

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	風間 春奈
論文題目	モモシクイガに対する炭酸カルシウム水和剤の産卵抑制機構		
(論文内容の要旨)			
<p>モモシクイガ <i>Carposina sasakii</i> はリンゴ <i>Malus domestica</i> の主要な害虫である。幼虫は果実内に穿孔して内部を食害しながら幼虫期を過ごすため、この時期の殺虫剤の散布効果は乏しい。また、成虫の発生は数ヶ月にわたってばらつくため、時宜にかなった殺虫剤散布も困難である。さらに、本種は日本のリンゴ総輸出量の75%を占める台湾には生息せず、検疫対象としても注視されている。近年、炭酸カルシウム水和剤“ホワイトコート”の圃場散布が本種の産卵数を有意に減少させることが報告された。ホワイトコートは炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) を主成分とし、粉末の付着性を向上させるための固着剤が少量添加されている。従来、CaCO<sub>3</sub> 微粉末は飼育昆虫の脱走防止に用いられることから、滑落による歩行障害が産卵数減少を引き起こすと予想されていたが、詳細な作用機構はわかっていなかった。本剤の産卵抑制機構の解明が、新たな防除資材開発にかかわる基礎的知見の獲得につながると考えた。本研究では、ホワイトコート散布によるリンゴ果実香气成分の変化と、それに伴うモモシクイガの行動変化を通じて、産卵抑制効果の要因を明らかにすることを目的とした。実験には、日本でもっとも生産量の多い品種‘ふじ’の幼果を用いた。</p> <p>第 1 章の序論に続く第 2 章では、果実に対するホワイトコート処理がモモシクイガ雌成虫の産卵行動に与える影響を調べた。独自に立ち上げた室内行動評価系を用いて雌成虫の行動を解析した結果、産卵は暗期開始直後に集中した。さらに、産卵に関わる一連の行動を近傍定位、果実上探索、腹曲げに分類した。また、GC-EAD 分析の結果、ホワイトコートに含まれる固着剤 2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (TXIB) に対して雌成虫触角が電位応答を示した。ホワイトコートあるいは TXIB で処理した果実を雌成虫に与え、上記行動に注目し、それらにかかった時間をコントロールの場合と比較した。その結果、コントロールに比べいずれの処理でも果実上探索と腹曲げの時間が有意に短縮した。また、近傍定位中には、ホワイトコートおよび TXIB 処理で触角を頻繁にぬぐう行動 (グルーミング) が検出されたが、コントロールでは全く検出されなかった。以上より、果実表面から揮発した TXIB が触角で受容され、嗅覚定位行動に干渉し、グルーミング行動が増えた結果、果実上探索と腹曲げ行動が解発されず雌の産卵数が減少したと考え、これを“産卵抑制効果”と位置付けた。さらに、ヘッドスペース法および固体捕集法を用いた果実香气成分の GC-MS 分析で、ホワイトコート処理した果実特異的に TXIB およびそのモノエステル類縁体 2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol 1-isobutyrate、2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol 3-isobutyrate (texanols と総称) が検出された。TXIB には不斉炭素が 1 つ存在することから、キラルカラムを用いた光学分割により (3S)- および (3R)-TXIB を調製した。雌成虫の触角を用いた GC-EAD 分析では TXIB、(3R)-TXIB、モノエステル体に対して電位応答を得たが、生物試験の結果 TXIB、(3R)-TXIB のみが産卵抑制効果を示した。従っ</p>			

て、(3R)-TXIB が本種雌成虫に受容され、産卵抑制効果を誘発すると結論した。

第 3 章では、CaCO<sub>3</sub> 微粉末の滑落効果について検証した。CaCO<sub>3</sub> 処理果実上を雌成虫に歩かせると滑落したが、ホワイトコート処理果実では滑らなかった。SEM による形態観察から、本種が脚の先端の滑らかな爪間盤で果実表面に接着することを示した。滑落効果を定量的に評価するため、雌成虫の牽引力を測定、比較した。まずガラス板、次にコントロール果実あるいは CaCO<sub>3</sub>/ホワイトコート処理果実、再びガラス板上を歩かせ、それぞれの場合の牽引力を測定した。その結果、ガラス板上に比べ CaCO<sub>3</sub> を処理した果実上で牽引力が有意に低下し、その後にガラス板上を歩かせてもその牽引力は回復しなかった。SEM 観察の結果も考慮し、CaCO<sub>3</sub> 粒子が爪間盤に付着してその機能が損なわれ、被接着面との相互作用が減少したためと考えた。一方、ホワイトコート処理では牽引力の低下は観測されず、爪間盤にも CaCO<sub>3</sub> 粒子は付着していなかった。以上の結果から、固着剤として添加された TXIB によって主成分である CaCO<sub>3</sub> の滑落効果が打ち消されたこと、ホワイトコートの産卵抑制効果は従来考えられていた CaCO<sub>3</sub> による物理的作用ではなく、TXIB の揮発による化学的作用に基づくことと結論した。

第 4 章では、青森県りんご研究所内の殺虫剤を散布していない圃場で、TXIB を用いた活性評価試験を行った。その結果、室内試験と同様の産卵抑制効果を観測したことから、新しい防除資材として TXIB の有用性を確認した。しかしながら、産卵数の抑制程度はホワイトコート処理に比べると小さかった。SEM による観察から、ホワイトコート処理果実の表面に炭酸カルシウムの針状結晶が多数見いだされ、結晶による物理的産卵忌避作用の寄与が示唆された。

第 5 章では、本論文で明らかになった TXIB の産卵抑制効果の作用機構について、嗅覚受容システムの生化学的および分子生物学的観点から考察した。また、害虫の行動制御剤の開発における昆虫の感覚器官および生態的特性の研究の重要性を述べ、将来的な研究の発展性について論じた。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

モモシクイガはリンゴの難防除害虫の一種であり、その被害を低減するため、より効果の高い防除法の開発が模索されて来た。近年、圃場散布した炭酸カルシウム水和剤“ホワイトコート”に本種の産卵数を減少させる効果が見いだされたが、その作用機構は明らかにされていなかった。本論文では、ホワイトコート、それに含有される固着剤 2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (TXIB) および炭酸カルシウム微粉末の果実に対する処理が本種雌成虫に与える影響について行動、生理、形態、化学、および物理の観点から幅広く解析し、ホワイトコートの産卵抑制効果の作用機構を明らかにした。評価できる点は以下の通りである。

1. 固着剤 TXIB がモモシクイガ雌成虫に対して産卵抑制効果を示すことを明らかにした。その過程で TXIB は触角に電位応答を引き起こし、リンゴに対する定位行動に干渉することを示した。
2. モモシクイガの脚とリンゴ表面の接着には爪間盤が関与することを明らかにした。
3. 炭酸カルシウム微粉末が爪間盤に付着することで生じる滑落効果が、ホワイトコートにおいては TXIB によって打ち消されていることを明らかにした。
4. 圃場のリンゴ果樹に対する処理によって、TXIB の産卵抑制効果を確認した。
5. ホワイトコートの産卵抑制効果には、TXIB の嗅覚受容システムに対する影響に加えて、炭酸カルシウム結晶による物理的産卵忌避作用の寄与が示唆された。

以上のように、本論文はホワイトコートがモモシクイガ雌成虫の産卵行動を抑制する機構について、生理・行動に影響する因子を明らかにすることで、昆虫の行動制御技術に関わる新たな知見を与えるものであり、化学生態学・農薬科学・応用昆虫学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和2年4月9日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）