

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研 究 区 分	： 革新型研究開発（若手枠）
研 究 実 施 期 間	： 2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
課 題 番 号	： 4RF-2202
体 系 的 番 号	： JPMEERF20224R02
研 究 課 題 名	： 特定外来生物クビアカツヤカミキリの新たな定着地の早期発見・早期 駆除システムの開発
Project Title	： Development of the System for Early Detection and Elimination in Newly Invaded Sites of the Invasive Alien Species <i>Aromia bungii</i>
研 究 代 表 者	： 田村 繁明
研 究 代 表 機 関	： 森林研究・整備機構
研 究 分 担 機 関	： 大阪府立環境農林水産総合研究所、和歌山県
キ ー ワ ー ド	： 外来種、分布拡大、防除

注： 研究機関等は研究実施期間中のものです。また、各機関の名称は本報告書作成時点のものです。

令和7（2025）年11月



環境研究総合推進費
Environment Research and Technology Development Fund



独立行政法人
環境再生保全機構
ERCA Environmental Restoration and Conservation Agency

目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書	1
研究課題情報	3
<基本情報>	3
<研究体制>	3
<研究経費の実績>	4
<研究の全体概要図>	5
1. 研究成果	6
1. 1. 研究背景	6
1. 2. 研究目的	6
1. 3. 研究目標	6
1. 4. 研究内容・研究結果	7
1. 4. 1. 研究内容	7
1. 4. 2. 研究結果及び考察	10
1. 5. 研究成果及び自己評価	20
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献	20
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価	21
1. 6. 研究成果発表状況の概要	21
1. 6. 1. 研究成果発表の件数	21
1. 6. 2. 主要な研究成果発表	22
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動	22
1. 7. 国際共同研究等の状況	22
1. 8. 研究者略歴	23
2. 研究成果発表の一覧	24
(1) 産業財産権	24
(2) 論文	24
(3) 著書	24
(4) 口頭発表・ポスター発表	24
(5) 「国民との科学・技術対話」の実施	25
(6) マスメディア等への公表・報道等	25
(7) 研究成果による受賞	25
(8) その他の成果発表	25
権利表示・義務記載	27

Abstract

研究課題情報

<基本情報>

研 究 区 分 :	革新型研究開発（若手枠）
研 究 実 施 期 間 :	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
研 究 領 域 :	自然共生領域
重 点 課 題 :	【重点課題 13】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究 【重点課題 13】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究
行 政 ニ ー ズ :	（4-4）侵略的外来種の早期侵入把握・革新的な防除技術の開発
課 題 番 号 :	4RF-2202
体 系 的 番 号 :	JPMEERF20224R02
研 究 課 題 名 :	特定外来生物クビアカツヤカミキリの新たな定着地の早期発見・早期駆除システムの開発
研 究 代 表 者 :	田村 繁明
研 究 代 表 機 関 :	森林研究・整備機構
研 究 分 担 機 関 :	大阪府立環境農林水産総合研究所、和歌山県
研 究 協 力 機 関 :	

注： 研究協力機関は公開の了承があった機関名のみ記載されます。

<研究体制>

サブテーマ1「拡散経路の推定」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	森林研究・整備機構	森林昆虫研究領域	主任研究員	田村繁明	
分担者	森林研究・整備機構	関西支所	主任研究員	向井裕美	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ2「分布情報の集約と侵入ハイリスク地の特定」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
----	-----	-----	-----	----	--------

リーダー	大阪府立環境農 林水産総合研究 所	環境研究部・自 然環境グルー プ	主査	山本優一	
分担者	大阪府立環境農 林水産総合研究 所	食と農の研究 部・防除グルー プ	主任研究員	城塚可奈子	
分担者	大阪府立環境農 林水産総合研究 所	環境研究部・自 然環境グルー プ	研究員	原口岳	
分担者	和歌山県	果樹試験場か き・もも研究所	主査研究員	弘岡拓人	
分担者	和歌山県	果樹試験場う め研究所	研究員	柏木悠里	2022 年 度 ～ 2023年度
分担者	和歌山県	果樹試験場う め研究所	研究員	裏垣翔野	2024年度
分担者	和歌山県	林業試験場	研究員	小田奈津子	2022年度
分担者	和歌山県	林業試験場	研究員	松久保康輔	2023 年 度 ～ 2024年度

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

サブテーマ3「分布先端の低密度地域における成虫駆除方法の開発」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	森林研究・整備 機構	森林昆虫研究 領域	主任研究員	砂村栄力	

注： 研究協力者は公開の了承があった協力者名のみ記載されます。

<研究経費の実績>

年度	直接経費（円）	間接経費（円）	経費合計（円）	備考（自己充当等）
2022	4,612,240	1,381,760	5,994,000	
2023	4,615,080	1,382,920	5,998,000	
2024	4,601,231	1,379,769	5,981,000	
全期間	13,828,551	4,144,449	17,973,000	

注： 環境研究総合推進費の規定する研究経費の支援規模を超えた額は自己充当等によるものです。

<研究の全体概要図>

特定外来生物クビアカツヤカミキリの新たな定着地の早期発見・早期駆除システムの開発 (研究代表機関：森林研究・整備機構)



早期発見



サブテーマ1 (森林研究・整備機構)
拡散経路の推定

- ・ 遺伝的構造から拡散経路を推定
- ・ 室内行動実験から人為的拡散リスクを評価

サブテーマ2 (大阪環農水研、和歌山県)
分布情報の集約と侵入ハイリスク地の特定

- ・ 分布情報の集約と分布拡大速度の推定
- ・ 侵入が新たに起こりやすい地点の特徴を把握

2府県で実施

早期駆除



サブテーマ3 (森林研究・整備機構)
分布先端の低密度地域における成虫駆除方法の開発

- ・ ベイト型化学防除手法を開発

現地試験まで実施

分布拡大を抑制するシステム構築へ

1kmメッシュ地図で現在の分布 (■) と侵入ハイリスク (■) と可視化し周知



侵入ハイリスク地での調査を促し、新たな定着地の早期発見

ベイト型化学防除技術によって低密度地域で早期駆除

早期発見、即駆除を実現し、
全国蔓延を防ぐ

1. 研究成果

1. 1. 研究背景

外来の穿孔性害虫は樹木に苛烈な枯損被害をもたらすことがある。北米では侵入したアオナガタマムシやツハバダゴマダラカミキリによる被害額はそれぞれ1億ドル以上であり、官民挙げての防除活動が行われている。世界的に穿孔性害虫の侵入に警戒が高まっている中、日本では特定外来生物であるクビアカツヤカミキリの侵入、定着が2012年に確認され、ウメ、モモ、サクラ等バラ科樹木が被害を受けている。本種の分布拡大は早く、現在15都府県において1万本に迫る樹木が被害を受け、分布拡大の抑制が喫緊の課題になっている。すでに国内に侵入し一部地域に定着した外来種に対しては、分布拡大を抑制しまん延を防ぐため、未定着地における侵入の早期発見、早期駆除を行う体制が必要である。これまでのイノベーション創出強化研究推進事業（課題番号：300230）などでクビアカツヤカミキリに関して基礎的な生態や既存の防除手法の本種への適用についてはよく研究されているが、早期発見・早期駆除につながる分布拡大に関する研究や新しい防除手法の開発はほとんど行われていない。

また、2023年4月より改正外来生物法が施行され、その中で国だけでなく都道府県や市町村についても外来種の防除の責務規定が明記され、地方公共団体による防除の円滑化や各地域における防除主体間の連携によって国内全体でのより迅速かつ強力な外来種防除が求められている。

未定着地での侵入の早期発見を実現するには、クビアカツヤカミキリ個体群の拡散経路や分布拡大速度などの分布拡大プロセスを解明することで、1～2年後に被害が発生するリスクが高い未定着地（侵入ハイリスク地）を周知し、その情報をもとに各防除主体が連携してより効率的に被害調査を行うことが必要である。また、特定外来生物であるため被害材の運搬や生きたままの移動が禁止されているにも関わらず、これまでの分布から数十km離れた飛び地的な被害発生が相次いでおり、対策されていない偶発的な人為移動リスクが存在するかの検証も必要である。とくに過去、和歌山県において車両へ付着し便乗移動した個体が観察されている。侵入直後の早期駆除には、定着後すぐの低密度地域に適した防除技術が必要である。既存の防除方法（農薬散布や樹幹注入剤など）は用いる農薬量が多く、経済的コストや環境負荷の面から低密度地域では使用が難しく、環境や人への影響の懸念から代替手法が求められている。これらのニーズは、行政ニーズ4-4（侵略的外来種の早期侵入把握・革新的な防除技術の開発）の到達目標である「侵略的外来種についての早期発見技術、効果的に拡大防止を果たすための防除技術」や重点課題⑬（生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究）のうち「ICT等の新技術を活用した外来種を効果的・効果的に低密度段階から根絶するための防除技術、侵入初期即時発見をするための侵入予測」とも一致する。

1. 2. 研究目的

外来穿孔性害虫の中でも分布拡大や経済的・生態的被害が著しいクビアカツヤカミキリを対象に、分布拡大のプロセスを解明し侵入ハイリスク地を特定するとともに、低密度地域において使用しやすい化学物質による誘引と殺虫剤入りの餌を組み合わせたベイト（誘引餌）型防除技術を開発することで、分布先端での早期発見と早期駆除に貢献し分布拡大の抑制に資する。これらは行政ニーズ4-4（侵略的外来種の早期侵入把握・革新的な防除技術の開発）の到達目標である「侵略的外来種についての早期発見技術、効果的に拡大防止を果たすための防除技術」に対応する。

1. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

研究課題名	特定外来生物クビアカツヤカミキリの新たな定着地の早期発見・早期駆除システムの開発
全体目標	クビアカツヤカミキリについて、近畿地方を事例として個体群の拡散経路や被害拡散動態を解明し、侵入ハイリスク地を特定することで未定着地への拡散リスク推定手法を開発する。また、定着して間もない低密度地域において、早期に駆除できるベイト型化学防除する技術を開発する。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	拡散経路の推定
---------	---------

サブテーマ1 実施機関	森林研究・整備機構
サブテーマ1 目標	SSRマーカーを10座開発し、それらを用いた遺伝子解析によって大阪府、和歌山県における個体群構造を解明し、拡散経路を推定する。クビアカツヤカミキリの車両の便乗による移動のリスクを、室内行動実験で風圧や振動への耐久性を測定し、高速道路・幹線道路・一般道での人為移動リスクを評価する。

<サブテーマ2の研究目標>

サブテーマ2 名	分布情報の集約と侵入ハイリスク地の特定
サブテーマ2 実施機関	大阪府立環境農林水産総合研究所、和歌山県
サブテーマ2 目標	大阪府、和歌山県において、過去を含む分布情報をオンラインマッピングシステムなど用いて1 kmメッシュ地図として集約し、分布の変遷から分布拡大速度を推定する。また重点的な調査地域で、地点単位で被害の変遷を調査し、分布拡大先端での被害拡散動態から新たに侵入しやすい地点の特徴を把握する。

<サブテーマ3の研究目標>

サブテーマ3 名	分布先端の低密度地域における成虫駆除方法の開発
サブテーマ3 実施機関	森林研究・整備機構
サブテーマ3 目標	室内実験によって、成虫駆除に効率的な殺虫剤を選定し、成虫を効率的に誘引できるベイト剤基質を作成する。これらの薬剤を用いてベイト型化学防除法を試作し、被害先端地の現場で実証試験をして、飛来から致死に至るのかを確認する。

1. 4. 研究内容・研究結果

1. 4. 1. 研究内容

1. 4. 1. 1. 課題全体の研究内容

この研究課題では、クビアカツヤカミキリの分布拡大プロセスの解明のため、近畿地方においてを事例として本種の遺伝子解析と室内行動実験による拡散経路の推定（サブテーマ1）、分布情報の集約による分布拡大速度の推定（サブテーマ2）を行った。また、計画には含まれていなかったが、国内におけるクビアカツヤカミキリの長距離分散の実態を解明するため、国内の飛び地的な被害発生について情報収集、遺伝子解析を行った（サブテーマ1）。

侵入ハイリスク地の特定のため、大阪府、和歌山県で1 km²以上の調査範囲を4つ設定し、その範囲内の各地点で2022～2024年の本種の被害の有無を調査し、被害発生の有無と地点の特徴の関係について解析した（サブテーマ2）。

ベイト型化学防除手法の開発のため、室内実験によって、成虫駆除に効率的な殺虫成分、成虫を効率的に誘引できる誘引成分を探索・選定した。これらを組み合わせてベイト剤を試作し、野外の被害木においてネット巻きの内部に設置して防除試験を行った（サブテーマ3）。

1. 4. 1. 2. サブテーマ1の研究内容

近畿地方でのクビアカツヤカミキリの個体群構造を明らかにするため、本種の分布が確認されている大阪府・和歌山県・奈良県・兵庫県の72地点から遺伝子解析に供試する460個体を収集した（10個体以上：18地点、5個体以上：33地点、5個体未満：21地点）。サンプルの収集にあたり、分布情報の共有や採集についてサブテーマ2と連携して行った。そのうち69地点・341個体についてミトコンドリアDNA・C01（シトクロームオキシダーゼサブユニット1；cytochrome oxidase subunit 1）領域の一部の塩基配列（521 bp）を決定した。ミトコンドリアDNAより詳細な遺伝的な違いを捉えることができるSSRマーカー（単純反復配列マーカー

一；simple sequence repeat maker)を開発するため、森林研究・整備機構で保管されているクビアカツヤカミキリのドラフトゲノムから、QDD ver.3 (Meglécz et al. 2010)を用いて単純反復配列を抽出し、PCR（ポリメラーゼ連鎖反応；polymerase chain reaction）によって安定した増幅が困難なモチーフ（ATのみ、GCのみのもの）を除き、単純反復配列の反復数とモチーフの配列数の大きさを基準に、属するコンティグができるだけ重ならないように24座位の候補を選んだ。近畿地方で採集された2個体、関東地方で採集された2個体について、24のSSRマーカー候補座位をQIAGEN Multiplex PCR Kit (QIAGEN社製)を用いて、アニーリング温度やプライマー濃度を調整しながら、PCRにより安定して増幅可能かを検証した。

クビアカツヤカミキリ成虫の車両への便乗による移動リスクを推定するため、電動式ブロワー（マキタ社製、UB185DZ）および小型モーダル加振器（TMS社製、K2007E01）を組み合わせることで、走行時に車体表面にかかる風圧や振動を同時に再現する実験系を確立し、実験室内で車体表面を模した基質に付着させた成虫に対する風圧や振動への耐久性を評価した（図1-1）。文献情報および実際の計測により、走行中の車体表面は走行速度に関わらず10から1000 Hzまでの低周波領域の混合周波数にて加振されることが明らかになったため、振動はこの一定条件で与えることとし、30 km/h、50 km/h、80 km/hで走行したときに発生する風圧を再現した場合の供試個体への影響を調べた。車体表面を模した基質としては、市販の幌（ポリエステル生地に塩化ビニル樹脂が塗布されたもの）、ペニヤ板、ステンレス板、ガラス板を、それぞれ厚さ5 mm、20 cm×20 cmにカットしたものを使用した。これらの基質のうち最も耐久性の高かった幌を対象に、基質面の水平または垂直時の耐久性、さらに50 km/h走行時の風圧に対する耐久持続性について調査した。各試行では5分間連続して振動と風圧を与え続け、この間に風に飛ばされる、自ら飛び立つなどによって基質から離脱した場合を耐久失敗、基質上に残った場合を耐久成功と評価した。耐久持続性の調査では、1時間以上（移動距離換算50 km以上）を指標として、時間内に基質にとどまることが可能かどうかを調べた。

クビアカツヤカミキリの長距離分散の実態を解明するため、国内の飛び地的な被害発生について情報を収集し、飛び地的な被害発生が確認された近畿地方以外の東京都江東区、茨城県つくば市においてそれぞれ3個体、5個体の遺伝子解析供試個体を採集し、ミトコンドリアDNA・C01領域の一部の塩基配列（1374 bp）を決定した。上記の2事例に、近畿地方の飛び地的な被害発生地である大阪府高槻市、兵庫県明石市・神戸市・芦屋市、和歌山県日御坊市・日高川町の3事例を加えた5事例について、被害の初発見時の発見場所、発見者の情報を収集し、飛び地的な被害を早期発見するための対策を考察した。

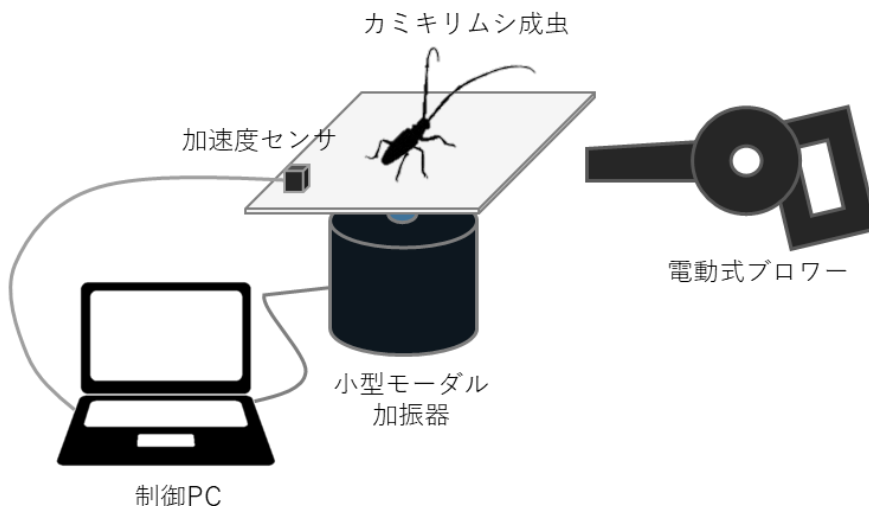


図1-1. クビアカツヤカミキリ成虫の風圧や振動への耐久性を計測する実験の模式図。小型モーダル加振器に各種基質をとりつけ、その上に成虫を乗せて振動を与え、ブロワーにより風圧を与えた。また加速度センサにより常時振動をモニタリングした。

1. 4. 1. 3. サブテーマ2の研究内容

クビアカツヤカミキリの分布の変遷をもとに分布拡大速度（km/年）を明らかにするため、本種の分布が初めて確認された2015年度以降の大阪府および隣接する和歌山県における分布情報を収集した。分布の指標には、寄主木（サクラ、ウメ、モモ、スモモ等）における幼虫が排出する特徴的なフラス（木くずと糞の混ざったもの）の発生の有無、成虫目撃の有無を用いた。大阪府の分布情報には、大阪府立環境農林水産総合研究所が実施した現地調査（2015年度～）、大阪府庁が府内全市町村に対して実施したクビアカツヤカミキリ被害に関するアンケート調査（2020年度～）の結果を用いた。和歌山県の分布情報には、県民からの情報

提供（2017年度～）、県試験研究機関による定点調査（2018年度～）、県出先機関による現地調査（2022年度～）の結果を用いた。GISを用いて、収集した分布情報（フラスあるいは成虫の発生が報告された住所）に位置情報（緯度・経度）を付与した。地域標準三次メッシュ（約1 km²）を「地域」として、フラスが確認された地点を含むメッシュを「被害地域」と判定し、各年度の1 kmメッシュ被害地域図として大阪府および和歌山県の分布情報を集約した。体系的な調査体制が整備された2020年度以降の被害地域を解析対象とし、年度毎（2021～2024年度）に前年度の被害地域から当年度の新規被害地域までの距離（メッシュの中心点間）を測定し、その平均値を分布拡大速度（km/年）の指標とした。

分布拡大の先端地域において、サクラやバラ科果樹類（ウメ、モモ、スモモ）などの寄主木が点在する中、限られた調査資源を効果的に配分し、被害地点の早期発見を実現するため、野外調査および統計モデリングにより、クビアカツヤカミキリが新たに侵入しやすい地点（侵入ハイリスク地）の特徴について検討した。2021年の1 kmメッシュ地図を参考に、大阪府および和歌山県の分布の先端地域の周辺に合計4つの重点調査地域（図2-1）を設定した。各地域において、都市公園、街路、あるいは果樹園など、継続的に調査可能な合計156調査地（大阪1：24地点、大阪2：75地点、和歌山1：36地点、和歌山2：21地点）を設けた（図2-1）。2022年に現地調査を行い、各調査地点に植栽されている全てのサクラ、果樹類（ウメ、モモ、スモモ）を調査対象とし、クビアカツヤカミキリに特徴的なフラスが発生している木を被害木として記録した。また、各調査木の根元径、樹勢（目視5段階評価）、剪定の有無、並びに位置情報（緯度・経度）を調査した。各地点の位置情報は、地点内の調査木の重心座標とした。これらの調査を2023年および2024年も同様に実施した。

未被害の地点において新しく被害が発生する確率と各地点の特徴（根元径、樹勢など）との関係を検証するため、まず樹種として主にサクラ類が植栽されている3地域（大阪1、大阪2、和歌山2）の2022～2024年の調査データを用いて、前年に被害が確認されなかった調査地点を対象に、当年の被害木の有無を目的変数、各地点の特徴を説明変数、調査年、地域、並びに地点をランダム変数（切片）としたGLMM（一般化線形混合モデル：Generalized Linear Mixed Model）を検討した。説明変数（地点の特徴）は、植栽本数、樹木サイズ（調査木の根元径の最大値）、樹勢（5段階評価の平均値）、剪定の有無、並びに最近傍の被害あり地点（例：図2-1の赤丸）からの距離とした。地点における被害の有無を精度よく予測する地点の特徴の組み合わせについて、AIC（赤池情報量規準：Akaike's Information Criterion）が最小となるモデルを最尤モデルとして選択した。

樹種としてサクラだけでなく果樹類（ウメ、モモ、スモモ）が植栽されている地域（和歌山1）の2022～2024年のデータを用いて、当年の被害木の有無を目的変数（二項分布に従う）、樹種（サクラor果樹類）、植栽本数、樹木サイズ（調査木の根元径の最大値）、樹勢（5段階評価の平均値）、並びに最近傍の被害あり地点からの距離を説明変数としたFirth法によるロジスティック回帰（Firth's penalized-likelihood logistic regression）とAICによるモデル選択により検討した。なお、剪定の有無は、樹種と強い相関が確認されたため（ $r > 0.7$ ）、多重共線性を考慮し、説明変数に含めなかった。

侵入ハイリスク地の特徴に係る基準値を示し視覚的な理解を促すことにより行政機関等の樹木を管理する主体の意思決定を支援するため、サクラの地域、サクラと果樹類が混在する地域の各々に対して、上記と同じ調査データを学習データとし、CART（Classification And Regression Tree）アルゴリズムを用いた決定木分析を行った。当年の被害木の有無を予測することを目的に、地点の特徴に関する最適な分岐条件をもった回帰木構造を図示した。

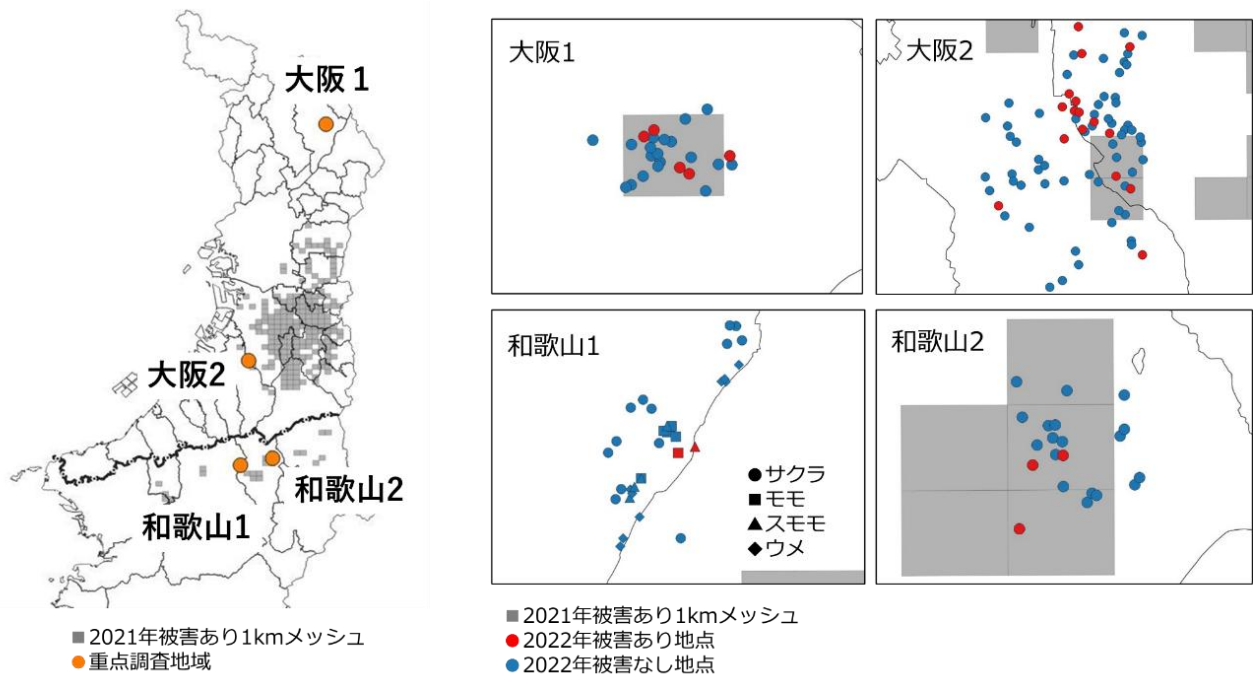


図2-1. 大阪府、和歌山県に設定した4つの重点調査地域および各地域に設けた調査地点。

1. 4. 1. 4. サブテーマ3の研究内容

ベイト型化学防除手法を開発するために、成虫の摂食を通して駆除できる殺虫成分および成虫を効率よく誘引する誘引成分の探索を行った。殺虫成分については、殺虫成分を糖蜜にまぜ成虫に与え、投与後7日間観察する室内食毒試験を行い、死亡率および死亡するまでにかかる時間を評価した。これらの評価は7種の化合物について行った。誘引成分については、糖蜜にクビアカツヤカミキリの合成フェロモンや食樹由来の揮発性物質を加え、室内選択試験によって誘引性の評価を行った。なお、研究計画に記載した通りまずはY字型ガラス試験管（以降Y字管）を用いた選択試験を行ったが、誘引性の検出力が低かったため、ネットケージを用いた選択試験系を追加で確立し、そちらでの評価も行った。

さらに、選定した殺虫成分と誘引成分を用いたベイト剤による駆除の実証として、大阪府、和歌山県、栃木県の実地、準実地条件下で、ネット巻きとの併用で羽化脱出個体を効率的に殺虫できるかを調査した。背景として、クビアカツヤカミキリ被害木からの成虫の拡散防止のためにネット巻きがよく行われているが、樹幹から羽化脱出してネット内に閉じ込められた成虫を自治体職員が日々見回って駆除しないと、ネット内で交尾・産卵してしまい、ネットを巻いた木がまた被害にあってしまうことが問題となっている。ネット内にベイト剤を設置して、摂食した成虫を殺すことで、この問題を解消するのが本研究の狙いである。なお、研究計画では大阪府および和歌山県の分布拡大先端付近の侵入ハイスリスク地（サブテーマ2の結果から選定する）においてベイト剤を設置し、誘引された成虫の個体数を計測することとしていたが、アドバイザーから「未被害地におけるクビアカツヤカミキリ誘引は被害拡大につながるおそれがある」という趣旨の意見があり、手法を上記のように変更した。なお、大阪府、和歌山県における試験はサブテーマ2の実施機関との連携により行った。

引用文献

Megléc E., C. Costedoat, V. Dubut, A. Gilles, T. Malausa, N. Pech, and J. Martin. 2010. QDD: a user-friendly program to select microsatellite markers and design primers from large sequencing projects. *Bioinformatics* 26:403-4.

1. 4. 2. 研究結果及び考察

1. 4. 2. 1. 課題全体の研究結果と考察

クビアカツヤカミキリの分布拡大プロセスについては、4府県から採集された個体のミトコンドリアDNAの解析の結果、近畿地方では単一の個体群が広域に分布拡大した可能性が高いことが示された。また、本種成虫の風圧や振動への耐久試験の結果、成虫は50 km/hの風圧と車両上の振動に1時間以上耐久可能で、車

両への付着によって長距離拡散が起き得ることが示された。既存の被害地域から飛び地のように離れて被害が発生した地点の採集個体の遺伝子解析を行った結果、本種が20 km以上長距離拡散した可能性が高い事例が近畿と関東で5つ確認され、人為移動が実際に発生している可能性が高いことが示された（以上サブテーマ1）。2020～2024年の大阪府、和歌山県の分布情報をまとめ、その変遷を解析した結果、新たに被害が確認されたメッシュの97%は、前年までに被害が確認されていたメッシュから3 km以内にあることが明らかになった（サブテーマ2）。

侵入ハイリスク地については、4つの調査範囲における3年間の調査と解析の結果、サクラでは、地点内の植栽本数が多く、樹木が大きく、地点周辺に常緑広葉樹林が多い地点で被害発生確率が高いことが明らかになった（サブテーマ2）。

分布拡大プロセスと侵入ハイリスク地に関する成果から未定着地への拡散リスク推定が可能となり、1 kmメッシュ地図などで現在の分布と新たな被害が発生しやすい現在の分布から3 km以内の範囲を可視化して周知し、侵入ハイリスク地でモニタリングを行い、長距離拡散については市民等に幅広く啓発することで、新しい被害地の早期発見・早期駆除に貢献できると考えられた。これらの成果は、クビアカツヤカミキリの防除現場や関連する行政からのニーズが高いことから、自治体等の防除実務者向けのリーフレットとしてとりまとめてウェブ上で公開した（図0-1、成果13）。

ベイト型化学防除手法の開発については、室内実験により成虫に効果的な殺虫成分と誘引成分としてアセタミプリド、糖酢液を選定した。これらを組み合わせてベイト剤を試作し、ネット巻き処理を施した野外試験木に設置した結果、一定の効果（22～81%の羽化脱出成虫の死亡）が確認された。



図0-1. 本課題の成果をもとに作成した自治体等の防除実務者向けのリーフレットの一部。リーフレットは、PDFファイルを森林研究・整備機構のホームページ上で公開している。

https://www.ffpri.go.jp/research/2forest/09for-entom/documents/shinrinken_report_p6_03013.pdf

1. 4. 2. 2. サブテーマ1の研究結果と考察

大阪府、奈良県、和歌山県、兵庫県において採集されたクビアカツヤカミキリ341個体（69地点）についてのミトコンドリアDNA・C01領域の一部の塩基配列（521 bp）の解析の結果、2つのハプロタイプが確認された（図1-2）。これらは、Tamura and Shoda-Kagaya (2022)において国内の他の地域から報告されているハプロタイプとは配列が異なった。2つのハプロタイプは、ともに近畿地方の広域から見つかるとともに、解析地点の36%で同所的に確認された。とくに、比較的早期に被害が確認された大阪狭山市や周辺の市町村においても、2つのハプロタイプが同所的に確認されたことから、同時あるいは同時期に2つのハプロタイプをもつ個体が原産地から大阪狭山市付近に侵入し、そこから近畿地方の広域へと分布を拡大してきたと推定される。このことは、サブテーマ2において分布の変遷から分布拡大速度を解析する際に、大阪府と和歌山県全体を同時に扱うことが妥当であることの根拠となる。SSRマーカーの開発について、候補とした24座位のうち、同じアニーリング温度とプライマー濃度で、検討した4個体すべてで繰り返しPCRによる増幅に安定して成功し、非特異的な産物やスミアが発生しない12座位を特定した（表1-1）。

車両への便乗による移動リスクを評価するための風圧・振動に対する耐久試験の結果、基質が幌やベニヤ板など表面に凹凸のある素材である場合には高い耐久性を示すことが明らかになった（図1-3、表1-2）。特に幌上に水平に付着した場合では、30 km/h走行時の風圧下では95.0%、50 km/h走行時の風圧下では69.7%、80 km/h走行時の風圧下でも12.5%の個体が5分間耐久可能であった。また、幌上では垂直に付着した場合でも高い耐久性が維持され、30 km/h走行時の風圧下では71.4%、50 km/h走行時の風圧下では72.2%と、いずれ

も7割以上の個体が5分間耐久可能であった。さらに、50 km/h走行時の風圧下では水平方向の幌上に1時間以上付着できる個体も多数存在した。以上の結果から、クビアカツヤカミキリの成虫が軽トラック等に張られた幌に付着した場合、少なくとも5分以上、水平方向に付着できた場合には1時間以上付着したまま運搬される可能性があり、成虫発生地点から50 km以上の範囲において車両便乗による移動リスクがあることがわかった。

国内におけるクビアカツヤカミキリの長距離拡散の実態について、飛び地的な被害の発生が、関西地方では①大阪府高槻市（2021年）、②兵庫県明石市・神戸市・芦屋市（2022年）、③和歌山県御坊市・日高川市（2023年）で、関東地方では④東京都江東区（2021年）、⑤茨城県つくば市（2022年）で確認された（図1-2、1-4）。いずれの地点も連続した既存の分布からは20 km以上離れていた。関西の高槻市、明石市の地点からは、上述のように関西の既存の分布と同一のハプロタイプが確認された（図1-2）。関東の江東区の地点からは関東北部と同一の、つくば市の地点からは関東南東部と同一のハプロタイプが確認された（図1-4）。これらの5つの地点は既存の分布からの長距離拡散によって被害が発生した可能性が高く、長距離拡散が3つの地域から発生したことから地域特異的な現象ではないと考えられる。標識再捕法などによるカミキリムシ類の野外における分散能力を調査した研究では、ほとんどの事例で最大の分散距離は10 km未満である（Haack et al. 2017）。また、イタリアのクビアカツヤカミキリ侵入地（カンパーニャ州）での被害地点の拡大は年1 km以内と報告されており（EFSA et al. 2019）、後述する国内の近畿地方を対象としたサブテーマ2の解析でもほとんどの分布拡大は3 km以内であったことから、確認された①～⑤の20～40 kmの長距離拡散事例は、成虫の飛翔ではなく人為移動によって発生した可能性が高い。外来昆虫の人為移動の原因として、植物や木材製品（本種が含まれる穿孔性昆虫では特に薪や丸太：Haack et al. 2017）への混入、車両への付着、人による意図的な放散が挙げられる（Gippet et al. 2019）。意図的な放散については、2018年以降特定外来生物として生きた個体の移動が禁止されているとともに、クビアカツヤカミキリを未被害地に意図的に放散する積極的な動機がないことから原因である可能性は極めて低い。車両への付着については、上述の耐久試験の結果から長距離拡散の原因となりえる。薪や丸太への混入については、本種の主な被害樹種であるサクラ類が薪としてよく利用されることから原因となりえる。特定外来生物への指定により伐倒された本種の被害木が薪などとして移動されることは禁止されているが、未被害木には規制がなく、本種の被害が気づかれずに被害木が未被害木と同様に伐倒され薪などに利用されて移動するリスクが残されている。本課題で扱った長距離拡散事例のうち、当初の分布が極めて局所的であった①、④、⑤の3例の被害発見場所は、公園が2例、キャンプ場が1例であり、薪への混入や車両への付着が原因となった可能性が示唆された。また、5つの事例における被害発見者については、4例で市民や樹木医が発見者となっていた。これらのことから、本種の長距離拡散による被害発生を減少させるとともに、被害発生時に早期発見・早期駆除を達成するためには、被害地域において市民や造園業者、農家等に被害木の見分け方や処分方法、成虫の車両への付着のリスクなどの啓発を行うことが重要であると考察された。

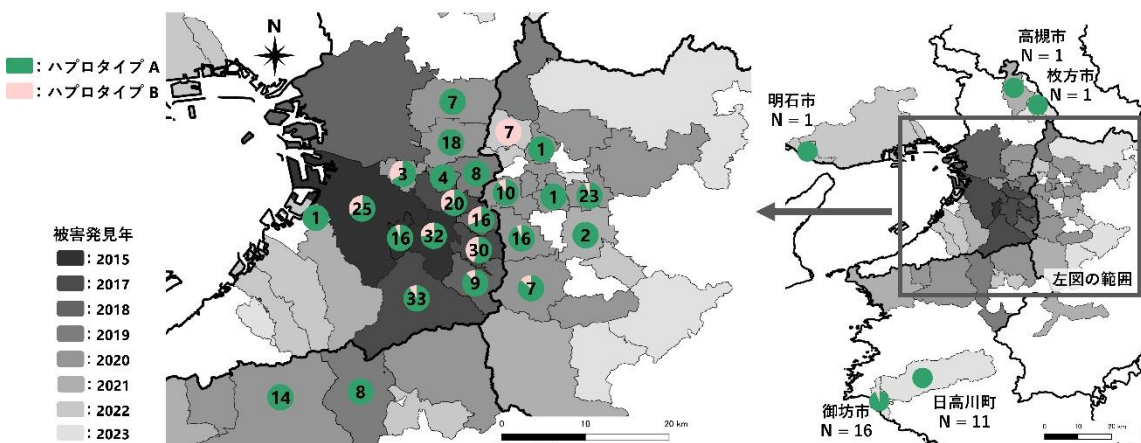


図1-2. 近畿地方におけるクビアカツヤカミキリのハプロタイプ分布。円グラフは各地点のハプロタイプ構成を示す。また、クビアカツヤカミキリの被害が確認されている市町村を灰色で示しており、濃い色ほど早期に被害が発見されたことを表す。左図は連続的に分布が広がっている地域における各市町村のハプロタイプ構成を示し、円グラフ内の数字は解析個体数を示す。右図は飛び地的な被害が見つかった市町村のハプロタイプ構成を示す。

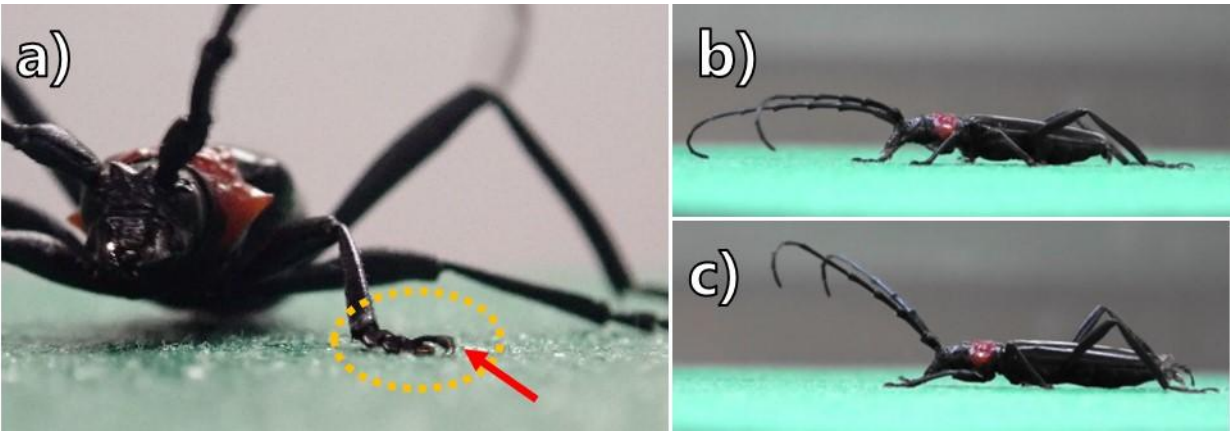


図1-3. a) クビアカツヤカミキリのメス成虫が幌につかまる様子。ふ節全体を基質面に押しあて（黄色点線）、爪（赤色矢印）を引掛けるようにしてつかまる。b) 静止状態の成虫。c) 風圧・振動を与えた直後の成虫。頭部を低くして風圧や振動に耐える。

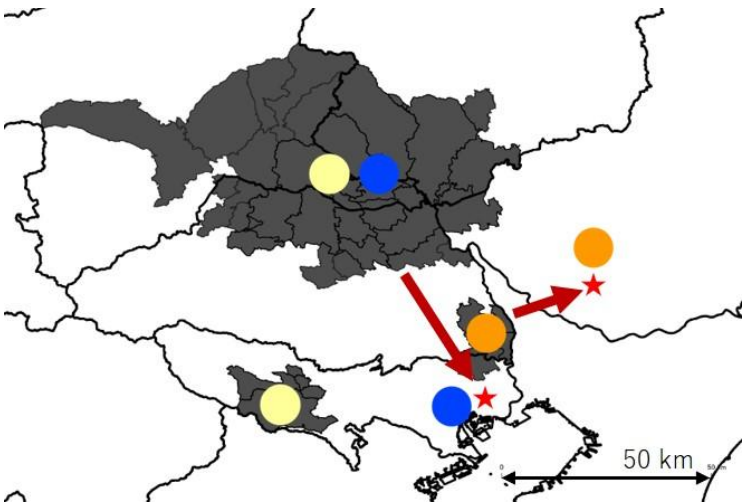


図1-4. 関東地方におけるクビアカツヤカミキリのハプロタイプ分布。色のついた大きな円は、各地域あるいは地点で確認されているハプロタイプを示す。赤い星印は飛び地的に被害が発見された地点を示す。2021年までにクビアカツヤカミキリの被害が確認されている市町村を灰色で示した。

表1-1. PCRによる安定した増幅が可能であったSSRマーカー12座位の情報。反復数とPCR産物サイズは、単純反復配列の選定元にしたドラフトゲノムにおける数値。

遺伝子 座名	モチ ーフ	反復 数	PCR産物 サイズ (bp)
rlb2	AG	66	241
rlb3	AG	58	252
rlb7	AAG	28	291
rlb10	AATG	23	268
rlb13	ACAT	9	136
rlb14	ACAT	9	140
rlb15	AGAT	10	142
rlb17	AAC	9	161
rlb18	AG	19	190
rlb19	ACC	9	216
rlb21	ACAT	16	281
rlb22	ACAT	11	290

表1-2. 各風圧再現時におけるクビアカツヤカミキリ成虫の基質付着耐性。5分間の耐久を示した個体の割合

を示す。

		基質				
		幌（水平）	幌（垂直）	ベニヤ板	ステンレス	ガラス
風圧再現	30 km/h 走行時	95.0%	71.4%	70.0%	7.7%	9.1%
	50 km/h 走行時	69.7%	72.2%	22.2%	0.0%	0.0%
	80 km/h 走行時	12.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

1. 4. 2. 3. サブテーマ2の結果と考察

大阪府および和歌山県の2015～2024年の分布情報を収集し、1 kmメッシュ地図として集約した（図2-2）。各年度の前年度被害地から当年度の新規被害地までの平均距離は、2021年度から2024年度の順に、1.7 km、1.9 km、4.3 km、1.7 kmであり、4年間を通じた平均では約3 km（2.7 km）であった。仮にこの前年度から3 kmの範囲をモニタリング地域として設定した場合、当該年度の被害地域の97%（メッシュ数の割合）が含まれていた（図2-3）。3 km圏内に被害地域の97%が分布するという結果は、この範囲に注目した普及啓発が、クビアカツヤカミキリによる被害の早期に発見に有効である可能性を示唆するものである。

なお、本種は主に2年1化性の生活環を有することから、成虫は2年前の被害地域から分散しているものと考えられる。この生活史特性を踏まえ、2年度前のクビアカツヤカミキリ被害分布と比較して新規に被害を確認したメッシュまでの距離を測定したところ、2022年度は平均2.6 km、2023年度は平均3.8 km、2024年度は平均5.7 kmであり、3年度を通じた平均の距離は4.3 kmであった。

被害を受けやすい地点の特徴の組み合わせについて、主にサクラが植栽されている地域を対象としたAICを基準に選択された最尤モデル（GLMM、AIC = 194.82）には、説明変数（Wald test; z value, $\Pr(>|z|)$ ）として、標準偏回帰係数（絶対値）が大きい順に、樹木サイズ（ $z = 3.663$, $p < 0.001$ ）、植栽本数（ $z = 1.854$, $p > 0.05$ ）、剪定の有無（ $z = -1.417$, $p > 0.05$ ）、被害あり地点からの距離（ $z = -1.542$, $p > 0.05$ ）が含まれた（ $R^2 = 0.226$ ）。すなわち、植栽木の最大根元径が大きいほど、植栽本数が多いほど、剪定が無い場合ほど、被害あり地点からの距離が近い地点ほど、被害が発生する確率が增大することが示唆された。

サクラだけでなく果樹類が植栽されている地域を対象としたAICを基準に選択されたFirth法によるロジスティック回帰モデルには、説明変数（Profile likelihood ratio: chi-square value, p value）として、樹種（ $\text{chisq} = 1.661$, $p > 0.1$ ）、被害あり地点からの距離（ $\text{chisq} = 2.882$, $p < 0.1$ ）、樹木サイズ（ $\text{chisq} = 0.716$, $p > 0.1$ ）、樹勢（ $\text{chisq} = 0.705$, $p > 0.1$ ）、植栽本数（ $\text{chisq} = 0.341$, $p > 0.1$ ）が含まれた。すなわち、果樹類であり、被害あり地点からの距離が近く、植栽木の最大根元径が大きく、樹勢が低く、植栽本数が多い地点ほど、被害が発生する確率が增大することが示唆された。なお、観察データに対する説明力は低かった（ $R^2 = 0.129$ ）。当地域では調査期間を通して新たな被害木がほとんど観察されなかった点が、モデルの推定精度に影響した可能性がある。先行研究においてクビアカツヤカミキリ被害の被害地域のモモ園周辺のサクラは被害がほとんど発生していないという報告（春山ら 2019）と同様に、本研究の予測モデルにおいてサクラよりも果樹類で被害が発生しやすいとの示唆を得たことから、サクラと果樹が混在する地域では果樹類を優先して調査すべきと考えた。

各地域の地点における被害発生の予測を目的とした回帰モデル構造を図2-4に示した。サクラの地域では、植栽木の最大根元径が68.0 cm、被害あり地点からの距離が160.5 m、植栽木の平均根元径が35.3 cm、植栽本数が6本といった地点の特徴が分岐条件として示唆された。サクラと果樹類が混在する地域では、被害あり地点からの距離が220 m、植栽本数が10本といった地点の特徴が分岐条件として示唆された。これらは、上記の回帰モデルを用いた解析結果と概ね一致する結果であった。

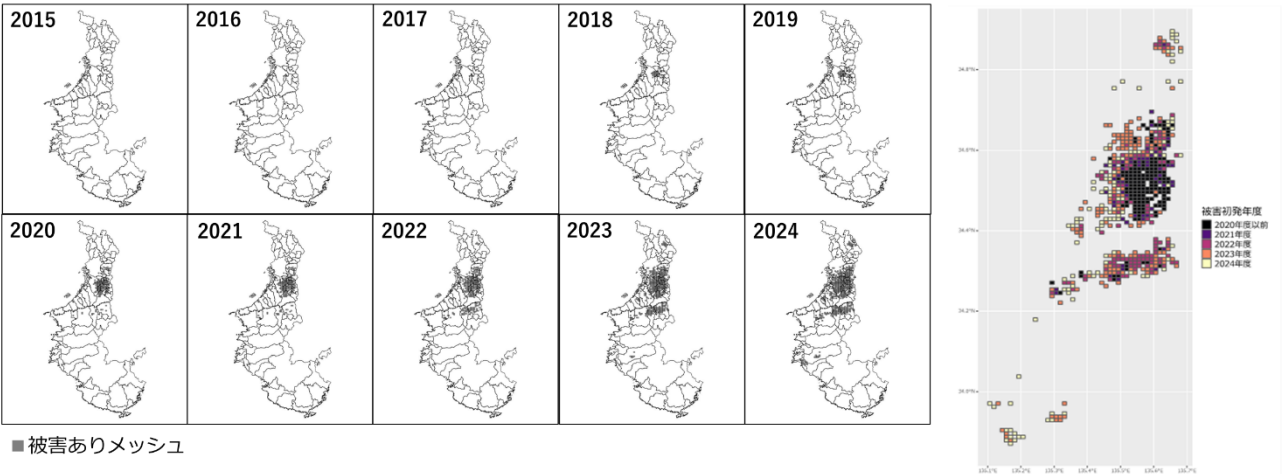


図2-2. 2015年以降の大阪府、和歌山県における1 kmメッシュ図および2020年以降の分布拡大の変遷。

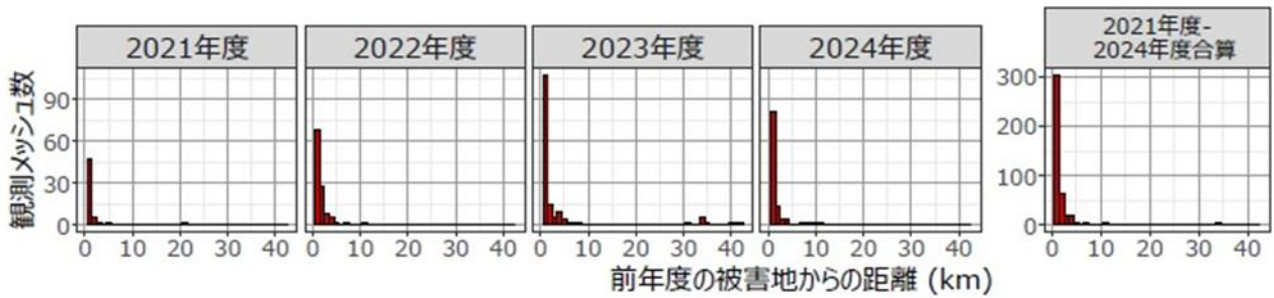


図2-3. 前年度の被害地域から新規被害地域までの距離の頻度分布。

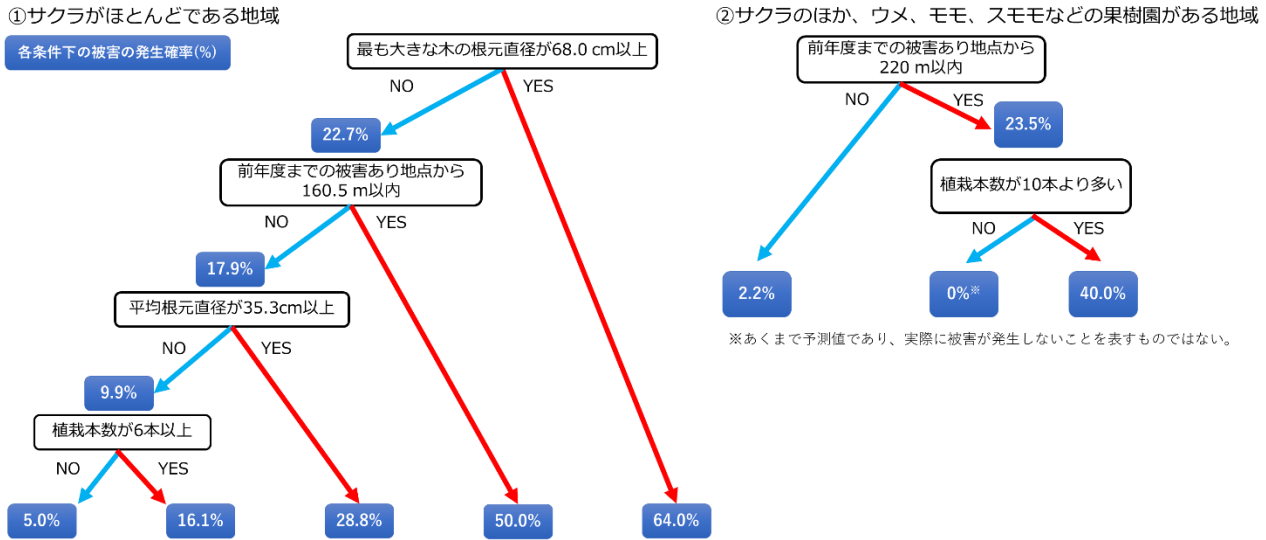


図2-4. 各地域の地点におけるクビアカツヤカミキリによる被害発生の予測を目的とした決定回帰木の構造。①寄主木が主にサクラの地域、②サクラだけでなく果樹類も多い地域。背景が白色の四角枠内に地点の特徴およびその分岐条件を示した。

1. 4. 2. 4. サブテーマ3の結果と考察

ベイト剤の殺虫成分を選定するための室内食毒試験の結果、アセタミプリド（濃度100 ppm）は供試した薬剤の中で最も即効的で、投与1日後に全てのクビアカツヤカミキリ成虫が苦悶状態となり、投与3日後に全ての個体が死亡した（図3-1）。その他の薬剤では、致死効果が低いか、最終的に高い致死効果が得られたとしても苦悶や致死となるのにアセタミプリドより時間を要した（図3-1）。そこで、殺虫成分候補としてアセ

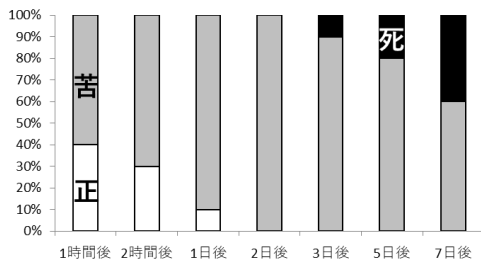
タミプリドを選抜し、続いて単回経口投与試験（毒餌を試験容器内に置いたままにするのではなく1回摂食を確認した時点で取り除く試験）を行ったところ、100 ppm、20 ppmで摂食後数分程度での即効的な中毒症状発現と、100%の致死効果を確認できた。4 ppm、0.8 ppmでは殺虫効果が100%に達しなかった。以上の結果から、クビアカツヤカミキリ成虫に対するベイト剤においては、即効的に症状があらわれ交尾や産卵などを行う時間をできるだけ与えない殺虫成分としてアセタミプリドが適していることが明らかになった。また、アセタミプリドは供試薬剤の中で最もハチ毒が低いことも特長である。アセタミプリドは既に樹幹への散布剤としてクビアカツヤカミキリに適用されているが、製剤形をベイト剤に転換することによって、使用濃度を0.1%から20 ppm（0.0002%）へ500分の1に低減させることができ、その上処理量も大幅に低減できることが期待される。

ベイト剤の誘引成分を選定するためのY字管を用いた選択試験の実験系構築については、クビアカツヤカミキリ成虫が上に向かって歩行する性質から、Y字管を水平でなく斜めに設置し、滑らないよう壁面に園芸用鉢底ネットを取り付けることにより、Y字管基部に導入した供試虫が高い確率で二股分岐の手前まで歩行し、さらに分岐のどちらかに進む条件設定ができた。しかし本試験系を利用して、既知の誘引物質である性・集合フェロモン成分および糖酢液のクビアカツヤカミキリ誘引性を評価したところ、効果が不明瞭であった（表3-1）。そこで、ネットケージを用いた選択試験の実験系を新たに構築し、性・集合フェロモン成分および糖酢液のクビアカツヤカミキリ誘引性を明確に確認することに成功した（表3-2）。性・集合フェロモンはメス成虫のみに対し誘引性を示したが、糖酢液はオスメス両方を誘引した。また、これらを同時に与えた場合の相乗効果は見られなかった。今後、本研究で確立したネットケージを用いた選択試験で多くの化合物を評価することで、より高活性の誘引成分、のぞましくはクビアカツヤカミキリ特異的なものを選抜できることが期待される。その端緒として、先行研究でクビアカツヤカミキリ成虫の触角電位応答の強かった植物由来の揮発性成分5点を供試したところ、コントロールを選択する個体が複数いたため顕著な誘引効果はないと判断された。性・集合フェロモン成分は市販されていないこと、メスにしか誘引効果を示さないことから、以後の検証でベイト剤に用いる誘引物質として糖酢液を選抜した。

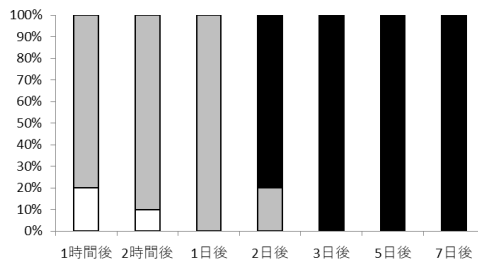
以上の検討結果をふまえ、殺虫成分としてアセタミプリドを20 ppm、誘引成分として糖酢液（酢：黒糖：焼酎＝3：1：1）を50%含む液体状ベイト剤を調製し、吸液芯の露出部から成虫に薬液を吸わせるボトルタイプの試作ベイト剤を作成した。本ベイト剤を用いて、和歌山県果樹試験場かき・もも研究所の野外網室において、クビアカツヤカミキリが穿孔したモモ枝（直径3～5 cm、長さ25 cm）に対してネット被覆と併用処理したところ、羽化脱出してきた成虫を1～数日以内に100%殺虫できた（図3-2）。続いて、栃木県足利市の被害現場にて、ネット巻きしたサクラ樹幹から羽化脱出したクビアカツヤカミキリ成虫に対するベイト剤の効果を調べた結果、発生初週の苦死虫率57%、調査期間を通しての苦死虫率81%だった（図3-3）。自治体職員によるネット内の見回り不要化を狙いとしていることから、さらなる効果向上のため、ベイト剤の大容量化（薬液量80 mL→250 mL）を行い、足利市内の別の現場で翌年効果を調べたところ、調査期間を通しての苦死虫率は旧型ベイト剤で22%、大容量化ベイト剤で53%だった（図3-4）。また、薬液の持続期間について、旧型ベイト剤は日照等の環境によっては1週間以内に無くなること、一方で大容量化ベイト剤は2週間持続することを確認した。

以上、準実地および実地試験により、ネット巻きした被害木から羽化脱出してきたクビアカツヤカミキリ成虫をベイト剤により誘引殺虫できることの概念実証を達成した。殺虫成分の室内食毒試験にはじまる本項目で記した一連の結果をまとめた投稿論文を準備中である。今後社会実装を進めていく上では、より強力な誘引物質の選抜、製剤型の改良、農薬取締法への対応等が課題となる。

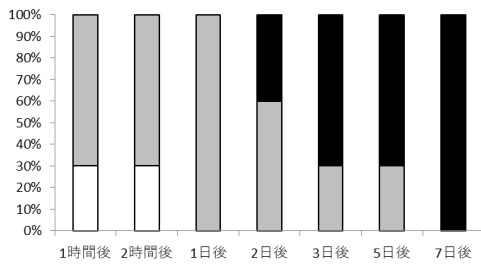
イミダクロプリド 100 ppm



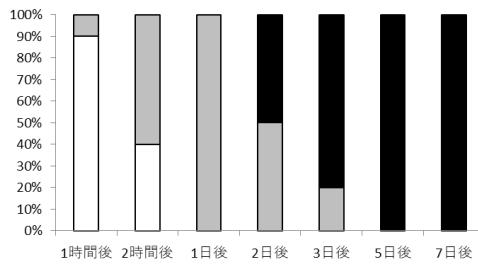
アセタミプリド 100 ppm



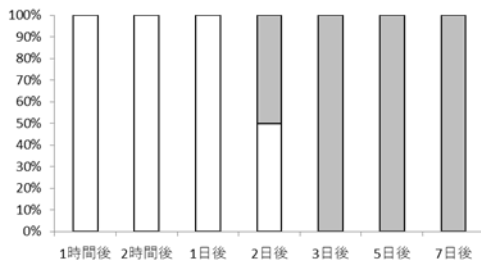
チアメトキサム 100 ppm



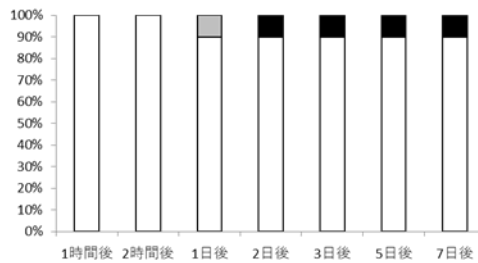
アセフェート 10000 ppm



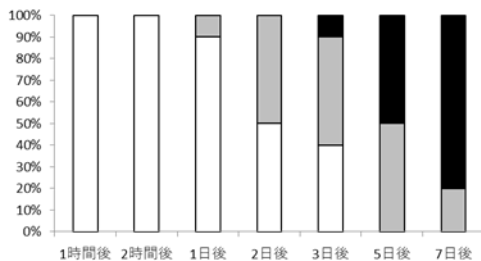
エマメクチン 10 ppm



アザジラクチン 100 ppm



フィプロニル 5 ppm



ブランク

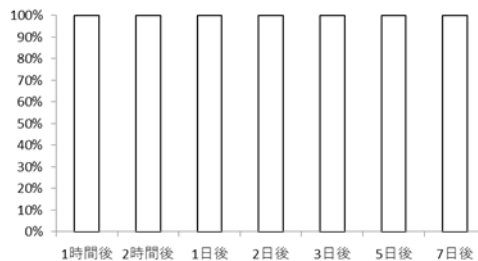


図3-1. クビアカツヤカミキリ成虫に対する各薬剤の殺虫効果。薬剤とショ糖の溶液を脱脂綿に吸わせたものを成虫に与えてからの、成虫の反応（□正常、■苦悶、■死亡）の時間経過を示す。

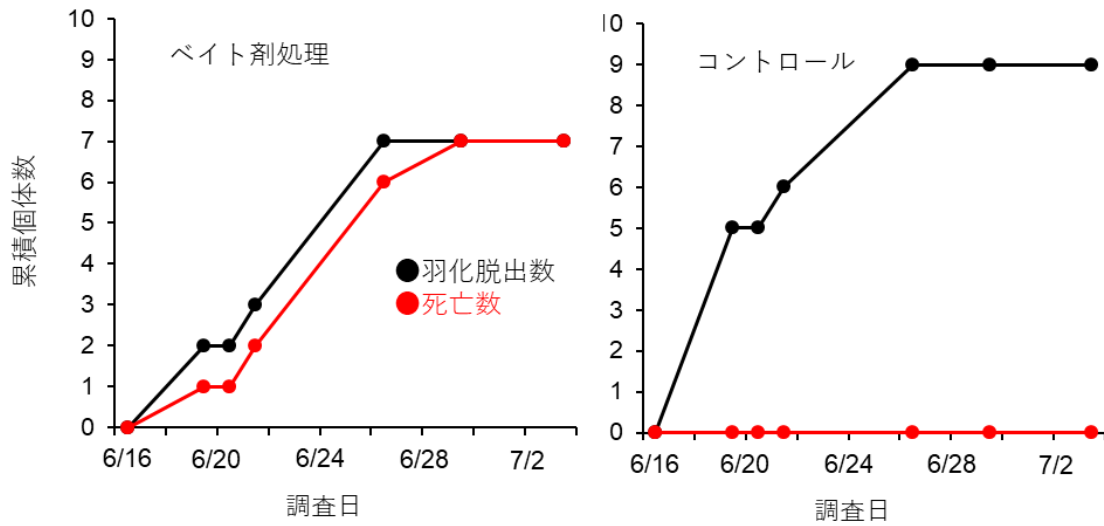


図3-2. ネット内に入れたモモ枝から羽化脱出したクビアカツヤカミキリ成虫に対する試作ベイト剤の効果を調べる準実地試験の結果。

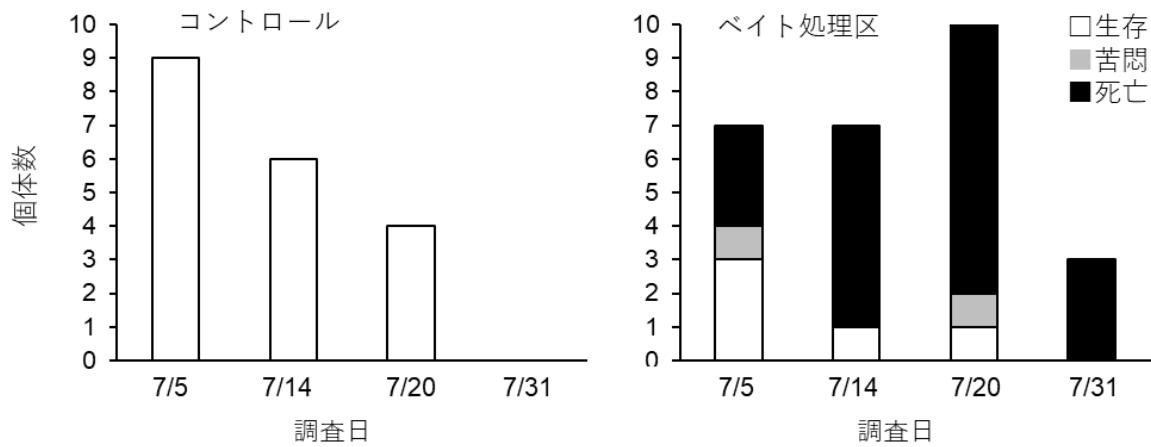


図3-3. ネット巻きしたサクラ樹幹から羽化脱出したクビアカツヤカミキリ成虫に対するベイト剤の効果を調べる実地試験の結果。

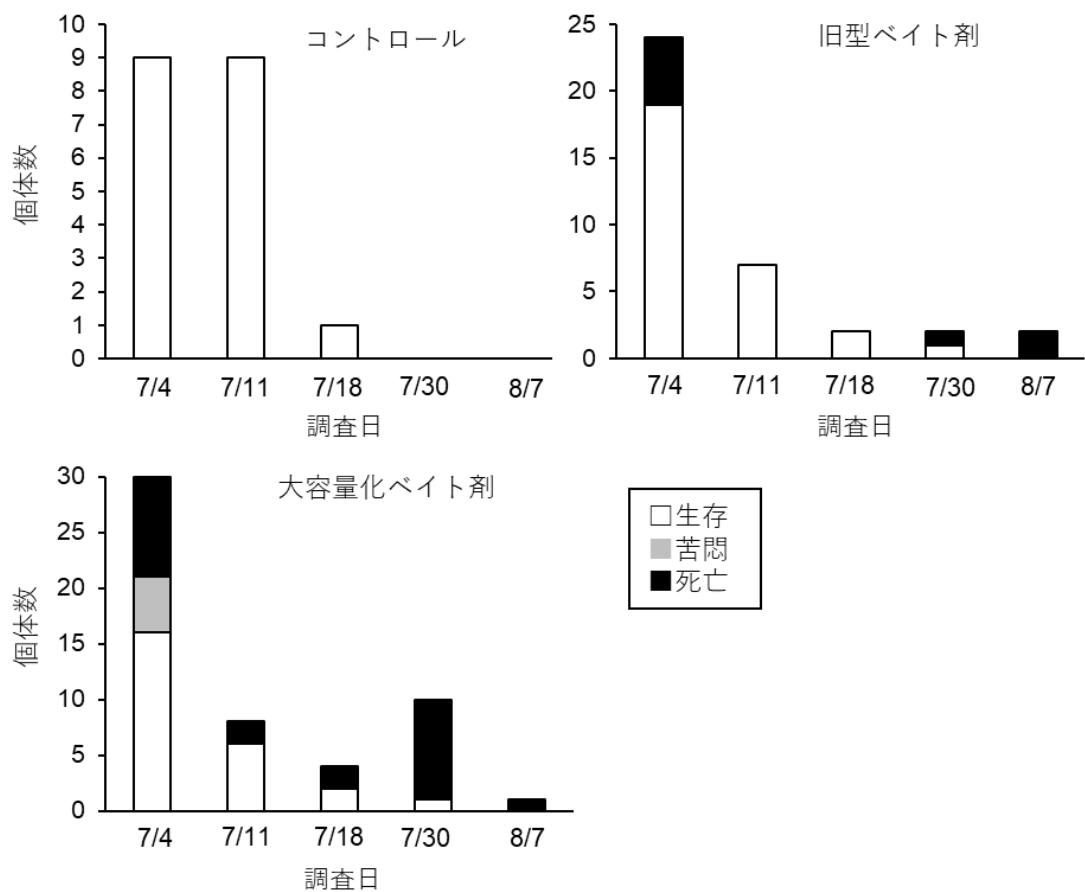


図3-4. ネット巻きしたサクラ樹幹から羽化脱出したクビアカツヤカミキリ成虫に対する大容量化ベイト剤の効果調べる実地試験の結果。

表3-1. Y字管を用いた選択試験の結果。

試験物質	濃度	液量	性別	選択した試行数		試験物質 選択率
				試験物質	コントロール	
性・集合フェロモン成分(6R, 7S)-(E)-2-シス-6, 7-エポキシノネナール	25 mg/mL (溶媒IPA)	10 μ L	メス	6	4	60%
			オス	6	5	55%
糖酢液	100%	100 μ L	メス	5	7	42%
			オス	6	5	55%

表3-2. ネットケージを用いた選択試験の結果。

試験物質	濃度	液量	性別	選択した試行数		試験物質 選択率
				試験物質	コントロール	
性・集合フェロモン成分(6R,7S)-(E)-2-シス-6,7-エポキシノネナール	25 mg/mL (溶媒IPA)	10 μ L	メス	12	0	100%
			オス	6	4	60%
糖酢液	100%	100 μ L	メス	7	3	70%
			オス	9	1	90%
性・集合フェロモン成分 +糖酢液	それぞれ 上記	10 + 100 μ L	メス	—	—	—
			オス	8	3	73%
オクタナール	1 mg/mL	10 μ L	オス	6	4	60%
			メス	2	2	50%
ヘキサノール	100 mg/mL	10 μ L	メス	2	4	33%
			オス	2	2	50%
グアヤコール	1 mg/mL	10 μ L	メス	1	2	33%
			オス	2	2	50%
スルカトール	10 mg/mL	10 μ L	オス	1	1	50%
			メス	1	1	50%

引用文献

- EFSA, E. de la Peña, G. Schrader, and S. Vos. 2019. Pest survey card on *Aromia bungii*. EFSA Supporting Publications 2019: EN-1731.
- Gippet J. M., A. M. Liebhold, G. Fenn-Moltu, C. Bertelsmeier. 2019. Human-mediated dispersal in insects. *Current Opinion in Insect Science* 35: 96-102.
- Haack R. A., M. A. Keena, D. Eyre. 2017. Life history and population dynamics of cerambycids. In: Q Wang (ed) *Cerambycidae of the World: Biology and Pest Management*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp 71-103.
- 春山直人・八板理・福田充・山崎一義・渡邊浩樹・半田睦夫. 2019. 栃木県のもも産地におけるクビアカツヤカミキリの発生と被害状況. *関東東山病害虫研究会報* 66: 106-109.
- Tamura S., and E. Shoda-Kagaya 2022. Genetic differences among established populations of *Aromia bungii* (Faldermann, 1835) (Coleoptera: Cerambycidae) in Japan: suggestion of multiple introductions. *Insect* 13: 217.

1. 5. 研究成果及び自己評価

1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

<得られた研究成果の学術的意義>

サブテーマ1とサブテーマ2では、急速に分布拡大している外来昆虫であるクビアカツヤカミキリについて、行政や市民など多様な主体からの分布情報を集約、統合することで広域にわたる3年間の分布変遷を明らかにするとともに、その分布範囲から緻密なサンプリングと遺伝子解析を行って明らかにした遺伝構造の情報を合わせることで、本種の連続的な分布拡大速度と長距離拡散の発生を一つの地域で同時に明らかにすることができた。このような研究事例は世界的にも稀で、外来昆虫の分布拡大に関する研究を先導するものである。

また、サブテーマ1の研究内容のうち、車両便乗による人為拡散に関する研究は外来カミキリムシ類では

ほとんど行われてこなかった。車両便乗による移動リスクを評価する既存の研究はカメムシ目昆虫等を対象に風圧の再現が一般的であったが、本研究では振動の再現も行うことで走行時の車両便乗状況を再現した点に新規性があり、振動による昆虫の基質への付着に対する影響を評価した希少な研究といえる。

サブテーマ3では、ネット巻きを利用したクビアカツヤカミキリ防除において巡回に係る自治体職員等の労力を低減することを狙いとして、ベイト剤の開発を試みた。ベイト剤はアリやゴキブリ等の生活害虫を対象として実用化が進んでいるが、外来カミキリムシに対して適用を試みるのは本研究が初めてである。

＜環境政策等へ既に貢献した研究成果＞

環境行政への貢献として、環境省担当課室（自然環境局野生生物課外来生物対策室）との個別の打ち合わせを研究期間中に5回行い、本課題の研究成果についての情報を随時提供した。また、2024年度の「外来カミキリムシ類に係る関係省庁連絡会議」において、本課題の進捗状況や研究成果が環境省を通じて紹介されている。さらに、本課題の研究成果のうち速やかに普及可能なものについてまとめた自治体等向けのリーフレットを作成し、環境省と研究代表機関のホームページ上で公開しており（図0-1、成果13）、環境省近畿地方環境事務所を通じて近畿地方の自治体担当者に情報共有されている。大阪府では府庁のホームページにおいて、本課題の成果をもとに作成した現在の分布と被害警戒地を示した1 kmメッシュ地図を公開している（成果31）。

＜環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果＞

貢献の見通しについては、今後作成したリーフレット（成果13）について印刷し、自治体等の防除実務者を対象に配布を行う予定であり、それによってより一層の普及が進み、クビアカツヤカミキリの分布拡大の実態に合わせた防除が各自治体で行われることが期待される。また、本課題で試作したベイト剤についてもより改良が進めば、環境負荷が少ない成虫の拡散を防止する新しい防除法として、本種の防除に役立つことが期待される。

1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

＜全体達成状況の自己評価＞・・・・・・・・	<u>3. 目標どおりの成果をあげた</u>
＜サブテーマ1 達成状況の自己評価＞・・・・・・・・	<u>3. 目標どおりの成果をあげた</u>
＜サブテーマ2 達成状況の自己評価＞・・・・・・・・	<u>3. 目標どおりの成果をあげた</u>
＜サブテーマ3 達成状況の自己評価＞・・・・・・・・	<u>3. 目標どおりの成果をあげた</u>

1. 6. 研究成果発表状況の概要

1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	0
査読無し論文	0
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	4

口頭発表・ポスター発表	7
マスコミ等への公表・報道等	0
成果による受賞	0
その他の成果発表	28

1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果 番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」から10件まで抜粋)
	山本優一(2024)第36回日本環境動物昆虫学会市民公開シンポジウム、基調講演「クビアカツヤカミキリによるバラ科樹木の被害：大阪府および周辺地域の現状と対策」
	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所(2025)クビアカツヤカミキリ対策のポイント ―分布拡大をどう防ぐか― https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/2forest/09for-entom/documents/shinrinken_report_p6_03013.pdf (2025/6/30よりドメインが[ffpri.affrc.go.jp]から[ffpri.go.jp]に変更予定)
	砂村栄力(2025)令和6年度近畿地方外来生物対策連絡会議、基調講演「クビアカツヤカミキリの生態と防除法」

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

各県のクビアカツヤカミキリに関する研修会など本研究課題での成果普及活動は、合計で20件行った(成果14~29、32~34、39)。そのうち特に重要なものとしては、環境省近畿地方環境事務所が主催した令和6年度近畿地方外来生物対策連絡会議において本課題の成果に関する講演を行い、近畿地方の自治体担当者と情報交換を行った(成果39)。また、研究成果のうち速やかに普及可能なものについてまとめた自治体等向けのリーフレットを作成し、環境省と研究代表機関のホームページ上で公開している(図0-1、成果13)。これらが行政担当者や樹木匠等にクビアカツヤカミキリの防除活動の中で利用されることで、研究成果が広く普及していくことが期待される。

1. 7. 国際共同研究等の状況

<国際共同研究の概要>

国際共同研究を実施していない。

1. 8. 研究者略歴

<研究者（研究代表者及びサブテーマリーダー）略歴>

研究者氏名	略歴（学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等）
田村繁明	研究代表者及びサブテーマ1リーダー 東京大学大学院農学生命科学研究科博士後期課程修了 博士（農学） 現在、森林研究・整備機構主任研究員 専門は昆虫生態学、研究テーマは樹木害虫の生態と防除
山本優一	サブテーマ2リーダー 京都大学大学院農学研究科博士後期課程中退 博士（農学） 現在、大阪府立環境農林水産総合研究所主査 専門は木材・樹木保護学 研究テーマは樹木を利用する昆虫類の生態・多様性・防除対策
砂村栄力	サブテーマ3リーダー 東京大学大学院農学生命科学研究科博士後期課程修了 博士（農学） 現在、森林研究・整備機構主任研究員 2023年度から2024年度まで研究企画官を併任し林野庁にて行政事務研修を受けた 委員活動として、国際昆虫学会議2024組織委員、東京都八丈町アシジロヒラフシアリ 対策外部アドバイザー等がある 専門は応用昆虫学、研究テーマは樹木害虫の生態と防除

2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

(1) 産業財産権

成果番号	出願年月日	発明者	出願者	名称	出願以降の番号
	特に記載する事項はない。				

(2) 論文

<論文>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
	特に記載する事項はない。			

(3) 著書

<著書>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない。		

(4) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
1	2023	田村繁明、日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会（2024）近畿地方におけるクビアカツヤカミキリの遺伝構造	1	無
2	2024	Shigeaki Tamura, Etsuko Shoda-Kagaya, IUFRO 2024 TOKYO (2024) Genetic structure of <i>Aromia bungii</i> in Japan: suggestion of multiple introductions and following rapid spread	1	無
3	2023	山本優一・原口岳・城塚可奈子、日本昆虫学会第84回大会・第68回日本応用動物昆虫学会大会合同大会（2024）クビアカツヤカミキリの侵入・定着リスクが高い地点の特徴	2	無
4	2023	原口岳・山本優一・幸田良介・山本義彦・石井亘・平松和也、日本生態学会第71回大会（2024）クビアカツヤカミキリの早期発見・防除推進へ向けたリモートセンシングアプローチ	2	無
5	2024	山本優一・原口岳・城塚可奈子・弘岡拓人・松久保康輔・裏垣翔野、第69回日本応用動物昆虫学会大会（2025）外来種クビアカツヤカミキリが侵入・定着	2	無

		しやすい地点の特徴		
6	2024	原口岳・石井亘・弘岡拓人・城塚可奈子・山本優一、日本生態学会第72回大会（2025）、クビアカツヤカミキリの長距離移動分散に影響を及ぼす景観要因の分析	2	無
7	2022	Eiriki Sunamura, The 43rd Annual Meeting of Taiwan Entomological Society (2022) Keynote lecture, Alien longhorn beetles as rising pests in Asia: their biology and control	3	無

(5) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
8	2023	田村繁明（2023）令和5年度近畿地区樹木医公開講演会（兵庫県中央労働センター）、基調講演「クビアカツヤカミキリの生態、分布拡大およびその対策」およびパネルディスカッション	1
9	2024	山本優一（2024）クビアカツヤカミキリ対策フォーラム、話題提供「クビアカツヤカミキリの生態と防除」およびパネルディスカッション	2
10	2024	山本優一（2024）第36回日本環境動物昆虫学会市民公開シンポジウム、基調講演「クビアカツヤカミキリによるバラ科樹木の被害：大阪府および周辺地域の現状と対策」	2
11	2022	砂村栄力（2022）つくばSTEAMコンパス「研究者とつくる研究計画書」授業（谷田部南小学校）	3

(6) マスメディア等への公表・報道等

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない。		

(7) 研究成果による受賞

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない。		

(8) その他の成果発表

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
12	2023	田村繁明（2023）林業と薬剤、246号、外来害虫クビアカツヤカミキリによる国内への多数回の侵入、定着	1
13	2024	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所（2025）クビアカツヤカミキリ対策のポイント ―分布拡大をどう防ぐか― https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/2forest/09for-entom/documents/shinrinken_report_p6_03013.pdf （2025/6/30よりドメインが[ffpri.affrc.go.jp]から[ffpri.go.jp]に変更予定）	1

14	2022	山本優一（2022）大阪府環境農林水産総合研究所令和4年度第1回緑化技術研修会「クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
15	2022	山本優一（2022）令和4年度森林総合研究所関西支所公開講演会、基調講演「サクラの花を護るために今できること～大阪の被害状況と防除対策～」	2
16	2022	山本優一（2023）奈良県特定外来生物クビアカツヤカミキリ防除講習会「クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
17	2023	山本優一（2023）大阪府環境農林水産総合研究所令和5年度第1回緑化技術研修会「クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
18	2023	山本優一（2023）関西地区林業試験研究機関連絡協議会保護部会「サクラ枝及び切株におけるクビアカツヤカミキリの寄生状況」	2
19	2023	山本優一（2024）大阪府令和5年度泉州地区クビアカツヤカミキリ担当者会議「クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
20	2024	山本優一・原口岳（2024）大阪府立環境農林水産総合研究所生物多様性センター企画展「今こそ知りたい クビアカツヤカミキリ研究の最前線」	2
21	2024	山本優一（2024）大阪城公園活動団体研修「クビアカツヤカミキリの基礎知識」	2
22	2024	山本優一（2024）日本樹木医会大阪府支部第23回OSAKAリモート配信講座、基調講演「クビアカツヤカミキリの生態・被害状況・防除対策」	2
23	2024	山本優一（2024）大阪府立環境農林水産総合研究所令和6年度第1回緑化技術研修会「クビアカツヤカミキリの生態・被害判定・防除対策」	2
24	2024	山本優一（2024）堺市クビアカツヤカミキリ防除研修会「クビアカツヤカミキリの生態・被害判定・防除対策」	2
25	2024	山本優一（2024）大阪府令和6年度中部地区クビアカツヤカミキリ担当者会議「クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
26	2024	山本優一・原口岳（2024）大阪府立環境農林水産総合研究所シンポジウム2024「特定外来生物クビアカツヤカミキリの分布情報の集約と被害警戒地域図の作成」	2
27	2024	山本優一（2025）大阪府令和6年度泉州地区クビアカツヤカミキリ担当者会議「クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
28	2024	山本優一（2025）令和6年度静岡県害虫研究会、基調講演「外来種クビアカツヤカミキリの生態と防除対策」	2
29	2024	山本優一（2025）堺市クビアカツヤカミキリ防除講習会「外来種クビアカツヤカミキリの防除について」	2
30	2024	山本優一・弘岡拓人（2024）先行侵入種クビアカツヤカミキリの防除法構築、昆虫と自然、59(10)、16-21	2
31	2024	山本優一・原口岳（2025）大阪府ホームページ「特定外来生物「クビアカツヤカミキリ」警戒中」、府内における発生状況、 https://www.pref.osaka.lg.jp/ol20030/midori/seibututayousei/kubiaka.html	2
32	2022	砂村栄力（2022）日本樹木医会埼玉県支部研修会「外来カミキリムシの被害と対策」	3
33	2022	砂村栄力（2022）生活害虫防除剤協議会通常総会「最近の外来昆虫類の動向」	3
34	2022	砂村栄力（2023）令和4年度東北地区病害虫防除所職員等研修会「外来カミキリムシの生態と防除手法について」	3
35	2023	砂村栄力（2023）東京大学農学部生産・環境生物学特別講義「最近の外来昆虫類の動向と対策研究～樹上性害虫を中心に」	3
36	2023	砂村栄力（2023）東京都立大学系統進化特別講義「最近の外来昆虫類の動向と防除法」	3
37	2024	砂村栄力（2024）社会経済研究会セミナー「大阪周辺の要注意外来	3

		昆虫」	
38	2024	砂村栄力（2024）総論：外来カミキリムシとの攻防最前線、昆虫と自然、59(10)、2-4	3
39	2024	砂村栄力（2025）令和6年度近畿地方外来生物対策連絡会議、基調講演「クビアカツヤカミキリの生態と防除法」	3

権利表示・義務記載

特に記載する事項は無い。

この研究成果報告書の文責は、研究課題に代表者又は分担者として参画した研究者にあります。
 この研究成果報告書の著作権は、引用部分及び独立行政法人環境再生保全機構（ERCA）のロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。
 ERCAは、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

Abstract**[Project Information]**

Project Title : Development of the System for Early Detection and Elimination in Newly Invaded Sites of the Invasive Alien Species *Aromia bungii*

Project Number : JPMEERF20224R02

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : Tamura Shigeaki

(PI ORCID) : ORCID0000-0002-8739-5302

Principal Institution : Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization

Cooperated by : 1 Matsunosato, Tsukuba City, Ibaraki, JAPAN

Keywords : Tel: +81 (0)29 829 8250

[Abstract]

The red-necked longhorn beetle, *Aromia bungii* (Coleoptera: Cerambycidae), is an invasive wood-boring pest that causes severe damage to Rosaceae trees, including cherry, plum, and peach. Rapid containment of its spread through early detection and eradication is an urgent priority. The objectives of this project were to: 1) elucidate the spread dynamics of *A. bungii*, 2) identify high-risk areas of invasion, and 3) develop an insecticidal bait that attracts and kills the adult stage.

To address Objective 1, we conducted population genetic analyses and laboratory behavioral assays to infer dispersal routes; and we also comprehensively analyzed the pest's regional distribution. Mitochondrial DNA analyses revealed that a single population spread widely across four prefectures in the Kansai region. Additionally, we present evidence for five long-distance (>20 km) dispersal events in the Kansai and Kanto regions. Laboratory behavioral assays demonstrated that adult *A. bungii* can cling to vehicle surfaces under wind pressures of 50 km/h and withstand vibrations for over an hour. Nevertheless, distribution analyses in Osaka and Wakayama Prefectures, Kansai region, showed that 97% of new infestations occurred within a 3-km mesh of infestation areas identified in the previous year and based on data compiled from 2015 to 2024 and analyzed at a 1-km mesh resolution from 2020 to 2024.

To address Objective 2, we established four >1-km² survey areas in Osaka and Wakayama prefectures and monitored for new infestations from 2022 to 2024. Our analysis indicated that in cherry tree plantations, new infestations tended to be higher in densely planted areas with large individual trees.

To address Objective 3, we performed laboratory dietary toxicity and choice tests and identified acetamiprid and sugar-vinegar solution as a fast-acting and highly effective insecticide against adult *A. bungii* and a low-cost and effective attractant, respectively. Using these agents, we deployed experimental bait devices in field trials to determine the kill rate among adults emerging from infested trees covered by a net. Mortality rates ranged from 22% to 81%.

We expect these findings will assist government efforts to control *A. bungii*, e.g., by identifying the locations that should be monitored because of their high-risk of invasion.

This study was supported by the Environment Research and Technology Development Fund of the ERCA ({JPMEERF20224R02}) funded by the Ministry of the Environment.