

農業環境技術研究所公開セミナー

農地にすむ生物の能力を利用した環境にやさしい農業生産に向けて

～生物が作る化学物質や酵素の働きと利用～

1. 開催趣旨：

日本では、農業の担い手が急速に減る中で、地域の活力を取り戻し、品質が高い作物を効率よく生産する技術開発が急がれています。農業生産には、作物を病気や害虫から守り、肥料を与えるとともに、プラスチック等の資材の利用が欠かせず、環境に負荷がかかります。今後、日本の美しい風景を守る農業を持続させるためには、環境負荷を抑えながら農業生産性を高める手立てを考えていく必要があります。

農地に棲む様々な植物や昆虫は、それぞれが生産する化学物質を使って情報交換しています。また、小さな微生物は、酵素反応を介して、農業環境を変える大きな力があります。農業環境技術研究所では、農地に棲む生きもの達の持つ能力や関係を詳しく調べて、病虫害や雑草が発生しにくい栽培環境づくりや、農業資材の適切な利用に役立てるための研究を進めており、本セミナーでは最近の研究成果をご紹介します。

2. 開催日時：平成 27 年 11 月 26 日(木) (13:00～17:00)

3. 開催場所：秋葉原コンベンションホール

4. 主催：国立研究開発法人 農業環境技術研究所

5. 後援：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

国立研究開発法人 農業生物資源研究所

7. プログラム：

- 13:00-13:10 開会挨拶 農業環境技術研究所 理事長 宮下 清貴
植物や昆虫が作る化学物質～病害虫が発生しにくい環境作りにむけて
- 13:10-13:40 植物が持つ植物生育制御物質とその雑草管理への応用
生物多様性研究領域 平舘 俊太郎
- 13:40-14:10 オスを惑わす「にせもの」のフェロモンで害虫の繁殖を防ぐ
生物多様性研究領域 田端 純
- 14:10-14:40 天敵昆虫が好む「植物の匂い」と害虫管理への利用の試み
生物多様性研究領域 釘宮 聡一
- 14:40-15:20 休憩（ポスター説明）
微生物が生産する酵素の農地での役割（農業資材の適切な利用にむけて）
- 15:20-15:50 飼料稲からバイオエタノールを作り、健康な作物が育つ土作りに
役立てる 生物生態機能研究領域 堀田 光生
- 15:50-16:20 土の DNA 解析が明かす土壌微生物の働き
～窒素肥料の有効利用に向けて
生物生態機能研究領域 早津 雅仁
- 16:20-16:50 畑で使ったプラスチック製農業資材を微生物の酵素で分解
生物生態機能研究領域 北本 宏子

植物が持つ植物生育制御物質とその雑草管理への応用

平舘俊太郎

(生物多様性研究領域)

動くことのできない植物は、体内でさまざまな化学物質を合成し、場合によってはこれらを体外に放出することによって、自らの身を守ることに役立っています。たとえば、有毒化学物質や苦味成分を体内に溜めることによって動物から食べられることを防ぐ植物もいれば、鉄を溶かす化学物質を根から放出することによって自らの鉄養分の吸収に役立っている植物もあります。なかには、他の植物の生育を抑える物質（植物生育制御物質）を合成して放出する植物もあります。ある植物にとってみれば、他の植物は水や養分や日光を奪い合うライバルであり、化学物質を使ってでも抑え込みたい敵なのかもしれません。私たちは、このような植物生育制御物質を捉え、その化学構造や作用特性を解き明かし、これを雑草管理に応用するための研究に挑戦しています。植物由来の化学物質は、生合成→放出→吸収→分解、というサイクルを長期間巡ってきた実績があるため、環境に蓄積して広域に汚染する危険性は小さいと期待されます。また、これまでの除草剤開発などでは見つからなかった新たな植物生育抑制作用が見つかる可能性も期待されます。ここでは、これらの研究成果を紹介いたします。

探索の結果、いくつかの植物生育制御物質を見出すことができましたⁱ。マレーシア原産の植物 *Goniothalamus andersonii* からゴニオタラミンをⁱⁱ、ミャンマー原産の植物 *Alpinia galanga* から(S)-1'-acetoxychavicol acetate を、日本原産の植物ユキヤナギからシスケイ皮酸ⁱⁱⁱなどを見出しました。中でも、シスケイ皮酸は、非常に単純な化学構造であるにもかかわらず、天然物としては最も活性が強いグループに入りました。また、シスケイ皮酸はユキヤナギ植物体中では糖と結合することによって解毒されており、体外に放出されてから植物生育制御作用を発揮するように仕組まれていることもわかりました^{iv}。さらに、シスケイ皮酸が引き起こす植物生育制御作用を遺伝子発現パターンから解析した結果、植物ホルモンの一種であるオーキシンと類似の作用機構を持っていることもわかりました^v。また、ヒマラヤシーダーという樹木は、大量の落葉を地面に落とし、その落葉中に含まれるアブシジン酸（植物ホルモンの一種）が、他の植物の発芽や生育を抑えていることもわかりました。

これらの植物生育制御物質は、効果や活性の点で市販の除草剤に及ばないため、現状では実用化には至っていません。しかし、こういった植物が持つ機能やそのメカニズムを解明し、そこからヒントが得られれば、環境にやさしい農業生産に近づけるのではないかと考えています。

平舘 俊太郎 (ひらだて しゅんたろう)

[http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/hiradate_s.html]

加茂 綱嗣 (かも つなし)

[http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/kamo_t.html]

(参考資料)

高いアレロパシー活性を有する植物種のスクリーニング(2013) [[主要成果](#)]

(学術論文)

Tomoko Takemura, Emi Sakuno, Tsunashi Kamo, Syuntaro Hiradate, and Yoshiharu Fujii. (2013) Screening of the growth-inhibitory effects of 168 plant species against lettuce seedlings. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 1095-1104

[<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=32156>]

Tomoko Takemura, Tsunashi Kamo, Raihan Ismil, Baki Bakar, Naoya Wasano, Syuntaro Hiradate, and Yoshiharu Fujii. 2012. Plant growth inhibitor from the Malaysian medicinal plant *Goniothalamus andersonii* and related species. *Natural Product Communications*, 7(9), 1197-1198.

[<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23074907>]

Syuntaro Hiradate, Sayaka Morita, Hajime Sugie, Yoshiharu Fujii, and Jiro Harada.

(2004) Phytotoxic cis-cinnamoyl glucosides from *Spiraea thunbergii*. *Phytochemistry*, 65 (6), 731-739.

[<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15016569>]

Syuntaro Hiradate, Sayaka Morita, Akihiro Furubayashi, Yoshiharu Fujii, and Jiro Harada. (2005.3) Plant growth inhibition by cis-cinnamoyl glucosides and cis-cinnamic acid. *J. Chem. Ecol.*, 31(3), 591-601.

[<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15898503>]

Wasano, N., Sugano, M., Nishikawa, K., Okuda, K., Shindo, M., Abe, H., Park, S.Y., Hiradate, S., Kamo, T.,* Fujii, Y. (2013) Root-specific induction of early auxin-responsive genes in *Arabidopsis thaliana* by cis-cinnamic acid. *Plant Biotechnology*, 30, 465-471.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/plantbiotechnology/30/5/30_13.0718a/article]

オスを惑わす「にせもの」のフェロモンで害虫の繁殖を防ぐ

田端 純

(生物多様性研究領域)

私たちが感じることのできない「何か」を使って、昆虫が仲間を呼び寄せているらしいことは古くから知られていました。しかも、この「何か」は「匂い」のようなものであるという記述は有名なファーブルの昆虫記にも見られます。しかし、この「匂い」の本体の化学物質がカイコではじめて特定されたのは、わずか 50 年ほど前の出来事です。その後すぐに農業害虫防除への応用が提案され、急速に研究が進展しました。性フェロモンと名付けられたこの「匂い」は、それほど強烈で劇的な活性をもつ天然化合物でした。

性フェロモンは、多くの場合、メス成虫がオス成虫を誘き寄せるために使用します。蛾の仲間は一般に夜行性で、目で見るとよりも匂いで交尾相手を探す方が合理的なので、特に性フェロモンを発達させています。これまでに 600 種以上で研究されており、国内の農業で問題となるガの害虫についてはほとんどすべて性フェロモンの構造が明らかにされています。性フェロモンの害虫防除への応用にはいくつかの方法がありますが、最も有望な手法は交信かく乱法と呼ばれるものです。工業的に合成した「にせもの」のフェロモン剤で農地内を満ちし、メスが放出する「本物」のフェロモンを分からなくさせようとする方法です。大量の合成フェロモンを必要とするので、それなりにコストがかかりますが、ガ類のフェロモンは化学物質としては比較的単純な構造をしており、工業的な製造が可能です。農作業としてもフェロモンの封入されたチューブをぶら下げるだけなので、設置にかかる労力はそれほどでもありません。そのため、果樹害虫を中心に製品化が進められ、現在では国内だけでも 2 万ヘクタールを超える農地で使用されています。

しかし、近年は農産物や農業経営の多様化に伴い、ガ類以外にも深刻な被害をもたらす害虫が増えています。なかでも、コナカイガラムシ類による被害が世界各国で急増しています。これらの害虫は厚いワックスを備え、殺虫剤が効きにくいという特徴があるので、その代替としてフェロモン剤の開発が切望されています。しかし、コナカイガラムシ類のフェロモンはガ類のものよりも構造的に複雑で、わずか 15 種のフェロモンしか明らかにされていません。私たちは現在も農業上重要なコナカイガラムシ類のフェロモン構造の解明・合成／利用法の開発に取り組んでいます。本講演ではコナカイガラムシ類やガ類を対象とした交信かく乱法の研究の現状や将来的な展望についてご紹介します。

田端 純 (たばた じゅん) [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/tabata_j.html]

(参考資料)

カイガラムシの奇妙な生活ー性的二型と性フェロモンー (2014) [[農環研ニュース](#)]

マツモトコナカイガラムシのフェロモンの化学構造を解明 (2013) [[主要成果](#)]

コナカイガラムシ類の寄生蜂を強力に誘引する物質を発見 (2012) [[主要成果](#)]

重要害虫フジコナカイガラムシの性フェロモンの化学構造を決定 (2012)

[[プレスリリース](#)]

天敵昆虫が好む「植物の匂い」と害虫管理への利用の試み

釘宮 聡一

(生物多様性研究領域)

これまで化学農薬は様々な害虫の防除を実現してきましたが、過度に使用すると抵抗性を獲得した害虫が出現して効かなくなるという問題が生じています。また、食の安全や環境への影響に対する社会の関心が高まり、残留農薬に対する消費者の視線が厳しくなってきました。そのようななかで化学農薬の使用量を減らすための方策のひとつとして考えられるのが、害虫を撃退してくれる天敵の利用です。つまり、害虫を食べる昆虫（捕食性天敵）や害虫に寄生する昆虫（寄生性天敵）などを活用した害虫管理に注目が集まりつつあります。演者は、アブラナ科作物において薬剤抵抗性となりやすい害虫であるコナガと、その幼虫に産卵して体内で育つ寄生蜂コナガサムライコマユバチを研究の材料にして新しい害虫管理の技術を開発する研究に取り組んでいます。

この寄生蜂は、コナガ（寄主）に食害された植物から放出される匂い（揮発性成分）を手掛かりにして寄主を探索しています。用意したポット植えのコマツナ2株のうち、片方をそのままの健全株とし、もう一方にコナガ幼虫を放して食害株とした後、両株を同時に呈示して雌の寄生蜂がどちらに降り立つかを観察すると、多くの雌が食害株を選んで降り立ち、葉上で触覚探索行動を開始します。また、食害株から寄主幼虫を除いて1日経った食害後株と食害させたままの株とを準備して選択させると、寄生蜂は食害中の株を選びます。従って、寄生蜂はコナガが食害中の株を健全株や食害後株から識別している、ということになります。

そこで、植物から出る匂いを捕集して、ガスクロマトグラフィー質量分析装置で調べると、実に様々な揮発性成分が検出されるなかで、食害中にのみ多く放出される成分として“ベンジルシアニド”と“ジメチルトリスルフィド”を見出しました。他の成分はコナガ除去後も放出され続けているのに対し、この2成分の放出量はコナガ除去後に減少することが確認されました。さらに、化学的に合成された成分を添えた株（処理株）と無処理の株との間で選択実験を試みたところ、上記2成分の溶液を 10 mg l^{-1} の低濃度で添えた処理株に寄生蜂は誘引されました。従って、寄生蜂は寄主が存在している植物を効率良く発見するため、食害中にのみ放出される2成分を利用していると考えられます。

このような植物の揮発性成分を用いれば寄生蜂の行動を制御できると期待されます。一方で、寄生蜂は空腹を満たすために蜜源となる花の匂いも利用していることが明らかになってきました。こうした「植物の匂い」を活用した害虫管理の試みについて紹介します。ポスター「匂いを識別する寄生蜂」もご参照ください。

釘宮 聡一（くぎみや そういち） http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/kugimiya_s.html

（参考資料）

コナガの天敵である寄生蜂コナガサムライコマユバチが寄主探索で利用する植物揮発性成分(2012) [\[主要成果\]](#)

誘い寄せて報酬を与えよー植物に学ぶ害虫管理の試みー（2011） [\[農業と環境\]](#)

飼料稲からバイオエタノールを作り、健康な作物が育つ

土作りに役立つ

堀田光生

(生物生態機能研究領域)

化石資源の大量使用にともなって発生する環境汚染や地球温暖化の防止のため、また、穀物資源を化石燃料の代替物として利用することを抑えるため、我々は非食用のセルロース系バイオマスからバイオ燃料（バイオエタノール）を効率的に生産する「固体発酵法」の開発を進めてきました。この方法は家畜用発酵飼料（サイレージ）の生産過程を活用したもので、収穫直後のバイオマスが含む水分（60～70%）と栄養分を利用して、酵素と微生物の働きでバイオマスの分解とエタノール発酵を行い、エタノール回収後の残さは飼料にすることで廃棄物がほとんど出ません。

固体発酵法では、サイレージ生産とエタノール発酵を同時に行うため、どのような形状のものを利用するか検討する必要があります。我々は円筒状に梱包した飼料草をポリエチレンフィルムでラップしてサイレージ化するロールベールラップサイロの利用を検討しました。材料として飼料稲を用い、刈り取り直後にバイオマス分解酵素と乳酸菌、酵母を加えてロールベール（300 kg 以上/個）を作成し、通常のラップサイロと同様に、屋外に置いた状態で固体発酵試験を行いました。その結果、品種や外気温に関係なくエタノール発酵が進み、試験 1～3 ヶ月後に最大 168 L/乾物 t のエタノールがロールベール内に蓄積しました。作成後 1 年以上貯蔵したロールベールを、マイクロ波を用いた減圧真空蒸留装置に投入して、エタノールの回収を試みました。その結果、1 個 244 kg のロールベールより（99.5%濃度換算で）13.5 L に相当するエタノール溶液が回収できました（回収率約 85%）。

回収したエタノール溶液を車等の燃料に用いる場合、濃縮・精製・脱水処理のためのエネルギーや費用がかさみ、また、ガソリンへの混入量が 3% 以下に限定されています。そこで我々はバイオエタノールの燃料以外の用途として、農耕地の土壤還元消毒（低濃度エタノール土壤還元消毒法）用資材として利用の可能性に着目しています。同法は、エタノールを水で 2% 以下の濃度に薄めて土壤が湛水状態になるまで灌水した後、農業用ポリエチレンフィルム等で土壤表面を覆い、2～3 週間程度そのまま放置するという簡便な技術であり、農耕地の健全な土作りに利用されています。我々は固体発酵法により得られた未精製のエタノール溶液を用いて、精製エタノールと同様に土壤還元消毒試験を行った結果、精製エタノールと同程度以上の効果が見られることを確認しており、現在、実用化に向けた研究を進めています。

堀田 光生 (ほりた みつお) [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/horita_m.html]

(参考資料)

飼料イネからエタノールと家畜飼料を同時に作る－農村地域の資源循環システムを提案－ (2015) [[農環研ニュース](#)]

寝ている間にバイオエタノール発酵 (2009) [[農環研ニュース](#)]

稲発酵粗飼料 (稲 WCS) を用いたバイオエタノールと家畜飼料の同時生産 (2014)
[[主要成果](#)]

バイオエタノール発酵液の土壌還元消毒効果 (2014) [[主要成果](#)]

セルロース系バイオマスから固体発酵でバイオエタノール生産-農業・醸造型発酵法で農村地域の資源循環を可能に- (平成 21 年 3 月 25 日) [[プレスリリース](#)]

(論文)

Biological soil disinfestation using bioethanol fermentation products: role of residual organic substances. Horita, M. and H.K. Kitamoto. Journal of General Plant Pathology 81:304-314(2015)
[<http://link.springer.com/article/10.1007/s10327-015-0595-x>]

On-farm solid state simultaneous saccharification and fermentation of whole crop forage rice in wrapped round bale for ethanol production. Horita, M., H. Kitamoto, T. Kawaide, Y. Tachibana and Y. Shinozaki. Biotechnology for Biofuels 8:9(2015)
[<http://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13068-014-0192-9>]

Silage produces biofuel for local consumption. Kitamoto, H.K., M. Horita, Y. Cai, Y. Shinozaki and K. Sakaki. Biotechnology for Biofuels 4:46(2011)
[<http://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/1754-6834-4-46>]

産業財産権 (特許) 北本宏子、堀田光生、アルコールの製造方法: 特許 5050236 号

土壌の DNA が明かす土壌微生物の働き ～窒素肥料の有効利用に向けて

早津雅仁

(生物生態機能研究領域)

窒素は作物の生育や品質に大きな影響を及ぼす最も重要な栄養分です。そのため農耕地には、様々な窒素肥料が施用されています。しかし施用された窒素の多くは作物には吸収されず、流亡や揮散により失われます。窒素成分の流亡は硝化菌、揮散は脱窒菌と呼ばれる微生物の働きによるものです。一方、農耕地の土壌には 1g 当たり 1 億個を超える多種多様な微生物が存在します。しかし 99%以上の微生物は培養することができません。したがって硝化菌や脱窒菌の機能や生態には多くの不明な点がありました。ところが近年、土壌から抽出した全 DNA (メタゲノム) を解析する手法が開発され、硝化菌や脱窒菌の生態が明らかになってきました。

窒素肥料に由来するアンモニア性窒素は、硝化作用によって亜硝酸を経て硝酸性窒素に酸化されます。硝酸性窒素は流亡により失われ地下水などを汚染します。またアンモニアが亜硝酸に酸化される過程で、温室効果ガス一酸化二窒素 (N_2O) を発生します。硝化は、アンモニア酸化細菌とアンモニア酸化古細菌、亜硝酸酸化細菌に担われています。アンモニア酸化菌には培養が困難なものが多く、その多様性は不明でした。しかし土壌 DNA に存在するアンモニア酸化酵素遺伝子の解析から、地理的環境や施肥法によって異なるアンモニア酸化菌が存在することが示されました。また農耕地などの硝化活性の高い土壌ではアンモニア酸化細菌が重要であることがわかりました。次に、実際に働いているアンモニア酸化細菌を特定するために、土壌 mRNA に着目しました。DNA の情報は mRNA に転写され次に酵素が合成されて、この酵素が反応を進めます。したがって mRNA は酵素活性の指標になります。そこでまず土壌から mRNA を抽出する方法を開発しました。この方法で抽出した土壌 mRNA を解析することにより、土壌では主に数種類のアンモニア酸化細菌が働いていることが明らかになりました。

脱窒菌は硝酸性窒素を還元して窒素ガスを生成します。この反応の過程でも N_2O を生成します。農環研で開発した温室効果ガスモニタリングシステムを用いた観測から、ゲリラ豪雨直後に大量の N_2O が発生する現象を見いだしました。そこで土壌 DNA と mRNA を解析したところ、微生物が利用可能な有機物量の多い土壌表層には、多数の脱窒菌が存在し、酸素濃度の影響を受けて N_2O を発生していることが示されました。

以上のように土壌 DNA と RNA を用いた微生物の解析により、窒素成分損失のメカニズムを明らかにすることができました。これらの知見は窒素肥料の損失を防止する技術の研究に役立ちます。例えばメタゲノム情報に基づき、土壌で機能するアンモニア酸化細菌を分離し、この分離菌を用いて硝化抑制材を開発することができます。今後はメタゲノム解析で得られた知見を用い、窒素成分の損失防止技術の開発に取り組む予定です。

(参考資料)

世界で初めての微生物を用いた温室効果ガス・N₂Oの削減法を野外で実証 (2012)

[\[主要成果\]](#)

これまで困難だった黒ボク土壌からのRNA抽出法の開発 (2012) [\[主要成果\]](#)

土壌中で生育している微生物の遺伝子の発現を検出した (2007) [\[主要成果\]](#)

畑で使ったプラスチック製農業資材を微生物の酵素で分解

北本宏子

(生物生態機能研究領域)

日本食は、食欲をそそる彩りや繊細な味わいで食卓を賑わし、日本人だけでなく世界中で健康な食事として認められています。また、日本産の食材が、美味しく安全であることが海外でも知られるようになり、輸出量が伸びています。ところが、食材を生み出す日本の農業の担い手は、平均年齢が 66 歳であり、59 歳以下の人はわずか 2 割という深刻な高齢化が進んでいます。高齢な農家の方には、長く仕事を続けられるようにしたい。女性や若手にも、農業を職業として選んでもらいたい。そのために、誰でも楽に農地を管理できる方法を提供したいと考えました。

畑で使われる従来のプラスチック製品は、分解しないタイプなので、使用後は膨大な労力をかけて回収し、産業廃棄物として処理する必要があります。一方、生分解性プラスチック(Biodegradable plastic:BP)製農業資材は、紫外線や水分で劣化した後、土壌微生物が完全に分解します。このうち、生分解性農業用マルチフィルム(BPマルチ)は、使用後に周囲に飛散しないように土の中に埋め込めば、回収する必要が無く、省力化ができる資材です。BPマルチが売り出された当初は、材質の強度が足りずに評判が悪かったのですが、最近の製品は丈夫になってきました。ところが、様々な農地でBPマルチを使い始めると、同一の製品でも畑によって分解速度が異なることがわかってきました。分解が早すぎる場合がある一方で、収穫後に十分に劣化しておらず、鋤込みの機械に絡まる場合もあります。現在、BPマルチの普及率は、マルチ市場の5%程度ですが、BPマルチの分解を制御しやすくすることで、多くの農家が分解するマルチを選んで、収穫後のゴミ処理から解放されることが期待されます。

畑でBPマルチを分解する微生物の働きを知ること、また、こうした微生物が分泌するBPマルチ分解酵素を利用することができれば、BPマルチの課題を克服できるかもしれません。本日のセミナーでは、農環研で実施してきた以下の研究の進捗状況をご紹介します。

1. 畑ごとに生プラマルチ分解速度が異なる理由を明らかにする
2. BPマルチを急速に分解する酵素の利用
 - ①植物から酵素生産菌の発見
 - ②酵素はどのようにフィルムを分解するか?
 - ③酵素の量産化
 - ④酵素を使用済みマルチに処理する方法

本研究の一部は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業で実施しました。

北本 宏子 (きたもと ひろこ) [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/kitamoto_h.html]

キシロースを用いた生分解性プラスチック (生プラ) 分解酵素の大量生産 (2013)

[[主要成果](#)]

酵素と基質の親和性を利用した簡単な生分解性プラスチック分解酵素精製法 (2012)

[[主要成果](#)]

生分解性プラスチック分解性の簡単な評価方法 (2012) [[主要成果](#)]

葉の表面に棲む生分解性プラスチック分解酵母(2007) [[主要成果](#)]

「生分解性プラスチック分解酵素の活性抑制剤」特許 5504407 号

「生分解性プラスチック分解菌およびその分解酵素製造方法」特許 4915593 号

ポスターセッション

虫を農薬耐性化する農薬分解細菌の多様性と生態

多胡香奈子・早津雅仁（生物生態機能研究領域）

有機リン系殺虫剤（フェニトロチオン）分解能を有する *Burkholderia* 属細菌がカメムシの消化管に共生して、宿主に農薬耐性を付与するという新たな農薬抵抗性獲得機構が発見されました。そこで *Burkholderia* 属細菌のフェニトロチオンに対する適応プロセスを明らかにするため、この農薬が連用された土壌中での *Burkholderia* 属分解細菌の菌数と多様性の変動プロセスを詳細に調べました。その結果、分解菌はフェニトロチオンの散布によって土壌で増加し、それに伴い分解菌の多様性は減少しました。このプロセスは競争排除則に従うものであることが分かりました。

多胡 香奈子（たご かなこ） [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/tago_k.html]

畑土壌における古細菌群の動態と硝化への寄与の可能性

星野（高田）裕子（生物生態機能研究領域）

土壌には多くの微生物が存在しますが、その大部分が培養困難であることが知られています。しかし、これらも土壌の機能に重要な役割を担っている可能性があります。ここでは、土壌中の DNA を直接解析する手法を用い、培養困難であるためこれまで畑土壌ではあまり注目されてこなかった古細菌群について、その動態と土壌の硝化活性への寄与の可能性について明らかにしました。

星野（高田）裕子（ほしの（たかだ）ゆうこ）
[http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/hoshino_y.html]

畑土壌における古細菌群の動態と硝化への寄与の可能性（2013） [[主要成果](#)]

細菌間での除草剤分解遺伝子群の伝播に関与すると考えられる大型プラスミド

酒井順子（生物生態機能研究領域）

細菌は、プラスミド等の遺伝子伝達因子を外部より獲得することで、PCB等の難分解物質の分解能や薬剤耐性を獲得すると考えられています。このような微生物の遺伝子獲得機構の解明は、分解遺伝子等を導入した有用微生物の育種に役立つばかりでなく、自

自然界における薬剤耐性菌の蔓延の実態を明らかにする上でも重要です。本研究では、日本の水田で除草剤 2,4-D の分解遺伝子群を細菌間に伝播したと考えられる大型プラスミドの全塩基配列を決定し、このプラスミドが有する遺伝子伝播に関与する遺伝子群を既知のプラスミドと比較しました。

酒井 順子（さかい よりこ） [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/sakai_y.html]

（参考資料）

細菌間での除草剤分布遺伝子群の伝播に関与すると考えられる大型プラスミド（2014）

[[主要成果](#)]

水田土壌から分離した 2, 4-D 分解菌の分解遺伝子はメガプラスミドに存在する（2006）

[[主要成果](#)]

（論文）

A 2,4-dichlorophenoxyacetic acid degradation plasmid pM7012 discloses distribution of an unclassified megaplasmid group across bacterial species., Sakai, Y., N. Ogawa, Y. Shimomura, and T. Fujii, Microbiology, 160, 525-536, 2014

2,4-Dichlorophenoxyacetic acid-degrading genes from bacteria isolated from soil in Japan: spread of Burkholderia cepacia RASC-type degrading genes harbored on large plasmids., Sakai, Y., N. Ogawa, T. Fujii, K. Sugahara, K. Miyashita, and A. Hasebe, Microbes and Environments, 22, 145-156, (2007)

生分解性プラスチック製農業資材の分解速度が畑によってちがうのは微生物が作る酵素のため

山元季実子・北本宏子・小坂橋 基夫（生物生態機能研究領域）
平舘俊太郎（生物多様性研究領域）

生分解性プラスチック（BP）製の農業用マルチフィルム（マルチ）の分解が速い畑の土では、生プラ分解力を持つ微生物の割合が高いことがわかりました。また、こうした土では、生プラの結合を切る働きを持つと考えられるエステル分解酵素（エステラーゼ）の活性が高くなる傾向がありました。

山元 季実子（やまもと きみこ） [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/yamamoto_k.html]

（論文）

Contribution of soil esterase to biodegradation of aliphatic polyester agricultural mulch film in cultivated soils. Yamamoto-Tamura K, Hiradate S, Watanabe T, Koitabashi M, Sameshima-Yamashita Y, Yarimizu T, Kitamoto H. AMB Express 5: 10(2015)

葉面酵母による生分解性プラスチック分解酵素の大量生産

渡部 貴志、鎗水 透（生物生態機能研究領域）

葉面酵母 (*Pseudozyma antarctica*) が産出する、生分解性プラスチック（BP）分解酵素

(PaE) の大量生産技術の開発に取り組んでいます。炭素源にキシロースを用いて培養したところ、本酵母による PaE の生産が促進されることを見出しました。また、卓上培養装置を用い、キシロースを少量ずつ連続的に培養槽に加える流加培養により、PaE の生産量が飛躍的に増加しました。

渡部 貴志 (わたなべ たかし)

http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/watanabe_t.html

キシロースを用いた生分解性プラスチック (生プラ) 分解酵素の大量生産 (2013)

[[主要成果](#)]

「生分解性プラスチック分解酵素の製造方法及びこれに使用される *Pseudozyma antarctica*」特願 2011-186786

様々な微生物が作る生分解性プラスチック分解酵素の精製および諸特性

鈴木 健 (生物多様性研究領域)

様々な微生物が作る生分解性プラスチック (BP) 分解酵素を利用して、マルチ等の BP 製農業資材を望ましいタイミングで確実に分解する技術を開発したいと考えています。この技術に適した特性を持つ BP 分解酵素を探索しています。

酵素と基質のくっつきやすい性質を利用した簡便な BP 分解酵素精製法を考案し、この方法によって複数の微生物の培養液からそれぞれ特徴の異なる BP 分解酵素を精製することに成功しました。

鈴木 健 (すずき けん) http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/suzuki_kn.html

酵素と基質の親和性を利用した簡単な生分解性プラスチック分解酵素精製(2013) [[主要成果](#)]

植物から分離した糸状菌による生分解性マルチフィルムの分解促進

小坂橋基夫 (生物生態機能研究領域)

生分解性プラスチック (BP) 製のマルチフィルムを用いて栽培した作物を収穫後、フィルムの分解が不十分で鋤込みできない場合があります。そうした時に、速やかに鋤き込み作業を可能にする簡易な方法が求められています。私達は、植物表面から BP 分解菌株を効率よく選抜する手法を開発し、選抜された糸状菌の生産する酵素の散布によってマルチフィルムの分解促進を可能としました。糸状菌の酵素と保水剤を組み合わせた散布技術により、ビニールハウスに設置した難分解の市販 BP 製マルチフィルムに処理一日で分解による穴をあけ、一週間後には総面積の 6.2% を分解できました。

多くの種類の生分解性プラスチックを分解できる酵素 – 植物葉面に生息するカビの一種が生産 – (2013) [[主要成果](#)]

植物の葉から採れたカビが生分解性プラスチックを強力に分解 (2008) [[主要成果](#)]

「新規微生物及び生分解性プラスチック分解酵素」特許 5082125 号

生分解性プラスチック分解酵素が植物に与える影響

植田 浩一 (生物生態機能研究領域)

植物の葉の表面に住んでいる常在菌(*Pseudozyma antarctica*)の培養液中に、高濃度の生分解性プラスチック分解酵素 PaE を生産できるようになりました。このような酵素は、常在菌が生活する場である植物に対して、どのような影響を与えるのでしょうか？ 培養液を植物に処理して確認したところ、植物が乾燥し、枯れてしまいました。これは、植物の表層に酵素が作用することで、植物体内の水分が失われやすくなったからだと考えられます。

「除草剤用酵素含有組成物及び有害植物の駆除方法」特願 2012-288082

(論文)

Extracellular esterases of phylloplane yeast *Pseudozyma antarctica* induce defect on cuticle layer structure and water-holding ability of plant leaves. Ueda H, Mitsuhara I, Tabata J, Kugimiya S, Watanabe T, Suzuki K, Yoshida S, Kitamoto H. *Appl Microbiol Biotechnol.* 99(15):6405-6415 (2015)

生分解性プラスチック分解菌 *Pseudozyma antarctica* が生産する糖脂質 MEL の生態的役割

吉田重信 (生物生態機能研究領域)

植物葉面等の農業環境中に数多く生息する酵母 *P. antarctica* は、生分解性プラスチック (BP) 分解酵素に加え、糖脂質のマンノシルエリスリトールリピッド (MEL) を生産します。MEL は本菌の生プラ分解活性を阻害することから、本菌による生プラの安定的分解のためには、MEL の農業環境中での生産性や生理生態的役割等の解明が重要です。そこで、MEL の生産性および本菌に対する生態的役割について解明を試みたところ、本菌は葉圏環境において MEL を生産し、自身の生息域の獲得やその拡大に役立っている可能性を見出しました。

吉田 重信 (よしだしげのぶ) [http://www.niaes.affrc.go.jp/researcher/yoshida_s.html]

「微生物農薬製剤」特願 2011-119946

(論文)

Effects of biosurfactants, mannosylerythritol lipids, on the hydrophobicity of solid surfaces and infection behaviours of plant pathogenic fungi. Yoshida S, Koitabashi M, Nakamura J, Fukuoka T, Sakai H, Abe M, Kitamoto D, Kitamoto H.

J Appl Microbiol. 119(1):215-224. (2015)

Application of yeast glycolipid biosurfactant, mannosylerythritol lipid, as agrospreaders.

Fukuoka T, Yoshida S, Nakamura J, Koitabashi M, Sakai H, Abe M, Kitamoto D, Kitamoto H.

J Oleo Sci. 64(6):689-695 (2015)

Mannosylerythritol lipids secreted by phyllosphere yeast *Pseudozyma antarctica* is associated with its filamentous growth and propagation on plant surfaces. Yoshida S, Morita T, Shinozaki Y,

Watanabe T, Sameshima-Yamashita Y, Koitabashi M, Kitamoto D, Kitamoto H. Appl Microbiol

Biotechnol. 98(14):6419-6429 (2014)
