

クビアカツヤカミキリ特集

総説

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の現状：
その分類・分布・生理・生態・根絶法岩田隆太郎¹

近年日本に大陸原産のクビアカツヤカミキリが侵入し、バラ科の旧サクラ属 *Prunus* の樹木（サクラ類 *Cerasus* spp., ウメ *Prunus mume*, モモ *Amygdalus persica* など）を加害し、街路樹や果樹に多大な枯死被害が生じている。この侵略的外来種の既往のすべての知見を総覧し、その根絶を展望する。

1. 分類

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann) (写真-1) カミキリ亜科 Cerambycinae-アオカミキリ族 Callichromatini-ジャコウカミキリ属 *Aromia* に属するカミキリムシである。この属はその和名・学名からもわかるように、成虫の出す芳香が特徴であり、本種の成虫も特有の芳香を出すことで知られる（劉彬声 (Liu B-S) 1982; 饒 (Yiu) 2009）。Faldermann (1835: pp.433-434, 464, Tab. 5) がモンゴルより *Cerambyx bungii* の名のもとに前胸赤色型の個体で命名記載。種小名の *bungii* は、採集者の Alexandre de Bunge



写真-1. クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann).

左, 前胸赤色タイプ(愛知県産).
右, 前胸黒色タイプ(北ベトナム産).

(ラテン語化して“Bungius”, 属格で *Bungii*) に対する献名である。一方 Okamoto (1927) は、クビアカツヤカミキリ *Aromia cyanicornis* Guérin-Ménéville が朝鮮に分布し、同時にクロツヤカミキリ *Callichroma bungii* [ママ] (Faldermann) が朝鮮・水原に分布する（前者が前胸赤色型、後者が前胸黒色型に対応）とし、水戸野 (1940) は「クロツヤカミキリ *Aromia* (*Aromia*) *bungii* Faldermann」が旧日本領関東州（現：中華人民共和国遼寧省大連市）（および満州・朝鮮・蒙古・北支那・南支那）に産し、別種で黒色の *A. cyanicornis* Guérin-Ménéville は満州・朝鮮・支那に産するとした。松下 (1941) は旧満州のカミキリムシの解説で、「*Aromia bungii* [ママ] (Faldermann) クロツヤカミキリ」に言及。Gressitt (1942) および Gressitt (1951) は *Aromia cyanicornis*, *Aromia cyanicornis ruficollis*, *Aromia* (s. str.) *cyanicornis* ab. *puncticollis*, *Aromia cyanicornis* var. *ruficollis*, *Callichroma bungii*, *Callichroma cyanicornis* など *Aromia* (s. str.) *bungii* (Faldermann) の異名として挙げ、成虫は全身黒色または前胸背のみ赤色とした。Podaný (1971) は本種 (*Aromia bungii* [ママ]) 成虫の前胸や鞘翅の表面構造は変異が大きく、2型を分ける特徴とはならないとしている。

成虫の形態については中国の図鑑類（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992; 李淑蓉 (Li S-l) 1992; 祁 (Qi) 1993; 他）に詳しいので省略するが、体長は♂で 29.5 ~ 40.6mm, ♀で 32.9 ~ 37.3mm (Podaný 1971), または 28 ~ 37mm, 体幅 8 ~ 10mm (祁 (Qi) 1993; 他), 全体は艶のある黒色で、上述のように天然分布域の大陸では前胸背板が赤色と黒色の2型が見られる（稀に全体に褐色がかかった型 morph. *brunnea* も存在; Podaný 1971）。福建省・湖北省などでは2型

が等しく見られ、山西省や河北省などの揚子江以北では前胸赤型のみとなるという（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992)。華南～北ベトナムでは前胸黒色型が多いようであり、香港のカミキリムシの図鑑（饒 (Yiu) 2009）では、本種は前胸背が明赤色または黒色の2型があるとされる一方で、生態写真として図示された雌雄4個体はすべて前胸背黒色型となっている。日本産個体群はすべて前胸赤色型である。

加納ほか（2014）は本種の国内での前胸赤色型個体群の発生の詳報に際し、Okamoto（1927）にならひ、「クビアカツヤカミキリ」とした。なお、ウェブで「クロジャコウカミキリ」という和名が通用しているが、これはクビアカツヤカミキリの異名として対で示される以外、いかなる場合も正式に使用されたことがないので、和名としては「クビアカツヤカミキリ」を使うのが適切であろう。

2. 分布

2.1. 自然分布

自然分布域はアジア大陸東端部の亜寒帯から亜熱帯に及び、ロシア極東部、モンゴル（模式産地）、中国東北部（黒竜江省・吉林省・遼寧省、旧「満州国」と旧「関東州」を含む）、華北（内蒙古自治区・河北省・北京市・天津市・山西省）、中国西北部（甘粛省・寧夏回族自治区・陝西省）、華東（山東省・江蘇省・上海市・安徽省・浙江省・江西省・福建省）、中国中南部（河南省・湖北省・湖南省・広西自治区・広東省・香港・海南省）、中国西南部（四川省・貴州省・雲南省）、朝鮮半島（北朝鮮・韓国・徳積島および永宗島（韓国・仁川広域市）；北東部高地を除く）、ベトナムにまたがっている（Faldermann 1835；松下1941；Gressitt 1942, 1951；李承模 (Lee S-M) 1987；李淑峇 (Li S-l) 1992；祁 (Qi) 1993；胡 (Hu) ほか 2007；饒 (Yiu) 2009；J Li *et al.* 2013；[Anon.] 2015)。台湾はかつて分布域に入れられていたが、その分布は疑問視され（[Anon.] 2015）、台湾には本種は分布しないものと考えられる。以上まとめると、本種天然分布域はチベット自治区、青

海省、新疆自治区を除く中国ほぼ全域とその周辺国となり、亜寒帯から亜熱帯にまたがって非常に広い地域をカバーしている。それゆえ恐らくは種内での遺伝的多様性が高く、休眠性や発育零点などに大きな地域差があることが予想される。従って、各地自然分布個体群と各地移入個体群の包括的遺伝子解析が精密な根絶計画には必要となろう。

2.2. 国内外の移入分布

日本以外への侵入は、ドイツ・Bayern州南部・Kolbermoorへの侵入・定着（最初の発見は2011年7月、定着は2008～2009年頃と推定）とセイヨウスモモ *Prunus domestica insititia*の被害（Burmeister *et al.* 2012）が知られ、これはいったん根絶宣言がなされたが（Burmeister 2012）、同州でサクラ類に再発生し（Hörren 2016）、目下その成り行きが注目されている。イタリア・Campania州・NapoliおよびPozzuoliでも侵入・定着が報告され（Sama & Rapuzzi 2011；Garonna *et al.* 2013）、根絶には到っていない。米国と英国でも成虫が見いだされているが、定着には至らなかったもようである。

日本国内における侵入・定着へと至った地域（ブロック）は次の通り（文献表示のない市町村は筆者の未発表データ、私信またはウェブからの情報）：（1a）群馬県：太田市（村田 2018）、大泉町（村田 2018）、邑楽町（須田・村田 2017）、千代田町、館林市（桐山ほか 2015；須田・村田 2017；安岡 2017）、明和町、板倉町（1b）栃木県足利市（加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018a）、佐野市（加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018a）、鹿沼市、栃木市、野木町、小山市、壬生町、下野市（1c）埼玉県深谷市（安達 2017；埼玉県環国セ 2018）、熊谷市（埼玉県環国セ 2018）、行田市（埼玉県環国セ 2018）、羽生市（埼玉県環国セ 2018）、加須市（埼玉県環国セ 2018）

ここに（1a）（1b）（1c）はひとかたまりのほぼ連続したブロック（このみ県境をまたぐ分布）で、これをまとめて“(1)”とする。群馬県館林市を中心とするこの大ブロックはサクラ類が被害の中心ながら、羽生市でスモモ *Prunus salicina*に（埼玉県環国セ

2018), 佐野市や足利市でモモ・スモモに(加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a) 重大な被害が見られる。

(2)埼玉県草加市(中村 2013; 加納ほか 2014; 松浦 2014; 上地 2015; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2015; 安岡 2017; 他), 八潮市(加納ほか 2014; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a), 越谷市(加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a; 埼玉県環国セ 2018)。2013年発見。このブロックはサクラ類が被害の中心である。

(3)東京都福生市(桐山ほか 2015; 安岡 2017; 小林明 2018; 原島 2018; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a), あきる野市(安岡 2017; 小林明 2018; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a)。このブロックもサクラ類が被害の中心である(小林明 2018)が, ウメの産地である青梅市への拡散が危惧され, 2012年頃にウメで成虫が目撃されている(小林明 2018)。あきる野市内では2018年に, 既知の多摩川沿い定着域から離れた西方の箇所での発生も見られ, これが進行すると青梅市への到達も可能となる。

(4)愛知県海部郡〔飛島村〕(中村 2013; 松浦 2014; 上地 2015; 岩下ほか 2018; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a)。このブロックはサクラ類が被害の中心ながら, ウメの被害も見られる。

(5)大阪府大阪狭山市(杉本 2015; 山本・石川 2018; 大阪府環農水研 2018; 豊浦 2018), 堺市美原区(石井 2017; [無名] 2017; 山本・石川 2018; 豊浦 2018), 大阪市平野区, 羽曳野市(大阪府環農水研 2018), 富田林市(北端 2017; 大阪府環農水研 2018), 河南町(大阪府環農水研 2018), 河内長野市(大阪府環農水研 2018)。このブロックはサクラ類が被害の中心ながら, モモ・ウメの被害も見られる。大阪市平野区での発生は2018年に明らかとなったもので, 他の市町と連続していないため, 後述の「ヒッチハイク」などによる拡散が要因として考えられる。

(6)徳島県板野町(Xu *et al.* 2017; 中野・渡邊 2017; 渡邊 2017; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a), 上板町(中野・渡邊 2017; 渡邊 2017), 鳴門市(中野 2017a; 加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a)。2015年に発見(中野・渡邊 2017)。他と異なりこのプロ

ックはモモ・スモモが被害の中心であるが, サクラ類の被害も見られる。国内最大の本種による農業被害地である。

関東地方における3ブロック(1)(2)(3)は一見近接しているが, 距離的にも分布パターンからもそれぞれが完全に独立したものと考えられ, 2011年前後の日本への同時多発的侵入が示唆される。

さらに国内で詳細未確認の発生地(成虫確認のみ, フラス確認のみ; 疑わしいものを含む)として群馬県前橋市(広域)・高崎市・桐生市・伊勢崎市・渋川市・藤岡市・昭和村(以上すべて, 須田・村田 2017), 茨城県結城市(2018年の観察), 東京都昭島市(2017年の観察), 大阪府東大阪市(豊浦 2018), 奈良県葛城市(2018年の観察; 藤江・弘岡 2018), 和歌山県かつらぎ町(2017年の観察), 和歌山県岩出市(2018年の観察), 徳島市(2013年の観察; 中野・渡邊 2017), 兵庫県明石市(2016年の観察)が挙げられる。これらはコスカシバ*Synanthedon hector*(スカシバガ科)など他の穿孔虫のフラスの誤認(安岡 2017), 定着失敗例, または「ヒッチハイク」(自動車などによる受動的移動)による成虫発見例を含むものと考えられる。

桐山ほか(2015)は群馬県館林市への侵入を埼玉県草加市・愛知県海部郡のそれと同時期あるいはそれ以前と推定したが, 以上6ブロック全体を見渡すと, これらはいずれも2011~2014年前後での侵入・定着によるものであることが考えられ, 同時多発的侵入といえる。これは高い侵入圧を示唆し, 天然分布域中国における北京オリンピック(2008年)などに象徴される高度成長経済による輸出量の急激な増加と関連していることが示唆される。

以上のブロックのうち(4)愛知県海部郡飛島村は発生が限定的で(加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a), 対策により根絶に最も近づいており, (2)埼玉県南東部は, 若干の拡散傾向はあるものの, 根絶への道のりの近さは(4)に次ぐものと考えられる(加賀谷(Shoda-Kagaya) 2018a)。また群馬県・栃木県・埼玉県北東部にまたがる(1)は国内最大で, 根絶が最も困難なブロックと考えられる。この地域がなぜこの

ような異常な拡散を見せたかについては、成虫の飛翔に至るのに必要な体表面温度が比較的高い値であり(桐山・立石・岩田 未発表)、この地域の中心である群馬県館林市が成虫発生時期の6~7月に国内で最も高温となることで拡散を容易にしたことによるものとも考えられる。なお、ツヤハダゴマダラカミキリ *Anoplophora glabripennis* (フトカミキリ亜科; 中国原産で北米等に侵入した各種広葉樹の穿孔性害虫) の米国・Massachusetts州個体群について、残存被害木(カエデ属・他)の加害状況のみからグラフ理論で拡散を予測する方法が開発されており(Trotter & Hull-Sanders 2015)、本種クビアカツヤカミキリはツヤハダゴマダラカミキリよりも宿主樹範囲が狭いので、同法の適用はより有効と考えられる。

ブロック(6)関連の徳島県徳島市での成虫観察例(中野・渡邊 2017)は、徳島県板野町で被害が明るみに出る2年前の2013年のことであり、同様にブロック(1)に含まれる埼玉県深谷市(旧大里郡花園町)でも群馬県館林市で被害が明るみに出る2年前の2011年に成虫のみが観察されている(安達 2017)。これらの事例は、ブロックの中心での本種定着に先だて、その辺縁部で成虫が見いだされたことを意味している。(1)~(6)の全ブロックにおける侵入・定着に至る前に、その周辺の多くの箇所(小ブロック)で同時多発的な侵入があり、小ブロック間の交流を通じて大ブロックが形成され、今日の定着に至ったという考え方も可能である。

梱包材の事前熱処理の徹底(後述4.)により、今後の新たな侵入の可能性は少なく、また以上6ブロックでの発生が明るみに出してから数年が経過し、その間本種に関する報道・啓蒙が相当なされていることに鑑み、新たな発生地が明らかとなる可能性はやや減じている。しかし油断は禁物であり、とくに既知ブロックに隣接する地域はヒッチハイクなどによる侵入への警戒は必須と考えられる。ヒッチハイクなどによる跳躍的拡散は相当な遠距離でも可能で、天然分布域が大陸の亜寒帯から亜熱帯に及んでいる関係で、北海道北部から南西諸島・小笠原諸島まで

日本国内のいずれの箇所へも進出が可能であろう。さらに、2018年6~7月の本州・四国・九州における異常高温は、この時期が本種成虫の発生時期と重なり、本種の日本国内定着以来最大の拡散プレッシャーを生じさせることが想定される。これにより、日本国内で本種が2年1化性(5.7参照)であることを考慮すると、2020年の初夏に新たな発生地が多数見いだされることも予想される。

3. 宿主樹種と被害

本種は典型的な殺樹性一次性穿孔虫であり(Gressitt 1942)、若齢幼虫が形成層・内樹皮を穿孔食害、老熟幼虫が材入して木部辺材を穿孔食害するが、とくに樹木の生命線である形成層と内樹皮を多数の幼虫がほぼ360°全周的に加害することが致命的要因となって、養分通導を絶たれて枯死に至るものと考えられる(馬文会(Ma W-h)ほか 2007; 中野 2017a; 張燕如(Zhang Y-R)ほか 2017; 小林明 2018)。

宿主樹種はバラ科が中心で、天然分布域の中国ではスモモ、ウメ、モモ、アズ *Prunus armeniaca* がまず挙げられている(Gressitt 1942; 劉彬声(Liu B-S) 1982; 李淑蓉(Li S-l) 1992; 黄邦侃(Huang B-k)・趙(Zhao) 1992; 祁(Qi) 1993; 呂(Lu) 1995; 趙士熙(Zhao S-x)ほか 1997; 劉奇志(Liu Q)ほか 1998; 趙伶(Zhao L) 2004; 他)。中国ではこの中でもとくにモモの被害が突出しており(水戸野 1940; 黄邦侃(Huang B-k)・趙(Zhao) 1992; 余(Yu)・高(Gao) 2006; 王景濤(Wang J-t)ほか 2007; 門(Men)ほか 2017; 他)、これは同国における農産物と国民的樹種としてのモモの重要性による高い植栽密度が関係しているものと推察され、安徽省・江淮丘陵地区では10年生モモで61%、3年生モモで9%の被害率を記録している(劉彬声(Liu B-S) 1982)。また河北省順平県ではモモの地際部の加害が顕著で、胸高直径20cmのモモで幼虫個体数が150に達することもあるという(門(Men)ほか 2017)。一方遼寧省・瓦房店(Wafangdian)市では、ミザクラ(サクランボ) *Cerasus* spp., アズ, スモモに対する被害が著しく、ミザクラの被害が最大で、モモに対して

も被害が若干見られるという (張燕如 (Zhang Y-R) ほか 2017)。

この他中国では、松下 (1941) はウワミズザクラ *Padus grayana* (旧満州国), Gressitt (1951) はニワウメ *Prunus japonica*, ソメイヨシノ *Cerasus* × *yedoensis*, ウワミズザクラ, ヤナギ類 *Salix* spp., 湯 (Tang) ほか (1988) はシナグリ *Castanea mollissima* (浙江省), 黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992) はニワウメ, ミザクラ, セイヨウリンゴ *Malus pumila*, チュウゴクナシ *Pyrus bretschneideri*, ヤナギ類, 李淑蓉 (Li S-l) (1992) はミザクラ, セイヨウリンゴ, ナシ, ヤナギ類 (湖南省), 祁 (Qi) (1993) はヤナギ類, カキノキ *Diospyros kaki*, ミザクラ等 (山東省), 張建強 (Zhang J-J) ほか (1995) はクワ類 *Morus* spp. (四川省), 馬玉敏 (Ma Y-M) ほか (2001) はミカン科のカホクザンショウ (カシヨウ) *Zanthoxylum bungeanum* (山東省), 王道勳 (Wang D-x) ほか (2002) はザクロ *Punica granatum* (安徽省), 余 (Yu)・高 (2006) はサクラ類とヤナギ類, 胡 (Hu) ほか (2007) はサクラ類, ナシ, ザクロ, ヤナギ類, イチイガシ *Quercus gilva*, カキノキ, クワ, 等々, 時 (Shi) ほか (2009) はノモモ *Amygdalus davidiana* とカラミザクラ *Cerasus pseudocerasus* (内モンゴ) を加害樹種として挙げている。張建強 (Zhang J-J) ほか (1995) のクワ類への加害の報告は, 成虫も枝樹皮を加害するとしているので, フトカミキリ亜科の別種の誤認の可能性もある。

同じく天然分布域に属する朝鮮半島では, サクラ類が被害樹種とされている (李承模 (Lee, S-M.), 1987)。しかし本種の自然分布域の最辺縁部に位置する韓国では, 本種は低密度であるがゆえに, 果樹や樹木の著しい被害は少なく, 本種の応用昆虫学的研究はほとんど見られない (J.-o. Lim, 私信)。北朝鮮における状況は不明である。

以上まとめると, バラ科の旧サクラ属 *Prunus* に属する樹木が最も加害されやすいが, 天然分布域の中心である中国では (恐らくは天然分布域ゆえに遺伝的多様性が高いため), この属・科以外の樹木での発生も見られる。しかし旧サクラ属以外の樹種で

の発生は地域特異性もあり, 再検討が必要であろう ([Anon.] 2015)。

ヨーロッパの侵入地では, ドイツ南部でセイヨウスモモ (Burmeister *et al.* 2012; Burmeister 2012) とサクラ類 (Hörren 2016) が, イタリアでスモモ, アンズ, サクラ類 (Garonna *et al.* 2013) が被害樹種となっており, 両地ともに日本と同様, 根絶に向けた懸命の努力がなされているようである。

日本では, バラ科のサクラ類 (とくに交配種のソメイヨシノ), ウメ, モモ, スモモが被害樹種となっている (中村 2013; 加納ほか 2014; 杉本 2015; 桐山ほか 2015; 中野・渡邊 2017; 中野 2017b; 石井 2017; 北端 2017; 安達 2017; 山本・石川 2018; 加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018a; 埼玉県環国セ 2018; 原島 2018)。徳島県板野町ではサクラよりモモ (スモモを含む) の被害が多いとされる (中野・渡邊 2017) 一方, 大阪府大阪狭山市ではサクラ類よりウメ, モモの方を好むとの示唆 (豊浦 2018) と, サクラ類とスモモがウメより被害率が高いとの調査結果 (山本・石川 2018) が見られる。館林市ではシダレザクラ *Cerasus itosakura* の被害は確認されなかった (桐山ほか 2015) が, 加賀谷 (Shoda-Kagaya) (2018b) は, サクラ類ではソメイヨシノの他, オオシマザクラ *Cerasus speciosa*, シダレザクラでも被害が見られるとしており, 観賞用のいわゆるサクラ類はすべて加害樹種に含まれよう。大阪府では少数のミザクラに被害は確認されなかったという (山本・石川 2018)。

さらに関東地方産幼虫を細い切り枝の樹皮下に移植して発育を見る実験 (北島 2018) では, ソメイヨシノ, セイヨウリンゴ, ウメ, スモモ, ナシ (以上バラ科) で発育良好で, ウワミズザクラとビワ *Eriobotrya japonica* (いずれもバラ科) は発育不良, またバラ科以外の一部樹種でもわずかながら発育が見られたという。この実験は幼虫の穿孔材が細い切り枝であることにより, 実際の太い生木の幹や太枝とはかけ離れてはいるものの, 幼虫発育樹種が決して樹木の系統分類による予測とは一致しないことを示していて, 中国におけるバラ科以外の樹種での発

生の記録の傍証ともなっている。また北島(2018)は、ソメイヨシノ細枝で行った別の実験で、樹皮～木部の穿孔距離と樹皮厚の間に有意な相関関係を見いだしている。

ここで重要な点は、自然分布域および日本などの侵入分布地におけるバラ科重要食樹の中で、ウメ、モモ、スモモ、アンズはいずれも果樹すなわち農産樹木であるのに対し、ソメイヨシノなどのサクラ類は観賞樹で非農産樹木であること。これには生物学的な意味はないものの、行政対応で大きな差異を生じている。本種が日本国内で最初にソメイヨシノの害虫としてスポットライトを浴びた時点で果樹害虫化の可能性が指摘され(上地 2015)、その後ウメ・モモの被害が顕在化して農業害虫化したという経緯を経ているが、いまだにウメ・モモでの被害が顕在化していない地域では、サクラに被害が生じても集中した対策がとられないというケースが見られる。またサクラ類では今後、農産樹木たるセイヨウミザクラ *Prunus avium*・シナノミザクラ *P. pseudocerasus*・等およびそれらの交配種を含むミザクラ(サクラノボ、桜桃)類への被害が生じる可能性がある。

自然分布域である中国の状況を見る限り、本種の宿主樹範囲は潜在的に広いようである。昆虫一般に見られるように、産卵成虫選好性と幼虫発育適合性は別物であり、状況の解明と対策は一筋縄ではいかない。被害域における徹底伐採などにより、いったんは根絶したと考えられた後、本種がその近隣の非最適の別樹種(たとえばヤナギ、クワ等)で生き残っていて、サクラやウメ、モモで復活するという可能性も一応念頭に置くべくであろう。

中国では成長の劣った木、衰弱した木が被害が激しいともされ(張旭(Zhang X)ほか 2000;余(Yu)・高(Gao) 2006)、ドイツでもサクラ類での発生に際し健全樹には発生せず、剪定や菌感染などのストレスで弱体化したものに発生しやすいと考えられている(Hörren 2016)。日本国内での発生において、被害樹の樹勢と加害の関係については観察例・報告はないが、一次性的樹皮下および木部穿孔性カミキリムシ種の生態の常として、宿主樹の抵抗性(広葉樹

の場合は樹液滲出とカルス形成)(岩田 2015: pp. 103-111)による樹皮下若齢幼虫の死亡はある程度生じており、これが衰弱木では軽減されることは十分に予想される。しかし日本では、とくに被圧木・衰弱木により多く発生するという傾向は見て取れず、むしろ長らく発生している樹は、そのせいで衰弱して枯死に至り、一見したところ衰弱木が被害を受けやすいという誤った印象を抱かせている可能性もあろう。

一方、幼虫穿孔が原因で腐朽菌侵入や枝の風害が生じるともされる(余(Yu)・高(Gao) 2006)。6.5.で述べるように、腐朽菌侵入による芯腐れはとくにサクラ類で著しいといえる。

4. 発生の経済的・生理生態学的背景

本種の本州への天然分布域からの侵入手段は中国産の梱包材(使い捨てのパレット)と推定されており(加納ほか 2014)、中国から欧州への侵入でも同様の推定がなされている([Anon.] 2015)。これは中国産のツヤハダゴマダラカミキリなどの米国などへの侵入におけるパターンの典型とされている(Wallenmaier 1989; Haack & Cavey 1997; Brockerhoff *et al.* 2010)。パレットなどの使い捨て梱包材は、工場や倉庫などの事業所の敷地に使用後放置され、材内に生存している個体が羽化脱出し、周辺へ拡散するというシナリオである。なお欧州では1998年以降、ISPM-15(梱包材の熱処理に関する取り決め)による処理で、輸入品梱包材で本種を伴うものはないとされる([Anon.] 2015)。

本種の英国、ドイツ、イタリア、日本各地、米国への侵入は、いずれも2008～2013年の前後と考えられ、これは天然分布域の中国の高度成長経済の時期と一致している。また複数の地区でのほぼ同時の侵入・定着は、高い侵入圧を示唆している。国内6ブロックにおける本種個体群の同時多発的定着・拡散は、その全てが天然分布域の単一地域を起源としているとは必ずしもいえず、天然分布域の複数地域が起源の可能性もある。

ここで、一次性穿孔虫である本種の梱包材を介し

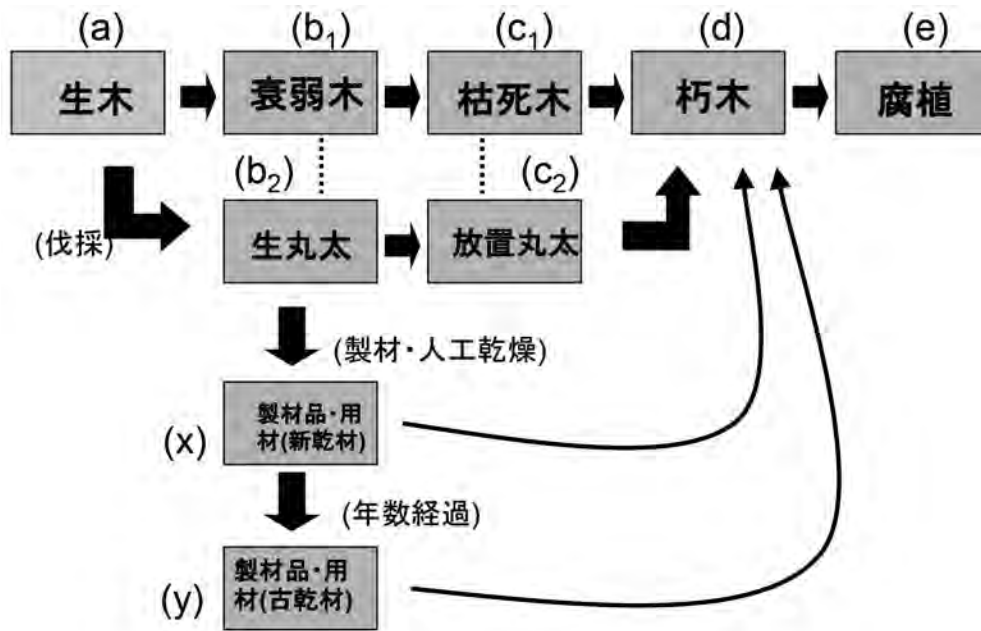


図-1 樹木に端を発する木質の劣化・分解過程と、それに付随する昆虫相の遷移

- (a) タマムシ科, カミキリムシ科, ゾウムシ科, シロアリ科, ミゾガシラシロアリ科, レイビシロアリ科, コウモリガ科, ボクトウガ科, スカシバガ科, キバチ科, 他
- (b₁)および(b₂) タマムシ科, カミキリムシ科, ゾウムシ科, ツツシンクイ科, シロアリ科, ミゾガシラシロアリ科, レイビシロアリ科, キバチ科, 他
- (c₁)および(c₂) クロツヤムシ科, タマムシ科, コメツキダマシ科, ナガシンクイムシ科, シバンムシ科, ナガクチキムシ科, ハナノミ科, カミキリムシ科, ゾウムシ科, シロアリ科, ミゾガシラシロアリ科, レイビシロアリ科, 他
- (d) クワガタムシ科, クロツヤムシ科, コガネムシ科, コメツキダマシ科, ナガクチキムシ科, ハナノミ科, カミキリムシ科, カミキリムシ科, シロアリ科, ミゾガシラシロアリ科, オオシロアリ科, 双翅目, 他
- (e) コガネムシ科, シロアリ科, 双翅目, 他
- (x) ナガシンクイムシ科, シバンムシ科, カミキリムシ科, ミゾガシラシロアリ科, レイビシロアリ科, 他
- (y) シバンムシ科, (カミキリムシ科), (ミゾガシラシロアリ科), (レイビシロアリ科), 他

た移動・侵入には、非常に重要な生物学的背景が存在する（岩田 2015：pp. 259-260）。それは、木本植物の木質の劣化・分解に即した推移とそれに付随する昆虫相の遷移（図-1）に関係する。材の劣化の各段階を遷移ユニットとするこの見方によると、一次性穿孔虫は生木という段階にのみ発生するが、発生木が伐採されれば材の含水率が低下し、さらには製材加工により新乾材となって多くの一次性穿孔虫は死滅する。しかし一部の種は老熟幼虫期以降で生存でき、羽化脱出に至る（[Anon.] 2015）。このように異なる遷移ユニットにまたがって発生できることを「遷移ユニット超越」といい、その最重要要因は（任意的）乾燥耐性である。ツヤハダゴマダラカミキリと本種クビアカツヤカミキリはこの乾燥耐性

がとくに強く、遷移ユニット超越が非常に容易であり、これが侵略的外来種となる素地となっているといえる。任意的乾燥耐性種は本種の属するカミキリムシ科-カミキリ亜科およびタマムシ科-タマムシ亜科などで多い。フトカミキリ亜科ではゴマダラカミキリ属の任意的乾燥耐性種ツヤハダゴマダラカミキリがあるが、同属近縁種である日本産のゴマダラカミキリ *A. malasiaca* は任意的乾燥耐性を持たず、欧州などへは梱包材ではなく盆栽を介して侵入する（Haack *et al.* 2010）。一方同じ一次性的の本種クビアカツヤカミキリでは盆栽を介した侵入は、大径木で発生する性質（5.6.で後述）により起こりにくいといえる。

一般に一次性食材性昆虫としての樹木穿孔能力に

については、幼虫の木質分解酵素（とくにセルラーゼ）と幼虫大顎の形態が指標となる。本種幼虫消化管（中腸、一部後腸）のエンド- β -1,4-グルカナーゼ（C_x-セルラーゼ）は、他のカミキリムシ種と同様内在性で（李慶（Li Q）1991），雌成虫と幼虫の同酵素のアイソザイムバンド数は3であり（李慶（Li Q）1990；李慶（Li Q）1996），強力な木質分解能力を示唆している。

5. 生活史と生態

5.1. 卵期・幼虫期・幼虫形態

卵期間は10日前後（祁（Qi）1993；趙伶（Zhao L）2004），6～11日，平均8.7日（呂（Lu）1995；胡（Hu）ほか2007），7～8日（黄邦侃（Huang B-k）・趙（Zhao）1992；李淑蓉（Li S-l）1992），約10日（中野2018c），または約12日（浦野・加賀谷2017）とされる。

幼虫孵化時期は山西省・晋中市では7月上旬～9月上旬（最盛期7月下旬～8月上旬）（李夏鳴（Li X-M）1995），河北省では7月上旬に始まり，ピークは7月下旬～8月上旬で，8月下旬まで続く（馬文会（Ma W-h）ほか2007）とされる。

産卵数が多い（5.6.）のと反比例して産下卵の孵化率は実際平均6.9%と相当低く（浦野・加賀谷2017），小卵多産は樹木の防御による高い幼虫死亡率に対応したものと示唆されている（加賀谷（Shoda-Kagaya）2018b）。しかし劉彬声（Liu B-S）（1982）は、環境により抱卵死亡率が高くなるものの、産下卵孵化率は94%と高いとし、馬文会（Ma W-h）ほか（2007）も孵化率は93～97%としている。抱卵死亡率と産下卵死亡率の和は、卵産下率にかかわらず一定と考え、経過時間の単調増加関数である卵産下率とその時点での抱卵死亡率と産下卵死亡率を決定するのかもしれない。

孵化幼虫の平均体重は0.32mg。3対の孵化棘を有し、孵化幼虫どうしの噛み合い発生頻度は低いとされる（浦野・加賀谷2017）。

孵化幼虫はインセクタLF（日本農産工業）で飼育が部分的に可能とされ（浦野・加賀谷2017；浦野・加賀谷2018），モモ木粉にグルコース0.5%溶液を加

えたものでも年1化性飼育が可能とされている（劉彬声（Liu B-S）1982）。孵化幼虫の摂食開始成功率は7～8月の孵化幼虫で高く，9月以降の孵化幼虫で低い（浦野・加賀谷2018）。さらに浦野・加賀谷（2018）によると，高温長日条件で飼育開始後100日までは体重増加率は高く，飼育開始後平均159日目に幼虫の生重増加は停止し，その時点で平均体重1763mgに達して休眠状態に入り，1年経過で蛹化は見られず，この老熟幼虫を一時期低温短日に置くと大半の個体が死亡し，ごく一部が蛹化・羽化し，幼虫休眠性が確認されたという（浦野・加賀谷2018）。

劉彬声（Liu B-S）（1982）は安徽省において幼虫齢数は5で，幼虫期は野外で21.5ヶ月，飼育状態で296日であり，2～3齢幼虫は形成層を穿孔して排糞孔を作り，野外では3齢幼虫が形成層で1年目の越冬，5齢幼虫が木部内蛹室で2年目の越冬をして後蛹化し，2年1化性となり，齢数と頭幅値は直線関係にあるとしている。また馬文会（Ma W-h）ほか（2007）によると，3年1化性の河北省では幼虫期は3回越冬し，幼虫期は34～35ヶ月である。

幼虫の形態については，Gressitt（1951）による前蛹の図示，蔣書楠（Jiang S-N）（1989）による簡素な幼虫形態記載と，前胸背板・腹部歩行突起・下唇の図示がなされ，また黄鵬（Huang P）ほか（2012）により体型，色彩，斑紋が記載されている。カミキリムシ科幼虫の種同定の常として，他種幼虫との区別には頭部形態が重要であり，本種特有の形態も認められる（桐山・青山・岩田 未発表）。銭（Qian）（1987）は頭部，触角，前胸背，第3腹節背面を図示して老熟幼虫形態を記載したが，これによると老熟幼虫は体長68～73mm，前胸幅9～11mm，触角は3節，1対の単眼と偽単眼（痕跡的単眼）を有し，中胸腹面と後胸背面および第1～7腹節背面に歩行突起が見られる。黄邦侃（Huang B-k）・趙（Zhao）（1992）や李淑蓉（Li S-l）（1992）によると，老熟幼虫は体長42～52mm，乳白色，前胸は幅広，体躯前半部各節は長方形，体躯後半部は円筒形，両側に黄褐色の細い毛を密生，前胸背板前半には横並びの4つの黄褐色の斑塊を有し，その内背面の2個は横長

長方形，前縁中央に窪みがあり，前胸背板後半部は淡色で皺紋を有し，両側の斑塊は黄褐色の三角形とされる。

5.2. 幼虫穿孔とフラス排出

幼虫の穿孔活動は，後述（5.6.）の産卵箇所の傾向を反映して樹幹の下方に偏る。Gressitt (1942) は，若齢幼虫は樹皮下（内樹皮+辺材）をうねった食坑道で穿孔し，幼虫穿孔は生木（とくに不健全な生木）の幹・太枝の辺材部・心材部にわたるとしている。また李夏鳴 (Li X-M) (1995) によると，食坑道は交叉せず，髓には達しない。

劉彬声 (Liu B-S) (1982)，黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992)，李淑蓉 (Li S-l) (1992)，祁 (Qi) (1993)，張旭 (Zhang X) ほか (2000)，趙伶 (Zhao L) (2004)，余 (Yu)・高 (Gao) (2006)，胡 (Hu) ほか (2007) は，幼虫は当初内樹皮を，体長30mm前後に成長後材入して木部を穿孔するとしている。また李夏鳴 (Li X-M) (1995) は，山西省・晋中市で1年目の幼虫はコルク形成層・皮層内で越冬し，3月中旬に活動を再開，9月中旬より内樹皮・木部間で2年目の越冬をし，3月下旬～4月上旬木部穿孔を再開，フラスを排出，3年目は木部内で越冬し，越冬開始時期は9月中旬以降とし (李夏鳴 (Li X-M) 1995)，馬文会 (Ma W-h) ほか (2007) および王景濤 (Wang J-t) ほか (2007) は3年1化性の河北省の場合，孵化幼虫は1年目の樹皮食害の後，9月中旬～下旬に越冬に入る個体が出始め，10月にはほぼすべてが越冬態となり，3月中旬～6月下旬に越冬をやめ，2年目の食害（木部）とフラス排出は9～11月まで続き，その後は木部・樹皮間で越冬，3年目は4月上旬～6月中旬から食害を開始して木部のみ穿孔，6月上旬～下旬には蛹室を形成して平均291日間（飼育下で最大389日間）の静止期に入るとしている。

幼虫1頭の食坑道の全長は，黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992) は約50～60cm，余 (Yu)・高 (2006) は約15～30cm（最長75cm），幅1.9cm，胡 (Hu) ほか (2007) は18～22cm，黄鵬 (Huang P) ほか (2012)

は50～60cmとし，体積的には李夏鳴 (Li X-M) (1995) は皮層内で0.01～0.68cm³（平均0.17cm³），内樹皮・辺材で8.25～55.1cm³（平均26.3cm³）（これが樹木の致死要因），木部内で1.8～40.5cm³（平均14.7cm³），総体積は11.1～108.6cm³（平均46.2cm³）とし，王景濤 (Wang J-t) ほか (2007) は，河北省で幼虫穿孔の平均体積を樹皮で0.17cm³，形成層付近で26.26cm³，木部で19.80cm³としている。また劉奇志 (Liu Q-z) ほか (1999) は，幼虫のスモモ穿孔では内樹皮部で上向き，木部で下向きの食坑道で，その全長は19～22cm，垂直方向の広がりは12cmで，幼虫は食坑道の最下部に留まって摂食するとしている。

埼玉県草加市のソメイヨシノ被害木の観察（加納ほか 2014；桐山・青山・岩田 未発表）では，Gressitt (1942) が述べた心材への穿孔は少なく，1頭で90cm以上の穿孔道が見られ，当初樹皮下（とくに内樹皮）を，後に木部（主に辺材）を穿孔するのが見られた。これは以上の中国における観察（Gressitt 1942；張旭 (Zhang X) ほか 2000；余 (Yu)・高 (Gao) 2006；胡 (Hu) ほか 2007）と矛盾しない。

激害木は木部が中空化して樹勢が弱り枯死するとされ（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992），幼虫が湾曲した食坑道で加害すると木は枯れやすい（胡 (Hu) ほか 2007），あるいは幼虫穿孔が樹幹を一周すると被害木は枯死する（小林明 2018）ともされ，これらの観察は互いに矛盾しない。小径木は大径木と比べて同じ脱出孔数の穿孔で枯死しやすいとされている（山本・石川 2018）が，これは当然の現象といえる。

野外での幼虫穿孔に際し，本種特有のフラス（虫糞および一部口器からこぼれた食べ滓）を排糞孔から定期的に排出する。これは新鮮な状態では濃黄褐色～煉瓦色で，恐らくは後腸内肛形態を反映してひき肉状またはミンチ状と形容される塊となって排糞孔の真下に落下し，産卵・加害箇所が低位置であることから，しばらくの間散らばらずに蓄積される（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992；祁 (Qi) 1993；張旭 (Zhang X) ほか 2000；胡 (Hu) ほか 2007；黄鵬 (Huang P) ほか 2012；加納ほか 2014；桐山

ほか 2015; 張燕如 (Zhang Y-R) ほか 2017; 他)。中野 (2017a) は幼虫のフラスはひき肉状が多いものの、粒状、粉状のものも見られるとしており、このバリエーションは齢の違いによるものの可能性がある。フラス排出のピークは山西省・晋中市で4月下旬～5月中旬とされる (李夏鳴 (Li X-M) 1995)。幼虫のフラス排出は雨後に激増する (余 (Yu)・高 2006)。ある程度溜まった食坑道内のフラスは、多くの場合1日1回、稀に2～3回夜間に定期的に排出され、その際新しい排出口ができることもあり、19:30～7:00の夜間に限定して排出されるようである (劉奇志 (Liu Q-z) ほか1999; 胡 (Hu) ほか 2007)。門 (Men) ほか (2017) は、幼虫と排糞孔は一对一対応せず、複数個体が排糞孔を共有するとしている。

激しい食害ではこの排糞孔からのフラスが真下の地際に蓄積し、離れた箇所から見てもわかるほどで、本種の発生確認の最重要指標となっている。地面に蓄積した煉瓦色の塊状フラスは、風化によりその鮮やかな色彩やひき肉状の形状が失われ、晩秋季～早春には粉末状となって残る。

排出フラスは樹皮穿孔性のコスカシバ *Synanthedon Hector* (鱗翅目, スカシバガ科) 幼虫の穿孔によるものと紛らわしいが、その大まかな形態 (ひき肉状か否か) と粒の微細形態で区別が可能である (安岡 2017)。なお、一次性穿孔性害虫の種同定に際して、排出フラスをDNA分析することで同定が可能であり、シナゴマダラカミキリ *Anoplophora chinensis* (ゴマダラカミキリ属のゴマダラカミキリ *A. malasiaca* の大陸産置換種; 欧米では日本産のゴマダラカミキリと同一視) のイタリア・Roma産個体群について、幼虫フラスのミトコンドリアCOI遺伝子分析により他種と区別する試みがなされて、可能な限り新しいフラスで良好な結果が出るとされている (Strangi *et al.* 2013)。フラス排出の顕著な本種への適用が望まれる。

フラス排出の他, Gressitt (1942) および祁 (Qi) (1993) はその排糞孔からゼリー状の滲出物または樹脂状物も排出されるとし、小林明 (2018) は排糞孔とは離れて「樹液垂れ」が生じるとしている。この両者は同一物を指すものと思われ、サクラ類に多

いが、本種との関連性は未解明である。

5.3. 蛹室形成, 蛹化, 蛹期, 蛹の形態

劉彬声 (Liu B-S) (1982) は安徽省において、7月には3～4齢幼虫の摂食とフラス排出が減り、材入して4～5cm長の蛹室を形成して夏眠するとし、祁 (Qi) (1993) は山東省での蛹化は5月、李夏鳴 (Li X-M) (1995) は山西省・晋中市において、5月上旬～7月上旬に蛹化し、フラス排出停止から翌年の蛹化の間の静止期は274～309日 (平均291日)、樹体上の潜入孔の分布は地上高20cm以内が41%、趙倫 (Zhao L) (2004) は河北省において、5～6月に老熟幼虫は蛹室を作って蛹化するとしている。

老熟幼虫は木部 (概ね辺材, 場合によっては心材) に材入して蛹室を形成する ([Anon.] 2015) が、その直前に外樹皮の最外層を0.5mmの厚さで残して「脱出予定孔」を形成する (黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992; 李夏鳴 (Li X-M) 1995; 王景濤 (Wang J-t) ほか 2007; 黄鵬 (Huang P) ほか 2012; 安岡 2017; 桐山・青山・岩田・隅田 未発表)。幼虫によるこの脱出予定孔の形成はアオカミキリ族に共通と考えられ、羽化後の成虫の大顎の木質組織破壊能・穿孔能力が退化していることを意味しているが、その生理・生態学的背景は不明である。

幼虫はさらに蛹室入口に炭酸カルシウムが主成分の石灰質蓋を形成し、その後越冬して頭部を下にして蛹化する (桐山・青山・岩田・隅田 未発表)。劉彬声 (Liu B-S) (1982) は5齢幼虫は頭部を出口方向に向け、分泌物で固められた2mmの細木粉の白い層を蛹室入口に作り蛹化するとし、黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992) や黄鵬 (Huang P) ほか (2012) も、老熟幼虫は脱出予定孔形成後に「分泌物」を用いてフラスをくっつけるとし、劉彬声 (Liu B-S) (1982) も羽化成虫が木屑繊維質の白色層を破り脱出するとしている。これらの記述はいずれもこの石灰質蓋形成を意味する可能性が高い。この石灰質蓋形成は、カミキリ亜科のミヤマカミキリ族・アオカミキリ族および近縁族に共通の特徴と考えられる (岩田 2015: 197p)。

この外見的に認めにくい脱出予定孔の最外薄皮層を破壊して殺虫剤や接着剤などを注入することで、容易に蛹室内個体を殺すことができ、さらにこの石灰質蓋を簡易に溶かすことができれば、殺虫剤注入による殺虫の効果が増すことが期待される。

蛹期は、安徽省において20～25日間（5月上旬～6月下旬）（劉彬声 (Liu B-S) 1982）、山西省・晋中市においては室内で雌は15～30日間（平均22日間）、雄は13～30日間（平均23日間）、野外で雌は16～30日間（平均23日間）、雄は14～28日間（平均22日間）（李夏鳴 (Li X-M) 1995）、3年1化性の河北省では14～30日（平均17日間；5月上・中旬に蛹化完了、6月下旬～7月上旬に羽化開始、8月上・中旬には羽化完了）（馬文会 (Ma W-h) ほか 2007）とされ、他にも22日間（胡 (Hu) ほか 2007）または14～30日間（馬 (Ma, W-h.) ほか 2007）または約2週間（桐山・青山・岩田 未発表）という数字が出ている。一方江西省南昌市では、蛹期は17～28日であるが、4月中旬蛹化個体では37日とされ（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992）、これは羽化の同期化を意味し、興味深い。

黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992) や李淑蓉 (Li S-l) (1992) によると、蛹は体長が35mm前後、初め乳白色で後に徐々に黄褐色となる。蛹の形態は Gressitt (1951) が最初に図示している。前胸両側と前縁に突起が見られる（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992）；黄鹏 (Huang P) ほか 2012；桐山・青山・岩田 未発表）。

5.4. 羽化, 成虫期, 成虫の行動

蛹からの成虫羽化から脱出までに要する期間については、山西省・晋中市で13～22日、脱出の時間帯は5～18時（最盛は7～11時でこれが約75%）（李夏鳴 (Li X-M) 1995）、あるいは河北省で3～5日（趙伶 (Zhao L) 2004）、時間帯は5～19時（その内8～12時がとくに多い）（王景濤 (Wang J-t) ほか 2007）とされている。蛹室内で羽化後、成虫の体躯全体が硬化するまでに数日を要し、羽化～脱出の間は3～5日（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992）、ある

いは1～3日（劉彬声 (Liu B-S) 1982）、13～22日（胡 (Hu) ほか 2007）とされ、一定しない。

羽化成虫は脱出予定孔を破って脱出する。羽化直後の成虫の前胸背板は最初浅黄色で1～5日で赤色に変化するとされる（李夏鳴 (Li X-M) 1995）。羽化後雌はすぐに飛散するが、雄は飛散するか発生樹やその周辺に留まるとされる（黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992）。

中国での成虫出現時期については、張燕如 (Zhang Y-R) ほか (2017) によると遼寧省では羽化は6月下旬～8月中旬で（ピークは7月中旬）、劉彬声 (Liu B-S) (1982) によると安徽省では野外で6月上旬～7月下旬（50日余り）、河北省では馬文会 (Ma W-h) ほか (2007) によると6月下旬～8月上旬（ピークは7月上旬～中旬；気候により時期は変動）、趙伶 (Zhao L) (2004) によると6～7月に羽化するとされ、黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992) によると全体として5～8月、福建省など南方各省では5月下旬が最盛期、湖北省では6月上・中旬が最盛期で7月上旬まで見られ、河北省では7月上・中旬が最盛期、山東省では7月上旬～8月中旬に出現し、北京市では7月中旬～8月中旬が最盛期となっている（なお筆者は北京市内で1992年7月1日に1♂1♀を採集している）。また李夏鳴 (Li X-M) (1995) によると、山西省・晋中市では6月上・中旬～8月中旬に成虫が羽化し、脱出の最盛期は7月上旬～下旬である。

日本国内の出現時期は、群馬県館林市のデータ（村田 2018）では6月下旬～8月中旬、7月中旬がピーク、埼玉県草加市のデータ（加納ほか 2014）では6月下旬～7月中旬で、7月上旬がピーク、徳島県板野町のデータ（中野・渡邊 2017；中野 2017a）では6月20日～8月4日、大阪府富田林市では7月上旬～中旬（北端 2017）、東京都あきる野市では6月下旬～7月上旬（小林明 2018）となっている。徳島県板野町（中野・渡邊 2017）や埼玉県草加市（桐山ほか 未発表）では詳しい発生消長も得られている。

また成虫出現時刻は、5～19時（その内8～12時がとくに多い）とされる（王景濤 (Wang J-t) ほか 2007）。雨後の好天時に成虫の脱出が集中するようである

(李夏鳴 (Li X-M) 1995; 胡 (Hu) ほか 2007; 中野 2018b)。

カミキリムシ科の常として、羽化消長は雄が早く雌が遅く (馬文会 (Ma W-h) ほか 2007; 浦野・加賀谷 2017), 羽化成虫のサイズは雌が雄より有意に大きい (浦野・加賀谷 2017)。

成虫の性比 (雌:雄) は1:0.94 (劉彬声 (Liu B-S) 1982), 約1:1.3 (呂 (Lu) 1995; 李夏鳴 (Li X-M) 1995; 胡 (Hu) ほか 2007), 1:0.71 (馬文会 (Ma W-h) ほか 2007), 約1:1 (中野 2017a) で、概ね1:1に近い。成虫は羽化後すぐに芳香を発する。またカミキリ亜科の常として、成虫は脱出後すぐに交尾可能である (王景濤 (Wang J-t) ほか 2007) が、脱出後交尾まで2~3日かかるとする記述もある (趙倫 (Zhao L) 2004)。

成虫の活動は低位置が多いが、樹上飛翔も確認され (加納ほか 2014; 桐山ほか 2015), 飛翔能力は通常40~70mとされている (劉彬声 (Liu B-S) 1982)。

成虫寿命は、劉彬声 (Liu B-S) (1982) によると安徽省において15~30日、祁 (Qi) (1993) によると山東省においては10日前後、李夏鳴 (Li X-M) (1995) および胡 (Hu) ほか (2007) によると雌が53~54日、雄が48~49日、その内訳は羽化~脱出が雌で18~20日、雄で17日、脱出~死亡が雌で34~37日、雄で31~32日であり、浦野・加賀谷 (2017) は雄平均で118日、雌平均で93日、最長は178日 (雌) としている。

成虫は基本的に昼行性にて走光性はなく (劉彬声 (Liu B-S) 1982; 饒 (Yiu) 2009), 夜間は樹冠などで静止して不活発で (劉彬声 (Liu B-S) 1982; 加納ほか 2014), 雨天時などにも樹冠や幼木の枝などで静止するのが観察されている (岩田 未発表)。概ね8時~15時に活動する個体が目立ち、全体的に午前中に飛翔回数が多く、雄よりも雌の飛翔回数が多い (小林諒介ほか 2016)。一方成虫は、晴天時枝で静止することも観察され (李夏鳴 (Li X-M) 1995; 胡 (Hu) ほか 2007), 筆者等の観察でも、成虫は体表面温度27℃以上で飛翔するが、晴天時30℃以上になると活動が減少するのが見られる (桐山・立石・

岩田 未発表)。しかし昼行性ゆえに昼間の活動は多様で、幹・枝・花で活動したり (Gressitt 1942), コナラ・クヌギの樹液に飛来したり (杉本 2015; 須田・村田 2017; 中野 2018b; 豊浦 2018), モモの果物や果汁を摂食したり (劉彬声 (Liu B-S) 1982; 中野・渡邊 2017) する。これらの摂食は雌の追加産卵に資する後食と考えられ、羽化個体の産卵に至る必須条件ではない (中野 2018c)。また、日本では訪花はこれまで一例も観察されていない。

5.5. 成虫の交尾行動と誘引フェロモン, その他の分泌物

張旭 (Zhang X) ほか (2000) によると、成虫の交尾時間帯は10:30~19:00, 劉彬声 (Liu B-S) (1982) によると、安徽省のモモでは樹冠上で気温が強い日差しで28℃に達する10~16時に枝をつたって下降して交尾するとされるが、それ以外の時間帯でも交尾は起こりうる (小林諒介ほか 2016)。成虫は昼間枝の上面で交尾するともされる (劉彬声 (Liu B-S) 1982; 黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992)。

雄は雌成虫にマウントしてガーディングし、多回交尾する (劉彬声 (Liu B-S) 1982; 黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992; 張旭 (Zhang X) ほか 2000)。雌では大型個体がマウントと交尾に優位性があり、雄では各行動への体サイズの影響はないとされる (小林諒介ほか 2016)。

かつて劉彬声 (Liu B-S) (1982) は安徽省において、雌を隔離飼育すると50m以上離れた雄が集まると述べているが、カミキリ亜科の原則からして揮発性雌性フェロモンの存在は考えにくい。そうした中、揮発性雄性フェロモンを有するカミキリ亜科の原則通り、Fukaya *et al.* (2017) は風洞実験による飛翔定位観察などにより、本種雄成虫が雌を誘引する長距離揮発性性フェロモンを分泌することを明らかにし、衣浦ほか (2018) もこれを野外実験で再確認した。一方魏 (Wei) ほか (2013) は、半月間絶食させた本種成虫より6種の低分子有機物を検出し、その主要成分は未同定化合物2種とローズオキシド (テトラヒドロ-4-メチル-2-(2-メチルプロペニル)-2H-

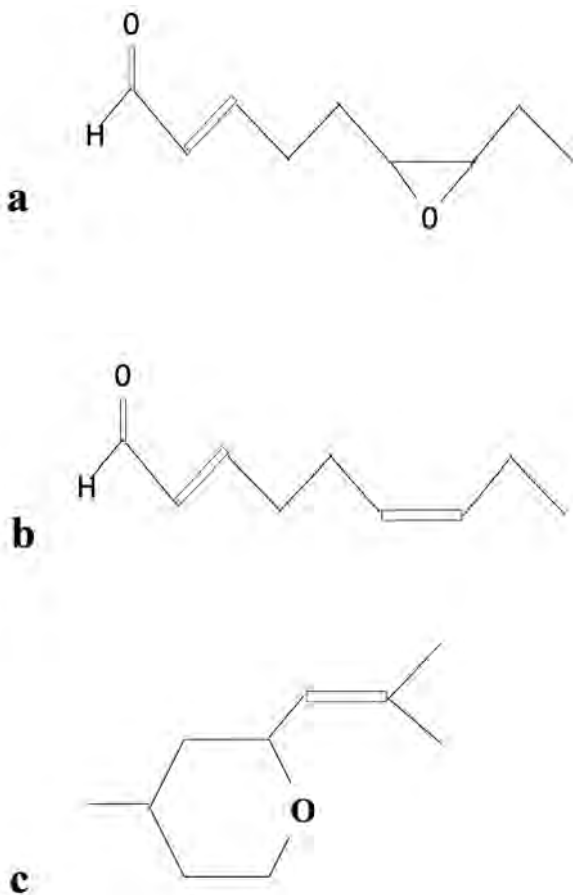


図-2 クビアカツヤカミキリ雄集合・性フェロモン(a), および成虫から分離された同関連化合物(b)とローズオキシド(c)

- a, (*E*)-2-*cis*-6,7-epoxynonenal
 b, *trans*-2,*cis*-6-nonadienal
 c, rose oxide

ピラン；図-2)で、ローズオキシドは雌の方が雄より分泌量が多く、集合フェロモンと推察された。しかしその後本種雄成虫は、(*E*)-2-*cis*-6,7-epoxynonenalと同定される揮発性誘引フェロモン(図-2)を分泌することが明らかとなった(Xu *et al.* 2017；中野・渡邊 2017)。中国・安徽省・合肥市と日本・徳島県・板野郡[板野町]においてこの合成品による誘引効力試験が行われ、雌の方が雄より誘引されやすいことが示された(Xu *et al.* 2017；中野・渡邊 2017)。このフェロモンは野外では両性を誘引することから、集合フェロモンと性フェロモンの両機能を併せ持つ「集合・性フェロモン」(aggregation—sex pheromones) (Cardé 2014) に分類されるべ

きものである(ただし雌の方が誘引されやすい)。このフェロモンは、モニタリングや捕殺に効力を発揮することが期待され、そのラセミ体とエナンチオマーの合成法の提案もMori (2018) によりなされている。Mori (2018) はまた、この化合物のラセミ体も同様のフェロモン活性を有するとしており、これは応用的には朗報といえる。

なおこれらの研究においては、(2*E*,6*Z*)-nona-2,6-dienal (図-2) も付随して成虫から検出された(魏(Wei) ほか 2013; Xu *et al.* 2017)。これは後に同定された雄集合・性フェロモン (*E*)-2-*cis*-6,7-epoxynonenalの還元体であり、フェロモンの前駆体と考えられる。

この他本種は、*Aromia*属における常としていわゆる「麝香臭」を放出し、これは警戒フェロモンとして機能するものと推察される。魏(Wei) ほか(2013)の研究において単離された6種の化合物のうちのいずれか(ローズオキシドrose oxideおよびその誘導体、等)、あるいはそれらの組み合わせがこの警戒フェロモンに相当するものと考えられる。

一方昼行性である本種成虫の雌雄邂逅に際し、視覚情報もこれに関与していることが示唆されている(Fukaya *et al.* 2017)。

5.6. 雌成虫の卵保有数, 卵形態, 産卵

本種雌成虫の保有卵数・産卵数は甲虫としては非常に多い。劉彬声(Liu B-S) (1982) は、雌産卵数は正常個体で平均170個、小型個体(体長18mm)で9個、大型個体(33mm)で375個、李夏鳴(Li X-M) (1995) は総産卵数が91~734個(平均325個)、呂(Lu) (1995) は産卵数が324~354個、余(Yu)・高(Gao) (2006) は産卵数が112~362個、胡(Hu) ほか(2007) は1♀平均の産卵数が324、浦野・加賀谷(2017) は生涯産卵数が平均269個、最大1056個としており、筆者等の未交尾雌2個体の卵巣の観察(桐山・岩田未発表)でも保有卵数が320、372と大きな数字を示した。この小卵多産の傾向(浦野・加賀谷 2017)は、本種がカミキリムシとしては特異的に高度に戦略種であることを示唆する。

雌成虫はカミキリ亜科の常として、脱出後すぐに

交尾可能で(王景濤 (Wang J-t) ほか 2007), 後食なしに産卵し(ただし樹液や果実などの後食(5.4)は見られる), 産卵加工もほとんど見られない(李夏鳴 (Li X-M) 1995; 桐山・岩田 未発表)。脱出から産卵開始までに要する日数は山西省・晋中市で2~9日(李夏鳴 (Li X-M) 1995), 交尾から産卵開始までの日数は河北省で約4日(王景濤 (Wang J-t) ほか 2007)とされる。

本種は両性生殖の他に単為生殖も可能とされた(胡 (Hu) ほか 2007)が, これは再検討が必要である。

卵形態はゴマ粒状で, 一般に卵サイズと保有卵数が反比例する関係で, 平均長1.68mm, 平均幅0.78mmと非常に微小である(浦野・加賀谷 2017)。黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992) 他は, 卵の長さを6~7mmとしたが, これは明らかに誤りである。卵は強い粘着力を有する(浦野・加賀谷 2017)。

雌成虫の産卵はいずれの樹種でも胸高直径20cm以上の大径木に多く(とくにサクラ類の場合), 地上高50cm以下(あるいは35cm以下), 高密度でも4m以下の低い位置に集中し, 幼木の場合も幹に限られ, 凹凸が多い根際や幹部や太枝において樹皮の割れ目や隙間などに対してなされる(Gressitt 1942; 劉彬声 (Liu B-S) 1982; 黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992; 李淑蓉 (Li S-l) 1992; 呂 (Lu) 1995; 胡 (Hu) ほか 2007; 加納ほか 2014; 石井 2017; 小林明 2018; 山本・石川 2018; 中野 2018c)。趙伶 (Zhao L) (2004) は宿主樹の地上高3cmまでの箇所産卵するとしたが, これは3mの誤記であろう。また山西省・晋中市のデータによると, 幹では地上高17~50cmに64%が, 枝では100cmまでに47%が, 太い枝では上面に67%が, 下面に33%が産み付けられるとされる(李夏鳴 (Li X-M) 1995)。呂 (Lu) (1995) は産卵箇所の最低位置は地上高0.50mとしている。徳島県ではモモの老樹で地上2mの主枝からのフラスが確認され(中野・渡邊 2017), モモ, ウメ, ソメイヨシノすべてで被害樹のほとんどが老木である(中野 2017b)。しかし一部モモ7年生樹でも発生が見られ(中野 2018b), 実際筆者が北京市内で1992年7月1日に成虫を採集したのは胸高直径数cmのウ

メ幼齢木であった。

一方東京都のサクラ類では, 高さ1.2m, 幹径30cm以下のものが枯死し, 幹径60cm以上のものは枝枯れするも枯死は当面見られないともされている(小林明 2018)。しかし産卵と食害は, 密度増加に伴い幹の地際から上方へと展開していき, 遂に枯死に至るものと思われる。大阪府での観察(山本・石川 2018)では, サクラ類の被害部位の最高地上高平均値は被害1, 2, 3年目でそれぞれ57cm, 106cm, 157cmとなり, 経時的に著しく上昇したが, 全般的に地際(地上高2m以下)に偏っていたという。一方, 密度増加で一部地際から根部へと産卵・食害が展開する場合があります, 伐倒処理で生じた切株の根部からフラスを排出して生存が露見する。中国・安徽省において, 高密度発生になると幼虫は互いに接触せず, 体長は4~40mmとばらつき, 加害部も細枝や根部に及ぶようになるとされ(劉彬声 (Liu B-S) 1982), 幼虫穿孔道は地面下6~10cmまで到達しうる(黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992)。

産卵の樹幹上の方位は, 河北省では東側が最多, 西側が最小(王景濤 (Wang J-t) ほか 2007), 一方山西省・晋中市では東(32%)>南=北(25%)>西(20%)と報告され(李夏鳴 (Li X-M) 1995), 同じ傾向を示している。

一度の産卵数については, 1産卵箇所産卵1卵, 稀に数卵(最大6)産下されるようで, 卵塊で産卵することもある(李夏鳴 (Li X-M) 1995; 余 (Yu)・高 (Gao) 2006; 胡 (Hu) ほか 2007; 浦野・加賀谷 2017)。

雌成虫の交尾後の抱卵期間は4~5日(劉彬声 (Liu B-S) 1982; 余 (Yu)・高 (Gao) 2006), または2~9日(平均4日)(呂 (Lu) 1995; 胡 (Hu) ほか 2007)とされ, 産卵期間は5~7日(黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992), モモ果実を与えると4~43日(平均26日)(李夏鳴 (Li X-M) 1995)とされる。雌1頭の経過観察(桐山・岩田 未発表)では, 6月25日に羽化脱出・交尾した個体が6月27~28日に25卵を産みこれが7月7日に孵化, さらに間を置いて7月6~7日に101卵を産むのが見られ, この

場合抱卵期間は2日、産卵期間は11日以上となる。同様に山西省・晋中市での観察では、成虫の産卵には間隔性があり、1～5日（1日が61%）の間を置き、1日の産卵数は2～5個が多く、産卵ピークは産卵開始15日目に見られるという（李夏鳴 (Li X-M) 1995）。

産卵可能な時間帯は、山西省・晋中市で5～22時で、野外では8～18時、室内では11～18時（李夏鳴 (Li X-M) 1995）、河南省では8～18時とされている（呂 (Lu) 1995）。

5.7. 1世代所用年数と休眠性

本種の1世代所用年数は気候帯などによって異なる。Gressitt (1942) は中国では恐らく年1化性としたがこれは温暖地に限られ、黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) (1992)、李淑蓉 (Li S-l) (1992)、胡 (Hu) ほか (2007) などは、中国では概ね2年1化性、一部3年1化性で、2年1化性の場合若齢幼虫と老熟幼虫で2回越冬、3年1化性の場合1回目は内樹皮内、2回目は形成層付近、3回目は木部内でそれぞれ越冬するとしている。比較的寒冷な山西省・晋中市では3年1化性（李夏鳴 (Li X-M) 1995）、河南省でも3年1化性で3回目の冬は蛹室内で越冬（呂 (Lu) 1995）、河北省では多くが3年1化性（馬文会 (Ma W-h) ほか 2007）、3年1化性（王景濤 (Wang J-t) ほか 2007）または2年1化性（趙伶 (Zhao L) 2004）、山東省では2～3年1化性（祁 (Qi) 1993）、安徽省では2年1化性（余 (Yu)・高 (Gao) 2006）、遼寧省・瓦房店市でも2年1化性（張燕如 (Zhang Y-R) ほか 2017）、温暖な四川省では年1化性（張旭 (Zhang X) ほか 2000）とされる。以上まとめると、寒冷地で3年1化性、温暖地で1年1化性、その間では2年1化性となり、日本ではほとんどが年2化性と思われる。黄鵬 (Huang P) ほか (2012) は幼虫期は23～35ヶ月としており、これは2年ないし3年1化性を意味している。

一方劉彬声 (Liu B-S) (1982) は安徽省において、老熟幼虫のいる近くに生みつけられた卵からの孵化幼虫はフラスを摂食して発育が悪く3年1化性とな

り、また実験室内飼育虫は平均体長18mmと小さく、生活環は343日（年1化性）となり、モモ木粉にグルコース0.5%溶液を加えたもので年1化性飼育が可能としており、他の一次性カミキリムシ種と同様、1世代所用年数は気温の他、栄養状態にも影響されることがわかる。

5.1に記したように、本種に幼虫休眠性が認められている（趙伶 (Zhao L) 2004；浦野・加賀谷 2018）。キボシカミキリ *Psacotha hilaris* (新谷 2004) やマツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* (Nakamura-Matori 2008) の例（産地によって休眠性・非休眠性の違いがある、または個体群内の両者の比率が異なる）もあり、中国での研究が進めば、南方個体群で幼虫非休眠性が見いだされる可能性もある。

発生予察や侵入履歴解析には1世代所用年数、休眠性か否か、発育零点、有効積算温度などの情報が必要で、今後の研究の進展が待たれる。

5.8. 生息環境

本種の日本における発生地を見渡すと、いずれも都市近郊の平地にて喬木密度が非常に低い疎林環境であることがわかる。これが、都市近郊への侵入の初期のみに見られる特異現象である可能性もあるが、山地など喬木密度の高い環境へ本種の拡散・侵入が起こりにくいことを示唆していることも考えられる。天然分布域の中国などでは、森林国である日本と比べて喬木密度の高い森林環境は少なく、また中国の森林環境では本種の発生がないあるいは少ない可能性も考えられるが、そういった知見は見られない。しかし本種クビアカツヤカミキリは、喬木密度の低い疎林に相当する環境を好む種かもしれない。任意乾燥耐性はそれに呼応するものかもしれない。

なお、上海市のモモ園（生態学的には疎林）において、モモの木を {樹幹上部・中部・下部} × {東・西・南・北} の計12のニッチに分け、モモの主要な害虫種などの棲息を調べ、それらの棲息ニッチの幅がモモ園のシロツメクサ *Trifolium repens* グラウンドカバーの有無でどのように異なるかを調べる研究が行われ、害虫種の中では幹穿孔性種であるクビアカツ

ヤカミキリが、シロツメクサ有りの場合でニッチ幅の最大値を示し、シロツメクサ無しの場合でこの値が低下したという（万（Wan）ほか 2011）。これが何を意味するかは不明であるが、宿主樹への施肥に関連した現象かも知れない。

6. 調査法・駆除法・根絶法・行政対応

6.1. 誘引捕殺

一般に害虫の誘引捕殺は、発生モニタリング、および発生密度低下・駆除という異なる2つの目的のもとで行われる。しかし誘引捕殺するのみでは簡単には密度低下・駆除には至らず、概ね前者、すなわち発生モニタリングに使用されることが多い。本種でもこれを念頭に方法が開発されている。ただし侵略的害虫の根絶一般に、誘引剤と誘引器でモニタリングの検出力が増大して根絶費用が抑えられ、大量捕獲法は他の方法と組み合わせると根絶に至りやすいとされ（Brockerhoff *et al.* 2010）、誘引捕殺法の有用性は高いといえる。

本種成虫はクヌギ・コナラなどの樹液を後食する（5.4）。広葉樹の樹液は一般に、内樹皮内を下降して光合成で得た糖類などを樹体各所に行き渡らせているが、一次性穿孔虫の食害あるいは物理的傷害などで内樹皮が露出すると、その箇所から外部へ樹液が滲出し、そこで酵母菌などにより糖類発酵作用を受けてエタノールを発する。これが指標となって可溶性糖類などの栄養を得るべく様々な昆虫が集まって来る。いわゆる「昆虫酒場」である（岩田 2015: pp. 217-218）。本種クビアカツヤカミキリ成虫もこのギルドに加わっており、天然分布域の中国ではこれにヒントを得た人工樹液として「糖酢液」なるものが考案されている。ここでの組成は砂糖水：酒：酢=1：0.5：1.5で（呂（Lu）1995；趙（Zhao）ほか 1997；王景濤（Wang J-t）ほか 2007）、成虫（時に雄）の誘引捕殺が可能となっている。ドイツ・Bayern州でもリンゴ酢のフライトトラップによる捕獲の試みがなされている（Hörren 2016）。

日本国内でも、この配合比のものをサンケイ化学式黒色誘引器に装着し、愛知県海部郡（岩下ほか

2018）、群馬県館林市（中山・桐山・岩田 未発表）、他で成虫の誘引捕殺が行われ、モニタリングに有効であることが示されている。一方、マツノマダラカミキリをターゲットにしたマダラコール（+黒色誘引器）やスギノアカネトラカミキリをターゲットにしたアカネコールBA（酢酸ベンジル）（+白色誘引器）は誘引効力を示さなかった（中山・桐山・岩田 未発表）。また、糖酢液で捕獲された雌成虫は保有卵数が少なく、既に半ば交尾・産卵を終えた個体のみが更なる繁殖のための栄養補給で樹液に飛来するものと考えられ、この捕殺法が繁殖抑制に十分寄与するわけではないことが示唆される（中山・桐山・岩田 未発表）。

一方日本では、上述（5.5）の集合・性フェロモンである（*E*）-2-*cis*-6,7-epoxynonenalの合成品および生きた雄成虫をアメリカ式直行障壁板式トラップに装着した誘引試験が、徳島県板野町の被害モモ園で実施され、いずれも雌雄成虫に対する誘引効果が示された（Xu *et al.* 2017；中野・渡邊 2017；衣浦ほか 2018）。さらに、上述の糖酢液と集合・性フェロモン合成品を組み合わせた誘引試験も行われ、より高い誘引効果が示されている（桐山・所・深谷・中山・滝・加賀谷・岩田 未発表）。

誘引フェロモンの関連では、カナダにおいてトウヒ属 *Picea* の穿孔虫 *Tetropium fuscum*（トドマツカミキリ属の一種；欧州から北米に侵入した針葉樹の穿孔性害虫）の雄集合フェロモンを含有する固形製剤をヘリコプター散布することで、交尾攪乱により同種個体群が抑制され、雌成虫既交尾率も減少したことが報告されている（Sweeney *et al.* 2017）。クビアカツヤカミキリでも同様の試みは可能と思われる。

6.2. 化学的駆除法

侵略的外来種の根絶に際しては一般に、殺虫剤の適用は住民に不安を抱かせ問題化しやすく、使用する殺虫剤は適用範囲の狭いもの（“green chemistry”製剤）がよいとされる（Brockerhoff *et al.* 2010）。

天然分布域の中国では、穿孔箇所の局部燻蒸、幼虫食坑道への殺虫剤注入、宿主樹幹表面の殺虫剤処

理による産卵阻止、成虫への殺虫剤直接噴霧といった化学的駆除法が試みられ（呂 (Lu) 1995；蔣海堯 (Jiang H-Y)・閻 (Yan) 2004；趙倫 (Zhao L) 2004；龔 (Gong) ほか 2013), モモに対して複数のピレスロイドの名前もあがり（劉彬声 (Liu B-S) 1982), また成虫発生時期の噴霧処理薬剤に「螟松乳油」といった薬剤名もあがっている（趙倫 (Zhao L) 2004）。

日本では、アセタミプリド400ppm溶液、フェンプロパトリン200ppmエアゾール、メタフルミゾン2500ppm溶液のソメイヨシノ樹幹排糞口へのノズル注入による殺虫試験が行われて各剤の効力が評価され（安岡 2017), さらに有機燐系、ネオニコチノイド系、新規ジアミド系も有望とされている（中野・渡邊, 未発表）。そうした中、一次性樹幹穿孔虫（とくにカミキリムシ幼虫）汎用のフェンプロパトリン0.02%剤であるノズル注入式の「ロビンフッド®」エアゾールが開発・上市され（佐藤・佐藤 2017), 本種に適用されるに至っている（中野・渡邊 2017）。しかし幼虫をターゲットとする殺虫剤注入は、その浸透性と拡散性が有効性の鍵で、場合によっては補助注入孔あけなどが必要で、薬液の浸透・拡散が十分に望めないこともあり、その限界が指摘されている（佐藤・佐藤 2017；中野・渡邊 2017；中野 2018a；加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018b)。なお、李夏鳴 (Li X-M) (1995) は排糞孔への各種薬剤注入に際して、効果を見るためその時点で地際のフラスを清掃しておくことが必要としている。

マツノマダラカミキリの予防散布にヒントを得た本種成虫をターゲットとした殺虫剤散布（中野 2017a；他）は、本種成虫が羽化脱出後樹皮などを後食しないこと、羽化脱出後成虫に定住性がないこと等により有効性があまり期待できないといえる。

後述するIPMあるいはIPE (6.5) の観点からも、殺虫剤を用いる化学的駆除法に頼り切ることには十分かつ危険であることを念頭に、これはあくまで補助手段の一つであると考えべきであろう。

6.3. 生物学的駆除法

天然分布域の中国では、いずれもカミキリムシ科

一般の天敵ではあるが、捕食寄生性外部寄生蜂であるアリガタバチの1種 *Sclerodermus guani* (劉彬声 (Liu B-S) 1982；黄邦侃 (Huang B-k)・趙 (Zhao) 1992；龔 (Gong) ほか 2013), 捕食寄生性外部寄生甲虫のサビマダラオオホソカタムシ *Dastarcus helophoroides* (ムキヒゲホソカタムシ科) (とくにカミキリムシの蛹期に対して) (李夏鳴 (Li X-M) 1995；龔 (Gong) ほか 2013；門 (Men) ほか 2017), 病原性線虫 *Steinernema* spp. (劉峰 (Liu Z) ほか 1993；劉奇志 (Liu Q-z) ほか 1997；劉奇志 (Liu Q) ほか 1998；龔 (Gong) ほか 2013), 昆虫寄生菌である *Beauveria* spp. (白殭病菌) (李夏鳴 (Li X-M) 1995；王景濤 (Wang J-t) ほか 2007；時 (Shi) ほか 2009；龔 (Gong) ほか 2013), 任意的捕食者であるキツツキ類 (李夏鳴 (Li X-M) 1995；龔 (Gong) ほか 2013) などが生物学的防除に用いられる天敵として挙げられ、線虫は試験もなされている（劉峰 (Liu Z) ほか 1993；劉奇志 (Liu Q-z) ほか 1997；劉奇志 (Liu Q) ほか 1998）。サビマダラオオホソカタムシについては、その由来カミキリムシ宿主種の本種への寄生に関する効果が調べられているが、何らかの生物学的意味のある結果とはなっていない（門 (Men) ほか 2017）。白殭病菌については、内蒙古で *Beauveria bassiana* を *Scleroderma guani* (アリガタバチ科) に媒介させる形で幼虫を感染させる試験とその実用化が報告されている（時 (Shi) ほか 2009）。この他、毒きのこのドクキツネノカラカサの振盪培養発酵液の幼虫に対する殺虫試験も見られる（洪 (Hong)・楊 2010, 2011）。

東京都のサクラ類において、被害発生部位が地上高4m以下であること（5.6で既述）について、コゲラ（キツツキ類）などの捕食との関係が示唆されている（小林明 2018）。鳥類では他にカラス類 (?) による捕食も観察されている（豊浦 2018）。

さらに日本においては、*Beauveria brongniartii* (= *B. asiatica*) の不織布製剤である「バイオリサ・カミキリ・スリム®」を、後述の網掛け発生木の網の中に入れることで羽化脱出成虫を感染させて駆除する試みがなされ、実験室内（桐山・原田・岩田, 未発表）および野外試験（加賀谷 (Shoda-Kagaya)

ほか未発表)とも高い効果が示されている。

この他米国において、ツヤハダゴマダラカミキリについて米国在来種の寄生蜂類の天敵としての可能性・性能の査定が行われており (Duan *et al.* 2016), クビアカツヤカミキリについても中国産・日本産の寄生蜂・寄生蠅の調査と利用の検討は価値が認められる。

不妊化虫放虫による根絶は、雄単数回交尾種で、拡散能が低く、年1化性で狭食性の種で効力が高いとされ (Brockerhoff *et al.* 2010), 本種には適用は難しそうである。

6.4. 物理的駆除法

本種の物理的駆除法に分類される方策は大きく分けて、産卵防止、羽化脱出防止、直接殺虫、電磁波殺虫があるとされる (龚 (Gong) ほか 2013)。

産卵防止法では、成虫出現期の前に消石灰・硫黄などより成る塗布薄膜材を用いて樹幹や太枝を被覆する方法があり (李夏鳴 (Li X-M) 1995; 蒋海艶 (Jiang H-Y)・閻 (Yan) 2004; 胡 (Hu) ほか 2007; 王景濤 (Wang J-t) ほか 2007), 消石灰10部, 硫黄1部, 食塩2部, 水40部よりなる剤を「白塗剤」と称して使用している (趙伶 (Zhao L) 2004)。これが物理的駆除法では最も有望な方法とされている (龚 (Gong) ほか 2013)。日本では徳島県において、ゴマダラカミキリによる柑橘類への産卵を防止するためのポリビニルアルコールおよびポリビニルアセテートを用いた塗布皮膜の試み (小林尚 1957) が知られ、本種に対するその適用は可能と考えられる。

羽化脱出防止法は、上述 (5.3.) の脱出予定孔への木工ボンドなどの接着剤注入による封じ込め策がある (桐山・岩田 未発表)。

直接殺虫には、成虫が昼に枝で静止することを利用した成虫ふり落とし捕獲、手や足による捕獲・捕殺、食坑道内幼虫の針金などによる刺殺、産下直後の卵の叩きつぶし、小刀による樹皮剥ぎと樹皮下の若齢幼虫捕殺などがある (蒋海艶 (Jiang H-Y)・閻 (Yan) 2004; 趙伶 (Zhao L) 2004; 龚 (Gong) ほか 2013)。趙伶 (Zhao L) (2004) は、捕殺は朝6

時より前と雨後日照時が最適としている。

徳島県板野町のモモ被害地では、クラウドファンディングと「クビアカツヤカミキリ捕殺隊」による人海戦術での大量捕獲が行われている (中野・渡邊 2017)。これらの事業は、研究用の成虫確保に向けた捕獲虫の買い取りを前提としたものである (渡邊 2017; 中野 2018c) が、人海戦術は山口県周防大島におけるウンシュウミカンの害虫ゴマダラカミキリの捕殺と農協による買上げ (加藤 1982) に端を発したものである。

さらに、羽化してきた新成虫を拡散させずに発生樹に留め置く方法として、フラス排出の見られる木の下部に対するネット被覆がある (中野 2017a; 大阪府環農水研 2018; 埼玉県環国セ 2018)。これは、徳島県勝浦町の柑橘園におけるゴマダラカミキリ防除での試みに端を発し (中西・行成 1992), 本種の関連では埼玉県草加市で、筆者等の助言のもと最初実施された。ネット被覆は成虫発生時期の6月に入る前に実施すべきであるが、成虫がネットをかみ切ったり隙間から逃亡したりして完全駆除には至らないこと (中野 2017a), モモなどの不規則な枝振りの樹種では被覆しにくいという欠点があること (中野 2018b) が指摘されている。このネット内に *Beauveria* 製剤 (6.3.) を設置して、羽化脱出してきた成虫を感染させる殺虫法も考案されている (桐山・原田・岩田 未発表; 中野 2018c)。

以上の様々な誘引捕殺法, 化学的駆除法, 生物学的駆除法, 物理的駆除法はしかし、すべて完全駆除に至ることが難しく、限界があることは否めない。完全根絶に到る徹底的駆除の唯一の方法は、できるだけ早い段階での発生木の徹底的な伐採 (岸・五箇 2017) と、それに続く被害木の焼却, 水没, 土埋め, チップ化による完全殺虫である (中野 2018a)。しかし実際には、伐採処理を激害木のみについて行うことが推奨され (中野・渡邊 2017; 中野 2018b; 加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018b; 他), また現実問題としてモモやウメの場合, 果実収穫が可能なものは薬剤処理, ネット被覆, 捕獲などの方法を組み合わせて対処することも提案されている (中野

2018a)。被害地で実施する材の完全殺虫法ではチップ化が、チップ購入などの初期投資は必要なものの、その後の労力が最も少ないベストの方法と考えられる。

伐採とチップ化は侵入食材性昆虫の根絶の基本であり、これまでに欧米などにおける外国からの侵入食材性昆虫では最も推奨される方法となっている (Brockerhoff *et al.* 2010 ; Meng *et al.* 2015 ; Faccoli & Gatto 2016)。しかし伐採には市民との感情的な軋轢が付きものであり (Brockerhoff *et al.* 2010 ; Meng *et al.* 2015), その解決には行政的対応が必要となる。

チップ化に関する技術的検討も他の害虫種で行われており、昆虫のサイズにもよるが概ねクビアカツヤカミキリのような大型種では生き残りの可能性は極めて低く (Wang B *et al.* 2000 ; McCullough *et al.* 2007 ; 高橋健太郎 2016), チップ化で生じるチップの中には、若齢幼虫など小さいサイズのものが生存する可能性はあるが、基本的に食材性昆虫はその生活空間が食入中の材片に限定され、別材片への移住ができないため (岩田 2015 : 200p.), 最終的に生き残る可能性はないといえる。アオナガタムシ *Agrius planipennis* (タムシ科 ; 中国から北米に侵入したトネリコ属の穿孔性害虫) の幼虫を含むチップの加熱駆除試験では、ISPM-15で定められた梱包材の熱処理基準条件 (120分, 55℃) で一部の幼虫が生き残ったとされ (McCullough *et al.* 2007), この種の成虫は体長1.1 ~ 1.5cmと小型なため懸念が生じるが、本種クビアカツヤカミキリは大型なためチップ内での発生の懸念はないといえる。

被害材の運搬にも細心の注意が必要で (Brockerhoff *et al.* 2010), 被害木はとくに成虫発生時期には運搬を絶対に避けなければならない。またチップ化などの処理地で被害材を長期野積で放置することも、そのまま成虫発生期に突入してしまうことを考えて、極力避けなければならない。

本種幼虫は上述 (5.6.) のように大径木の地際近くを穿孔するが、発生密度が高いと太い根部にも侵入・穿孔し、伐採後の切株の根部からのフラス排出

も稀に見られる。この場合の蛹化箇所は不明であるが、これらの個体はいずれにせよ駆除しにくい。これに対しては、残存根部への徹底的殺虫剤注入、さらにはシヨベルカーなどによる切株の掘り起こしも必要となってくる。ただし本種は基本的に地上部穿孔性なので、他種のような深い根部への侵入の可能性はやや低いといえる。

6.5. 侵略的外来種の生態学, IPMとIPE, 行政対応

一般に生物は、①人や産物への取り付き、②移送とその間の生き延び、③「侵入圧」 (“propagule pressure”) が高い状態での新天地での生き延び (多くの場合、侵入個体数が少なくして侵入圧不足となり、定着に失敗する)、④「アリー効果」 (“Allee effect”) による個体数の増加 (同様に多くの場合、個体密度不足でこの効果発現に至らず、配偶できずに絶滅する)、⑤「侵略橋頭堡効果」 (“invasive bridgehead effect”) での加速による分布拡張 (上陸直後に障壁が突如なくなることによる爆発的增加) と推移し、重要な侵略種となるとされる (Su 2013)。本種クビアカツヤカミキリは既に④⑤の段階にさしかかっているといえる。これに対処する根絶作戦は以下の4点が望まれる : (1) 増殖率が低いこと, (2) 低密度で生息検出が容易なこと, (3) 宿主樹が限られること, (4) ノンターゲット種へのインパクトが低い処理法があること (Brockerhoff *et al.* 2010)。本種の場合(1)以外は該当している。また, (a) 飛翔種は集合しないので根絶しやすく, (b) 新たに定着した個体群は認知が早いほど根絶しやすい, ともされる (Brockerhoff *et al.* 2010)。

前節までに本種クビアカツヤカミキリの様々な駆除法・発生防止法を列挙したが、本種の根絶にはこれらすべての方法を適宜援用する総合防除 (IPM) が不可欠であり、これはすでに黄鵬 (Huang P) ほか (2012) や龚 (Gong) ほか (2013) が天然分布域の中国での対応として解説している。しかし本種に関するその体系化はなされていない。各発生地における、それぞれの実情・風土的要因をもとにした駆除の試みは、これを詳しく記録し公表し、それらを総合することで、本種のIPM体系が打ち立てられ

よう。一方Brockerhoff *et al.* (2010) は、侵略的外来種の根絶に際し、総合防除 (IPM) の概念に基づき、様々な手段を組み合わせる「総合根絶」(IPE) という用語を提唱しており、本種の日本における取り組みはまさにこれに当たる。

そうした中、加賀谷 (Shoda-Kagaya) (2018a) は本種の日本における駆除スケジュールを次のように提案した：5月薬剤注入，5月末網掛け，6～7月網内の成虫捕殺，8月網撤去，8～9月薬剤注入と被害調査，10月以降伐採。これは本種の生活史と手段の実行可能性 (フィージビリティ) を考慮したもので、根絶対策の根幹になるものと思われる。

IPEの実行には行政対応，一般の合意，そして費用対効果査定に基づく実行可能性の保証が不可欠である。行政対応と一般の合意については，米国・Massachusetts州におけるツヤハダゴマダラカミキリの根絶への取り組みに際する，すべての関係者への聞き取りなどを通じた社会的・政治的・生態学的要因と，地方自治体の根絶事業の不具合とその克服についての研究 (Palmer *et al.* 2014) が参考となる。費用対効果査定と根絶事業の実行可能性については，イタリア北東部のツヤハダゴマダラカミキリの根絶事業における分析研究 (Faccoli & Gatto 2016) が参考になる。この研究では，被害木の伐採とチップ化を前提とすると，根絶により救われる樹木の景観的価値は根絶事業の経費の6倍と試算されている。このような経済的査定が本種のIPEにも必要となってくる。根絶事業には利益が費用の2倍以上，実際は8倍以上となることが要求され (Brockerhoff *et al.* 2010)，IPEの費用は侵入からの経過年数の単調増加関数なので，早ければ早いほど安上がりかつ実行可能となる。北米におけるツヤハダゴマダラカミキリの根絶対応は数年のうちに4万本の樹を切り，80万本を樹幹注入処理するに至り，費用は総額3.7億米ドルにも上り，アオナガタムシや *Tetropium fuscum* とともに根絶が不可能となっているとされる (Brockerhoff *et al.* 2010)。

一般に本種のような厄災的な侵略的外来種に対しては，上述 (6.4.) のように徹底した根絶 (一次性

食材性昆虫の場合は，被害木の伐採および焼却・水没・土埋め・チップ化による殺虫) が必要である。これには非常に明快なアナロジーがある。それは鳥インフルエンザの防疫処理である。一般に，野鳥に運ばれたと考えられる鳥インフルエンザウイルスに禽舎内のニワトリが少数感染すると，患禽および疑似患禽，健全個体を問わず禽舎内の全てのニワトリを直ちに二酸化炭素などにより殺処分しなければならない (藤田 2004；岡田・田代 2005)。この場合，殺処理される未発症ニワトリ个体に関する憐憫感や経済的損失は緊急事態ということで完全に度外視され，またこのことについては一般のコンセンサスはほぼ確立している。繁殖速度，感染力などにウイルスと昆虫で明らかな違いはあるものの，本種クビアカツヤカミキリのような侵略的外来種昆虫の発生でも，原則これに倣った措置が講じられなければならない。この場合，フラスをごく少量でも樹幹から排出しているサクラ，ウメ，モモは，それに対する思い入れ，経済的価値等々をすべて度外視して直ちに伐採してチップ化などの殺虫措置を講じなければならない (岸・五箇 2017)。さらに徹底した措置として，鳥インフルエンザにおけると同じように，フラス排出樹に隣接した一見未被害樹とおぼしきものも同時に同じように処理するのが理想であり，これが実行できれば相当迅速な根絶が可能である。

現実には，観賞を旨とする庭園樹・街路樹に対してはその所有者や利用者が特別の思い入れを抱き，これを阻む傾向が著しい。ウメ，モモ，スモモなどの果樹は農産物との位置づけから，農業被害に際する防疫措置としてこのような処理は比較的行われやすいが，日本国内の本種宿主樹の中で最も本数の多いサクラ類はそれ故被害が最も著しく，産業的的重要性が下位に置かれることと上述の市民や所有者の思い入れがからんで，このような必要措置がなかなか実行されないのが現状である。米国および欧州に侵入したツヤハダゴマダラカミキリの根絶事業において，カエデ類などの被害木の徹底的な伐採とチップ化 (または焼却)，および切株の粉碎で拡散は阻止できるが，これにより一般住民との軋轢は生じうる

とされ (Meng *et al.* 2015), ここでも同様の問題が生じているようである。以上の事態に即し, 筆者はかつて新聞取材に際して, 「しかるべき措置がとられない場合, 今後数十年の内に日本で花見が行えなくなる」という警告を発し, これはインパクトを伴って周知されるに至っている。

サクラ類は枝などの切り口から木材腐朽菌の侵入を受けやすく, これによる衰弱が顕著な樹木である (和田 2007)。日本ではサクラ類の中で最も本数の多いのがソメイヨシノであり, 本種クビアカツヤカミキリの被害も圧倒的にソメイヨシノが多いが, この種は約150年前にエドヒガン *Cerasus itosakura*, オオシマザクラおよびヤマザクラ *C. jamasakura* から作出された雑種で全個体はクローンであり, その樹木としての寿命は, 心材腐朽などによる弱体化によりさほど長くないとの見解もある。実際これにより, 本種クビアカツヤカミキリが発生していない箇所でもソメイヨシノの老木の伐採と桜並木の更新が行われている。結局サクラ, とくにソメイヨシノは将来にわたって長く存続が保証された樹種ではないといえる。このあたりの事情も, 被害木処理の際の説明には必要であろう。

一方日本以外では, ドイツにおいてBayern州南部でセイヨウスモモに発生した本種個体群は, 伐倒処理により完全根絶に至ったとされた (Burmeister 2012)。この措置の迅速さは見習わなければならないものである。ただし, 後に同国同州では別の町でサクラに本種が再び発生したようであり (Hörren 2016), 両個体群につながりがあるとすれば, 根絶の難しさを物語っているといえよう。ウェブ情報によれば, 同様に本種が侵入した米国と英国では, 恐らく水際あるいは発生のごく初期における措置が功を奏したことにより, 根絶に到っている。日本における類似の事例として, 2002年7月に横浜市中区の繁華街「馬車道通」において, 街路樹のアキニレに中国産のツヤハダゴマダラカミキリが発生し, 薬剤注入と徹底した伐倒処理を実施することで2004年末の時点で根絶に至ったと判断されている (高橋直・伊藤 2005)。いずれにせよ伐倒処理による根絶は,

実施が早期であればあるほどアリー効果の発揮に至らない段階で絶滅の可能性が高まるといえる。

本種の分布拡張の中でもとくに注視すべきは山地への進出である。マツノザイセンチュウが日本の国土を席卷し, 北端や高標高地を除くほとんど全域でアカマツ *Pinus densiflora* やクロマツ *P. thunbergii* が枯死したが, これはとくに平野部から山地への進出によるところが大きいものといえる。すなわち, 山地内では急峻な地形や密な植生などにより, 被害木の除去が非常に難しくなる。現在, 徳島県および栃木県でこの事態が想定され, ヤマザクラなどが被害樹として想定される。しかし, 5.7.で述べたように, 本種は喬木密度の低い環境に適応した種の可能性があり, 山地への侵入の可能性は低いかもしれない。

人為的根絶の関連で, 昆虫愛好家による採集についても注目しなければならない。本種は昆虫愛好家にとって魅力的な種のように, 完全な殺虫が行われる限りにおいては採集圧による個体数減少への寄与が期待される (上地 2015)。しかし, 被害樹樹幹下部へのネット掛けによる捕殺措置に際して, 採集を目的としたネットの破損, さらには生きたままの成虫や幼虫の持ち出しによる拡散の可能性が危惧され, 採集者と地域との連携・調和が必要である (上地 2015; 加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018a; 加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018b)。

2015年の「我が国の生態系に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト」への本種の掲載 (桐山ほか 2015) を受けて, 2018年1月に本種が特定外来生物指定を受けるに至った (岸・五箇 2017; 加賀谷 (Shoda-Kagaya) 2018a)。これにより, これらの生け捕り行為は違法となる。このことを周知させることが必要であろう。

行政的対応は, 現時点では都府県単位のもので中心で, これに各市町村による個別対応が加わっている。しかし一部の都府県では市役所にまかせきりで, 庁による対応がなされていないケースも見られる。とくに県境をまたいだ分布では, 都府県庁の対応が非常に重要であり, 各都府県庁が相互に連絡して分布域の市町村への個別対応がなされ, そういったし

っかりした行政対応システムが機能してはじめて全面的根絶が実現するものと思われる。また、国の対応も不可欠で、国立研究開発法人森林研究・整備機構の森林総合研究所でのプロジェクト（2017～）で根絶に向けた基礎および応用研究がなされており、今後の展開・進展が期待される。

謝辞

本総説に関連し、これまでに筆者が多大な御協力を賜った次の方々に深く御礼申し上げる次第である：国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林昆虫研究領域の加賀谷悦子氏、浦野忠久氏、所 雅彦氏およびその他の方々、日本大学生物資源科学部森林動物学研究室の桐山 哲氏、深谷 緑氏、同研究室の旧メンバーの小林諒介氏、青山真大氏、中山雄飛氏、原田 慧氏、立石和輝氏、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター（旧農業生物資源研究所）の安居拓恵氏およびその他の方々、埼玉県生態系保護協会草加・八潮支部の加納正行氏、(株)建設技術研究所の野中俊文氏、農林水産省横浜植物防疫所、国土交通省関東地方整備局北首都国道事務所、埼玉県草加市・群馬県館林市・東京都あきる野市・その他の市役所や町役場の方々、文献や情報をお寄せ頂いた韓国国立樹木園の林 鐘玉 (Jongok Lim) 氏、日本大学生物資源科学部森林微生物学研究室の太田祐子氏、大阪市立自然史博物館の初宿成彦氏。

また本研究の一部は、森林総合研究所運営費交付金プロジェクト（課題番号 201702）、および課題番号30023C「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法」において、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

引用文献

(中国語の漢字は日本で使用されるものに書き換えた。)

- [Anon.] (2015) *Aromia bungii*. *Bulletin OEPP* 45: 4～8
[無名] (2017)：南大阪におけるクビアカツヤカミキリの調査記録. 南大阪の昆虫, 19(3)：63.

- 安達辰男 (2017)：埼玉県深谷市におけるクビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の2011年以降の記録. 寄せ蛾記 (167)：29～30
Brockerhoff EG, Liebhold AM, Richardson B, Suckling DM (2010) Eradication of invasive forest insects: Concepts, methods, costs and benefits. *New Zealand Journal of Forestry Science* 40 (Suppl.): 117～135
Burmeister E-G (2012) Der asiatische Moschusbock in Bayern ausgerottet!? Ein Käfer, neu für Deutschland, im Paragraphenschungel: Coleoptera: Cerambycidae, *Aromia bungii* (Faldermann, 1835). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 61: 80～82
Burmeister E-G, Hendrich L, Balke M (2012) Der Asiatische Moschsbock *Aromia bungii* (Faldermann, 1835): Erstfund für Deutschland (Coleoptera: Cerambycidae). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 61: 29～31
Cardé RT (2014) Defining attraction and aggregation pheromones: Teleological versus functional perspective. *Journal of Chemical Ecology* 40: 519～520
Duan JJ, Aparicio E, Tatman D, Smith MT, Luster DG (2016) Potential new associations of North American parasitoids with the invasive Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) for biological control. *Journal of Economic Entomology* 109: 699～704
Faccoli M, Gatto P (2016) Analysis of costs and benefits of Asian longhorned beetle eradication in Italy. *Forestry* 89: 301～309
Faldermann F (1835) Coleopterorum ab illustrissimo Bungio in China boreali, Mongolia, et montibus Altaicis collectorum, nec non ab Ill: Turczaninoffio et Stchukino e provincia Irkutzk missorum illustrationes. *Mémoires Présentés à l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg, par Divers Savans, et Lus dans ses*

- Assemblées* 2: 337 ~ 464, pls. 1 ~ 5
- 藤江隼平・弘岡拓人 (2018) 奈良県葛城市におけるクビアカツヤカミキリの採集記録. *Nature Study* (大阪市立自然史博物館友の会) 64: 118
- 藤田陽偉 (2004) 鳥インフルエンザの疫学と防疫について. *日本獣医師会雑誌*. 57: 750 ~ 754
- Fukaya M, Kiriya S, Yasui H (2017) Mated-location flight of the red-necked longicorn beetle, *Aromia bungii* (Coleoptera: Cerambycidae): An invasive pest lethal to Rosaceae trees. *Applied Entomology and Zoology* 52: 559 ~ 565
- Garonna AP, Nugnes F, Espinosa B, Griffo R, Benchi D (2013) *Aromia bungii*, nuovo tarlo asiatico ritrovato in Campania. *Informatore Agrario* 69: 60 ~ 62
- 龚青 (Gong Q)・黄爱松 (Huang A-s)・唐艳龙 (Tang Y-l)・熊建宏 (Xiong J-h) (2013) 桃紅頸天牛綜合治理技術概述. (Summary of IPM of *Aromia bungii* Faldermann.) *生物災害科学 (Biological Disaster Science)* 36: 430 ~ 433
- Gressitt JL (1942) Destructive long-horned beetle borers at Canton, China. *Special Publication, Lingnan Natural History Survey and Museum* (1): 1 ~ 60
- Gressitt JL (1951) Longicorn beetles of China. *Longicornia* 2: 0 ~ 667, pls. 1 ~ 22
- Haack RA, Cavey JF (1997) Insects intercepted on wood articles at ports-of-entry in the United States: 1985-1996. *Newsletter of the Michigan Entomological Society* 42(2/4): 1 ~ 6
- Haack RA, Hérard F, Sun J, Turgeon JJ (2010) Managing invasive populations of Asian longhorned beetle and citrus longhorned beetle: A worldwide perspective. *Annual Review of Entomology* 55: 521 ~ 546
- 原島守 (2018) クビアカツヤカミキリの宿主(スモモ)について. うすばしろ (西多摩昆虫同好会) (52): 20
- 洪娜 (Hong N)・楊紹斌 (Yang S) (2010) 褐鱗環柄菇防治桃紅頸天牛. (Biological control of *Aromia bungii* by *Lepiota helveola* spent culture broth and culture homogenates.) *食用菌学報 (Acta Edulis Fungi)* 17(4): 67 ~ 69
- 洪娜 (Hong N)・楊紹斌 (Yang S-b) (2011) 褐鱗環柄菇發酵液对桃紅頸天牛初齡幼虫的毒性反应. (Toxic reaction of zymotic liquid of *Lepiota helveola* on early instar larvae of *Aromia bungii*.) *湖北農業科学* 50: 2446 ~ 2449
- Hörren T (2016) Ein weiterer Nachweis des asiatischen Moschusbocks *Aromia bungii* (Faldermann, 1835) in Deutschland (Coleoptera: Cerambycidae, Cerambycinae). *Entomologische Zeitschrift mit Insekten-Börse* 126: 205 ~ 207
- 胡長効 (Hu C-x)・丁永輝 (Ding Y-h)・孫科 (Sun K) (2007) 国内桃紅頸天牛研究進展. (Research advances of *Aromia bungii* in China.) *農業与技術* 27(1): 63 ~ 67
- 黄邦侃 (Huang B-k)・趙怀謙 (Zhao H-q) (1992) 桃紅頸天牛 *Aromia bungii* Faldermann. *中国森林昆虫第2版 (增訂本)* (蕭剛柔, 主編). 中国林業出版社, 北京. 465 ~ 466
- 黄鹏 (Huang P)・余德億 (Yu D-y)・姚锦愛 (Yao J-a)・王金明 (Wang J-m)・方大琳 (Fang D-l) (2012) 3種李樹天牛識別, 為害及其綜合防控技術措施. (Identification and damages of three kinds of longicorn as well as their synthetical prevention on plum trees.) *生物災害科学 (Biological Disaster Science)* 35: 97 ~ 101
- 石井実 (2017) 堺市美原区の公園でクビアカツヤカミキリによる桜の被害を確認. *南大阪の昆虫* 19: 14 ~ 16
- 岩下幸平・中島寛文・石田朗・栗田悟 (2018) 愛知県におけるベイトトラップを用いたクビアカツヤカミキリの捕殺事例. *樹木医学研究* 22: 103 ~ 104
- 岩田隆太郎 (2015) 木質昆虫学序説. 九州大学出版会, 福岡. 14+498pp.

- 蔣 海艷 (Jiang H-Y)・閻 李傑 (Yan L-J) (2004) 桃紅頸天牛の簡易防治. 河北果樹 (*Hebei Fruits*) 2004(5): 37
- 蔣 書楠 (Jiang S-N) (1989) 中国天牛幼虫. 重慶出版社, 重慶. 8+11+161pp.
- 加納正行・野中俊文・桐山 哲・岩田隆太郎 (2014) 埼玉県草加市の‘染井吉野’におけるカミキリムシ外来種クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の発生と被害. 森林防疫 63: 101 ~ 105
- 加藤 勉 (1982) ゴマダラカミキリ捕殺買上げの現状とその効果. 今日農業 26: 102 ~ 107
- 衣浦晴生・城塚可奈子・山本優一・所 雅彦・加賀谷悦子 (2018) クビアカツヤカミキリの成虫ルーアトラップによる誘引試験. 樹木医学研究 22: 109 ~ 110
- 桐山 哲・岩田隆太郎・加賀谷悦子 (2015) 群馬県館林市・東京都福生市で発生が確認されたサクラウメを加害する外来種クビアカツヤカミキリ. 植物防疫 69(12): 口絵, 807 ~ 809
- 岸 茂樹・五箇公一 (2017) 外来昆虫研究の現状と今後の展開. 昆虫と自然 52(13): 15 ~ 19
- 北端信彦 (2017) 富田林市でクビアカツヤカミキリを確認. 南大阪の昆虫 19(3): 49 ~ 52
- 北島 博 (2018) 数樹種の細枝に接種したクビアカツヤカミキリ孵化幼虫の発育. 森林防疫 67: 89 ~ 94
- 小林 明 (2018) クビアカツヤカミキリおよびキクイムシ類によるサクラ類の被害実態. 樹木医学研究 22: 31 ~ 35
- 小林 尚 (1957) 新白塗剤による柑橘のゴマダラカミキリの産卵防止. 日本応用動物昆虫学会誌 1: 244 ~ 253
- 小林諒介・中山雄飛・桐山 哲・岩田隆太郎 (2016) 2種のアオカミキリ族成虫の日周行動. 関東森林研究 67: 247 ~ 250
- 李 承模 (Lee S-M) (1987) 韓半島하늘소 (天牛) 科甲虫誌. (The Longicorn Beetles of Korean Peninsula.) 国立科学館 (National Science Museum), Seoul. 289pp. (韓国語と英語の2言語出版)
- Li J, Jiroux E, Zhang X, Lin L (2013) Checklist of some Cerambycidae collected in North Korea (Coleoptera, Cerambycidae). *Cahiers Magellanes NS* (11): 76 ~ 81
- 李 慶 (Li Q) (1990) 纖維素酶同工酶在天牛科分類中的地位及作用. [The taxonomic significance of C_x-cellulase in Cerambycidae.] 西南農業大学学报 (*Journal of Southwest Agricultural University*) 12(1): 22 ~ 26
- 李 慶 (Li Q) (1991) 天牛消化纖維素的機制研究. [Study on the mechanism of digestion of cellulose by longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae).] 林業科学 (*Scientia Silvae Sinicae*) 27(4): 417 ~ 424
- 李 慶 (Li Q) (1996) 天牛科纖維素酶同工酶研究. [Study on isozymes of C_x-cellulase in Cerambycidae.] 林業科学 (*Scientia Silvae Sinicae*) 32(2): 140 ~ 143
- 李 淑苓 (Li S-l) (1992) 桃紅頸天牛 *Aromia bungii* Faldermann. 湖南森林昆虫図鑑 (中国・湖南省林業庁, 編). 湖南科学技術出版社, 長沙: 476
- 李 夏鳴 (Li X-M) (1995) 桃紅頸天牛生物学特性及其防治. 山西農業科学 23(1): 62 ~ 63
- 劉 彬声 (Liu B-S) (1982) 桃紅頸天牛的生活習性及防治. 中国果樹 (*China Fruits*) 1982(2): 45 ~ 49
- 劉 奇志 (Liu Q)・王 玉柱 (Wang Y)・佟 付泉 (Tong F)・周 順海 (Zhou S)・張 薇 (Zhang W)・徐 莉娜 (Xu L) (1998) 昆虫病原線虫防治桃紅頸天牛施用技術的研究. (Study on the applying technics of *Steinernema* nematodes against RNL.) 中国農業大学学报 (*Journal of China Agricultural University*) 3(1): 17 ~ 21
- 劉 奇志 (Liu Q-z)・王 玉柱 (Wang Y-z)・周海鷹 (Zhou H-y) (1997) 应用昆虫病原線虫防治杏園桃紅頸天牛. (A study on the application of entomopathogenic nematodes for controlling larvae of RLB.) 華北農学报 (*Acta Agriculturae Boreali-Sinica*) 12: 97 ~ 101
- 劉 奇志 (Liu Q-z)・王 玉柱 (Wang Y-z)・周傑良 (Zhou J-l) (1999) 桃紅頸天牛蛀道及排糞特

- 性的研究. (Biology of RNL's boring trunk and expelling frass.) 中国農業大学学報 (*Journal of China Agricultural University*) 4(5): 87 ~ 91
- 劉 嶢 (Liu Z)・張 桂蘭 (Zhang G-l)・黎 顏 (Li Y)・宗 靖 (Zong J) (1993) 利用昆虫病原線虫防治桃紅頸天牛. (Biological control of peach rednecked longicorn *Aromia bungii* with entomopathogenic nematodes.) 生物防治通報 (*Chinese Journal of Biological Control*) 9(4): 186
- 呂 印譜 (Lu Y-p) (1995) 桃紅頸天牛生物学特性及不同虫態防治技術研究. (Studies on biological characters of *Aromia bungii* Faldermann and control technique of the insects in various states.) 河南農業科学 1995(7): 25 ~ 27
- 馬 文会 (Ma W-h)・孫 立禱 (Sun L-y)・於 利国 (Yu L-g)・王 景濤 (Wang J-t)・陳 江玉 (Chen J-y) (2007) 桃紅頸天牛發生及生活史的研究. (Study on the occurrence and life history in *Aromia bungii* (Faldermann).) 華北農学报 (*Acta Agriculturae Boreali-Sinica*) 22(S2): 247 ~ 249
- 馬 玉敏 (Ma Y-M)・孫 海偉 (Sun H-W)・藤 興哲 (Teng X-Z)・武志剛 (Wu Z-G)・陳 濤 (Chen T)・邢 愛英 (Xing A-Y) (2001) 花椒害虫種類調査. 河北林業科技 2001(6): 23 ~ 24, 26
- 松下真幸 (1941) 満洲の天牛. 昆蟲 15(2-Supplement): 28 ~ 34
- 松浦邦昭 (2014) ウメ・サクラの新害虫: 中国からの侵入カミキリ, *Aromia bungii*. *Tree Doctor* (ツリードクター) (21): 109 ~ 110
- McCullough DG, Poland TM, Cappaert D, Clark EL, Fraser I, Mastro V, Smith S, Pell C (2007) Effects of chipping, grinding, and heat on survival of emerald ash borer, *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae), in chips. *Journal of Economic Entomology* 100: 1304 ~ 1315
- 門 金 (Men J)・曹 丹丹 (Cao D-D)・趙 斌 (Zhao B)・王 偉超 (Wang W-C)・劉 鵬程 (Liu P-C)・魏 建榮 (Wei J-R) (2017) 不同寄主来源種群花絨寄甲成虫对桃紅頸天牛幼虫虫糞的行為趨性和種群控制效果. (Behavioral [マツ] responses of adults of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrioderidae) populations originated from different hosts to larval frass of *Aromia bungii* (Coleoptera: Cerambycidae) and their control effect on *A. bungii* population.) 昆蟲学报 (*Acta Entomologica Sinica*) 60(2): 229 ~ 236
- Meng PS, Hoover K, Keena MA (2015) Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae), an introduced pest of maple and other hardwood trees in North America and Europe. *Journal of Integrated Pest Management* 6: 1 ~ 13
- 水戸野武夫 (1940) 関東州産天牛科目録. 関西昆虫学会会報 10(2): 16 ~ 24
- Mori K (2018) Pheromone synthesis, part 263: Synthesis of the racemate and the enantiomers of (*E*)-*cis*-6,7-epoxy-2-nonenal, the male-produced pheromone of the red-necked longhorn beetle, *Aromia bungii*. *Tetrahedron* 74: 1444 ~ 1448
- 村田元彦 (2018) 「群馬県のカミキリムシ」その後: 2013年以降の知見. 乱舞 (群馬昆虫学会), (24): 33 ~ 36
- 中村裕之 (2013) 埼玉県で発生したアオカミキリの一種 *Aromia bungii*. 月刊むし (513): 14 ~ 15
- Nakamura-Matori K (2008) Vector-host tree relationships and the abiotic environment. *Pine Wilt Disease* (B.G. Zhao *et al.*, eds.). Springer. 144 ~ 161, plt. 25
- 中西友章・行成正昭 (1992) カンキツ園におけるゴマダラカミキリ防除ネットの効果. 四国植物防疫研究 (27): 71 ~ 76
- 中野昭雄 (2017a) 外来種クビアカツヤカミキリの徳島県内での発生状況とその対策について. 和歌山の果樹 68(6): 6 ~ 11
- 中野昭雄 (2017b) 徳島県内におけるクビアカツヤカミキリによる被害とこれまでの防除対策. 山林 (1602): 35 ~ 42

- 中野昭雄 (2018a) 外来種クビアカツヤカミキリの特徴とその防除対策：被害樹を伐採，抜倒しない防除法の提案. *グリーンレポート* (585) : 16 ~ 17
- 中野昭雄 (2018b) クビアカツヤカミキリの徳島県内における被害状況と防除対策について. *農業時代* (199) : 30 ~ 34
- 中野昭雄 (2018c) モモの新害虫クビアカツヤカミキリ：広げないために今できること. *現代農業*, 97 : 260 ~ 264
- 中野昭雄・渡邊崇人 (2017) 徳島県内のモモ産地におけるクビアカツヤカミキリによる被害状況とこれまで試行した防除法. *植物防疫* 71(11) : 口絵, 723 ~ 728
- 岡田晴恵・田代真人 (2005) 鳥インフルエンザの流行は，何が問題なのか. *日本農村医学会雑誌* 53(5) : 775 ~ 782
- Okamoto H (1927) The longicorn beetles from Corea. *Insecta Matsumurana*, 2(2) : 62 ~ 86.
- 大阪府立環境農林水産総合研究所 (2018) クビアカツヤカミキリ被害対策の手引書 (暫定版) : (行政担当者・施設管理者の皆様へ). 大阪府立環境農林水産総合研究所, [羽曳野]. 11pp. (本文中で「大阪府環農水研, 2018」と略記)
- Palmer S, Martin D, DeLauer V, Rogan J (2014) Vulnerability and adaptive capacity in response to the Asian longhorned beetle infestation in Worcester, Massachusetts. *Human Ecology* 42 (6) : 965 ~ 977
- Podaný Č (1971) Studien über Callichromini der palaearktischen und orientalischen Region (II). *Entomologische Abhandlungen* 38(8) : 253 ~ 313
- 祁 誠進 (Qi C-j) (1993) 天牛科Cerambycidae. 山東林木昆虫誌 (山東林木昆虫誌編集会, 編著). 中国林業出版社, 北京. 272 ~ 298, 図版9 ~ 11
- 銭 庭玉 (Qian T-y) (1987) 福建為害桃樹的五種天牛幼虫 (鞘翅目: 天牛科). (Descriptions of the larvae of five species of peach tree borers (Coleoptera: Cerambycidae). *武夷科学 (Wuyi Science Journal)* 7 : 221 ~ 226
- 埼玉県環境科学国際センター (2018) サクラの外来害虫 “クビアカツヤカミキリ” 被害防止の手引. 埼玉県環境科学国際センター, 加須. 1+6pp. (本文中で「埼玉県環国セ, 2018」と略記)
- Sama G, Rapuzzi P (2011) Una nuova checklist dei Cerambycidae d'Italia. *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna* 32: 121 ~ 164
- 佐藤隆士・佐藤直樹 (2017) 樹幹害虫防除剤ロビンフッド®の開発. *住友化学技術誌* 2017 : 4 ~ 16
- 時 亜琴 (Shi Y-q)・石 宜 (Shi Y)・陸 群 (Lu Q) (2009) 桃紅頸天牛成虫病原菌：球孢白僵菌の分離鑑定と利用. (Isolation and identification of *Beauveria bassiana* for adult of *Aromia bungii*.) 内 蒙 古 林 業 科 技 (*Journal of Inner Mongolia Forestry Science and Technology*) 35(4) : 40 ~ 41
- 新谷喜紀 (2004) キボシカミキリの西日本型と東日本型. 休眠の昆虫学：季節適応の謎 (田中誠二・檜垣守男・小滝豊美, 編). 東海大学出版会, 秦野. 117 ~ 128
- 加賀谷悦子 (Shoda-Kagaya E) (2015) 侵入害虫クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* とサクラの被害. *樹木医学研究* 19 : 37 ~ 40
- 加賀谷悦子 (Shoda-Kagaya E) (2018a) サクラ・ウメ・モモ等バラ科樹木を加害するクビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* の侵入とその防除法. *樹木医学研究* 22 : 68 ~ 72
- 加賀谷悦子 (Shoda-Kagaya E) (2018b) クビアカツヤカミキリの最新知見. *昆虫と自然* 53(9) : 12 ~ 15
- Strangi A, Sabbatini Peverieri G, Roversi PF (2013) Managing outbreaks of the citrus long-horned beetle *Anoplophora chinensis* (Forster) in Europe: Molecular diagnosis of plant infestation. *Pest Management Science* 69: 627 ~ 634
- Su N-Y (2013) How to become a successful invader. *Florida Entomologist* 96: 765 ~ 769
- 須田 亨・村田元彦 (2017) : 群馬県におけるクビアカツヤカミキリ (クロジャコウカミキリ) の分

- 布拡大. 森林防疫 66(1): 5 ~ 9
- 杉本周作 (2015) 大阪狭山市にてクビアカツヤカミキリを採集. 月刊むし (535): 50 ~ 51
- Sweeney J, Silk PJ, Rhainds M, MacKay W, Hughes C, Van Rooyen K, MacKinnon W, Leclair G, Holmes S, Kettela EG (2017) First report of mating disruption with an aggregation pheromone: A case study with *Tetropium fuscum* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Economic Entomology* 110: 1078 ~ 1086
- 高橋健太郎 (2016) チップ化によるマツノマダラカミキリの殺虫効力試験. 林業と薬剤 (218): 1 ~ 6
- 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. 植物防疫所調査研究報告 (41): 83 ~ 85
- 湯 才 (Tang C)・袁 榮蘭 (Yuan Rl)・虞 国跃 (Yu Gy)・孫 善松 (Sun Ss) (1988) 浙江省板栗害虫種類及其危害状況調査. (A finding report of insect pests of *Castanea mollissima* Blume in Zhejiang.) 浙江林学院学報 (*Journal of Zhejiang Forestry College*) 5: 222 ~ 235
- 豊浦順一 (2018) 分布拡大をはかる特定外来生物クビアカツヤカミキリ: 発生地 (大阪狭山市) での現況. 大昆Crude (大阪昆虫同好会会誌) (62): 68 ~ 70
- Trotter RT III, Hull-Sanders HM (2015) Quantifying dispersal of the Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*, Coleoptera) with incomplete data and behavioral knowledge. *Biological Invasions* 17: 3359 ~ 3369
- 上地奈美 (2015) クビアカツヤカミキリ (*Aromia bungii*) の果樹害虫化の可能性. 果実日本 70(8): 47 ~ 50
- 浦野忠久・加賀谷悦子 (2017) クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (コウチュウ目: カミキリムシ科) 飼育個体の寿命と生涯産卵数. 関東森林研究 68: 25 ~ 28
- 浦野忠久・加賀谷悦子 (2018) 人工飼料を用いたクビアカツヤカミキリ室内飼育個体の発育. 関東森林研究 69: 27 ~ 30
- 和田博幸 (2007) サクラの材質腐朽病害の診断と治療. グリーン・エージ 34(4): 30 ~ 35
- Wallenmaier T (1989) Wood-boring insects. *Plant Protection and Quarantine, Volume II: Selected Pests and Pathogens of Quarantine Significance* (R.P. Kahn, ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton. 99 ~ 108
- 万 年峰 (Wan N-f)・季 香雲 (Ji X-y)・蔣 傑賢 (Jiang J-x)・淡 家貴 (Dan J-g) (2011) 桃園生草対桃樹上主要害虫及天敵生態位的影響. (Effects of ground cover on the niches of main insect pests and their natural enemies in peach orchard.) 生態学雑誌 (*Chinese Journal of Ecology*) 30(1): 30 ~ 39
- Wang B, Mastro VC, McLane WH (2000) Impacts of chipping on surrogates for the longhorned beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in logs. *Journal of Economic Entomology* 93: 1832 ~ 1836
- 王 道勛 (Wang D-x)・婁 志 (Lou Z)・李 萍 (Li P)・高 志華 (Gao Z-h) (2002) 懷遠地区石榴主要病虫害の綜合防治. 中国果樹 (*China Fruits*) 2002(1): 36 ~ 38
- 王 景濤 (Wang J-t)・孫 立禕 (Sun L-w [Sun L-y])・劉 鉄錚 (Liu T-z)・張 立烟 (Zhang L-y) (2007) 桃紅頸天牛發生特点及防治措施研究. (Research on the occurrence character and control measure of *Aromia bungii*.) 河北農業科学 (*Journal of Hebei Agricultural Sciences*) 11(2): 41 ~ 43, 79
- 渡邊崇人 (2017) クラウドファンディングを活用した徳島県におけるクビアカツヤカミキリ対策. 農政クラブ情報 (徳島県農政クラブ) (520): 3 ~ 4
- 魏 建榮 (Wei J-R)・劉 曉博 (Liu X-B)・牛 艷玲 (Niu Y-L)・王 建軍 (Wang J-J) (2013) 桃紅頸天牛成虫虫体揮発物初歩鑑定. (Identification of volatiles released from the living adult *Aromia bungii* Faldermann.) 中国森林病虫 (*Forest Pest*

- and Disease*) 32(5): 8 ~ 10
- Xu T, Yasui H, Teale SA, Fujiwara-Tsujii N, Wickham JD, Fukaya M, Hansen L, Kiriyama S, Hao D, Nakano A, Zhang L, Watanabe T, Tokoro M, Millar JG (2017) Identification of a male-produced sex-aggregation pheromone for a highly invasive cerambycid beetle, *Aromia bungii*. *Scientific Reports* 7(7330): 1 ~ 7
- 山本優一・石川陽介 (2018) 大阪府におけるクビアカツヤカミキリの発生状況について. 関西病虫害研究会報 (60): 17 ~ 21
- 安岡拓郎 (2017) クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann) 幼虫に対する薬剤の防除効果. 植物防疫所調査研究報告 (53): 51 ~ 62
- 饒 戈 (Yiu V) (2009) 香港天牛: 香港昆虫誌第一冊 (Longhorn Beetles of Hong Kong: Insect Fauna of Hong Kong, Fascicle 1). 香港昆虫学会. 9+149pp. (中国語と英語の2言語出版)
- 余 桂萍 (Yu G-p)・高 幫年 (Gao B-n) (2006) 桃紅頸天牛生物学特性観察. (Bionomics of *Aromia bungii*.) 中国森林病虫 (*Forest Pest and Disease*) 24(5): 15 ~ 16
- 張 建強 (Zhang J-J)・吳 開明 (Wu K-M)・許恩遠 (Xu E-Y)・唐 万成 (Tang W-C)・邵 春明 (Shao C-M) (1995) 四川涪陵地区桑樹病虫名録. 蚕学通訊 1995(3): 16 ~ 22
- 張 旭 (Zhang X)・曾 超 (Ceng C)・張 金良 (Zhang J-L) (2000) 桃紅頸天牛生物学特性及防治技術研究. (Bionomics and control techniques of *Aromia bungii*.) 中国森林病虫 (= 森林病虫通訊) (*Forest Pest and Disease*) 19(2): 9 ~ 11
- 張 燕如 (Zhang Y-R)・王 榮 (Wang R)・余洋 (Yu Y)・駱 有慶 (Luo Y-Q) (2017) 薔薇科果樹八種天牛的危害特征及成虫種群動態. (Damage and population dynamics of wood-boring cerambycid beetles in rosaceous fruit trees.) 応用昆虫学報 (*Chinese Journal of Applied Entomology*) 54: 500 ~ 505
- 趙 士熙 (Zhao S-x)・范 青海 (Fan Q-h)・鄧雄運 (Den X-y) (1997) 福建柰樹昆虫種類調査. (A survey of insects living on nane tree from Fujian.) 武夷科学 (*Wuyi Science Journal*) 13: 188 ~ 192
- 趙 伶 (Zhao L) (2004) 桃紅頸天牛对果樹的危害及防治. 農村科技開發 (*Rural Science and Technology Development*) 2004(3): 32
- (2018.7.30受付, 2018.10.1掲載決定)