

地球規模の食料問題の解決と人類の宇宙進出に向けた昆虫が支える循環型食料生産システムの開発

プロジェクトマネージャー（PM）：由良 敬
 国立大学法人お茶の水女子大学 教授
 （現 早稲田大学 教授）
 研究期間：2020年度～2024年度

キーワード： 昆虫の家畜化、高機能食品、魚粉代替飼料原料

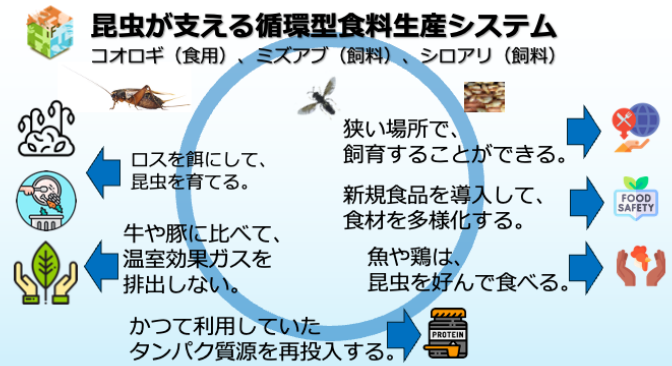
研究背景と達成目標

プロジェクトの背景と必要性

食用タンパク質の需要に供給が追いつかなくなる危機（タンパク質クライシス）が迫っています。この課題解決のため、環境低負荷でかつ潜在的なタンパク質源として、高品質な食料・飼料用昆虫の開発が期待されています。

技術開発目標

2030年までに、1) 栄養成分・食味に優れたコオロギの生産パッケージ（品種改良、閉鎖型増殖システム）化とミズアブの養魚飼料化及びシロアリの養鶏飼料化、2) 高品質昆虫の持続可能な大量生産体制を構築します。



昆虫を食料生産サイクルに導入することで得られるさまざまなメリット

主な研究成果

- ① コオロギの品種改良の基礎となる世界最大の遺伝情報データベースが構築しました。それに基づき、フタホシコオロギを複数特定し育種しました。その結果、体の色が変化した系統が複数得られ、ほぼ白色に近い系統も得られています。これにより、本来黒色に近いコオロギ粉末が白色に近くなり、食品としての利用範囲が向上しました。
- ② 食品廃棄物を食べて育った国産ミズアブと微細藻類を主原料とした養魚用飼料を給餌したマダイは、従来型飼料を給餌したマダイと同等に成長することを確認しました。昆虫と微細藻類による国内での食品リサイクルに基づく魚類養殖の実現が期待できます。
- ③ オオシロアリの増殖技術確立し、スギの間伐材やバカス（サトウキビから砂糖を搾汁した後の残渣）を用いた増殖法、飼育効率の向上と飼育スケールアップ、飼育プラント内の遠隔モニタリングシステムを構築しました。これによりオオシロアリの安定的な飼育が可能となりました。

【具体的成果】

体色変化系統を作出

コオロギを食品として利用できるように、「昆虫である」ことを想起させる黒い体色を変えることを目標にしました。体色合成に関連する遺伝子を特定し、育種によって色の薄い系統を得ることができました。



連絡先：<https://if3-moonshot.org/contact>
 （昆虫利用型食料生産コンソーシアムお問い合わせフォーム）



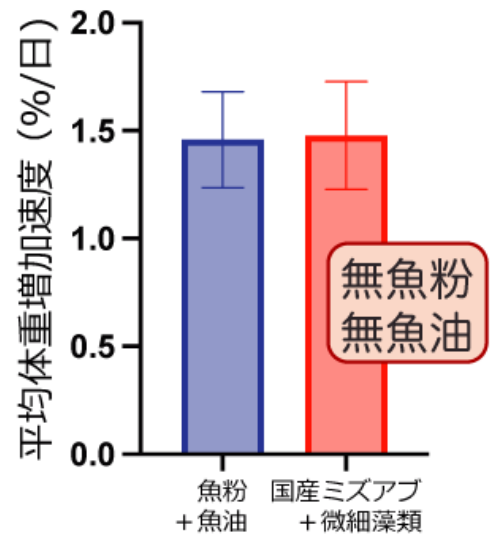
【具体的成果】

ミズアブ粉と微細藻類のマダイにおける効果

魚粉を国産ミズアブに、魚油を微細藻類に置きかえた無魚粉無魚油飼料を開発し、マダイを育成したところ、従来の魚粉・魚油飼料で育成した場合と同等の成長速度が示されました。

オオシロアリの増殖技術を確認

オオシロアリの増殖技術として、スギやバガスを用いた増殖法の確立、飼育デバイスの高性能化による飼育効率の向上と飼育スケールアップ、プラント内の遠隔モニタリングシステムを構築しました。

**今後の研究の展開方向**

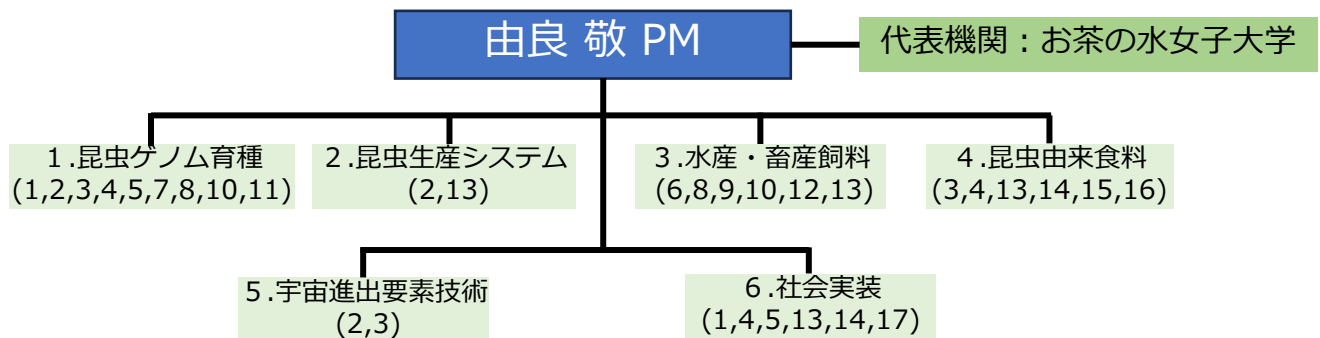
事業化に適合する系統選抜を行うとともに、有用形質をもつ個体を系統化するなど昆虫の一層の家畜化を図るとともに、食用・飼料用としての機能性や実用性を評価し、大規模に生産ができるように飼育管理技術を改良していきます。

マダイにおけるミズアブ粉と微細藻類の飼料原料としての効果

ミズアブと微細藻類で魚粉と魚油を代替することが可能になりました。

ありたい姿

2050年までに、ベンチャー・新規事業の創出を通じてソーシャルイノベーションを実現し、昆虫を活用して地球規模の食料問題の解決を図り、豊かな食を実現しながら完全循環型の食料生産プラットフォームを構築します。

プロジェクト内の研究開発テーマ構成**<研究担当機関>**

(1)お茶の水女子大学/ (2)東京農工大学/ (3)徳島大学/ (4)長浜バイオ大学/ (5)早稲田大学/ (6)水産研究・教育機構/ (7)農業・食品産業技術総合研究機構/ (8)人間環境大学/ (9)理化学研究所/ (10)東京海洋大学/ (11)東京大学/ (12)静岡県水産・海洋技術研究所/ (13)京都大学/ (14)山口大学/ (15)浜松医科大学/ (16)新潟大学/ (17)広島大学

Insect-Based sustainable food production systems toward global food security and human space exploration

Project Manager (PM): Kei Yura
Professor, Ochanomizu University
(Currently Professor, Waseda University)
Project Year: FY2020~FY2024

Keyword : Domestication of insects, high-functional food, alternative feed ingredients to fishmeal

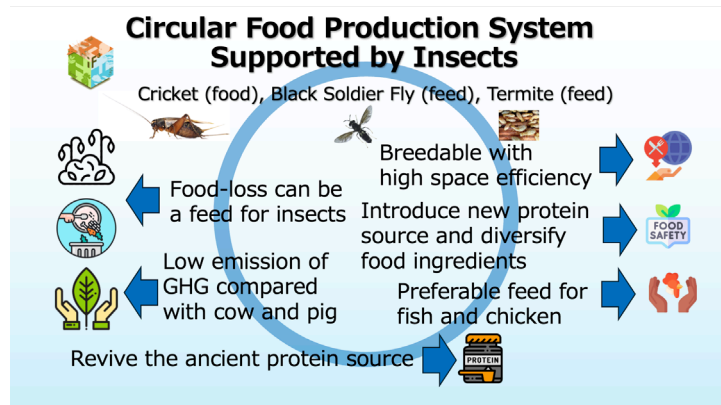
Background and Goals

Project Background

Protein crisis is looming as the global demand for edible protein outpaces its supply. To address this challenge, the development of high-quality edible and feed-use insects is gaining attention as a promising and environmentally sustainable novel protein source.

Technology Development Goals

By 2030, we aim to: (1) develop production packages for crickets with superior nutritional value and taste including selective breeding and closed-system rearing, (2) promote use of black soldier flies as aquaculture feed, (3) promote use of termites as poultry feed, and (4) establish a sustainable large-scale production system for high-quality insects.



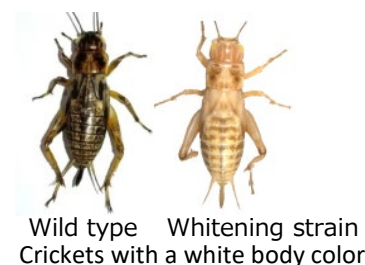
Key Research Achievements

- (1) We established the world's largest genetic database for crickets as a foundation for selective breeding. Based on these data, we identified and bred several lines of *Gryllus bimaculatus*, including strains with altered body coloration—some nearly white. This advancement improves the appearance of cricket powder, typically dark in color, expanding its potential applications in food products.
- (2) Red sea bream fed with aquaculture feed made primarily from domestically produced black soldier flies reared on food waste and microalgae showed growth equivalent to those fed with conventional feed. This demonstrates the potential for insect- and algae-based circular aquaculture using domestic food recycling.
- (3) We established a mass-rearing system for *Macrotermes* (a species of termite), including propagation techniques using Japanese cedar thinnings and bagasse (a by-product of sugarcane processing), enhanced rearing efficiency and scalability, and a remote monitoring system for rearing facilities. This enables stable and scalable termite production.

[Detailed Achievements]

Development of color-variant strains

To make crickets more acceptable as food, we aimed to reduce the darkness of the body color that evokes their insect origin. By identifying genes involved in pigment synthesis, we successfully bred lighter-colored strains through selective breeding.



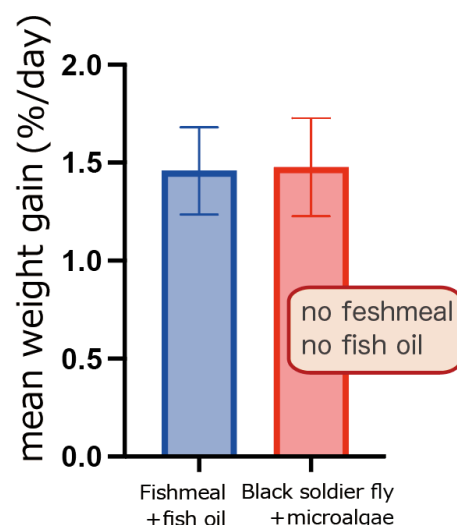
[Detailed Achievements]

Effects of black soldier fly meal and microalgae on red sea bream

We developed a fishmeal- and fish oil-free feed by replacing fishmeal with domestically produced black soldier fly meal and fish oil with microalgae. Red sea bream fed by this alternative diet exhibited growth rates comparable to those fed by conventional fishmeal- and fish oil-based feed.

Establishment of mass-rearing technology for *Macrotermes*

We established mass-rearing methods for *Macrotermes* using cedar and bagasse as substrates, enhanced rearing efficiency and scalability through improved rearing devices, and developed a remote monitoring system for operation within rearing facilities.



Future Directions

We will further domesticate insects by selecting strains suitable for commercialization and establishing lines with desirable traits. In parallel, we will evaluate their functionality and practicality as food and feed and improve rearing and management techniques to enable large-scale production.

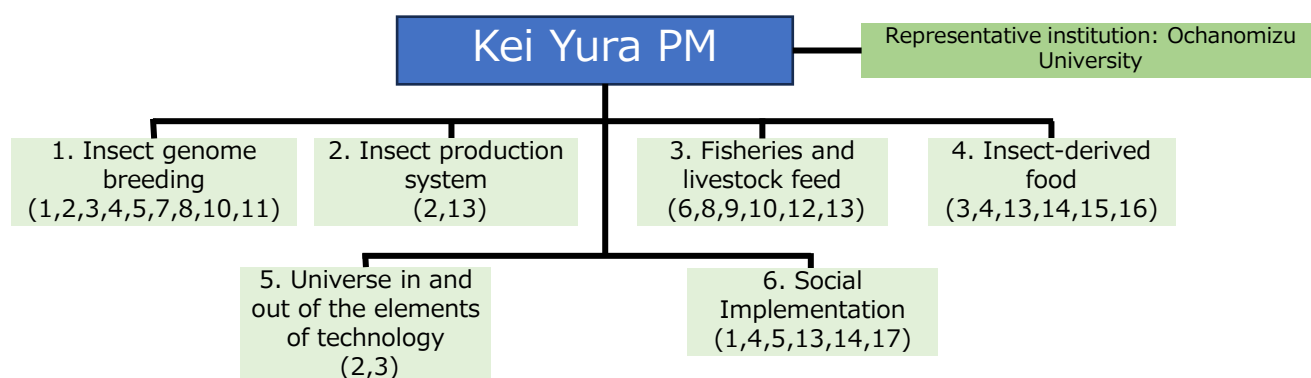
Effects of black soldier fly meal and microalgae as feed ingredients for red sea bream

Black soldier fly meal and microalgae can successfully replace fishmeal and fish oil.

What We Aspire To

By 2050, we aim to realize social innovation through the creation of startups and new business ventures, harnessing insects to address global food challenges. Our goal is to build a fully circular food production platform that ensures both food security and culinary richness.

Research Topics and Structure



<Research Institutes>

(1) Ochanomizu University / (2) Tokyo University of Agriculture and Technology / (3) Tokushima University / (4) Nagahama Institute of Bio-Science and Technology/ (5) Waseda University / (6) Fisheries Research and Education Organization / (7) National Agriculture and Food Research Organization / (8) University for Human Environments / (9) RIKEN / (10) Tokyo University of Marine Science and Technology / (11) The University of Tokyo / (12) Shizuoka Prefectural Institute of Fisheries and Marine Technology / (13) Kyoto University / (14) Yamaguchi University / (15) Hamamatsu University School of Medicine / (16) Niigata University / (17) Hiroshima University