

ビワの新害虫ビワキジラミの 対策技術 標準作業手順書

— 公開版 —



目次

はじめに・免責事項	1
本技術の概要と特徴	3
I ビワキジラミについて	5
1. 形態	5
2. 分布	6
3. 生態	8
4. 被害の特徴	9
5. 天敵	10
II 発生確認・モニタリング法	12
1. 排泄物による早期発見	12
【資料1】 季節ごとの発見のポイント	13
【資料2】 ビワ樹上でビワキジラミ幼虫と間違いやすい虫	14
2. 黄色粘着板による調査法	15
3. 兆候が見られた場合の初期対応	17
4. ビワキジラミの発生が確認されたあとの対処	18
III 識別法	19
1. 見た目での識別	19
【資料3】 ビワ園で黄色粘着板に捕獲されるキジラミ類 その1	22
【資料4】 ビワ園で黄色粘着板に捕獲されるキジラミ類 その2	23
【資料5】 粘着板によく捕獲されるキジラミ類以外の微小昆虫	24
2. 遺伝子による識別法（その1） ～ 個体ごとの検定	25
3. 遺伝子による識別法（その2） ～ マス（多頭）検定	26
IV 防除法	28
1. 適用のある農薬	28

2.	基幹防除体系	28
	【資料6】ビワキジラミ対策を重視した防除暦	30
	(1) 開花初期の防除（11月中旬ごろ）	32
	(2) 果実袋かけ前の防除（3月中旬ごろ）	34
3.	臨機防除	36
	(1) 応急防除	36
	(2) 苗木新植時の防除	36
4.	薬剤散布のポイント	37
	(1) 展着剤の加用	37
	(2) 散布量	38
	(3) 散布部位	40
	(4) 散布器具	41
5.	ビワキジラミ対応防除暦と実証事例	42
V	技術の導入先	43
	農薬の種類名（一般名）と商品名の対応表	44
	参考資料	45
	担当窓口、連絡先	46
	付録：遺伝子による識別法の手順	47
	1. キットを使用した非破壊的 DNA 抽出法の手順	47
	2. PCR 法の諸条件	49
	3. マス（多頭）検定のための黄色粘着板からの昆虫サンプルの回収	51
	4. マス（多頭）検定のための簡易 DNA 抽出法	53
	必要な機材・器具・試薬	53

はじめに

ビワキジラミは、2012年に国内で初めて発生が確認されたビワの新たな害虫です。発見時には正式な名称がない全く未知の害虫であったために、対策技術のメニューが十分ではなく、急速な被害拡大を抑えられませんでした。そのため一部地域では、ビワキジラミの吸汁と排泄物にカビが発生する「すす病」による被害で、初確認から数年のうちに果実の収穫が皆無となった栽培園もありました。

そこで農研機構は、関係県の研究・普及機関、生産者団体、大学と協力して、ビワキジラミがまん延した産地でもビワ生産を可能にすることを目指して、生態解明とモニタリング、識別、防除等の対策技術の開発を進めました。

この標準作業手順書（SOP）は、上記の技術開発で得られた成果を、農林水産省植物防疫所や都道府県の公設試験研究機関のほか、病害虫防除所、農業改良普及センター、JA 指導員等のビワ産地で普及指導に携わる方々に侵入警戒調査や防除指導で活用していただけるよう、あるいは意欲のある生産者の方々にも自身で警戒・防除対策に積極的に取り組んでいただけるよう、取りまとめたものです。ビワキジラミの概要からはじまり、被害の特徴と発見のポイント、黄色粘着板を使ったモニタリング法、見た目での簡易な識別法、遺伝子情報による高精度・高効率な識別法、発生の兆候が見られた場合の初期対応、ビワキジラミ対策に特化した防除暦、効果的な防除技術のノウハウ等を分かりやすく解説しました。

この SOP が、ビワキジラミの被害に悩む産地はもとより、発生を警戒する地域でも手引きとして活用され、被害の抑制に役立つことで、初夏の到来を感じさせる素晴らしい果物であるビワの生産振興の一助となれば幸いです。

この SOP の内容は、農研機構生研支援センター・イノベーション創出強化研究推進事業「四国で増やさない！四国から出さない！新害虫ビワキジラミの防除対策の確立」（2017～19 年度）の研究成果として得られたものです。

■ 免責事項

- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本資料に掲載したビワキジラミの分布や農薬などの情報は 2022 年 12 月末時点のものです。
- 薬剤の使用にあたっては、農林水産省による「農薬登録情報提供システム」（<https://pesticide.maff.go.jp>）などで、常に最新の登録内容を確認してください。また、本資料で紹介されている農薬や試薬を使用する際は、それぞれの使用上の注意を守り、安全に取り扱しましょう。
- 本資料に掲載された技術導入の利点等は、徳島県板野郡上板町および香川県三豊市で行われた現地試験・栽培試験の結果によるものであり、SOP に記載された技術の採用により、効果が保証されるわけではありません。
- 本手順書に記載されている図表および写真の一部は、農食事業 29022C コンソーシアムが取りまとめた「ビワの新害虫ビワキジラミの初動対応マニュアル」および「ビワキジラミ防除のための総合技術マニュアル」より抜粋・加筆修正されたものです。
- 農食事業 29022C コンソーシアムの参画機関：
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
徳島県立農林水産総合技術支援センター 徳島県立博物館
香川県農業試験場 香川県農業経営課
愛媛県農林水産研究所 高知県農業技術センター
長崎県病害虫防除所 和歌山県果樹試験場
香川県農業協同組合 国立大学法人徳島大学

本技術の概要と特徴

本書で紹介する対策技術の詳細は、第 I ～ IV 章にまとめられています。それぞれの概要と技術の特徴は以下のとおりです。

I ビワキジラミについて

第 I 章では、ビワキジラミとはどのような害虫なのかが分かるよう、成虫と幼虫の見た目の特徴、発生地域と拡散速度、ビワ樹上での 1 年間の生態、被害の特徴、天敵など、本害虫に関する基本的な情報を解説しています。まずはここからお読みください。

II 発生確認・モニタリング法

ビワキジラミは侵入後の増殖、拡散が早く、まん延防止のためには早期発見が重要です。第 II 章では、発生確認のための手法と、取るべき初期対策について解説しています。ビワキジラミの侵入発生が懸念される園で、どのような点に注意しながら調査するべきかを知りたい場合には、この章をお読みください。

植物の目視調査では、白い排泄物と黒いすす病を目印にして、ビワキジラミが生息しているかどうかを知ることができます。ただし、季節によって寄生と被害の状況がやや異なるため、季節ごとの発見のポイント（資料 1）を参考にしてください。

黄色粘着板を使った効率的な発生確認調査が年間を通じて可能です。1 回 2 週間を目安に、成虫が多く寄生する枝先近くに粘着板を設置しましょう。ただし、8 月にはビワキジラミの活動性が低下して粘着板に捕獲されにくくなります。

ビワ園でビワキジラミが 1 匹でも確認されたら、園全体で応急防除が必要です。新たに発見された地点から半径 10 km 圏内のビワ園では、ビワキジラミ対応防除暦（30～31 頁）にもとづいた基幹防除を行いましょう。

III 識別法

第 III 章では、ビワ園の目視調査や黄色粘着板調査で見出された昆虫がビワキジラミであるかどうか確認するための、見た目と遺伝子による識別法を紹介しています。やや専門

的な内容ですので、公設試験研究機関や病害虫防除所・農業改良普及センターなどの指導機関で活用されることを念頭において作成しています。

見た目での識別では、ビワ園の黄色粘着板に高頻度で捕獲される各種キジラミ類やその他の微小昆虫からビワキジラミを識別することができるよう、実際に粘着板に捕獲された際の写真をふんだんに使用して特徴を解説しています。

遺伝子による識別法では、証拠標本を残しながら、個体ごと、または粘着板に捕獲された多数の昆虫を丸ごと検定することが可能です。ビワキジラミ識別のために設計された PCR プライマーは特異的かつ頑健で、屋外で 1 ヶ月間風雨にさらされて著しく腐敗したサンプルからも、安定した PCR 増幅が可能です。遺伝子による識別の具体的な手順は、付録に詳しく紹介しています。

IV 防除法

ビワキジラミがまん延した産地では、対策なしでビワ生産を行うことはできません。第 IV 章では、そのような産地でも安心してビワ生産を行うための効果的な防除法を紹介しています。生産者の方は、病害虫防除所、農業改良普及センター、JA 指導員等からの指導を受けて防除を行ってください。

ビワキジラミ対策は、年 3 回の防除が柱となります。秋季は花蕾で増殖するため、開花初期（摘蕾後）にピリダベン水和剤を散布します。春季は気温の上昇に伴って幼果上で増殖するため、果実袋かけ前（摘果後）にジノテフラン水和剤を散布します。収穫時に果実被害が確認された園は、ビワキジラミの密度が高い状態ですので、収穫後に DMTP 乳剤^{注)}を散布して密度を下げます。ビワキジラミの幼虫は花房の奥深くや狭い隙間に潜んでいるうえ、ビワ枝葉の表面をおおう微毛が散布液をはじくため、全ての薬剤散布には展着剤を加用します。これらの防除を確実に行うことで、出荷不可能果率を 0 % に抑えられることが防除実証試験で確認されました。

また、新たに発生が確認された園や庭木などで行う応急防除法も紹介しています。

注) DMTP 乳剤は製造販売中止となりました。製品の最終有効年月は 2023 年 10 月です。

I ビワキジラミについて

1. 形態

ビワキジラミ（学名 *Cacopsylla biwa*）は、アブラムシ（アリマキ）やカイガラムシ、コナジラミなどに比較的近い昆虫で、広い意味でのセミやカメムシの仲間（カメムシ目）です。

成虫（図 I -1）には2対4枚の翅（はね；羽のこと。昆虫ではこの字を使う）があり、それらを屋根型にたたんだ姿は小さなセミのようにも見えますが、全長は2.5～3.5 mm 程度しかありません。体は黄褐色で、白色の線状やまだら状の多数の斑紋があります。前翅（ぜんし）、後翅（こうし）ともに透明で、前翅にはその外縁に沿って黄褐色の不明瞭な小斑紋が4～5つ並んでいます。全体の色彩が、ビワの枝葉の表面を覆う微毛の色彩にとってもよく似ています。11月～3月に見られる成虫では、体の地色や前翅の斑紋が暗褐色のため、これを通常の淡い色彩の春夏型と対比して秋冬型と呼ぶこともありますが、季節の変わり目にはそれらの中間的な色彩のものも見られ、その区別は厳密なものではありません。

幼虫（図 I -2）は扁平な楕円形で、全長2 mm 程度、自由に歩くことはできますが、動きは緩やかで、飛んだり跳ねたりすることはありません。通常は花房の奥深くや、枝葉のつけ根の隙間などに隠れているため（図 I -3）、姿を見ることはほとんどありません。



図 I - 1 季節によるビワキジラミ成虫の外観の違い

春～夏の成虫（左）は体や前翅外縁の斑紋が淡黄褐色だが、秋～冬の成虫（右）ではそれらが暗褐色となる



図 I - 2 幼虫



図 I - 3 隙間に隠れる幼虫

2. 分布

ビワキジラミは、2012年（平成24年）に徳島県で初めて発見されました。ビワの原産地である中国・長江流域に生息するビワ害虫が、何らかの要因で侵入したものと考えられていますが、詳しいことは不明です。2022年12月末時点では、徳島県（2012年）、香川県（2016年）、兵庫県（2017年）、和歌山県（2018年）、岡山県（2020年）、愛媛県（2021年）、大阪府（2021年）、京都府（2022年）の8府県で発生しています（括弧内は病害虫発生予察特殊報（新たな病害虫が発見さ

れた場合などに、都道府県から発表される。以下、特殊報)の発表年度)。県単位で新たに発生が確認された場合には、病害虫防除所から特殊報が発表されますので、自県や隣県の発生状況に注意してください。

ビワキジラムの成虫には翅がありますので、飛翔して生息域を広げていると考えられます。徳島県と香川県で2012年から2017年まで調べられた分布拡大のようすから、平均して1年間に7~10 km程度の速度で分布を広げてきたことがわかります(図I-4)。おそらく、人家の庭先や道端などに生えたビワや、雑木林などで野生化したビワで増殖しながら分布を広げるものと考えられます。山などの地理的障壁がなければ、より早いスピードで拡散する可能性もあります。特に、大きな河川がある地域では河川に沿って短期間に拡散する傾向があるようです。

また、苗木市やインターネット通信販売の苗木に付着して拡散した事例も知られていますので、既知の発生地から遠く離れたところでも警戒が必要です(購入した苗木の防除については36頁を参照してください)。

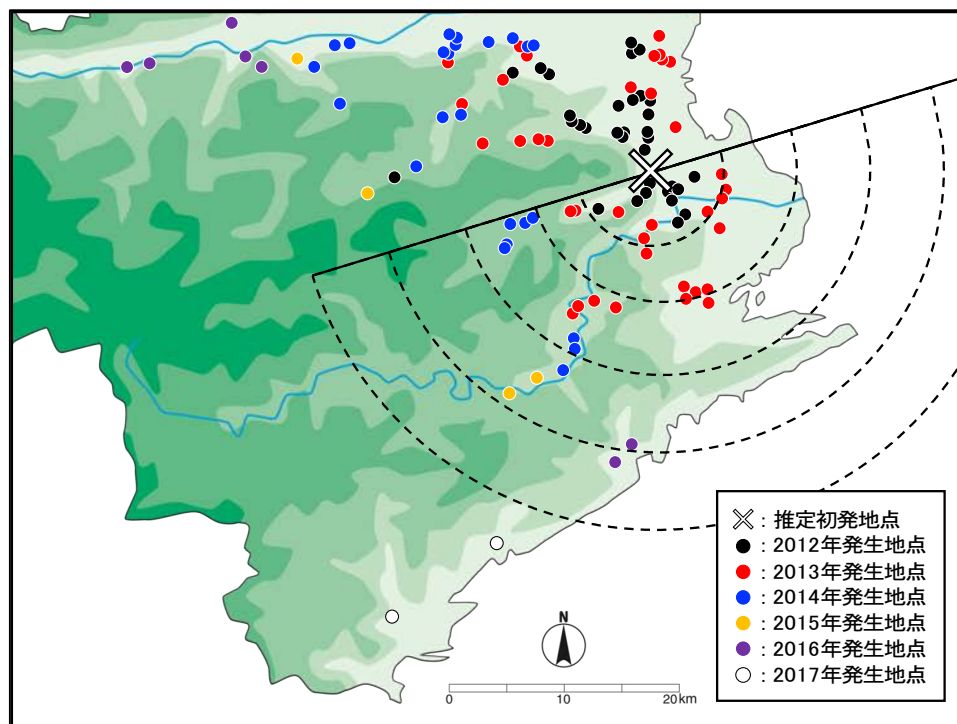


図 I -4 徳島県のビワキジラム拡散状況

半円の破線は約 7 km 間隔



図 I -6 5～6月ごろの葉裏の成虫の群れ

4. 被害の特徴

ビワキジラミは、ビワの樹液（師管液）を吸汁し、甘露と呼ばれる排泄物を尾端から排出します（図 I -7）。甘露は糖を多く含みベタベタしているため、これが付着した葉や果実は糸状菌（カビ）が発生して「すす病」となり、黒く汚損されます（図 I -8）。



図 I -7 幼虫と水滴のような甘露



図 I -8 黒い「すす病」の被害

甘露は、アブラムシやカイガラムシなどの吸汁性昆虫も排泄しますので、「すす病」の原因はビワキジラミだけとは限りません。しかし、他の害虫は樹全体で被害が出るほどの大発生をすることはほとんどありません。ビワキジラミの幼虫は甘露のほかに尾部から綿のようなワックス（ろう物質）も分泌し、これが白く目立ちます（図 I -9）。

幼虫が高密度に寄生した場合は、被害果は幼果のまま腐敗して落下することもあります。激発地では、ビワキジラミ寄生樹で果実の収穫が皆無になることも珍しくありません。

なお、栽培ビワでは春に果実に袋かけをしますが、ビワキジラミはその時点ですでに花房や幼果に寄生しているため、袋かけだけで被害を防ぐことはできません（図 I -10）。



図 I -9 白い綿のようなワックス



図 I -10 袋かけた果実の被害

5. 天敵

ビワキジラミの捕食性天敵として、捕食性カメムシ類（カメムシ目）やクサカゲロウ類幼虫（アミメカゲロウ目）、テントウムシ類（コウチュウ目）、アリ類（ハチ目）、クモ類（クモ目）などが確認されており、とくに捕食性カメムシ類がよく観察されます。とりわけ、キモンクロハナカメムシ（学名 *Anthocoris miyamotoi*）はビワキジラミ発生地でよく見られます（図 I -11）。飼育試験下では、1 個体のキモンクロハナカメムシが 1 日（25 °C 条件下）に 14.3 個体のビワキジラミ成虫を捕食することが確かめられており、ビワキジラミの天敵として密度低減に貢献している可能性があります。ほかにも、オオメナガカメムシ

(*Geocoris varius*) (図 I -12) やコミドリチビトビカスミカメ (*Campylomma livida*) (図 I -13) もよく見られる捕食性カメムシ類です。

キモンクロハナカメムシは、2～5月にビワ上で観察され、夏季(7～8月)にはビワ園周辺の広葉樹(コナラなど)の上で見つかっており、ビワ園と周辺の広葉樹林を行き来しているとみられています。これらの天敵類は、周辺に広葉樹の雑木林が広がる自然度が高いビワ園で多く観察されますので、防除が行われることがない庭先の植栽樹や放棄園などで、ビワキジラミの大発生を多少なりとも抑制することが期待されます。しかし、残念ながら天敵の力だけで栽培園での果実被害を防ぐことはできません。



図 I -11 キモンクロハナカメムシの成虫 (左) と幼虫 (右)



図 I -12 ビワキジラミを捕食中のオオメナガカメムシ成虫



図 I -13 コミドリチビトビカスミカメの成虫

Ⅱ 発生確認・モニタリング法

ビワキジラミは拡散速度が早く、増殖能力も高いため、侵入初期に早期発見し、迅速な対策でビワ生産園への侵入とまん延を阻止することがたいへん重要です。本章では、目視および黄色粘着板による発生確認のためのモニタリング法を紹介します。

1. 排泄物による早期発見

目視で発生確認をする場合、4～6月の多発生期には葉裏の主脈に沿って多数の成虫が群生するため確認は比較的容易です。しかし、成虫の体色はビワ葉裏の微毛の色彩と酷似しているため、生息密度がごく低い場合には慣れないと確認が難しいでしょう。

いっぽうで幼虫は、花房の奥、果梗部や葉柄の基部、芽鱗（枝上の葉芽を覆う三角形の鱗状片）の下などの狭い隙間に身を隠して寄生しているため、直接姿を見ることはあまりありませんが、水滴のような甘露のほか綿のようなワックス（ろう物質）を尾部から排泄しますので、これらの白い排泄物を目印に発見できます（図Ⅱ-1）。

また、ビワキジラミの幼虫が出す甘露にアリが集まるようすもしばしば観察されます（図Ⅱ-2）。ただし、ビワに寄生するアブラムシやカイガラムシなども甘露を排泄しますので、アリの存在が必ずしもビワキジラミの存在を示すわけではありません。



図Ⅱ-1 幼虫と白い排泄物



図Ⅱ-2 甘露に集まるアリ

【資料 1】

季節ごとの発見のポイント

《 春～初夏》

- ・ 密度が高く、発見しやすい季節です。
- ・ 果実や新梢の白い排泄物、黒いすす病、葉裏に群れる成虫を目印にしましょう。



《 盛夏》

- ・ 密度が低く、キジラミ休眠期のため発見が難しい季節です。
- ・ 7月には新梢に成虫が見られます。8月は発見困難ですが、すす病を目印にします。



《 秋》

- ・ 初夏に次いで密度が高く、発見しやすい季節です。
- ・ 花房の奥に潜む幼虫の排泄物を目印にしましょう。樹皮下にも幼虫が潜みます。



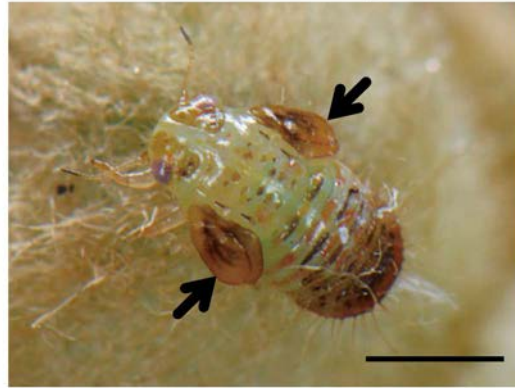
《 冬》

- ・ 秋よりも密度は低いですが、同様に花房の排泄物を目印にします。

【資料 2】

ビワ樹上でビワキジラミ幼虫と間違いやすい虫

ビワキジラミの幼虫



体に褐色のまだら模様がある
体の左右に褐色の翅芽（翅のもと）が飛び出ている

アオバハゴロモの幼虫



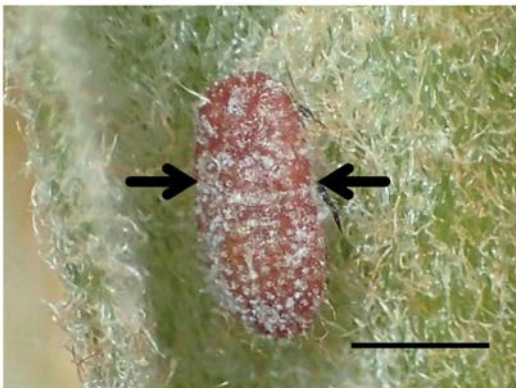
全身が白い綿状の蟬でおおわれる

アブラムシ



体に褐色のまだら模様はない
体の左右に翅芽はない

カイガラムシの幼虫



体に褐色のまだら模様はない
体の左右に翅芽はない

カタカイガラムシ



触角や脚は見えない
体はいちじるしく扁平

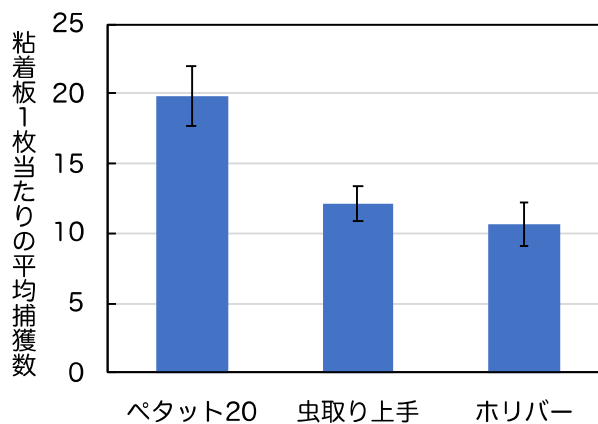
(スケールバーは1mm)

2. 黄色粘着板による調査法

成虫は黄色に強く誘引されるため、黄色粘着板を使って効果的に発生確認を行うことができます。侵入初期で生息密度が低い状態でも、目視での発生確認に先駆けて黄色粘着板で成虫が発見された事例もあります。粘着板にはさまざまな市販品があり、どれを使っても十分にビワキジラミが捕獲されることが確認されていますので、使いやすいもの、いつも使っているものを使用して構いません（図Ⅱ-3）。今回の研究成果からは、使用前の粘着面が剥離紙で保護されているために手を汚すことなく設置でき、ビワキジラミの捕獲効率も比較的高い、「ペタット 20（株式会社アグリセクト）」を標準的な調査手法として推奨します（図Ⅱ-4）。



図Ⅱ-3 各種の粘着板



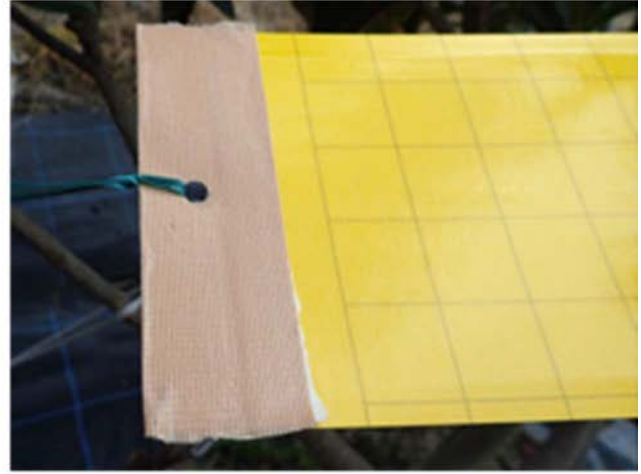
図Ⅱ-4 各種粘着板のビワキジラミ捕獲数

徳島県板野郡上板町で2018年4～6月に実施。
垂線は標準誤差

成虫は、新梢や花房が多い枝先付近に多く寄生しますので、これらの近くにビニタイ（針金入りビニールひも）などで吊り下げて設置します。粘着板の上下に空いている穴にひもを通して、横向きに左右から吊るのも良いでしょう（図Ⅱ-5）。なお、「ペタット 20」のような紙製の粘着板では、ビニタイやひもなどを通す穴が、風雨であおられて強い力がかかると裂けやすいため、あらかじめガムテープなどで補強すると安心です（図Ⅱ-6）。



図Ⅱ-5 左右から吊るした例

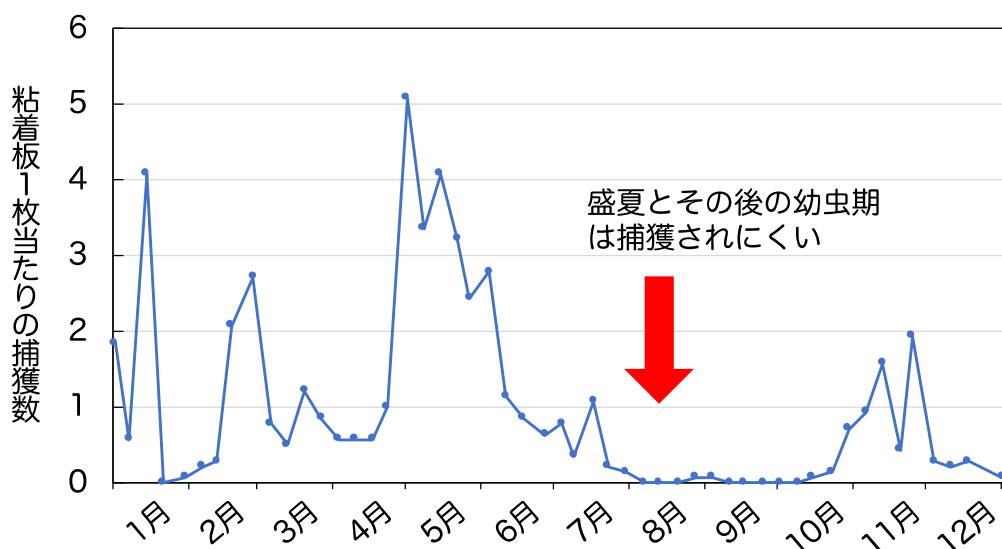


図Ⅱ-6 穴の周囲を補強する

設置した黄色粘着板は1～2週間ごとに交換・回収しましょう。粘着板の設置期間が長すぎると、小さなハエなどの無関係の昆虫が大量に付着するほか、雨などによって粘着力が弱まったり、強風などで粘着板そのものが失われてしまう恐れがありますので、設置期間は2週間を超えないようにしましょう。

ビワキジラミは、盛夏（8月中）には活動が著しく鈍るために確認が難しくなりますが、黄色粘着板でほぼ1年中調査することができます。とくに、発生量が多く、活発に活動する春～初夏（果実肥大期・収穫期）と秋季（10月下旬以降の開花期）には、粘着板に多く捕獲されます（図Ⅱ-7）。この季節には、設置地点や枚数を増やすなどして、調査を重点的に行うと良いでしょう。

ビワキジラミかどうかの識別は、本資料19頁以降の識別技術を参考にするか、最寄りの病害虫防除所や農業改良普及センターなどの指導機関に相談してください。



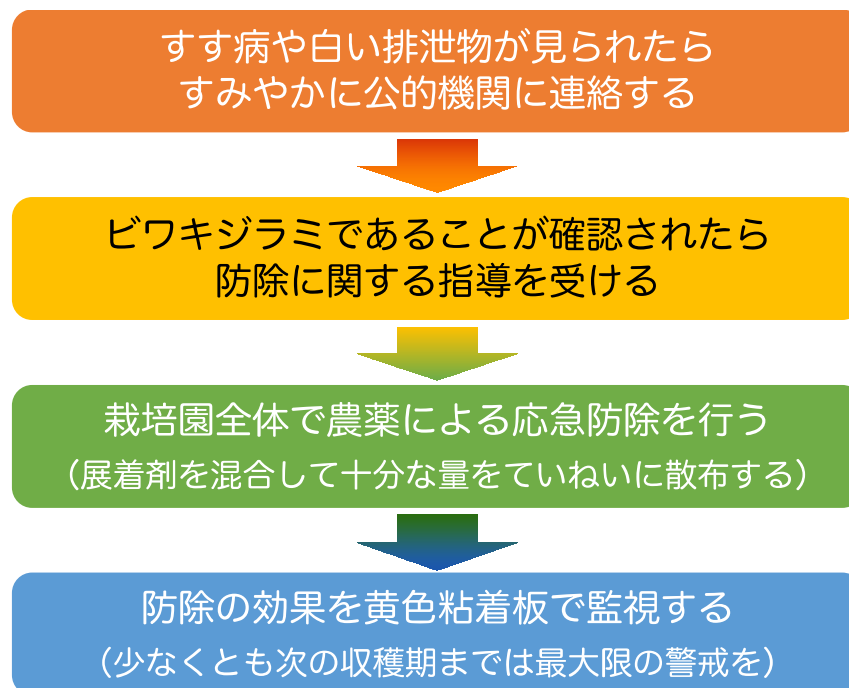
図Ⅱ-7 黄色粘着板のビワキジラミ成虫捕獲数の推移

2018年、徳島県板野郡上板町のビワ園に設置した14枚の粘着板を1週間ごと交換。1月中旬に捕獲数が増えているのは、この時期にとくに暖かい日があったために、一時的に活動性が高まったとみられる。通常は、厳冬期には活発に活動しない。

3. 兆候が見られた場合の初期対応

ビワの新梢や花房、果実などに白い排泄物をともなう「すす病」(9頁、10頁、13頁の写真)が見られたら、まずビワキジラミかどうかを確定する必要があります。各地域の農業改良普及所(普及センター)や都道府県の病害虫防除所などの**公的機関にすみやかに連絡してください**。農林水産省植物防疫所や都道府県の公設試験研究機関、病害虫防除所でビワキジラミであることが確認された場合は、最寄りの公的機関から防除に関する指導を受けてください。

栽培園ではなく、雑木林や空き地などのビワで発見された場合には、所有者が特定できなければ防除を行うことは難しいのが実情です。しかし、近隣のビワ栽培園への定着を未然に防ぐためにも、目視や黄色粘着板によって周辺地域の生息実態を重点的に調査するなど、早急に対策をとる必要があります。



図Ⅱ-8 初動対応の流れ

4. ビワキジラミの発生が確認されたあとの対処

ビワ園でビワキジラミが1匹でも確認された場合は、すでに他の樹にも広がって多数の個体が繁殖していると考えられます。そのため、発生を確認した樹だけでなく、園全体で応急防除を行うようにしましょう（応急防除で使用する薬剤は36頁を参照してください）。また、徳島県と香川県の事例から、1年に平均7km、最大10kmの速さで分布を広げることが分かっていますので、新たに発見された地点から半径10km圏内を目安としたビワ園では、ビワキジラミ対応防除暦（30～31頁）にもとづいた基幹防除を行いましょ。あわせて、黄色粘着板を園内にできるだけ多く設置して、発生状況の把握に努めましょ。

Ⅲ 識別法

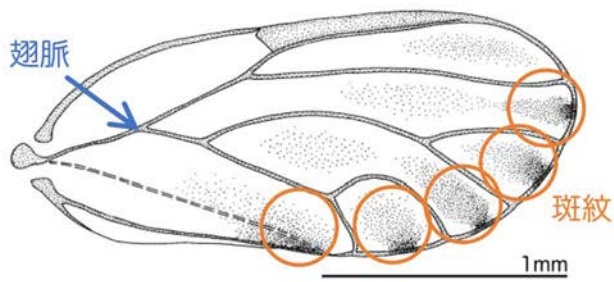
ビワキジラミを含むキジラミ類は、日本に 150 種以上が知られています。いずれも体長が数 mm と微小なうえ、よく似た種が多いため、ビワキジラミと他のキジラミ類を見た目で識別するには経験を要します。

現在わが国でビワに寄生して増殖するキジラミ類はビワキジラミだけですので、ビワ樹にキジラミ類の幼虫や白い排泄物が確認されれば、それはビワキジラミと判断することができます。しかし、ビワ園の黄色粘着板にキジラミ類の成虫が捕獲された場合は、必ずしもビワキジラミとは限りません。ビワ周辺の植物から別種のキジラミ類が立ち寄っただけの可能性もあるため、注意が必要です。

この章では、公設試験研究機関や病害虫防除所・農業改良普及センターなどの指導機関においてビワキジラミの診断・識別を行う場合を念頭において、（１）紛らわしいキジラミ類との見た目による識別のポイント、遺伝子情報による高精度な識別法として（２）個体ごとの検定、（３）マス（多頭）検定の要点を紹介します。

1. 見た目での識別

肉眼での識別には経験が必要ですが、10 倍程度のルーペさえあれば、ほかに特別な機材を必要としないという利点があります。図Ⅲ-1～3 及び資料 3～5 に、ビワキジラミとその他のキジラミ類、そしてキジラミ類以外の微小昆虫類を区別するためのポイントを示しました。そのほか、やや専門的ですが井上ら（2017）の絵解き検索も参照してください。ただし、黄色粘着板に捕獲されたものは、破損や腐敗などによって状態が悪化していることもあります。疑わしい虫が発見された場合は、各地域の農業改良普及センターや都道府県の病害虫防除所などの公的機関に相談してください。



ビワキジラミの右前翅（左側が基部）

キジラミ類の特徴

- 翅のかたちは卵形～だ円形。
- 翅脈は単純で、基部から2分岐を2～3回繰り返す、湾曲しながら翅の外周に向かって延びる。

ビワキジラミの特徴

- 翅の外周に沿って、黄褐色のぼんやりとした斑紋が4～5つ並ぶ。

図Ⅲ-1 ビワキジラミの特徴



図Ⅲ-2 翅を背中合わせにしたビワキジラミ成虫（左側面から）



図Ⅲ-3 翅を横に広げたビワキジラミ成虫（背面から）

徳島県のビワ栽培園に長期間にわたって黄色粘着板を設置し、ビワキジラミとその他のキジラミ類がいつ、どれくらい捕獲されるかを調べました（表Ⅲ-1）。その結果、ビワキジラミ以外に23種のキジラミ類が捕獲され、そのうちの上位11種で、ビワキジラミを除く捕獲個体数（488 個体）の96%を占めました。なお、捕獲された種の傾向は、和歌山県や高知県の調査でも同様でした。次頁以降の資料3～5では、これらのキジラミ種とその他の代表的な微小昆虫の識別のポイントを紹介します。

表Ⅲ-1 ビワ園の黄色粘着板に捕獲されたキジラミ類の上位12種

番号	キジラミ種名	個体数	捕獲された期間	最も多い時期	寄主植物	年間世代数	越冬態
①	ビワキジラミ	2,431	ほぼ通年	4～5月	ビワ（バラ科）	複数	全ステージ
②	セグロヒメキジラミ	115	4月～6月	5月中旬	ハゼノキ（ウルシ科）	1	成虫
③	ベニキジラミ	99	4月～6月	5月上旬	アケビ（アケビ科）	複数	成虫
④	ヤマトキジラミ	95	5月～7月	5月下旬	ネムノキ（マメ科）	複数	成虫
⑤	クストガリキジラミ	37	4月～5月	4月中旬	クスノキ（クスノキ科）	1	幼虫
⑥	サツマキジラミ	32	3月～7月	5月下旬	シャリンバイ（バラ科）	複数	成虫
⑦	イタドリマダラキジラミ	29	4月～8月	7月上旬	イタドリ（タデ科）	複数	成虫
⑧	クワキジラミ	21	3月～5月	5月下旬	クワ（クワ科）	1	成虫
⑨	センダンコクロキジラミ	18	4月～5月	4月下旬	センダン（センダン科）	1	成虫
⑩	ニッケイトガリキジラミ	11	4月～5月	5月上旬	ヤブニッケイ（クスノキ科）	1	幼虫
⑪	シャシャンボキジラミ	6	4月～5月	4月下旬	シャシャンボ（ツツジ科）	1	成虫
⑫	ヤツデキジラミ	6	2月～5月	4月	ヤツデ（タラノキ科）	複数	成虫

2017年11月～2019年7月、徳島県板野郡上板町のビワ園に設置した14枚の粘着板を1週間ごと交換。丸付き数字の番号は資料3、資料4の種名の前の番号と対応している。

【資料3】

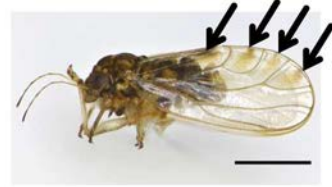
ビワ園で黄色粘着板に捕獲されるキジラミ類 その1

① ビワキジラミ (*Cacopsylla biwa*)



体にまだら模様

翅は透明で外周に斑紋がある



② セグロヒメキジラミ (*Calophya nigradorsalis*)



体は黒色と黄色

未熟な個体では体が黄色の場合もある



翅は透明

③ ベニキジラミ (*Cacopsylla coccinea*)



体は鮮紅色

④ ヤマトキジラミ (*Acizzia jamatonica*)



体は黄緑色で斑紋なし



翅は黄褐色で斑紋なし

⑤ クストガリキジラミ (*Trioza camphorae*)



体は黄色で斑紋なし



翅は細長く透明

⑥ サツマキジラミ (*Cacopsylla satsumensis*)



翅の先端は色がやや濃い



翅は褐色

(スケールバーは1mm)

【資料4】

ビワ園で黄色粘着板に捕獲されるキジラミ類 その2

⑦ イタドリマダラキジラミ (*Aphalara itadori*)



翅に褐色の雲状斑紋



⑧ クワキジラミ (*Anomoneura mori*)



大型 (全長4~5mm)



翅脈の分岐が多い

⑨ センダンコクロキジラミ (*Metapsylla uei*)



翅は褐色で短い



⑩ ニッケイトガリキジラミ (*Trioza cinnamomi*)



翅は透明で細長い
先端は尖る



⑪ シャシャンボキジラミ (*Cacopsylla vaccinii*)



翅は透明で斑紋なし



体は赤褐色で斑紋なし

⑫ ヤツデキジラミ (*Cacopsylla fatsiae*)



翅の外周には
斑紋なし

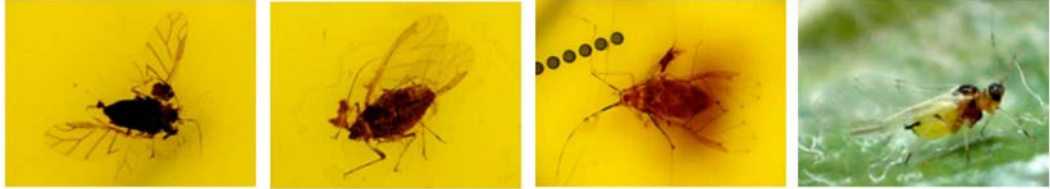


(スケールバーは1mm)

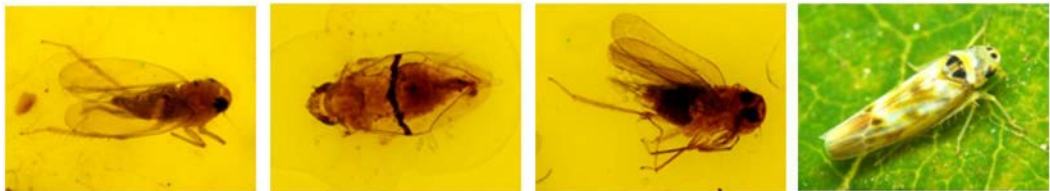
【資料5】

粘着板によく捕獲されるキジラミ類以外の微小昆虫

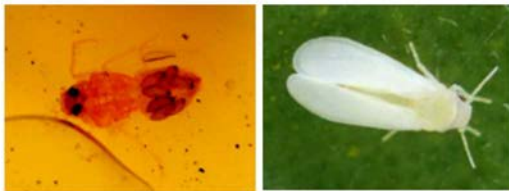
- アブラムシ類（カメムシ目）－ 頭部が小さい、脚・触角が細長い



- ヨコバイ類（カメムシ目）－ 頭部が丸い、翅が細長い

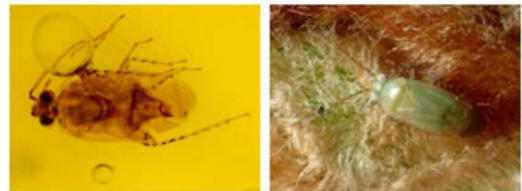


- コナジラミ類（カメムシ目）



ごく小型（全長1mm程度）、翅脈が不明瞭

- カメムシ類（カメムシ目）

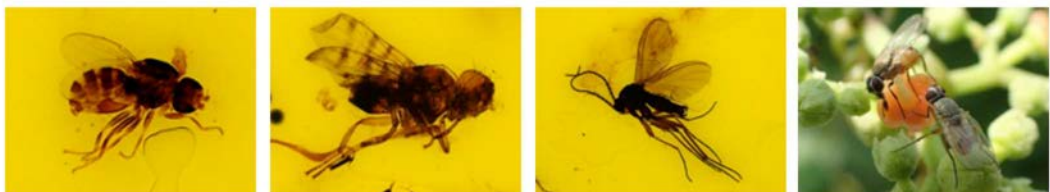


翅は一様に膜質ではない

- チャタテムシ類（カジリムシ目）－ 頭部が大きい、触角が長い



- ハエ類（ハエ目）－ 脚が長い、翅が楕円形ではない

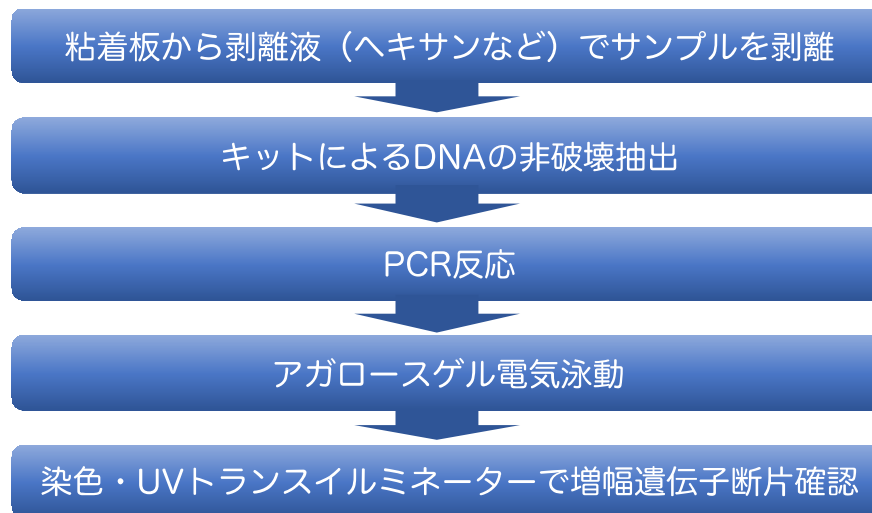


短角亜目
頭部が大きい

長角亜目
頭部が小さい

2. 遺伝子による識別法（その1）～ 個体ごとの検定

DNA の特定部位を PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法により増幅し、電気泳動・紫外線励起により可視化する識別法は、専用の機器や試薬のほか、ピペット操作などの初歩的な分子生物学的テクニックが必要にはなりますが、キジラミ類に対する専門知識が不要です。ここで紹介するのは、1 個体のサンプルを対象とした PCR 法による識別法です。植物上あるいは粘着板で捕獲された、ビワキジラミであることが疑われるサンプルを個別に識別する場合に適しています。識別作業の手順の流れは図Ⅲ-4 のとおりです。

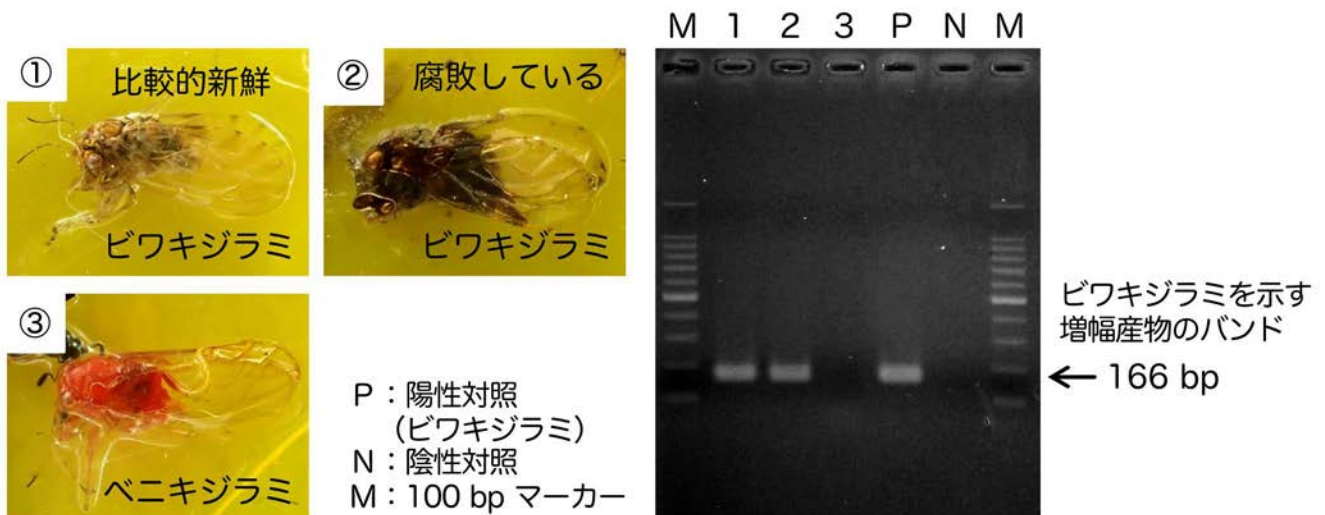


図Ⅲ-4 遺伝子情報による識別の流れ

サンプルから DNA を抽出するにあたっては、証拠標本を残して形態的な再検証を可能にするという観点からも、非破壊による DNA 抽出が推奨されます。ここで紹介する非破壊抽出法は市販 DNA 抽出キット（キアゲン DNeasy Blood & Tissue Kit）を使用したもので、この製品の一般的なプロトコールをベースに、Johnson et al.（2004）の手法を取り入れて改良したものです。

識別の具体的な手法については、巻末の付録 47 頁以降を参照してください。調べたサンプルがビワキジラミであった場合は、図Ⅲ-5 の右側の電気泳動結果のように、ビワキジラミを示す増幅産物のバンドが 166 bp の位置に確認できます。

粘着板に捕獲された昆虫は、高温や風雨、腐敗、紫外線等の影響を受けて、DNAが断片化するなどして急速に劣化が進みます。そこで、ビワキジラミを付着させた粘着板を屋外に設置して風雨に長期間さらす試験を行いました。その結果、高温多湿期であっても、1ヶ月間の屋外設置はPCRによる検出・識別に問題がないことを確認しています。



図Ⅲ-5 粘着板に捕獲されたビワキジラミとその他キジラミ（ベニキジラミ）のPCRによる識別結果

使用したサンプルは和歌山県日高郡由良町のビワ園（露地）で2017年に1ヶ月間設置された黄色粘着板に捕獲された個体。①は10月20日～11月20日、②と③は8月25日～9月25日に設置した粘着板に捕獲されたものであるが、いずれも粘着板に捕獲されてから経過した時間は不明。②は著しく腐敗・変色しており、少なくとも2週間以上の時間が経過しているとみられるが、PCRでは問題なく検出できている。

3. 遺伝子による識別法（その2）～マス（多頭）検定

黄色粘着板に捕獲された多数の昆虫の中にビワキジラミが混じっているかどうかを一度に検定するのが、マス（多頭）検定です。経験が必要な目視調査に頼ることなく、大量の粘着板を効率的にスクリーニングするのに適しています。本SOPで紹介する手法は、芝ら（2013）によるアザミウマ類からのアイリス黄斑ウイルス（IYSV）のマス検定手法を

参考に改良したものです。黄色粘着板から回収した多数の昆虫サンプルは、市販の DNA 抽出キットを使用して非破壊的に DNA を抽出することもできますが、ここではキットを使わずにより安価かつ簡便に DNA を抽出できる簡易抽出法を紹介します。具体的な手法については、巻末の付録 53 頁を参照してください。

IV 防除法

1. 適用のある農薬

ビワキジラミに適用のある登録農薬は表IV-1のとおりです。農薬の種類名（一般名）と商品名の対応表は44頁にあります。農薬登録情報は随時変更される可能性がありますので、防除にあたっては常に最新の情報を参照してください。

表IV-1 ビワキジラミに適用のある登録農薬（2022年12月末時点）

IRAC コード	農薬種類名（一般名）	希釈倍数	使用時期	使用回数
1A	アラニカルブ水和剤	1,000倍	収穫7日前まで	5回以内
1B	DMTP乳剤*	1,500倍	開花期まで	2回以内
3A	トラロメトリン水和剤	2,000倍	収穫3日前まで	3回以内
	フェンプロパトリン水和剤	2,000倍	収穫前日まで	4回以内
4A	ジノテフラン水溶剤	2,000倍	収穫前日まで	あわせて
	ジノテフラン液剤	原液	収穫前日まで	2回以内
	アセタミプリド水溶剤	2,000倍	収穫前日まで	3回以内
21A	ピリダベン水和剤	3,000倍	収穫3日前まで	2回以内
23	スピロテトラマト水和剤	2,000倍	収穫21日前まで	2回以内

*DMTP乳剤は製造販売が終了しています。製品の有効期限（最終2023年10月）以降は使用できません。

2. 基幹防除体系

従来のビワ害虫に対する防除法ではビワキジラミの被害を抑えることはできません（42頁参照）。そこで、1年間にビワ栽培園で行われる防除スケジュール（防除暦）を、ビワキジラミ被害軽減の観点から体系的に見直しました（表IV-2）。ビワキジラミ対策を重視した防除暦は【資料6】（30～31頁）に掲載しています。

なお、基幹防除で使用する薬剤のなかには、ミツバチに対する影響が知られているものもありますので、養蜂・採蜜を実施している園での使用は避けましょう。

表IV-2 ビワキジラミ防除体系構築のポイント

1. 開花初期の花蕾に対する防除を実施します。

ビワ生育ステージ	農薬種類名（一般名）	希釈倍数	使用時期	使用回数
開花初期	ピリダベン水和剤	3,000 倍	収穫 3 日前まで	2 回以内

2. 袋かけ前の防除で果実を守ります。

ビワ生育ステージ	農薬種類名（一般名）	希釈倍数	使用時期	使用回数
果実肥大期 （袋かけ前）	ジノテフラン水溶剤	2,000 倍	収穫前日まで	2 回以内

3. 薬剤には必ず機能性展着剤を加用しましょう。

【資料6】 ピロキジラミ対策を重視した防除暦

生育状況	根	枝	花	月	旬	重点作業	病害虫名	基幹防除			応急防除			注意事項							
								薬剤名	使用濃度	使用時期	使用回数	薬剤名	使用濃度		使用時期	使用回数					
第4回伸長期	開花期	上	中	1	寒	害防	たてばや病	ベンコゼブ水和剤	600倍	落弁期まで	2回			○ たてばや病を対象にベンコゼブ水和剤で防除しているところでは炭疽病の発生が少ない。 ○ がんしゅ病多発園では必ずゴサイド3000を散布する。 ○ スタークル顆粒水溶剤は、袋かけ直前に摘果後の果実を中心に散布する。 ○ ピロキジラミを対象にスタークル顆粒水溶剤で防除しているところはアブラムシ類、カメムシ類の発生が少ない。 ○ アブラムシ類、ピロキジラミを対象にロディー水和剤で防除しているところではモチヨウキソノウムシ、クワゴマダラヒトリ、ハマキムシ類、ナシヒメシンクイの発生が少ない。 ○ アブラムシ類を対象にオリオン水和剤40で防除しているところではハマキムシ類、カイガラムシ類の発生が少ない。							
								下	有	機物の施用											
								上	苦	土石灰の施用											
第1回伸長期	春	中	下	3	摘	果・芽かぎ	(袋掛け直前) ピロキジラミ	スタークル顆粒水溶剤	2,000倍	収穫前日まで	2回			○ ナシヒメシンクイを対象にパダンSG水溶剤で防除しているところではアブラムシ類、ハマキムシ類の発生が少ない。 ○ 切り口にはトップジンMペースト原液（剪定整枝時、病患部削り取り直後、病枝切除後／3回）を塗布する。 ○ アブラムシ類を対象にマラソン乳剤で防除しているところではピロキジラミの発生が少ない。							
								中	袋	掛	ケ										
								下	灰	斑病	灰	色	か		い	病					
第2回伸長期	夏	上	中	4	上	灌	ア	ヘルケート水和剤	1,000倍	収穫7日前まで	3回			○ アブラムシ類、ピロキジラミを対象にアブラムシ類、ピロキジラミ アブラムシ類 ピロキジラミ							
								中	サ	ン	マ	イ	ト		水	和	剤	2	回		
								下	オ	リ	オ	ン	水		和	剤	4	0			
第2回伸長期	秋	上	中	5	上	水	ア	サンマイト水和剤	3,000倍	収穫3日前まで	2回			○ ナシヒメシンクイを対象にパダンSG水溶剤で防除しているところではアブラムシ類、ハマキムシ類の発生が少ない。 ○ 切り口にはトップジンMペースト原液（剪定整枝時、病患部削り取り直後、病枝切除後／3回）を塗布する。 ○ アブラムシ類を対象にマラソン乳剤で防除しているところではピロキジラミの発生が少ない。							
								中	オ	リ	オ	ン	水		和	剤	4	0			
								下	ア	ブラムシ類											
第2回伸長期	冬	上	中	6	上	出	ナ	オリオン水和剤40	1,000倍	収穫7日前まで	5回			○ ナシヒメシンクイを対象にパダンSG水溶剤で防除しているところではアブラムシ類、ハマキムシ類の発生が少ない。 ○ 切り口にはトップジンMペースト原液（剪定整枝時、病患部削り取り直後、病枝切除後／3回）を塗布する。 ○ アブラムシ類を対象にマラソン乳剤で防除しているところではピロキジラミの発生が少ない。							
								中	カ	ス	ミ	ホ	ル		ド						
								下	整	枝	・	せん	定		①						
第2回伸長期	春	上	中	7	上	荷	ナ	パダンSG水溶剤	1,500倍	春芽伸長初期（但し、収穫90日前）まで	4回			○ ナシヒメシンクイ がんしゅ病 灰斑病							
								中	カ	ス	ミ	ホ	ル		ド						
								下	マ	ラ	ソ	ン	乳		剤						
第2回伸長期	夏	上	中	8	上	肥	ア	カスミンボルドー	1,000倍	効果期まで	3回			○ アブラムシ類							
								中	マ	ラ	ソ	ン	乳		剤						
								下	マ	ラ	ソ	ン	乳		剤						

(前頁の続き)

生育状況	月	旬	重点作業	病害虫名	基幹防除			応急防除			注意事項
					薬剤名	使用濃度	使用時期	使用回数	薬剤名	使用濃度	
根 第2回 枝 伸長期	8	上	かん水	アブラムシ類 がんにゅ病 灰斑病	オリオン水和剤40	1,000倍	収穫7日 前まで				
		中			カスミンボルドー	1,000倍	幼果期まで				
		下									
第3回 枝 伸長期	9	上	秋肥の施用 土づくり (中耕)	ナシヒメシンクイ がんにゅ病 灰斑病	パダンSG水溶液	1,500倍	養分伸長期 (但し、収穫 90日前)まで				
		中			カスミンボルドー	1,000倍	幼果期 まで				
		下									
第3回 枝 伸長期	10	上	整枝・せん定② 摘房・摘蕾	アブラムシ類	マラソン乳剤	2,000倍	収穫7日 前まで				
		中									
		下									
第3回 枝 伸長期	11	上	寒肥の施用	(開花初期) ピロキジラミ ピロサビダニ	サンマイト水和剤	3,000倍	収穫3日 前まで				○ サンマイト水和剤、ベルコート水和剤は開花初期に散布する。 ○ ピロキジラミ対象の薬剤にはまくびかなどの展着剤を必ず加用する。
		中									
		下			ベルコート水和剤	1,000倍	収穫7日 前まで				
第3回 枝 伸長期	12	上									
		中									
		下									

*使用回数について

スタークル顆粒水溶液、アルバリン顆粒水溶液、オールスターズスプレーは同一成分を含むので合わせて年2回までの使用とする。

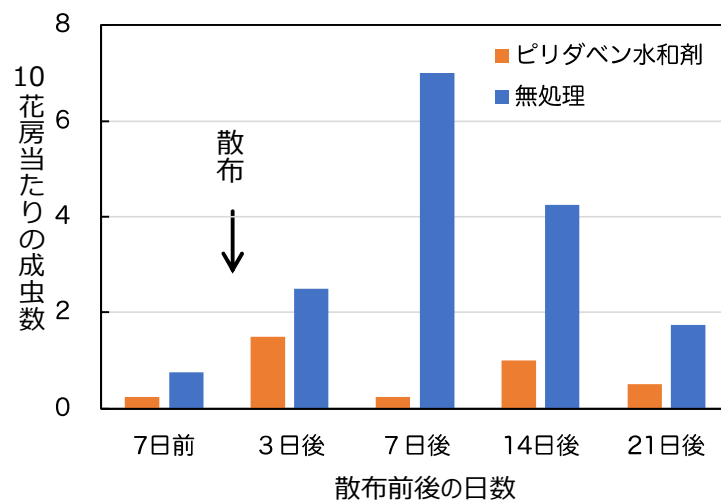
*記載した農薬登録内容は変更される場合がありますので、農林水産省による「農薬登録情報提供システム」(<https://pesticide.maff.go.jp>)等で最新の登録内容を確認してください。
農薬を使用する際には、ラベルに記載されている使用基準等を確認しましょう。

*養蜂が行われている地域では、養蜂関係者と情報交換等の連携を密に行うとともに、農薬使用に際しては、養蜂関係者に対して事前に農薬使用の予定の情報提供を行い、危害防止対策を講じましょう。
みつばちに影響がある農薬を使用する場合には養蜂農家に連絡をしましょう。

(1) 開花初期の防除（11月中旬ごろ）

ビワの品種や作型によっても多少前後しますが、露地栽培ビワの花蕾は9月中旬ごろから形成され始め、はじめは固く締まっていた花蕾は10月下旬ごろから花房全体の成長とともに緩み、11月中旬ごろから順次開花を始めます。この開花初期は、秋の成虫発生ピークでもあり、開花が始まった花蕾に多数の成虫が集まり、さかんに産卵が行われます。

従前の防除暦では、開花初期である11月中旬には、たてぼや病の原因となるビワサビダニの防除のためにピリダベン水和剤（3,000倍）を散布しますが、これによってビワキジラミの幼虫と成虫の密度が減少することがわかりました（図IV-1）。本剤は、2020年4月8日付でビワキジラミにも適用拡大されています。



図IV-1 開花初期における花房へのピリダベン水和剤散布後のビワキジラミ成虫数の推移

徳島県板野郡上板町で2017年11月に実施。各試験区とも、10枝/樹を2樹実施。
散布14日後以降の冬季は、秋季に発生ピークを迎えた成虫が産卵を終えて減少する時期に当たるため、無処理区でも漸減している。

花蕾が固く締まった状態（図IV-2）では、散布した薬剤が花房の奥まで浸透しにくく、隙間に潜む幼虫にかからない恐れがあります。花房全体がある程度伸長して、花や蕾の間に隙間ができてから（図IV-3）のほうが、防除効果が高まります。同様の理由から、不要な花房を減らす摘房や、不要な花蕾を落とす摘蕾（図IV-4）を実施してから薬剤を散布することを推奨します。



図IV-2 10月の花房
隙間が少ない。



図IV-3 11月の花房
隙間が多い。



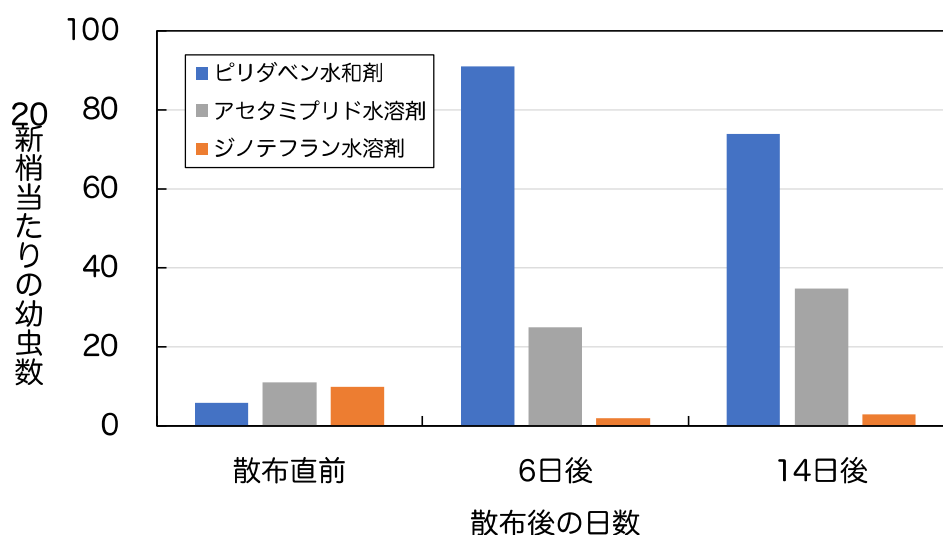
図IV-4 摘蕾前（左）と摘蕾後（右）の花房

(2) 果実袋かけ前の防除（3月中旬ごろ）

栽培ビワでは春季に果実を袋かけします。袋かけによって大型のチョウ目害虫（ケムシ類）による食害を防ぐことはできますが、ビワキジラミのような微小な害虫を袋内に閉じ込めると、害虫が天敵や風雨にさらされるのを防ぐことになり、かえって被害を増大させます。そこで袋かけ前の果実を中心に薬剤散布を実施します。

ここで散布する薬剤は、収穫前日までの使用が可能で、ビワキジラミ幼虫に効果の高いジノテフラン水溶剤（2,000 倍）です（図IV-5）。開花初期の防除と同様に、余分な果実や花カスなどで混み合った状態では散布ムラが生じやすくなりますので、早めに花カスを取り除き、仕上げ摘果を行った後に散布するようにしましょう（図IV-6、図IV-7）。

散布後、薬剤が乾いたらすみやかに袋かけをします（図IV-8）。薬剤散布から袋かけまでに1ヶ月以上あくと、その間にビワキジラミが新たに寄生し、防除効果が低くなります。



図IV-5 春季の袋かけ前防除における各種薬剤の効果

徳島県板野郡上板町で 2018 年 3～4 月に実施。各試験区とも、10 枝／樹を 2 樹実施。

ジノテフラン水溶剤の効果が最も高い。



図IV-6 摘果前（左）と摘果後（右）の果房

摘果時には花カスも除去する。



図IV-7 果実の接触部分に寄生する幼虫

果実が接触したところには幼虫が多く寄生するため、防除前に摘果をして十分な隙間を作る。



図IV-8 袋かけた果房

薬剤が乾いたらすみやかに袋かけを行う。

3. 臨機防除

防除暦による年間スケジュール防除以外にも、突発的に防除が必要になることがあります。一つは、初めてビワキジラミの発生が確認された場合の応急防除、そして苗木を新規に植栽した場合の予防的防除です。

(1) 応急防除

栽培園でビワキジラミの発生が新たに確認されたら、ただちに応急防除が必要です。現在のところ初発確認時点で園内にどれくらい発生しているのか、どれくらいの発生量で被害に至るのかを正確に予測できません。ビワキジラミは年間世代数が多く、増殖能力が高いため、放置すれば短期間に被害が広がります。1匹でも発生を確認したら、必ず防除を行いましょ。

ビワキジラミの発生を確認した場合、開花初期であれば、ピリダベン水和剤（3,000倍）を使用した防除暦どおりの基幹防除を行うことでも防除できます。それ以外の時期は、ジノテフラン水溶剤（2,000倍）を散布しますが、防除暦に追加して防除を行う場合は、各薬剤の年間の使用回数の上限を超えないように注意してください。

(2) 苗木新植時の防除

苗木市やインターネット通販などで販売されたビワ苗木に、ビワキジラミの卵や幼虫が付着していた事例が確認されています（図IV-9）。これらが広域に流通することで、ビワキジラミの生息域が広範囲に拡大することが懸念されます。卵や小さな幼虫を肉眼で確認することは困難なため、苗木を購入した場合には、定植前か定植後すぐにジノテフラン水溶剤（2,000倍）を散布して予防に努めましょ（図

IV-10) 。新植本数が少ない場合や家庭の庭先などの場合は、希釈せずそのまま散布できるスプレータイプのジノテフラン液剤を使用すると簡便です。



図IV-9 販売される花房付きの苗木

苗木市などで販売される苗にも注意が必要。



図IV-10 定植された苗木

苗木は購入先にかかわらず定植時に防除する。

4. 薬剤散布のポイント

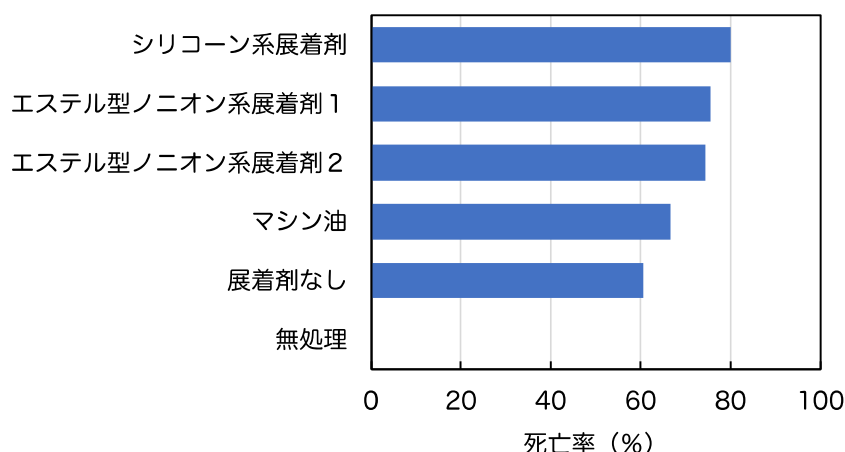
これまでに述べた基幹防除、臨機防除ともに、防除効果を高めるための共通するポイントがあります。

(1) 展着剤の加用

ビワキジラミの幼虫は花房の奥深くや狭い隙間に潜んでいるうえ、ビワ枝葉の表面をおおう微毛が散布液をはじくため、殺虫剤だけの散布では十分な効果が得られません。そこで、散布液の湿展性（濡れ性）と浸透性を高め、隙間や微毛の下に隠れる卵や幼虫にも薬剤が到達するよう、機能性展着剤を加用しましょう。なかでも、シリコーン系展着剤とエステル型ノニオン系展着剤などの加用により殺虫効果

が高まることを確認しました（図IV-11）。

機能性展着剤には価格が高いものが多いため、散布にかかるコストは増加します。しかし、ビワキジラミの防除を難しくしている上記のような特性を考えれば、コスト増を考慮してもなお、展着剤の加用が強く推奨されます。

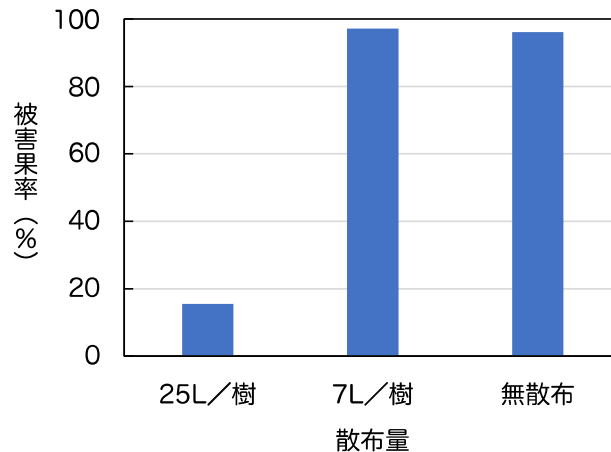


図IV-11 展着剤の加用によるビワキジラミ幼虫の殺虫効果

徳島県農林水産総合技術支援センターで 2017 年に実施。ジノテフラン水溶剤 2,000 倍+展着剤で処理。シリコーン系展着剤は「まくぴか」、エステル型ノニオン系展着剤 1 及び 2 はそれぞれ「アプローチ BI」及び「スカッシュ」。試験方法は兼田ら（2020）（参考資料 4）のとおり。

(2) 散布量

散布する薬剤の量は、樹の大きさによって異なります。樹高 3メートル以上、樹冠部の直径 4～5メートル以上の成木では、樹あたり 20～30 L くらいの散布液量が必要です（図IV-12）。成木園では少なくとも 10 a あたり 300 L 以上は散布してください。もちろん、低樹高化された栽培園が防除の面でも有利であることはいうまでもありません。



図IV-12 春季の袋かけ前防除（ジノテフラン水溶剤）における散布量と被害果率

徳島県板野郡上板町で 2019 年 3～4 月に実施。25 L 区は 20 袋／樹を 1 樹、7 L 区および無散布区はそれぞれ 2 樹について調査。

散布量が少ないと防除効果が得られない。

散布は丁寧に行うように心がけてください。散布量を増やしても、高圧で短時間に散布してしまつては、花房の奥などに散布ムラが生じてしまい、十分な防除効果が得られません。動力噴霧器の圧力設定はその種類、経年数やホースの長さで異なりますが、図IV-13 ような成木の新梢や花房（果房）を狙って散布する場合には、1 樹につき 7～8 分程度かけて適正量を散布するのが目安です。春の袋かけ前の散布では、果実全体が十分に濡れる程度に薬液がかからなければいけません。



図IV-13 多数の花蕾をつけた成木

成木は幼虫の主な寄生部位となる花（果）房が多いため、丁寧な散布が必要。

(3) 散布部位

ビワキジラミは、年間を通して新梢先端部や花房の隙間など、おもに枝先に多く生息しています。しかし例外的に、盛夏（おおむね 8 月中）には枝先にはほとんど見られず、日陰が多くできる樹冠内部の葉裏に生息しています。そのため、9月から翌年 7 月までは、新梢先端部や花房を中心に散布を行い、盛夏には樹冠内部を中心に散布するようにしましょう（図IV-14、図IV-15）。



図IV-14 枝先の花房

通常は枝先を重点的に散布する。

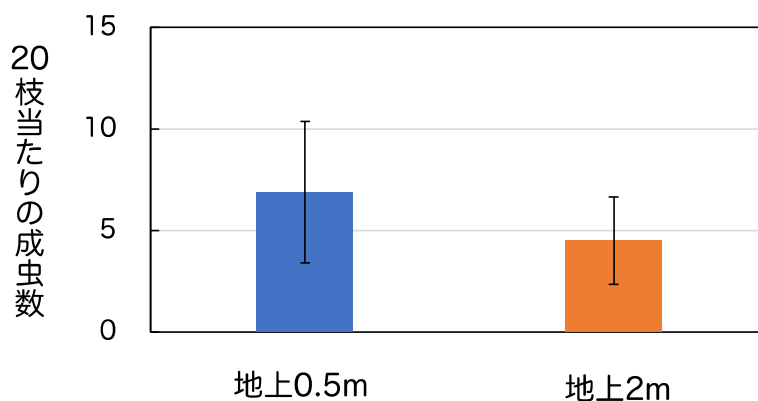


図IV-15 樹冠内部

盛夏には樹冠内部にも散布する。

(4) 散布器具

ビワ樹の低所と高所で、ビワキジラミの生息状況には違いがないようです（図IV-16）。すなわち、ビワキジラミが好む新梢や花房がある部分には、どこにでも寄生していると考えられます。したがって樹全体に万遍なく薬剤を噴霧する噴口よりは、樹の高所の花房などにもピンポイントで薬剤を散布できる「ピストル噴口」などのほうが適しています（図IV-17）。盛夏には樹冠内部に生息していますので、柄が長く、樹冠内部の葉裏にも散布しやすい、取り回しの良い噴口を選択しましょう。



図IV-16 ビワ樹の低所（地上 0.5 m）と高所（同 2 m）におけるビワキジラミ成虫寄生数

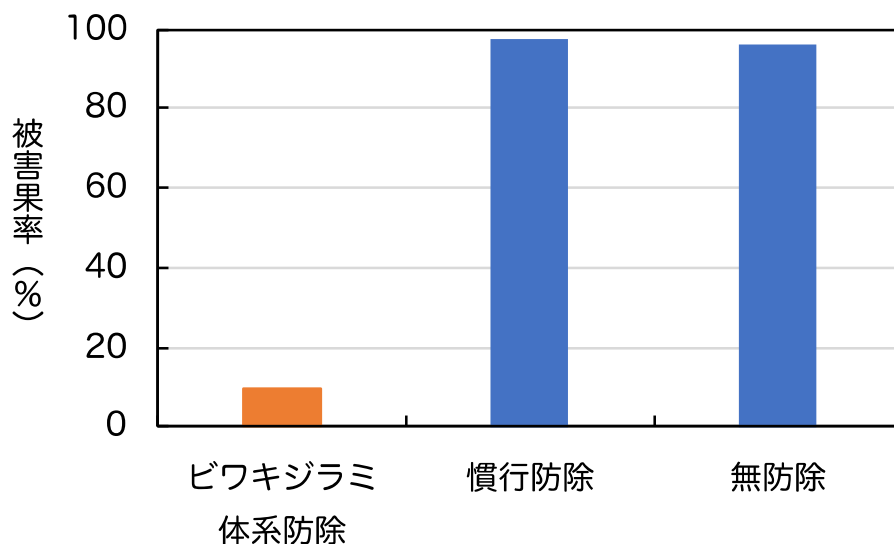
徳島県板野郡上板町で 2018 年 8～12 月に実施。薬剤無散布の 2 樹について、1 樹当たり 20 枝/1 カ所を高さごとに 2 カ所、成虫数を毎月 1 回調査した平均（垂線は標準誤差）。



図IV-17 ピストル噴口 AF-5（永田製作所）（左）と散布の様子（右）

5. ビワキジラミ対応防除暦の実証事例

ビワキジラミ対応防除暦（秋季にピリダベン水和剤、春季にジノテフラン水溶剤を散布）の効果を、徳島県北部のビワキジラミ激発地で試験したところ、無防除区あるいは従前の防除暦による慣行防除区（ビワキジラミ非対応）の被害果率（すす病等の被害が果柄部のみで、果皮にはほとんど被害がない出荷可能な果実の割合）が 96～97 % だったのに対して、新たな防除暦で体系防除を行った区では被害果率を 9.8 % にまで低減できることがわかりました（図IV-18）。また、香川県西部の被害多発地で、収穫後成虫密度が 10 枝当たり 120 匹と非常に高かったことから、上記 2 剤に加えて 7 月に DMTP 乳剤を散布した実証試験では、出荷不可能果率（果皮に明らかな被害が見られ、出荷できない果実の割合）が 0 % に抑えられました。



図IV-18 体系防除（ビワキジラミ対応防除暦）と慣行防除の被害果率

徳島県板野郡上板町で 2018 年 7 月～2019 年 6 月に実施。慣行防除は、7 月中旬と 9 月中旬にカルタップ水溶剤（1,500 倍）とカスガマイシン・銅水和剤（1,000 倍）混用、11 月中旬にピリダベン水和剤（3,000 倍）、2 月中旬に銅水和剤（1,000 倍）とチオフアネートメチル水和剤（1,000 倍）混用、3 月下旬にアセタミプリド水溶剤（4,000 倍）を散布。体系防除では、3 月下旬のアセタミプリド水溶剤に代えてジノテフラン水溶剤（2,000 倍）を散布。体系防除 9 樹、慣行防除と無防除はそれぞれ 2 樹の平均。

V 技術の導入先

このビワキジラミ対策技術の普及対象地域は全国のビワ産地ですが、ビワキジラミの発生の有無、まん延状況等により、地域によって必要とされる技術が異なります。

- 香川県と徳島県では全県にビワキジラミがまん延しています。兵庫県と和歌山県では一部地域で発生していますが、両県内の主要ビワ産地のほぼ全域がすでに被害多発地となっています。これらの地域では、本 SOP のビワキジラミ防除技術を導入しなければビワ生産ができません。産地全体での確実な防除が徹底されるよう、本 SOP の第IV章を活用して JA 指導員等から生産者への直接かつ丁寧な防除指導が望まれます。ただし、産直等の JA 系統外出荷の生産者に対する周知・指導をどのようにして徹底するかは今後の大きな課題です。公設試、病害虫防除所、農業改良普及センター等の公的機関を通じて、第 I 章の基礎的な情報と合わせて、防除技術の周知が広く図られることが期待されます。
- ビワキジラミ未発生県、発生はしているが主要産地での被害がまだ出ていない県では、産地への侵入を警戒することが最も重要です。本 SOP のうちの第 II 章及び第 III 章を活用した、目視及び黄色粘着板でのモニタリング調査の実施、疑わしい昆虫が見られた場合に遺伝子等で識別ができる態勢の構築、発生が確認された場合の速やかな初期対応を可能にする連絡体制の構築が、公的機関を中心として図られることが期待されます。

農薬の種類名（一般名）と商品名の対応表

種類名（一般名）	商品名
アラニカルブ水和剤	オリオン水和剤 40
DMTP 乳剤	スプラサイド乳剤 40
トラロメトリン水和剤	スカウトフロアブル
フェンプロパトリン水和剤	ロディー水和剤
ジノテフラン水和剤	スタークル顆粒水溶剤 アルバリン顆粒水溶剤
ジノテフラン液剤	オールスタースプレー
アセタミプリド水溶剤	モスピラン顆粒水溶剤
ピリダベン水和剤	サンマイト水和剤
スピロテトラマト水和剤	モベントフロアブル

参考資料

1. 被害多発地でもビワ生産を可能にする「ビワキジラミ防除のための総合技術マニュアル」（農研機構普及成果情報、2021年3月）
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nifts/2020/20_042.html
2. ビワキジラミ防除のための総合技術マニュアル 改訂版（農研機構果樹茶業研究部門刊、2020年11月）
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134358.html
3. ビワキジラミ対策研究プロジェクトの概要、井上広光、植物防疫 74 : 500–503（2020年）
4. ビワキジラミの薬剤感受性評価、兼田武典・阿部成人・中西友章、植物防疫 74 : 504–509（2020年）
5. ビワキジラミの防除体系技術の開発、生咲巖・渡邊丈夫、植物防疫 74 : 510–513（2020年）
6. ビワの新害虫ビワキジラミの初動対応マニュアル（農研機構果樹茶業研究部門刊、2019年3月）
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129790.html
7. キジラミ類（カメムシ目）の絵解き検索（改訂版） 井上広光・松本浩一・宮武頼夫、絵解きで調べる昆虫2（日本環境動物昆虫学会編）、文教出版 p5–52（2017年）
8. ビワを加害する新種の侵入害虫ビワキジラミ、井上広光、植物防疫 69 : 97–101（2015年）
9. 徳島県でのビワキジラミ発生状況と薬剤防除対策、中西友章・今井健司・兼田武典・武知耕二、植物防疫 69 : 102–105（2015年）

担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 植物防疫研究部門 研究推進部 研究推進室

IPP-Koho@naro.affrc.go.jp

付録：遺伝子による識別法の手順

1. キット（キアゲン DNeasy Blood & Tissue Kit）を使用した非破壊的 DNA 抽出法の手順

- 1) キジラミを粘着板ごとハサミなどで切り取り、ヘキサンに投入し 10 分程度おく。
- 2) キジラミが粘着板から剥がれたら（図 1）、新しいヘキサンに虫体を移しかえ、さらに 10 分程おいて虫体に付着した粘着物質を洗浄する。



図 1 ヘキサンで粘着物質が溶け、虫が遊離する

- 3) 虫体を濾紙の上におき、常温で 10 分程度、ヘキサンを完全に揮発させる。エタノール浸漬サンプルの場合は、ここでエタノールを揮発させる。液浸でなく、生あるいは冷凍の新鮮なサンプルの場合は、次の手順 4) から作業を始める。
- 4) 1.5 mL サンプリングチューブ中に、バッファー-ATL 180 μ L とプロテイナーゼ K 10 μ L を入れ、ボルテックス攪拌する。虫を投入後、56 $^{\circ}$ C のドライブロックバスでインキュベート。乾燥した虫体とバッファーをなじませるために約 1 時間置いたのち、弱くボルテックス（10 秒）。

その後、1～2 時間おきに 2～3 回ボルテックス攪拌。

5) 24 時間後、プロテイナーゼ K 10 μL を追加し、ボルテックス後、56 $^{\circ}\text{C}$ でさらに 24 時間インキュベート。1～2 時間おきに 2～3 回ボルテックス攪拌。

6) 内容物が溶け出した虫体 (図 2) を残して、溶液すべてを新しい 1.5 mL サンプルングチューブに移し、次の手順 7 へ。虫体を残したチューブには、乾燥を防ぐために 70 %エタノールを入れ、証拠標本として保管する (常温保管で可) 。



図 2 体内の内容物が溶け出すと体が透き通る

7) バッファ-AL 200 μL を入れ、ボルテックス攪拌。

8) エタノール (99.5 %) 200 μL を入れ、ボルテックス攪拌。

9) 白い沈殿物を含む溶液すべてを、DNeasy Mini スピнкаラム (キット付属) に移し、8,000 rpm (6,000 \times g) 以上で 1 分間遠心。廃液受けチューブを、新しいもの (キット付属) に交換。

10) バッファ-AW1 500 μL を入れ、8,000 rpm 以上で 1 分間遠心。濾液とチューブを捨てる。

- 11) カラムを新しい廃液受けチューブ（キット付属）にセットしてバッファ-AW2 500 μ L を入れ、14,000 rpm（20,000 \times g）以上で3分間遠心。濾液とチューブを捨てる。
- 12) カラムを空の1.5 mL チューブ（市販サンプリングチューブのキャップを取り除いたもの）にセットして、再度14,000 rpm 以上で3分間遠心（1回の遠心だけではバッファ-AW2 がわずかに残ることがあるため）。
- 13) 最終的なDNA 試料保存用の滅菌済1.5 mL サンプリングチューブにカラムをセットし、カラムのフタを開けて5分程度おく（残ったエタノールを完全に揮発させるため）。
- 14) バッファ-AE 100 μ L をカラムのフィルター上に添加し、フタを閉めて1分以上おく。8,000 rpm 以上で1分間遠心して溶出。
- 15) 再びバッファ-AE 100 μ L をカラムのフィルター上に添加し、フタを閉めて1分以上おく。8,000 rpm 以上で1分間遠心して溶出（手順14と合わせて合計200 μ L での溶出となる）。抽出したDNA 溶液は-20 $^{\circ}$ Cで保管し、PCRの鋳型として使用する。

2. PCR法の諸条件

- 1) 抽出したDNA を鋳型として、ビワキジラミに特異的な遺伝子（ミトコンドリアDNA COI領域）の一部をPCR法によって増幅する。プライマーの配列と、PCR反応液の組成（1反応あたり）は表2、表3のとおり。PCR酵素は、Tks Gflex DNA Polymerase（タカラバイオ）を使用した場合の例を示すが、TaKaRa ExTaq Hot Start Version（タカラバイオ）やKOD FX Neo（東洋紡）などの一般に使用される他の酵素でも高感度にPCR増幅されることを確認している。

表 2 ビワキジラミに特異的な PCR プライマーの塩基配列

名称	塩基配列 (5' - 3')
CbiwaCOIF	AGT TTA CCC CCC GCT TTC AAA TTC C
CbiwaCOIR	GGG CAA TTT TTC TAT AGA ATG CAG A

表 3 PCR 反応液の組成 (1 反応あたり)

	μL
酵素 : Tks Gflex DNA Polymerase*	1.0 (1.25U)
バッファー : 2x Gflex PCR Buffer (酵素付属)	25.0
プライマー1 : 10 μM CbiwaCOIF	1.0 (0.2 μM)
プライマー2 : 10 μM CbiwaCOIR	1.0 (0.2 μM)
鋳型DNA溶液**	1.0
滅菌蒸留水	21.0
計	50.0

* タカラバイオ

** キアゲン DNeasy Blood & Tissue Kitを使用して200 μLのバッファーで溶出。DNA濃度は0.01~1ng/μL程度

2) 調製した PCR 反応液を、サーマルサイクラーにかけて増幅する。反応条件は表 4 のとおり。

表 4 PCR 反応条件

94°C	1分	
↓		
98°C	10秒	} 35サイクル
55°C	15秒	
68°C	30秒	
↓		
68°C	5分	

- 3) 増幅産物は通常 2 % 程度のアガロースゲルで電気泳動した後、エチジウムブロマイドなどで染色し、紫外線励起によって増幅した遺伝子断片（サイズは 166 bp）を確認する（図Ⅲ-4）。

3. マス（多頭）検定のための黄色粘着板からの昆虫サンプルの回収

- 1) 黄色粘着板を食品用ラップフィルムで覆って回収した場合は、まずラップフィルムを取り外す。手で剥がしづらい場合は、黄色粘着板をアセトン（100 %）に 15 分間浸漬すると、簡単にラップを剥離することができる。
- 2) 黄色粘着板を「ハケ塗りシールはがし」（ロックタイト製）、または灯油に 60 分間浸漬し、虫体を粘着板から遊離させる（図 3）。
- 3) 不織布の袋（お茶パック）を 100 mL ビーカーなどに取り付け、溶液ごと流し込み、虫体を濾しとる。
- 4) お茶パック上部に丈夫なテープ（園芸結束機テープナー用テープなど）をホッチキスで取り付け、50 mL 遠沈管にテープが外に出るようにフタを閉める。このとき、お茶パックが遠沈管の底に付かないように少し浮かせた状態にする（図 4）。
- 5) 10,000 rpm で 3 分間遠心し、虫体を乾燥させる（洗濯機の脱水と同じ原理）。虫体が多い場合は乾きにくいので、遠心時間を長くする。
- 6) お茶パックの中の虫体を葉包紙上に出し、5 mL サンプリングチューブに入れる（図 5）。虫体が多すぎるとうまく DNA が抽出できない場合があるため、虫の量はチューブの半分以下の量になるようにし、必要に応じて複数のチューブに分ける。

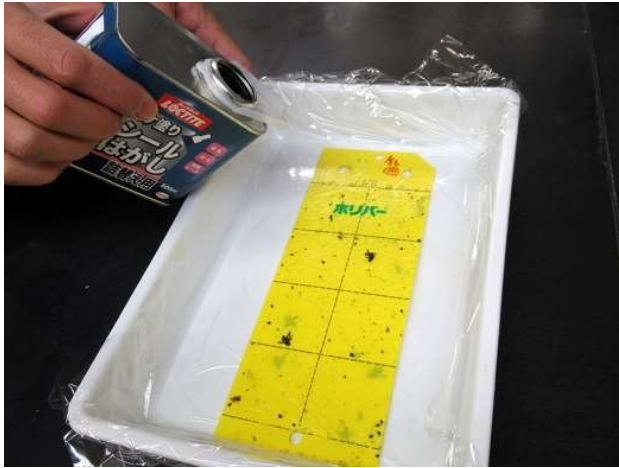


図 3 粘着板に捕獲された昆虫を溶剤で遊離させる

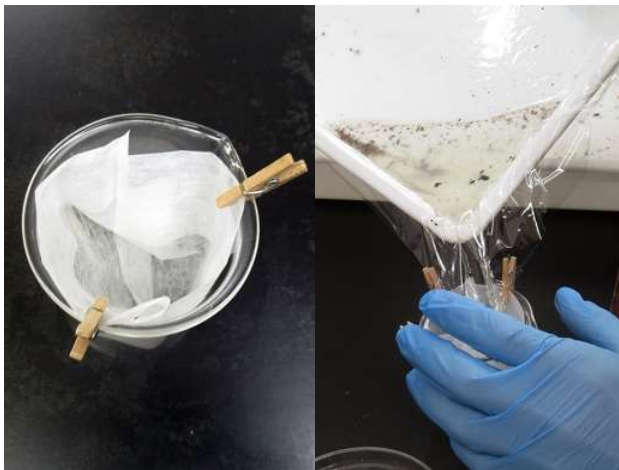


図 4 昆虫をお茶パックで濾し取り、遠沈管にセットする



図 5 遠心機で脱水した昆虫をサンプリングチューブに入れる

4. マス（多頭）検定のための簡易 DNA 抽出法

- 1) 虫を集めたチューブに 1×STE バッファー（100 mM NaCl, 50 mM Tris-HCl, 100 mM EDTA, pH 8.0）990 μ L とプロテイナーゼ K 10 μ L を入れ、ペッスルなどで摩砕する。
- 2) 溶液が入ったチューブを恒温器に入れ、65 $^{\circ}$ C で 20 分間インキュベートする。
- 3) 恒温器から取り出し、溶液を激しくボルテックスし、軽くスピンドウンする。インキュベート後の溶液は DNA 濃度が不均衡なため、この操作を省いた場合は正しい反応結果が得られない場合がある。そのため、この操作は必ず行う。
- 4) 溶液を別の容器（1.5 mL サンプルングチューブなど）に移す。この溶液をテンプレートとし、1 μ L を鋳型として PCR を行う。PCR 条件は 49、50 頁。
残った溶液は、プロテイナーゼ K を失活させるために 95 $^{\circ}$ C で 5 分間加熱したのち、
−20 $^{\circ}$ C で保存する。少なくとも 2 ヶ月間は PCR の鋳型として使用できる。

■ 必要な機材・器具・試薬

- 1) DNA 抽出に必要なもの
 - ・微量遠心器 — 1.5 mL サンプルングチューブを 14,000 rpm（20,000 \times g）で遠心できるもの
 - ・ドライブブロックバス — 1.5 mL サンプルングチューブ用
 - ・ボルテックスミキサー
 - ・マイクロピペット — 容量 10~500 μ L の範囲をカバーするよう数本
 - ・ピペットチップ — マイクロピペットの容量に合わせて適宜

- ・1.5 mL サンプルチューブ — 1 検体につき 4 本必要（DNA 保存用はオートクレーブ滅菌しておく）
- ・DNA 抽出キット — キアゲン DNeasy Blood & Tissue Kit
- ・エタノール — 99.5 %および 70 %
- ・ヘキサン — 粘着板から虫体を剥離する際に使用（「ハケ塗りシールはがし」（ロックタイト製）または灯油でも代用可）
- ・アセトン — 粘着板から食品用ラップフィルムを剥離する際に使用

2) PCR に必要なもの

- ・サーマルサイクラー
- ・アガロースゲル電気泳動装置およびゲル撮影装置
- ・マイクロピペット — 容量 1~200 μL の範囲をカバーするよう数本
- ・ピペットチップ — マイクロピペットの容量に合わせて適宜
- ・PCR 酵素 — Tks Gflex DNA Polymerase（タカラバイオ）など
- ・PCR プライマー
- ・滅菌蒸留水
- ・アガロースゲル — 2 %程度
- ・電気泳動用バッファー — TAE（Tris-acetate EDTA）など
- ・核酸染色溶液 — エチジウムブロマイド（臭化エチジウム）など
- ・DNA 分子量マーカー（100 bp マーカー）



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。