

SYMPOSIUM

自然共生を基盤とする農学を考へる

— Galaxy of able species: 多士済々な生物種間相互作用研究で農を拓く —



大阪公立大学 農学部

応用生物科学科

Department of Agricultural Biology



要旨集

Proceedings 2023

日時：2023年12月15日（金）

会場：梅田グランフロントナレッジキャピタル RoomB01



SYMPOSIUM

自然共生を基盤とする農学を考える

— Galaxy of able species: 多士済々な生物種間相互作用研究で農を拓く —

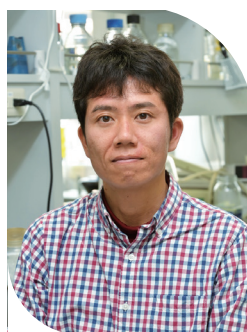


人間の活動が地球の環境に大きな影響を与えていることが明らかになり、持続可能な社会の存続が危ぶまれるようになっていきます。この状況乗り越えるためには、人間の活動による地球環境への影響を最小に抑えながら、社会を維持していくための技術開発が求められています。農業においても、リン資源の枯渇などが懸念され、早急な対応が求められています。

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、特に多様な生物種間相互作用に着目し、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 **植物病原性卵菌に感染するウイルスの探索と宿主菌への影響**
望月 知史（大阪公立大学大学院 農学研究科 応用生物科学専攻）
- 13:50 **微生物で地球を冷やす～温室効果ガスを分解する土壌微生物～**
今泉（安楽）温子（農研機構 生物機能利用研究部門 作物生長機構研究領域）
- 14:30 休憩
- 14:40 **生物農薬技術の開発 ―企業の取り組み―**
森 光太郎（石原産業株式会社 中央研究所 生物科学研究室）
- 15:20 **紙一重で菌は植物の敵にも味方にもなる～糸状菌の共生・寄生戦略の多様性・連続性**
晝間 敬（東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻）
- 16:00 休憩
- 16:10 **大阪公立大院・農・応用生物科学シーズ紹介**
岡澤 敦司（大阪公立大学大学院 農学研究科 応用生物科学専攻）
- 16:30 総合討論
- 17:00 閉会



大阪公立大学大学院 農学研究科 応用生物科学専攻

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

望月 知史

tomochi@omu.ac.jp



琉球大学農学部生物生産学科卒業、大阪府立大学大学院農学生命科学研究科博士前期 / 後期課程修了、農研機構中央農業総合研究センター昆虫等媒介病害研究チーム博士研究員、大阪府立大学大学院生命環境科学研究科応用生命科学専攻助教を経て現在に至る



- 植物ウイルス感染による発病機構の解明
- 農作物で利用できる植物ウイルスベクターの開発
- 卵菌ウイルスの探索と宿主菌への影響の解明



植物病原性卵菌に感染するウイルスの探索と宿主菌への影響

近年、様々な真菌からマイコウイルスが見つかり、中でも植物病原菌の病原性を低下させるマイコウイルスは植物病原菌の生物防除への利用が期待されている。一方で、ウイルス感染が宿主の環境適応を亢進させている例もあり、宿主の生存にウイルス感染が有利に働く場合もあることが示されている。私たちは宿主の環境適応におけるウイルス感染の役割の解明や、ウイルスを利用した菌類病の防除を目指し、卵菌の1つであるピシウム菌に感染する卵菌ウイルスの研究を進めている。卵菌は、菌界とは異なるクロミスタ界に属し、ジャガイモ疫病菌などの重要な植物病原菌を含んでいる。

私達はこれまでに、北極圏のコケから分離されたピシウム菌や温帯に生息する農作物病原ピシウム菌、菌間寄生性ピシウム菌から新奇な卵菌ウイルスを分離し、同定してきた(図、望月 2020, Fukunishi et al. 2021)。さらに、卵菌ウイルスフリーのピシウム菌株を作出して卵菌ウイルス感染が宿主ピシウム菌にどのような影響を及ぼしているのかを明らかにする研究を進めている。

本シンポジウムでは、変異の早いRNAウイルスの遺伝子配列比較を利用した北極圏スピッツベルゲン島におけるピシウム菌生態調査、そして、ウイルス感染菌株と非感染菌株の生物的特徴の比較と遺伝子発現をRNA-seq解析で比較した結果について議論する。

参考文献

- Fukunishi M, Sasai S, Tojo M, Mochizuki T*. (2021) Novel fusari- and toti-like viruses, with probable different origins, in the plant pathogenic oomycete *Globisporangium ultimum*. *Viruses*. 13: 1931.
- 望月知史 (2020) 卵菌ウイルスを用いたピシウム菌の生態調査の可能性. *土と微生物* 74: 45-49

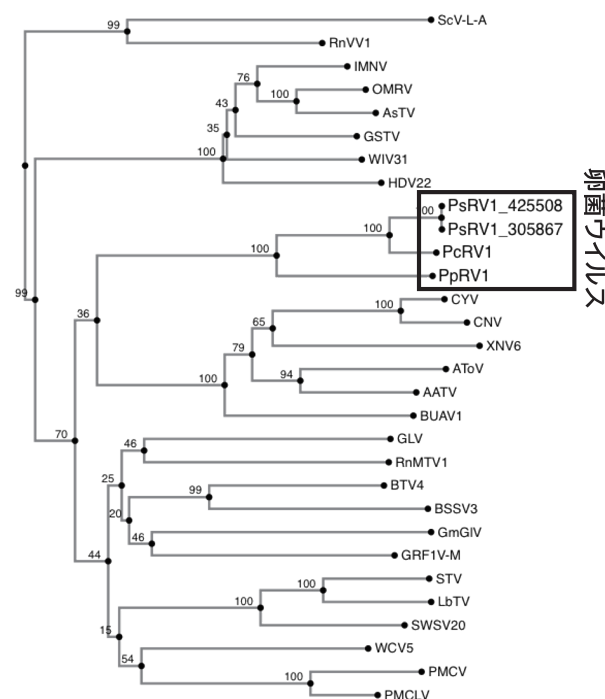


図 トティウイルス科ウイルスの RNA 依存性 RNA ポリメラーゼ保存領域アミノ酸配列を用いた分子系統樹 (MAFFT version 7 により NJ 法を用いて作成)。卵菌由来のウイルスは独立したグループを形成している (黒枠)²⁾。



国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門 作物生長機構研究領域 作物環境適応グループ グループ長

<https://www.naro.go.jp/laboratory/nias/introduction/chart/0602/index.html>

今泉（安楽）温子

onko@affrc.go.jp



東京大学大学院理学系研究科植物学専攻修士課程修了，東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻博士課程修了（理学博士），日本学術振興会特別研究員（PD），独立行政法人 農業生物資源研究所 任期付研究員，国立研究開発法人 農研機構 生物機能利用研究部門 植物機能開発ユニット 上級研究員を経て現在に至る



マメ科モデル植物ミヤコグサを用いた根粒菌・菌根菌感染受容機構の解明
ダイズ・根粒菌の機能利用による温室効果ガス N_2O 削減技術の開発



微生物で地球を冷やす ～温室効果ガスを分解する土壌微生物～

私が研究対象とするのは，私たちの食料となる「ダイズ」であり，それを育む「圃場」です。世界規模で見ると，ダイズの生産量は年間約 3.5 億トンに達し，アメリカ，ブラジル，アルゼンチンの 3 国が世界生産量の約 8 割のダイズを生産しています。「畑の肉」とも称されるダイズは食肉に匹敵する高いタンパク質を含み，近年の健康志向も相まって重要作物として注目されています。

ダイズは，土壌細菌の一種である「根粒菌」と「根粒共生」と呼ばれる共生相互作用を営みます。根粒菌は，ダイズの根に形成される「根粒」と呼ばれる丸いこぶ状の器官の内部に共生し，ダイズが光合成によって固定した炭素源（光合成産物）をエネルギー源として，空気中の窒素を固定してアンモニアに変換する「窒素固定」反応を行います。「根粒共生」により，ダイズに代表されるマメ科植物は，普通の植物は利用することのできない空気中の窒素を栄養源として利用することができるのです。

根粒菌の中には，窒素固定能力に加え，温室効果ガスである一酸化二窒素（ N_2O ）を還元して窒素に変換する能力を持つもの（ $nosZ^{++}$ 根粒菌）が存在します。 $nosZ^{++}$ 根粒菌を利用することで，窒素固定と温室効果ガス削減を両輪とするダイズ栽培系を構築できれば，化学的に合成された窒素肥料に依存しすぎず，また，圃場から放出される N_2O を削減しうる持続的な農業生産体系が可能になると考えられます。本講演では，私が参画している NEDO ムーンショットプロジェクト「資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減」が目標と掲げる「微生物による地球冷却」の研究アプローチについて紹介します。

参考文献

- 1 Cool earth via dSOIL 微生物による地球冷却（プロジェクトホームページ）<https://dsoil.jp/>
- 2 今泉（安楽）温子「根粒共生」の実像と可能性～化学肥料からの脱却と温暖化ガス削減に向けた研究アプローチ <https://dsoil.jp/cool-earth/column/detail/---id-49.html>
- 3 S. Wasai-Hara, M. Itakura, A. F. Siqueira, D. Takemoto, M. Sugawara, H. Mitsui, S. Sato, N. Inagaki, T. Yamazaki, H. Imaizumi-Anraku, Y. Shimoda & K. Minamisawa (2023) *Bradyrhizobium ottawaense* efficiently reduces nitrous oxide through high *nosZ* gene expression. *Scientific Reports*, 13, 18862. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-46019-w>



石原産業株式会社 中央研究所

<https://www.iskweb.co.jp/>



森 光太郎

kot-mori@iskweb.co.jp



北海道大学大学院農学研究科農業生物学専攻博士後期課程修了，茨城大学助手農学部，大阪大学大学院生命機能研究科特任准教授を経て現在に至る



化学農薬，生物農薬，バイオスティミュラントの研究開発



生物農薬技術の開発 —企業の取り組み—

生物農薬とは，有害生物の防除に利用される捕食性昆虫や微生物などのことです。最も古いとされる記録には，西暦 304 年の中国南部で柑橘の害虫カメムシを防除するためにツムギアリの巣が売られていたとあります。この生物農薬を使って有害生物を防除する方法を生物的防除 biological control と呼んでいます。生物的防除は化学農薬を用いない病虫害防除法として環境に優しいとかヒトに安全だとして注目を浴びています。当社は化学農薬の開発・販売を主業の一つとしていますが，生物農薬の開発も約 20 年前から手がけています。化学農薬とは異なり，生物農薬は生物間相互作用，すなわち食う－食われるの関係に基づいて効果を発揮させるために，生物農薬自体の商品化に加えて，その使い方の技術化が大変重要です。本講演ではこれまでに開発した技術から生物農薬アカメ[®]やバンカーシート[®]技術などを取り上げて紹介します。



アザミウマを捕食する
アカメガシワクダアザ
ミウマ



ハダニを捕食するミ
ヤコブリダニ

参考文献

- 1 森光太郎 (2023) 第 12 章 生物農薬の開発動向 1 生物農薬開発の全般的動向，梅津憲治監修「化学農薬・生物農薬およびバイオスティミュラントの創製研究動向」シーエムシー出版 pp. 399-439.



東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 准教授

<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/hiruma/>



晝間 敬

hiruma@g.ecc.u-tokyo.ac.jp



京都大学大学院農学研究科応用生物科学専攻 修士課程修了, 京都大学大学院農学研究科応用生物科学専攻 博士課程修了, ドイツマックスプランク植物育種学研究所 海外特別研究員, 奈良先端科学技術大学院大学 助教を経て現在に至る



環境変動時における植物微生物相互作用研究



紙一重で菌は植物の敵にも味方にもなる ～糸状菌の共生・寄生戦略の多様性・連続性～

植物内生糸状菌である *Colletotrichum tofieldiae* (Ct) は、植物の根に定着しリンが枯渇した環境下ではリンを植物へと供給し、モデル植物シロイヌナズナなどのアブラナ科植物の植物成長を促す共生菌です。Ct はこれまでに世界中から発見されており日本からも単離同定されています。私たちはこれらの Ct 株の中に他の共生型の Ct 株とは異なり、シロイヌナズナの成長を阻害する病原型の株が存在することを見出しました。共生型と病原型の Ct 株がそれぞれシロイヌナズナの根に感染した際の遺伝子発現応答を比較したところ、病原型の Ct 株が自身のゲノム上にある植物ホルモンである ABA に類似した二次代謝物を合成する遺伝子クラスター (ABA-BOT) を活性化していることがわかり、この該当クラスターが植物の ABA 応答を活性化しその結果植物の栄養経路が攪乱されることで植物成長が阻害されることが明らかになりました。驚くべきことに、ABA-BOT 上の合成遺伝子を破壊した菌株は、リンが枯渇した環境では植物成長を促す共生型へと変貌することを見出しました。さらには、ABA-BOT は 22 度から 26 度とわずかな温度上昇により、その発現が植物感染中に抑制され、その結果、元々病原型であった株が植物成長を促すことを見出しました。以上の結果から、共生と病原と一見極めて対照的な菌の感染戦略は、一つの二次代謝物遺伝子クラスターの活性化の有無によって決定されること、および、Ct のような植物感染糸状菌はおそらくは 1 日の中での温度変化などの環境変動や植物の状況に応じて感染戦略を共生から病原と連続的に変化させていることが示唆されました。

参考文献

- Hiruma, K., Aoki, S., Takino, J., Higa, T., Utami, Y. D., Shiina, A., Okamoto, M., Nakamura, M., Kawamura, N., Ohmori, Y., Sugita, R., Tanoi, K., Sato, T., Oikawa, H., Minami, A., Iwasaki, W. and Saijo, Y. (2023) A fungal sesquiterpene biosynthesis gene cluster critical for mutualist-pathogen transition in *Colletotrichum tofieldiae*. *Nat Commun* 14, 5288 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40867-w>



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：日本農業学会

後援：日本生物工学会