

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 9 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658052

研究課題名(和文) 殺虫剤を利用した寄生蜂の機能向上

研究課題名(英文) Improvement of parasitoid functions using insecticides

研究代表者

高須 啓志 (TAKASU, Keiji)

九州大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：50212006

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：殺虫剤と天敵昆虫は相対する害虫防除法として考えられてきたが、本研究では、選択的殺虫剤が逆に天敵昆虫の有効性を高める可能性について検討した。寄生蜂が、殺虫剤の匂いを学習し、その匂いを手掛かりに探索活動を行うことが室内実験でわかった。しかし、風洞実験では、農薬の匂い成分に継続して誘引されることや、殺虫剤の匂い成分があることで寄主探索効率や寄生効率が高まるという証拠は得られなかった。しかし、風洞下や野外ではバニラやストロベリーのような匂いを学習させた蜂をそれらの匂いを設置した植物に放すと、蜂は効率よく寄主を探索するため、農薬に無害な匂い成分を付加することで寄生蜂の有効性が改善される可能性がある。

研究成果の概要(英文)：To determine if biological control using insect natural enemies is compatible with the use of selective insecticides, I conducted laboratory experiments. The parasitoid *Microplitis croceipes* was capable of learning to associate volatile odors with sugar and thereafter attracted to the odor. However, when parasitoid females were released into the wind tunnel with insecticides sprayed plants, they were not attracted to the plants. Because the females were attracted to vanilla or strawberry odors on plants after experiencing oviposition or sugar feeding, these artificial odors together with insecticides could be effective to attract parasitoids in the field.

研究分野：昆虫行動学

科研費の分科・細目：生産環境農学・植物保護科学

キーワード：寄生蜂 学習 有効性

1. 研究開始当初の背景

害虫の防除には殺虫剤を利用した化学的防除と天敵生物を利用した生物的防除が最もよく利用されるが、一般に生物的防除に利用される天敵昆虫類は殺虫剤の悪影響を受けやすく、殺虫剤と天敵昆虫の併用は難しいと考えられている。たとえば、温室等で特定の害虫に対して天敵昆虫を利用した生物的防除を行う場合、同じ作物上で発生する他の害虫に対して殺虫剤を利用することはできず、生物的防除が利用できる場面が制約される。しかし、我々の研究では、重要害虫オオタバコガの有力天敵である寄生蜂オオタバコガコマユバチは、砂糖水摂取時に殺虫剤の匂いを経験させると、殺虫剤の匂いを学習し、その匂いを好むようになることが明らかになった(Alyokhin et al. 2010)。この結果から、特定の害虫に対して有効である選択的殺虫剤の散布は必ずしも付近にいる寄生蜂にマイナスではなく、寄生蜂は圃場において殺虫剤の匂いの助けを借りて寄主や餌を効率的に探索できる可能性がある。また、農薬散布圃場で寄生率が上がれば、土着の寄生蜂の次世代も増える。したがって、農薬が散布されても付近の寄生蜂を温存し、天敵としての機能を向上させる可能性があり、同一圃場内の複数の害虫の防除において農薬と天敵昆虫の両者の共用が可能となる。

Alyokhin et al (2010) *Biocontrol Science and Technology* 20: 317-329.

2. 研究の目的

本研究では、室内実験および半野外実験により農薬散布下で天敵昆虫の機能向上の可能性を探る。まず、通常使われる殺虫剤のうち寄生蜂の成虫に致死的作用がなく、その匂いを寄生蜂が学習できる殺虫剤を特定する。次に、殺虫剤を散布した植物上での寄生蜂の行動、寿命を調べ、寄生蜂における殺虫剤の匂いへの誘因効果がどれくらい持続するのかおよび、殺虫剤への接触が継続する場合寄生

蜂の寿命や行動に及ぼす影響を明らかにする。さらに、殺虫剤の誘因効果が持続し、寄生蜂への負の影響が少ない場合、大型風洞装置および温室内においてオオタバコガ幼虫の殺虫効果を殺虫剤散布あるいは非散布、寄生蜂放飼あるいは非放飼の4つの組み合わせで調べ、殺虫剤散布と寄生蜂の間の相互関係を明らかにする。

本研究は、害虫防除における化学的防除と生物的防除の両立の可能性を探るものである。慣行の害虫防除では殺虫剤の散布が普通であるが、1種の害虫に対して殺虫剤が利用された場合、他の害虫に対する天敵昆虫の作用は期待できないと考えられてきた。しかし、殺虫剤により天敵昆虫の有効性が増せば、害虫防除の効率は格段に上がると考えられる。また、合成化学の進歩により、対象害虫以外の生物には比較的無害の農薬が登場してきているが、さらに天敵昆虫が学習しやすい匂い(誘因されやすい匂い)を付加することにより、その殺虫効果(天敵昆虫による殺虫も含め)はさらに高まることとなる。これまで、殺虫剤と天敵昆虫の利用は相反するように考えられてきたが、我々の方法がうまくいけば、両者の利点を最大限に引き出す害虫防除法の開発も将来見えてくる。

3. 研究の方法

本研究では、室内実験および半野外実験により農薬散布下で天敵昆虫の機能向上の可能性を探る。

寄生蜂成虫による匂いの学習

オオタバコガコマユバチがシヨ糖水溶液を摂取時に匂いを与えるとその匂いを学習し、その匂いを好むようになることがわかっている。まず、Alyokhin et al. (2010)の方法(シャーレに匂い源を入れ、アルミホイルで蓋をする。そのアルミホイルの中央部に2ミリ四方のシヨ糖水溶液を付けたる紙を置き、その周りに6個の穴をピンで開ける。10秒間隔で蜂にシヨ糖水溶液を5回摂取させ、条

件付ける。匂いに対する反応は、同じように匂源をおいたシャーレを中央に6つの穴のあるアルミホイルでカバーをする。条件付け他蜂を中央に置き、穴から出てくる匂いに対する反応を調べる)および、シヨ糖摂取時に匂いを吹きかける方法で試した。

糖に対する蜂の反応

学習に最適な糖を選別するため、シヨ糖、ブドウ糖、果糖、麦芽糖に対する未経験蜂および糖摂取経験蜂(以後、経験蜂)の反応を調べた。

風洞内における殺虫剤散布植物への反応
殺虫剤を散布し、シヨ糖水溶液を置いたダイズ苗を風洞に置き、雌成虫を放して、植物上滞在時間、寄主への産卵数を記録した。

USDAの大型風洞を用いた殺虫剤散布植物への反応

平成23年12月~1月に2週間 米国ジョージア州、ティフトンにあるアメリカ農務省 作物保護・管理学研究所において、大型風洞を用いた殺虫剤産婦植物への反応を調べるとともに、各種糖類に対する応答行動について実験を行った。

4. 研究成果

寄生蜂成虫による匂いの学習

メタミドホス、トレボン(エトフェンプロックス)、スミチオン(MEP 乳剤)、除草剤ハーブニート(グリホサート)に対して、未経験蜂はその匂いを避けるが、経験蜂はその匂いを好んだ。しかし、餌摂取中にこれらの匂いを吹きかけた場合、それらの匂いに対する反応もなかった。長時間、匂いを吹き付けると、蜂の動きが鈍り、蜂に悪影響があることが観察された。

糖に対する蜂の反応

シヨ糖、ブドウ糖、果糖、麦芽糖を未経験蜂に与えると、蜂はどの水溶液も摂取するが、麦芽糖に対する摂取時間は他の3つの糖よ

り短くなった。

シヨ糖、ブドウ糖を短時間与えた後、果糖や麦芽糖を与えた時、蜂は極めて短い時間それらの糖を摂取した後、水溶液から離れた。その後、何度もその水溶液を訪問するが、口器を短時間付けるだけでそこを離れた。これらのことは、蜂がシヨ糖、ブドウ糖と果糖、麦芽糖を識別できることを示している。

麦芽糖を与えた成虫の寿命は他の3つの糖を与えた成虫の寿命より有意に短く、餌として他の3つの糖に劣ることから、麦芽糖に対する蜂の摂取行動は、低質の麦芽糖に対する嗜好性の低さを反映するものであると考えられた。

一方、果糖は野外の植物の蜜に普通に存在するもので、蜂の餌としては適していると考えられている。室内実験でシヨ糖、ブドウ糖と果糖をそれぞれ与えた成虫の寿命には有意な差は見られなかった。果糖だけを与えるまで満腹になるまで摂取を続けるのに、どうしてシヨ糖やブドウ糖を摂取後に果糖の摂取を避けるようになるのか、その行動の意義は現在のところ不明である。

風洞内における殺虫剤散布植物への反応

メタミドホス、トレボン(エトフェンプロックス)、スミチオン(MEP 乳剤)、除草剤ハーブニート(グリホサート)をそれぞれ散布した植物上でシヨ糖水溶液を摂取させた後、寄主において寄主探索行動を観察したが、対照区であるバニラを散布した植物と比べ、その滞在時間、産卵数は有意に低かった。

USDAの研究所で同様の実験を行ったが、殺虫剤散布区で滞在時間や寄主探索効率が改善されるという結果は得られなかった。

これらの結果から、現在市販の農薬の匂い成分を寄生蜂は学習するが、散布時の匂いの濃度は低く、寄生蜂の探索効率を改善することはなかった。農薬の匂いを吹きかける実験で

は、蜂の行動が明らかに鈍くなることから、農薬に含まれる揮発性物質が寄生蜂に悪影響を与えることが推測された。これが、今回農薬の散布が寄生蜂の探索効率を改善しない原因であると考えられた。

バナナを設置した植物では、餌未摂取の寄生蜂の滞在時間、産卵数は、何も設置しない場合に比べ高くなった。別の研究でも、空腹の蜂が、餌を摂取時に、その周りの匂いを学習し、摂取後その付近に長く滞在して寄主を探索することがわかっている。したがって、農薬自体の匂いではなく、植物に寄生蜂の学習に適した匂い（植物成分）を摂取する、あるいは、農薬にそれらの成分を付加することにより、農薬散布が寄生蜂の寄主探索行動（害虫防除効率）を改善する可能性があると考えられる。

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 1 件)

Makatiani, J. K., Le, K. H., Olson, D. M., Wäckers and K. Takasu (2014) An acquired distaste: Sugar discrimination by the larval parasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) is affected by prior sugar exposure. *Journal of Experimental Biology* (in press). DOI: 10.1242/jeb.091843

〔学会発表〕(計 2 件)

Takasu, K. and Le, K. H. (2013) Adult mass rearing affects foraging behavior in the larval parasitoid *Microplitis croceipes*. The 4th International Symposium on Biological Control of Arthropods, March 4-March 8, 2013, Pucon, Chile.

Takasu, K. and Makatiani, J. K. (2013) Olfactory associative learning of mate searching cues by the larval parasitoid *Microplitis croceipes*. 3rd International Entomophagous Insect Conference. June 2-6, 2013, Orford, Quebec, Canada.

6．研究組織

(1)研究代表者

高須 啓志 (TAKASU Keiji)
九州大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号：50212006