

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510271

研究課題名(和文)アザミウマの行動制御を標的とした植物防御機構に関する研究

研究課題名(英文)Analyses of plant defense system to control thrips behavior

研究代表者

安部 洋(ABE, Hiroshi)

独立行政法人理化学研究所・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) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：シロイヌナズナ変異体やウイルス感染植物を用いたアザミウマの行動解析や、マイクロアレイを用いた植物防御応答に関する詳細な解析により、アザミウマは植物の防御レベルを敏感に感知していることを明らかにすると共に、植物防御を活用することで、アザミウマの行動を制御できることを示した。同時に、植物防御が関わるアザミウマの行動制御には、植物の防御に関わる二次代謝物質が深く関わっていることを明らかにした。同時に、これら葉中の二次代謝成分に着目した改変組換え体作出を行い、実際に、アザミウマの食害に変化が認められることを明らかにした。以上のことより、今後のアザミウマ防除において、新たな可能性を見いだすことができた。

研究成果の概要(英文)：The western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) is a polyphagous herbivore that causes serious damages on many agricultural plants, and also transmits several plant viruses. However, no pesticide provides complete control of this species, and insecticide resistance has emerged around the world. We previously indicate that the JA-regulated plant defense restricts thrips performance and preference. In this project, we indicated that engineering of plant defense system could perform successful control of thrips behavior. In addition, several plant defense compounds, up regulated by thrips feeding can also affect thrips behavior. We developed the transgenic plants which overproduce some plant defense compounds under non-feeding condition clearly decrease the plant damage by thrips. Our results indicated that plant defense system could be good target for thrips control and thrips damage could be preventable by varying the plant defense conditions.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：生物分子科学

キーワード：植物防御 行動制御 アザミウマ

1. 研究開始当初の背景

アザミウマは農薬抵抗性を容易に発達させる難防除害虫であるとともに植物病原ウイルスの媒介虫でもある。植物はアザミウマにより虫害とウイルス病の二重被害を受け、世界的な問題となっている。これまでのアザミウマ防除は殺虫剤を中心に行われてきたが、現在、高度な殺虫剤抵抗性が発達したことにより、地域によっては、耕作放棄に至る深刻な状況に陥っている。

このような状況のもと、我々はアザミウマの行動制御技術の開発を目指した植物防御機構の解明を行うこととした。これまでに、害虫の食害に対する植物防御の機能については多くの解析がなされているが、害虫の行動を標的とした植物防御に関する研究はほとんどなされていなかった。

2. 研究の目的

他の害虫と異なり、ウイルス媒介虫であるアザミウマ類の防除においては「近づけない」ことがより重要である。研究開始当初、我々は害虫に対する植物防御を欠損した変異体にアザミウマが好んで寄っていくことを発見していた。そこで、関連した変異体をも材料とし、このメカニズムを解明し、害虫の行動制御を標的とした植物防御機構の解明することを目的とした。同時に、アザミウマの「食害の好みに関わる成分」を探索し、そのような成分がアザミウマの行動とどのように関わっているのかを明らかにすることを目指した。

3. 研究の方法

本課題では、微量化学分析、アザミウマの匂い行動応答実験、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、メタボローム解析などを用いて、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、微量化学分析などを用いて、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である。最近になって吸汁性のアブラムシやコナジラミなどに対する報告も増えてきており、これらの害虫においては JA に加えてサリチル酸 (SA) の重要性も指摘されている。一方で、アザミウマは「やっかいな」難防除害虫であるにも関わらず、アザミウマの加害に対する植物防御応答機構については、不明な点が多かった。本課題においては、このような点をモデル実験植物シロイヌナズナのゲノムリソース、及びアブラナ科野菜研究のモデルであるハクサイを活用することで克服し、得られた知見をもとにアザミウマの行動制御技術開発を行うことを目指した。

植物の葉の表面を傷つけ吸汁を行うアザミウマの食害様式はイモムシやアブラムシとは本質的に異なる。我々は課題推進時には既に、アザミウマに対する抵抗性の主たる要素は、ジャスモン酸が担っており、サリチル酸はジャスモン酸との拮抗作用によりアザミウマ抵抗性には負に働いていることをシロイヌナズナで明らかにしていた。本課題では、さらにハクサイを用いることでアザミウマ抵抗性における、ジャスモン酸、及びサリチル酸の働きは、アザミウマ被害が深刻な野菜類にも当てはまることを明らかにした。

同時に本課題の根幹をなす植物防御とアザミウマの行動との関係についても、シロイヌナズナおよびハクサイを用いて解析を行った。その結果、ジャスモン酸により制御される植物防御にはアザミウマ忌避作用があり、サリチル酸により制御される植物防御には誘引作用があることを明らかにした。

アザミウマ類は直接、植物を加害するだけでなく、トスポウイルスの媒介虫としても経済的な重要性の高い害虫種である。ウイルスを保毒したアザミウマと保毒していない健全なアザミウマによる食害では植物の防御応答に違いがあるのか？ウイルス病に罹病することで JA 経路による植物防御に何か影響がでるのか？などについても解析を行った。その結果、ウイルス病に感染した植物には、そのウイルスの媒介虫であるアザミウマが誘引されることを明らかにした。そのメカニズムについて解析を行ったところ、ジャスモン酸とサリチル酸の拮抗作用が深く関わっていることが分かった。

本課題では更に、植物防御がアザミウマ忌避性、あるいは誘引性に深く関わっていたことから、植物防御により植物体内で変動する二次代謝物質に着目し、実際に幾つかの成分がアザミウマの行動に影響しうることを明らかにした。

ウイルス媒介虫であるアザミウマ類の防除においては「近づけない」ことが重要である。しかし、世界的に見てもアザミウマの行動制御を目指した研究例は少ない。我々は本課題において、植物防御を操作することによってアザミウマの行動を制御できることを明らかにした。更に、このようなアザミウマの行動制御を実際に、植物ウイルスは自然界で行っていることを明らかにした。今後、これらの知見を実際のアザミウマ防除へとつなげていくことが重要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

(雑誌論文)(計7件)

Abe H, Tateishi K, Seo S, Kugimiya S, Yokota-Hirai M, Sawada Y, Murata Y, Yara K, Shimoda T, Kobayashi M :Disarming the jasmonate-dependent plant defense makes non-host Arabidopsis plants accessible to the American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii*. **Plant Physiology** (2013) 163, 1242-1253
doi:10.1104/pp.113.222802. 査読あり

Wasano, N, Sugano, M, Nishikawa, K, Okuda, K, Shindo, M, Abe, H, Park, S.Y, Kamo, T, Hiradate, S, Fujii Y :Root-specific induction of early auxin-responsive genes in Arabidopsis thaliana by cis-cinnamic acid. **Plant Biotechnology** (2013) 30, 465-471 (2013)
DOI: 10.5511/plantbiotechnology.13.0718a
査読あり

Abe H, Tomitaka Y, Shimoda T, Seo S, Sakurai T, Kugimiya S, Tsuda S, Kobayashi M. :Antagonistic plant defense system regulated by phytohormones assists interactions among vector insect, thrips, and a tospovirus. **Plant and Cell Physiology** 53, 204-212 (2012) doi: 10.1093/pcp/pcr173. 査読あり

Seo, S, Gomi, K, Kaku, H, Abe, H, Seto, H, Nakaho, K, Nakatsu, S, Neya, M, Kobayashi, M, Ichinose, Y, Mitsuhashi, I, and Ohashi, Y :Identification of natural diterpenes that inhibit bacterial wilt disease in tobacco, tomato and Arabidopsis. **Plant and Cell Physiology** 53, 1432-1444 (2012) doi: 10.1093/pcp/pcs085. 査読あり

Fujimoto T, Tomitaka Y, Abe H, Tsuda S, Futai K, Mizukubo T :Expression profile of jasmonic acid-induced genes and the induced resistance against the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in tomato plants (*Solanum lycopersicum*) after foliar treatment with methyl jasmonate. **J. Plant Physiol.** 168, 1084-1097 (2011)
doi:10.1016/j.jplph.2010.12.002.
査読あり

Fujimoto T, Tomitaka Y, Abe H, Tsuda S, Futai K, Mizukubo T : Jasmonic acid signaling pathway of *Arabidopsis thaliana* is important for root-knot nematode invasion. **Nematological Research** 41, 9-17 (2011)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjn/41/1/41_1_9/_article 査読あり

Abe H, Narusaka Y, Sasaki I, Hatakeyama K, Shin-I S, Narusaka M, Fukami-Kobayashi K, Matsumoto S, Kobayashi M : Development of Full-Length cDNAs from Chinese Cabbage (*Brassica rapa* Subsp. *pekinensis*) and Identification of Marker Genes for Defence Response. **DNA Research** 18, 277-289 (2011)
doi: 10.1093/dnares/dsr018.
査読あり

〔学会発表〕(計9件)

安部洋 モデル植物シロイヌナズナを研究材料をアブラナ科野菜の虫害防除にどう活かすか? 園芸学会平成 26 年度春期大会 2014 年 3 月 29 日(つくば)

ABE H. Win-win relationship between plant virus and its vector insect using host plant defense system 第 55 回日本植物生理学会年会シンポジウム 2014 年 3 月 19 日(富山)

安部洋 シロイヌナズナーアザミウマ間の相互作用とトスポウイルス媒介に関する

研究 生存研シンポジウム「植物アロマのメタ代謝科学」2014 年 2 月 28 日(京都)招待講演

安部洋 ハモグリバエ、アザミウマ抵抗性解明を目指した実験植物シロイヌナズナの利用 応用動物昆虫学会 2013 年 3 月 28 日(藤沢)

安部洋 シロイヌナズナーアザミウマ間の相互作用とトスポウイルス媒介に関する研究 日本植物生理学会 2013 年 3 月 22 日(岡山)

ABE H. Antagonistic plant defense system regulated by phytohormones assists interactions among vector insect, thrips, and a tospovirus シロイヌナズナ国際会議 2012 年 7 月 4 日(ウーン)

ABE H. Tritrophic interactions among *Arabidopsis*, thrips and tospovirus International society for molecular plant-microbe interactions 2012 年 8 月 1 日(京都)

ABE H. Interaction between *Arabidopsis/Brassica* plants and western flower thrips. 14th Symposium on Insect-Plant Interactions 2011 年 8 月 18 日(ワーゲニンゲン)

ABE H. Tritrophic interactions between tospovirus, thrips and *Arabidopsis*. 国際ウイルス学会 2011 年 6 月 8 日(札幌)

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称:アザミウマ防除方法及び防除キット

発明者:津田新哉、櫻井民人、富高保弘、安部洋

番号:特願 2011 - 024034 出願日:平成 23 年 2 月 7 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安部 洋 (Abe Hiroshi)

独立行政法人理化学研究所・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)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究
機構・病害虫研究領域・主任研究員
研究者番号：20370512

(3) 連携研究者

釘宮 聡一 (Kugimiya Soichi)
独立行政法人農業環境技術研究所・生物多
様性研究領域・任期付研究員
研究者番号：10455264