]
- 32 *Athelia decipiens* (Höhn. & Litsch.) J. Erikss., Symbolae Botanicae Upsalienses 16 (1): 86 (1958) [MB#293539]
- 33 *Athelia nivea* Jülich, Willdenowia Beiheft 7: 103 (1972) [MB#309346]
- 34 *Athelia salicum* Pers., Mycologia Europaea 1: 84 (1822) [MB#226703]
- 35 田中千尋教授 京都大学大学院農学研究科 地域環境科学専攻 微生物環境制御学研究室
- 36 ハラタケ綱アンズタケ目ツノタンシキン (Cerato-basidiaceae) 科 *Thanatephorus* 属 (有性世代) / *Rhizoctonia* 属 (無性世代) は, 重要な土壌病原菌で, 最近は分割されている.
- 37 日本の菌類学者(1868 - 1924年). 第二高校(現東北大)で蘚苔, 地衣, 菌類を研究し, 樹木病原菌も研究した.
- 38 David S. Hibbett *et al.* “A higher-level phylogenetic classification of the Fungi”, Mycological Research, vol. 111(5), pp. 509-547, (2007)
- 39 Mangrove: 紅樹林, 海漂林とも. 熱帯から亜熱帯の河口汽水域の塩性湿地森林.
- 40 海洋島(Oceanic Island)とも. 大陸と地続きになつた時期がない大洋上の島. ハワイ諸島やガラパゴス諸島が代表例. 侵入できる生物が限られ, 隔絶下で独自に進化したため, 固有の生物相となる.
- 41 *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam.: ヒルギ科オヒルギ属の常緑高木. 潮間帯マングローブ樹種.
- 42 *Kandelia obovate* Sheue, H. Y. Liu et W. H. Yong. ヒルギ科メヒルギ属の常緑高木.
- 43 *Rhizophora mucronata* Lam.: ヒルギ科ヤエヤマヒルギ属の常緑高木.
- 44 *Sonneratia alba* Sm.: ハマザクロ科の常緑高木.
- 45 *Haloaleurodiscus* N. Maek., Suhara & K. Kinjo, Mycological Research 109 (7): 826 (2005) [MB#28938]
- 46 *Haloaleurodiscus mangrovei* N. Maek., Suhara & K. Kinjo, Mycological Research 109 (7): 827 (2005) [MB#369320]
- 47 *Nia* R. T. Moore & Meyers, Mycologia 51 (6): 874 (1961) [MB#19234]

- ⁴⁸ *Halocyphina* Kohlm. & E. Kohlm., *Nova Hedwigia* 9: 100 (1965) [MB#17719]
- ⁴⁹ *Asterostroma* Masee, *Botanical Journal of the Linnean Society* 25: 154 (1889) [MB#17113]
- ⁵⁰ *Asterostroma cervicolor* (Berk. & M. A. Curtis) Masee, *Botanical Journal of the Linnean Society* 25: 155 (1889) [MB#194325]
- ⁵¹ *Asterostroma muscicola* (Berk. & M. A. Curtis) Masee, *Botanical Journal of the Linnean Society* 25: 155 (1889) [MB#199608]
- ⁵² *Asterostroma macrosporum* N. Maek. & Suhara, *Mycoscience* 51 (1): 76 (2010) [MB#515683]
- ⁵³ *Asterostroma boninense* Suhara & N. Maekawa, *Mycotaxon* 114: 198 (2011) [MB#518641]
- ⁵⁴ *Pandanus boninensis* Warb. : タコノキ科の常緑高木(雌雄異株)でタコノキ目の基準種. 小笠原諸島の固有種で, 海岸付近に生育する. 南西諸島に多いアダン(*P. odoratissimus*)は同属の近縁種で, 時にマングローブに混生する.
- ⁵⁵ 生物の類縁/系統関係を樹枝状に接続して示す系統樹のうち, 共通の祖先(根)を除いて, 現存種間の関係を重視して表したもの.
- ⁵⁶ 4', 6-ジアミジノ-2-フェニルインドール: DNAに強力に結合する蛍光色素の一種.
- ⁵⁷ *Aleurodiscus amorphus* (Pers.) J. Schröt., *Kryptogamen-Flora von Schlesien* 3-1(4): 429 (1888) [MB#150793]
- ⁵⁸ *Aleurodiscus grantii* Lloyd, *Mycological Writings* 6 (62): 927 (1920) [MB#266451]
- ⁵⁹ 日本の菌類学者(1904 - 1991). 東京帝大, 科学博物館, 農林省林業試験場で硬質菌の分類学研究他を行い. 多くの啓蒙書や図鑑類を執筆した.
- ⁶⁰ *Peniophora quercina* (Pers.) Cooke, *Grevillea* 8 (45): 20 (1879) [MB#399382]
- ⁶¹ Erast Parmasto (1928 - 2012): エストニアの菌学, 生命科学, 植物学者. エストニア動植物学研究所の所長を務め, 自身が蒐集した37,000点を含む16万点の標本を整備, 研究した.
- ⁶² *Peniophora manshurica* Parmasto, *Bibliotheca Mycologica* 115: 138 (1987) [MB#131421]
- ⁶³ *Peniophorella praetermissa* (P. Karst.) K.H. Larss., *Mycological Research* 111 (2): 192 (2007) [MB#510106]
- ⁶⁴ *Peniophorella odontiiformis* (Boidin & Berthier) K.H. Larss., *Mycological Research* 111 (2): 192 (2007) [MB#530223]
- ⁶⁵ *Peniophorella pertenuis* (P. Karst.) Hallenb. & R.H. Nilsson, *Mycological Research* 111 (12): 1372 (2007) [MB#540723]
- ⁶⁶ *Hyphoderma setigerum* (Fr.) Donk, *Fungus* 27: 15 (1957) [MB#298779]
- ⁶⁷ *Hyphoderma nudicephalum* Gilb. & M. Blackw., *Mycotaxon* 33: 378 (1988) [MB#134906]
- ⁶⁸ Wu Sheng-Hua: 台湾国立自然科学博物館
- ⁶⁹ *Hyphoderma subsetigerum* Sheng H. Wu, *Mycologia* 89 (1): 136 (1997) [MB#436877]
- ⁷⁰ *Hypholoma subviride* (Berk. & M. A. Curtis) Dennis, *Kew Bulletin* 15 (1): 134 (1961) [MB#332416]
- ⁷¹ *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm., *Der Führer in die Pilzkunde*: 72 (1871) [MB#152334]. 従来, 日本産種にはこの学名が採用されており, 論文・図鑑にも記載されている.

(2018年6月17日 受付)



前川先生を囲んで (撮影 大久保泰和)

きのこ中級講座を聴講して 北出 雄生

関西菌類談話会 きのこ中級講座

「オニイグチ属とキクバナイグチ属の種分類」

講師：佐藤博俊先生（京大院・人環）

会場：京都大学農学部総合館 S174 会議室

日時：2018/5/13（日） 14：00～15：30

参加者：32名（うち会員28名）



お話をされる佐藤博俊先生

講演内容：

大型菌類においては、その種と区別が付かない種、いわゆる隠蔽種が多く存在していると考えられます。種の識別はどのようにすれば可能か？この問いに対して、通常、(マイヤーの) 生物学的種概念に基づき、交配可能なら同種、不可能なら別種と判定します。ただし、交配試験には生きた分離菌株が必要となり、外生菌根菌などにおいては、分離培養の困難さが障壁となります。そこで遺伝情報(DNA)に基づくアプローチを検討しました。遺伝子の配列を解析し、分子系統樹を作成します。次にグループ分けにより、種の範囲を規定します。ただし、さまざまな段階のグループ分けが可能であり、どこまでを種とするかは難しい問題です。そこで、今回用いた新しいアプローチについて詳しく解説します。

まず、同所的にサンプル収集し、複数遺伝子に基づく分子系統樹を作成します。次は系統樹を比較することにより、種の範囲を定義します。各遺伝子について、同様のグループ分けが可能であれば、各グループ間の遺伝的交流がないということ、すなわち、これらを種と推定することができます(図1、2)。ただし、タイプ標本の多くでは、DNA解析が不可能なことが問題ですが、ここで、形態的・顕微鏡的特徴を用いることで、“本物”がどれ

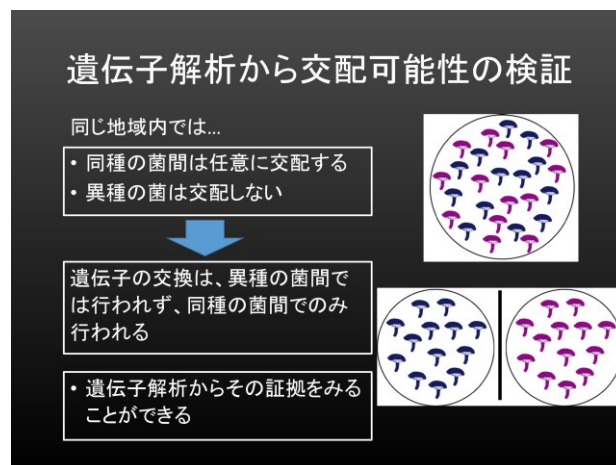


図1 遺伝子解析から交配可能性の検証

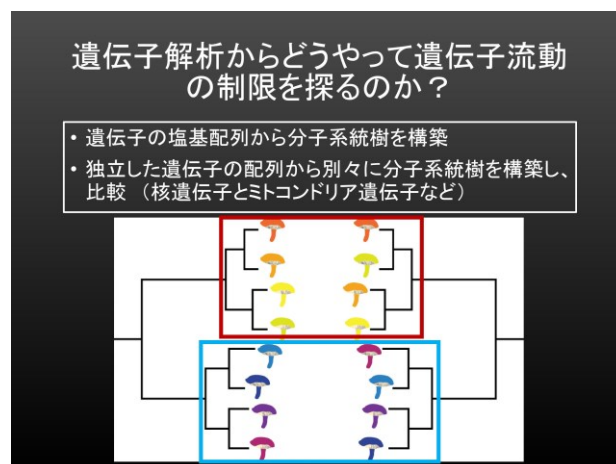


図2 遺伝子解析からどうやって遺伝子流動の制限を探るのか？

か検討することができます。やみくもに区別可能な特徴を探索するのは難しいですが、系統解析でグループ分けした標本を比較することにより、探索しやすくなります。このように、系統解析と形態的・顕微鏡的特徴の組み合わせにより、分類を行っていきます。

上記の方法により、オニイグチ属(*Strobilomyces*)の系統解析を行った結果、その系統的多様性が明らかとなりました。例えば、“コオニイグチ”、“オニイグチモドキ”は少なくとも2種を含む複合種であること、“オニイグチ”はより多数の種からなる複合種であること等が明らかとなってきました。今回は“コオニイグチ”について解説します(図3)。“コオニイグチ”を構成す

る2系統は、柄の上部に特有のふくらみをもつものと、柄に網目を持つものに、区別可能でした。前者は本郷次雄先生によるコオニイグチ (*S. seminudus*) の記載と一致しており、コオニイグチと同定しました。後者については形態的・顕微鏡的特徴に基づき新種記載し、アミアシオニイグチ (*S. hongoi*) と命名しました(図4)。

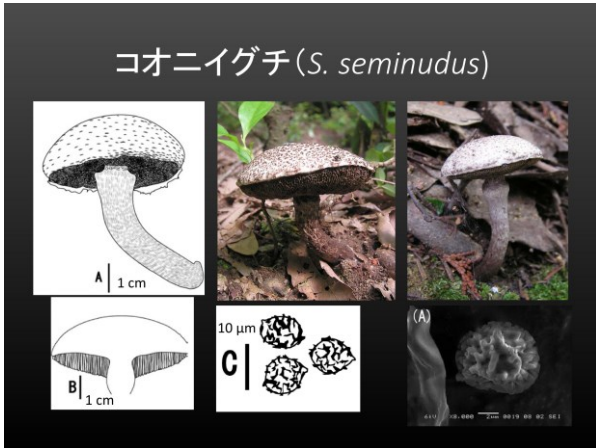


図3 コオニイグチ

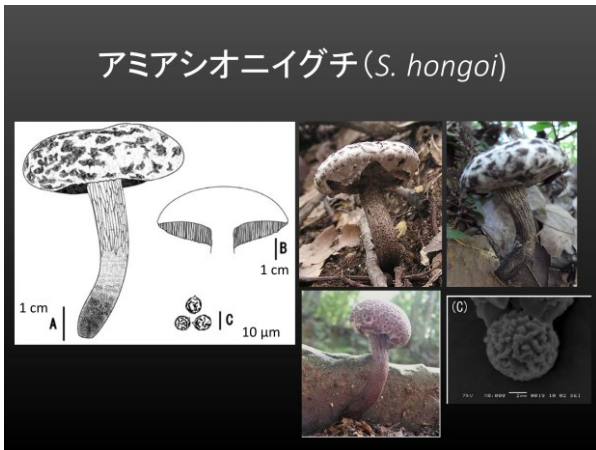


図4 アミアシオニイグチ

次に、キクバナイグチ属 (*Boletellus*) について同様の系統解析を行いました。その結果、日本産キクバナイグチとされていたものは、独立した3系統からなることが明らかとなりました。一つ目は、シイ・カシ林に発生し、傘に分厚い鱗片、肉は白色系、胞子サイズは中程度のものです。二つ目は、シイ・カシ林に発生し、傘に薄い鱗片、肉は白色系、胞子サイズがやや小さいものです。三つ目は、コナラ・アカマツ林に発生し、傘に薄い鱗片、肉は黄色系、胞子サイズが大きいものです。一つ目のものは、キクバナイグチ (*B. emodensis*)

のタイプ標本と特徴が一致したため、真のキクバナイグチです(図5)。残り2つは形態的・顕微鏡的特徴に基づき新種記載し、それぞれ、ヒビワレキクバナイグチ (*B. areolatus*)、コガネキクバナイグチ (*B. aurocintextus*) と命名しました(図6、7)。



図5 キクバナイグチ



図6 ヒビワレキクバナイグチ

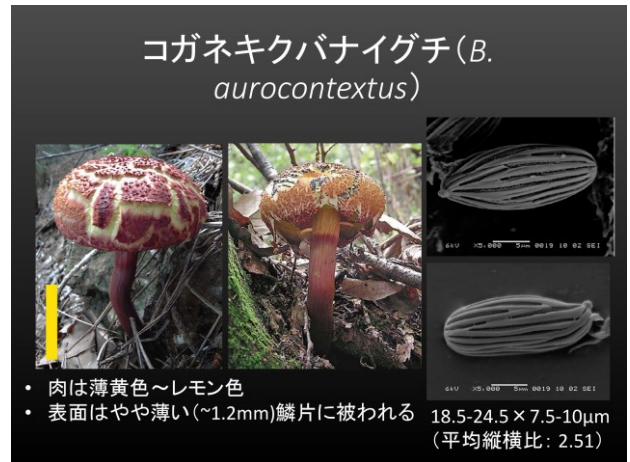


図7 コガネキクバナイグチ

私の感想：

京都大学の先輩、佐藤博俊先生が講演されるということで、約一ヶ月前から楽しみにしていました。残念ながら、強い雨が降る中の開催となりましたが、近畿各地から32名（うち会員28名）もの参加者が集まり、オニイグチ属・キクバナイグチ属の分類への関心の高さが感じられました。参加者の多くが佐藤先生と面識があったこともあり、終始和やかな雰囲気で行われました。佐藤先生の略歴と講演内容に関する簡単な紹介があり、講演開始となりました。

まず、佐藤先生は、「大型菌類において、種の識別はどのようにすれば可能か？」という、分類学における最も基本的な問いを提示されました。この問いに対して、従来の形態的特徴に基づくアプローチと、分子系統解析を比較しながらの解説は大変分かりやすいものでした。今回、佐藤先生が用いられた方法は、同所的に収集した標本について、分子系統解析を用いて、複数遺伝子に基づく系統樹をそれぞれ作成し、それらを比較することにより、種の境界を定めようとするものです。各遺伝子の系統樹で同様のグループ分けが可能であれば、各グループ間の遺伝的交流がないということ（起こりうる物理的距離にもかかわらず）、すなわち、各グループを独立した種と推定できる、ということのようです。この方法は、現在はまだ一般的に使われていない段階だそうですが、これから普及していくのではないかとこのことで、系統分類学の最先端を行く佐藤先生の研究に深く感銘を受けました。また、分類学の初歩から丁寧に解説していただいたおかげで、私自身、非常に勉強になり、また、参加者の理解も深まったように感じました。

本題に入り、オニイグチ属の分類について紹介されました。最初に、オニイグチ属菌の系統樹がスライドで示され、本属が実に多系統からなることが印象的でした。オニイグチについて研究を進められた結果、従来、オニイグチと同定されていたものの中には、形態的に区別可能な別種、アミアシオニイグチが含まれていたということでした。オニイグチを記載された本郷次雄先生もこの2種を混同されていたようで、大型菌類の分類学のとてつもない奥深さを改めて感じました。

次に、話題はキクバナイグチ属へと移りました。日本産キクバナイグチとされていたものには、形態的に区別可能な2種、ヒビワレキクバナイグチとコガネキクバナイグチが含まれていたということでした。個人的には、宿主、肉色、あるいは孢子サイズといった特徴は、どのように分化してきたのか、非常に興味深く感じていました（閉会後に個人的に質問したところ、少なくとも肉色については、黄色グループと白色グループはそれぞれ別系統にまとまるため、祖先的に分化したと考えられるとのことでした）。

講演終了後の質疑応答では、活発な議論が行われました。キクバナイグチ属3種については、孢子的模様に違いは？傘がひびわれもしくはパッチ状、あるいは、鱗片のサイズで区別可能か？などの質問があり、これらの特徴で区別するのは困難であるとのことのお答えでした。そのほかにも、ミトコンドリア遺伝子については母性遺伝であり、他の遺伝子と同様に考えてよいのか？といった議論もあり、興味深く拝聴させていただきました。また、佐藤先生が記載された新種ツブカサオニイグチ (*S. verruculosus*) や、広義のオニイグチ (*S. strobilaceus*) など、今回の講演であまり言及のなかった“種”に関する議論もあり、貴重な情報を得ることができました。あわせて、今後の標本収集など、研究のさらなる進展につながる話題もありました。今後、両属においてより多くの隠蔽種の存在が明らかとなり、分類体系が確立されることへの期待が高まりました。

最後になりましたが、大変興味深い講演をしていただき、また、本原稿の作成にあたりご指導いただきました佐藤博俊先生に感謝申し上げます。

(2018年7月17日 受付)



参加の皆さんと記念撮影 (写真 大久保泰和)

会報記事投稿のご案内

～皆様の投稿をお待ちしております～

- ◇原則として、投稿資格は本会会員に限ります（編集委員会から依頼する場合は例外とします）。
- ◇キノコやカビに関する記事、図、写真やイラスト、本誌に関するご意見などをお寄せください。
- ◇原稿の量は問いませんが、1600～2000字を目処にまとめていただくと幸いです。もちろん、これより多くても少なくてもかまいません。
- ◇写真や図やイラストは、文中でも構いませんし、まとめて送付いただいても構いません。
- ◇原稿は下記の送付先にお送りください。別紙に著者名、連絡先（住所・電話番号・FAX番号・電子メールアドレス）を書いて添付ください。ワードかテキスト形式のファイルで保存された媒体のものを添付いただくようお願いいたします。また、電子メールを利用できる場合は、電子メールでの投稿も歓迎いたします。

- ◇原稿の採否、掲載の順序、レイアウト等は、編集委員会の決定にお委せください。
- ◇編集委員会は、著者の原稿中の字句、表、図、写真などのスタイルの統一や変更を求めることがあります。文章の用法上、あるいは、文法上の誤り、その他の修正は編集委員会にお委せください。修正後の原稿は著者にお送りして、再度確認していただくようにいたします。
- ◇原稿には表題、著者名、本文のほかに必要な場合は引用文献（あるいは参考文献）をあげてください。
- ◇郵送された図、写真に限り、発行後にお返しします。
- ◇発行して2年後には、会のWebに一般公開されます。

<原稿送付先>

関西菌類談話会 会報編集委員会

齋木達也

〒573-0162 大阪府枚方市長尾西町1-5-23

TEL : 072-868-5481

E-mail : mamedebiribo@yahoo.co.jp

編集委員：天野典英、橋本貴美子、丸山健一郎、
正井俊郎、森本繁雄、○齋木達也

(abc 順・○印は編集委員長)

表紙解説

本郷次雄先生の原画は、大阪市立自然史博物館より許可を得て掲載しています。これは、JSPS 科研費 23300333 により大阪市立自然史博物館によってデジタル化されたものを提供いただきました。佐藤先生の講座内容から、キクバナイグチ属の3種を見分けることができますか？挑戦してください。

編集後記

今回は、2018年度の総会や講座の内容を紹介しています。当日参加できなかった方にも良い資料になったと感じました。また、萩本さんからは、長年研究をされた成果をまとめられた投稿をいただきました。皆様もどんどん原稿を送って、活動を会報に残していきましょう。お待ちしております。

(齋木達也)

関西菌類談話会会報 No. 37

平成30年9月3日印刷

平成30年9月10日発行

編集 関西菌類談話会会報編集委員会

発行 関西菌類談話会

発行所 関西菌類談話会

ホームページ <http://kmc-jp.net/>

事務局 〒616-8182 京都市右京区太秦北路町3-3 309号

北岸阿佐子 方

郵便振替口座 00950-0-83129

印刷 印刷通販プリントパックにて

<http://www.printpac.co.jp/>