

## 日本木材学会 3 研究会合同春季講演会 開催報告

バイオマス変換研究会  
抽出成分利用研究会  
きのこ研究会  
2017-18 年度 幹事一同<sup>※注1</sup>

### 1. はじめに

日本木材学会所属の研究会は通例、毎年 3 月に開催される学会大会の会期 3 日目に講演会や見学会を企画することが多く、年間スケジュールの中でも主要な活動となっています。第 69 回函館大会（会期：2019 年 3 月 14 日～16 日）では、会期中のスケジュールや使用可能な会場の部屋数とその規模、会場設営上の都合などから、比較的大きな規模の講演会 2 件は、会期前日の 13 日に前倒して開催される運びとなりました。そのうちの 1 件がバイオマス変換研究会、抽出成分利用研究会、きのこ研究会の 3 研究会が合同で開催した春季講演会でした。本稿では、その概要をご報告いたします。

今回の合同春季講演会では「きのこ／森林資源が有する機能性探索の現在・未来」をメインテーマとして掲げました。食品としてもおなじみの「きのこ」が生産する酵素や、抽出可能な生理活性成分の中には、ヒトにとって有用な「機能」を有するものが少なからず含まれています。そのため、バイオマス利用の観点からも注目を集めており、創薬や環境浄化といった応用面でも期待されています。このような、「きのこ」をはじめとする微生物や森林資源が有する機能性の探索とその利活用に関するご研究に最前線で取り組んでこられた 3 名の先生方を、3 研究会からそれぞれお招きし、合同で春季講演会を企画するに至りました。講演会では、「きのこ」が生み出す酵素や化学成分、その元となる遺伝子といった基礎的・実験室的レベルのミクロなお話から、そこで明らかにされた基本原理に立脚しつつ、実際の産業レベルに応用した事例のご紹介、その現状と課題といったマクロなお話に至るまで、非常に幅広い内容をカバーすることが出来ました。そのため、多様なご関心を持つご来場の方々楽しんでご視聴いただけたのではないかと、幹事一同、企画を終えて感じている次第です。



多くのご来場者を迎え盛況だった、当日の会場の様子

### 2. 講演内容

お一人目の講演者は北見工業大学（工学部）准教授の佐藤利次（さとう・としつぐ）先生でした。佐藤先生は民間・公設の研究所勤務のご経験もあり、産官学の異なる立場からご研究活動に携わってこられた先生です。2009年には「抗癌性多糖レンチナン高含量シイタケの分子育種」というご研究で北見医工連賞の受賞、さらに、以前にお勤めの（財）岩手生物工学研究センターでは計4度の所内受賞経験をお持ちであり、シイタケをはじめとする微生物の分子生物学分野をご専門とされています。今回は「シイタケのラッカーゼをめぐる研究 ー栽培廃液から遺伝子までー」というご講演タイトルでお話いただきました。



佐藤利次 先生

優秀な食用菌であるシイタケは白色腐朽菌としても知られ、自然界で最も分解されにくいとされる「リグニン」の分解能を有しており、様々な環境汚染物質の分解能も有しています。シイタケは、リグニン分解酵素として、主にラッカーゼ（Lcc）とマンガンペルオキシダーゼを分泌しており、そうした酵素遺伝子（lcc 遺伝子等）についても研究が盛んに進んでいます。佐藤先生のご講演では、シイタケが分泌するラッカーゼを環境浄化資材として利用する研究や、ラッカーゼの生理的機能解明に向けた分子生物学的研究についてお話いただきました。シイタケを液体培養すると複数あるラッカーゼアイソザイムのうち Lcc1 のみが分泌され、精製酵素を用いて内分泌攪乱物質（いわゆる「環境ホルモン」）を除去できたとの初期の研究についてまず披露されました。この結果を受け、シイタケ上面栽培の栽培廃液（上面水）に含まれるラッカーゼを先生ご自身で作成された限外濾過器で濃縮するシステムを構築し、実汚染地下水の内分泌攪乱物質であるビスフェノール A（BPA）の除去に有効であることを示されました。シイタケ栽培という実産業から得られる安価な環境浄化酵素製剤として大変有望であると考えられます。実際の環境浄化の実証研究にも話が及びましたが、例えば都道府県をまたいで設置や管理にあたって、行政システムの相違から生ずる軋轢など、研究面でいくつかの困難があったというご経験談についても触れられました。佐藤先生は、シイタケの生産するラッカーゼを用いた環境浄化に関するご研究に加えて、ラッカーゼそのものが持つ生理的役割についても数多くのご研究を紹介いただきました。菌床中のシイタケは菌糸先端でまずラッカーゼを生産し、次にマンガンペルオキシダーゼを、そのあと糖質分解酵素（セルラーゼ等）を生産することを明らかにし、木質を分解するために整然とした酵素の発現順序があることをお示しになりました。また、複数あるラッカーゼアイソザイムがそれぞれ異なる発現パターンを示すことから、それぞれ異なる生理的機能を持つことが予想され、実際に子実体の褐色化に関わる特定のラッカーゼアイソザイムが存在するとのことでした。さらに、ラッカーゼの様々な生理的機能を明らかにするために必要な、シイタケへの遺伝子導入研究に熾烈な競争があることにも触れられました。普段我々が食しているシイタケにはまだまだ多くの謎があることを再認識するとともに、我が国の重要な特用林産物であるシイタケについて先導的に研究を進める意義は大きいと感じた次第です。佐藤先生が実際に歩いてこられたように、遺伝子レベルのミクロな世界の基礎研究に軸足を置きながら、環境浄化という、よりマクロな世界への応用研究を目指すご研究姿勢は、大学院生や若手研究者など、これからの基礎・応用研究を担う参加者にとっても非常に刺激になり、学ぶところが多いお話だったのではないかと思います。

二人目の講演者である生方 信（うぶかた・まこと）先生（北海道大学名誉教授）には「微生物の未知の能力を探る ～新規生理活性物質の構造と機能～」という演題でご講演頂きました。生方先生は主に微生物由来の生理活性物質の発見と機能解明について長く取り組まれ、そのご功績から日本農



学賞（平成 29 年度）に代表されるような多くの賞を受賞されています。ご講演では、理化学研究所で取り組まれたリポシドマイシンやトウトマイシンの構造決定・生理機能の発見や、富山県立大学で取り組まれた新たな分子構築の手法の開発とその応用研究、北海道大学で展開された森林資源・微生物由来の新規生物活性物質の探索など、非常に多様な研究についてご紹介頂きました。中でも北海道大学で取り組まれた「きのこ由来のオートファジー誘導物質発見」のお話は印象的でした。オートファジーは哺乳動物を含む真核生物で働く生理機能で、近年ではがんなどの疾病と関連していることから非常に注目されている研究分野です。ご研究では、ある *Gymnopus* sp. 株がオートファジー誘導物質を産生することを見出し、その原因物質が (+)-エボジムノラクタムという非常に珍しい構造を有する化合物であることを明らかにされています。さらに、同化合物と類縁体の有機合成やそれらを用いた構造活性相関について検討され、(+)-エボジムノラクタムのオートファジー誘導活性にはエポキシラクタム骨格が重要であり、その側鎖構造がオートファジー誘導/阻害活性を分ける調節的な役割を担っていることを示して頂きました。このように、きのこ抽出成分には未だ計り知れない有望性や展開性があることを提示して頂きました。さらに、後半では内容を細菌類に広げ「難培養細菌を培養可能にする増殖因子」についても話題を提供して頂きました。このトピックでは *Sphingopyxis* sp. 株がある種のポルフィリン化合物を介して難培養 *Leucobacter* sp. 株の生育を刺激する事例と、それが難培養 *Leucobacter* sp. 株の中核代謝関連遺伝子の欠損によることを説明して頂きました。これまで微生物の世界では激しい生存競争が行われているという認識でしたが、一方では互いに助け合って生きている微生物が存在しており、複雑な微生物の世界について再認識させられました。いずれのご研究においても、一貫して有機化学や基礎生物学に立脚した研究戦略をとっておられ、その精緻なご研究に感銘を受けました。



生方 信 先生

三人目の講演者として江口文陽（えぐち・ふみお）先生（東京農業大学地域環境科学部教授、「食と農」の博物館館長、独立行政法人日本学術振興会学術システム研究センタープログラムオフィサー）が登壇され、講演タイトルは「森林資源“きのこ”を利用した学術と産業振興」でした。江口先生はきのこの機能性研究において先導的な研究に永年従事され、本学会においても木材学会賞、木材学会奨励賞を受賞されております。講演内容は、地域資源としての「きのこ」利用における、きのこ探索、研究開発、製品化、貼付戦略、そして実売から収益にいたる「実学」に貫かれた科学研究のストラテジーに関する幅広いお話でした。先生は全日空の機内誌「翼の王国」にきのこに関する連載をお持ちで、その取材で撮影された色とりどりの美しいきのこの写真を紹介しつつきのこの多様性や生活環について概説され、同じしいたけ (*Lentinula edodes*) であってもさまざまなバリエーションがあり、機能性などのエビデンスを構築するにあたっては、菌株の特異性と生活環を意識した研究計画の重要性を強調されておりました。また、産業としてのきのこを見た場合、近年拡大しつつある中国産輸入



江口文陽 先生

菌床の問題、すなわち、菌床製造と培養までは中国国内でおこなわれ、発生・収穫作業を日本国内でおこなうため「日本産」として表記される問題などに言及しつつ、科学研究としてのきのこ研究が、あくまでも日本のきのこ産業の振興に対して寄与できるのかどうかを見極める必要があるとお話されました。

具体的な機能性研究についてもさまざまな視点から言及されました。まず、健康食品として利用される微細藻類のクロレラの抽出残渣を添加したきのこ培地において、微量元素やGABA、オルニチンといった機能性アミノ酸含有量が強化されたきのこ生産が可能であり、血小板凝集抑制作用、ケモカイン遺伝子発現抑制作用、 $\alpha$ グルコシダーゼ阻害作用、ACE阻害作用などが慣行栽培に比較して高まることなどを示され、これらに共通して作用するメカニズムとしてNF- $\kappa$ Bの関与が示唆されるとのことでした。次に、先生が1990年代に精力的に研究されたヒメマツタケ (*Agaricus blazei*) の高血圧モデル動物試験を例に、天然物の機能性を発現する用量が釣り鐘型の曲線(ベルシェイプ)を描くこと、したがって、機能性研究の用量設定においては小量、中等量、高用量を設定し、最大効果用量を決定することが重要であると示されました。さらに先生が開発に関与した「えのき氷」の臨床試験等について言及され、えのき氷が脂質異常症に対する効果があること、その活性本体としてエノキタケリノール酸と呼ばれる遊離脂肪酸の複合体が細胞膜上の $\beta$ アドレナリン受容体に結合し効果を発現していることが*in sirico* 研究から示唆されたとのことでした。最近研究されている石垣島で採取されたシロアリシメジや秋田県で採取されたトンビマイタケについての研究については、D-アミノ酸に着目しているとのことでした。これまで、きのこに含まれるアミノ酸は、L体が主であると考えられていましたが、分析の結果、これらのきのこにはD-セリン、D-アラニンが特異的に検出され、これらの成分が中枢作用を介して抗老化などに寄与することがわかりつつあるとのことでした。また、多くのきのこの機能性を解析する中で、これまで多く語られてきた1-3- $\beta$ -Dグルカンが、きのこ内での存在比と相関があまり見られないこと、むしろ、これらに共存するタンパク質、とりわけユビキチンおよびその関連物質に着目されているとのことでした。

後半ではきのこの機能性を活かした農業の六次産業化と地域振興についても触れられ、一例として、先生が開発されたきのこ入り味噌について取り上げられ、生マイタケや生ヒラタケを原材料段階から味噌に添加し熟成が早く進むこと、また、アミノ酸含量が1.5~2倍に増量することなどが確認されたとのことでした。江口先生のご講演は、非常に幅広い内容で、きのこの多彩な機能性を体現したような、多彩な内容に聴講者一同は圧倒されていました。

### 3. おわりに

講演会当日は、100名収容可能な会場がやや手狭に見えるほど多くの方にご来場頂き、参加者数は実際に数えられた範囲だけでも60余名に登りました。ご来場・ご視聴いただいた皆様方に厚く御礼申し上げます。また、3名の講師の先生方にも、今回の企画に早くからご理解いただいた上、幅広い層の方々に興味深い数々の話題をご提供いただくことで、この春季合同講演会を成功裏に終えることが出来ました。改めて衷心より御礼申し上げます。

#### ※注1

3研究会合同春季講演会の企画・運営、ならびに本報告原稿の作成に関わった、3研究会の幹事(2017-18年度)氏名は下記の通りです。

- ・バイオマス変換研究会  
幸田 圭一 (代表幹事：北海道大学)  
中川 明子 (会計幹事：筑波大学)  
亀井 一郎 (幹事：宮崎大学)  
青木 弾 (幹事：名古屋大学)

上高原 浩（幹事：京都大学）

• 抽出成分利用研究会

今井 貴規（代表幹事：名古屋大学）

藤田 弘毅（会計幹事：九州大学）

鈴木 利貞（幹事：香川大学）

重富 顕吾（幹事：北海道大学）

• きのこ研究会

吉本 博明（代表幹事：第一工業大学）

新田 剛（会計幹事：宮崎県林業技術センター）