

SYMPOSIUM

自然共生を基盤とする農学を考へる

— Tide of plant activators: 植物の能力を高める生理活性物質研究で農を拓く —



大阪公立大学 農学部

応用生物科学科

Department of Agricultural Biology



要旨集

Proceedings 2024

日時：2024年12月13日（金）

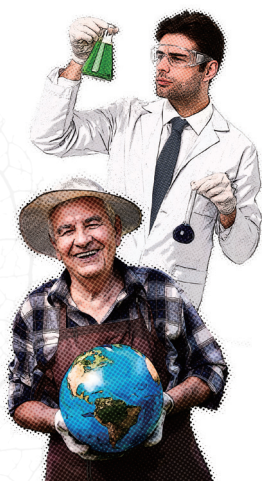
会場：I-siteなんば カンファレンスルーム C2



SYMPOSIUM

自然共生を基盤とする農学を考える

— Tide of plant activators: 植物の能力を高める生理活性物質研究で農を拓く —



人間の活動が地球の環境に大きな影響を与えていることが明らかになり、持続可能な社会の存続が危ぶまれるようになっていきます。この状況乗り越えるためには、人間の活動による地球環境への影響を最小に抑えながら、社会を維持していくための技術開発が求められています。農業においても、リン資源の枯渇などが懸念され、早急な対応が求められています。

本シンポジウムでは、地球環境への影響を最小に抑えるための「自然共生を基盤とする農学」をテーマとして、最新の研究成果を共有し、今後、時代に即した農学研究をどのように進めるべきかについて議論します。今回は、特に植物の機能を高める生理活性物質に着目し、農に活用するための研究を精力的に進めている研究者にご講演いただきます。

Program

- 13:00 はじめに／青木 考（大阪公立大院・農・応用生物科学）
- 13:10 **植物免疫活性化剤の網羅的探索**
能年 義輝（岡山大学 学術研究院 環境生命自然科学学域（農））
- 13:50 **植物も土壌微生物も、したたかに生きている**
村田 純（公益財団法人サントリー生命科学財団）
- 14:30 休憩
- 14:40 **植物のコミュニケーション能力を活かした農業技術の開発**
山内 靖雄（神戸大学 大学院農学研究科 生命機能科学専攻）
- 15:20 **殺虫から制虫への転換に向けて - 植物の防御機構を利用した害虫忌避剤の実用化 -**
安部 洋（理化学研究所 バイオリソース研究センター 実験植物開発室）
- 16:00 **温度から考える植物細胞の環境応答メカニズム**
稻田 のりこ（大阪公立大学 大学院農学研究科 応用生物科学専攻）
- 16:40 名刺交換会
- 17:00 閉会
- 18:00 懇親会



岡山大学 学術研究院 環境生命自然科学学域（農） 教授

<https://noutoshi-lab.com>



能年 義輝

noutoshi@okayama-u.ac.jp

広島大学大学院工学研究科工業化学専攻博士後期課程修了(博士(工学)), 理化学研究所筑波研究所 篠崎一雄研究室 研究員, 英国セインズベリー研究所 白須賢研究室 研究員, 理化学研究所植物科学研究センター 白須賢研究室 研究員, 岡山大学異分野融合先端研究コア助教(特任), 岡山大学大学院環境生命科学研究科 准教授を経て現在に至る



- 🔍 ケミカルバイオロジによる植物免疫機構の解明
- 🔍 植物病原糸状菌 *Rhizoctonia solani* の病原性機構の解明
- 🔍 微生物農薬の作用機序と植物根圏微生物の宿主定着特性の解明



植物免疫活性化剤の網羅的探索

農産物生産において、現在の人口を支えるだけの収穫量を確保するためには、農薬（殺菌剤）が不可欠です。過去に人類は化合物が生物や環境に及ぼす影響について学び、現在では法規制下で安全性が確認された農薬のみが使用されています。農薬は生物全般に広く影響する毒物から、標的生物のみに特異的に作用する薬剤へと進化してきました。その結果、薬剤耐性菌が出現するリスクが高まり、効果の打破と新剤開発の繰り返しという課題に直面しています。

その問題を解決する方法の一つが抵抗性誘導剤です。これは病原体ではなく、植物に働きかけ、その免疫力を高めることで病害被害を軽減する農業資材です。実際、我々が日常食する米の生産は抵抗性誘導剤に支えられています。人類は古来より病気に強い作物品種を経験的に選抜し、交配育種してきました。この背景にあるのが植物免疫であり、現在ではそのメカニズムの大枠が体系的に理解されています。

抵抗性誘導剤は主にアジア地域のイネいもち病の防除に使用されていますが、持続可能な農業の実現に向けて、この革新的技術の利用拡大が期待されています。農薬開発は主として既存剤の改変と網羅的探索を通じた新規シーズ導出により行われています。コンビナトリアルケミストリーと呼ばれる化学合成法の発展により、多様な化合物を収集したケミカルライブラリーの利用が可能になりました。医薬創薬で先行的に用いられてきた化合物群は、現在では植物科学でも活用され、様々な生理活性物質が発見されています。

我々も植物培養細胞を用いた独自の探索系を確立し、植物免疫を活性化する薬剤の単離・同定を進めてきました。その中で、インプリマチンと名付けた化合物群の一部が、植物免疫ホルモンであるサリチル酸を不活性化する配糖化酵素を標的として阻害する作用機序を特定しました。メカニズムが判明すれば、試験管内で標的酵素の活性を阻害する薬剤のスクリーニングが可能となります。我々は21万の化合物群からサリチル酸配糖化酵素阻害剤の探索を進め、サグルチンと名付けた化合物を同定しました。インプリマチンとサグルチンはともに、植物への処理により一定の病害防除活性を示したことから、抵抗性誘導剤の開発シーズになると考えています。本講演では、探索過程の実際と得られた化合物の作用について紹介します。

参考文献

- 1 Noutoshi, Y., Okazaki, M., Kida, T., Nishina, Y., Morishita, Y., Ogawa, T., Suzuki, H., Shibata, D., Jikumaru, Y., Hanada, A., Kamiya, Y., and Shirasu, K. (2012) Novel plant immune-priming compounds identified via high-throughput chemical screening target salicylic acid glucosyltransferases in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 24(9):3 795–804.
- 2 能年義輝 (2016) 植物科学におけるハイスループットケミカルスクリーニングとその利用. *植物の生長調節* 51(2):138–143.
- 3 能年義輝 (2017) プラントアクティベーターの探索研究の動向. *植物防疫* 71(2): 69–73.
- 4 能年義輝, 香西雄介, 渡邊恵, 植物病害抵抗性誘導剤及び植物病害防除方法. 特許 6813879 (2020 年 12 月 22 日)
- 5 能年義輝, 渡邊恵, 楠和輝, 篠原優佳, 配糖化酵素阻害剤, それを含む植物病害抵抗性誘導剤, 及びそれを用いた植物病害防除方法. 特開 2023-4231 (2023 年 1 月 17 日)
- 6 能年義輝, 渡邊恵, 庄司直史, 金亨振, 北松瑞生 (2024) 21 章 植物に病害抵抗性を誘導する環状ペプチド, バイオスティミュラントの開発動向と展望 (日本バイオスティミュラント協議会監修) シーエムシー出版. pp. 211–221.



公益財団法人サントリー生命科学財団 主席研究員

<https://www.sunbor.or.jp/>

村田 純

murata-j@sunbor.or.jp



京都大学農学部食品工学科卒，奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科 博士後期課程修了，カナダ ブロック大学生物学部 博士研究員，奈良県中小企業支援センター 博士研究員を経て現在に至る



🔍 植物—土壤微生物，および植物—植物個体間の相互作用機構の解明



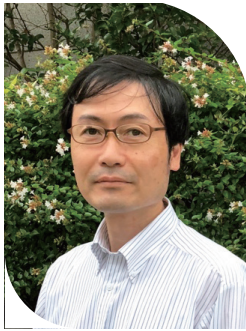
植物も土壤微生物も，したたかに生きている

植物と土壤微生物は，切っても切れない縁で結ばれた，「すぐ近くの隣人」として進化してきました。何故なら植物も土壤微生物も，今いる場所からすぐには移動できない宿命を背負っているからです。植物と土壤微生物の両方ともに，様々なクセのあるキャラクターだらけなのですが，私のような植物研究者の視点では，植物の生長を促す微生物や病気を引き起こす微生物，また，何をしているか分からないその他大勢の微生物がいる，となります。いったん発芽して根を下ろし，どんな土壤微生物と出会うか分からない状況において，植物は出来るだけ自身にとって心地良い土壤環境をつくる工夫をしていること，またその時，根から分泌される有機化合物がとても大切な役割を果たしていることが分かってきました。反対に土壤微生物は，植物種ごとに特徴がある根分泌物をたよりに，どんな植物が近くにいるかを理解していることも明らかになっています。

このシンポジウムでは，根分泌物とは何か，根分泌物はどのような役割を果たすのかについて，私たちの研究事例も交えながらご紹介します。

参考文献

- 1 Murata, J. Watanabe, T. and Komura, H. (2022) Bacterial volatile isovaleric acid triggers growth alteration of *Arabidopsis* seedlings. *Metabolites* 12, 1043.
- 2 Ono, E. and Murata, J. (2023) Exploring the evolvability of plant specialized metabolism: uniqueness out of uniformity and uniqueness behind uniformity. *Plant Cell Physiol.* 64, 1449-1465.



神戸大学大学院農学研究科 准教授

<https://www.ans.kobe-u.ac.jp/kenkyuuka08/seimei/syokubutukinou.html>



山内 靖雄

yamauchi@kobe-u.ac.jp

神戸大学農学部農芸化学科卒，神戸大学大学院自然科学研究科 博士後期課程修了，鳥取大学農学部助手，神戸大学農学部助手，助教を経て現在に至る



植物由来揮発性情報伝達物質の作用機構の解明



植物のコミュニケーション能力を活かした農業技術の開発

植物は芽吹いたあと，その場で一生を過ごします。周りの環境は刻々と変化し，時には生死に関わる環境にさらされることもあるでしょう。しかし，樹木に何百年も生きるものもいるように，植物はさまざまな環境を耐えぬいて生きています。きっと，巧みなサバイバル技術を身に付けているはずです。最近，そのサバイバル技術の一つとして，植物同士が香り物質を使って情報をやり取りし，助け合っていることが明らかにされてきています。植物が花から様々な香り物質を放って，花粉の媒介をお願いする昆虫を呼び寄せることはよく知られていますが，植物同士も，香り物質で情報をやり取りしているのです。

植物が情報のやり取りに使っている香り物質の主なものは，傷ついた時に出す香り物質です。植物にはその香り物質を感じ取る能力，いわば嗅覚のような能力が備わっており，香り物質によって植物の反応が異なることも分かっています。情報となる香り物質と，その情報の意味を明らかにすることができれば，人間と植物の間でも，香り物質を用いたコミュニケーションが可能になるはずです。

このシンポジウムでは，情報の意味が明らかになった香り物質を農業に応用し，人間から作物に情報を伝えることで実現した栽培技術の例をご紹介します。

参考文献

- 1 Yamauchi, Y., Kunishima, M., Mizutani, M., Sugimoto, Y. (2015) Reactive short-chain leaf volatiles act as powerful inducers of abiotic stress-related gene expression. *Scientific Reports*, 5, 8030
- 2 Yamauchi, Y., Matsuda, A., Matsuura, N., Mizutani, M., Sugimoto, Y. (2018) Transcriptome analysis of *Arabidopsis thaliana* treated with green leaf volatiles: possible role of green leaf volatiles as self-made damage-associated molecular patterns. *Journal of Pesticide Science*, 43, 207-213
- 3 山内靖雄，河合博 (2020) 作物の高温耐性を高める揮発性バイオスティミュラント「すずみどり」の開発：みどりの香りを生かした新しい農業技術 化学と生物，58, 255-260



理化学研究所バイオリソース研究センター
実験植物開発室 専任研究員

https://web.brc.riken.jp/ja/archives/division_tag/epd

安部 洋
hiroshi.abe.aa@riken.jp



東京農工大学大学院連合農学研究科修士課程終了，東京農工大学大学院連合農学研究科博士課程終了，独立行政法人国際農林水産業研究センター 科学技術特別研究員，理化学研究所バイオリソースセンター 研究員，理化学研究所バイオリソースセンター 専任研究員，現在に至る



🔍 複雑系における生物間相互作用



殺虫から制虫への転換に向けて - 植物の防御機構を利用した害虫忌避剤の実用化 -

近年，農作物の生産現場では，害虫の殺虫剤抵抗性獲得による被害が深刻な問題となっています。特に，難防除害虫として国内外で猛威をふるうアザミウマ類は，殺虫剤抵抗性を高度に発達させており，その防除は困難を極めています。アザミウマ類は寄主範囲が広く，その被害はアブラナ科，ナス科，ウリ科，キク科など多くの農作物野菜に加え，花き類にまで及びます。さらに，アザミウマは，植物ウイルスの媒介虫でもあることから，農作物にトマト黄化壊疽（えそ）ウイルス，キク茎壊疽ウイルス，アイリスイエロースポットウイルスなどのウイルス病を引き起こし，虫害とウイルス病害による多重被害を発生させています。アザミウマ類の体長はわずか1～2mm程度であるため，植物工場などの大型施設園芸への侵入を防ぐことは容易ではなく，ひとたび大型施設園芸などに侵入すると壊滅的な被害に至る場合があります。また，高齢化の進む日本の農業生産現場において，アザミウマを目視で発見することは難しく，非常にやっかいな存在となっています。

植物は害虫による食害から自らの身を守るために害虫に対する植物防御を発達させており，その防御機構においては植物ホルモンであるジャスモン酸が中心的な役割を果たしています。これまでに我々は，アザミウマ類の行動が植物防御機構によって大きな影響を受けており，生態系において，アザミウマ類と植物ウイルスが植物防御機構を巧みに利用することで相利的な相互作用を繰り広げていることなどを明らかにしてきました。本講演では，そのような事例とともに，我々が開発した植物防御機構を活性化することによってアザミウマを防除することができる忌避剤の開発や今後の展開についてご紹介させていただきます。

参考文献

- 1 櫻井民人ら ジャスモン酸誘導体プロヒドロジャスモンの害虫防除への応用 植物の成長調節 (2022) 57 67-73 (和文総説)
- 2 安部洋ら アザミウマ忌避剤プロヒドロジャスモンの実用化と忌避メカニズムの探究 日本農薬学会誌 (2024)49 130-134 (和文総説)



大阪公立大学 大学院 農学研究科 応用生物学専攻 教授

<https://www.omu.ac.jp/agri/cmb/>



稲田 のりこ

norikoinada@omu.ac.jp

東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻博士後期課程修了（博士（理学））、カリフォルニア大学バークレー校 博士研究員、奈良先端科学技術大学院大学 特任助教・特任准教授、大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 准教授を経て現在に至る



細胞内温度、植物細胞生物学、植物微生物相互作用



温度から考える植物細胞の環境応答メカニズム

私たちヒトを含む恒温動物が生きていくためには、細胞レベルでの発熱に基づく体温の調節が必要不可欠です。また体温の変化は体調を知る上で重要な指標であることからわかるように、温度の解析はその生物の状態について多くの情報をもたらすと考えられます。私たちはこれまでに、生物の基本単位である細胞の中の温度を顕微鏡で解析する実験手法の確立を進めてきました¹。またこの実験手法を用いて、動物培養細胞では細胞内に1℃以上の温度差があること、細胞内の熱源として知られるミトコンドリア周辺の温度が高いこと、などを明らかにしました¹。細胞内の温度を可視化解析するこの方法は、恒温動物の体温調整に関わる発熱機構の解析や、脳浮腫の機構解析などに活用されています²。

一般的には、植物体内、植物細胞の温度は環境温度と同じだと言われていますが、一部の発熱植物では、花の器官が環境温度と比べて10℃近く上昇することが知られています。また非発熱植物でも、病虫害の感染や環境ストレスによって葉の表面が上昇することが報告されています²。環境応答による発熱の仕組みと発熱植物における発熱の仕組みの間には、共通点があることもわかっており、病虫害感染や環境ストレスに応答した発熱は、細胞レベルでも起きていることが予想されます。

私の研究室では、植物が様々な環境の変化に応答する仕組みの解明を最終的な目標として、植物細胞の温度を解析する手法を確立し、植物発熱機構を明らかにするための研究を進めています。本発表では現在の試みについて紹介します。

参考文献

- 1 稲田のりこ、岡田松美、林晃之、内山聖一 (2021) 細胞内の温度を可視化する—細胞内温度イメージングの実践— 植物の生長調節 56, 112-116
- 2 Inada, N. (2023) A guide to plant intracellular temperature imaging using fluorescent thermometers. *Plant Cell Physiol.* 64, 7-18



大阪公立大学



<https://www.omu.ac.jp/>



大阪公立大学 農学部

応用生物科学科

Department of Agricultural Biology



<https://www.omu.ac.jp/agri/undergraduate/agribio/>



主催：大阪公立大学農学研究科応用生物科学専攻

協賛：日本農薬学会