

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07689

研究課題名(和文) 害虫に対する植物の選択的防御機構の解明

研究課題名(英文) Analyses of selective plant defense mechanisms against insect herbivore

研究代表者

安部 洋 (ABE, Hiroshi)

国立研究開発法人理化学研究所・バイオリソース研究センター・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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：近年、殺虫剤抵抗性を備えた害虫種の出現が顕在化してきており深刻な問題となっている。特に、高度な殺虫剤抵抗性を発達させているアザミウマやハモグリバエは難防除害虫の代表格であり、新たな防除手段の開発が求められている。課題実施者は、以前の研究成果により、両害虫種に対する植物防御応答においては、植物ホルモンであるジャスモン酸(JA)が中心的な役割をしており、JA防御応答が虫害抵抗性に深く関わっていることを見いだしてきた。本研究課題では、変異系統を探索し、食害パターンに変化が生じる複数の系統を取得すると共に、変異系統より、食害パターンに影響を及ぼしうる植物代謝成分候補を見いだすことに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アザミウマやハモグリバエは農薬抵抗性を高度に発達させた難防除害虫であり、農業上の被害は甚大であり、世界的な大問題となっている。長年かけて開発した殺虫剤に対してわずか数年で抵抗性が発達してしまう場合も多く、問題は深刻である。本課題実施者はこれまでにモデル植物を用いて、これらの虫害抵抗性に関わる植物防御機構の解析を行い、植物ホルモンであるジャスモン酸(JA)が制御する植物防御の中心的な役割を明らかにしてきた。本研究課題では、変異系統を探索し、食害パターンに変化が生じる複数の系統を取得すると共に、変異系統より、食害パターンに影響を及ぼしうる植物代謝成分候補を見いだすことに成功した。

研究成果の概要(英文)：In recent years, the emergence of insect pests with insecticide resistance has become a serious problem. In particular, thrips and leafminers, which have developed high levels of insecticide resistance, are typical pests that are difficult to control, and the development of new control methods is required. Based on previous studies, we have found that the plant hormone Jasmonic Acid (JA) plays a central role in plant defense responses against both insect pests and that JA defense responses are closely related to insect resistance. In this research project, we found Arabidopsis mutants with different feeding patterns. We carefully analyzed these mutants and succeeded in finding candidate plant metabolic components that could affect the feeding pattern.

研究分野：植物-害虫間相互作用

キーワード：植物防御 ジャスモン酸 アザミウマ ハモグリバエ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アザミウマやハモグリバエは農薬抵抗性を高度に発達させた難防除害虫であり、世界的な大問題となっている。長年かけて開発した殺虫剤に対してわずか数年で抵抗性が発達してしまう場合も多く、効果のある殺虫剤がなくなってしまう程の多面的な抵抗性を獲得してしまった場合は手のうちようがない。本課題実施者はこれまでにシロイヌナズナを用いて、アザミウマやハモグリバエに対する虫害抵抗性に関わる植物防御機構の解析を行ってきた。そして、解析の進んでいるチョウ目害虫の場合と同様に、これらの害虫に対する植物防御応答においては、植物ホルモンであるジャスモン酸(JA)が中心的な役割を明らかにしてきた。しかも、これらの害虫に対して、ジャスモン酸防御応答は、より緊密に虫害抵抗性に関わっており、JA が関わる防御機構を欠損した変異体ではアザミウマが劇的に繁殖することなども明らかにし、寿命、産卵数、次世代の個体数などが、植物防御機構の作用点となっていることを解明した。そのような背景のもと、本課題においては、植物の選択的防御機構と害虫との関係について明らかにすることを目指した。

2. 研究の目的

近年、殺虫剤抵抗性を備えた害虫種の出現が顕在化してきており深刻な問題となっている。特に、アザミウマやハモグリバエは高度な殺虫剤抵抗性を発達させていることから難防除害虫の代表格として猛威をふるっており、新たな防除手段の開発が以前から求められている。以前から進めていた研究成果により、アザミウマ類やハモグリバエ類に対する植物防御応答においては、植物ホルモンであるジャスモン酸(JA)が中心的な役割をしており、これらの害虫に対しては、上記の防御応答が虫害抵抗性に深く関わっていることを見いだしてきた。そこで、課題実施者は、これらの害虫種に対する植物の防御応答や虫害抵抗性に着目した解析を進め、その成果を新たな害虫防除技術につなげることを目指している。アザミウマやハモグリバエは新葉を加害することはほとんどなく、多くの場合、古い葉を中心に加害する食害パターンを示す。これは同じ植物体であっても、よく加害される葉が存在することを示しており、このメカニズムを明らかにすることができれば、画期的な害虫防除技術にもつながると考えた。

3. 研究の方法

本研究では、アザミウマやハモグリバエによる植物に対する食害パターンを規定している植物側因子を同定すると共に、そのメカニズムを明らかにすることを目的とした。そこで、主に以下に示す研究の方法により課題を実施した。

- (1) アザミウマやハモグリバエに加害された場合、異なる食害パターンを示す複数のシロイヌナズナ変異株や野生系統を探索した。
- (2) (1) で得られたアザミウマやハモグリバエによる食害パターンに変化が認められる変異系統に対してトランスクリプトームやメタボローム解析を実施し、野生株との比較解析により、食害パターンに関わる可能性が見込まれる複数の候補因子を探索した。
- (3) (2) で明らかとなった、食害パターンに関わる可能性が見込まれる複数の個別の因子について、食害パターン決定に機能を果たしているかどうかについて解析を行った。
- (4) (3) において、アザミウマやハモグリバエによる食害パターンとの関連性は示唆された植物二次代謝物に関して、内生量を改変した遺伝子組換え植物を作成し、食害パターンに関する変化を解析した。

4. 研究成果

高度に殺虫剤抵抗性を発達させたアザミウマやハモグリバエは殺虫剤抵抗性のエリートとも呼ばれ、全世界的に大きな被害を及ぼしている。しかし、多剤抵抗性を示す場合も多く、その場合、残念なことに手のうちようがない。このような状況において、アザミウマやハモグリバエに対する新たな防除手段の開発が以前から求められている。本課題では、アザミウマやハモグリバエが植物を加害する時の食害パターンに着目した。つまり、どの葉のどの部分が加害されるのか？について明らかにし、同時にそのような食害パターンに変化が認められる変異系統を同定した。我々はこれまでに、アザミウマやハモグリバエに対する植物防御応答においては、植物ホルモンであるジャスモン酸(JA)が中心的な役割を示してきた。実際、今回もジャスモン酸に関する変異系統においては、食害パターンも明らかに変化していることが明らかとなった。加えて、ジャスモン酸情報伝達との関連性は不明であるが、食害パターンに変化が認められる幾つの変異系統を新たに同定した。そこで、これら変異系統に焦点を絞り、トランスクリプトームやメタボローム解析を実施し、野生株との比較解析により、食害パターン形成に機能する可能性が示唆される複数の候補因子を選抜し、それらの中から、実際に、バイオアッセイ系を用いて、食害パターン形成に影響を及ぼす植物二次代謝物を探索することで、最終的に、食害パターン形成に影響を及ぼす植物二次代謝物を明らかにすることに成功した。現在、植物二次代謝物の内生量を改変した組換え植物を作成し、系統化した組換え植物を用いたバイオアッセイを実施中である。これまでに、様々な視点から害虫に対する植物防御機構に関する研究がなされているが、食害パターンに着目した研究例は少なく、これらの情報は、シロイヌナズナだけでなく、他植物へも応用することが可能であると考えている。今後、得られた情報を作物に応用し、アザミウマやハモグリバエに対する抵抗性品種の選抜などにも活かしていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

| | | | |
|---|--|-------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 安部洋、櫻井民人、大矢武志、松浦昌平、富高保弘、三富正明、梅村賢司、腰山雅巳、津田新哉、小林正智 72 | 2. 論文標題 難防除害虫アザミウマの行動制御を目指して | 4. 巻 6 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 JATAFFジャーナル | | 6. 最初と最後の頁 42-46 | |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | | 査読の有無 無 | |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | | 国際共著 - | |
| 1. 著者名 Mika Murata, Yusuke Nakai, Kei Kawazu, Masumi Ishizaka, Hideyuki Kajiwara, Hiroshi Abe, Kasumi Takeuchi, Yuki Ichinose, Ichiro Mitsuahara, Atsushi Mochizuki, and Shigemi Seo | 2. 論文標題 Loliolide, a carotenoid metabolite, is a potential endogenous inducer of herbivore resistance | 4. 巻 179 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Plant Physiology | | 6. 最初と最後の頁 1822-1833 | |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1104/pp.18.00837 | | 査読の有無 無 | |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | | 国際共著 - | |
| 1. 著者名 安部洋、櫻井民人、大矢武志、松浦昌平、富高保弘、浅見忠男、三富正明、腰山雅巳、津田新哉、小林正智 | 2. 論文標題 行動制御によるアザミウマ防除に向けて | 4. 巻 72 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 植物防疫 | | 6. 最初と最後の頁 15-19 | |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | | 査読の有無 無 | |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | | 国際共著 - | |
| 1. 著者名 Hiroshi ABE, Tamito SAKURAI, Takeshi OHYA, Shohei MATSUURA, Yasuhiro TOMITAKA, Tadao ASAMI, Masaaki MITOMI, Masami KOSHIYAMA, Shinya TSUDA, Masatomo KOBAYASHI | 2. 論文標題 Interaction between thrips and their host plants, and its application | 4. 巻 52 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Regulation of Plant Growth and Development | | 6. 最初と最後の頁 39-43 | |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.18978/jscrp.52.1_39 | | 査読の有無 無 | |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | | 国際共著 - | |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 大西純、安部洋 | 4. 巻 55 |
| 2. 論文標題 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 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 化学と生物 | 6. 最初と最後の頁 792-794 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1271/kagakutoseibutsu.55.792 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Hiroshi ABE, Tamito SAKURAI, Takeshi OHYA, Shohei MATSUURA, Yasuhiro TOMITAKA, Kenji Umemura, Masami KOSHIYAMA, Shinya TSUDA, Masaaki MITOMI | 4. 巻 44 |
| 2. 論文標題 Development of the Thrips Repellent | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Japanese journal of pesticide science | 6. 最初と最後の頁 181-185 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1584/jpestics.W19-65 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 1件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 安部洋、櫻井民人、三富正明、腰山雅巳ら |
| 2. 発表標題 ジャスモン酸類縁体(プロヒドロジャスモン)を用いたアザミウマ類の行動制御による被害抑制効果 |
| 3. 学会等名 日本農薬学会第43回大会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安部洋、櫻井民人、三富正明、腰山雅巳ら |
| 2. 発表標題 Interaction between thrips and their host plants, and its application |
| 3. 学会等名 33th annual meeting of the ISCE2018 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安部洋、櫻井民人、下田武志、瀬尾茂美、澤田有司、平井優美、上原拓也、霜田政美、釘宮聡一、三富正明、梅村賢司、腰山雅巳、津田新哉、小林正智 |
| 2. 発表標題 「生物種横断的研究の進展とバイオリソースの役割」害虫の行動制御 -モデル植物から作物への応用- |
| 3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安部洋、櫻井民人、三富正明、梅村賢司、腰山雅巳ら |
| 2. 発表標題 アザミウマ忌避剤の開発とアザミウマ忌避に関わる植物二次代謝物の探索 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安部洋、櫻井民人、大矢武志、川田祐輔、松浦昌平、浅見忠夫、三富正明、腰山雅巳、富高保弘、津田新哉、小林正智 |
| 2. 発表標題 Interaction between thrips and their host plants, and its application |
| 3. 学会等名 第33回国際化学生態学会（国際学会） |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安部洋、下田武志、瀬尾茂美、澤田有司、平井優美、小林正智 |
| 2. 発表標題 ジャスモン酸アナログを用いた農業害虫アザミウマの行動制御に向けて |
| 3. 学会等名 第54回植物化学シンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 安部洋、櫻井民人、下田武志、瀬尾茂美、澤田有司、平井優美、上原拓也、霜田政美、釘宮聡一、三富正明、梅村賢司、腰山雅巳、津田新哉、小林正智 |
| 2. 発表標題 植物の耐虫性メカニズムと害虫の行動制御への応用 |
| 3. 学会等名 第62回日本応用動物昆虫学会大会合同大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安部洋、下田武志、瀬尾茂美、澤田有司、平井優美、上原拓也、霜田政美、釘宮聡一、櫻井民人、津田新哉、小林正智 |
| 2. 発表標題 微小害虫の行動と植物防御の解析 |
| 3. 学会等名 第59回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 安部 洋・櫻井民人・大矢武志・腰山雅巳・三富正明 |
| 2. 発表標題 ジャスモン酸機能制御剤プロヒドロジャスモンの制虫剤としての開発研究 |
| 3. 学会等名 植物化学調節学会（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-----------|--|---|----|
| 研究 分担者 | 下田 武志 (Shimoda Takeshi) (20370512) | 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター・上級研究員 (82111) | |