

臭化メチル剤の全廃に伴う
クリシギゾウムシの
代替防除技術について
(参考資料編)



平成29年3月

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門

はじめに

平成 25 年度から農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「25070C クリのくん蒸処理から脱却するクリシギゾウムシ防除技術の開発」に取り組んだ。その中で、臭化メチルくん蒸代替技術の確立が進展するよう、技術的課題の解決について検討し、その成果をマニュアルとして完成させた。

上記事業に取り組み、検討した技術のうち、マニュアルには反映できなかった検討課題について、参考資料編として取りまとめた。今後、代替技術の開発を進めるときの参考として、同じ検討を繰り返すことなく、効率的な代替技術開発が進められることを願う。

目 次

1	立木防除技術の検討	4
	(1) 樹幹注入技術の検討	4
2	収穫後処理技術の検討	5
	(1) 小規模温湯処理装置の試作	5
	(2) 蒸気処理	5
	(3) エレクトロフィッシャーによる電撃殺虫	6
3	成虫調査方法の検討	7
	(1) 羽化トラップ	7
	(2) 幼虫の調整	8
	(3) クリ樹上成虫調査	8
	a. 掛矢による叩き落とし	8
	b. ビーティング	9
	(4) トラップ調査	10
	a. サークルトラップ	10
	b. カシナガキクイムシ用トラップ	10
	c. ハエトリビン型トラップ	11
	d. 粘着紙	11
	e. 粘着シートトラップ	12
	f. 黄色粘着トラップ：発生地での調査	13
	g. 黄色粘着トラップ：クリ園での調査	13
	(5) 緑色光への誘引試験	14
	a. 室内での走光性	14
	b. 網室内での走光性	14
	c. 屋外で緑色LEDを使用したトラップ調査	15
	(6) 白色光への誘引試験	16
	a. 網室での走光性	16
	b. 白色LEDによる誘引試験	17
	(7) オス、メスの誘引試験	18
3	幼虫密度調査法	19

1 立木防除技術の検討

(1) 樹幹注入技術の検討

クリシギゾウムシの防除は薬剤散布も行われているが、傾斜地の防除では労力が大きく、省力的な防除技術の開発が望まれている。クリのカイガラムシ類に対しては、マツグリーン2液剤の樹幹注入処理が確立・農薬登録されており、樹幹注入がクリシギゾウムシにも応用可能かどうかを検討した。

成虫放飼の有無や時期によって防除効果に違いが見られ、樹幹注入処理で防除効果があると判定されるのは、「筑波」では9月3日放飼区、「岸根」では自然発生区だった(図1-1)。

検討した範囲では、2015年現在利用可能な薬剤を用い、樹幹注入でクリシギゾウムシの被害を安定して抑えるのは難しいと考えられる。



図1-1. 樹幹注入試験の様子

樹幹注入区：8月12日にマツグリーン液剤250倍液を1,000ml/樹注入。
 立木散布区：9月8日にモスピラン水溶剤2,000倍液を250L/10a散布。
 無処理区
 上記の区に8月17日と9月3日雌成虫1個体を放飼した区を設置。

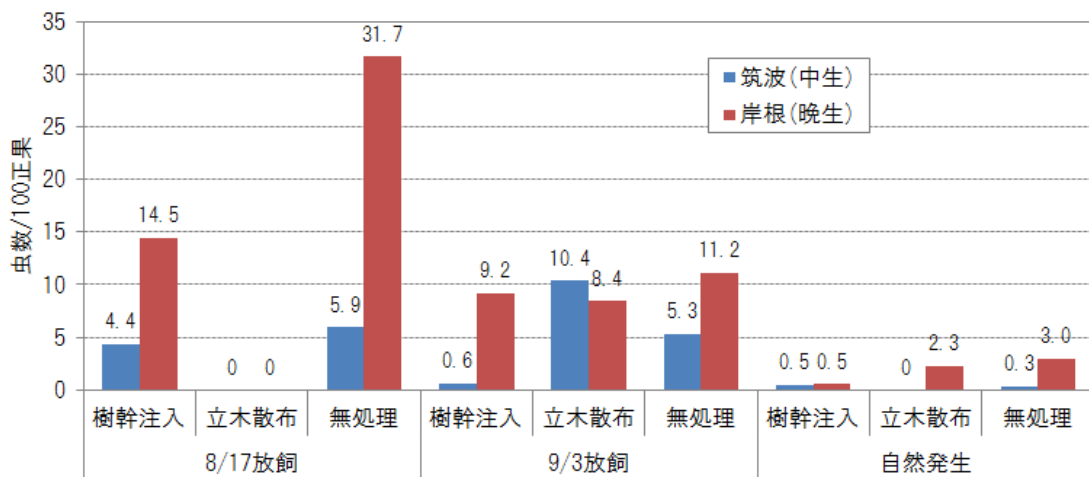


図1-2. 樹幹注入処理による防除効果

2 収穫後処理技術の検討

(1) 小規模温湯処理装置の試作

個々の農家や共同出荷グループが利用可能な 30 kg 処理規模の温湯処理機を検討した(図 2-1)。作業性を考慮して温湯槽と乾燥槽に分割し、温湯槽はデジタル表示式ヒーターと流水用ポンプを設置して温度設定の簡易化と湯温の安定化を図った。乾燥槽はポリ塩化ビニル製で棚を 6 段とし、側面に除湿機を設置して除湿した空気が 6 段の棚に均一に行き渡る構造にした。試作機を市販すると仮定すると価格は 58 万円くらいと想定された。



図 2-1. 試作した温湯処理装置 (左) と乾燥装置 (右)

(2) 蒸気処理

蒸気処理はタイヨウ製作所製アクアクッカー (図 2-2) を使用し、クリ表面温度 80℃で処理時間は 45 秒、60 秒、90 秒、120 秒、180 秒とした。また、せいろによる処理時間 120 秒、180 秒の効果についても検討した。蒸気消毒の防除効果は表面温度を 80℃にした場合、180 秒処理では被害果率 0%と、効果が認められたが、120 秒以下では被害果が発生し防除効果は不十分だった。せいろでは 180 秒処理でも被害果率 4.8%と被害が認められた(表 2-1)



図 2-2. 蒸気処理装置

表 2-1 蒸気処理によるクリシギゾウムシ駆除効果

処理時間 (秒)	アクアクッカー		せいろ	
	果数	被害果率(%)	果数	被害果率(%)
無処理	110	34.5	—	—
45	82	13.4	—	—
60	80	8.8	—	—
90	88	4.5	—	—
120	86	2.3	83	6.0
180	86	0	83	4.8

(3) エレクトロフィッシャーによる電撃殺虫

水中のクリ果実に対し、高い電圧を与えることで殺虫効果が得られるか検討した。エレクトロフィッシャー（図 2-3）を 100V、200V または 400V で 2 分間処理したが、幼虫の脱出数が明確に低下する結果は得られなかった。



図 2-3. エレクトロフィッシャーによる処理

3 成虫調査方法の検討

(1) 羽化トラップ

成虫の発生時期を調べるため、土中から脱出する成虫を調べる羽化トラップを雑木林中の自生グリの樹冠下に設置した（図 3-1、例年クリシギゾウムシ被害果が認められている場所での試験）。7～9月に成虫の有無を調べたが、トラップで成虫は得られなかった。このことは自然状態では土中のクリシギゾウムシの密度が非常に低いことを示している。なお、網室などで幼虫をあらかじめ放飼した場所に、この羽化トラップを設置すると成虫の発生消長を調べることが可能である。



図 3-1. 羽化トラップの設置状況
(60×60cm)

羽化トラップで土中から脱出する成虫の発生消長を調べるには、あらかじめ幼虫を放飼し、その上にトラップを設置する必要がある。図 3-2 のように 15号植木鉢（45L）を埋設し、園芸用の土を入れる。この時、底の穴は1mmメッシュの金網を被せて幼虫が逃げないようにしておく。なお設置場所は昼間に直射日光が当たらない雑木林内などが良い。ただし水はけが悪いとポット内に水分がたまり、幼虫の生存率が低下するので、注意する必要がある。なお、埋設するのは30cm程度の深さが確保できるもので、底に水がたまらなければ、なんでもよい。



図 3-2. 幼虫を放飼する
15号植木鉢（左）と
その上に設置した羽
化トラップ

(2) 幼虫の調整

羽化調査に幼虫を調整するためには秋季に幼虫を確保する必要がある。幼虫は被害果を室温に置き、果実から脱出した老熟幼虫を回収する(図3-3)。幼虫は乾燥するので、1日1回以上回収する。回収した幼虫は、円筒形のポリ容器(2L容)に湿らせたオガ屑を入れた中にいれる。2L容器で300個体入れることができる、幼虫同士が傷つけ合うので、それ以上は入れない。幼虫は冷蔵庫で1年程度保存できる。



図3-3. 老熟幼虫の回収

プラスチック容器を2段にし、上側の容器の底を空け金網を付ける、その上に果実を置き、脱出した幼虫は下の容器にたまるので、それを回収する。上側の容器の代わりに買い物かごで行ってもよい。

(3) クリ樹上成虫調査

a. 掛矢による叩き落とし

「利平」(14、15年生)の株元にブルーシート(9.0m×7.2m)を敷設し、主幹部を掛矢により1樹あたり3回叩き、ブルーシート上に落下した成虫の個体数を計数した。また、9月12日に「丹沢」、「大峰」、「筑波」、「石鎚」についても同様の調査を行った。

成虫は調査開始日(8月22日)から観察され、「利平」の収穫時期の約1か月前(9月5日)に1樹あたり約0.9個体と最も多くの個体が観察された(図3-4)。調査期間を通じて22個体が採集された。その後、「利平」を10月6日に収穫した結果、被害果率は65.7%であった(調査果数67個)。また、「利平」以外の品種について9月12日に調査した結果、45樹あたり合計113個体が確認された。9月上旬に収穫が終了した「丹沢」においても樹あたり約1個体の成虫が確認された。「筑波」においては、最後の薬剤散布から9日後の調査であったが、薬剤散布区においても無散布区とほぼ同数の樹あたり個体数が確認された。また、品種および薬剤散布の有無による樹あ

たり個体数の有意な差は認められなかった (Kruskal-Wallis 検定、 $p>0.05$)。

本調査法は、ある程度樹上の成虫を調べることが可能であるが、樹の下にシートを設置する労力、掛矢でたたくときの個人差および樹体に影響を与える可能性、樹上の成虫の捕獲効率が不明、など考慮する点がある。

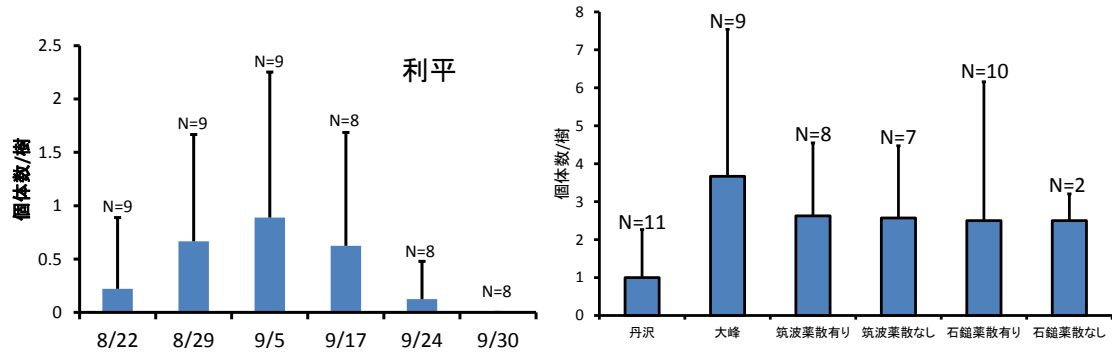


図 3-4. 成虫の樹上個体数 (左：利平、右：9 月 12 日に品種毎に調査)
1 樹当たりの平均値、縦棒は標準偏差、N は調査樹数

b. ビーティング

ビーティングは、捕虫網の柄を用いて圃場内の調査樹を側枝当たり 6 回 (反復 4 樹/園)、行った。調査は概ね午前 10 時から 12 時の間に実施した。ビーティング実施中、6 畳分のブルーシート 2 枚を樹の株元を囲むように敷き、落下した成虫を回収した。ビーティング調査は 8 月上旬から収穫期の間、に約半旬毎に実施し、樹上のクリ果実が無くなった時点で調査を終了した。

ビーティング調査による雌成虫の初捕獲は、品種に関わらず 9 月上旬であった。この傾向は H25 年の調査でも同様であった (図 3-5)。

本調査法についても、ある程度樹上の成虫を調べることが可能であるが、樹の下にシートを設置する労力、捕獲効率が低いこと、など考慮する点がある。

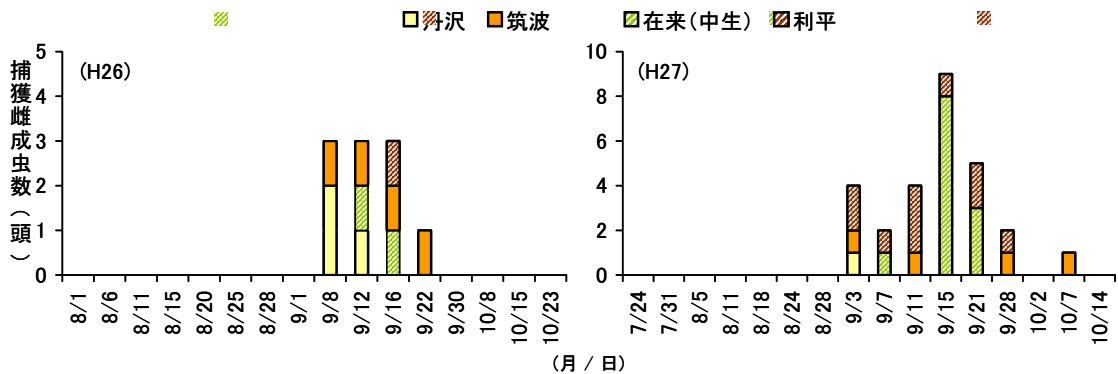


図 3-5. ビーティングによる成虫の発生消長調査
左：平成 26 年調査、右：平成 27 年調査

(4) トラップ調査

a. サークルトラップ

ゾウムシの一種 (Pecan weevil) では幹を歩行して登る性質を利用しサークルトラップが用いられている。それを参考にクリシギゾウムシにもサークルトラップが応用できるかを検討した。サークルトラップは、直径 10cm の円形に切ったステンレスネット (目合い約 0.7mm) からなる円錐の先端にポリエチレン容器 (直径約 5cm、高さ約 3cm) が糊付けされた頂点部と、円錐状に張り合わされた 40cm×55cm の網戸ネットから成る (図 3-6)。

「銀寄」に設置された 6 器のサークルトラップから、調査期間を通じてオス 14 頭、メス 17 頭が確認されたが、各トラップの総捕獲頭数と被害果率との間に相関関係は見られなかった。「利平」に設置されたトラップ 4 器からは 9 月 23 日にメス 1 頭、「岸根」の 4 器から 9 月 12 日にオス 1 頭が捕獲されたが、トラップ設置期間中 1 頭も捕獲されていない調査樹からも被害は見られた。このことから、園外から飛来するクリシギゾウムシに対しては、サークルトラップは適応できないと考えられる。



図 3-6. サークルトラップの構造

b. カシナガキクイムシ用トラップ

カシナガキクイムシ用トラップをクリ園などに設置したが、クリシギゾウムシはほとんど捕獲されなかった。(図 3-7)。



図 3-7. カシナガキクイムシ用トラップの構造と設置状況

c. ハエトリビン型トラップ

ハエトリビン型トラップをクリ園などに設置したが、クリシギゾウムシは捕獲されなかった。(図 3-8)。クリシギゾウムシが誘引される物質が特定できれば本法も再度検討の余地があると思われる。



図 3-8. ハエトリビン型トラップ

左：ハエトリビンを 3 段に重ねて、クリペーストを誘引源に使用
 中：ハエトリビンの構造、重ねることが可能で写真は 2 段に重ねている
 右：誘引源に果実を使い、樹冠に設置

d. 粘着紙

カシノナガキクイムシ用に開発した粘着紙をクリの幹に巻き付けて捕殺を試みたが(図 3-9)、成虫は捕殺されなかった。前述のサークルトラップでも捕獲数はごくわずかだったので、幹を歩行する成虫に対するトラップ調査はクリシギゾウムシに対しては効率的ではないと考えられる。



図 3-9. クリの幹に設置した粘着紙

e. 粘着シートトラップ

マツ枯れの媒介昆虫であるマツノマダラカミキリ用のスクリーントラップ（図 3-10）をクリ樹冠に設置して調査したが、調査期間中、1 頭のみ捕殺されたにとどまった。



図 3-10. クリ樹冠に設置した粘着シートトラップ

f. 黄色粘着トラップ：発生地での調査

発生地での成虫を調査するため、雑木林内の樹木間に IT シートを設置した。(図 3-11)。IT シートは 1 週間ごとに交換し、8～9 月の間調査したが、成虫はほとんど捕獲できなかった。



図 3-11. 樹木間に設置した IT シート

g. 黄色粘着トラップ：クリ園での調査

クリ園での成虫を調査するため、「虫とり君（素材は IT シート）」をほ場内に多数設置した。(図 3-12)。トラップは 1 週間ごとに交換し、8～9 月の間調査したが、成虫は捕獲できなかった。

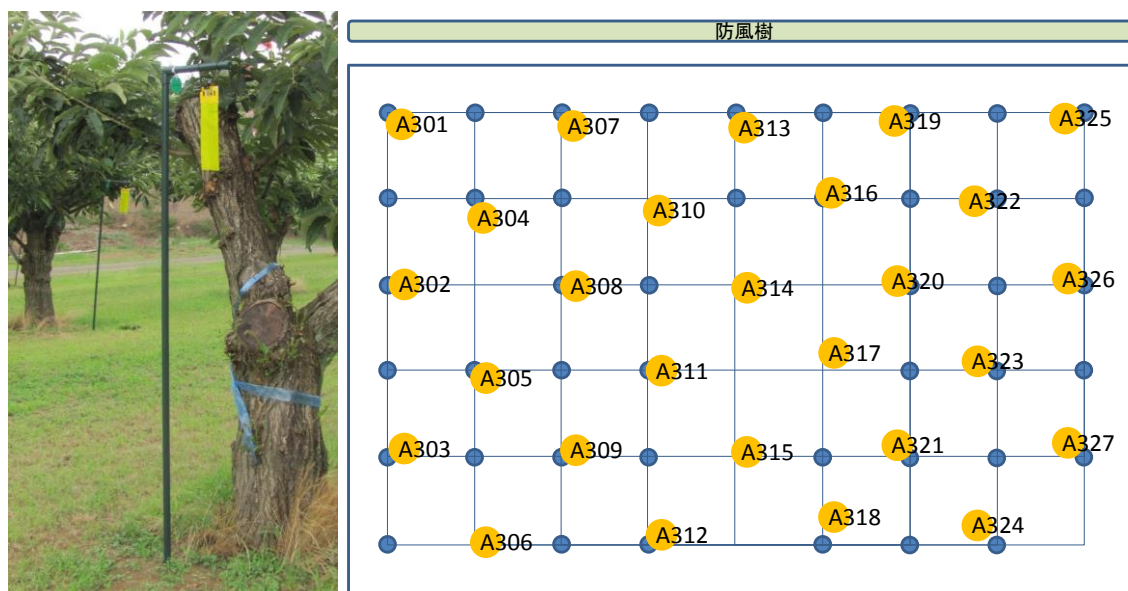


図 3-12. ほ場内のトラップ調査、右図の黄色部分にトラップを設置

(5) 緑色光への誘引試験

クリシギゾウムシ成虫を調査する方法として緑色光への誘引を検討した。室内での誘引は認められたが、屋外で試した方法では成虫の誘殺は認められなかった。

a. 室内での走光性

アクリル筒 ($\Phi 11.5 \times 66$ cm) の一方に未交尾オスまたはメス成虫をクリ果実とともに放飼した。もう一方には黄色粘着シート (5×10 cm) を敷き、筒の外側から面発光型 LED (波長 525 nm の緑色光 or 470 nm の青色光) を筒の内側に照射した。LED 未設置区との 3 試験区について、24h 後にトラップされた個体数を比較した (図 3-13)。その結果、緑色光への誘引が認められた (図 3-14)。

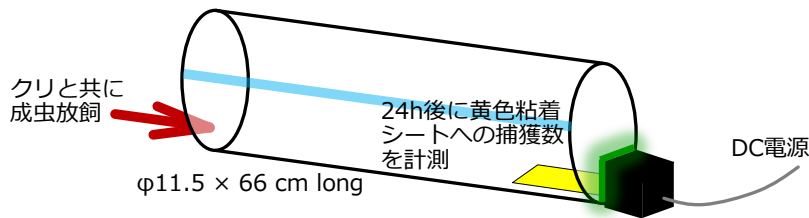


図 3-13. 実験室内における光への誘引試験

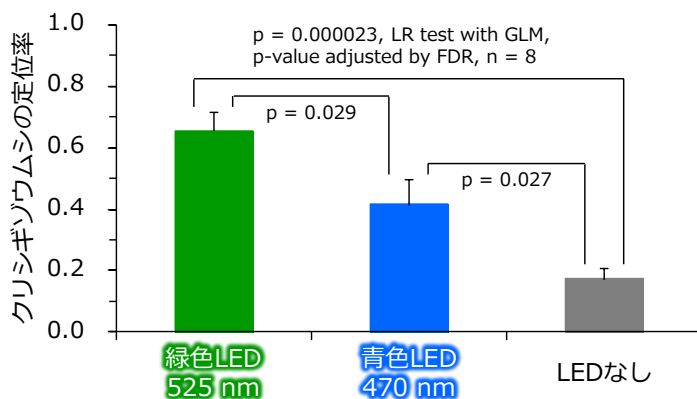


図 3-14. 実験室内における成虫の緑色光への誘引

b. 網室内での走光性

幼虫を放飼し、成虫が多数発生した網室にて、簡易型緑色光トラップ (図 3-15)、光源未設置の粘着板、緑色光ライト (上記ランタンより出力の劣る LED ランタン) の水盤トラップを設置し、捕殺された個体数を計測した。地面に設置した緑色光トラップで成虫が捕獲できた (図 3-15)。ただし網室内に徘徊している成虫数は不明であるため、捕獲効率は不明。また、光量の違いがあるため直接の比較はできないが、地面設置の方が吊り下げるタイプのトラップよりは捕獲効率がよいと推測できる (9月中旬以降の試験)。



簡易型緑色光トラップ
(白色LEDランタンに緑色セロファンを被せ、粘着板に乗せたもの)

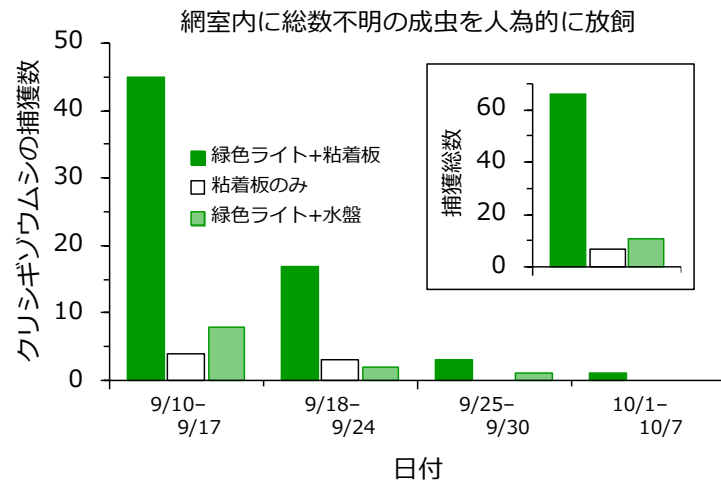


図 3-15. 網室内における成虫の緑色光への誘引試験

c. 屋外で緑色 LED を使用したトラップ調査

屋外でテープ状の緑色 LED と 5 種のトラップを組み合わせ、雑木林内（発生源）とクリほ場（飛来地）に設置した（図 3-16）、8～9 月に LED を 17 時から 3～8 時間点灯させ、成虫の誘殺を調べたが、どのトラップにもほとんど誘殺されず、緑色 LED による発生消長調査は難しいと思われる。ただし、今回の試験では、光の波長や強度は検討していない。



図 3-16. 緑色 LED を取り付けた種々のトラップ

A:クリの幹に LED を巻き付け、その上下に IT シートを設置、B:カシナガキクイムシ用トラップの両脇に 2 本の緑色 LED を貼り付けた、C:粘着版を水平に置いて金網で覆い、上方に緑色 LED を取り付けた、D:ハエトリビン を 2 段に重ね、上方に緑色 LED を取り付けた E,F:マレーズトラップの上方に緑色 LED を取り付けた。

(6) 白色光への誘引試験

a. 網室での走光性

緑色 LED 光で成虫の誘引が認められなかったことから、網室での緑色光の誘引性を再検討した。10W 白色 LED 光源を利用し、それに緑色セロファンを 2 枚重ねて張り、成虫の誘引を確認した (図 3-17)。成虫の発生している網室で図 2-10 のようにトラップを設置して成虫の誘引を調べた。この時、光源 1 台では十分な誘引が認められなかったため、白色光源は 2 台、緑色光源は 4 台使用した。その結果、白色光に成虫の誘殺が認められた (図 3-18)。



図 3-17. LED 光源 (左)
と誘引試験方法
(右)



図 3-18. LED を一晩点灯したときのトラップ結果
左：白色 LED 光源 2 台使用、右：緑色 LED 光源 4 台使用
一晩点灯した結果、黄色の○は捕殺された成虫を示す。

b. 白色 LED による誘引試験

白色 LED 光源を、雑木林内の成虫発生地（自生グリ樹冠下）およびクリ園に設置した（図 3-19）。8～9月に週 3 日の頻度で点灯させ、成虫の誘殺を調べた（点灯時間は 17 時からバッテリーがなくなるまでの約 7～8 時間）。成虫は 3 個体誘殺されたが、発生時期や発生量の調査には不十分であった。



図 3-19. 白色 LED を用いたトラップの設置

(7) オス、メスの誘引試験

オスまたはメスへの成虫の誘引性を調べるため、市販のバタフライトラップを改良し、その中にオスまたはメスをそれぞれ 100 個体入れ、雑木林（成虫発生地）とクリ園に 1 セットずつ設置した（図 3-20）。トラップへの成虫の誘引を調べたが、オスのトラップにメスが 1 個体誘殺されたにとどまった。またトラップ周辺に成虫が集まってくるような現象も認められなかった。

この結果と現在までに行われた性フェロモンに関する研究の結果を合わせ、成虫が遠くの異性を誘引する性フェロモンは使用していないと考えられる。



図 3-20. オスまたはメス成虫の誘引試験
市販のバタフライトラップを使用し、約 30cm 短くする。昆虫の進入部分を結び、その上に餌（昆虫ゼリー）と脱脂綿を置く。下部にコガネコールトラップの水盤を付け、10%プロピレングリコールを入れた。

4 幼虫密度調査法

幼虫の土中の密度は、クリ樹冠下の土中の幼虫を直接調べることで把握が可能である。樹冠下の1m×1m、深さ30cm中の幼虫を調査する。図4-1は試験ほ場の調査結果であり、通常、果実を収穫するクリ園では幼虫は少ないので、調査は管理していないクリ園、または森林の自生グリで実施することが望ましい。

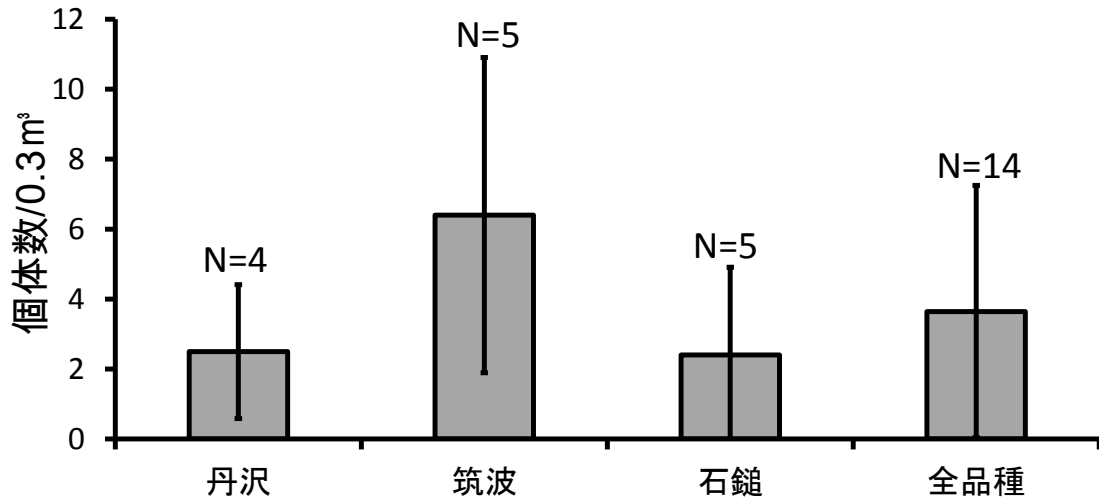


図4-1. 幼虫の個体密度

一樹あたり1か所1.0m×1.0m、深さ0.3mの調査。

一樹あたりの平均値、縦棒は標準偏差、Nは調査地点数

協 力

茨城県農業総合センター園芸研究所、岐阜県中山間農業研究所中津川支所、京都府森林技術センター、(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所、兵庫県立農林水産技術総合センター、鳥取県西部総合事務所農林局西部農業改良普及所、島根県農業技術センター、山口県農林総合技術センター、愛媛県農林水産研究所果樹研究センター、熊本県農業研究センター果樹研究所

とりまとめ

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門