

ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) の生態・被害および防除

—日本への定着確認に対応して—

加賀谷 悦子^{1,*}・砂村 栄力¹・佐藤 重穂¹・向井 裕美²・滝 久智¹
浦野 忠久¹・吉村 真由美³・田村 繁明¹・中村 克典⁴・小西 堯生¹

¹ 森林総合研究所

² 森林総合研究所関西支所

³ 森林総合研究所四国支所

⁴ 森林総合研究所東北支所

Ecology, Damage and Management of the Starry Sky Beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae): Response to the Recent Establishment in Japan. Etsuko SHODA-KAGAYA,^{1,*} Eiriki SUNAMURA,¹ Shigeo SATO,¹ Hiromi MUKAI,² Hisatomo TAKI,¹ Tadahisa URANO,¹ Mayumi YOSHIMURA,³ Shigeaki TAMURA,¹ Katsunori NAKAMURA-MATORI⁴ and Takao KONISHI¹ ¹Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization; 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan. ²Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization; Kyoto 612-0855, Japan. ³Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization; Kochi 780-8077, Japan. ⁴Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization; Morioka 020-0123, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 70: 59-83 (2026)

Key words: Biological invasion; detection; invasive species; wood boring beetle

はじめに

森林の健康は病虫獣害により損なわれることがあり、その中でも人間の活動によりもたらされた外来種による樹木被害は、世界中で深刻な問題となっている。外来種被害の苛烈さが認識されて、1970年代以降、侵入先での根絶や地域での封じ込めを目標とする外来種の駆除プロジェクトが多く実施されるようになった (Liebhold and Kean, 2019)。外来種の防除を成功させるためには、その種の生態知見に基づいた精度の高い監視調査、および、実効性の高い駆除技術の整備が必要である。

国際自然保護連合が世界の侵略的外来種ワースト100に挙げているツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (コウチュウ目: カミキリムシ科) が日本へ侵入、定着し、その対策が焦眉の課題となっている (林

野庁, 2022)。本種は原産国である中国においては緑化木に苛烈な被害を生じさせた害虫であり、1990年代後半に北米、2000年代初頭にヨーロッパへの侵入が確認された (Haack et al., 2010; Wang et al., 2023)。侵入が確認された地域では根絶を目的とし徹底的な対策がとられ、発生が継続しているところでは今も巨額を費やして防除を実施している。

日本では本州、石垣島、熊本県で100年以上前の文献記録があるが、誤同定か、散発的な発生だったと考えられている (横原, 2000)。確かな記録としては、2002年に神奈川県で局所的な侵入が確認されたが、このときは根絶に成功した (高橋・伊藤, 2005)。しかし、その後2020年に兵庫県で発見されたのを皮切りに (秋田ら, 2021)、続々と本州の東北地方から中国地方に至る各地で生息確認の報告がなされている (金田・城殿, 2021; 西浦ら, 2021; 佐

*E-mail: kagaya_etsuko910@ffpri.go.jp

2025年6月25日受領 (Received 25 June 2025)

2025年11月17日登載決定 (Accepted 17 November 2025)

DOI: 10.1303/jjaez.2026.59

藤・西浦, 2021; 柳ら, 2021; 岩田・桐山, 2022; 下野ら, 2022).

国内での対策を計画する上で、本種の国内での生態を明らかにすることが必要であり、それと同時に、既に被害対策を実施してきた地で行われてきた研究成果を整理することが求められる。本稿では、解明された生態や分類上の位置づけの整理を取りまとめ、防除活動とその成果を概観し、本種の国内におけるリスクを指摘する。ツヤハダゴマダラカミキリの英名については Asian longhorned beetle が長く一般的に用いられてきたが、原産地に対して地理的偏見が生じる危険を回避するため、外来種の呼称から原産地の地名を用いることを避ける考え方が広まっており、本稿で本種の英名を示す際は starry sky beetle とした。

なお、本稿は林野庁令和4年度ツヤハダゴマダラカミキリによる被害や防除方法等に関する調査事業、並びにイノベーション創出強化研究推進事業 04015C1「相次いで侵入した外来カミキリムシから日本の果樹と樹木を守る 総合対策手法の確立」(JPJ007097)、農林水産省委託プロジェクト研究「日本と木材輸出相手国の樹木を外来病害虫から護る複合リスク緩和手法の開発」(JPJ012712)の助成のもと執筆された。

寄主と選好性

1. 寄主植物と選好性について

ツヤハダゴマダラカミキリは中国ではポプラ類の害虫としてよく知られている(磯野ら, 1999)が、北米やヨーロッパに侵入して各種の広葉樹を食害することが報告されている(Hu et al., 2009)。本種の寄主植物については、Gaag and Loomans (2014), Sjöman et al. (2014) および Lyu et al. (2023) がレビューをしており、17科31属が生活環を完結することができたと記録されている(第1表)。寄主植物は多岐にわたっており、中でもヤマナラシ属(ポプラ類) *Populus*、ヤナギ属 *Salix*、カエデ属 *Acer* の記録が多い。Sjöman et al. (2014) は寄主植物を Very good host, Good host, Host, Resistant の4段階に分けて評価しており、Very good host はカミキリの摂食と産卵を誘引し、加害により枯死に至る樹種、Good host は部分枯れを生じたり、衰弱木が枯死に至ったりする樹種、Host は多少加害されても回復する樹種としている(なお、本稿では Resistant の樹種は寄主に含めない)。これによるとヤマナラシ属、ヤナギ属、カエデ属には Very good host と区分される種が多い。ヤマナラシ属に含まれる多くの種の間での被害の受けやすさにも差があるが、地域や場所による違いも見られる(Sjöman et al., 2014)。ヤマナラシ属の中でも、セイヨウハコヤナギ *Populus nigra* やヒロハヤマナラシ *Populus deltoides* を含む Aigeiros 節、およびナガバドロ *Populus cathayana* やテリハドロノキ *Populus simonii* を含む Tacamahaca 節は本

第1表 ツヤハダゴマダラカミキリ(SSB)とゴマダラカミキリ(CLB)の寄主植物として記録されている科と日本国内での記録の有無
SSBについては生活環が完結することができた寄主のみをあげた。

科名	Family	SSB	国内	CLB	国内
モクマオウ科	Casuarinaceae	○		○	●
クルミ科	Juglandaceae	○		○	●
ヤナギ科	Salicaceae	○	●	○	●
カバノキ科	Betulaceae	○		○	●
ブナ科	Fagaceae	○		○	●
ニレ科	Ulmaceae	○	●	○	●
アサ科	Cannabaceae	○			
クワ科	Moraceae			○	●
ヤマモガシ科	Proteaceae			○	
タデ科	Polygonaceae			○	●
モクレン科	Magnoliaceae				
クスノキ科	Lauraceae	○		○	
カツラ科	Cercidiphyllaceae	○	●		
ツバキ科	Theaceae			○	
スズカケノキ科	Platanaceae	○		○	●
フウ科	Altingiaceae			○	
バラ科	Rosaceae	○	●	○	●
マメ科	Fabaceae	○		○	●
トウダイグサ科	Euphorbiaceae			○	●
ミカン科	Rutaceae			○	●
センダン科	Meliaceae			○	●
ウルシ科	Anacardiaceae			○	●
ムクロジ科	Sapindaceae	○	●	○	●
モチノキ科	Aquifoliaceae			○	
クロウメモドキ科	Rhamnaceae			○	
ブドウ科	Vitaceae	○			
アオイ科	Malvaceae	○		○	
グミ科	Elaeagnaceae	○		○	
ミソハギ科	Lythraceae			○	
フトモモ科	Myrtaceae			○	
ミズキ科	Cornaceae			○	
ウコギ科	Araliaceae			○	●
ツツジ科	Ericaceae			○	
エゴノキ科	Styracaceae			○	●
モクセイ科	Oleaceae	○		○	●
ノウゼンカズラ科	Bignoniaceae			○	
ガマズミ科	Viburnaceae			○	
マツ科	Pinaceae			○	
ヒノキ科	Cupressaceae			○	●

○：寄主として記録されているものが所属する科。

●：日本国内で寄主として記録されている植物が属す科。

種に好んで加害されて被害を受けやすく、一方、ギンドロ *Populus alba* やアメリカヤマナラシ *Populus tremuloides* を含む *Populus* 節は加害されにくい(Sjöman et al., 2014)。カエデ属では、トネリコバノカエデ *Acer negundo*、ノルウェーカエデ *Acer platanoides*、ギンヨウカエデ *Acer*

saccharinum などが被害を受けやすく、イロハモミジ *Acer palmatum*, オニメグスリ *Acer triflorum* などはほとんど被害を受けない (Sjöman et al., 2014). このように比較的近縁の樹種でも本種の選好性に差が見られる. また, Gaag and Loomans (2014) も寄主植物について本種が生活環を完了できるか, 加害記録があるのみかに着目して4つのカテゴリーに区分しており, ヤマナラシ属, ヤナギ属, カエデ属の他, トチノキ属 *Aesculus*, カバノキ属 *Betula*, トネリコ属 *Fraxinus*, スズカケノキ属 *Platanus* などが生活環を完了できるカテゴリーIと評価されている. 日本国内では, アキニレ *Ulmus parvifolia*, カツラ *Cercidiphyllum japonicum*, トチノキ *Aesculus turbinata*, ハナノキ *Acer pycnanthum*, ヤナギ類, サクラ類 *Cerasus* が本種の寄主植物として報告されている (高橋・伊藤, 2005; 秋田ら, 2021; 金田・城殿, 2021; 西浦ら, 2021; 柳ら, 2021; 大橋, 2025).

本種は雌が寄主の樹皮に傷をつけ, 産卵を行うが, 産卵痕は直径8~14 cmの部位に多く見られ, 樹木のサイズが小さい場合は幹の下部に多く, 大きくなるにつれて幹の上部や枝に多くなる (Turgeon et al., 2024). また, 雌は産卵場所を選択する際に, 同種他個体のつけた産卵痕がある場所を回避することが明らかになっている (Konishi et al., 2025).

2. ゴマダラカミキリの寄主植物

参考のためにゴマダラカミキリの寄主植物についても, 小島・中村 (1986) および Sjöman et al. (2014) をもとに新たな情報を加えて整理した. 35科82属112種 (亜種, 変種を含む) が記録されており, ヤナギ科, カバノキ科, バラ科, マメ科, ミカン科, ムクロジ科などの樹種が多い (第1表). このうち, 国内で寄主として記録があるのは, 20科31属44種であり, 国内に限っても寄主範囲は広い. ミカン科やバラ科の果樹害虫として知られるだけでなく, 緑化樹木の害虫でもあり (小林・滝沢, 1991), 針葉樹のスギ *Cryptomeria japonica* でも記録がある (小林・奥田, 1981).

近縁種との系統関係および形態識別

1. ゴマダラカミキリ属 *Anoplophora*

ツヤハダゴマダラカミキリの属するゴマダラカミキリ属 (*Anoplophora*) は世界に約60の種・亜種が知られ, アジアを自然分布域とする (Lingafelter and Hoebeke, 2002; Zhang et al., 2025). 形態による分類は Lingafelter and Hoebeke (2002) が直近の網羅的な研究になるが, 彼らが36種を記載して以降に多くの新種記載がなされている他, 一部の種の措置について疑義が存在する. 特に, 日本のゴマダラカミキリは, 中国のゴマダラカミキリと別種とされていたところ (前者は *A. malasiaca*, 後者は *A. chinensis*),

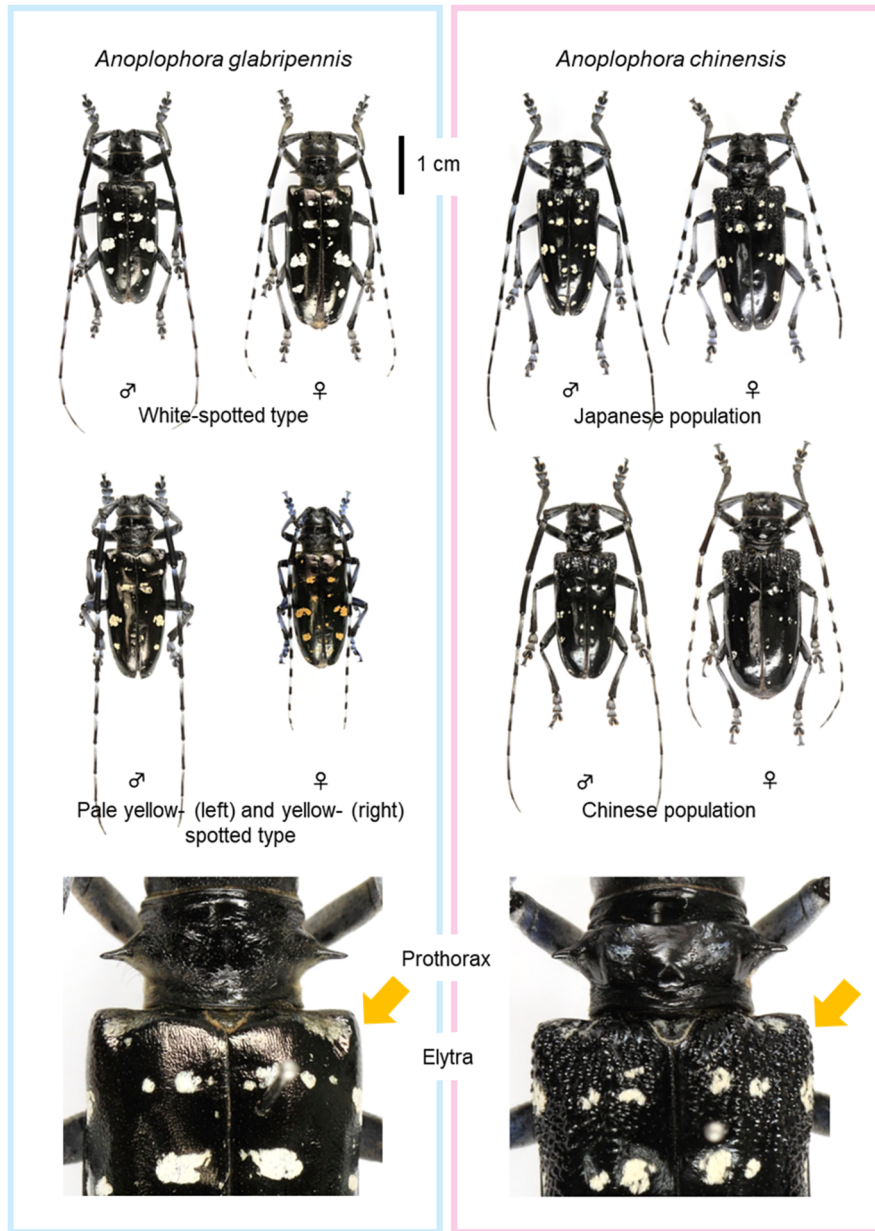
Lingafelter and Hoebeke (2002) において中国のゴマダラカミキリのシノニムとされたが, これについては合意が得られていない (横原, 2007). 本稿では, Lingafelter and Hoebeke (2002) のシノニム措置に対して国際動物命名規約に則った反論がないことと, 最近の Wang and Keena (2021) の交雑実験により両者が1つの生物学的種であると示唆されたこと (両者異性が互いに惹かれ合い, 妊性の卵が生まれ, 成虫にまで発育することが確認された) を根拠として, 日本のゴマダラカミキリと中国のゴマダラカミキリは同種 *A. chinensis* とする立場をとる. そこで, 以後, 本章では日本のゴマダラカミキリはゴマダラカミキリ日本個体群, 中国のゴマダラカミキリはゴマダラカミキリ中国個体群と表記する.

ゴマダラカミキリ属の系統関係については網羅的な研究はなされていないものの, 日本に分布する種に一部の海外種も加えての分子系統解析がなされている (Ohbayashi et al., 2009; Muraji et al., 2011). それらによると, ツヤハダゴマダラカミキリとゴマダラカミキリ日本個体群は, 同属種の中でも比較的近縁である.

2. ツヤハダゴマダラカミキリおよび近縁種成虫の形態的差異

このようにゴマダラカミキリ属には分類学的課題があるものの, ツヤハダゴマダラカミキリはゴマダラカミキリ日本個体群と明確に形態で区別することができる (第1図). 両種は遠くから見るとよく似ているが, 鞘翅基部を近くで見ると, ツヤハダゴマダラカミキリはゴマダラカミキリ日本個体群に見られる顆粒状突起を欠く (横原, 2000; Lingafelter and Hoebeke, 2002). また, ツヤハダゴマダラカミキリはゴマダラカミキリ日本個体群に見られる前胸背板の斑紋を欠くことも特徴である. 一見こちらの方が識別点として分かりやすいように思えるが, ゴマダラカミキリ日本個体群の老齢個体などでは斑紋を形成する毛束が擦り切れたり抜け落ちたりして斑紋が消失している場合があるので, 前胸背板の斑紋の有無は確実な判断基準にはならない.

さらに, 日本国内で採集したゴマダラカミキリについて, 鞘翅基部に顆粒状突起があったからといって即座に在来と断定することはできない. ①ゴマダラカミキリ中国個体群が侵入したものの可能性や, ②確率は非常に低いと考えられるがツヤハダゴマダラカミキリとゴマダラカミキリの雑種である可能性があるためである. ①について, ゴマダラカミキリの日本個体群と中国個体群は, 後者において鞘翅の斑紋がより小さく規則的になること, 鞘翅基部に斑紋がないことで基本的には判別できる (横原, 2000) (第1図). また, ゴマダラカミキリ中国個体群は基本的に前胸背板の斑紋を欠くが, 上述のようにゴマダラカミキリ日本個体群も斑紋を失っている場合があるので注意が必要である. ②については, ツヤハダゴマダラカミキリとゴマダ



第1図 ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* (左列) とゴマダラカミキリ *A. chinensis* (右列) の標本写真
下拡大写真のゴマダラカミキリは日本個体群のものであるが、老化のため前胸背板の2つの斑紋は消失しかかっている。

ラカミキリ日本個体群は通常交雑しないと考えられるが (Sunamura et al., 2022), 生殖的隔離は完全ではなく, 飼育実験下で鞘翅基部に顆粒状突起を持つF1が生じる場合があることが報告されている (Wang and Keena, 2021). なお, ツヤハダゴマダラカミキリとゴマダラカミキリ中国個体群は, 飼育実験下でもF1が生じないとされている (Qin et al., 2024).

ツヤハダゴマダラカミキリの幼虫については, ゴマダラカミキリと類似の形態をしているが, とともに色素を前胸に持つ一方で, その形や大きさに両種間で差異がある (Haack et al., 2010).

ゴマダラカミキリ日本個体群と中国個体群の区別等について注意が必要な一方で, 中国には日本未侵入でツヤハダゴマダラカミキリと似た種も存在する (Lingafelter and Hoebeke, 2002). 具体的には, *A. coeruleoantennata* (Breuning) (中国四川省に分布) と *A. freyi* (Breuning) (四川省・雲南省に分布) がツヤハダゴマダラカミキリに最も形態的に近いとされ, 鞘翅基部に顆粒状突起がないことや斑紋のパターン等でツヤハダゴマダラカミキリとよく似るが, 前者は触角が青紫色がかかること, 後者は鞘翅に構造色による紫がかった強い光沢があること等でツヤハダゴマダラカミキリと区別される (Lingafelter and Hoebeke, 2002).

なお、*A. coeruleoantennata* はこれまでほとんど採集されていない希少種で日本への侵入リスクは低いと考えられるが、今後、日本国内における外来ゴマダラカミキリの分布調査をする上で、「ツヤハダゴマダラカミキリかゴマダラカミキリ日本個体群か」以外の可能性もあることは念頭に置いておくべきであろう。最近、*A. freyi* と非常に近縁と考えられる *A. puxian* が記載されたが、この新種はツヤハダゴマダラカミキリや *A. freyi* とは斑紋のパターンが大きく異なる (Wang and He, 2021)。

3. 成虫の種内変異

ツヤハダゴマダラカミキリの斑紋には種内変異があり、その最たるは斑紋の色彩である (第1図)。本種には斑紋の白いタイプの個体 (白色斑紋型) と黄色いタイプの個体 (黄色斑紋型) がいる。後者はかつてキボシゴマダラカミキリ *A. nobilis* として別種扱いされていたこともあるが、斑紋の色彩以外に両者を明確に識別できる形態形質がなく、かつ自由に交雑可能なことから、現在では同種とされている (Lingafelter and Hoebeke, 2002; 久保田ら, 2003)。黄色斑紋型の分布は中国の一部地域に限定されていたが、人為的な移動により中国各地に分布を広げ、白色斑紋型との交配の結果、中間的な形質である黄白色型の斑紋の個体も各地で生じている (久保田ら, 2003)。日本に侵入したツヤハダゴマダラカミキリでも、兵庫県 (秋田ら, 2021) や茨城県 (篠崎ら, 2024) において白色、黄白色、黄色斑紋型の個体が同所的に見つかっており、これら生息地の個体群は白色と黄色斑紋型の両方の遺伝子を持つと考えられ、この情報は侵入履歴を推定する上で参考になる (第1図)。具体的には、白色と黄色斑紋型の交雑個体のメス成虫が侵入した可能性や、両型が別々に侵入した可能性、あるいは両型が混合した個体群が侵入した可能性が考えられる。

成虫の繁殖行動と化学生態

1. ツヤハダゴマダラカミキリの繁殖行動

ツヤハダゴマダラカミキリの繁殖行動は、いくつかの段階から構成される。Xu and Teale (2021) は、Wickham et al. (2012) が提唱した4段階からなるツヤハダゴマダラカミキリの配偶行動ステップに、近年明らかにされた最新の情報を加味し、以下のように整理した。

(1) 雄と雌の両方が、視覚と化学感覚を併用し寄主木に定位

(2) 雄と雌の両方が、寄主木上で同種他個体による食害由来の揮発性化学物質へと定位

(3) 雌が、雄の性フェロモン単独あるいは寄主木由来の揮発性化学物質との組合せに対して定位

(4) 雄が、視覚と化学感覚 (雌の性フェロモン) を併用し雌へと定位、交尾に至る

このように、ツヤハダゴマダラカミキリの繁殖行動は、寄主木や異性等の多様な揮発性/低揮発性化学物質によって成立している。成虫を誘引する寄主由来の化学物質や性フェロモンを特定することにより、トラップを用いた防除手法を開発する試みが進められている (Yan et al., 2022)。

2. 寄主木への定位の手掛かりとなる揮発性化学物質

ツヤハダゴマダラカミキリが加害する樹木 (カエデ属、ポプラ属、トチノキ属、カバノキ属、ヤナギ属、ニレ属など) の揮発性化学成分として、テルペン類 (α -ピネン、 β -ピネン、 δ -3-カレン、カンフェン、リモネン、 α -フェランドレン、 β -カリオフィレン)、アルデヒド類 (ノナナール)、酢酸類 (酢酸 *cis*-3-ヘキセニル、酢酸エチル)、アルコール類 (リナロール、ヒドロキシアルカンおよびアルケン) が報告されている (Xu and Teale, 2021)。ツヤハダゴマダラカミキリの成虫は、基本的にこれらの化合物のブレンドに対し、各成分の比率に応じて寄主木を識別するとされ、その組成および比率は、樹木の種、齢、生理的状態、光状態、概日リズム、季節、生物的/非生物的損傷など多様な要因により変化が大きく、これらすべてが誘引効果に影響する (Xu and Teale, 2021)。Makarow et al. (2020) は、ツヤハダゴマダラカミキリの食害を受けたカエデ属樹木から、(+)-シクロサチベン、(+)- α -ロンギピネン、コパエンまたは α -クベベン、カリオフィレンを検出し、これらがツヤハダゴマダラカミキリの成虫を強く誘引することを明らかにした。これらの揮発性化学物質は、寄主木上でさらに雄と雌が接近するのに役立つとされる。また、(+)-シクロサチベン、(+)- α -ロンギピネン、コパエンまたは α -クベベンは、カエデ属樹木への本種の産卵痕からも確認されており (Makarow et al., 2020)、ツヤハダゴマダラカミキリの成虫にとって、生存に適した好ましい寄主木を見つけるための指標として機能すると考えられている (Xu and Teale, 2021)。ポプラ類の抵抗性育種に関する研究では、*Populus deltoides* ‘Shalinyang’ (PdS) が生成する揮発性化学物質である *cis*-3-ヘキセノールが雌の産卵を促進することが報告されている (Bingjun et al., 2023)。一方、*Populus alba* var. *pyramidalis* (PaP) の防御反応に関係する植物ホルモンであるジャスモン酸メチルは、成虫の樹皮摂食量や産卵数を減少させる (Shao et al., 2025)。

また、ツヤハダゴマダラカミキリ自身から検出される揮発性化学物質の中には、寄主木由来の化学物質をもとに生成されると考えられる物質も存在する。Makarow et al. (2020) は、ツヤハダゴマダラカミキリの成虫由来の揮発性物質として、モノテルペン ((1R)- α -ピネン) の他、2,4-ジメチルヘプタン、2,4-ジメチル-1-ヘプテン、4-メチルデカンが検出されることを示した。これらの化学物質は、同種他個体の誘引に関与している可能性が高い。在来ゴマダラカミキリの雌も同様に、 β -エレメン、 β -カリオフィ

レン, α -フムレン, α -ファルネセンなど, 寄主木に由来すると考えられるセスキテルペン類を放出し (Yasui, 2009), 雄成虫を誘引する (Yasui et al., 2019). ツヤハダゴマダラカミキリや在来ゴマダラカミキリを含むフトカミキリ亜科の種では, 寄主木の樹皮や葉を餌として性成熟する期間が必要な種がほとんどである (Haack, 2006). そのため, 羽化直後の成虫は, セスキテルペン類などの寄主木由来の揮発性化学物質に対して誘引応答を示す傾向が高いと考えられている (Xu and Teale, 2021).

3. 性フェロモンとその機能

寄主木上で雄と雌が十分に接近すると, 近距離ではたらく揮発性/低揮発性化学物質 (性フェロモン) の利用に切替えられ, 性識別が行われる. ツヤハダゴマダラカミキリの雄の性フェロモンとしては, 4-(*n*-ヘプチルオキシ)ブタナールと 4-(*n*-ヘプチルオキシ)ブタノール (Zhang et al., 2002), (3*E*,6*E*)- α -ファルネセン (Crook et al., 2014) がこれまでに報告されており, いずれの物質も雄と雌の両方に誘引効果を持つ. Nehme et al. (2009, 2010) は, これら雄のフェロモンにカエデ類樹木の揮発性化学物質を添加すると, 処女雌の誘引効果が高まることを示した. 4-(*n*-ヘプチルオキシ)ブタナールと 4-(*n*-ヘプチルオキシ)ブタノールは, 在来ゴマダラカミキリ雄の性フェロモンとしても知られており, *Anoplophora* 属に共通の物質である (Hansen et al., 2015).

一方, ツヤハダゴマダラカミキリの雌の性フェロモンとしては, 揮発性の高い物質として, ヘプタナール, ノナナール, ヘキサデカナール, α -ロンジピネンがこれまでに報告されており, 雌雄ともに誘引することが確認されている (Wickham et al., 2012; Xu et al., 2020). この他, 雌に特異なフェロモンとしては, 雌体表面に存在する“接触型フェロモン”と, 雌が痕跡として残す“トレイルフェロモン”の2種類が存在する. 接触型フェロモンは, 5つの一価不飽和ケチクラ炭化水素のブレンド ((*Z*)-9-トリコセン, (*Z*)-9-ペンタコセン, (*Z*)-7-ペンタコセン, (*Z*)-9-ヘプタコセン, (*Z*)-7-ヘプタコセン) として報告されており, これらに触角を触れた雄はただちに交尾試行を開始する (Zhang et al., 2003; 張ら, 2003). 雌の接触型フェロモンには, 前駆物質が光劣化により雄の誘引効果を持つ物質へと変化するものがあると考えられている (Crook et al., 2024). Hoover et al. (2014) は, 雌のトレイルフェロモンとして, 4種類の雌特異的ケチクラ炭化水素 (主要2種類: 2-メチルドコサンと (*Z*)-9-トリコセン, マイナー2種類: (*Z*)-9-ペンタコセンと (*Z*)-7-ペンタコセン) を検出した. これらの化学物質は, 雄が追跡行動を示すことが確認されている一方で, 同種他雌に対しては忌避効果を持ち, 種内競争の緩和に機能していると考えられている (Graves et al., 2016).

在来ゴマダラカミキリの雌では, ツヤハダゴマダラカミキリの雌の接触型フェロモンとは異なる物質群が報告され

ている (Fukaya, 2003). しかし, Sunamura et al. (2022) がツヤハダゴマダラカミキリと在来ゴマダラカミキリの実験的条件下で交配を試行させたところ, 交配には至らなかったものの, 在来ゴマダラカミキリ雌に接触したツヤハダゴマダラカミキリの雄は, 典型的な性的応答を示すことが明らかになった. またこの実験では, ツヤハダゴマダラカミキリの雌のトレイルフェロモンに在来ゴマダラカミキリの雄が反応を示す様子も観察されている. Yasui et al. (2023) は, ツヤハダゴマダラカミキリ雌の粗抽出物を塗布したガラス棒に対して, 在来ゴマダラカミキリの雄が交尾行動を示すことを報告している. こうしたツヤハダゴマダラカミキリと在来ゴマダラカミキリとの繁殖上の干渉は, 両者が誘引活性を示す化学物質の類似性が引き起こしていると考えられ, 未同定の共通成分もしくは類似成分を持つ可能性もある. 今後の研究では, さらなる詳細な解析および行動試験による慎重な評価をする必要がある.

幼虫の加害実態および生態

1. 幼虫の形態

ツヤハダゴマダラカミキリ幼虫の基本的な形態は, フトカミキリ亜科 (Lamiinae) の他のカミキリムシ同様で, 体は円筒形で, 脚はないが節があり細長く, 色は淡黄あるいは白であり, 頭部には大きく硬い黒色の一對の大あごがある (Meng et al., 2015). 前胸背板は大きく硬く盛り上がり, 背面には浅い孔があり, 体長は, 30mm 以上で最大 50mm, 頭蓋の幅 5mm と報告されているが (Cavey et al., 1998), 飼育実験下ではさらに大きくなることが確認されている (Keena and Moore, 2010).

2. 幼虫の生態

ツヤハダゴマダラカミキリの原産地の中国では, ふ化直後の 1 齢幼虫は卵周囲の傷んだ師部および 2 齢幼虫は健全な師部や周囲の木部を食べることにより褐色のフラスを排出し, 3 齢以降の幼虫は木部へ侵入し心材を食べることにより白いフラスを排出する (Yan and Qin, 1992). 幼虫期間は基本的に 1 年であるが, 2 年や 3 年となるケースもある (Haack et al., 2010; Schmitt et al., 2025a, b). 米国では, 大半の個体が幼虫の状態ですべての冬を越す (Lingafelter and Hoebeke, 2002; Haack, 2006). 育つ環境の温度条件や餌条件などにより, 齢数をはじめ幼虫の発育の様子が異なることが知られている. 室内実験によると, 成虫になるには少なくとも 5 齢以上の経過が幼虫には必要で, 1 齢から 5 齢幼虫の発達が阻害されてしまう下限の温度は 10°C 近辺であり, それ以降の高次齢の幼虫では 12°C 近辺である上, 30°C を超える温度では 1 齢を除くすべての幼虫の発育が阻害され, 40°C ではすべての幼虫が発育しないことが明らかになっている (Keena and Moore, 2010). また, ゴマダラカミキリでもこうした温度による幼虫の発育の差異は報告されて

いる(村越・青野, 1981; Keena and Richards, 2022)。

3. 幼虫の食性および加害

ツヤハダゴマダラカミキリによる樹木への被害の多くは、成虫よりも幼虫によってもたらされる。基本的に加害は形成層や木部にトンネルを掘り進めることから生じる(Qin et al., 1985; Haack et al., 1997; Gao et al., 2013)。上述したように、初期の幼虫は樹皮のすぐ下にトンネルを作るが、大型になるに従って樹木の心材の奥深くまでトンネルを掘り、活動中の幼虫は侵入した樹木の排出孔からおがくず状のフラスや木くずを排出する。こうした穿孔が、一度に多くの幼虫によって、あるいは何年にもわたり、繰り返されると、樹木の維管束組織が破壊されてしまう上、樹木が構造的にも弱くなってしまふことから、数年の連続した加害により枯死に至らしめる(Haack et al., 2010)。健全な状態あるいは何らかのストレスにさらされている状態の樹木ともに加害される可能性があり、これによって枯死のみならず木材としての品質も低下させる(Haack, 2006; Gao et al., 2013)。以上のような幼虫による樹木被害の特性は、ツヤハダゴマダラカミキリのみならず、ゴマダラカミキリでも見られる(Adachi, 1994; Haack et al., 2010)。

4. 共生微生物

近年、遺伝子を用いた微生物検出技術の進展により、カミキリムシからセルロース分解性や空気窒素固定性などを有する細菌が検出される事例が蓄積されてきた(岩田, 2015)。幼虫の体内部の共生微生物とその機能についても分かり始めている。中国で採集された個体を用いた試験では、幼虫の腸から α -Proteobacteria, β -Proteobacteria, γ -Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroidetesグループの細菌が確認された(Schloss et al., 2006)。また、リグニンの分解様式について調査した報告では、ツヤハダゴマダラカミキリの腸内から真菌である*Fusarium solani*/*Nectria haematococca*種群が確認され、これらは木材の分解に関与していることが示唆された(Geib et al., 2008)。その後の調査によっても、リグノセルロースの分解と栄養分の吸収を促進する多様な腸内微生物群集を保有することや多様な遺伝子の発現様式によって、ツヤハダゴマダラカミキリが、栄養素の少ない様々な樹木の辺材と心材を利用して育つことができることが判明した(Geib et al., 2009; Scully et al., 2013, 2018; Ayayee et al., 2014; Mason et al., 2016)。また、幼虫の腸内微生物群集には成虫の腸内微生物群集よりも多様性が欠ける上、幼虫群集は、雌成虫の腸からの群集よりも産卵場所からの群集に類似していたため、フラスが腸内微生物叢の接種経路となりうることが示唆されている(Mason et al., 2019)。また、異なる寄主を摂食することによって、幼虫の腸内の微生物群集とリグノセルロース活性に違いがあることも明らかにされている(Wang et al., 2022)。

侵入の検出手法

一般に侵略的外来種の根絶を成功させるためには、侵入早期に発見することが求められる(Liebhold and Kean, 2019)。ツヤハダゴマダラカミキリの侵入は、形状が特徴的な産卵痕および円形の成虫の脱出孔により確認が可能である(Haack et al., 2010)。しかし、地上からの目視ではおよそ30%、木を登っての目視調査では60~75%の被害木しか特定できないと推定されており(USDA-APHIS, 2012)、本種は穿孔性害虫の中でも被害木の発見が難しいと考えられる。そこで、より簡便に、早期に侵入や被害を検出するための方法が研究されてきた。

誘引物質を用いた早期発見システムの構築は、多くの外来害虫の根絶事業の要となり、「成虫の繁殖行動と化学生態」の章で説明されたように本種でも情報化学物質が特定されている。誘引剤として樹木からの揮発成分とオス成虫のフェロモン成分の混合物を用いた衝突版トラップを梢端下に設置することで、成虫の捕獲が可能であり(Nehme et al., 2010)、目視を補完することでより効果的な新規被害検出が可能である。しかし、このトラップは誘引性が高くないため、そのみでのモニタリングは危険である。

木の中で発育する幼虫が本種かどうかを同定できれば、成虫の脱出を待たずに本種を検出できるため、そのための技術開発も進められている。多くの害虫同様に、分子同定は本種の発生を確実に確認するために活用されており、ミトコンドリアCO1遺伝子のシーケンシングやLAMP法によって卵、幼虫、蛹の段階で本種の特定が可能である(Rizzo et al., 2020; EPPO, 2021)。また、幼虫が樹外に排出したフラスからでも定量PCR(Taddei et al., 2021)やガスクロマトグラフィー質量分析(Fujiwara-Tsujii and Yasui, 2023)によって同定可能である。

輸入された木製品の木際での発見を目的として、木材(丸太)内部で幼虫が発する振動により本種が検出できるかという研究もされており(Zorović and Čokl, 2015; Sutin et al., 2019)、非破壊的調査の実用化に向けて推定精度を向上させている。また、木材内に穿孔する本種について犬を用いた匂いによる探知の研究では、多様な樹種の本種パレット内に潜む本種を高率で発見可能なことが示されている(Arnesen and Rosell, 2021)。

ツヤハダゴマダラカミキリの防除技術

1. 物理的防除手法

各国における防除手法の詳細は後述するが、侵入先での防除において伐倒による駆除が基盤となっており、アメリカでは、たとえ農薬処理がされた木であっても1つでも産卵痕や脱出孔があったら伐倒駆除の対象となり、所有者への通知後に撤去される(USDA-APHIS, 2014)。本

種の根絶を目指すためには、膨大な本数の伐倒が必要となる。例えば、根絶に成功したシカゴの根絶プログラムでは1998年から2006年までに1800本の樹木を伐倒した(Hu et al., 2009)。イギリスのケント州やイタリアのヴェネト州では、限られた地域での被害であったが、それぞれ2133本、2361本の樹木を伐倒して根絶を達成した(Straw et al., 2015; Marchioro and Faccoli, 2021)。カナダのトロントでは、被害木と確認された682本の他に、結果的に被害はなかった59690本を根絶までに伐倒した(Turgeon et al., 2022)。伐倒後の木は被害エリア内でチップ化することが望ましく、縦横高さのうちの最低2つで長さが1インチ(2.54cm)以内となるように破碎する(USDA-APHIS, 2014)。

その他の物理的防除として、中国では成虫の捕殺、卵や幼虫の探索除去、フラス排出孔の封鎖が行われている(Hu et al., 2009)。青色光を用いたライトトラップも有効であり(Jiang et al., 2023)、後述の情報化学物質を利用したトラップと併用することにより誘引効果を増加させるという報告もある(Yao et al., 2024)。

2. 化学的防除手法

一般にカミキリムシは、野外で活動するのは成虫期に限られ、一生の大部分を幼虫として樹木内で過ごす。樹木内の幼虫を薬剤に直接曝露させることは困難なため、これまで薬剤による化学的防除はカミキリムシの防除法の主流から外れ、発展途上の段階にある(Wang, 2017)。しかし、ツヤハダゴマダラカミキリは原産地でも侵入地でも重要害虫であるため、化学的防除の研究・実践が他のカミキリムシに比べて進んでいる(Hu et al., 2009; Haack et al., 2010; Wang, 2017)。なお、各国における取り組みについては後述する。

(1) 薬剤による成虫防除

代表的なものとして、まず、成虫防除のため、ピレスロイド系や有機リン系殺虫成分を含む液剤の樹皮への散布が挙げられる(Wang, 2017)。ツヤハダゴマダラカミキリ成虫は配偶相手の探索や産卵のため樹上を歩き回るので、接触による経皮活性を示す殺虫成分を樹幹や枝に散布処理することでこれら成虫を防除できる。

次に、薬剤の樹幹注入も成虫防除に効果的である(Hu et al., 2009; Wang, 2017)。樹幹注入は、樹幹にドリル等で穴をあけ、薬液を注入し、樹木自身の水の運搬(道管を介した根から樹冠への水の吸い上げ)に乗せて薬液を樹木全体に行きわたらせる処理方法である。ツヤハダゴマダラカミキリ成虫は性成熟や栄養補給のため寄主樹木の枝や葉を後食するので、樹幹注入処理木の枝葉を経口摂取することで薬剤に曝露し死亡する。有効成分としては、浸透移行性に優れたネオニコチノイド系化合物が代表的で、アメリカ・シカゴの根絶事業では被害木周辺の樹木にイミダクロ

プリドを予防的に樹幹注入したことが根絶の成功に大きく寄与したと考えられている(Hu et al., 2009)。近年ではマクロライド系のエマメクチン安息香酸塩も、2~3年にわたって効果が持続し有効であることが示されている(例: Wang et al., 2020a, b)。

(2) 薬剤による幼虫防除

樹木内で生活する幼虫に対しては、樹幹注入が上記と同様の原理により有効である(Hu et al., 2009; Wang, 2017)。ただし、樹種によって薬剤の樹木内動態や効果に違いがあり、例えばPoland et al. (2006)はニレ、ポプラ、ヤナギに対しイミダクロプリドを樹幹注入し、4か月後に伐倒調査を行って幼虫死亡率を調べたところ、それぞれ7~55%、63~65%、28~35%であった。ツヤハダゴマダラカミキリの幼虫は成長するにつれて内樹皮から辺材へと樹木内を食い進んでいく(Hu et al., 2009)。環孔性(年輪に沿って環状に道管の孔が並ぶ)のニレでは辺材外側の道管のみを薬剤が通過するため注入時の発育段階によって効果がばらつくが、散孔性(道管が散らばって満遍なく配置)のポプラとヤナギは辺材全体を薬剤が通過するため効果が安定した可能性が指摘されている(Poland et al., 2006)。

(3) 情報化学物質の利用

化学的防除には、殺虫剤を使用する以外に、昆虫が利用する情報化学物質を応用する道もある。合成性フェロモンによる発生予察、誘引捕殺、交信攪乱がその代表例である。ツヤハダゴマダラカミキリは「成虫の繁殖行動と化学生態」の章で示すように性フェロモンの研究が進んでいるが、合成性フェロモン成分や寄主樹木の揮発性成分を使ったルアーへの成虫誘引効率は低く(1週間で数匹程度)、まだ防除への応用はハードルが高い状況である(Wickham et al., 2012; Meng et al., 2014)。性フェロモンや寄主樹木由来の誘引物質は複数成分のブレンドになっており、その全容や最適混合比が解明しきれていないこと等が原因として考えられる(Xu and Teale, 2021)。

3. 生物的防除手法と天敵

欧米諸国におけるツヤハダゴマダラカミキリの防除は、主に被害木の伐倒処理および薬剤散布によって行われている(Haack et al., 2010; Brabbs et al., 2015)。イミダクロプリドなどの薬剤を樹幹注入した場合、枝を食べる成虫、産卵雌および若齢幼虫には効果があるが、成熟幼虫または材内の蛹にはそれほど効果がないことが知られている(Poland et al., 2006; Haack et al., 2010)。したがって、成熟幼虫および蛹を対象とすることができる生物的防除方法を特定することは、ツヤハダゴマダラカミキリ防除にとって有用な追加的手段となるだろう(Brabbs et al., 2015)。生物的防除に関する多くの研究は、昆虫寄生菌類、昆虫病原性細菌、昆虫病原性線虫、捕食寄生者および捕食者に焦点を当てている。ここでは上記の分類に沿って、ツヤハダゴマダラカ

ミキリ生物的防除素材となりうる天敵生物について解説する。

(1) 昆虫寄生菌類

昆虫寄生菌 (真菌類) では、糸状菌の *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Metarhizium brunneum*, *Isaria farinosa* および微胞子虫門に属する *Nosema glabripennis* が感染能力を持つ (Shimazu et al., 2002; Zhang et al., 2003; 張ら, 2003; Dubois et al., 2004a, 2008). これらを実験的にツヤハダゴマダラカミキリに寄生させ、死亡率を調べた結果、*M. brunneum* と *B. brongniartii* の効果が大きく (Dubois et al., 2004a, b), *I. farinosa* と *N. glabripennis* は、他に比べて死亡率が低かった (張ら, 2003; Dubois et al., 2008).

B. brongniartii については、不織布製バンドに分生子を含浸させ木に取り付ける方法が最も効果が高く、この技術は日本で製品化 (バイオリスTM カミキリ) されている (Higuchi et al., 1997; Hajek et al., 2006). なお、*Beauveria* 属の分類が再定義され、日本からの *B. brongniartii* の市販系統については、*B. asiatica* であることが判明している (Goble et al., 2014). *M. brunneum* も施用のための素材に様々な工夫がなされ (Ugine et al., 2013a, b), 米国で商業用に利用可能となっている (Clifton et al., 2020a, b). *M. brunneum* とネオニコチノイド系殺虫剤イミダクロプリドを併用すると、相乗作用により殺虫効果が加速された (Russell et al., 2010; Fisher et al., 2017). ただしこの場合の病原性は、環境条件および成虫の齢による影響を受けることが分かっている (Fisher and Hajek, 2014, 2016). 今後防除素材として利用可能な新たな糸状菌が発見される可能性はあるが、すべての真菌類と同様に、高温および低湿度の環境下での有効性が低下するという欠点がある (Meng et al., 2015).

(2) 昆虫病原性細菌

ツヤハダゴマダラカミキリの成虫および幼虫の体内には、*Staphylococcus* (ブドウ球菌), *Leclercia* などいくつかの属の細菌が存在し、その中には昆虫病原菌として分類されるものも含まれている (Podgwaite et al., 2013). *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* は、コウチュウ目に殺虫活性があることが報告されているが、ツヤハダゴマダラカミキリ成虫および幼虫には効果がなかった (D'Amico et al., 2004). しかし *B. thuringiensis* の殺虫毒素の1つである Cry3Aa に関しては、幼虫の中腸の Cx セルラーゼ酵素に結合するように遺伝子工学的的手法により改変すると、殺虫活性が上がり、生物農薬としての利用の可能性が高まった。上記の改変毒素を与えられた幼虫は高い死亡率を示す (Guo et al., 2012). *Serratia marcescens* は 1, 2 齢幼虫に実験室内で感染するが、死亡率にはばらつきがあり、野外試験での死亡率は低い (Deng et al., 2008).

(3) 昆虫病原性線虫

Steinernema feltiae と *S. carpocapsae* の 2 種がツヤハダゴマダラカミキリに感染する。また *Heterorhabditis* 属の線虫も昆虫病原性線虫として知られているが、ツヤハダゴマダラカミキリに対する病原性に関しては報告がない。線虫は寄主の複数の発育段階を標的にすることが可能だが、発育初期の幼虫に施用すると死亡率は高くなる (Solter et al., 2001; Fallon et al., 2004). 人工培地で増殖した線虫を寄主幼虫孔道内に直接スプレーすることにより、高い死亡率を得ることができる (Brabbs et al., 2015). ただしツヤハダゴマダラカミキリは寄主木の比較的高い位置に穿入するため、作業性にやや問題がある (Haack et al., 2010).

(4) 捕食寄生昆虫

ツヤハダゴマダラカミキリの捕食寄生昆虫については、中国と韓国でハチ目を中心に 30 種以上が報告されている (Wang et al., 2021; Lee et al., 2023; Wei et al., 2023; Johnson et al., 2024). 最もよく調べられているのはムキヒゲホソカラムシ科の *Dastarcus helophoroides* であり、本種は数多くのカミキリムシの捕食寄生者である (Wei et al., 2009). 本種は日本国内でマツノマダラカミキリの天敵として知られているサビマダラオオホソカラムシ *Dastarcus longulus* の近縁種である。本種はツヤハダゴマダラカミキリの成熟幼虫および蛹に寄生する (Wei et al., 2008; Golec et al., 2018). いくつかの研究では本種が大量飼育可能であることが示されており、人工飼料も開発されている (Ogura et al., 1999; Yang et al., 2014). 中国では *D. helophoroides* の卵を樹幹に放飼することにより、樹幹内のツヤハダゴマダラカミキリに対し 85% 以上の寄生率が得られた (Li et al., 2009). また中国での野外試験において、*D. helophoroides* の放飼後、放飼区に接した対照区におけるツヤハダゴマダラカミキリの幼虫個体数が減少したことが示された。これは飛翔能力を持つ成虫の分散によるものと推察された (Wei and Niu, 2011). 室内における誘引試験の結果、異なる寄主種を利用する *D. helophoroides* 地域個体群は寄主フラスに対する反応が異なり (Wei et al., 2009), ツヤハダゴマダラカミキリに寄生する個体も異なる樹種のフラスに対して異なる反応を示した (Wei and Jiang, 2011).

寄生バチでは、ツヤハダゴマダラカミキリ幼虫に寄生する多くの種が知られている。まず中国においては、アリガタバチ科の *Scleroderma guani* による寄生が認められている (Brabbs et al., 2015). また、欧州産のアリガタバチ *Sclerodermus brevicornis* の繁殖能力に関する試験をもとに、大量飼育と防除への利用の可能性が検討されている (Lupi et al., 2017). 中国においてツヤハダゴマダラカミキリ幼虫の穿入丸太を使用した調査では、コマユバチ科の *Oxysychus* sp. と *Bracon planitibiae* が最も多く採集された (Li et al., 2020). 欧州では、他のカミキリムシにも寄生す

る8種の外部寄生バチが発見され、最も多い種は *Spathius erythrocephalus* (コマユバチ科) と *Trigonoderus princeps* (コガネコバチ科) であった (Hérard et al., 2013). 北米では、在来の捕食寄生昆虫からツヤハダゴマダラカミキリの生物的防除に有効な種を探す試みが進められている (Lupu et al., 2024). 在来種の *Ontsira mellipes* (コマユバチ科) は最も有望な種であり、短い世代時間で継続的に飼育でき、急速に成熟する卵を持つとともに、雌比の高い子孫を生むことができる (Duan et al., 2016; Golec et al., 2016; Wang and Aparicio, 2020; Wang et al., 2020b). 米国において、ツヤハダゴマダラカミキリ個体数を効果的に減らすための本種の可能性を評価するための野外試験が実施されている (USDA-APHIS, 2021).

(5) 捕食者

キツツキ2種 (アカゲラ *Dendrocopos major* とヤマゲラ *Picus canus*) は、中国におけるツヤハダゴマダラカミキリ幼虫の捕食者である (Brabbs et al., 2015). キツツキの林内における営巣を促すことにより防除効果があることが示されているが、単独で防除可能なレベルには達していない (Golec et al., 2018). 米国でも被害木上で観察されており、潜在的な効果を示す可能性がある (Meng et al., 2015).

(6) 生物的防除と天敵についてのまとめ

これまでに発見、採集および特定されたツヤハダゴマダラカミキリの天敵のうち、徹底的な調査を受け、生物的防除剤として使用するために開発されたものはごくわずかである (Brabbs et al., 2015). また中国を原産国とする生物的防除素材のいくつかは寄主範囲が広いジェネラリストであり、北米またはヨーロッパに導入された場合、在来の穿孔虫を攻撃する可能性があるため、侵入地域での放飼が承認される可能性は低い (Meng et al., 2015). 特に寄生バチなどの捕食寄生者では、寄主特異性の高い種 (スペシャリスト) の探索が望まれる. ツヤハダゴマダラカミキリの生物的防除の展望については、本種がエンデミックな状態であり、自然の制御下にあるとされる中国東北部と韓国の森林地帯において、まだ発見されていない天敵が豊富に存在する可能性がある (Brabbs et al., 2015). 一方で、侵入した地域に生息する天敵との新規の捕食者-被食者あるいは寄生者-寄主関係を特定し、増強的放飼によって防除が行われるべきという意見 (Branco et al., 2022) もある. 今後、特異性の高い生物防除資材となりうる天敵の発見が原産地であれば、日本への導入の可能性が検討できるが、現段階ではその候補となるものはない. 日本国内においては前述のサビマダラオオホソカタムシを外来カミキリムシの天敵として利用するための研究が進んでいる. 本種は在来種であるが寄主範囲が広いこと、標的外種への影響を少なくした防除法の開発が望まれる.

原産地での被害および中国国内での被害と防除

1. 中国における砂漠緑化と虫害

中国黄河流域の紀元前における森林被覆率は53%であった. 新疆ウイグル自治区から黒龍江省にかけても、草原や森林が広がっていた. しかし、長きにわたる戦乱や森林伐採、家畜の過放牧などにより、森林が徐々に失われた (国際協力事業団, 1993). 1950年代初期から70年代末期にかけては、毎年70万ha弱の土地が砂漠化していった. 一方、ツヤハダゴマダラカミキリは、中国から朝鮮半島にかけて自然分布していた. 中国国内では、主に北から東北部にかけて自然分布していた (Gressitt, 1951).

砂漠化対策のため、中国政府は三北防護林建設計画を策定し防護林の育成に着手した (遠田・山崎, 1996). 1979年には森林法を制定し、その中で全国の森林被覆率を30%にすることを求めた. この計画では、2000年までに都市近郊の植林を行い防護林が点在する形を作り、次の20年で点在する防護林を連結した防護林帯を形成し、2021~2050年には山岳地や乾燥地帯の植林を進めることになっている (国際協力事業団, 1993).

主要植栽樹種として38科217種が選択され、防風・防砂に適した樹種の植栽を進めようとしたが、実利が優先しリンゴやモモなどの果樹類や特用樹が全体の18%を占めた. 次にポプラ・ヤナギ類32種が15%を占めた. ポプラ類は中国に約50種が生育し、極寒地や貧弱土壌にも適応力があり、成長が速く繁殖が容易なため (小川, 1997)、砂漠緑化の最適樹種である.

植林が進行すると樹木の成長に伴い虫害が発生した. ツヤハダゴマダラカミキリはポプラの害虫として非自然分布地域にも分布を拡大し始めた (国際協力事業団, 1993). ポプラ・ヤナギ類のほかバラ科の果樹も食樹とするため (池田, 1994)、分布拡大には絶好のチャンスであった. 被害は甚大で、木材価値が低下しただけでなく枯死も起こった. 森林全体が衰退した場合は、全面的に伐採する以外に防除手段がなかった (国際協力事業団, 1993).

2. 中国における被害と研究—寧夏回族自治区を中心として

計画が進められた三北地域の1つである寧夏回族自治区には、元来ツヤハダゴマダラカミキリは生息していなかった. 現在では、ツヤハダゴマダラカミキリに含まれるとの見解が主流であるが (久保田ら, 2003)、近縁種とされるキボシゴマダラカミキリ (*Anoplophora nobilis*) の分布域も甘肅省の狭い範囲に限られており、この自治区には生息していなかった. しかし、ツヤハダゴマダラカミキリは1978年に北部の石嘴山市で、キボシゴマダラカミキリは1961年に南部の固原で確認され (国際協力事業団, 1993)、ポプラの植栽に伴ってこれら2種の分布域が拡大した. 現

在ではツヤハダゴマダラカミキリは北部を中心に、キボシゴマダラカミキリは南部を中心に分布し、中間地点では両種が混生して交雑も起こっている(久保田ら, 2003)。

虫害防除に関する研究が中国の大学や林業研究所で進められた。そして、寧夏は三北地域におけるポプラの害虫防除技術研究の重要地点として位置づけられた。1990年代には「寧夏森林保護研究センター」を設立し、日中が協力してツヤハダゴマダラカミキリの発生・生態の解明と防除法の開発を行い、森林保護技術研究の整備・強化を推進した(磯野ら, 1999; 小倉, 2000; 石郷岡ら, 2001)。趨ら(1996)は、成虫の発生や産卵消長と気象との関係を報告した。王(1995)は、樹幹内が湿潤な樹木では卵や幼虫の死亡率が高いこと、つまり、水分状態の良い樹林地では衰弱木に被害が生じるが、水分状態が悪いと健全な樹木にも被害が生じることを明らかにした。

薬剤に関する研究も進められ、Poland et al. (2006)は、若齢幼虫や産卵時期の雌成虫等に殺虫効果のあるイミダクロプリドで薬剤処理されたポプラやヤナギから、多くの死んだツヤハダゴマダラカミキリ成虫が見つかること、薬剤処理から4か月経ると生存密度がポプラで90%、ヤナギで83%減少することを報告した。チアメトキサムも、幹に施用することで、近縁種の*A. chinensis*に対し産卵数を減少させ若齢幼虫の活動を抑える効果があることが分かった(EPPO, 2013b)。

中国でもフェロモンを使った防除法の研究も寧夏等で進められたが、オスは植物由来の揮発性物質1種類のみで誘引できる一方、メスは高濃度の複数の植物性揮発物質とオスのフェロモンの混合物を使用する必要がある(Nehme et al., 2010; Meng et al., 2014)、個体数を監視する手段にしかないことが分かった(Nehme et al., 2010)。

寧夏回族自治区でポプラを加害していたツヤハダゴマダラカミキリから昆虫病原糸状菌(*Beauveria*属)が分離され(Shimazu et al., 2002)、*Beauveria*属の有効性を安徽省で野外試験した結果、寿命を短くする効果や産卵率を下げる効果のあることが分かった(Dubois et al., 2004a, b)。しかし、温度が上がり湿度が下がると効果は薄れる。また、昆虫病原糸状菌に未感染の場合は長距離を飛行できるが(総飛行距離は24時間で最大10.9km)、感染すると多くの場合飛行できなくなるため(Clifton et al., 2019)、昆虫病原糸状菌を利用した防除は、拡大防止に有効であることが分かった(Clifton et al., 2019)。ただ、この飛行能力には樹木の密生度や虫の性差が係っている。宿主の樹木に囲まれていると遠くまで飛行分散しないが、囲まれていなければ2km以上飛ぶ(Hu et al., 2009)。オス・メスの平均移動距離は約14mであるが、オスはメスの6倍移動し、移動速度も約2倍ある(Williams et al., 2004)。また、飛行距離は気温とともに増加し、メスの飛行距離は性的に成熟した段階で最

も長くなる(Keena, 2018)。

Golec et al. (2018)は、卵、幼虫、成虫の死亡率を4つの州(甘肅省、陝西省、北京市、吉林省)で調査している。卵、幼虫、成虫の死亡率を比較すると、卵のステージにおける死亡率が高く、その約6割は樹木の抵抗性と昆虫病原菌が原因で死亡するが、幼虫の死亡率は低く平均10%であった。幼虫の生息密度は場所(甘肅省、陝西省、北京市、吉林省)によって異なり、吉林省で最も高くなった。甘肅省、陝西省、北京市に生息するツヤハダゴマダラカミキリの幼虫・蛹からは捕食寄生者のサビマダラオオホソカタムシとアリガタバチ科の*Sclerodermus guani*が見つかり、これらが生息密度に影響を与えていた(Golec et al., 2018)。Li et al. (2020)も、捕食寄生者による寄生率が場所によって異なっていることを明らかにしている(北京で平均7~16%、上海で4~11%、吉林省で0~0.2%)。

幼虫の耐寒性は宿主となる樹木の種類によって異なるが(Feng et al., 2016a)、耐寒性は高く、氷点下になるまでは凍結防止物質をためて自身の過冷却点を下げている(Feng et al., 2016b)。過冷却点を下げるという行動は幼虫が休眠に入ることであり、この種がかなり寒い地域にも適応可能であることを示している(Torson et al., 2021)。気候変動による気温や降水量の変化も、宿主と本種の分布に影響を与えると予測される(Zhang et al., 2024)。中国では、植林と病虫害防除が住民の生活基盤に密接に関係しており、様々な防除方法が研究されてきたが、きわめて有効な防除方法はなく、発生密度や分散を抑えるのが限界である(EPPO, 2013a)。

3. 中国国内での防除研究の発展と展開

ポプラの抵抗性育種の開発も進められ(蔡ら, 2000)、2002年には害虫抵抗性を持つ2種類のポプラ(欧州黒ポプラ, 741号ポプラ)が開発され、国家林業局より商業植林の許可を得ている(日本製紙連合会, 2017)。2003年には、北京林業科学院が中国で初めてのBt遺伝子組換えポプラを開発し、商業栽培も始めている。2008年時点で24万本の遺伝子組換えポプラが栽培されている(農林水産省大臣官房国際部国際政策課, 2011)。また、成虫が産卵するが卵は樹脂により孵化しないヤナギバグミ*Elaeagnus angustifolia*を次世代生産をさせないための「行き止まりのおとり植物(dead-end trap plant)」として利用し、無効産卵を誘発する試みがある(Zhang and Xu, 1991; Li et al., 2024; Qi et al., 2024)が、野外における産卵選好性が他の好適寄主と比較して低いという問題点も指摘されている(Sun et al., 2024)。中国では、森林被覆率を上げる計画が進行中であり、世界の森林面積が減少する中で増加している(王・吉川, 2011)。近年の気候変動によって、ツヤハダゴマダラカミキリの分布エリアが北にシフトしており(Byeon et al., 2021)、北緯30度以南の地域では本種の適応度が下がっているが、以北の地域では増加しているため

(Zhou YT et al., 2021), 植林事業の推進に対する懸念事項となっている。被害発生は、低温、干ばつ、風の強さ、害虫の駆除率といった直接的な要因で全体の85%が説明できることが分かってきた(Huang et al., 2021)。近年リモートセンシング技術が発展し、例えば、Zhou Q et al. (2021)は、画像によるポプラの樹冠の色から損傷度合いが分かることを明らかにしている。画像から樹木の情報を取得して損傷の程度を予測し、現地調査と管理のコストを大幅に削減する試みが行われている。

世界各地の侵入履歴と侵入に関連した分子生態的知見 侵入先での拡散速度

1. 日本を除く各地の侵入履歴

詳しくは後述するが、ツヤハダゴマダラカミキリは、

1996年にアメリカ・ニューヨーク州において原産国の外で初めて侵入、定着しているのが見つかった(Haack et al., 1997)。その後本種の新たな侵入、定着は続発し、北米やヨーロッパを中心に日本を含め12か国で本種による樹木被害が発見されている(第2表)。また、アメリカ・カリフォルニア州、ベルギー、レバノンにおいて、定着はしなかったものの野外で成虫が発見されている(Moussa and Cocquempot, 2017; EPPO, 2025)。トルコでは、本種の成虫および被害木が発見されたと報告されたが(Ayberk et al., 2014)、のちに成虫の誤同定であり本種の侵入は起こっていないと判断されている(Arslangündoğdu and Hizal, 2019; EPPO, 2025)。定着後に被害木の伐採などの積極的な防除を実施したことで根絶に成功した国や地域も多く、執筆時点で本種が継続して確認されているのは、アメリカ・マサ

第2表 原産国と日本を除いたツヤハダゴマダラカミキリによる樹木被害が見つかった国・州/県のリスト
文献はツヤハダゴマダラカミキリの被害がその州/県で初めて見つかった際や現況の報告を示す。

大陸	国	州/県	市	発見年	現況	文献
北米	カナダ	Ontario	Toronto	2003	根絶	Hu et al., 2009; EPPO, 2025
	アメリカ	New York	New York	1996	被害継続中	Haack et al., 1997; USDA-APHIS, 2025
		Illinois	Chicago	1998	根絶	Poland et al., 1998; USDA-APHIS, 2025
		New Jersey	Jersey City	2002	根絶	Smith et al., 2009; USDA-APHIS, 2025
		Massachusetts	Worcester	2008	根絶確認中	Smith and Wu, 2008; EPPO, 2025; USDA-APHIS, 2025
	Ohio	Clermont	2011	被害継続中	NAPPO, 2011; EPPO, 2025; USDA-APHIS, 2025	
ヨーロッパ		South Carolina	Hollywood	2020	被害継続中	Coyle et al., 2021; USDA-APHIS, 2025
	オーストリア	Oberösterreich	Braunau am Inn	2001	根絶	EPPO, 2025
	フィンランド	Uusimaa	Vantaa	2015	根絶	EPPO, 2025
	フランス	Loiret	Gien	2003	被害継続中	EPPO, 2025
		Loire-Atlantique	St Anne sur Brivet near St-Nazaire	2004	根絶	EPPO, 2025
		Bas-Rhin	Strasbourg	2008	根絶	EPPO, 2025
		Haute-Corse	Furiani	2013	根絶	EPPO, 2025
		Ain	Divonne-les-Bains	2017	根絶	EPPO, 2025
	ドイツ	Bayern	Neukirchen-am-Inn	2004	根絶確認中	Hérard et al., 2009; EPPO, 2025
		Nordrhein-Westfalen	Mönchengladbach	2004	根絶	EPPO, 2025
		Sachsen-Anhalt	Magdeburg	2014	被害継続中	EPPO, 2025
	イタリア	Lombardia	Corbetta	2007	被害継続中	Hérard et al., 2009; EPPO, 2025
		Veneto	Cornuda	2009	根絶	EPPO, 2025
Marche		Grottazzolina	2013	被害継続中	EPPO, 2025	
Piemonte		Vaie and Cuneo	2018	被害継続中	EPPO, 2025	
モンテネグロ	Budva	Budva	2015	根絶	Pajovic et al., 2017	
オランダ	Flevoland	Almere	2010	根絶	EPPO, 2025	
	Gelderland	Winterswijk	2012	根絶	EPPO, 2025	
スイス	Canton of Fribourg	Brünisried	2011	根絶	EPPO, 2025	
	Canton of Zürich	Winterthur	2012	根絶	EPPO, 2025	
	Canton of Aargau	Berikon	2015	根絶	EPPO, 2025	
	Canton of Luzern	Zell	2022	被害継続中	EPPO, 2025	
	Canton of Freiburg	Marly	2024	被害継続中	EPPO, 2025	
イギリス	Kent	Paddock Wood	2012	根絶	Straw et al., 2015; EPPO, 2025	

チューゼッツ州、ニューヨーク州、オハイオ州、サウスカロライナ州、フランス、イタリア、ドイツ、スイスの限られた地域のみとなっている (EPPO, 2025) (第2表)。

検疫において本種は、輸出入される生きた樹木からではなく、木製梱包材から発見されることがほとんどであることから、貿易に使われる木製梱包材を通じてこれらの国々に侵入したと考えられている (Haack et al., 2010)。また、中国から石材や砂利の輸入に使用された木製梱包材と関連して本種が発見された事例が、アメリカ・カリフォルニア州、ベルギー、スイスで報告されている (EPPO, 2025)。

2. 侵入に関連した分子生態的知見

ミトコンドリア DNA やマイクロサテライト、ゲノム配列中の一塩基多型といった分子遺伝マーカーを用いた集団遺伝学的解析から、北米とヨーロッパともに、繰り返し原産国からツヤハダゴマダラカミキリの侵入が生じたことが示唆されている (Carter et al., 2010; Javal et al., 2019a, b; Cui et al., 2024; Haeussermann and Hasselmann, 2024)。フランスのジエン (Gien) では、アメリカ企業が使用している土地ではじめに被害が見つかったこと、遺伝的特徴が北米の個体群と類似していたことから、北米に一度定着した個体群からフランスへと移入された可能性も指摘されている (Javal et al., 2019b)。大陸単位での複数回の侵入だけではなく、ヨーロッパでは都市間での二次的な長距離拡散も起こったと考えられており、それらは薪の移動や車両への付着 (ヒッチハイキング) などの人為的な移動が疑われている (Javal et al., 2019b; Tsykun et al., 2019)。また、ヨーロッパでは、ほとんどの侵入地域で遺伝的多様性が低いことから侵入地域単位では単一の侵入であったと推定されており、フランスのアン県 (Ain) の侵入地域のみ複数回の侵入が起こった可能性がある (Javal et al., 2019b)。

3. 本種の分散距離と侵入先での拡散速度

ツヤハダゴマダラカミキリの飛翔分散について、原産地である中国の甘粛省において標識再捕獲法による研究が行われている (Smith et al., 2001, 2004; Bancroft and Smith, 2005)。個体の飛翔分散は日当たりで 20~30 m 程度で (Smith et al., 2004; Bancroft and Smith, 2005)、ほとんどの個体の分散は 1 km 以内におさまる (Smith et al., 2001, 2004)。また、個体群単位での自然分散は 1 年で 100 m 程度と推定されている (Bancroft and Smith, 2005)。一方で、まれではあるものの 2 km 以上分散する個体も確認されている (Smith et al., 2004)。実験室内のフライトミルによる試験でも、成虫は 10 km 以上飛翔することが可能であることが示されており (Lopez et al., 2017; Javal et al., 2018)、低頻度な長距離飛翔分散が存在すると考えられている。侵入先での分散に関する研究として、アメリカ・マサチューセッツ州ウースターにおいて樹木単位の被害の程度とその空間分布からそれまでに起こった分散距離についてモデ

ルを用いて推定したものがあ (Trotter and Hull-Sanders, 2015)。すべての被害木が分散源になると仮定したモデルでは、前述の原産地での標識再捕獲の研究と同様に、ほとんどの分散が 1 km 以内であった一方で、低頻度ではあるものの長距離分散の可能性があると推定されている。これらの研究から、侵入先においてツヤハダゴマダラカミキリは、個体群 (まとまった集団) としての数百 m 程度の拡大とともに、まれな長距離飛翔や人為移動による数 km 以上の飛び石的な分散によって分布を拡大していくと考えられる。また、侵入地における放飼および行動の追跡を可能にするため、産卵管の熱処理により不妊個体を作成する方法の開発も進められている (Chandler and Trotter, 2025)。

北米における被害と防除活動

本種を含む *Anoplophora* 属カミキリムシの北米、欧州での検疫における検出・駆除は 1980 年代より記録されていたが (Haack et al., 2010)、明確に本種が特定された例としては 1992 年アメリカ・オハイオ州 Loudenville とカナダ・ブリティッシュコロンビア州 Vancouver での報告が初めてである (Haack et al., 1997)。侵入地での本種の検出は、侵入点となる港湾でなされる場合が多いが、検疫体制をめぐり内地の倉庫等で見つかる例も少なくない (Haack et al., 2010)。

原産地以外での本種の個体群としての定着 (寄主樹木での繁殖) がアメリカで初めて発見された経緯については、Haack et al. (1997)、Lingafelter and Hoebeke (2002) 等に詳しく述べられている。1996 年 8 月、ニューヨーク Brooklyn 在住の一市民が街路樹のノルウェーカエデ *Acer platanoides* が弱っていることに気づき、さらに見慣れないカミキリムシ成虫を見つけたことから、市当局に通報した。その後、市からコーネル大学に試料が送付され、同年 9 月 2 日には本種であるとの鑑定がなされ、1997 年 3 月には被害木の伐採・処理が開始された (Haack et al., 1997; Lingafelter and Hoebeke, 2002)。また、1996 年 10 月には、Brooklyn から 65 km 離れたニューヨーク近郊の町でも本種被害が確認されたが、この地域では、それ以前よりニューヨーク市内での剪定や伐採で生じた木材が持ち込まれ、薪として使われていた (Lingafelter and Hoebeke, 2002)。また、1998 年にはイリノイ州シカゴ近郊の一市民が、薪に使うため友人から譲り受けトラックに積み込んでいた木材から本種成虫が発生していることに気づき、地域の農務省事務所に連絡した。このニュースは地元マスコミで取り上げられて、地域住民からの情報により数週間うちに別の 2 箇所の被害地が発見された (Lingafelter and Hoebeke, 2002)。これらの事例は、侵入外来生物は発見時には既に定着段階となっている可能性があること、発見に際しての市民の協力の有効性、通報を受けた迅速な鑑定や防除実施

の必要性など、侵入外来生物への対応に関し重要な示唆を与えるものとなっている。

上述のアメリカでの被害発生の確認以降、北米、欧州での本種による樹木被害や繁殖の確認が相次ぎ、その情報は欧州・地中海植物保護連合 (European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO) のデータベースに集約されている (EPPO, 2025)。以下、主に上記データベースに従って北米、欧州における本種の分布状況の概要について述べる。

アメリカでは、上述のニューヨーク市内2箇所および近傍の5箇所と、隣接するニュージャージー州の3箇所被害が確認された (EPPO, 2025)。また、1998年にイリノイ州 (シカゴ、上述)、2008年にマサチューセッツ州、2011年にオハイオ州で新たな被害が確認された (EPPO, 2025)。被害地では農務省動植物検疫所 (USDA APHIS) の指導に沿った防除対策がすすめられ、ニュージャージー州およびニューヨークの一部では2013年に根絶を宣言、シカゴやオハイオ州でも2014年には根絶が達成されたと考えられている (EPPO, 2025)。一方、2020年に東南部サウスカロライナ州チャールストン近郊で発見された被害は、現地に自生するカエデの一種、アメリカハナノキ *Acer rubrum* を主な宿主に2021年現在で4000本以上という規模となっており、年輪解析から7年前には本種が侵入していたことが推定されている (Coyle et al., 2021)。被害量の大きさに加えて、本種の化性等の生態がこれまでの被害地であった東北部とは異なる可能性があること、沼沢地が多いため踏査による被害木確認が困難であること、宿主樹木の主な分布地が人為環境の外にあり伐採・処理にコストがかかることなど、被害対策に関する懸念が示されている (Coyle et al., 2021)。なお、西海岸のカリフォルニア州やワシントン州でも成虫捕獲の報告があるが、個体群の定着や樹木の被害は確認されていない。Trotter et al. (2023) は、アメリカにおけるツヤハダゴマダラカミキリの拡散と防除に関するデータを集約した Asian Longhorned Beetle Hazard Management and Monitoring Tool を公開した。

カナダでは、オンタリオ州内の2箇所2003年から2005年に被害発生が確認され、防除により2013年4月には一旦本種の根絶が宣言されたが、同年9月に同州内の別の場所で被害が再発見された。この被害は小規模だったため、被害木の全量駆除により2015年には終息し、当局は2020年にカナダ全域における本種の根絶を宣言した。

欧州における被害と防除活動

欧州における本種の被害は、2001年にオーストリア・オーバーエスターライヒ州のドイツ国境の町 Braunau am Inn の街路樹のカエデ類 (主にノルウェーカエデ) で初めて確認された (EPPO, 2025)。その後、同州内の別の2箇

所での被害も含め、同国内の被害は2017年までに根絶された (EPPO, 2025; 第2表)。フランスでは2003年、ドイツでは2004年、イタリアでは2007年、さらにスイスでは2011年に被害の発生が確認され (EPPO, 2025; 第2表)、防除に取り組む中で新たな被害地が発見される状況が見られたが、各国とも複数抱えていた被害地のいくつかで防除を成功させ、スイスでは2020年までに根絶を達成、ドイツでも2014年に新たに確認された1被害地を残すだけとなった (EPPO, 2025; 第2表)。フランス、イタリアでは残された被害地での防除が続けられている。これらの他に、オランダ (2010年)、イギリス (2012年)、フィンランド (2015年)、モンテネグロ (2015年) (EPPO, 2025; 第2表) で小規模な被害発生が確認されているが、いずれも徹底した防除により根絶が達成されている。

侵入先での被害の特徴と防除活動

北米、欧州での被害に関し、被害状況が記録されているものでは、街路樹や庭木等の人為的環境下にあるカエデ、カンパ、ヤナギで発生した例が多いという特徴がある。また、欧州のいくつかの事例では、近隣に石材業者や石材を使った工事現場があり、木材で梱包・保護された中国産の石材が持ち込まれたことが示されている (EPPO, 2025)。2012年スイスでの事例では、石材輸送に使用されていた中国由来の梱包材 (国際基準による病害虫対策処理済みの押印あり) に本種幼虫と蛹が生息していたことが確認されている。なお、この虫入り木材は探知犬によって検出された (EPPO, 2025)。

北米、欧州における本種の防除では、被害が確認されると、まず周辺の被害木 (本種生息痕のある木) や衰弱木を探査した上で、被害木の周囲1~2km程度の「被害範囲」を設定し、域内の被害木、衰弱木、さらに場合によっては周辺一定区域に生育する本種の宿主樹木のすべてを伐採・処理するとともに、被害範囲周辺の一定範囲を指定して経年的な被害発生モニタリングが実施される (EPPO, 2013a; USDA-APHIS, 2014)。被害木の探査は地上からの観察が主体であるが、木登りや高所作業車もしくはばしば導入され、フェロモンを使った誘引捕獲も推奨されている (Meng et al., 2015)。防除活動の中で被害木探査に大きな重点が置かれている点は特筆に値する。被害木処理には破碎、焼却が用いられているが、薬剤処理や生物的防除などの手法は普及していない。殺虫剤散布による成虫駆除や加害予防のための樹幹注入も含め、化学的防除の適用については、非標的生物への影響等の懸念から (Meng et al., 2015) 慎重な姿勢がとられている。

侵入国における本種情報収集・広報に係る活動

ツヤハダゴマダラカミキリの侵入があったとき、根絶や

被害拡散阻止には活発な公共へのアウトリーチ活動や広報が必須だということは、侵入先各国での共通認識となっている (USDA-APHIS, 2008; EPPO, 2013a)。市民により多くの新規侵入が発見されてきており、また、啓発により伐倒への協力を得やすくなったり、被害可能性のある薪などの移動を自粛したりと、防除の促進の効果が期待されるためである。本章では、侵入後にそれぞれの国において実施されたアウトリーチ活動や広報を紹介する。

1. アメリカにおけるアウトリーチ活動

アメリカにおいては、市民が局所根絶に大きな役割を担っており、その背景には国が主導して進めたアウトリーチ活動があった。本種侵入後、USDA-APHIS が対応組織の構築、調査手順、防除活動、植栽の復元、公共へのアウトリーチ活動、メディア関連活動を含む根絶計画を立案・実施した (Haack et al., 2010)。アウトリーチ活動は、公共ミーティング、電話サービス、被害地住民への周知を含み、それぞれが定着確認後速やかに実施された (USDA-APHIS, 2014)。市民へ本種の根絶や防疫の重要性を説明するための公共ミーティングは、侵入確認後にできる限り早く行うことが重要であると指摘されており (USDA-APHIS, 2014)、本種被害に係る政治的、社会的、経済的、環境的な懸念を取りまとめて示す必要がある。公共ミーティングでは講師を生態の専門家や行政担当者だけに絞らず、参加者の懸念に応えることができる地域の責任者や、議論を差配するモデレータも配することが肝要である。

通話料無料の電話サービスも情報提供や、被害発見の報告に有用である。よくある質問について情報を整理しておき、根絶プロジェクトや本種の生態を電話で説明できるよう想定問答集を準備し、特に開設当初は多くの問い合わせがあるので、それに対応できる体制を整備する必要がある (USDA-APHIS, 2014)。

被害地住民への周知においては、理解しやすかつ、脅迫感を抑えた様式で行うことが求められる。被害対応の必要性を訪問して対面で説明したり、書面で伝えたりするが、その際、1. プロジェクトに対する否定的・侮蔑的なコメント、2. 規制や管理手法に関する誤った情報、3. 地域における管理の進捗に関する憶測、4. 個々の土地所有者への特別な優遇などは避けることが示されている (USDA-APHIS, 2014)。

メディアとの関係においても、APHIS は積極的に広報官を現地に派遣して、地元メディアを通じた正確な報道を心掛けることをガイドラインに記している (USDA-APHIS, 2014)。また、侵略的外来種の根絶を目指す早期対応には、ウェブを通じた情報発信が大きな役割を担っており、耳目を集めるよう工夫されて作成されているが、それらのサイトは素早く入れ替わりながら更新されたり、削除されたりしているためここでの紹介および引用は控える。

2. カナダにおけるアウトリーチ活動

カナダでは侵入確認直後に、カナダ食品検査庁に広報官を配置して、緊急対応の実施支援を担った (Turgeon et al., 2021, 2022)。メディアを通じて本種の侵入発見を広く周知し、成虫と被害の特徴を伝え、被害情報収集のフリーダイヤルのホットラインを設置して、ホットラインからの市民情報を検査官が確認した。根絶が達成できた現在も、国の外来種センターのウェブサイト被害の特徴やファクトシート (科学的に示された概要書) を掲載し、目撃情報を電話、ウェブで受け付けていることを示し、州ごとの連絡先をまとめている (Invasive Species Centre, 2025)。

3. イギリスにおけるアウトリーチ活動

イギリスでは、イングランド南部での根絶時に用いた伐倒および処理費用と広報・運営管理費用は 50 万ポンドを要した (Straw et al., 2016)。会合開催、学校訪問、リーフレット配布、メディアでのインタビュー、政府のプレスリリース (Eyre and Barbrook, 2021) と、アウトリーチ活動として考える方法を多岐にわたって実施した。発生確認直後に現地の市民と会合を開き情報共有を深め、地域の樹木医と企業との会合を企画実施した。被害の特徴と本種の形態を説明し、植物衛生・種子検査局に報告する直通電話やメールアドレスを市民に示したリーフレットを、地域内の 11000 の住所へと配布し、啓発活動を実施した。同局の地域検査官が小学校を訪れ、環境教育素材を用いて成虫の探索を児童に指導した。侵入当初はカナダが作成した説明書を市民への啓発活動に利用していたが、その後独自のものを多く開発し、アクリルで固めた成虫標本や被害材を用いて調査担当者をトレーニングし、被害の発見を進めた。

4. アウトリーチ活動実施における留意点

ここまで示した通り、本種の対策においては被害探索や防除活動の実施同様に、アウトリーチ活動や広報にも迅速性が強く求められる。強力かつ広範に行えるよう早急に立案実施し、多様な媒体を通じて市民との双方向のコミュニケーションを図る必要がある。また、根絶を目指す過程において、発生の初期と根絶間際には伝えるべき情報は異なってくる。初期は外来種被害を放置した場合はどうなるのかの事例を含め、市民の注意を喚起し協力的な環境造成に向けた情報伝達が必要となる一方、侵入後時間が経過するとともに、それまでの防除の効果や市民協力の成果を伝えて、さらなる協力と被害の監視の継続を呼び掛ける必要があるだろう。日本においても時宜を逸せず効果的なアウトリーチ活動を行うために、これらの先事例を踏まえた計画立案が行われることが望ましい。

日本国内の現状と将来のリスク

1. 国内の被害状況

2020 年以降に発見され、現在も発生が継続している国



第2図 ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* が食害したアキニレ *Ulmus parvifolia*

内の被害地は、最北の宮城県から最南の山口県まで広範囲に至っている。東北地方（宮城県，福島県）では，カツラ，ソメイヨシノ（柳ら，2021；三田村ら，2022），トチノキ（三田村ら，2022）で被害が発生しており，街路樹や公園等の並木に枯損木が点在しているところもある（第2図）。関東地方（茨城県，埼玉県）では，アキニレ（西浦ら，2021），ヤナギ類（佐々木，2022）での被害報告があり，筆者らはこれらの他，カツラ，カエデ類，シラカバでの被害を確認した。北陸地方（富山県）での侵入発見は，2010年から2020年にかけて採集された標本によるものであり，その最初の時点で既に侵入していたことが示された（岩田・桐山，2022）。また，それら採集地周辺ではアキニレとスズカケノキに本種のものとは断定できないものの，カミキリムシの脱出孔が発見された（岩田・桐山，2022）。中部地方（愛知県）と関西地方（兵庫県）での被害はアキニレで見ついている（秋田ら，2021；金田・城殿，2021）。中国地方（山口県）での被害は自生するヤナギ林と植栽されたシダレヤナギで認められた（下野ら，2022）。

成虫の発生消長に関しては，主に気温条件の影響により地域差が見られ，茨城県つくば市では6月下旬から7月下旬に集中する（篠崎ら，2024）が，福島県福島市では8月から9月上旬にピークがある（高橋ら，2023）。本種は在来のゴマダラカミキリと形態や成虫発生時期等の生活史が類似するため，本種と同定されず隠れた被害地が各地方に存在すると考えられ，今後被害の報告が継続することが懸念される。加賀谷（2025）は上部の失葉した樹木がある

地域や，不自然な断幹処理が認められる庭木が多数見られる地域に被害が隠れている可能性を指摘した。本種による被害の発見上の問題点として，樹体内では梢端から被害が進行するため高木では成虫の脱出孔等の確認が困難であること，樹木が衰弱するまで樹体内の幼虫確認が難しいため未被害木と被害木を峻別しにくいこと，が挙げられる。

2. 日本における薬剤防除の状況

日本では，樹木害虫であるツヤハダゴマダラカミキリに対し使用できる薬剤は農薬取締法の制御下にある農薬となる。侵入が発覚したばかりのツヤハダゴマダラカミキリを適用害虫として種名表記した製品は現状（2025年4月時点）ではエマメクチン安息香酸塩を含む1つの樹幹注入剤のみであり，多くの被害現場では利用できる農薬が少ないことが防除活動の妨げになっている。樹木類，カミキリムシ類に対し広く登録のある有機リン剤が使用できるが，現在，農薬の再評価の取り組みが行われており，今後も継続的に利用できるのかについての見通しは得られない。先行して日本に侵入したクビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldernann) でも侵入初期に同様の状況が発生したが，既存農薬の適用拡大がなされ，現在では数十種類以上の農薬が使用可能となっている（クビアカツヤカミキリコンソーシアム，2022）。今後，ツヤハダゴマダラカミキリに対しても既存農薬の適用拡大や，新規農薬の上市が望まれる。

3. 日本国内に蔓延した場合に考えられるリスク

本種は，国際自然保護連合が発表した世界の侵略的外来種ワースト100に選ばれているなど，定着した場合の被害の大きさが世界的に知られていることから，国内でも早急な対策が求められる。

ここからは，今後想定されるリスクを列挙する。農業被害については，リンゴなどのバラ科果樹での発生の可能性が指摘されている（斎藤（ロド），2021）。室内試験では，国産のバラ科果樹（リンゴ，ナシ，モモ，ウメ，オウトウ）が，いずれも好適寄主のカツラと比較して成虫の誘引性や摂食選好性が低いことが明らかになっているものの，寄生される可能性は皆無ではない（Yasui et al., 2024）。したがって，侵入地では果樹被害が疑われる兆候がないか注意深く見守ることが推奨される。家具や建築材，食器などの材料として広く利用されているカツラやトチノキへの食害が確認されており（佐藤・西浦，2021），森林域に定着侵入した場合の林業被害が懸念される。既に国内でもソメイヨシノでの被害が確認されたことから，観光資源を失う危険が挙げられる。

本種の成虫は，在来のゴマダラカミキリの成虫との繁殖干渉の可能性が実験によって示されており（Sunamura et al., 2022），生物多様性保全の観点からも本種の侵入，定着は問題となりうる。本種は広食性であることから，森林

域に定着侵入した場合、カミキリムシ類をはじめとする在来昆虫種との食樹の競合や、食害による樹木の枯損による植生や森林生態系への影響が懸念される。河川敷や河畔のヤナギ林でも被害が拡大していることから(下野ら, 2022)、落葉を起点とする食物網や被覆がなくなることによる水温変化を通じて、水辺の生態系への影響が生じる可能性がある。原産地である中国ではポプラ等の被害が大きかったため、ポプラを植栽した防風林の衰退による農業被害が発生する可能性がある。人体に係るリスクとしては、すぐそばで人の往来がある街路樹や公園等での被害発生が多く、被害の進展とともに、落枝や倒木等による人的被害が発生する可能性がある。落枝や倒木による車両通行の遮断や電線・通信網等の切断などが生じる場合、社会基盤の保持に影響が生じかねない。

これらのリスクの中には枯死木の多発した並木など、顕在化しているものもある。リスクを念頭に置き、それを回避するための、今後の対策方針が求められる。

引用文献

- Adachi, I. (1994) Development and life cycle of *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae) on citrus trees under fluctuating and constant temperature regimes. *Appl. Entomol. Zool.* 29: 485–497.
- 秋田勝己・加藤 尊・柳 丈陽・久保田耕平 (2021) 兵庫県で発見された外来種ツヤハダゴマダラカミキリ。月刊むし 601: 41–45. [Akita, K., T. Katô, T. Yanagi and K. Kubota (2021) Reports of the alien species *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853) (Coleoptera, Cerambycidae) found in Hyogo pref., Japan. *Mon. J. Entomol.* 601: 41–45.]
- Arnesen, C. H. and F. Rosell (2021) Pest detection dogs for wood boring longhorn beetles. *Sci. Rep.* 11: 16887.
- Arslangündoğdu, Z. and E. Hizal (2019) *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) mistakenly reported in Turkey. *Fla. Entomol.* 102: 287–289.
- Ayayee, P., C. Rosa, J. G. Ferry, G. Felton, M. Saunders and K. Hoover (2014) Gut microbes contribute to nitrogen provisioning in a wood-feeding cerambycid. *Environ. Entomol.* 43: 903–912.
- Ayberk, H., H. Ozdikmen and H. Cebeci (2014) A serious pest alert for Turkey: A newly introduced invasive longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae: Lamiinae). *Fla. Entomol.* 97: 1852–1855.
- Bancroft, J. S. and M. T. Smith (2005) Dispersal and influences on movement for *Anoplophora glabripennis* calculated from individual mark-recapture. *Entomol. Exp. Appl.* 116: 83–92.
- Bingjun, Y., D. Cao, Z. Su and J. Wei (2023) The attractive host volatiles can enhance oviposition of *Anoplophora glabripennis* on a non-host tree. *Pest. Manag. Sci.* 79: 3538–3547.
- Brabbs, T., D. Collins, F. Herard, M. Maspero and D. Eyre (2015) Prospects for the use of biological control agents against *Anoplophora* in Europe. *Pest Manag. Sci.* 71: 7–14.
- Branco, S., M. Faccoli, E. G. Brockerhoff, G. Roux, H. Jactel, N. Desneux, E. Gachet, R. Mouttet, J.-C. Streito and M. Branco (2022) Preventing invasions of Asian longhorn beetle and citrus longhorn beetle: are we on the right track? *J. Pest Sci.* 95: 41–66.
- Byeon, D. H., S. H. Kim, J. M. Jung, S. Jung, K. H. Kim and W. H. Lee (2021) Climate-based ensemble modelling to evaluate the global distribution of *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky). *Agric. For. Entomol.* 23: 569–583.
- Carter, M., M. Smith and R. Harrison (2010) Genetic analyses of the Asian longhorned beetle (Coleoptera, Cerambycidae, *Anoplophora glabripennis*), in North America, Europe and Asia. *Biol. Invasions* 12: 1165–1182.
- Cavey, J., E. Hoebeke, S. Passoa and S. Lingafelter (1998) A new exotic threat to North American hardwood forests: an Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae). I. Larval description and diagnosis. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 100: 373–381.
- Chandler, J. L. and R. T. Trotter, III (2025) A female sterilization method for use in field-based behavioral studies of the invasive Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*). *J. Insect Sci.* 25: ieae119.
- Clifton, E. H., J. Cortell, L. Q. Ye, T. Rachman and A. E. Hajek (2019) Impacts of *Metarhizium brunneum* F52 infection on the flight performance of Asian longhorned beetles, *Anoplophora glabripennis*. *PLoS ONE* 14: e0221997.
- Clifton, E. H., S. Gardescu, R. W. Behle and A. E. Hajek (2020a) Optimizing application rates of *Metarhizium brunneum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) microsclerotia for infecting the invasive Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Econ. Entomol.* 113: 2650–2656.
- Clifton, E. H., S. T. Jaronski and A. E. Hajek (2020b) Virulence of commercialized fungal entomopathogens against Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Insect Sci.* 20: 1.
- Coyle, D. R., R. T. Trotter, M. S. Bean and S. E. Pfister (2021) First recorded Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) infestation in the southern United States. *J. Integr. Pest Manag.* 12: 10.
- Crook, D. J., D. R. Lance and V. C. Mastro (2014) Identification of a potential third component of the male-produced pheromone of *Anoplophora glabripennis* and its effect on behavior. *J. Chem. Ecol.* 40: 1241–1250.
- Crook, D., J. Wickham, L. Ren, Z. Xu, T. H. Jones, M. Warden and A. Cosse (2024) Further evidence that female *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) utilizes photo-degradation to produce volatiles that are attractive to adult males. *Insects* 15: 923.
- 蔡 玉成・馬 暉・曹 川健・呉 宏・戸田忠雄 (2000) ツヤハダゴマダラカミキリ抵抗性ポプラ類の選抜の試み。森林防疫 49: 156–161. [Cui, Y., H. Ma, C. Cao, H. Wu and T. Toda (2000) “Trial of selection of poplar species resistant to *Anoplophora glabripennis*.” *For. Pests* 49: 156–161.]
- Cui, M. M., A. D. Roe, B. Boyle, M. Keena, Y. K. Wu, W. E. Braswell, M. T. Smith, B. Gasman, J. Shi, M. Javal, G. Roux, J. J. Turgeon, R. Hamelin and I. Porth (2024) Tracking the North American

- Asian longhorned beetle invasion with genomics. *Evol. Appl.* 17: e70036.
- D'Amico, V., J. D. Podgwaite and S. Duke (2004) Biological activity of *Bacillus thuringiensis* and associated toxins against the Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Entomol. Sci.* 39: 318–324.
- Deng, C. P., X. Z. Yan, H. X. Liu and Y. Q. Luo (2008) Pathogenicity of *Serratia marcescens* isolated from the egg niche of *Anoplophora glabripennis*. *Chin. J. Biol. Control* 24: 244–248.
- Duan, J. J., E. Aparicio, D. Tatman, M. T. Smith and D. G. Luster (2016) Potential new associations of North American parasitoids with the invasive Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) for biological control. *J. Econ. Entomol.* 109: 699–704.
- Dubois, T., A. E. Hajek, J. F. Hu and Z. H. Li (2004a) Evaluating the efficiency of entomopathogenic fungi against the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae), by using cages in the field. *Environ. Entomol.* 33: 62–74.
- Dubois, T., Z. Z. Li, J. F. Hu and A. E. Hajek (2004b) Efficacy of fiber bands impregnated with *Beauveria brongniartii* cultures against the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Biol. Control* 31: 320–328.
- Dubois, T., J. Lund, L. S. Bauer and A. E. Hajek (2008) Virulence of entomopathogenic hypocrealean fungi infecting *Anoplophora glabripennis*. *BioControl* 53: 517–528.
- 遠田暢男・山崎三郎 (1996) 中国ポプラ植栽林「緑の万里の長城」のゴマダラカミキリ被害. 林業と薬剤 131: 13–21. [Enda, N. and S. Yamazaki (1996) “Damage to poplar plantation forests on the “Great Wall of Green,” by the Asian longhorned beetle, in China.” *Ringyou to Yakuzai* 131: 13–21.]
- EPPO (2013a) PM 9/15 (1) *Anoplophora glabripennis*: procedures for official control. *Bull. OEPP/EPPO Bull.* 43: 510–517.
- EPPO (2013b) PM 9/16 (1) *Anoplophora chinensis*: procedures for official control. *Bull. OEPP/EPPO Bull.* 43: 518–526.
- EPPO (2021) PM 7/149 (1) *Anoplophora glabripennis* and *Anoplophora chinensis*. *EPPO Bull.* 51: 568–586.
- EPPO (2025) EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int>
- Eyre, D. and J. Barbrook (2021) The eradication of Asian longhorned beetle at Paddock Wood, UK. *CABI Agric. Biosci.* 2: 1–17.
- Fallon, D. J., L. F. Solter, M. Keena, M. McManus, J. R. Cate and L. M. Hanks (2004) Susceptibility of Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae) to entomopathogenic nematodes. *Biol. Control* 30: 430–438.
- Feng, Y. Q., R. Tursun, Z. C. Xu, F. Ouyang and S. X. Zong (2016a) Effect of three species of host tree on the cold hardiness of overwintering larvae of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Eur. J. Entomol.* 113: 212–216.
- Feng, Y. Q., L. L. Xu, W. B. Li, Z. C. Xu, M. Cao, J. L. Wang, J. Tao and S. X. Zong (2016b) Seasonal changes in supercooling capacity and major cryoprotectants of overwintering Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*) larvae. *Agric. For. Entomol.* 18: 302–312.
- Fisher, J. J. and A. E. Hajek (2014) Thermoregulatory behavior and fungal infection of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 43: 384–392.
- Fisher, J. J. and A. E. Hajek (2016) Influence of mating and age on susceptibility of the beetle *Anoplophora glabripennis* to the fungal pathogen *Metarhizium brunneum*. *J. Invertebr. Pathol.* 136: 142–148.
- Fisher, J. J., L. A. Castrillo, B. G. G. Donzelli and A. E. Hajek (2017) Starvation and imidacloprid exposure influence immune response by *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) to a fungal pathogen. *J. Econ. Entomol.* 110: 1451–1459.
- Fujiwara-Tsuji, N. and H. Yasui (2023) Detection of invasive and native beetle species within trees by chemical analysis of frass. *Sci. Rep.* 13: 11837.
- Fukaya, M. (2003) Recent advances in sex pheromone studies on the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca*. *JARQ* 37: 83–88.
- Gaag, D. J. v. d. and A. J. M. Loomans (2014) Host plants of *Anoplophora glabripennis*, a review. *EPPO Bull.* 44: 518–528.
- Gao, R., X. Qin, D. Chen and W. Chen (2013) A study on the damage of poplar caused by *Anoplophora glabripennis*. *For. Res.* 6: 189–193.
- Geib, S. M., T. R. Filley, P. G. Hatcher, K. Hoover, J. E. Carlson, M. d. M. Jimenez-Gasco, A. Nakagawa-Izumi, R. L. Sleighter and M. Tien (2008) Lignin degradation in wood-feeding insects. *PNAS* 105: 12932–12937.
- Geib, S. M., M. d. M. Jimenez-Gasco, J. E. Carlson, M. Tien, R. Jabbour and K. Hoover (2009) Microbial community profiling to investigate transmission of bacteria between life stages of the wood-boring beetle, *Anoplophora glabripennis*. *Microb. Ecol.* 58: 199–211.
- Goble, T. A., S. A. Rehner, S. J. Long, S. Gardescu and A. E. Hajek (2014) Comparing virulence of North American *Beauveria brongniartii* and commercial pathogenic fungi against Asian longhorned beetles. *Biol. Control* 72: 91–97.
- Golec, J. R., J. J. Duan, E. Aparicio and J. Hough-Goldstein (2016) Life history, reproductive biology, and larval development of *Ontsira mellipes* (Hymenoptera: Braconidae), a newly associated parasitoid of the invasive Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Econ. Entomol.* 109: 1545–1554.
- Golec, J. R., F. Li, L. M. Cao, X. Y. Wang and J. J. Duan (2018) Mortality factors of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) infesting *Salix* and *Populus* in central, northwest, and northeast China. *Biol. Control* 126: 198–208.
- Graves, F., T. C. Baker, A. J. Zhang, M. Keena and K. Hoover (2016) Sensory aspects of trail-following behaviors in the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis*. *J. Insect Behav.* 29: 615–628.
- Gressitt, J. L. (1951) Genus *Anoplophora* Hope. In *Longicorn Beetles of China* (J. L. Gressitt, ed.). Paul Lechevalier, Paris, pp. 365–375.
- Guo, C. H., S. T. Zhao, Y. Ma, J. J. Hu, X. J. Han, J. Chen and M. Z. Lu (2012) *Bacillus thuringiensis* Cry3Aa fused to a cellulase-binding peptide shows increased toxicity against the longhorned beetle. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 93: 1249–1256.
- Haack, R. A. (2006) Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the

- United States: Recent establishments and interceptions. *Can. J. For. Res.* 36: 269–288.
- Haack, R. A., K. R. Law, V. C. Mastro, H. S. Ossenbruggen and B. J. Raimo (1997) New York's battle with the Asian long-horned beetle. *J. For.* 95: 11–15.
- Haack, R. A., F. Herard, J. H. Sun and J. J. Turgeon (2010) Managing invasive populations of Asian longhorned beetle and citrus long-horned beetle: A worldwide perspective. *Annu. Rev. Entomol.* 55: 521–546.
- Haeussermann, I. and M. Hasselmann (2024) Complex European invasion history of *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky): new insights in its population genomic differentiation using genotype-by-sequencing. *Sci. Rep.* 14: 4263.
- Hajek, A. E., B. Huang, T. Dubois, M. T. Smith and Z. Li (2006) Field studies of control of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) using fiber bands containing the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol. Sci. Technol.* 16: 329–343.
- Hansen, L., T. Xu, J. Wickham, Y. Chen, D. J. Hao, L. M. Hanks, J. G. Millar and S. A. Teale (2015) Identification of a male-produced pheromone component of the citrus longhorned beetle, *Anoplophora chinensis*. *PLoS ONE* 10: e0145355.
- Hérard, F., M. Maspero, N. Ramualde, C. Jucker, M. Colombo, M. Ciampitti and B. Cavagna (2009) *Anoplophora glabripennis* infestation (col.: Cerambycidae) in Italy. *EPPO Bull.* 39: 146–152.
- Hérard, F., M. Maspero and N. Ramualde (2013) Potential candidates for biological control of the Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*) and the citrus longhorned beetle (*Anoplophora chinensis*) in Italy. *J. Entomol. Acarol. Res.* 45: 22.
- Higuchi, T., T. Saika, S. Senda, T. Mizobata, Y. Kawata and J. Nagai (1997) Development of biorational pest control formulation against longicorn beetles using a fungus, *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. *J. Ferment. Bioeng.* 84: 236–243.
- Hoover, K., M. Keena, M. Nehme, S. F. Wang, P. Meng and A. J. Zhang (2014) Sex-specific trail pheromone mediates complex mate finding behavior in *Anoplophora glabripennis*. *J. Chem. Ecol.* 40: 169–180.
- Hu, J. F., S. Angeli, S. Schuetz, Y. Q. Luo and A. E. Hajek (2009) Ecology and management of exotic and endemic Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis*. *Agric. For. Entomol.* 11: 359–375.
- Huang, J. X., X. Lu, H. Z. Liu and S. X. Zong (2021) The driving forces of *Anoplophora glabripennis* have spatial spillover effects. *Forests* 12: 1678.
- 池田俊弥 (1994) [緑の長城]とゴマダラカミキリ, そして森林緑化協力. 森林防疫 43: 222–229. [Ikeda, T. (1994) “The great wall of green, *Anoplophora glabripennis*, and forest greening cooperation.” *For. Pests* 43: 222–229.]
- Invasive Species Centre (2025) Asian Longhorned Beetle. <https://www.invasivespeciescentre.ca/invasive-species/meet-the-species/invasive-insects/asian-long-horned-beetle/>
- 石郷岡康史・浦野慎一・岡田啓嗣・武田知己・王秀峰・町村尚・堀口郁夫 (2001) 中国寧夏におけるツヤハダゴマダラカミキリの生態と気象に関する基礎的研究. 北大農邦文紀要 23: 309–317. [Ishigooka, Y., S. Urano, K. Okada, T. Takeda, X. Wang, T. Machimura and I. Horiguchi (2001) Basic study on the ecology of *Anoplophora glabripennis* and meteorology in Ningxia, China. *Memoirs of the Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University* 23: 309–317.]
- 磯野昌宏・趙曉明・宝山・孫普・郎杏茹・李徳家・劉益寧・趙軍 (1999) 中国・西北部地方におけるポプラの主要害虫, ツヤハダゴマダラカミキリの被害と生態. 森林防疫 48: 107–116. [Isono, M., S. Zhao, S. Bao, P. Sun, X. Lang, D. Li, Y. Liu and J. Zhao (1999) “Damage and ecology of *Anoplophora glabripennis*, a main insect pest of poplar trees in north-western China.” *For. Pests* 48: 107–116.]
- 岩田隆太郎 (2015) 木質昆虫学序説. 九州大学出版会, 福岡. 14+498 pp. [Iwata, R. (2015) *Introduction to Xyloentomology*. Kyushu University Press, Fukuoka. 14+498 pp.]
- 岩田朋文・桐山哲 (2022) 2010年の採集記録を含む富山県におけるツヤハダゴマダラカミキリの初記録. 月刊むし 611: 34–36. [Iwata, T. and S. Kiriyama (2022) First records of *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853) in Toyama prefecture, including a collected record of 2010. *Mon. J. Entomol.* 611: 34–36.]
- Javal, M., G. Roux, A. Roques and D. Sauvard (2018) Asian long-horned beetle dispersal potential estimated in computer-linked flight mills. *J. Appl. Entomol.* 142: 282–286.
- Javal, M., E. Lombaert, T. Tsykun, C. Courtin, C. Kerdelhue, S. Prospero, A. Roques and G. Roux (2019a) Deciphering the worldwide invasion of the Asian long-horned beetle: A recurrent invasion process from the native area together with a bridgehead effect. *Mol. Ecol.* 28: 951–967.
- Javal, M., A. Roques, J. Haran, F. Herard, M. Keena and G. Roux (2019b) Complex invasion history of the Asian long-horned beetle: Fifteen years after first detection in Europe. *J. Pest Sci.* 92: 173–187.
- Jiang, X., X. Hai, Y. Bi, F. Zhao, Z. Wang and F. Lyu (2023) Research on photoinduction-based technology for trapping Asian long-horned beetle (*Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853) (Coleoptera: Cerambycidae). *Insects* 14: 465.
- Johnson, C. L., D. R. Coyle, J. J. Duan, S. Lee, S. Lee, X. Y. Wang, X. G. Wang and K. L. F. Oten (2025) A review of non-microbial biological control strategies against the Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 54: 679–690.
- 加賀谷悦子 (2025) ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* による広葉樹被害: 底知れぬ脅威. 樹木医学研究 29: 66–69. [Shoda-Kagaya, E. (2025) Damage to broadleaf trees in Japan caused by the starry sky beetle *Anoplophora glabripennis*: An unredictable threats. *Tree For. Health* 29: 66–69.]
- 金田吉高・城殿浩 (2021) 愛知県のツヤハダゴマダラカミキリ. 月刊むし 608: 53–54. [Kanada, Y. and H. Kidono (2021) “*Anoplophora glabripennis* in Aichi Prefecture.” *Mon. J. Entomol.* 608: 53–54.]
- Keena, M. A. (2018) Factors that influence flight propensity in *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 47: 1233–1241.

- Keena, M. A. and P. Moore (2010) Effects of temperature on *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) larvae and pupae. *Environ. Entomol.* 39: 1323–1335.
- Keena, M. A. and J. Y. Richards (2022) Effects of temperature on *Anoplophora chinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) larvae and pupae. *Environ. Entomol.* 51: 153–166.
- 小林一三・奥田素男 (1981) ゴマダラカミキリによるスギ幼齢木の被害. 日本林学会大会講演集 92: 357–358. [Kobayashi, K. and M. Okuda (1981) “Damage on young trees of Japanese cedar from white-spotted longhorn beetle.” *Trans. Jpn. For. Soc.* 92: 357–358.]
- 小林富士雄・滝沢幸雄 (1991) カラー解説緑化木・林木の害虫. 養賢堂, 東京. 187 pp. [Kobayashi, F. and Y. Takizawa (1991) *Insect Pests of Trees*. Yokendo, Tokyo. 187 pp.]
- 小島圭三・中村慎吾 (編) (1986) 日本産カミキリムシ食樹総目録. 比婆科学教育振興会, 広島. 336 pp. [Kojima, K. and S. Nakamura (eds.) (1986) “*The List of Host Trees of Longhorn Beetles of Japan*.” Hiba Society of Natural History, Hiroshima. 336 pp.]
- 国際協力事業団 (1993) 中国寧夏森林保護研究計画 事前調査団・長期調査員報告書. 国際協力事業団, 東京. 158 pp. [JICA (1993) “*Report of the Preliminary Survey Team and Long-term Investigator of the Ningxia Forest Protection Research Program, China*.” JICA, Tokyo. 158 pp.]
- Konishi, T., K. Uemori, S. Tamura, H. Taki and E. Shoda-Kagaya (2025) The avoidance of conspecific cues during egg-laying decision-making in the Asian long-horned beetle *Anoplophora glabripennis*. *Bull. Entomol. Res.* 115: 511–516.
- クビアカツヤカミキリコンソーシアム (2022) クビアカツヤカミキリの防除法. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所, 茨城. 28 pp. [Consortium for the Red-necked Longhorn Beetle (2022) “*Control Methods for Aromia bungii*.” Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization, Ibaraki. 28 pp.]
- 久保田耕平・宝山・井上重紀 (2003) 中国寧夏回族自治区における *Anoplophora* 属 2 種 (コウチュウ目, カミキリムシ科) の種間関係に関する形態学的解析. 樹木医学研究 7: 77–82. [Kubota, K., S. Bao and S. Inoue (2003) Morphological analyses on the relationship between two species belonging to the genus *Anoplophora* (Coleoptera, Cerambycidae) in Ningxia Hui Autonomous Region, China. *J. Tree Health* 7: 77–82.]
- Lee, S., D. Y. Park, X. G. Wang, J. J. Duan, J. R. Gould, I. K. Kim and S. Lee (2023) Exploration for Asian longhorned beetle parasitoids in Korea using an improved sentinel log trap. *Parasite* 30: 57.
- Li, M. L., Y. Z. Li, Q. O. Lei and Z. Q. Yang (2009) Biocontrol of Asian longhorned beetle larva by releasing eggs of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae). *Sci. Silvae. Sin.* 12: 78–82.
- Li, F., Y. L. Zhang, X. Y. Wang, L. M. Cao, Z. Q. Yang, J. R. Gould and J. J. Duan (2020) Discovery of parasitoids of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) and their seasonal abundance in China using sentinel host eggs and larvae. *J. Econ. Entomol.* 113: 1656–1665.
- Li, C. C., J. H. Pei, L. X. Wang, Y. Tian, L. L. Ren and Y. Q. Luo (2024) Interactions at the oviposition scar: Molecular and metabolic insights into *Elaeagnus angustifolia*'s resistance response to *Anoplophora glabripennis*. *Int. J. Mol. Sci.* 25: 9504.
- Liebholt, A. M. and J. M. Kean (2019) Eradication and containment of non-native forest insects: Successes and failures. *J. Pest Sci.* 92: 83–91.
- Lingafelter, S. W. and E. R. Hoebeke (2002) *Revision of the Genus Anoplophora (Coleoptera: Cerambycidae)*. Entomological Society of Washington, Washington, DC. 236 pp.
- Lopez, V. M., M. S. Hodde, J. A. Francese, D. R. Lance and A. M. Ray (2017) Assessing flight potential of the invasive Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) with computerized flight mills. *J. Econ. Entomol.* 110: 1070–1077.
- Lupi, D., R. Favaro, C. Jucker, C. O. Azevedo, I. C. W. Hardy and M. Faccoli (2017) Reproductive biology of *Sclerodermus brevicornis*, a European parasitoid developing on three species of invasive longhorn beetles. *Biol. Control* 105: 40–48.
- Lupu, M., C. J. Bishop, C. Crook, K. L. F. Oten and D. R. Coyle (2024) Field surveys for potential native biological control agents for the Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in South Carolina. *Southeast Nat.* 23: 516–528.
- Lyu, F., X. X. Hai and Z. G. Wang (2023) A review of the host plant location and recognition mechanisms of Asian longhorn beetle. *Insects* 14: 292.
- Makarow, R., S. Schafer and P. Kaul (2020) Identification of *Anoplophora glabripennis* (Moschulsky) by its emitted specific volatile organic compounds. *Sci. Rep.* 10: 5194.
- 横原 寛 (2000) 東アジア産主要ゴマダラカミキリ類の分類と分布. 森林防疫 49: 180–194. [Makihara, H. (2000) True taxonomy and distribution of *Anoplophora* cerambycid beetles in East Asia. *For. Pests* 49: 180–194.]
- 横原 寛 (2007) ゴマダラカミキリ属 Genus *Anoplophora* HOPE, 1839. 日本産カミキリムシ (大林延夫・新里達也編). 東海大学出版会, 神奈川, pp. 583–585. [Makihara, H. (2007) Genus *Anoplophora* HOPE, 1839. In *Longicorn Beetles of Japan* (N. Obayashi and T. Nisato, eds.). Tokai University Press, Kanagawa, pp. 583–585.]
- Marchioro, M. and M. Faccoli (2021) Successful eradication of the Asian longhorn beetle, *Anoplophora glabripennis*, from north-eastern Italy: Protocol, techniques and results. *Insects* 12: 877.
- Mason, C. J., E. D. Scully, S. M. Geib and K. Hoover (2016) Contrasting diets reveal metabolic plasticity in the tree-killing beetle, *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae: Lamiinae). *Sci. Rep.* 6: 33813.
- Mason, C. J., A. M. Campbell, E. D. Scully and K. Hoover (2019) Bacterial and fungal midgut community dynamics and transfer between mother and brood in the Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*), an invasive xylophage. *Microb. Ecol.* 77: 230–242.
- Meng, P. S., R. T. Trotter, M. A. Keena, T. C. Baker, S. Yan, E. G. Schwartzberg and K. Hoover (2014) Effects of pheromone and plant volatile release rates and ratios on trapping *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in China. *Environ. Entomol.* 43: 1379–1388.

- Meng, P. S., K. Hoover and M. A. Keena (2015) Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae), an introduced pest of maple and other hardwood trees in North America and Europe. *J. Integr. Pest Manag.* 6: 4.
- 三田村敏正・齋藤忠雄・吉井重幸 (2022) 福島県における外来種・ツヤハダゴマダラカミキリの生息・被害状況. *ふくしまの虫* 39: 4-8. [Mitamura, T., T. Saito and S. Yoshii (2022) "Distribution of the alien species *Anoplophora glabripennis* and its damage to trees in Fukushima Prefecture." *Fukushima no Mushi* 39: 4-8.]
- Moussa, Z. and C. Cocquempot (2017) *Anoplophora glabripennis* Motschulsky, 1854, a new introduced pest that could threaten hardwood trees in Lebanon (Coleoptera, Cerambycidae). *Bulletin De La Société Entomologique De France* 122: 501-508.
- Muraji, M., S. Wakamura, H. Yasui, N. Arakaki, Y. Sadoyama, S. Ohno and K. Matsuhira (2011) Genetic variation of the white-spotted longicorn beetle *Anoplophora* spp. (Coleoptera: Cerambycidae) in Japan detected by mitochondrial DNA sequence. *Appl. Entomol. Zool.* 46: 363-373.
- 村越重雄・青野信男 (1981) 人工飼料によるゴマダラカミキリの飼育. *応動昆* 25: 55-56. [Murakoshi, S. and N. Aono (1981) Rearing of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* THOMSON (Coleoptera: Cerambycidae) on an artificial diet. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 25: 55-56.]
- NAPPO (2011) Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*) confirmed in Clermont County, Ohio. <https://www.pestalerts.org/official-pest-report/asian-longhorned-beetle-anoplophora-glabripennis-confirmed-clermont-county>
- Nehme, M. E., M. A. Keena, A. Zhang, T. C. Baker and K. Hoover (2009) Attraction of *Anoplophora glabripennis* to male-produced pheromone and plant volatiles. *Environ. Entomol.* 38: 1745-1755.
- Nehme, M. E., M. A. Keena, A. Zhang, T. C. Baker, Z. Xu and K. Hoover (2010) Evaluating the use of male-produced pheromone components and plant volatiles in two trap designs to monitor *Anoplophora glabripennis*. *Environ. Entomol.* 39: 169-176.
- 日本製紙連合会 (2017) 平成 28 年度 海外における遺伝子組換え樹木植林実態調査報告書. 日本製紙連合会, 東京. 53 pp. [Japan Paper Association (2017) "Report on the Survey of Genetically Modified Tree Plantations Overseas in Fiscal Year 2008." Japan Paper Association, Tokyo. 53 pp.]
- 西浦雄仁・篠崎里江・鈴木 遥・札 周平 (2021) 茨城県つくば市にてツヤハダゴマダラカミキリを採集. *月刊むし* 608: 53. [Nishiura, K., S. Shinozaki, H. Suzuki and S. Fuda (2021) "Anoplophora glabripennis collected in Tsukuba City, Ibaraki Prefecture." *Mon. J. Entomol.* 608: 53.]
- 農林水産省大臣官房国際部国際政策課 (2011) 中国における遺伝子組換え作物の導入と今後の見通し. 平成 22 年度海外農業情報調査分析・国際相互理解事業, 海外農業情報調査分析 (アジア) 報告書 (農林水産省大臣官房国際部国際政策課編). 農林水産省, 東京, pp. 87-116. [International Policy Planning Division, International Affairs Department, Minister's Secretariat, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (2011) "Introduction of genetically modified crops in China and future prospects." In "Report on 2010 Survey and Analysis of Overseas Agricultural Information and International Mutual Understanding Project (Asia)" (International Policy Planning Division, International Affairs Department, Minister's Secretariat, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, ed.). Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Tokyo, pp. 87-116.]
- 小川 章 (1997) 中国におけるポプラ類の育種・育林研究—研究経過と現況概況. *林木の育種* 183: 35-38. [Ogawa, A. (1997) "Breeding and forestry research of poplar species in China: Research progress and current status." *For. Tree Breeding* 183: 35-38.]
- 小倉信夫 (2000) 中国寧夏でのツヤハダゴマダラカミキリとサビマダラオオホソカタムシの飼育. *森林防疫* 49: 51-54. [Ogura, N. (2000) "Rearing of *Anoplophora glabripennis* and *Dastarcus helophoroides* in Ningxia, China." *For. Pests* 49: 51-54.]
- Ogura, N., K. Tabata and W. Wang (1999) Rearing of the colydiid beetle predator, *Dastarcus helophoroides*, on artificial diet. *BioControl* 44: 291-299.
- 大橋章博 (2025) ツヤハダゴマダラカミキリのハナノキへの加害. *樹木医学研究* 29: 126-127. [Ohashi, A. (2025) Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) damaging Hananoki (*Acer pycnanthum*). *Tree For. Health* 29: 126-127.]
- Ohbayashi, N., J. Ogawa and Z.-H. Su (2009) Phylogenetic analysis of the Lamiine genus *Anoplophora* and its relatives (Coleoptera, Cerambycidae) based on the mitochondrial COI gene. *Spec. Bull. Jpn. Soc. Coleopterol.* 7: 309-324.
- Pajovic, I., D. Petric, R. Bellini, L. Pajovic and S. Quarrie (2017) First record of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Montenegro. *Balt. For.* 23: 706-710.
- Podgwaite, J. D., V. D'Amico, R. T. Zerillo and H. Schoenfeldt (2013) Bacteria associated with larvae and adults of the Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Entomol. Sci.* 48: 128-138.
- Poland, T. M., R. A. Haack and T. R. Petrice (1998) Chicago joins New York in battle with the Asian longhorned beetle. *Newsl. Mich. Entomol. Soc.* 43: 15-17.
- Poland, T. M., R. A. Haack, T. R. Petrice, D. L. Miller, L. S. Bauer and R. T. Gao (2006) Field evaluations of systemic insecticides for control of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in China. *J. Econ. Entomol.* 99: 383-392.
- Qi, R. H., J. H. Pei, Q. Zhou, K. Y. Hao, Y. Tian, L. L. Ren and Y. Q. Luo (2024) Comparative metabolic defense responses of three tree species to the supplemental feeding behavior of *Anoplophora glabripennis*. *Int. J. Mol. Sci.* 25: 12716.
- Qin, X., R. Gao, J. Li, W. Hao and K. Liu (1985) A preliminary investigation on the resistance of different clones of poplars to *Anoplophora glabripennis* (Motsch.). *Sci. Silvae. Sin.* 21: 310-314.
- 趨 曉明・孫 普・劉 益寧・宝 山・山崎三郎 (1996) 楊樹天牛種群消長規律研究. *寧夏森林保護研究* 2: 14-21. [Qin, X., P. Sun, Y. Liu, S. Bao and S. Yamazaki (1996) "Study on the population dynamics of *Anoplophora glabripennis*." *For. Pests For. Conserv. Res. Ningxia* 2: 14-21.]

- Qin, H. W., H. C. Xu, A. Capron, I. Porth, M. M. Cui, M. A. Keena, X. F. Deng, J. Shi and R. C. Hamelin (2024) Is there hybridization between 2 species of the same genus in sympatry? — The genetic relationships between *Anoplophora glabripennis*, *Anoplophora chinensis*, and putative hybrids. *Insect Sci.* 31: 633–645.
- 林野庁 (2022) ツヤハダゴマダラカミキリの発生状況に関する情報提供について. https://www.bunka.go.jp/seisaku/shukyohojin/pdf/93668801_01.pdf [Forestry Agency (2022) Information regarding the occurrence of the starry sky beetle.]
- Rizzo, D., A. Taddei, D. Lio, T. Bruscoli, G. Cappellini, L. Bartolini, C. Salemi, N. Luchi, F. Pennacchio and E. Rossi (2020) Molecular identification of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) from frass by loop-mediated isothermal amplification. *J. Econ. Entomol.* 113: 2911–2919.
- Russell, C. W., T. A. Ugine and A. E. Hajek (2010) Interactions between imidacloprid and *Metarhizium brunneum* on adult Asian longhorned beetles (*Anoplophora glabripennis* (Motschulsky)) (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Invertebr. Pathol.* 105: 305–311.
- 斎藤修司 (ロド) (2021) 巻頭言. *InsectTOHOKU* 57: 1. [Saito, S. (2021) Preface. *InsectTOHOKU* 57: 1.]
- 佐々木大輔 (2022) 茨城県におけるツヤハダゴマダラカミキリの記録. *ニッチェライフ* 9: 93–95. [Sasaki, D. (2022) The record of *Anoplophora glabripennis* in Ibaraki Prefecture, Japan. *Niche Life* 9: 93–95.]
- 佐藤仁美・西浦雄仁 (2021) 福島県白河市にてツヤハダゴマダラカミキリを採集. *月刊むし* 608: 54. [Sato, H. and K. Nishiura (2021) “*Anoplophora glabripennis* collected in Shirakawa City, Fukushima Prefecture.” *Mon. J. Entomol.* 608: 54.]
- Schloss, P. D., I. Delalibera, Jr., J. Handelsman and K. F. Raffa (2006) Bacteria associated with the guts of two wood-boring beetles: *Anoplophora glabripennis* and *Saperda vestita* (Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 35: 625–629.
- Schmitt, L. R., R. T. Trotter, III, C. J. Bishop, K. E. Crout, S. E. Pfister and D. R. Coyle (2025a) Phenology and voltinism of the Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in South Carolina, United States. *Environ. Entomol.* 54: 367–377.
- Schmitt, L. R., R. T. Trotter, III and D. R. Coyle (2025b) Validating a variable-instar, climate-based phenology model for the Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) using field data from South Carolina. *Environ. Entomol.* 54: 710–717.
- Scully, E. D., S. M. Geib, K. Hoover, M. Tien, S. G. Tringe, K. W. Barry, T. Glavina del Rio, M. Chovatia, J. R. Herr and J. E. Carlson (2013) Metagenomic profiling reveals lignocellulose degrading system in a microbial community associated with a wood-feeding beetle. *PLoS ONE* 8: e73827.
- Scully, E. D., S. M. Geib, C. J. Mason, J. E. Carlson, M. Tien, H.-Y. Chen, S. Harding, C.-J. Tsai and K. Hoover (2018) Host-plant induced changes in microbial community structure and midgut gene expression in an invasive polyphage (*Anoplophora glabripennis*). *Sci. Rep.* 8: 9620.
- Shao, P., J. Luo, R. Zhang, J. Liu, D. Cao, Z. Su and J. Wei (2025) Methyl jasmonate enhances the resistance of *Populus alba* var. *pyramidalis* against *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Insects* 16: 153.
- Shimazu, M., B. Zhang and Y.-N. Liu (2002) Fungal pathogens of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) and their virulences. *Bull. FFPRI* 1: 123–130.
- 下野誠之・永野篤弘・平山洋人 (2022) 山口県のツヤハダゴマダラカミキリの記録. *月刊むし* 613: 56–57. [Shimono, M., A. Nagano and H. Hirayama (2022) “Records of *Anoplophora glabripennis* in Yamaguchi Prefecture.” *Mon. J. Entomol.* 613: 56–57.]
- 篠崎里江・砂村栄力・加賀谷悦子 (2024) 茨城県つくば市における侵略的外来種ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* (コウチュウ目: カミキリムシ科) の成虫発生消長. *応動昆* 68: 79–82. [Shinozaki, S., E. Sunamura and E. Shoda-Kagaya (2024) Seasonal prevalence of Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae), adults in Tsukuba City, Ibaraki Prefecture, eastern Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 68: 79–82.]
- Sjöman, H., J. Östberg and J. Nilsson (2014) Review of host trees for the wood-boring pests *Anoplophora glabripennis* and *Anoplophora chinensis*: An urban forest perspective. *Arboric. Urban For.* 40: 143–164.
- Smith, M. T. and J. Wu (2008) Asian longhorned beetle: Renewed threat to northeastern USA and implications worldwide. *Int. Pest Control* 50: 311–316.
- Smith, M. T., J. Bancroft, G. Li, R. Gao and S. Teale (2001) Dispersal of *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 30: 1036–1040.
- Smith, M. T., P. C. Tobin, J. Bancroft, G. Li and R. Gao (2004) Dispersal and spatiotemporal dynamics of Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in China. *Environ. Entomol.* 33: 435–442.
- Smith, M. T., J. J. Turgeon, P. De Groot and B. Gasman (2009) Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky): Lessons learned and opportunities to improve the process of eradication and management. *Am. Entomol.* 55: 21–25.
- Solter, L. F., M. Keena, J. R. Cate, M. L. McManus and L. M. Hanks (2001) Infectivity of four species of nematodes (Rhabditoidea: Steinernematidae, Heterorhabditidae) to the Asian longhorn beetle, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae). *Biocontrol. Sci. Technol.* 11: 547–552.
- Straw, N. A., N. J. Fielding, C. Tilbury, D. T. Williams and D. Inward (2015) Host plant selection and resource utilisation by Asian longhorn beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in southern England. *Forestry* 88: 84–95.
- Straw, N. A., N. J. Fielding, C. Tilbury, D. T. Williams and T. Cull (2016) History and development of an isolated outbreak of Asian longhorn beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in southern England. *Agric. For. Entomol.* 18: 280–293.
- Sun, Z. X., H. Q. Sun, Q. M. Zhong, P. P. Shao, Z. Su, Z. Wang, Y. T. Liu and J. R. Wei (2024) Attract and kill trees? No simple solution for *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) control. *Environ. Entomol.* 54: 691–698.
- Sunamura, E., S. Tamura, H. Mukai, M. Tokoro and E. Shoda-Kagaya

- (2022) Mating behavior between alien Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) and a native related species *Anoplophora chinensis* in Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 57: 275–281.
- Sutin, A., A. Yakubovskiy, H. R. Salloum, T. J. Flynn, N. Sedunov and H. Nadel (2019) Towards an automated acoustic detection algorithm for wood-boring beetle larvae (Coleoptera: Cerambycidae and Buprestidae). *J. Econ. Entomol.* 112: 1327–1336.
- Taddei, A., M. Becker, B. Berger, D. Da Lio, S. Feltgen, S. Konig, B. Hoppe and D. Rizzo (2021) Molecular identification of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) and detection from frass samples based on real-time quantitative PCR. *J. Plant Dis. Prot.* 128: 1587–1601.
- 高橋 直・伊藤正明 (2005) 横浜市におけるツヤハダゴマダラカミキリの発見と根絶について. 植防研報 41: 83–85. [Takahashi, N. and M. Ito (2005) Detection and eradication of the Asian longhorned beetle in Yokohama, Japan. *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 41: 83–85.]
- 高橋佳大・中村 傑・中村 淳 (2023) ツヤハダゴマダラカミキリの街路樹における発生消長およびリングに対する寄生リスク調査 (第1報). 北日本病虫研報 74: 100–103. [Takahashi, K., S. Nakamura and A. Nakamura (2023) Occurrence and decline of *Anoplophora glabripennis* on roadside trees and the potential parasitism risk to apples (Part 1). *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 74: 100–103.]
- Torson, A. S., M. L. Zhang, A. J. Smith, L. Mohammad, K. Ong, D. Doucet, A. D. Roe and B. J. Sinclair (2021) Dormancy in laboratory-reared Asian longhorned beetles, *Anoplophora glabripennis*. *J. Insect Physiol.* 130: 104179.
- Trotter, R. T. and H. M. Hull-Sanders (2015) Quantifying dispersal of the Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*, Coleoptera) with incomplete data and behavioral knowledge. *Biol. Invasions* 17: 3359–3369.
- Trotter, R. T., III, J. K. Ryan, J. L. Chandler and S. Pfister (2023) Tracking the push towards extinction: Combining dispersal and management data to monitor Asian longhorned beetle eradication in the US. *Front. Insect Sci.* 3: 1286935.
- Tsykun, T., M. Javal, D. Holling, G. Roux and S. Prospero (2019) Fine-scale invasion genetics of the quarantine pest, *Anoplophora glabripennis*, reconstructed in single outbreaks. *Sci. Rep.* 9: 19436.
- Turgeon, J. J., M. T. Smith, J. H. Pedlar, R. E. Fournier, M. Orr and B. Gasman (2021) Tree selection and use by the polyphagous xylophage *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Canada. *Can. J. For. Res.* 52: 622–643.
- Turgeon, J. J., B. Gasman, M. T. Smith, J. H. Pedlar, M. Orr, R. E. Fournier, J. Doyle, J. Ric and T. Scarr (2022) Canada's response to invasion by Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) in Ontario. *Can. Entomol.* 154 (S1): E1.
- Turgeon, J. J., J. H. Pedlar, R. E. Fournier, M. T. Smith, M. Orr and B. Gasman (2024) Characteristics of logs with signs of oviposition by the polyphagous xylophage Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 54: 699–709.
- Ugine, T. A., N. E. Jenkins, S. Gardescu and A. E. Hajek (2013a) Comparing fungal band formulations for Asian longhorned beetle biological control. *J. Invertebr. Pathol.* 113: 240–246.
- Ugine, T. A., N. E. Jenkins, S. Gardescu and A. E. Hajek (2013b) Conidial acquisition and survivorship of adult Asian longhorned beetles exposed to flat versus shaggy agar fungal bands. *J. Invertebr. Pathol.* 113: 247–249.
- USDA-APHIS (2008) *New Pest Response Guidelines Asian Longhorned Beetle*, *Anoplophora glabripennis*. USDA-APHIS Plant Protection and Quarantine, Riverdale, MD. 37 pp.
- USDA-APHIS (2012) Asian longhorned beetle cooperative eradication program in Clermont County, Ohio. https://www.aphis.usda.gov/plant_health/ea/downloads/2012/ALB-OH-ClermontCounty-2012-EA.pdf
- USDA-APHIS (2014) Asian longhorned beetle response guidelines. https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/asian_lhb/downloads/response-guidelines.pdf
- USDA-APHIS (2021) Plant protection today — PPQ scientists evaluate wasp's ability to detect and attack the Asian longhorned beetle. <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/ppq-program-overview/plant-protection-today/articles/alb-biocontrol>
- USDA-APHIS (2025) Asian longhorned beetle. <https://www.aphis.usda.gov/plant-pests-diseases/alb>
- 王 希蒙 (1995) 寧夏地区森林害虫発生現状及対策. 寧夏森林保護研究 1: 1–5. [Wang, X. (1995) “Current situation and countermeasures of forest pests in Ningxia.” *For. Pests For. Conserv. Res. Ningxia* 1: 1–5.]
- Wang, Q. (2017) Chemical control of cerambycid pests. In *Cerambycidae of the World* (Q. Wang, ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 329–350.
- Wang, X. G. and E. M. Aparicio (2020) Reproductive traits of *Ontsira mellipes* (Hymenoptera: Braconidae), a North American parasitoid, as a novel biological control agent for exotic *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Econ. Entomol.* 113: 2112–2119.
- Wang, C. B. and L. He (2021) A new species of *Anoplophora* Hope, 1839 allied to *A. freyi* (Breuning, 1947) from Sichuan, China (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae). *Zootaxa* 4965: 339–350.
- Wang, X. E. and M. A. Keena (2021) Hybridization potential of two invasive Asian longhorn beetles. *Insects* 12: 1139.
- 王 林和・吉川 賢 (2011) 砂漠化の過去, 現在, 未来. 風に追われ水が蝕む中国の大地—緑の再生に向けた取り組み—(吉川 賢・山中典和・吉崎真司・三木直子編). 学報社, 東京, pp. 57–63. [Wang, L. and K. Yoshikawa (2011) “Desertification past, present, and future.” In “*China's Land Chased by Wind and Eroded by Water: Efforts for Green Restoration*” (K. Yoshikawa, N. Yamanaka, S. Yosizaki and N. Miki, eds.). Gakuhosha Co., Ltd., Tokyo, pp. 57–63.]
- Wang, J. H., S. C. Che, L. F. Qiu, G. Li, J. L. Shao, L. Zhong, G. F. Zhang and H. Xu (2020a) Efficacy of emamectin benzoate trunk injection against the Asian long-horned beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Econ. Entomol.* 113: 340–347.
- Wang, X. G., E. M. Aparicio, J. J. Duan, J. Gould and K. A. Hoelmer

- (2020b) Optimizing parasitoid and host densities for efficient rearing of *Ontsira mellipes* (Hymenoptera: Braconidae) on Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 49: 1041–1048.
- Wang, X. G., X. Y. Wang, M. Kenis, L. M. Cao, J. J. Duan, J. R. Gould and K. A. Hoelmer (2021) Exploring the potential for novel associations of generalist parasitoids for biological control of invasive woodboring beetles. *BioControl* 66: 97–112.
- Wang, L., C. Li, X. Wang, G. Wang, S. Shang, Z. Dou and Y. Luo (2022) Gut lignocellulose activity and microbiota in Asian longhorned beetle and their predicted contribution to larval nutrition. *Front. Microbiol.* 13: 899865.
- Wang, L. X., C. C. Li, Y. Q. Luo, G. J. Wang, Z. P. Dou, I. U. Haq, S. Q. Shang and M. M. Cui (2023) Current and future control of the wood-boring pest *Anoplophora glabripennis*. *Insect Sci.* 30: 1534–1551.
- Wei, J. R. and L. Jiang (2011) Olfactory response of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothriideridae) to larval frass of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) on different host tree species. *Biocontrol Sci. Technol.* 21: 1263–1272.
- Wei, J. R. and Y. L. Niu (2011) Evaluation of biological control of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) by releasing adult *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Zopheridae): A case study in Xi'an city, northwestern China. *Acta Entomol. Sin.* 54: 1399–1405.
- Wei, J., Z. Yang, H. Tang, J. Ma and J. Du (2008) Behavior of a cerambycid parasitoid beetle (*Dastarcus helophoroides*). *Sci. Silvae. Sin.* 44: 50–55.
- Wei, J. R., Z. Q. Yang, T. M. Poland and J. W. Du (2009) Parasitism and olfactory responses of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothriideridae) to different Cerambycid hosts. *BioControl* 54: 733–742.
- Wei, K., F. Li, Y. L. Tang, L. M. Cao, Z. Q. Yang, J. R. Gould, X. Y. Wang and X. E. Wang (2023) Exploration for native parasitoids of Asian longhorned beetle in China as prospective biological control agents. *Agric. For. Entomol.* 25: 590–600.
- Wickham, J. D., Z. C. Xu and S. A. Teale (2012) Evidence for a female-produced, long range pheromone of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Insect Sci.* 19: 355–371.
- Williams, D. W., H. P. Lee and I. K. Kim (2004) Distribution and abundance of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in natural Acer stands in South Korea. *Environ. Entomol.* 33: 540–545.
- Xu, T. and S. A. Teale (2021) Chemical ecology of the Asian longhorn beetle, *Anoplophora glabripennis*. *J. Chem. Ecol.* 47: 489–503.
- Xu, T., L. Hansen, D. H. Cha, D. J. Hao, L. W. Zhang and S. A. Teale (2020) Identification of a female-produced pheromone in a destructive invasive species: Asian longhorn beetle, *Anoplophora glabripennis*. *J. Pest Sci.* 93: 1321–1332.
- Yan, J. and X. Qin (1992) *Anoplophora glabripennis* (Motsch.). In *Forest Insects of China* (G. Xiao, ed.). China Forestry Publishing House, Beijing, pp. 455–457.
- Yan, J., Y. Zhou, D. Jiang, Y. Lü, Y. Liu, M. Yu, A. Zhang and S. Yan (2022) Evaluation of trap efficiency for the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis*. *J. For. Res.* 34: 1133–1144.
- 柳 丈陽・永幡嘉之・由野悦子・秋田勝己 (2021) 宮城県におけるツヤハダゴマダラカミキリの発生・定着と新食樹カツラとソメイヨシノの報告. 月刊むし 609: 23–27. [Yanagi, T., Y. Nagahata, K. Yoshino and K. Akita (2021) A new record of *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853) (Coleoptera, Cerambycidae), with newly host plants recorded *Cercidiphy japonica* and *Cerasus × yedoensis* from Miyagi pref., Japan. *Mon. J. Entomol.* 609: 23–27.]
- Yang, Z. Q., X. Y. Wang and Y. N. Zhang (2014) Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China. *Biol. Control* 68: 117–128.
- Yao, J. Y., X. L. Jiang, X. Wang, X. X. Hai, Z. G. Wang and F. Lyu (2024) Ultraviolet and violet light enhance the attraction efficacy of semi-chemicals for the Asian longhorned beetle. *Entomol. Gen.* 44: 1161–1172.
- Yasui, H. (2009) Chemical communication in mate location and recognition in the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Coleoptera: Cerambycidae). *Appl. Entomol. Zool.* 44: 183–194.
- Yasui, H., N. Fujiwara-Tsujii and T. Yasuda (2019) Detection of volatile pheromone candidates from the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Coleoptera: Cerambycidae). *Appl. Entomol. Zool.* 54: 203–211.
- Yasui, H., N. Uechi and N. Fujiwara-Tsujii (2023) Differences in male mate recognition between the invasive *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) and Japanese native *A. malasiaca*. *Insects* 14: 171.
- Yasui, H., N. Fujiwara-Tsujii, S. Kugimiya, K. Shibuya, K. Mishiro and N. Uechi (2024) *Anoplophora glabripennis*, an invasive longhorned beetle, has the potential to damage fruit trees in Japan. *Sci. Rep.* 14: 12708.
- Zhang, B. and Q. L. Xu (1991) Study on adult behavior of *Anoplophora glabripennis*. *For. Pest. Dis.* 10: 14–17.
- Zhang, A. J., J. E. Oliver, J. R. Aldrich, B. D. Wang and V. C. Mastro (2002) Stimulatory beetle volatiles for the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky). *Z. Naturforsch. C* 57: 553–558.
- Zhang, A. J., J. E. Oliver, K. Chauhan, B. G. Zhao, L. Q. Xia and Z. C. Xu (2003) Evidence for contact sex recognition pheromone of the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Naturwissenschaften* 90: 410–413.
- Zhang, L., P. Wang, G. L. Xie and W. K. Wang (2024) Impacts of climate change conditions on the potential distribution of *Anoplophora glabripennis* and its host plants, *Salix babylonica* and *Salix matsudana*, in China. *Ecol. Evol.* 14: e70692.
- Zhang, L., P. Wang, G. Xie and W. Wang (2025) A new species of the genus *Anoplophora* Hope, 1839 (Coleoptera Cerambycidae, Lamiinae). *Zootaxa* 5570: 197–200.
- 张 永安・王 玉珠・张 龙・秦 启联・许 效仁 (2003) 光肩星天牛的新病原—天牛微粒子虫初步研究. 林业科学 39: 171–173. [Zhang, Y., Y. Wang, L. Zhang, Q. Qin and X. Xu (2003) Preliminary study on a new pathogen (*Nosema glabripennis*

- Zhang) parasitizing the longhorned beetle *Anoplophora glabripennis* (Motsch.). *Sci. Silvae. Sin.* 39: 171–173.]
- Zhou, Q., X. D. Zhang, L. F. Yu, L. L. Ren and Y. Q. Luo (2021) Combining WV-2 images and tree physiological factors to detect damage stages of *Populus gansuensis* by Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*) at the tree level. *For. Ecosyst.* 8: 35.
- Zhou, Y. T., X. Z. Ge, Y. Zou, S. W. Guo, T. Wang and S. X. Zong (2021) Prediction of the potential global distribution of the Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) under climate change. *Agric. For. Entomol.* 23: 557–568.
- Zorović, M. and A. Čokl (2015) Laser vibrometry as a diagnostic tool for detecting wood-boring beetle larvae. *J. Pest Sci.* 88: 107–112.
-