

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26450071

研究課題名（和文）植物防御に関わる害虫の寄主決定メカニズムの解明

研究課題名（英文）Analyses of plant defense regulated host suitability of herbivores

研究代表者

安部 洋（Abe, Hiroshi）

国立研究開発法人理化学研究所・バイオリソースセンター・専任研究員

研究者番号：90360479

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,900,000円

研究成果の概要（和文）：ハモグリバエやアザミウマは農薬抵抗性を高度に発達させた難防除害虫であり、世界的に深刻な問題となっている。我々は、モデル植物を用いた植物防御機構の解析から、植物ホルモンであるジャスモン酸が制御する植物防御が、これらの害虫抵抗性において中心的役割を果たすことを明らかにし、植物防御を消失させると、害虫の寄主でなかった植物を寄主植物へ変換できることを報告している。本課題では、植物防御という視点から、害虫の寄主決定機構を明らかにすることで、植物と昆虫間相互作用の新たな理解につなげることを目指し、実際に、ハモグリバエの行動や生育に影響を及ぼす植物代謝産物を新たに同定し、その機能について解析を進めた。

研究成果の概要（英文）：The American serpentine leafminer (*Liriomyza trifolii*) is one of the most serious herbivore with huge host range. Due to the existence of insecticide resistance, this leafminer is difficult to control. Therefore, elucidation of the molecular mechanism of plant response and resistance to the leafminers is important for understanding the factors that affect host determining of the leafminers, which may finally contribute the development of new methods to prevent damage. The larvae of leafminers have unique feeding manner, forming tunnels (mining-type feeding). On the other hand, the adults have piercing-type feeding manner. So far, we have studied the importance of JA plant defense system in plant resistance to leafminer feeding and its host plant suitability. In this project, we identified the plant metabolites, which control leafminer behaviors, and analyzed the function of this metabolites from the viewpoint of interaction between plants and herbivore.

研究分野：植物生理学

キーワード：植物防御 寄主植物 害虫抵抗性

1. 研究開始当初の背景

ハモグリバエやアザミウマは農薬抵抗性を高度に発達させた難防除害虫であり、世界的に深刻な問題となっている。農薬を使った慣行の防除手法ではコントロールできなくなってしまったこれらの害虫種において、これら害虫の食害に対する植物防御メカニズムを解析し、得られた研究成果を活用した新たな防除手法を開発することができれば、大きな社会的インパクトにもつながる。我々は、これまでに、モデル植物シロイヌナズナを用いた植物防御機構に関する研究から、植物ホルモンであるジャスモン酸が制御する植物防御が、これらの害虫抵抗性において中心的役割を果たすことを明らかにしてきており、先行研究から、植物防御を消失させると、害虫の寄主でなかった植物を寄主植物へ変換できることを報告していた。

2. 研究の目的

本課題では、植物防御という視点から、害虫の寄主決定機構を明らかにすることで、植物と昆虫間相互作用の新たな理解につなげることを目的とした。そのために、我々が見いだしたハモグリバエの寄主転換系を用いて、寄主植物と害虫という観点から研究を推進し、相互作用に関わる植物二次代謝物を同定することで、害虫の寄主特異性はどのように、規定されているのか？新たな理解へとつなげる。

3. 研究の方法

本課題では、メタボローム解析、ハモグリバエ、アザミウマの行動実験、ハモグリバエ、アザミウマの食害嗜好性行動実験をベースとし、必要に応じてトランスクリプトーム、微量化学分析などを用いて、各テーマを研究した。同時に、特定された二次代謝成分改変組換え体作出なども行い、関

連変異体なども活用することでハモグリバエ、アザミウマ行動制御に対する影響について解析を行った。さらに、作物でのトランスクリプトーム解析などを用いて、その普遍性についても解析を行った。

4. 研究成果

近年、植物のストレス応答に関する研究が盛んに行われており、ストレス耐性機構に植物ホルモンが深く関わっていることが分子レベルで明らかになってきた。植物の虫害に対する応答機構についても同様で、これまでにジャスモン酸（JA）が重要な働きをはたしていることが良く知られている。しかし、これらの報告の多くは鱗翅目害虫の幼虫に対するものや、吸汁性のアブラムシやコナジラミなどに対する報告である。一方で、アザミウマ、ハモグリバエなどは、化学農薬に対する抵抗性が高度に発達しており、農業上、非常に大きな問題となっているにも関わらず、これら害虫の食害に対する植物側の防御応答についてはあまり研究がなされていない。我々は、これまでにモデル実験植物であるシロイヌナズナを用いて、アザミウマ、ハモグリバエに対する植物防御応答について解析を進め、鱗翅目害虫の幼虫などと同様にジャスモン酸の重要性を示してきた。特に、ハモグリバエの場合、卵は葉中に産みこまれ、幼虫も葉中に潜りこんで（ハモグリ）食害を行うため、成虫になるまで植物防御から逃れることはできない。つまり、植物防御の影響を解析するには非常に優れた材料ということが出来る。我々は、その先行研究において、シロイヌナズナからジャスモン酸が制御している植物防御を消失させると、ハモグリバエの寄主植物でなかったシロイヌナズナを寄主植物へ変換できることを世界に先駆けて報告することに成功した。そこで、本研究課題においては、寄主特異性の変換に関

わる植物代謝成分を特定し、物質的な側面からの理解を高めることを目指し、実際に、ハモグリバエに対して誘引性を有する複数の植物二次代謝物の同定に成功した。更に、それら成分合成に関わる遺伝子が破壊されたシロイヌナズナリソースなどをも活用することで、同定した植物二次代謝物を介した植物とハモグリバエの相互作用について解析を進めると共に、ハモグリバエだけでなく、アザミウマに対する効果についても検討を加えた。その結果、同じ植物二次代謝物であっても害虫種が異なることにより、植物と害虫間の相互作用における働きは全く異なることが明らかとなった。当然と思われることではあるが、両者の植物防御との関わりから考えると非常に興味深い点である。本研究では、更に、これらの植物二次代謝物が実際の害虫の行動に対して、直接、どのような影響を及ぼすのか？逆に、害虫が、これらの植物二次代謝物を識別することにどのようなメリットがあるのかについても解析を行った。その他にも、害虫のパフォーマンスに影響するであろう植物二次代謝物も明らかにしており、現在、引き続き解析を進めているところである。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計9件)

① Hiroshi ABE, Tamito SAKURAI, Takeshi OHYA, Shohei MATSUURA, Yasuhiro TOMITAKA, Tadao ASAMI, Masaaki MITOMI, Masami KOSHIYAMA, Shinya TSUDA, Masatomo KOBAYASHI

Interaction between thrips and their host plants, and its application

Regulation of Plant Growth and Development (2017) in press 査読なし

②大西純 安部洋

野菜類の微小害虫を対象とした新たな誘引・忌避技術の開発

化学と生物 (2017) in press 査読有り

③Hiroshi Abe, Masatomo Kobayashi

Plant DNA Resources in RIKEN BRC to Bridge the Gap between Gene Function and Phenotype

Indian Journal of Plant Genetic Resources (2016) 29: 298-299 査読なし

④Natsumi Saeki; Takahiro Kawanabe; Hua Ying; Motoki Shimizu; Mikiko Kojima; Hiroshi Abe; Keiichi Okazaki; Makoto Kaji; Jennifer M Taylor; Hitoshi Sakakibara; W James Peacock; Elizabeth S Dennis; Ryo Fujimoto

Molecular and cellular characteristics of hybrid vigour in a commercial hybrid of Chinese cabbage

BMC Plant Biology (2016) 16:45 査読有り

⑤Fujimoto T, Mizukubo T, Abe H, Seo S
Root-knot Nematode Penetration and Sclareol Nematicidal Activity Assays. Bio-protocol (2016) 6:12 査読有り

⑥Miyazaki Y, Abe H, Takase T, Kobayashi M, Kiyosue T

Overexpression of LOV KELCH PROTEIN 2 confers dehydration tolerance and is associated with enhanced expression of dehydration-inducible genes in *Arabidopsis thaliana*

Plant Cell Reports (2015) 34. 843-852 査読有り

⑦Okada K, Abe H, Arimura G

Jasmonate induce both defense responses and communication in monocotyledonous and dicotyledonous plants.

Plant and Cell Physiology (2015) 56. 16-27 査読有り

⑧Fujimoto T, Abe H, Mizukubo T, Seo S:
Sclareol induces plant resistance to root-knot nematode partially through

ethylene-dependent enhancement of lignin accumulation.

Mol Plant Microbe Interact (2015) 28: 398-407 査読有り

⑨植物組織培養用プラントポットを用いたミナミキイロアザミウマのメロン黄化えそウイルス媒介性評価

櫻井 民人, 富高 保弘, 安部 洋, 津田新哉
関東東山病害虫研究会報 (2015) 62 : 130-132
査読有り

[学会発表] (計7件)

① 安部洋

植物防御によるアザミウマ行動制御と忌避剤の開発

第61回日本応用動物昆虫学会大会
2017/3/29 (東京農工大小金井キャンパス・小金井)

② Abe Hiroshi

Identification of plant volatile to attract American serpentine leafminer and analyses of its function

第58回日本植物生理学会年会
2017/3/17 (鹿児島大郡元キャンパス・鹿児島)

③ 安部洋

微小害虫を対象とした新たな誘引・忌避技術の開発、アザミウマ誘引・忌避技術の確立

第60回日本応用動物昆虫学会大会
2016/3/28 (大阪府大中百舌鳥キャンパス・堺)

④ 安部洋

害虫行動に影響する植物側因子の探索

第57回日本植物生理学会年会
2016/3/17 (岩手大上田キャンパス・盛岡)

⑤ Abe Hiroshi

Analyses of Plant Defense and Host Suitability of Herbivores

Plant Biology 2015
2015/7/27 (ミネアポリス・アメリカ)

⑥ 安部洋

植物の耐虫性メカニズムと害虫の行動制御への応用

第59回日本応用動物昆虫学会大会
2015/3/29 (山形大小白川キャンパス・山形)

⑦ Abe Hiroshi

Analyses of plant defense and host suitability of herbivores

第56回日本植物生理学会年会
2015/3/17 (東京農大世田谷キャンパス・東京)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計1件)

名称: 植物ホルモン関連物質を処理した忌避植物と植物ウイルスを接種したおとり植物の植栽配置による微小害虫アザミウマ類制御技術

発明者: 津田新哉、櫻井民人、富高保弘、安部洋、小林正智

特許番号 特許第5954702号 (P5954702)

特許登録日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)

国内外の別: 国内

[その他] ホームページ等: 特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安部 洋 (Abe Hiroshi)

国立研究開発法人理化学研究所バイオリソースセンター・専任研究員

研究者番号: 90360479

(2) 研究分担者

下田 武志 (Shimoda Takeshi)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・鳥獣害研究領域・主任研究員

研究者番号: 20370512