

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02201

研究課題名（和文）トノサマバッタのフンに含まれる産卵抑制成分の解明

研究課題名（英文）Identification of the compounds responsible for oviposition inhibitory effect in locust fecal extracts

研究代表者

菅原 亮平（Sugahara, Ryohei）

弘前大学・農学生命科学部・助教

研究者番号：40773346

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：バッタのフンに含まれる成分は、バッタの産卵や胚発生を抑制することが報告されている。まずバッタのフン抽出液が他の昆虫種の産卵阻害を引き起こすのかを調べた。また、他の昆虫種の卵を抽出液に浸すことで、胚発生の阻害を引き起こすか検証した。さらに、フン抽出液に含まれる成分を分離することで、どの画分に当該成分が含まれるかを調べ、原因物質の特定を目指した。研究の結果、昆虫種によって、産卵抑制効果の有無と胚発生抑制効果の有無は異なることがわかった。また、その活性は、バッタが食べた植物種に応じて効果が異なった。抽出液の分画を行い、当該活性をもつ成分を分離させることができた。各画分に含まれる成分を特定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バッタのフンには卵にとって有害な物質が含まれ、それをメス親が忌避している現象は生物学的に興味深い。その活性の有無を別種の昆虫で調べることで、その効果が広く見られる現象なのかを検証した。また、その活性を示す成分が特定できれば、卵のステージで殺虫効果を示す薬剤の開発や、害虫に対して産卵の管理を行う方法を開発できるかもしれない。

研究成果の概要（英文）：Locust fecal extracts have been reported to inhibit oviposition and embryogenesis in locusts. We investigated whether these extracts also inhibit oviposition in other insect species and if soaking eggs of other insects in the extracts inhibits embryogenesis. Furthermore, we fractionated the fecal extracts to identify which fractions exhibited inhibitory activity. Our findings indicated that the effects on oviposition and embryogenesis varied among different insect species. Additionally, the inhibitory activities of the extracts were influenced by the plant species consumed by the locusts. The fractionation process successfully isolated the active compounds, and the components of each fraction were identified.

研究分野：昆虫学

キーワード：トノサマバッタ フン 産卵抑制 殺卵

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

サバクトビバッタおよびトノサマバッタのフンの抽出液には、同種が砂の中に産卵するのを阻害する効果があることがわかっていた。また、フン抽出液はバッタの胚発生を抑制することも報告されていた。しかし、その原因となる成分については特定されていなかった。また、バッタのフン抽出液が他の昆虫種に対しても同様の活性を示すかはよくわかっていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、トノサマバッタのフンに含まれる産卵抑制物質および殺卵物質の構造を特定することを目指す。その特異性に関して、他の昆虫への有効性にも着目して検証する。加えて、フン抽出液がトノサマバッタの産卵を抑制する効果があるのか野外の産卵実験で検証する。

3. 研究の方法

産卵抑制活性については、アズキゾウムシ、ハスモンヨトウ、ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマを実験に供試した。殺卵活性については、カイコガ、フタホシコロギ、ハチノスツツリガ、シロイチモジヨトウ、ミカンキイロアザミウマ、ハスモンヨトウ、チャバネアオカメムシ、クサギカメムシを実験に供試した。トノサマバッタのフンは、オーチャードグラス、イヌムギ、ヒエ、ソルガム、ススキを食べさせたものをそれぞれ準備し、食草の違いが活性に影響するか検証した。トノサマバッタの野外産卵実験は、大学園場に大きな囲いを準備し、フン抽出液が入った砂とそうでない砂の産卵数(卵鞘数)に違いがあるか調べた。フン抽出液の分画は、各種化学的な分離方法を用い、フラクションごとに活性を検証した。フラクションの成分は、質量分析法や核磁気共鳴分光法などで特定した。

4. 研究成果

(1)産卵抑制活性を上述の昆虫種において定量化するために、まず各昆虫種においてアッセイ法の至適化をおこなった。昆虫によって産卵する場所は多種多様であるため、抽出液の産卵場所への塗布方法および、産卵場所に用いる材質などを工夫した。これらの検討をもとにアッセイをおこなった結果、昆虫種によって、産卵抑制効果が得られた種と、得られなかった種があった。この実験では、フンが由来する植物種の検討はあまりおこなわなかった。後述の通り、殺卵効果は食草の植物種に依存しているため、フンの種類を変えれば効果の有無が変化する可能性がある。少なくとも、昆虫種によって特定の成分への産卵抑制の感受性は異なるようである。

(2) 殺卵活性を上述の昆虫種において定量化するために、各昆虫種においてアッセイ法の至適化をおこなった。昆虫によって卵の表面の性状は多種多様であるため、抽出液の卵への塗布方法あるいは、浸漬時間および浸漬ステージを工夫した。これらの検討をもとにアッセイをおこなった結果、昆虫種によって、孵化した種と、孵化しなかった種があった。孵化抑制効果が得られた種においても、フンが由来する食草に応じて、活性があるものとないものがあり、その効果は大変複雑であった。例えば、カイコガにおいてはソルガムおよびヒエ由来のフンは孵化を抑制する効果が見られたが、ススキ由来のフンには顕著な活性が見られなかった。一方、シロイチモジヨトウでは、ソルガムおよびイヌムギ由来のフンには効果がみられたが、オーチャードグラスやヒエ由来のフンにはみられなかった。フタホシコロギでは、胚発生ステージや処理時間を細かく検討したが、ソルガム由来のフンは活性を示さなかった。複数の昆虫種の解析から、少なくとも殺卵成分は昆虫種に応じて効果が異なると考えられた。また、食草によって効果が異なることから、食草の代謝物が活性を示していると考えられた。

(3) 実験室内で観察されたトノサマバツタの産卵抑制が屋外環境でも観察されるかを検証した。屋外でのアッセイの最適化をおこない、卵鞘数を数えたところ、コントロールとフン抽出液区間で著しい違いはみられなかった。しかし、これは得られた卵鞘数が少ないことに起因するかもしれない。実験室内でも、サバクトビバツタに比べトノサマバツタでのその効果はあまり大きくなかったことから、多くの卵鞘を産む条件でなければ有意な違いは得られないと推測される。少なくとも、屋外で実験してもトノサマバツタを用いた産卵抑制効果が著しく大きくなるといった現象はなさそうである。

(4)

i) アズキゾウムシにおいて、産卵抑制を評価する良いアッセイ系が確立できたことから、フン抽出液の分画と各フラクションの活性測定、およびフラクションに含まれる成分の特定を試みた。化学的に成分の分離を進め、活性を示す分画を追いながら単離を進めることができた。最後にHPLCで分取し、候補となるいくつかのピークの活性を調べたが、いずれからも活性は得られなかった。それぞれのピークを混合しても活性がえられなかったため、HPLCでは可視化できていない可能性がある。今後、最後ステップの成分の展開手法を検討する必要がある。

ii) トノサマバツタにおいて、産卵忌避を評価する方法が確立しているため、トノサマバツタに対する産卵阻害成分についても同定を試みた。フン抽出液を化学的に展開し、HPLCで分取したところ、ピークがあるところに活性が確認された。本種では、イヌムギ、ソルガム、ヒエ、ススキ由来のフンいずれにも産卵抑制活性が得られており、活性が得られたフラクションに含まれるピークはどの植物種由来のフンでも傾向が似ていた。それらの候補ピークの全てに対して、質量分析法や核磁気共鳴分光法による成分の特定は完了している。今後、それらの成分がトノサマバツタにおいて産卵忌避の活性を示すのか、市販試薬を用いて検証をおこなう予定である。

[研究成果のまとめ]

トビバツタでみられる産卵忌避活性が他の昆虫種でも同様の効果があるか？	→	昆虫種依存的な効果がみられた
トビバツタでみられる殺卵活性が他の昆虫種でも同様の効果があるか？	→	昆虫種依存的かつフン由来植物種依存的な効果がみられた
アズキゾウムシにおいて産卵忌避効果を示す成分は？	→	分画の後、活性を示すフラクションを得られた 今後、成分の可視化について検証する
トノサマバツタにおいて産卵忌避効果を示す成分は？	→	候補成分を特定した 今後、これらの成分の活性を検証する

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 管原 亮平
2. 発表標題 トノサマバットのフン抽出液がコオロギ類やカイコガの胚発生に与える影響
3. 学会等名 東北昆虫学会第3回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 徳田 誠
2. 発表標題 昆虫界の“Out of Africa”：サバクトビバッタとトノサマバッタの起源
3. 学会等名 日本昆虫学会第82回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂田周平・石丸幹二・徳田 誠
2. 発表標題 オオムギに含まれるトノサマバッタ摂食阻害物質の探索
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣田溪琉・管原亮平
2. 発表標題 トノサマバッタにおける緑茶多型に関する環境要因
3. 学会等名 第67回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 管原 亮平
2. 発表標題 トノサマバッタの産卵におけるバッタのフン抽出液の抑制効果
3. 学会等名 日本昆虫学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂田 周平、石丸 幹二、管原 亮平、徳田 誠
2. 発表標題 トノサマバッタのフンに含まれる産卵阻害物質：餌条件の異なるフンを用いた探索
3. 学会等名 日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ヒロマガ（管原の研究紹介） https://www.hiromaga.com/20211208-8539/</p>

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	清水 伸泰 (Shimizu Nobuhiro) (30434658)	京都先端科学大学・バイオ環境学部・教授 (34303)	

6. 研究組織（つづき）

	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	石丸 幹二 (Ishimaru Kanji) (40223028)	佐賀大学・農学部・教授 (17201)	
研究分担者	徳田 誠 (Tokuda Makoto) (60469848)	佐賀大学・農学部・教授 (17201)	
研究分担者	田中 良明 (Tanaka Yoshiaki) (90355735)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・生物機能利用研究部門・グループ長 (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