

令和 3 年 10 月 22 日現在

機関番号：82111

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K14867

研究課題名（和文）寄主植物依存的な交尾選好性の変化を利用したゴマダラカミキリ防除に関する研究

研究課題名（英文）Biological control of *Anoplophora malasiaca* based on their mating preference change occurred by host plant volatile

研究代表者

辻井 直（藤原直）（TSUJII, NAO）

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・主任研究員

研究者番号：40568440

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：ミカン枝を餌としたメス個体がそれ以外の植物（ヤナギ等）を餌とするオスに強く忌避されるという現象を見出し、その現象がメス個体がミカン枝摂食時に体表に獲得する揮発性物質 β-エレメンによって引き起こされていることを明らかにした。エレメンに対する忌避効果は、メスに見立てた黒ガラス玉を用いた場合のみならず、メス個体においても同様の現象が確認でき、交尾率を半分に以下に下げることが確認された。本研究では、ゴマダラカミキリのメス個体にとって最も嗜好性の高いカンキツ類をメス自らが摂食することにより、同種間の交尾機会を半分に以下にすることが可能なことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、総合的害虫防除が謳われ、天敵の放飼や性フェロモン剤の設置などが重要性を増している。本研究では、メスが好んで摂食するミカンを与えるだけで、難防除害虫であるゴマダラカミキリの交尾行動を半減させることに成功した。このような着眼点の資材開発は行われておらず、生物的防除資材の開発に新たな着眼点をもたらしたといえる。

研究成果の概要（英文）：First, we identified that beta-elemen induced repellative response of non-citrus-fed males to citrus-fed females. When the crude extract of citrus branch-fed female treated on black-glass rods, males fed on non-citrus plants strongly repelled the glass model. This rejective response to citrus-fed female also observed to females themselves. Vapor of beta-elemene has no effect on male and female flight and host plant searching behavior in the flight tunnel experiment.

We found that only we change or control the feeding plants of *A. malasiaca*, mating rate of this beetle could reduced 50% more.

研究分野：化学生態学

キーワード：交尾行動 ゴマダラカミキリ 忌避物質 β-エレメン

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

ゴマダラカミキリに対して真に効果的な防除法はこれまでに確立されていない。本種の生物的防除の確立を目指し、誘引性のフェロモンの同定が試みられてきた。近年近縁種である *A. chinensis* から誘引性の性フェロモンが同定され、北米を中心に脅威となっている *A. glabripennis* と同じ成分であることが報告されている (Hansen et al. 2015; Zhang et al. 2002)。今後、発生予察や防除等にこれらの活性物質の利用が期待されるが、ゴマダラカミキリは配偶者探索において視覚等の複数の感覚情報を用いていることも明らかになっており (Yasui. 2009) 一筋縄ではいかないことが予想される。

申請者らは様々なガ類やコガネムシ類害虫の性フェロモンを解明し、発生予察や防除法の開発につなげてきた。ゴマダラカミキリにおいては、3種の植物を寄主とする個体群を用いた研究をおこない、オス成虫は自らが寄主とする植物の傷枝の匂い(同種異個体が摂食している可能性を示す)に対してより強く誘引され、配偶者探索情報として利用していることを明らかにするとともに誘引物質の同定もおこなっている (Fujiwara-Tsujii et al., 2012; Yasui et al. 2011; Yasui et al. 2008)。オスとメスには寄主植物に対する選好性に違いがあり、特にメスはより温州ミカン枝を選択し摂食を継続することが明らかとなった (Yasui and Fujiwara-Tsujii. 2013)。その一方で温州ミカン枝を摂食したメスに対し他の植物を寄主とするオスが強い忌避反応をしめすことを見出した。

## 2. 研究の目的

ゴマダラカミキリは、幼虫時にカンキツ類など各種永年作物の幹を食害し枯死させる重要害虫であると同時に世界的にも侵略的害虫として知られている。本種に対し有効な防除法はいまだみつかっていない。申請者らは、これまで寄主の異なる個体群を用いて研究をおこない、ゴマダラカミキリの雌雄には食べ物に対する反応の違いがあることを明らかにした。また、メスは最も好む寄主を摂食すると、それ以外の植物を寄主とするオスに強く忌避されることを見出した。本研究では、オスに忌避行動を誘起させるメス由来の因子を特定するとともに、この成虫自身もつ寄主依存的な嗜好性・誘引性の違いを利用し、その交尾行動を制御することを目指す。

## 3. 研究の方法

(1)温州ミカン枝を摂食することによりオスに忌避行動を解発させるメス由来およびメス寄主由来(ミカン枝由来)の因子について明らかにする。オスの忌避反応はミカン枝摂食メスの体表抽出物に対しても確認できていることから、ミカン枝摂食メスが特徴的にもつ因子について明らかにする。

(2)メスもしくはメスが寄主とする植物由来因子のオスに対する忌避効果を利用した防除が可能かどうかを小規模網室内で検討する。

(3)小規模網室内に温州ミカンを含む寄主植物株を配置し、メスおよびオスの誘引性の違いを飛行移動が可能な状況下において確認する。申請者らは本種の室内での飼育法を確立しており、実験には主に室内で飼育・羽化させた、摂食履歴が明らかな個体を用いる予定である。

## 4. 研究成果

(1)温州ミカン枝を餌としたメス個体がそれ以外の植物(ヤナギ等)を餌とするオスに強く忌避されるという現象は、ミカン枝を摂食したメスの体表にオスの触角が触れることにより生じていた。各種クロマトグラフィーと機器分析を組み合わせることにより、その現象の原因物質が揮

発性の一エレメンであることを明らかにした。一エレメンはメス個体がミカン枝を摂食した際にミカン枝から放出され、それがメスの体表に吸着されることにより獲得されることも示された。メスの体表に吸着した一エレメンは餌として与える植物を変えても、3週間程度は体表に残り、それに対し、ミカン枝以外の餌を食べてきたオスは忌避行動を示す。予想していたよりも長期間にわたり、本種の雌雄間の接触を減らせる可能性が示された。

(2)以上の研究はメスに見立てた黒いガラス玉を用いておこなっている。この一エレメンに対する忌避行動は、ガラス玉のみならず、視覚情報等の他の交尾要因となり得る要素があるメス個体そのものにおいても、同様に確認できた。ミカン以外の植物を餌としていたオスは、ミカンを摂食していたメス個体に対し、半数以上が忌避的な反応を示し、接近し交尾行動を取りかけても触角や口器が触れた瞬間に離れるといった行動が見られた。

(3)近距離および接触性の忌避効果だけでなく、一エレメンの忌避効果のおよぶ範囲を明らかにするため、ゴマダラカミキリが飛翔移動可能な大型の風洞内において、一エレメンの有無による定位活性の違いを確認した。一エレメンを放出するポリエチレンバッグをつけたヤナギ枝と無処理のヤナギ枝に対し、ヤナギ枝を餌として飼育したゴマダラカミキリオスはほぼ同率で定位し摂食行動を示した。このことから、揮発した状態で受容した一エレメンには、ミカン枝以外を餌としたオス個体に対し忌避効果をもたないことが示された。一方、ヤナギ枝を餌として飼育したメスについても、オスと同様の傾向が確認できた。

エレメンは試薬としては大変高価であり、徐放性の担体等を利用して果樹園に広く施用することは現実的ではない。本研究では、ゴマダラカミキリのメス個体にとって最も嗜好性の高いカンキツ類をメス自らが摂食することにより、同種間の交尾機会を半分以下にすることが可能なことが示された。

#### 引用文献

- Hansen et al. Identification of a male-produced pheromone component of the citrus longhorned beetle, *Anoplophora chinensis*. Plos ONE. 2015. 10, e0134358.
- Zhang et al. Stimulatory beetle volatiles for the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky). Zeitschrift fur Naturforschung C. 2002. 57: 553-558.
- Yasui H. Chemical communication in mate location and recognition in the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Coleoptera: Cerambycidae). Appl. Entomol. Zool. 2009. 44: 183-194.
- Fujiwara-Tsujii et al. White-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae), with a blueberry host may utilize original host chemicals for mate location. Appl. Entomol. Zool. 2012. 47: 103-110.
- Yasui et al. Volatile attractant phytochemicals for a population of white-spotted longicorn beetles *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae) fed on willow differ from attractants for a population fed on citrus. Cemoecology. 2011. 21: 51-58.
- Yasui et al. Sesquiterpene hydrocarbons: kairomones with a releaser effect in the sexual communication of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae). Chemoecology. 2008. 18: 233-242.
- Yasui and Fujiwara-Tsujii. The effects of foods consumed after adult eclosion on the mate-searching behavior and feeding preferences of the white-spotted longicorn beetle *Anoplophora malasiaca* (Coleoptera: Cerambycidae). Appl. Entomol. Zool. 2013. 48: 181-188.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Nao Fujiwara-Tsujii, Hiroe Yasui and Tetsuya Yasuda	4. 巻 23
2. 論文標題 Fecundity and feeding preferences of adult <i>Anoplophora malasiaca</i> (Coleoptera: Cerambycidae) females fed on Japanese black and white pines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 樹木医学研究	6. 最初と最後の頁 1-6
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 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 Yasui Hiroe, Fujiwara-Tsujii Nao, Yasuda Tetsuya	4. 巻 54
2. 論文標題 Detection of volatile pheromone candidates from the white-spotted longicorn beetle, <i>Anoplophora malasiaca</i> (Coleoptera: Cerambycidae)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 203 ~ 211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13355-019-00614-4	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 Hiroe Yasui, Nao Fujiwara-Tsujii	4. 巻 -
2. 論文標題 Host plant affects the sexual attractiveness of the female white-spotted longicorn beetle, <i>Anoplophora malasiaca</i>	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientific reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep29526	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 Nao Fujiwara-Tsujii, Hiroe Yasui and Seiji Tanaka	4. 巻 19
2. 論文標題 Comparison of fecundity and longevity of <i>Anoplophora malasiaca</i> (Coleoptera: Cerambycidae) adults fed on three different host-plants	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Entomological Science	6. 最初と最後の頁 201-206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ens.12191	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 Fujiwara-Tsujii Nao, Yasui Hiroe	4. 巻 12
2. 論文標題 Improving Contagion and Horizontal Transmission of Entomopathogenic Fungi by the White-Spotted Longicorn Beetle, Anoplophora malasiaca, with Help of Contact Sex Pheromone	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Insects	6. 最初と最後の頁 383 ~ 383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/insects12050383	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 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Nao Fujiwara-Tsujii and Hiroe Yasui
2. 発表標題 Host plant affects the sexual attractiveness of the female white-spotted longicorn beetle, Anoplophora malasiaca
3. 学会等名 The joint meeting of the 33rd annual meeting of the ISCE and the 9th meeting of the APACE (国際学会)
4. 発表年 2017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	安居 拓恵  (Yasui Hiroe)  (80414952)	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・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
---------	---------