

安全安心な未来の食料生産を考える - 昆虫がつなぐ 2050年の食生活 -

2023年6月10日(土)

13:00-16:50

ウェビナーでの開催

要旨集

日本学術会議農学委員会応用昆虫学分科会活動報告

小野正人 (日本学術会議連携会員, 日本昆虫科学連合代表, 玉川大学学術研究所所長)

日本昆虫科学連合活動報告

阿部芳久 (日本学術会議連携会員, 日本昆虫科学連合副代表, 九州大学比較社会文化研究院教授)

座長: 池田素子 (日本学術会議第二部会員, 名古屋大学大学院生命農学研究科教授)

食の未来を社会に広げる科学者の役割

千葉一裕 (日本学術会議連携会員, 東京農工大学学長)

地域の生物多様性を活かす持続的農業害虫管理

日本典秀 (京都大学大学院農学研究科教授)

光, レーザーを利用した害虫防除技術

村田未果 (農業・食品産業技術総合研究機構植物防疫研究部門上級研究員)

昆虫の家畜化による新しいタンパク質源の導入

由良敬 (お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科教授)

養鶏におけるシロアリの飼料化の可能性

塚原洋子 (京都大学大学院農学研究科特定講師)

総合討論

第13回 日本昆虫科学連合・日本学術会議 公開シンポジウム

「安全安心な 未来の食料生産を考える —昆虫がつなぐ2050年の食生活—」



今年もオンライン開催です！

2023年6月10日(土)

13:00~16:50

●活動報告

日本学術会議農学委員会応用昆虫学分科会活動報告

小野 正人 (日本学術会議連携会員、日本昆虫科学連合代表、玉川大学学術研究所所長)

日本昆虫科学連合活動報告

阿部 芳久 (日本学術会議連携会員、日本昆虫科学連合副代表、九州大学比較社会文化研究院教授)

●講演 および
総合討論

座長：池田 素子 (日本学術会議第二部会員、名古屋大学大学院生命農学研究科教授)

- 1) 千葉 一裕 (日本学術会議連携会員、東京農工大学学長)
「食の未来を社会に広げる科学者の役割」
- 2) 日本 典秀 (京都大学大学院農学研究科教授)
「地域の生物多様性を活かす持続的農業害虫管理」
- 3) 村田 未果 (農業・食品産業技術総合研究機構植物防疫研究部門上級研究員)
「光、レーザーを利用した害虫防除技術」
- 4) 由良 敬 (お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科教授)
「昆虫の寒害化による新しいタンパク質源の導入」
- 5) 塚原 洋子 (京都大学大学院農学研究科特定講師)
「養蚕におけるシロアリの餌料化の可能性」

参加費無料

要事前登録

定員1000名

5月10日より
登録受付開始

お申込みは日本昆虫科学連合の
ウェブサイトから

日本昆虫科学連合

insect-sciences.jp

問い合わせ先：日本昆虫科学連合事務局 後藤慎介 (大阪公立大学 大学院理学研究科) E-mail: contact@insect-sciences2.sakura.ne.jp

主催

日本昆虫科学連合  日本学術会議農学委員会応用昆虫学分科会 

日本学術会議 農学委員会 応用昆虫学分科会の活動報告

小野 正人（日本学術会議連携会員，玉川大学学術研究所）

日本学術会議は，科学が文化国家の基礎であるという確信の下，行政，産業及び国民生活に科学を反映，浸透させることを目的として，昭和 24（1949）年 1 月，内閣総理大臣の所轄の下，政府から独立して職務を行う「特別の機関」として設立された。職務として「科学に関する重要事項を審議し，その実現を図ること.」「科学に関する研究の連絡を図り，その能率を向上させること.」の 2 つが挙げられている。それらの職務を担う日本学術会議は，日本の人文・社会科学（第 1 部），生命科学（第 2 部），理学・工学（第 3 部）に属する約 87 万人の科学者を内外に代表する機関であり，210 名（定員）の会員と約 2000 名の連携会員で構成されている。それらのメンバーは 30 の「分野別委員会」に分かれて活動しているが，昆虫科学に関する審議は，農学委員会の常設分科会の 1 つである「応用昆虫学分科会」においてなされている。本分科会における現在（第 25 期：令和 2 年 10 月～令和 5 年 9 月）の構成メンバーは，若手中堅の研究者を中心に男女 7 名ずつの計 14 名である。

本分科会は，これまでに以下に記す 3 件の意思の発出を行い，当該分野の進展に大きな貢献を果たしてきた。まず，平成 23 年 7 月「昆虫科学の果たすべき役割とその推進の必要性（報告）」においては，日本の昆虫科学とその関連分野が横断的に連携する組織の提案と創設の支援を行い，17 の学協会（現在）からなる「日本昆虫科学連合」の具現化をみている。続く，平成 26 年 9 月「昆虫分類・多様性研究の飛躍的な拡充と基盤整備の必要性（提言）」では，国家的資源として重要性を増す昆虫標本の拡充・管理に資する昆虫分類学を主とする研究・教育体制の維持ならびに昆虫標本の収集・保管や同定システムの維持の必要性を述べ，文部科学省マスタープラン 2020 において「わが国の産業・社会の基盤資源としての昆虫類の生物情報データベースおよび大規模標本の整備」が「学術大型研究計画」として選ばれた実績もある。さらに，平成 31 年 4 月「衛生害虫による被害の抑制をめざす衛生動物学の教育研究の強化（提言）」は，食料科学委員会の獣医学分科会および基礎医学委員会の病原体学分科会と，異分野共同の俯瞰的な見地からの発出が注目された。COVID-19 パンデミックの対策が国際的課題となっているが，グローバル化・ボーダーレス化の中で人と物資が地球上を短時間で大量に行き来し，さらに地球温暖化の進行の中で，日本においてもデング熱の感染，マダニで媒介される重症熱性血小板減少症候群（SFTS），スズメバチなどの刺症の多発，ジカ熱，マラリアなど種々の昆虫媒介感染症の流行が発生した事案があり，昆虫科学関連で取り扱われる感染症のリスクも格段に高まっている。それらの将来的にも備えなければならない課題の解決には人財養成が必須であるにもかかわらず，専門家は極端に減少している現状が明らかとなった。これらの諸問題を踏まえて，次なる取り組みとして，わが国における専門家養成の基盤の現状を把握するために「高等教育機関における昆虫学教育のあり方」について「見解」などの形での発出の検討に取り組んでいる。

本分科会が設立に深く関わった日本昆虫科学連合の中に，第 27 回国際昆虫学会議の組織委員会が置かれ，2024 年 8 月 25 日（日）～30 日（金）に国立京都国際会館で開催されることになり，その準備が適宜進められている。国際昆虫学会議（International Congress of Entomology: ICE）は，1980 年にアジア初の開催国として日本で第 16 回大会が挙行された。その 44 年前の大会は日本学術会議と日本の昆虫学関係の学協会との共催で盛大に開催されたが，第 27 回大会（ICE2024KYOTO）も，日本学術会議と日本昆虫科学連合の共催で挙行できるよう体制が整いつつあるのは誠に素晴らしい潮流と言えよう。

以上の諸活動は，昆虫という地球上でもっとも多様化・繁栄し，人類とも密接な関係を持ち続けてきた生物を通じた，国際協力，衛生環境と健康の維持，食料生産の安定化，男女が等しく参画した研究・教育活動の推進などに対して，日本のプレゼンスを高めることにつながるものと期待される。2050 年問題を思料した際に，昆虫科学関連の諸活動は，国連の掲げる「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）」にも寄り添うものと思料される。さらに昆虫は，理系，文系，社会科学系の科学者にも研究対象とされる異分野融合を常態とする属性を有している。昆虫を対象とした俯瞰的



日本学術会議（東京都港区）
と梶田隆章会長（第 25 期）

な見地から創出される「総合知」により，歴史的に重要な様々な発見がなされ，染色体地図，ミツバチの記号言語，概日リズムの分子機構などノーベル賞の受賞対象となった研究も多い。

当分科会におけるさらなる積極的な情報収集と分析，その成果の社会への発出には大きな意義があるものと考えられる。

小野正人（おのまさと）

所属：玉川大学農学部生産農学科昆虫科学領域/大学院農学研究科/学術研究所/研究推進事業部
東京都町田市玉川学園6-1-1

略歴：

1988年：玉川大学大学院農学研究科博士課程後期修了（農学博士）
1998年：カナダ国サイモンフレーザー大学理学部客員研究員（～1999年）
2005年：玉川大学教授（昆虫科学領域）（～現在）
2013年：玉川大学農学部長/大学院農学研究科長/農産研究センター長（～2019年）
2013年：学校法人玉川学園評議員（～現在）
2019年：玉川大学学術研究所所長（～現在）
2023年：玉川大学研究推進事業部部長（～現在）

2006年：神奈川県環境影響評価審査会委員（～2016）
2013年：日本昆虫学会副会長（～2014）
2014年：日本学術会議連携会員（～現在）
2015年：社会福祉法人こどもの国協会評議員（～現在）
2017年：日本学術会議農学委員会応用昆虫学分科会委員長（～現在）
2020年：日本昆虫科学連合副代表（～2022）
2020年：第27回国際昆虫学会議(ICE2024KYOTO)組織委員会委員長（～現在）
2021年：一般社団法人日本応用動物昆虫学会会長（代表理事）（～2023）
2022年：日本昆虫科学連合代表（～現在）

1990年：井上研究奨励賞
1996年：環境賞優良賞
2004年：日本応用動物昆虫学会学会賞
2022年：日本昆虫学会論文賞

主な研究テーマ：

1. 真社会性ハチ類の行動生態学、化学生態学
2. 日本在来種マルハナバチ類の機能利用
3. ESTEAMとSDGsを念頭においた昆虫学

日本昆虫科学連合の活動

阿部 芳久（日本昆虫科学連合副代表、九州大学大学院比較社会文化研究院）

日本昆虫科学連合は2010年7月に発足し、我が国における昆虫科学の発展と社会貢献に資することを目的として活動してきました。現在、17の学協会が本連合に参加しており、参加学協会の御意見を伺いながら、本連合の運営は進められています。今期の本連合の主な活動としては、日本学術会議農学委員会応用昆虫学分科会と共催する公開シンポジウムの開催、ならびに第27回国際昆虫学会議（ICE2024 KYOTO）開催に向けた準備の2点があげられます。

まず、2023年6月10日には「安全安心な未来の食料生産を考える-昆虫がつなぐ2050年の食生活-」というオンラインの公開シンポジウムを日本学術会議と共催します。全人類の最重要課題である食料の確保とその持続可能な生産体系の構築に資する昆虫学関連の最新の研究について御紹介する予定です。具体的には、先端的な技術を駆使して農業害虫を制御し、被害をゼロベースにすることを目指す研究、ならびに有用昆虫を選抜して食料化を図り、また魚類や家禽の飼料とすることで循環型食料生産システムを開発する研究です。これらの研究・開発の将来展望や研究の現場の声を聴くことにより、未来の食料生産への昆虫学の貢献について皆で考える機会になれば幸いです。

次に、2024年8月25日から8月30日にかけて京都で開催されるICE2024 KYOTOは、本連合のもとに設置された組織委員会が日本学術会議と共催する方向で着々と準備を進めています。この会議では、昆虫学（クモやダニも含みます）の多様な分野の研究発表に加え、小中学生を対象とした市民プログラムなども準備されており、早期登録も始まりました。ICE2024 KYOTOのウェブサイトをご覧いただければ幸いです。この会議のテーマは“New Discoveries through Consilience”で、下図でイメージされるように異分野間の融合が進み、昆虫学がさらに発展することを祈念しています。



阿部 芳久 (あべ よしひさ)

所属：

九州大学大学院比較社会文化研究院生物多様性講座
＜兼任＞農学研究院 昆虫科学・新産業創生研究センター
総合研究博物館
熱帯農学研究センター
〒819-0395 福岡市西区元岡 744

略歴：

1989年 九州大学大学院農学研究科博士課程修了（農学博士）
この間、千葉県立中央博物館と京都府立大学勤務を経て
2007年 九州大学大学院比較社会文化研究院 教授（～現在）
2018年 一般社団法人 日本昆虫学会会長（代表理事）（～2020年）
2020年 日本学術会議 特任連携会員を経て連携会員（～現在）
2020年 北九州市立自然史・歴史博物館 協議会会長（～現在）
2022年 日本昆虫科学連合 副代表（～現在）

2016年 ハモグリバエとその寄生蜂の研究により第60回 日本応用動物昆虫学会賞を受賞

主な研究テーマ：

- ・ 昆虫（主に膜翅目タマバチ上科）の分類や生態に関する研究
- ・ 外来昆虫（ハモグリバエ・インゲンテントウ）の生態とその防除に関する研究
- ・ 希少種（オオルリシジミ・サンショウバラハタマバチ）の保全に関する研究

食の未来を社会に広げる科学者の役割

千葉一裕（日本学術会議連携会員、東京農工大学学長）

「食」は、私たちが生きるために必要不可欠なものである。その一方で、「食の未来」を考えると、そこにはすでに様々な要因に基づく不安定性と限界が厳然と存在しているが、このような深刻な状況についての社会的な理解は未だに不十分である。こうした観点から、危ぶまれる食の未来について多様な観点から先進的かつ深遠な研究を推進する科学者は、社会とのより密な接点を持ち、その情報をさらに具体的にわかりやすく共有することが責務であると考え。

すでに3年ほど前に、The Global Report 2020において「A Decade Left」すなわち「残された時間は10年」という表現で、食料危機他、世界が抱える極めて多くの迫り来るリスク要因が示された。そこで私たちがまず認識しなければならないことは、この時間軸をただ先送りしているようなことはないか、それとも先送りしてもよい根拠を新たに見出したのかどうかという点である。かつての食料生産における革新技術がもたらした「緑の革命」以来、地球上の食料供給力は飛躍的に増大し、我々人類はそれ以前の時代には想像もできなかったほど、安定的に食料を確保できるようになった。しかし、この間の食料生産活動等によってもたらされた環境、健康、経済的な負の要素も拡大した。この要因については世界的に研究が進められている一方で、限られた時間の中でどのように解決されて行くべきかと言う、科学的根拠に基づく具体的な方策はまだ不十分である。これは、食に関する問題に立ち向かうためには、いくつかの技術革新だけで決して乗り越えられるものではなく、多くの技術的、社会的な革新が相互に繋がり、全体としての修復機能が発現される姿を描かなければならないという、課題解決に対する複合性が根源にあるためである。このような問題への挑戦は、これまで人類が踏み越えたことがないレベルの、極めて高度かつ知的な取組ではないかと考えている。従って、科学者としても正に新しい学術的な世界への挑戦として、しっかりと責任を果たす姿勢で取り組むべきものではないだろうか。

美味しいものを安心して食べ続けたいという願いは、人としての自然な欲求である。そしてそれは単に栄養が満たされるだけでなく、いつでもどこどのように食卓を囲み充実した時間を過ごすのかといった「食事」としての質を高め、食の持つ社会性や心身の健康、生きがいに直結する重要要素とも合わせて、その大きな価値を評価し理解しなければならないだろう。そのためには、食に関する「総合知」、すなわち科学的には微生物、植物、昆虫や動物など生物が持つ機能をさらに深く知り、まだ明らかにされていない機能の解明を進めると共に、その社会的浸透、活用を図る必要がある。また、これまで人類が排出してきた大気中の大量の炭素を如何にして土壌や海洋中に永続的に貯留するか、この活動についてもやはり光合成を基軸とする生物活動を中心に置くことが重要である。これからは食料生産、すなわち農業、あるいはそれと相互に関連する林業や水産業は、食料供給という大きな活動の中で、炭素を貯留する機能と連動させることも十分可能ではないかと考える。また、生産・流通された食料の中の非常に大きな割合が人の口に入らない、いわゆる食品ロスとなっている点も見過ごすことはできない。これについてもやはり、昆虫他、様々な生物の機能を高度に利用し、我々はムダを無くす努力をしなければならない。このような3次元的・有機的に広がる食料供給メカニズムについて、社会的な理解を促す努力がますます必要になっていると痛切に感じている。

本講を通じて、地球の持続性や自然資本の概念を基盤に、如何にして食の未来というものを社会的な理解に広げるべきか、そしてそこに科学者はどのような形で役割を果たすべきかと言う重要課題について共に考え、さらに具体的な実践に繋げるきっかけにできれば有り難い。



千葉一裕（ちばかずひろ）

現在：東京農工大学 学長（農学博士）

略歴：

1983年 東京農工大学 大学院農学研究科 農芸化学専攻 修了

1983年～1990年 キューピー（株）研究所勤務

1990年～東京農工大学助手、講師、助教授を経て2004年より教授

1999年～2000年 文部省在外研究員として米国 Washington University in St. Louis に留学

2017年～2020年 東京農工大学農学研究院長、農学府長、農学部長

2020年～現職

その他、内閣府ムーンショット(目標5)プログラムディレクター、大学支援フォーラム PEAKS 幹事会メンバー、科学技術・学術審議会大学研究力強化委員会主査、日本学術会議連携会員

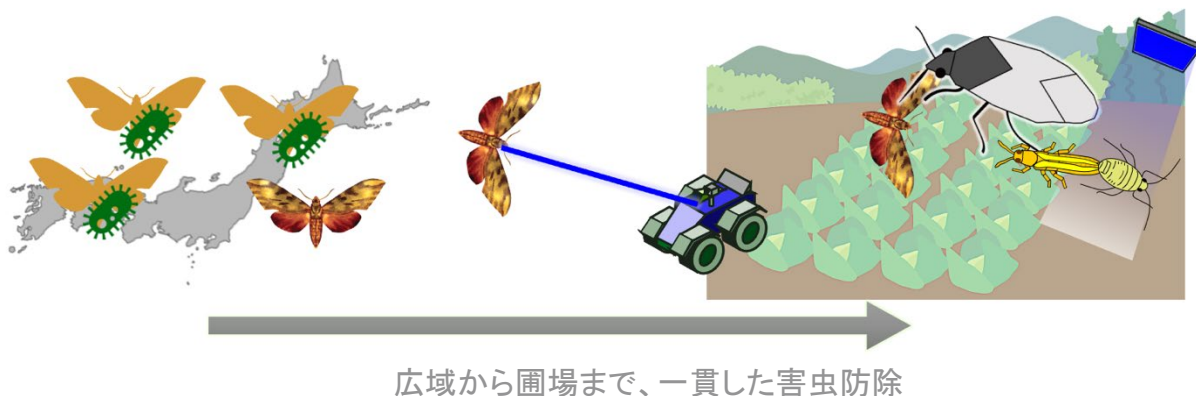
地域の生物多様性を活かす持続的農業害虫管理

日本 典秀（京都大学大学院農学研究科）

世界における潜在的な農作物生産高の約 40%が、害虫・病害・雑草といった有害生物によって失われているとされる。増え続ける世界人口を支え続けるためには、これら失われている収穫を取り戻すことは重要なことである。本講演では、このうち、害虫防除について考えたい。

現代の害虫防除において、最も有効かつ最大の手段は化学合成農薬による防除である。しかし、害虫における薬剤抵抗性の発達、薬剤の環境影響評価の厳格化とそれに伴う開発費用の上昇、受粉昆虫への影響、適切な薬剤散布タイミング設定の困難さなど、化学的防除にのみ頼っている現在の防除体系の脆弱さが露呈しつつある。技術の進歩によって、これらの問題も将来的に解決は可能であろうが、一つの防除手段に頼るといふことの脆弱性は残る。こうした問題に対応するために、複数の防除手段を適切かつ経済性を考慮しつつ組み合わせる総合的有害生物管理（Integrated Pest Management; IPM）の考え方が浸透してきた。しかし、組み合わせるべき他の殺虫手段の発展が遅れているために、有効な体系を構築できていないのが現状である。

そこで、内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業（管理法人:生研支援センター）によって実施中の研究課題「先端的な物理手法と未利用の生物機能を駆使した害虫被害ゼロ農業の実現」では、新たな殺虫ツールとしてのレーザー利用、使いこなすのが容易な天敵系統および制御技術の開発、そして性を操る共生微生物を利用した害虫個体群管理、といったこれまでにない防除技術の開発を通じた防除体系の構築を目指している。広域で害虫個体群密度を下げ、圃場に侵入しようとする害虫はレーザーで狙撃、それらで対応不可能な害虫は圃場内でのレーザー照射と優良天敵系統（オールマイティ天敵）によって防除する体系である（図 1）。本講演では、まず、この概要について紹介する。



農地から目を広げて、地球全体を見ると様々な緑（植物）にあふれている。地球上には多くの植食性動物が存在しているにも関わらず、それらの数・密度が、捕食者などの天敵によって制御されているため増えすぎず、したがって植物を食べ尽くさないためとされている（HSS 仮説もしくは Green World Hypothesis; Hairston et al. 1960）。すなわち、多様性が持続性を生んでいるといえよう。一方で、農作物生産における単一栽培は、栽培・収穫管理や農薬利用の効率化や大規模化を容易にし、収穫増をもたらした世界人口を支えてきたが、生物多様性を失わせる方向に進んできた。全生物種数の半分を占めるといわれる昆虫・クモ類の減少要因の第 1 位は集約的農業、第 2 位は化学農薬（Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019）であり、農業と生物多様性の関わりは大きい。農地にも生物多様性を構築すれば、農地を Green World とすることができ、化学農薬のみに頼らない農業体系が構築できるであろう。そのためには、天敵の利用が重要になると考えられる。本講演の最後に、ムーンショットの先にある、地域の天敵を活用した未来の害虫防除体系について展望したい。

引用文献

Hairston NG et al. (1960) Community Structure, Population Control, and Competition. *The American Naturalist* 94:421–425. <https://doi.org/10.1086/282146>

Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

日本 典秀 (ひのもと のりひで)

所属・役職：

京都大学大学院農学研究科 地域環境科学専攻 生態情報開発学分野 教授

略歴：

1993年4月～2001年3月 農林水産省 蚕糸・昆虫農業技術研究所 研究員

2001年～2011年3月 (独) 農業生物資源研究所 研究員、主任研究員

2011年4月～2019年3月 (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 主任研究員、上級研究員

2019年4月～ 現職

主な研究テーマ：

園芸害虫の生物的防除技術の開発

天敵昆虫・ダニ類の評価技術、特に分子マーカーを利用した技術の開発

農業現場における昆虫・ダニ類の生物間相互作用の解明

光、レーザーを利用した害虫防除技術

村田未果（農研機構 植物防疫研究部門）

日本の害虫防除分野では、十数年前から、光を利用した防除技術を目指した研究が積極的に実施されているが、光を使って害虫を駆除しようという試みは、昔からおこなわれていた。江戸時代に田畑周辺で焚かれた松明やかがり火は、害虫を誘い寄せ、その火で焼き殺すことを目的としていたとも言われている。1960年代以降は、果樹を加害するガ類を防除するために、果樹園に黄色ランプを点灯し、ガ類の行動を抑制するという方法が普及した。本シンポジウムでは、これまでとは異なる着眼点から産まれた害虫防除技術に関して、演者による研究に加え、光、レーザーを利用した最近の国内での研究について紹介させていただく。

体のサイズが僅か数 mm 以下の微小害虫には、殺虫剤が効きにくい難防除害虫と呼ばれる昆虫が多い。そのひとつであるミナミキイロアザミウマは、野菜などの生産現場で問題となる。ところが、温室の作物に赤色 LED を照射すると、作物上のミナミキイロアザミウマの発生が減少することを、静岡県農林技術研究所が発見した（片井ら、2015）。演者はこの防除機構を探るべく室内で実験をおこなった。明るい実験室に作物の苗を置き行動を観察したところ虫は苗に近づくが、苗に赤色 LED パネル（660nm）を照射すると近づかなかった。また苗の代わりに作物の葉と似た緑色のシートを用いて同じ実験をおこなった場合も、同様の結果であった（Murata et al., 2018; 2021）。赤色光には、緑色の作物に照射するとミナ



図. レーザーを利用した害虫駆除（イメージ）

ミキイロアザミウマが定着しなくなる、つまり視覚を介して行動を変化させる作用があることを見出し、これを応用して防除装置が開発された。ヒトにとっての可視光に関する、もうひとつの画期的な成果として、東北大学のグループによる青色光に関する研究がある。青色光（400～500nm）が、衛生害虫であるショウジョウバエ、チカイエカ、貯蔵食品を加害するヒラタコクスストモドキ、農業害虫であるトマトハモグリバエ、ミカンキイロアザミウマなど多くの害虫に対して、殺虫作用を示すことが明らかにされており、実用化している（Hori et al., 2014; 堀, 2018）。さらに現在、大阪大学や農研機構などが共同で、半導体レーザー（LD）を使用し、飛翔害虫駆除システムを構築している。飛び回るヤガ類の位置を検知・追尾し、レーザーで狙撃する技術であり、飛翔性害虫を作物から離れた空中で駆除するという新しいアプローチである（図）。LD 光はエネルギー効率がよくスペクトル幅が狭いことから、演者らは、LED 光に比べ効率のよい LD 利用防除技術の開発も目指している。

世界的に殺虫剤抵抗性を獲得した害虫が問題視されるようになって久しく、害虫防除に携わる多くの研究者は、殺虫剤に頼りすぎない防除手段を日々、模索している。光やレーザーを用いた技術は、殺虫剤のように抵抗性が生じにくいと考えられており、今後さらなる進展が期待される分野である。

なお、本研究の一部は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」および内閣府ムーンショット型農林水産研究開発事業（ともに管理法人は生研支援センター）によって実施された。

<参考文献>

Hori M. et al. (2014) *Scientific Reports* 4: 7383.

堀雅敏 (2018) *植物防疫* 72: 22-26.

片井祐介ら (2015) *日本応用動物昆虫学会誌* 59: 1-6.

Murata M. et al. (2018) *Applied Entomology and Zoology* 53: 117-128.

Murata M. et al. (2021) *Journal of Economic Entomology* 114: 627-631.

村田未果 (むらた みか)

所属：農研機構 植物防疫研究部門 基盤防除技術研究領域 上級研究員

略歴

2001年 鹿児島大学大学院連合農学研究科 博士後期課程 修了
学位： 博士 (農学)

2001年 京都工芸繊維大学大学院ベンチャー・ラボラトリー講師 (中核的研究機関研究員)
～中略～

2015年 農研機構 野菜花き研究部門 任期付研究員

2018年 同上 上級研究員

2021年 農研機構 植物防疫研究部門 上級研究員 (～現在)

詳細は [researchmap](https://researchmap.jp/murami2007) をご覧ください。 <<https://researchmap.jp/murami2007>>

昆虫の家畜化による新しいタンパク質の導入

由良 敬（お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科）

人類にとって食料生産はその生存のために不可欠な行為である。人類は限られた動物と植物を改良することで、食料の安定した供給を実現し現在に至っている。しかし、その生産過程は持続可能とは限らず、地球環境にさまざまな負荷をかけてきた。例えば、豚は1kgあたりメタン2gと二酸化炭素80gを、牛はメタン114gと二酸化炭素2.8kgを排出することが指摘されている。現在の地球が抱えている環境問題を鑑みると、これらの負荷を無視して食料生産を続けることは難しい。つまり環境にできるだけ負荷をかけることなく、食料を生産するしくみを構築することが求められている。そこで、牛、豚、鶏をはじめとする現在のタンパク質源に加え、新規タンパク質源として植物肉、培養肉、昆虫などが注目されている。植物肉や培養肉は、人類が現在食料としているものを利用している部分が多く、環境負荷の低減や食料生産方法の多様性につなげるためには多大な努力が必要と考えられる。一方で昆虫をタンパク質源として利用することは、現在の食料サイクルに新たな資源を導入することになり、その価値は大きい。例えばコオロギの場合、1kgあたりに発生するメタンは測定限界以下であり、二酸化炭素は1.6gと豚や牛よりも少なく、環境に大きな負荷をかけることもない。人類の食料サイクルに直接、あるいは家畜の飼料として間接的に昆虫を導入することができれば、人類の食料供給システムの低負荷化と多様化を実現することができる。

人類は1万年以上前から、昆虫を何らかのかたちで利用していたとされ、シロアリを食していた証拠も見いだされている。ミツバチ、カイコやカイガラムシを飼育し、食料や繊維、染料を生産してきた。日本においてはイナゴなどを食している地域があり、アジア圏では様々な昆虫が食されている。しかし今までの昆虫食においては、安定した昆虫の供給や食料としての品質が確保されていたわけではない。そこで17機関から構成される我々の研究グループでは、かつて人類が利用していたタンパク質資源などを、現在のテクノロジーで再び利用することめざしている。コオロギ、ミズアブおよびシロアリを家畜化し、人類のあらたなタンパク質源として確立することで、現存の家畜とともに持続可能なタンパク質生産システムの構築をめざしている。この考えは我々に固有なことではなく、2013年には国際連合食糧農業機構から昆虫食を薦めるレポートが発表されている。このレポートを契機に、世界的にも昆虫食への取り組みが進められている。

動物を家畜化するためには、動物そのものの形質に加え、その飼育方法などを最適化する必要がある。牛、豚、鶏は、人類が長い年月をかけて優良形質をもつ個体群を品種化し家畜してきたとされている。しかし、昆虫の家畜化にあたり、同様の長い年月をかけるわけにはいかない。そこで、短期間で家畜化を実現するために、本プロジェクトでは、右図に示すさまざまな研究課題に取り組む。特に近年発展したゲノム解析技術を利用すること高速な家畜化をめざしている。さらに、昆虫から生産されるタンパク質を受容する社会をつくることも、重要な課題とづけている。本講演では、らの研究活動を紹介している。

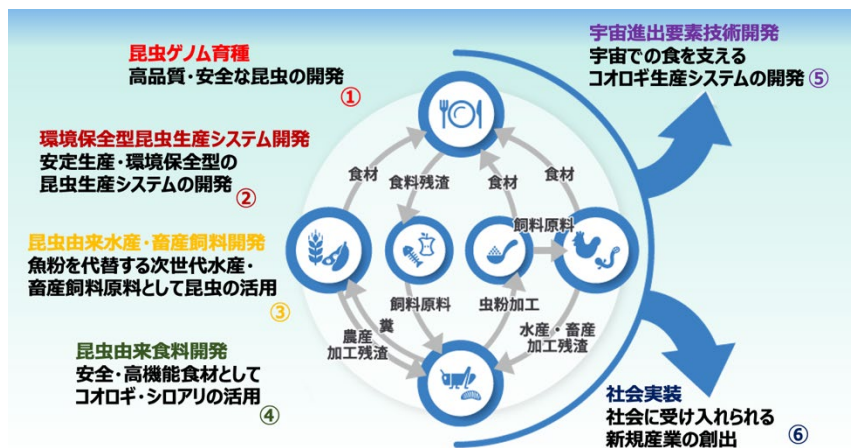


図. 昆虫の家畜化による新しいタンパク質源構築を実現するために必要な、さまざまな研究課題。

プロ
さま
でい
ム情
で、
る。
たタ
形成
位置
これ
きた

由良 敬 (ゆら けい)

所属：お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科

略歴：

1992年 日本学術振興会 特別研究員 (DC)

1993年 名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻博士後期課程 満了

1993年 名古屋大学理学部生物学科 助手

2002年 日本原子力研究所計算科学技術推進センター研究員

2005年 日本原子力研究開発機構システム計算科学センター 副主幹

2008年 お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科 教授 現在に至る

2013年 国立遺伝学研究所 特任教授 (2017年まで)

2017年 早稲田大学理工学術院 教授 現在に至る

養鶏におけるシロアリの飼料化の可能性

塚原洋子（京都大学大学院農学研究科特定講師）

国際連合食糧農業機関（FAO）が2013年に、これまでの農業・畜産業・漁業より環境負荷が少なく、効率の良い持続的な食料生産を考えるうえで、昆虫の利用を提言した。以来、昆虫を食用あるいは畜産動物の飼料として利用しようという試みが世界中で行われている。新たな試みのように聞こえるが、実際には、古代から昆虫は世界各地で食用にされてきたし、自然界の動物たちにとっても昆虫は高タンパクなエサ資源であるので、この提言は、我々が注目してこなかった自然資源に着目し、ムリ・ムダのない食料生産システムの開発を通じて新たな食料の選択肢を広げようという動きであるとも言える。

日本には世界最大のオオシロアリが生息しており、京都大学は世界的なシロアリ研究の一拠点である。我々は、このオオシロアリを養鶏の飼料にする試みを開始した。シロアリというと害虫のイメージが強いが、奄美大島の琉球松の朽木に生息するオオシロアリは、特殊な環境下でしか生息できず、害虫になることはまずない。我々は、奄美大島の琉球松の朽木から採集したオオシロアリを粉末化し、一般成分分析、重金属を含むミネラル及びビタミン



含有量、アミノ酸組成を測定し、ニワトリに対する給与試験を行った。その結果、栄養成分は高タンパク（61.5%）、高脂肪（15.0%）であり、重金属（ヒ素、鉛、カドミウム、水銀）含量は、いずれの項目も中毒限界を下回った。市販の養鶏飼料にオオシロアリ粉末を添加して、ブロイラーに給与したところ、成長や筋肉重量に悪影響はなかったことから、安全面と栄養面で養鶏飼料として有効であると考えられた。

また我々は、オオシロアリを養鶏飼料として用いるために、プラントでの人工飼育を開始した。これ



まで退治することに注力されてきたシロアリを増殖するのは、人類初の試みであると言える。そしてシロアリを増殖する際に大量に出る蟻土の有効利用も検討している。その一方で、消費者に対するアンケートから、シロアリを摂取したニワトリの鶏肉や鶏卵に対する喫食意思や支払意思額とそれらに影響を与える要因を調査し、社会実装に備えている。さらに、シロアリの王や女王は、最も長生きする昆虫として知られており、多産と長寿のトレードオフを覆す例外生物として、研究が進められている。もしシロアリの長寿の秘密が解明されて、その機能性成分が発見できれば、夢の食材となるかもしれない。

塚原 洋子（つかはら ようこ）

所属：京都大学大学院農学研究科

略歴：

2011年 京都大学大学院農学研究科 博士学位取得（農学）

2011年 ラングストン大学アメリカヤギ研究所 博士研究員

2017年 ラングストン大学アメリカヤギ研究所 客員研究員

2021年 京都大学大学院農学研究科 特定研究員

2022年 京都大学大学院農学研究科 特定講師 現在に至る

主な研究テーマ

1. シロアリの養鶏飼料化
2. 養鶏における蟻土の利用
3. ヤギ