

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06066

研究課題名(和文) カルス化による卵排除と植物防御機構の解析

研究課題名(英文) Egg elimination by callus formation and analysis of plant defense mechanisms

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) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：課題担当者らはこれまでにモデル植物であるシロイヌナズナを用いて、農業現場で問題となっているハモグリバエなど難防除害虫に対する虫害抵抗性の解析を行い、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。本課題では、これまで着目されてこなかった未解明の現象に焦点をあて、研究課題を推進し、具体的には害虫による被害を受けた植物体上で認められるカルス化に着目し、そのメカニズムを植物防御との関連性において解明を行った。本研究は、カルス化による植物の異物認識という視点にも立って、当該研究分野に新たな知見を与えるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

課題担当者らは、農業現場で問題となっている難防除害虫に対する虫害抵抗性研究の成果を発展させ、害虫忌避剤の開発など社会実装に関わる研究を行ってきた。一方で本研究課題では、これまで着目されてこなかった未解明の現象に焦点をあて、研究課題を推進し、害虫による被害を受けた植物体上で認められるカルス化には植物の異物認識という側面が関わっていることが示唆されるとともに、カルス化に関わる転写制御因子やリン酸化酵素などのシグナル因子を特定することに成功した。今後、新たな視点で植物の防御機構を捉え、応用に結びつけていくことが可能である。

研究成果の概要(英文)：Using *Arabidopsis thaliana* (*Arabidopsis thaliana*) as a model plant, we have so far analyzed the plant resistance to insect pests that are difficult to control, such as thrips and leafminers, and clarified the central role of plant defense controlled by the plant hormone jasmonic acid (JA). In this project, we focused on previously unexplored phenomena and advanced our research agenda, specifically focusing on callus formation observed on plants damaged by pests, to elucidate its mechanism in relation to plant defense, especially focusing on JA. This study also provides new insights into the field of research from the perspective of recognizing foreign substances in plants through callus inductions.

研究分野：植物・害虫間相互作用

キーワード：ジャスモン酸 ハモグリバエ 植物防御

### 1. 研究開始当初の背景

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。我々はこれまでにシロイヌナズナを用いて、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。特に、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。加えて、農業上の害虫防除体系において、植物防御活用の有効性を示し、実際に、植物防御を制御することによる害虫行動制御技術などを開発してきた。一方で、その研究遂行の中で、ハモグリバエ被害を受けた植物体上ではカルス化が認められることを見出した。カルス化は植物の傷修復および異物認識という視点からも興味深く、これまでにない観点から、植物と害虫の生物間相互作用と植物の防御応答について明らかにできると考えた。

### 2. 研究の目的

本研究では、ハモグリバエ被害を受けた植物で認められるカルス化に注目し、カルス化に関わ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。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、カルス化に対して、これらの害虫に対して、JA が関わる防御応答が関わっているのかどうかを明らかにすることも重要であると考えた。同時に、カルス化は植物の傷修復および異物認識という視点からも興味深く、これまでにない観点から、植物と害虫の生物間相互作用と植物の防御応答について明らかにすることをできると考えられた。また、アブラナ科野菜などの葉菜類において、カルス化は野菜の品質に関わる重要な要素でもあり、ハモグリバエに対する防御機構において、カルス化が有する機能的な意義を示すことも重要であると考えた。

### 3. 研究の方法

本研究では、ハモグリバエ被害を受けた植物で認められるカルス化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)ハモグリバエに加害された場合、カルス化が認められないシロイヌナズナ変異株や遺伝子組換え系統などを探索した。

(2) (1)で得られたハモグリバエ被害によってカルス化が認められない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、カルス化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、カルス化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、実際、カルス化において、機能を果たしているかどうか解析を行うために、遺伝子を過剰発現させた組換えシロイヌナズナ系統を作出した。

(4) (3)において作出した過剰発現体を用いて、ハモグリバエ被害によるカルス化に候補となった複数の因子が関わっているかどうかを解析するとともに、遺伝子破壊系統なども用いることで、その機能を詳細に解析した。

### 4. 研究成果

我々はこれまでにモデル植物を用いて、ハモグリバエなどの難防除害虫に対する虫害抵抗性の解析を行い、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。JA が制御する植物防御は害虫の寿命、産卵数、生育期間、次世代個体数などに深く関わっていると同時に、害虫の行動などにも大きく影響することから、植物防御を標的とすることによって害虫防除技術を農業に活用し、社会実装することにも成功してきた。しかし、植物防御については未だ不明な点が多く、応用研究のみならず、基礎研究の観点からも未だ明らかにすべき課題が多く残されている。本課題においては、我々が見いだした害虫被害を受けた植物体上で認められるカルス化に着目し、植物の傷修復および異物認識という、これまでにない視点から、植物と害虫の生物間相互作用と植物の防御応答について明らかにすることを目的とし、カルス化防御という新たな視点で、害虫に対する植物防御メカニズムを解明するため、害虫被害後に観察されるカルス化が全く認められないシロイヌナズナ変異系統を見だし、カルス化が認められる野生系統とカルス化が認められない変異系統を用いて、比較トランスクリプトーム解析などを行い、特に転写制御因子などの機能に着目することで、なぜ変異系統ではカルス化が起これないのか植物側の視点から解析を進めた。同時に、害虫加害からカルス化へつながる情報伝達因子の解明を目指し、膜タンパク質をコードする遺伝子に着目し、遺伝子破壊システムのシリーズを探索することで、カルス化に関わる因子を同定することに成功した。当該遺伝子破壊系統においては、いくつかの転写制御因子の発現パターンに影響が出ており、これら因子の中から、実際に、カルス化に関わっている可能性の高い転写制御因子を特定することができた。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、害虫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4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kengo Yoshida, Masayoshi Uefune, Rika Ozawa, Hiroshi Abe, Yuka Okemoto, Kinuyo Yoneya and Junji Takabayashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of Prohydrojasmon on the Number of Infesting Herbivores and Biomass of Field-Grown Japanese Radish Plants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Front. Plant Sci.	6. 最初と最後の頁 695701
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpls.2021.695701	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kohei Shimizu, Hitomi Suzuki, Takuya Uemura, Akira Nozawa, Yoshitake Desaki, Rhosuke Hoshino, Ayako Yoshida, Hiroshi Abe, Makoto Nishiyama, Chiharu Nishiyama, Tatsuya Sawasaki, Gen-ichiro Arimura	4. 巻 110
2. 論文標題 Immune gene activation by NPR and TGA transcriptional regulators in the model monocot <i>Brachypodium distachyon</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Journal	6. 最初と最後の頁 470-481
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/tpj.15681	査読の有無 有
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・腰山雅巳・三富正明	4. 巻 55
2. 論文標題 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	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 植物の成長調節	6. 最初と最後の頁 17-22
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 Fujimoto, T., Mizukubo, T., Abe, H., Seo, S.	4. 巻 34
2. 論文標題 Phytol, a constituent of chlorophyll, induces root-knot nematode resistance in Arabidopsis via the ethylene signaling pathway	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mol. Plant-Microbe Interact	6. 最初と最後の頁 279-285
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1094/MPMI-07-20-0186-R	査読の有無 有
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3件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Hiroshi ABE
2. 発表標題 Development of an agricultural pest repellent started from Arabidopsis resources
3. 学会等名 ANRRC 2021 Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻井民人・富高保弘・千秋祐也・松浦昌平・大西純・村上理都子・勝野智也・安部洋
2. 発表標題 アザミウマのオルソト スポウウイルス媒介に対するプロヒドロジャスモンの抑制効果
3. 学会等名 第67回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 第67回日本応用動物昆虫学会大会
2. 発表標題 プロヒドロジャスモン液剤を散布処理したトマトでの病害虫防除効果
3. 学会等名 第67回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2022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・東北農業研究センター・グループ長補佐    (82111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------