

菌類きのこが未来を拓く！

Fungus/mushroom resources open the future!



鳥取大学グローバルCOEプログラム
「持続性社会構築に向けた菌類きのこ資源活用」

http://rendai.muses.tottori-u.ac.jp/Japanese_data/gcoe/index.html

プログラムの概要

「グローバルCOEプログラム」とは、世界最高水準の研究基盤のもとで、世界をリードする創造的な人材育成のための教育研究拠点形成を支援する、文部科学省の事業です。鳥取大学では、平成19年度に「乾燥地科学拠点の世界展開」、そして平成20年度に「持続性社会構築に向けた菌類きのこ資源活用」と、2件のプログラムが採択されています。

特色

鳥取大学大学院連合農学研究科（博士課程）が中心となり、大学院工学研究科・大学院医学系研究科とも連携を図りながら、菌類きのこ資源科学についての幅広い教育研究を行っています。

鳥取大学農学部は、学部から大学院修士課程までの教育コースに植物菌類資源科学コースを設置し、さらに大学院博士課程（連合農学研究科）では国際的に活躍できる人材を育成するために海外実習を設けるなど、菌類きのこに関する、体系的な特色のある教育を行っています。

拠点の中核となっている「農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター（FMRC）」は、国内唯一の菌類きのこに関する教育研究組織であり、「（財）日本きのこセンター菌草（きんじん）研究所」から譲渡された菌類きのこ遺伝資源を核に、約1,000種7,000株を保有しています。

本プログラムでは、これらの遺伝資源を活用するとともに、海外の拠点や協力機関とのネットワークの形成により、さらなる遺伝資源の発掘と活用、情報交換や人材育成の充実を図っています。そのために、海外での調査・研究に博士課程学生を派遣して経験を積ませるとともに、学術交流の発展を図ることを特色としています。



実施体制

- 拠点リーダー 前川 二太郎
- 専攻等名 連合農学研究科生物環境科学専攻、工学研究科化学・生物応用工学専攻
- 事業推進担当者
「基盤研究グループ」 児玉基一郎、前川二太郎、伊藤真一、難波栄二、松本晃幸、中桐 昭
「活用研究グループ」 中島廣光、會見忠則、河田康志、久留一郎、尾谷 浩、築瀬英司、荒瀬 榮、井藤和人



公開シンポジウム

きのこの未来

2012年
日時 11月23日（金・祝日）
13:00~16:10

場所 国立科学博物館上野本館 講堂



主催：鳥取大学グローバルCOEプログラム「持続性社会構築に向けた菌類きのこ資源活用」

共催：国立科学博物館、鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター（FMRC）、日本菌学会



きのこの未来

主催：鳥取大学グローバルCOEプログラム「持続性社会構築に向けた菌類きのこ資源活用」
共催：国立科学博物館、鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター（FMRC）、日本菌学会

ごあいさつ

グローバルCOEプログラム

「持続性社会構築に向けた菌類きのこ資源活用」拠点リーダー

まえ かわ に た ろ う
前 川 二太郎

生物の中で菌類は、酵母、かび、きのこなどを含む極めて大きい分類群で、その数は150万種以上あると推定されています。菌類は、植物や動物の分解者として自然生態系の維持や環境保全に極めて重要な役割を果たすとともに、植物の共生者として生長促進作用や環境ストレス耐性の付与、環境汚染物質の浄化作用など、その多様な機能が注目されています。とくに、きのこ類は優れた健康食品として広く利用されていますが、最近では、免疫賦活性、抗酸化性、抗変異原性、抗血液凝集性などの薬用効果にも高い関心が寄せられています。このように、きのこなどの菌類は人類にとって有益な未知の機能や成分を有する遺伝資源の宝庫といえますが、学術的にはまだまだ未開拓の分野です。鳥取大学は、平成20年度から実施していますグローバルCOEプログラム「持続性社会構築に向けた菌類きのこ資源活用」（文部科学省）において、農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター（FMRC）が中心と

なって、新たなきのこ遺伝資源の発掘を国内外で精力的に行なっています。また、国立科学博物館植物研究部においても、きのこ類の分布や多様性に関わる研究を世界規模で実施しています。さらに、本プログラムでは収集した遺伝資源を用いて、農学部だけでなく、工学部および医学部とも連携して、様々な研究分野において菌類きのこ遺伝資源の利活用に関する基礎および応用研究を推進しています。本シンポジウムでは、とくにきのこ類に焦点をあて、海外でのきのこ類調査の必要性について、さらに、きのこの様々な利活用に関する最新の研究成果の一端をわかりやすく紹介いたします。

このシンポジウムを機会に、きのこの生物としての基礎研究の必要性と遺伝資源としての有用性について理解していただくとともに、きのこを身近に感じていただく一助になれば幸いです。

■プログラム

12:30-	開 場
13:00-13:10	はじめに／鳥取大学理事（研究担当）井藤 久雄
13:10-13:40	「世界中できのこを調査する意義と面白さ」／保坂 健太郎
13:40-14:10	「医療分野への菌類資源の活用：菌類きのこを使った高尿酸血症・痛風の予防」／久留 一郎
14:10-14:40	「きのこに潜む酵素の可能性」／有馬 二郎
14:40-15:00	休 憩
15:00-15:30	「きのこの発酵能を活用したバイオエタノール生産」／岡本 賢治
15:30-16:00	「エルサルバドルのきのこ類調査の成果と今後の展望」／前川 二太郎
16:00-16:10	おわりに／前川 二太郎

世界中できのこを調査する意義と面白さ

国立科学博物館 植物研究部研究員 **保 坂 健太郎**



きのこはカビや酵母と同じく、「菌類」です。植物と間違われることも多いのですが、光合成をしない従属栄養生物であることを始め、進化的には私たち人間を含む動物により近縁な生物なのです。

カビや酵母との唯一の違いは、胞子を形成する有性生殖器官（子実体）が肉眼で確認できる大きさになること。その大きさから、きのこの実体については理解が進んでいると思われがちですが、実はまだまだ謎に包まれた生物です。その大きな理由の一つは、一生の大半を肉眼では見えない微小な胞子や菌糸として過ごすため。つまりきのこも立派な微生物なのです。

微生物としての実体をもつきのこですから、生物学の最も基礎的な情報である、種の数についても良く分かっていません。日本で確認されている、つまり名前の付いているきのこは約3,000種とされていますが、未知種も含めた本当の種数は5,000を超えと考えられています。世界的には約20,000種のきのこが知られていますが、実際の種数は15万以上になるのではないかという推定もされています。日本は比較的きのこの調査が進んだ国と言えますが、それでも未知種が多数存在しています。ましてや熱帯地域などは、調査が皆無と言っても過言ではありません。つまり、21世紀の今でも、調査をすればするほど新種が発見される。それがきのこという生物なのです。

私は国立科学博物館の菌類研究員として、世界中のきのこの多様性解明に取り組んでいます。日本の博物館職員として、一大目標は日本にきのこが何種存在するか、そしてそのうち何種が日本の固有種なのかを明らかにすること。未知種が数千種以上あることを考えると、この目標でさえとてつもなく大きいものと言えます。しかし、日本のきのこだけを調べていたのでは、十分ではありません。なぜなら、本当に日本に固有であるのかを証明するためには、日



調査中

本以外の国に存在しないことを明らかにしなくてはならないからです。

そのようなことをふまえ、日本そして世界各地を調査し続けています。最大の特徴は、採集した全てのきのこコレクションにおいて、乾燥標本とそれに付随するデータ（採集場所、GPSデータ、発生環境など）だけでなく、新鮮な子実体の写真とDNAデータもそろっていることです。本講演では、きのこの分布・多様性・進化など、様々な謎を解き明かすために世界中を調査している様子を紹介し、コレクションとデータ（標本・DNA・写真など）の重要性を議論します。



キツタリヤ
南半球のみに分布し、ナンキョクブナ属に寄生するゴルフボール大のきのこ



ファロバータ・アルバ
ニュージーランドのみに分布する珍菌



ミリオストマ・コリフォルメ
多数の穴から胞子を放出するヒメツチク?りの仲間

保坂 健太郎（ほさか けんたろう）

琉球大学での卒業研究できのこの魅力にとりつかれる。オレゴン州立大学で博士号取得後、2008年より現職。夢は全大陸でキノコ調査をすることだが、残すは南極大陸のみ。

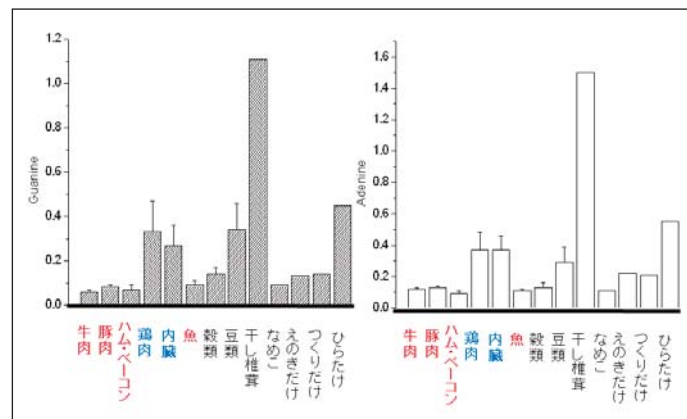
医療分野への菌類資源の活用： 菌類きのこを使った高尿酸血症・痛風の予防

鳥取大学大学院医学系研究科 機能再生医科学専攻 教授 **久留 一郎**



血清尿酸値が上昇すると高尿酸血症と呼ばれる病気になります。高尿酸血症はある日突然足の指などに激痛を起こす。痛風の原因となります。そして痛風患者さんは我が国に100万人、その予備群である高尿酸血症患者さんは1,000万人おられます。痛風は男性の病気と思われていますが、今や中高年の女性痛風・高尿酸血症の方が増えてきました。また、高尿酸血症は脳卒中、心筋梗塞や腎臓病の原因となることが分かってきました。そこで、高尿酸血症を予防して痛風や脳卒中・心筋梗塞・腎臓病に罹らないようにするためには尿酸値を上げない生活を送る必要があります。尿酸が上昇する生活習慣として良く知られているものは、精神的ストレス、無酸素運動、早食い大食いの食生活などが挙げられます。その中でも尿酸を上げないために食材を選ぶことが重要です。アルコールは尿酸を上げますが、特に大麦で作られるビールはプリン体（尿酸の原料）が多く含まれるので注意が必要です。尿酸を上げる食材は尿酸を上げやすいプリン体（尿酸の原料）を多く含む食材であり、牛

肉・豚肉・ハムベーコン・魚があります。鶏肉や内臓には尿酸を上げにくプリン体が含まれており、尿酸の上昇を起こしません。きのこはプリン体リッチな食物ですが、尿酸を上げにくいプリン体を多く含むために高尿酸血症や痛風患者さんには好ましい食材と言えます。きのこはアデニンおよびグアニンと呼ばれる尿酸に成りにくいプリン体が多いのですが、一方でヒポキサンチン・キサンチンと呼ばれる尿酸に成りやすいプリン体が少ないのです。ですから高尿酸血症・痛風患者にも安心して食べていただけます。最近の研究から乳製品は血清尿酸値を低下させることが分かりました。特に乳酸菌から作られるヨーグルトは血清尿酸値を下げる効果があります。私どもは腸の中でプリン体を尿酸に成りにくいプリン体に変えてしまうことで、血清尿酸値を特によく下げる乳酸菌に注目して、この乳酸菌から作られたヨーグルトを食して頂くと高尿酸血症・痛風患者さんの血清尿酸値が良く下がることを明らかにしました。これらの菌類・きのこで作られる食材を利用することで薬に頼ることなく尿酸を下げる生活習慣を作って行けると考えます。



久留 一郎 (ひさとめ いちろう)

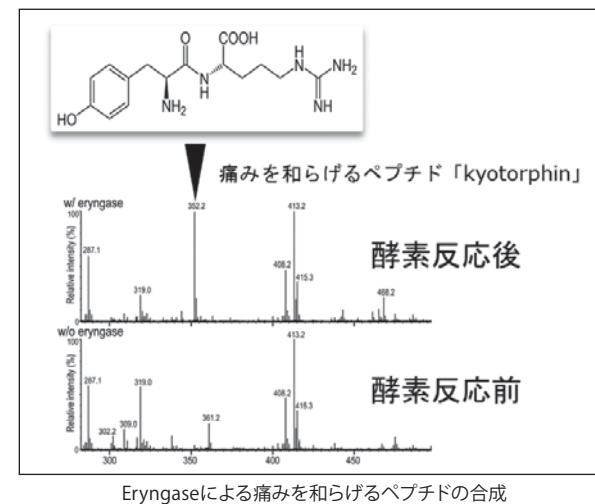
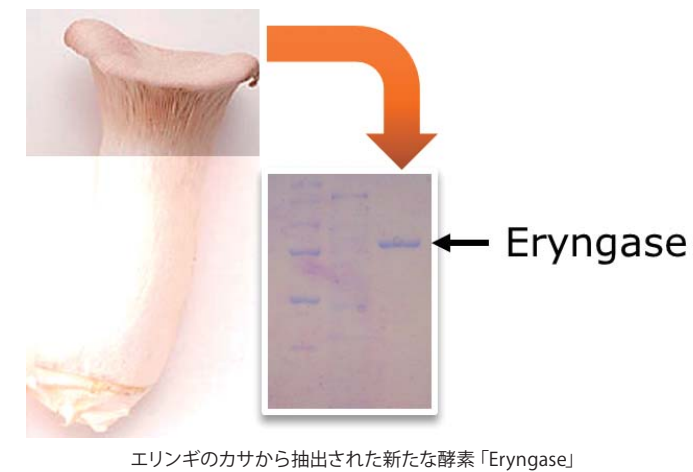
鳥取県米子市生まれ。専門は「循環器専門医・高血圧認定専門医・痛風認定専門医」を持ち診療を行いながら、大学では再生医療を研究している医師。高血圧や循環器病の原因となる高尿酸血症を追求。

きのこに潜む酵素の可能性

鳥取大学農学部生物資源環境学科 准教授 **有馬 二郎**



「酵素」は、生体で起こる化学反応を助けるタンパク質で、その働きは全ての生物の生命維持に必須であるとともに、生物の形や性質とも密接に関係しています。例えば、きのこは木材を栄養源として生息しています。そのため、その分解に必要なセルロース分解酵素や、リグニン分解酵素など、木材の分解に関わる多くの酵素が存在し、それらの働きによって栄養素を取得して生長します。酵素の中には人間生活に有効なモノも多数存在し、人々は「発酵」というかたちで、知らず知らずのうちから酵素を利用してきました。お酒造りで利用される酵母の場合、糖を栄養源としてエネルギーを生産し、廃物としてエタノールを排出します。しかし、この過程で働く酵素は、一つ欠けるとエタノールが合成されません。人々はこのような微生物代謝



を利用して、人間生活に有効なモノを作り出し、その一つ一つの酵素機能にも着目してうまく産業に取り入れてきました。そのようにして構築された酵素利用は現在、産業界における「ものづくり」や「分析」ツールとして浸透しつつあります。

一方で、きのこの酵素研究は発展途上で、その形や性質との関係も多くは明らかになっていません。また、名前がつけられているきのこは全体の数%に過ぎず、まだまだ新しい機能を持つ酵素が隠されていると考えられます。従って、きのこは未利用資源の宝庫であり、将来的に新たな酵素資源としての利用に期待がかけられています。そのような展望の先駆けとして、我々は、きのこから新たな酵素の発見と、様々な角度からの解析を通じた応用への展開に試みしています。

通常、生物は細胞内外に何らかのペプチド分解酵素が存在します。ペプチド分解酵素は食品加工や洗剤、医薬や機能材料の合成など、その応用技術がよく知られています。我々はペプチド分解酵素に焦点を当て、新たな機能を有する酵素の取得に試みた結果、エリンギから特徴的な反応を触媒するペプチド分解酵素が見出されました。Eryngaseと命名されたその酵素は、子実体のカサに存在が集中しており、その機能は胞子の形成に関係していると考えられました。また、生体内では到底行われない反応も触媒し、痛みを和らげるペプチドの合成機能も確認されたことから、今後の医薬開発に利用できる可能性が見出されました。このように、近所のスーパーで売られて



有馬 二郎 (ありま じろう)

大阪府生まれ。岡山を経て5年前より鳥取に移住。専門は「酵素エンジニア」。人々の生活に役立つ酵素取得を目指して、日々研鑽中。

いるきのこですら、新たな酵素の発見の対象となります。もっと多くのきのこの酵素機能をひも解けば、酵素科学の常識をもはるかに凌駕する機能を有した酵素も、今後発見されるかもしれません。



高尿酸血症と痛風

きのこの発酵能を活用したバイオエタノール生産

鳥取大学大学院工学研究科 化学・生物応用工学専攻 准教授 **岡本 賢治**



持続可能な循環型社会を実現する上で、化石燃料依存からの脱却と再生可能エネルギーへの転換という潮流の中、石油の代替エネルギーとしてバイオエタノールが注目を集めています。現状はトウモロコシやサトウキビなど農作物から製造されていますが、このところ世界各地で頻発する干ばつの影響も重なって穀物価格の高騰など新たな問題を引き起こしていることもあり、食料と競合しない原料へのシフトが世界的な急務となっています。とりわけ先進国中、食料自給率40%前後と低水準の日本が自給自足でバイオエタノールを生産していくとした場合、非食用の未利用資源を有効に利活用することが強く求められます。ただし、多様な物質で構成されるバイオマスからのエタノール生産は容易でなく、前処理を含めた複雑なプロセスを要しトータルのコストは割高になってしまうため、より効率的な製造技術の開発が必須条件となります。

きのこは、森の分解者として自然界でリグノセルロース資源のリサイクルに貢献する重要な微生物です。木質分解に関わる特徴的な酵素群を有するため、脱リグニンを主目的とした前処理への応用が検討されています。もし、酵母並みに優れた発酵能をもつ有用なきのこが存在する



野生きのこの採集

ならば、バイオマスの糖化と発酵が同時に行え、低コストで環境にやさしい新規プロセスを構築できるのではないかと考えました。よって、未利用資源を原料としたバイオエタノール生産に応用可能な微生物としてきのこに着目し、研究を重ね

てきたところ、目的とする大変興味深い機能の存在を見いだすことに成功しました。

身近に生息するきのこにおいて、バイオマスに含まれる各種糖質に対するフレキシブルな発酵性のみならず、バイオマス原料を何も処理せずとも効率良くエタノールへ変換できることなど、多才な性質が明らかになってきました。これら野生きのこは遺伝子組換え菌と比べて遜色ない発酵能を有し、特にリグノセルロースや生ごみなど未利用バイオマスからの直接的エタノール生産能力は他の微生物には見られない極めて優位なものです。

きのこにはまだまだ未知な部分が多く、魅力的な潜在能力のさらなる発掘と解明を進めることで、持続的循環型社会の実現に向けた環境調和型バイオマスリファイナリーへの展開を目指しています。



カワラタケ



きのこの菌糸（顕微鏡写真）

岡本 賢治（おかもと けんじ）

大阪府生まれ。専門は「応用微生物学」。キノコに潜在する能力を活用したバイオマスからの効率的有用物質生産プロセスの開発を進める。

エルサルバドルのきのこ類調査の成果と今後の展望

鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センター（FMRC） 教授 **前川 二太郎**



エルサルバドルは中央アメリカ中部の太平洋側に位置し、雨季と乾季のある熱帯域の小国です。海岸のマングローブ林、低地の常緑広葉樹林、さらにグアテマラとホンジュラスの国境付近には1,000mを超える山々があり、針葉樹の分布も見られます。これらの多様な林相には様々なきのこ類が分布していることが推察されます。しかし、同国におけるきのこ類のまとまった報告はほとんどなく、50種も知られていないのが現状です。そこで、本プログラムでは、エルサルバドルのきのこ類遺伝資源を評価するために、国内各地においてきのこ類の調査採集を行ない、どのようなきのこ類が分布しているかを明らかにしてきました。本講演ではエルサルバドルにおけるきのこ類の調査の様子と同国に分布するきのこ類を紹介するとともに、これらの研究成果が今後の研究等にどのように役立つのかについて展望します。

2009～2012年の間に、エルサルバドル国立農牧林業技術センター（CENTA）と菌類きのこ遺伝資源研究センター（FMRC）のメンバーによる調査チームを編成し、同国の7つの国立公園を中心に野外調査を行い、これまでに1,000点以上のきのこ類標本を収集し、分離菌株として

700株を得ています。現在、収集した標本の形態的特徴やDNA塩基配列による分類学的研究を進めており、すでに150種を見出しています。これらのほとんどがエルサルバドルでは今までに報告されていないきのこ種です。まだ未同定の種も多数あることから、さらに多くのきのこ種が同国に分布しているものと推察されます。これまでに同定したきのこ種の中から100種を選定し、現在エルサルバドルのきのこ菌類相を知る上で初の重要な専門書となるきのこ図鑑の作成を行なっています。図鑑には、それぞれの種の採集地情報や形態的特徴に加えて、生態的特徴や食毒情報なども掲載しています。

本プロジェクトによって、きのこ類の現地調査、標本収集、目録および図鑑作成、さらに分類学的研究に供試できる多様なきのこ類の標本と菌株が収集され、エルサルバドルにおけるきのこ類遺伝資源の多様性解明に向けての研究基盤が整備できました。今後もCENTAとの共同研究を通じて継続的な協力関係を構築し、多様性解明のための共同研究、人材育成、さらには相互理解のもとで得られたきのこ類遺伝資源の活用に関する研究においても貢献できればと考えています。



エルサルバドルでのきのこ採集



Clavulinopsis fusiformis



Cookeina tricholoma



Phlebia incarnata



Volvariella diplasia

エルサルバドルに分布するきのこ

前川 二太郎（まえかわ にたろう）

京都市生まれ。専門はコウヤクタケ類の分類と生態。日本に分布するコウヤクタケ類の全容解明ときのこ類遺伝資源の収集に取り組んでいる。