

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：82104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26850033

研究課題名(和文)空間疫学的手法を用いた交信かく乱法の安定的な適用条件の解明

研究課題名(英文)Elucidation of stable application conditions for the mating disruption technique using spatial epidemiology

研究代表者

小堀 陽一(Kobori, Youichi)

国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・熱帯・島嶼研究拠点・主任研究員

研究者番号：50414628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：交信かく乱法は、作物害虫に対する環境保全型の総合防除体系を構築するための基盤技術であるが、露地栽培においては効果が安定しない事例が散見される。本研究の結果、効果が不安定である理由の一つとして、施用地域の地形が挙げられ、尾根では効果が低く盆地では効果が高いことが統計的に示された。従って、地形に応じて合成性フェロモン剤の施用量を変化させることで、対象地域全体における交信かく乱法の効果を最大化できる可能性があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Mating disruption is a pest management technique that has a low environmental impact and is, therefore, considered to be a key technique in the development of integrated pest management systems. However, in some cases, the effect of this technique is not stable, especially in open field applications. The results of this study suggest that the efficacy of the mating disruption technique is significantly related to geological features. Mating disruption was found to be particularly less effective in the field location in a ridge area. Our study further suggests that the effect of this mating disruption technique could be maximized over the target area if the dosage of the mating disruption agent is managed in consideration of the geographical features of the area.

研究分野：応用昆虫学

キーワード：交信かく乱 サトウキビ ズイムシ 性フェロモン GIS タイ

1. 研究開始当初の背景

(1) 一部の昆虫は、メスが性フェロモンを放出し、それに引き寄せられたオス成虫と交尾をすることで次世代を産出する。この生態を利用し、害虫の性フェロモンを合成して広範囲に充満させ、オス成虫がメスの位置を特定できないようにすることで交尾を阻害し、害虫の個体数を減少させる防除法(交信かく乱法)が開発されている。本防除法は、処理が簡便で一度の処理で長期間効果が持続することに加え、標的生物以外には無害であるとされることから、環境保全型の害虫防除法技術として注目されている。しかし、効果を発揮するためには、標的とする害虫の密度を、偶然、雌雄が出会って交尾に至る確率が十分に低くなる程度まで低下させておく必要がある。従って本防除法は、天敵を利用する生物的防除法とともに、環境保全型の総合防除法へ組み込まれることが多い。

(2) 交信かく乱法は世界各地で実用化もしくは実用化に向けた研究が開始されているが、効果が不安定になることも多い。特に、露地栽培で使用される場合には、十分な効果が得られないケースが散見される。本防除法をさらに効率的に活用する方法を見出すため、効果が不安定になる理由の解明が待たれている。

2. 研究の目的

(1) 交信かく乱法の効果が不安定になる理由として、以下の2つの仮説が考えられる。

(2) 第一の仮説は、同法の効果が不安定な地域は、地形的な影響により処理した合成性フェロモンが対象地域内に充満していない、という説である。この仮説については、交信かく乱法が開発された当初から検討されており、合成性フェロモンの挙動と処理区における既交尾メスの比率に着目した研究などが行われた。しかし、合成性フェロモンは微量であり検出が困難である、等の技術的な制限要因が多いため、野外での実態を把握するには至っていない。従って、別の視点からの検証が必要である。

(3) 第二の仮説は、合成性フェロモンが充満した圃場内では、性フェロモンを手がかりとして餌を探索している天敵昆虫類の害虫探索効率が低下し、天敵に依存していた害虫密度抑制機能が作用しなくなることで、交信かく乱法が有効となる密度以上に害虫が増加する、という説である。交信かく乱法の直接的な効果は交尾阻害のみであることから、害虫を捕食することでその個体数減少に直接寄与する生物的防除法の効果を大きく阻害する場合、害虫密度の増加を招く可能性がある。しかし、天敵に対する害虫の合成性フェロモンの影響に関する研究は、室内実験系で実施されており、野外での実態を調査した研

究はほぼ見られない。交信かく乱法と生物的防除法のトレードオフは、合理的な総合防除法を構築するために重要であることから、室内実験と圃場試験の結果を比較検討することで、交信かく乱法の影響を評価する研究が必要であると考えられる。

(4) 本研究は、上記2つの仮説を検証した結果から、同法の露地栽培作物における安定的な適用条件を解明するための基礎的知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 日本において交信かく乱法の普及が進んでいる露地栽培作物であるサトウキビに着目し、その害虫であるイネヨトウおよびその天敵類を材料とした。

(2) 第一の仮説については、以下の方法で検証した。多様な地理的条件下のサトウキビ生産地域でイネヨトウを標的とした交信かく乱法が普及している鹿児島県島嶼部に位置する、沖永良部島を研究サイトとした。はじめに、交信かく乱剤を施用した圃場を様々な地形の地域に設営した。それらの圃場内に、合成性フェロモンを用いたフェロモントラップ(交信かく乱が効果を発揮している場合、同トラップに誘引・捕獲される成虫数が減少する)を設置し、約10日毎に誘殺数を計数することで、交信かく乱の効果を定量化した(図1)。

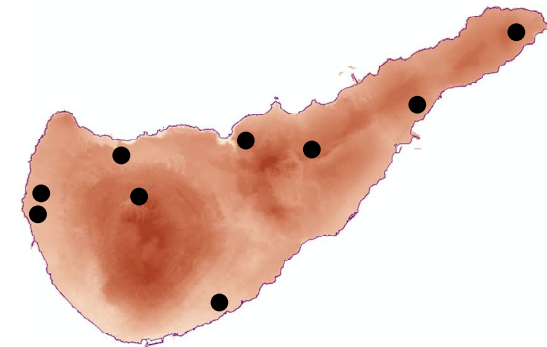


図1. 沖永良部島の地形とフェロモントラップ設置位置

色が濃い場所ほど標高が高いことを示す。
は本報告書で用いたデータを採取したフェロモントラップの設置位置。

任意の地点のフェロモントラップ誘殺数に影響を及ぼす可能性がある要因として、地形および交信かく乱剤施用の有無のほか、調査間隔、交信かく乱法の処理面積を考慮した。地形については、国土地理院から標高情報入手し、地形解析ソフトを用いて50mメッシュ

ユの TPI 値（尾根度。地形の相対的な凹凸を定量的に示す指標。値が大きいほど尾根地形、低いほど谷地形となる。）を算出して用いた。得られたデータを、一般化線形混合モデルで解析し、AIC によりモデル選択を行った（AIC: 統計モデルの予測性の良さを評価する統計量。値が最も小さいモデルが最も予測性が良い。）なお、本調査は、平成 26 年および平成 27 年の 2 シーズン行ったが、一部の解析には平成 24 年および平成 25 年に先行的に行った調査データも利用した。

（3）第二の仮説については、以下の方法で検証した。平坦な地形でサトウキビが広範囲に定植され、天敵の大量放飼を行っている地域に交信かく乱法を導入する計画が検討されている、タイ王国東北部を研究サイトとした。調査および実験は、タイ王国農業協同組合省農業局傘下のコンケン畑作物研究センターの実験室および圃場で実施した。交信かく乱の影響を受ける可能性が高い天敵種を絞り込むため、現地で増殖および圃場への放飼が行われている卵寄生蜂 1 種、幼虫寄生蜂 1 種、捕食性天敵 2 種を材料とした予備実験を行った。予備実験の結果から選抜した卵寄生蜂（タマゴコバチの 1 種）を材料とし、交信かく乱が寄主探索行動に及ぼす影響を評価するための室内・圃場実験を行った。室内実験では、はじめに、合成性フェロモンが充満した小空間（縦×横×高さ=約 9m×約 5m×約 2.6m）を作出した。その中に卵寄生蜂を 200 頭放飼するとともに、放飼点から約 1m、2m、3m、4m、5m 離れた地点に、それぞれ寄主となる昆虫の卵を約 1,000 個設置した。2 日間静置したのち、放飼された寄生蜂による寄主卵への寄生率を求めた。推定された寄生率を、合成性フェロモンを処理していない条件下の寄生率と比較することで、合成性フェロモンによる寄主探索行動の阻害の有無を検証した。なお、実験はそれぞれ 10 反復行った。圃場実験については、卵寄生蜂が継続的に放飼されている圃場に対し、交信かく乱剤により合成性フェロモンを十分量滞留させたのち、放飼されている卵寄生蜂の寄主となる昆虫の卵を約 2000 個設置した。2 日後に卵を回収し、合成性フェロモンを処理していない圃場と寄生率を比較することで、合成性フェロモンによる寄主探索行動の阻害の有無を検証した。本実験は、6 反復行った。

4. 研究成果

（1）第一の仮説について、得られたデータを一般化線形モデルに当てはめ検証した。その結果、交信かく乱剤施用の有無に加え、処理面積と地形（TPI 値）が、イネヨトウの誘殺数に影響していることを示唆する結果が得られた。また、AIC によりモデル選択を行った結果、予測性が最も良いと考えられたモデルは、全ての要因を組み込んだモデルであった。これらの結果から、本実験で施用した

交信かく乱剤は効果を発揮したことに加え、地形が交信かく乱剤の効果に影響を及ぼしていることが示された。地形については、TPI 値が大きくなるほど効果が減少することを示す結果となったことから、交信かく乱は、尾根地形では効果が低く、盆地では高い効果を示したと考えられた。また、交信かく乱剤の処理面積が広がると、同防除法の効果が高くなる傾向があることも示唆された。この結果は、これまでに一般的に考えられてきた説を支持するものであると考えられる。一方、今回の解析で用いた圃場の面積は、一定の範囲内に留まるため、圃場面積が増加することによる、交信かく乱法の効果の上昇を定量的に解析し、効率的な処理面積について考察することは困難であった。しかし、今後、本研究で用いた手法により追加の調査を行うことで、この点についても定量的な知見が得られると考えられる。

（2）第二の仮説について、予備試験で選抜されたタマゴコバチの 1 種を材料として、室内実験で検証した。その結果、合成性フェロモンが充満した室内では、放飼されたタマゴコバチによる寄主卵への寄生率が、合成性フェロモンを処理していない室内に比べて低下する傾向が見られた。従って、合成性フェロモンにより同種の寄主探索能力が低下した可能性が高い。しかし、その低下割合は数%程度であった。一方、圃場実験では、合成性フェロモンを滞留させた圃場と無処理圃場に設置された寄主卵の寄生率に、統計的に有意な差は見られなかった。従って、今回の圃場実験からは、タマゴコバチの 1 種の寄主探索能力に及ぼす交信かく乱実施の影響は検出されなかったと考えられる。これらの結果から、交信かく乱の実施は、材料としたタマゴコバチの 1 種の寄主探索能力に影響を及ぼしている可能性が示唆されたが、露地栽培現場における影響は、限定的である可能性が高いと考えられた。

（3）本研究の結果から、施用地域の地形が交信かく乱法の効果に影響することが判明し、尾根地形では効果が低く、盆地では効果が高くなることが統計的に示された。従って、露地栽培現場において本法の効果が不安定になる理由のひとつは、対象地域内の各圃場の地形が効果に影響するにも関わらず、一般的に、交信かく乱剤は標的とする地域に均一に施用されているためであると考えられた。本成果は、沖永良部島のサトウキビ栽培現場における交信かく乱剤の効果最大化するための、基礎的知見である。今後、沖永良部島における交信かく乱剤の効果と地形および土地利用の関係を面的に解析し、任意の地域における単位面積当たりの施用量は増加させずその設置位置を合理化することで、本法が最も高い効果を発揮する条件が見出されると考えられる。また、本研究で用いた空

間疫学的手法による研究を、他の露地栽培作物およびその害虫の系でも行うことで、交信かく乱剤の配置と地理的条件に関するより普遍的な統計モデルが構築され、他の系についても広く応用可能な成果を出すことができると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計4件)

Kobori Youichi, Takesaki Ken, Osawa Takeshi, Yamaguchi Takuhiro, Effect of geographical features on the efficacy of mating disruption technique in *Sesamia inferens* (Lepidoptera: Noctuidae) in sugarcane fields, Entomology 2017: Ignite. Inspire. Innovate., November, 2017, Denver (United States of America).

小堀 陽一、嶽崎 研、大澤 剛士、山口卓宏、田之頭 拓、内藤 尚之、地形が交信かく乱法の効果に及ぼす影響、第61回日本応用動物昆虫学会大会、2017年3月28日、東京農工大学(東京都・小金井市)

嶽崎 研、山口 卓宏、田之頭 拓、小堀 陽一、大澤 剛士、内藤 尚之、サトウキビのイネヨトウに対する交信かく乱による防除効果、日本昆虫学会第76回大会・第60回日本応用動物昆虫学会大会合同大会、2016年3月29日、大阪府立大学(大阪府・堺市)

嶽崎 研、山口 卓宏、田之頭 拓、小堀 陽一、大澤 剛士、内藤 尚之、奄美地域におけるサトウキビのイネヨトウに対する交信かく乱による防除、第59回日本応用動物昆虫学会大会、2015年3月28日、山形大学(山形県・山形市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小堀 陽一 (Youichi Kobori)
国際農林水産業研究センター・熱帯・島嶼
研究拠点・主任研究員
研究者番号：50414628

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

大澤 剛士 (Osawa Takeshi)
嶽崎 研 (Takesaki Ken)
ブッダシマ イサラ (Buddhasimma Issara)