短 報

サクラ並木におけるクビアカツヤカミキリ
(コウチュウ目：カミキリムシ科)
幼虫によるフラス排出孔数の季節変化

田村 繁明*・砂村 栄力・加賀谷 悦子
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

Seasonal Changes in Frass Ejection by Larval Red-necked Longicorn Beetles, *Aromia bungii* (Coleoptera: Cerambycidae), Infesting Cherry Trees. Shigeaki TAMURA,* Eiriki SUNAMURA and Etsuko SHODA-KAGAYA. Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute, Forest Research and Management Organization; Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 65: 57–61 (2021)

Abstract: *Aromia bungii* (Faldermann) (Coleoptera: Cerambycidae) is an exotic pest of Rosaceae trees in Japan. For the purpose of pest control management of *A. bungii*, this study assessed seasonal changes in its larval frass ejection in the western Tokyo Metropolis. The presence or absence of frass ejection and the number of ejecting holes were evaluated on 294 cherry trees, *Cerasus × yedoensis* “Somei-yoshino,” in late spring as well as in late summer. Additionally, we assessed the relationship between the basal circumferences of the tree trunks and the presence or absence of *A. bungii* frass ejection. The proportions of trees with frass ejection doubled from late spring (10%) to late summer (20%). The occurrence probability of frass ejection was higher as the basal circumferences of the tree trunks were larger. The results of this study will be utilized for pest control management of *A. bungii*.

Key words: Invasive species; longhorn beetle; pest control; Rosaceae trees; wood-boring insects

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldermann) (コウチュウ目：カミキリムシ科) は、中国、ロシア、ベトナムなどが原産地であり、幼虫がバラ科樹木の生木を食害し、最終的に枯死させる (EPPO, 2015; 岩田, 2018)。中国ではモモ *Prunus persica* (L.) Batsch の主要な害虫として知られている (黄・趙, 1992)。日本では、2012 年に愛知県海部地域で初めて本種による樹木被害が発見された後、本種の分布は拡大しており、2019 年には 11 都府県で樹木被害が確認されている (田村・加賀谷, 2020)。モモ、ウメ *Prunus mume* Siebold et Zucc., ソメイヨシノ *Cerasus × yedoensis* (Matsum.) Masam. et S. Suzuki ‘Somei-yoshino’ などのサクラ類が主に加害され、多くの樹木が枯死するなど深刻な被害が生じている場所もある (加賀谷, 2018; 衣浦ら, 2018; 桐山, 2018; 中野・渡邊, 2018)。

クビアカツヤカミキリは、日本では主に 2 年 1 化性とされ、

成虫は 6～7 月に樹木外へ脱出し、樹皮の割れ目などに産卵する (加賀谷, 2018)。岩田 (2018) によると、2 年 1 化性の場合、夏にふ化した幼虫は樹皮下に穿孔し、内樹皮などを摂食し、休眠して越冬する。2 年目の春から初夏に休眠から覚め、摂食や、蛹室となる木部の坑道の形成を行う。坑道を形成したのち、活動を停止する。その後、3 年目の初夏に蛹化し、夏に羽化する。

クビアカツヤカミキリの幼虫は 2 年目を中心にフラスを排出孔から樹外に盛んに排出するため、排出されたフラスを目印としてクビアカツヤカミキリの被害を確認できる (岩田, 2018)。クビアカツヤカミキリのフラス排出は、国内では主に春から秋ごろに観察される。ただし、クビアカツヤカミキリは、2 年目の幼虫において夏眠することが知られている (劉, 1982)。また、クビアカツヤカミキリと同じカミキリ亜科に属し、ユーカリの生木を加害するカミキリムシ *Phoracantha semipunctata* (Fabricius) では水ストレスなどの樹木の生理状態が幼虫の活動に影響することが知られており (Hanks et al., 1999)、夏に高温と少雨によって樹木に強い水ストレスが発生することでクビアカツヤカミキリ幼虫においても活動が変化する可能性がある。したがって、フラスの排出がみられる期間内でも季節によって樹木あたりの活動個体数、ひいては排出孔数は異なり、フラスの排出が一部の季節でのみ認められる被害木が存在すると予想される。樹木におけるフラス排出は、クビアカツヤカミキリの被害分布の特定の他に、羽化成虫の飛散防止のための網掛け、エアロゾル剤や樹幹注入剤の処理など防除を行う樹木の選定に利用されており (加賀谷, 2018; 砂村ら, 2020)、フラス排出孔数の季節変化の把握は年間の防除計画を立てるうえで重要である。

また、サクラ並木やモモ園などクビアカツヤカミキリの食樹がまとまって植栽されている場所において、樹木サイズや腐朽の有無などの被害が発生しやすい樹木の特徴を明らかにすることは、被害の将来予測や被害調査の効率化に資する。大阪府において、サクラ並木では根元周が大きい樹木ほどクビアカツヤカミキリの被害が早く発生する傾向が知られている (山本・石川, 2018)。一方で、被害が確認されてから年数が経過したサクラ並木において、樹木サイズとクビアカツヤカミキリの被害の関係については検証されていない。

本研究では、防除計画策定に資するために、東京都福生市のソメイヨシノの並木について、晩春と晩夏にクビアカツヤカミキリのフラス排出孔数を調査し、フラス排出がある樹木数および樹木あたりのフラス排出孔数の変化を明らかにする。また、並木の被害木が最も多い区域において、樹木サイズとクビアカツヤカミキリの被害の関係について明らかにする。

本研究を行うにあたって、福生市には調査地を提供していただいた。前原紀敏博士 (森林総合研究所) には、本論文について

非常に的確なご指摘をいただいた。ここに深謝の意を表する。また、本研究は農研機構生物系特定産業技術研究支援センターによるイノベーション創出強化研究推進事業の助成を受けた（開発研究ステージ 30023C）。

材料および方法

調査は、東京都福生市の多摩川沿いの堤防に植えられたサクラ並木のソメイヨシノすべて（294 本）について行った。サクラ並木は、道路や線路、建造物などで隔てられた 4 つの区域（北、中央東、中央西、南）に大別された（Fig. 1）。区域ごとのサクラの本数は、北 79 本、中央東 71 本、中央西 30 本、南 114 本であった。同地域において、2015 年に福生市で初めてのクビアカツヤカミキリによる被害が発見され（桐山ら, 2015）、その後被害木は増加してきた。クビアカツヤカミキリの防除として、対象とした並木では 2018 年から、前年の晩夏の調査結果に基づいて成虫発生期に被害木への網掛けが行われてきた。また、2019 年 5 月に北区域で最もフラス排出孔数が多かった 5 本について、用法用量に従ってジノテフラン 8.0% 液剤（商品名：ウッドスター、サンケイ化学株式会社）の樹幹注入処理が行われた（砂村ら, 2020）。調査期間中に伐採された、あるいは枯死した樹木はなかった。

フラス排出孔数について、2019 年に晩春（5 月 22 日～5 月 30 日）および晩夏（8 月 30 日～9 月 3 日）の 2 回調査を行った。樹木ごとに、地際から目視でフラスを確認できる高さ（約 5m）までの樹皮表面で、周囲に新鮮なフラスが存在し、排出中か直前まで排出していたとみなせる排出孔を数えた。ただし、5 個以上の排出孔が確認された場合は、排出孔の集中や大量のフラスによって計数が困難な場合（Fig. 2）が多かったため、すべて 5 個として扱った。晩春でフラス排出が確認された樹木では、晩夏の排出孔は、晩春と同一個体によるものか、新しく活動を始めた個体によるものかは不明である。晩春および晩夏ともに、確認されたフラスのほとんどは、木屑や糞が粗い大きなものであり、2 年目の幼虫によって排出されたと考えられる。晩夏では、当年にふ化した幼虫による細かいフラスの排出孔も確認されたが、数が非常に少なかったため計数の対象としなかった。樹木あたりのフラス排出孔数の時期による変化を検証するため、フラス排出孔数ごとの樹木頻度の晩春と晩夏での差異について Fisher の正確率検定を行った。また、晩春と晩夏における樹木のフラス排出孔数の関係を検証するため、晩春にフラス排出が確認された樹木（樹幹注入処理木を含む）について晩春と晩夏のフラス排出孔数の間の Kendall の順位相関について検定した。

並木の中で初めて被害が確認され、最もクビアカツヤカミキリの被害木が多い北区域において、樹木サイズとクビアカツヤカミキリの被害の関係を調査した。2019～2020 年にかけて、北区域のサクラすべてについて根元周（地際の幹周囲長）を計測した。根元周と被害の有無の関係について検証するため、根元周を説明変数、フラス排出の有無を被説明変数としたロジスティック回帰分析を使用した。フラス排出については、調査時期のどちらかで認められた樹木を有り、どちらの時期でも認められなかった樹木を無しとして扱った。ロジスティック回帰モデルの検定には、 χ^2

Fig. 1. Map of the study site in Fussa City. Small circles show the studied cherry trees. They were split into four areas by road, railroad, or buildings. n indicates the number of cherry trees in the area.

Fig. 2. Aggregately distributed frass ejection holes of *Aromia bungii* larvae in the basal trunk of a cherry tree.

分布近似に基づく尤度比検定を用いた。根元周とフラス排出孔数との相関関係を検証するために、調査時期ごと（晩春と晩夏）に両者の間の Kendall の順位相関を解析した。晩春でフラス排出孔が確認された樹木については、春と夏で排出孔が同一個体のものか別個体によるものかが不明であり、フラス排出孔数について時期を統合した解析はできないため、時期ごとに解析を行った。統計解析はすべて R ver. 4.0.0 (R Core Team, 2020) を使用し、有意水準は $\alpha=0.05$ とした。

結 果

晩春と晩夏の 2 回の調査を合わせて、並木全体で 21%（63 本）のサクラにおいてクビアカツヤカミキリのフラス排出が確認された。フラス排出が確認された樹木（被害木）の並木全体に対する

Table 1. Cross-tabulation matrix comparing the number of active frass-ejection holes of *A. bungii* larvae in late spring with those in late summer

		The number of trees in late summer						Total
		No holes	One hole	Two holes	Three holes	Four holes	≥ Five holes	
The number of trees in late spring	No holes	231	19	7	1	4	4	266
	One hole	4	5	2	3	1	2	17
	Two holes	1	0	0	1	0	2	4
	Three holes	0	0	0	0	1	0	1
	Four holes	0	0	1	0	0	2	3
	≥ Five holes	0	0	1	0	1	1	3
	Total	236	24	11	5	7	11	294

Fig. 3. The relationships between the occurrence of frass ejection by *Aromia bungii* and the basal circumferences of cherry tree trunks in the northern area of the study site. A significant logistic regression curve is indicated. Fig. 4. The relationships between the number of active frass ejection holes of *Aromia bungii* larvae and the basal circumferences of cherry tree trunks in the northern area of the study site in late spring as well as in late summer. The classification of five holes includes cases with more than five holes.

割合は晩春より晩夏の方が大きく、晩春では10% (28本)、晩夏では20% (58本)であった (Table 1)。全被害木のうち92%は、晩夏にフラス排出が認められたことになる。晩春でフラスが確認された樹木のうち、晩夏にフラス排出孔数が増加した樹木の割合は50% (14本)、減少した樹木の割合は29% (8本)であった。減少した樹木には晩夏にフラスが確認されなかった樹木 (5本)が含まれていた。これは、晩春のみフラス排出が確認された樹木に相当し、全被害木に対する割合は8%であった。逆に晩春ではフラス排出が確認されず、晩夏のみ確認された樹木は全被害木の56% (35本)であった。フラス排出が確認された樹木についてフラス排出孔数の平均は晩春で2.0、晩夏で2.5であり、調査時期の間でフラス排出孔数ごとの樹木頻度に差異は認められなかった (Fisherの正確確率検定, $p=0.592$)。晩春でフラス排出が確認された樹木について、晩春と晩夏のフラス排出孔数の間に正の相関が認められた ($n=28, \tau=0.37, p=0.020$)。

各区域におけるフラス排出が確認された樹木の割合は、北区域 (晩春, 25%; 晩夏, 46%), 中央東区域 (晩春, 7%; 晩夏, 22%), 南区域 (晩春, 3%; 晩夏, 5%) の順に高く、いずれも晩春より晩夏において割合が高かった。中央西区域では、どちらの調査時期においてもフラス排出が確認された樹木はなかった。

北区域における調査樹木の根元周の範囲は36~397cmであり、150~350cmの樹木が82%を占めた。根元周が大きいほど、フラス排出が確認された樹木の割合が大きかった (ロジスティック回

帰, $\chi^2=7.01$, odds ratio=1.006, $p=0.008$; Fig. 3)。フラス排出が確認された樹木の根元周の範囲は、晩春では188~342cm、晩夏では95~397cmであった (Fig. 4)。樹木の根元周とフラス排出孔数との相関は、晩春、晩夏ともに認められなかった (晩春: $\tau=-0.26, p=0.149$, 晩夏: $\tau=-0.03, p=0.809$; Fig. 4)。

考 察

調査したサクラ並木において、各区域の被害木の割合にかかわらず、晩春と比べて晩夏ではフラス排出が確認された樹木数は2倍程度に増加した (Table 1)。樹木あたりの排出孔数は、晩春と晩夏で同様であったことから、活動する幼虫が晩夏では晩春の2倍程度多いといえる。一方で、晩春にフラスが確認された樹木の29%において、晩夏にかけて排出が認められなくなるか排出孔数が減少した。このことは、晩夏にかけて活動を停止した幼虫が存在することを示す。クビアカツヤカミキリの2年目の幼虫は

夏眠することが知られ(刘, 1982), 調査地において6月にフラス排出が停止したのち, 12月に排出孔周辺に脱出予定孔が形成された事例が確認されている(砂村ら, 2020). 活動を停止した幼虫の多くは蛹室形成後に夏眠した可能性がある. これらの現象の原因を明らかにするには, クビアカツヤカミキリ幼虫の休眠誘起や覚醒のタイミング, 樹木の生理状態と幼虫の活動の関係などについて検証する必要がある.

本研究の結果は, フラス排出を目印として行う防除活動について以下の示唆を与える. 網掛けについては, 晩春のみフラス排出が確認された樹木(全被害木うち8%)は, 内部に蛹室が形成され翌年に成虫が羽化する可能性があることから, 翌年の処理対象に含める方が望ましい. 対象とした並木では晩夏の調査のみから網掛けの処理木を選定していたが, 並木において翌年に網掛けを行う被害木を正確に特定するには, 晩春から晩夏にかけて複数回調査を行う必要があるといえる. 同様に, フラス排出孔から注入するエアロゾル剤の処理についても, 晩春から晩夏にかけて新たに活動を開始する個体や, 晩夏までに休眠に入る個体が多いと考えられることから, すべての幼虫にエアロゾル剤を処理するには並木において季節ごとに調査と処理を実施する必要がある. ただし, 晩春と晩夏におけるフラス排出孔数の間に正の相関が認められたこと, および全被害木の90%以上は晩夏においてフラス排出が認められたことから, フラス排出孔数が多い樹木のみを防除対象とする場合や, 省力化のため調査回数を減らす場合は, 調査や防除対象木の決定は晩夏に行う方が良いと考えられる.

殺虫剤の樹幹注入は, クビアカツヤカミキリに対して安定した防除効果が期待でき, 薬剤の環境への流出を抑制できることから, サクラの防除手段として注目されている(砂村ら, 2020). 樹幹注入剤は, 穿孔性害虫に対し主に摂食によって毒性を発揮し(Poland et al., 2006, 2016), 活動している幼虫に対してより高い殺虫効果があると考えられている(砂村ら, 2020). したがって, 並木全体で活動的な幼虫が多くなる晩夏に対象木を選定し樹幹注入を行った方が, 晩春に処理するより効率的に防除できる可能性がある. 一方で, 晩夏までに蛹室となる坑道を形成し終える個体が一定数存在する可能性があることから, 晩春にフラス排出が多い樹木に樹幹注入を行うことにもメリットはある. また, 樹幹注入剤の樹幹内での拡散は水移動に依存するため, 薬剤の動態は樹木の生物季節や水ストレスにも影響され(Sánchez Zamora and Fernández Escobar, 2000; Mota-Sanchez et al., 2009), その殺虫効果は処理時期によって変わる可能性がある. 樹幹注入剤の処理時期と殺虫効果や防除効率の関係について, 今後詳細に検証される必要がある.

他の穿孔性昆虫では, カシノナガキクイムシにおいて発生初期には樹木サイズにかかわらず枯死が発生するが, 蔓延期には小さい樹木でより枯死が発生することが報告されている(西川ら, 2020). 本研究においては, 侵入から少なくとも4年は経過した, 被害木の割合が半数近い北区域のサクラ並木において, 根元周が大きい樹木ほどクビアカツヤカミキリに加害されやすいことが示された(Fig. 3). 並木への侵入初期においても, 根元周が大きい樹木の方が被害を受けやすいことが示唆されており(山本・石

川, 2018), 被害の蔓延の程度にかかわらずサイズが大きい樹木に被害が生じやすい可能性がある. 根元が太い樹木の方が, 樹皮の割れなどクビアカツヤカミキリが産卵しやすい部分が多い, 腐朽などにより樹木の抵抗が小さい部分が多いなどの理由が考えられる. 一方で, 本研究において根元周が95cmと比較的小さい樹木でもフラス排出が確認されたこと, および根元周とフラス排出孔数に相関が認められなかったこと(Fig. 4)から, 被害が広まったサクラ並木では根元周の大きい樹木だけでなく小さい樹木も被害調査の対象に含める必要がある.

本研究によって, 東京都西部のサクラ並木において, 晩夏では晩春に比べてフラス排出を行うクビアカツヤカミキリ幼虫が増加し確認される被害木が約2倍になることが示され, 防除を進めるうえで有益な情報が得られた. 一方で, 日本における本種の被害は関東から四国まで広域に広がっている(田村・加賀谷, 2020). そのため被害地ごとに気候や被害木の樹種構成が異なる. 国内の各被害地におけるクビアカツヤカミキリの生活環をさらに調べることで, 本研究の結果の普遍性を確かめる必要がある.

引用文献

- EPPO (2015) *EPPO Bull.* 45: 4-8.
- Hanks, L. M., T. D. Paine, J. G. Millar, C. D. Campbell and U. K. Schuch (1999) *Oecologia* 119: 400-407.
- 黄 邦侃・赵 怀谦 (1992) 中国森林昆虫(第2版)(蕭 剛柔編). 中国林业出版社, 北京, pp. 465-466. [Huang, B. K. and H. Q. Zhao (1992) In *Forest Insects of China*. 2nd ed. (G. Xiao, ed.). China Forestry Press, Beijing, pp. 465-466.]
- 岩田隆太郎 (2018) 森林防疫 67: 189-216. [Iwata, R. (2018) *Forest Pests* 67: 189-216.]
- 加賀谷悦子 (2018) 樹木医学研究 22: 68-72. [Shoda-Kagaya, E. (2018) *Tree and Forest Health* 22: 68-72.]
- 衣浦晴生・城塚可奈子・山本優一・所 雅彦・加賀谷悦子 (2018) 森林防疫 67: 221-223. [Kinuura, H., K. Shiotsuka, Y. Yamamoto, M. Tokoro and E. Shoda-Kagaya (2018) *Forest Pests* 67: 221-223.]
- 桐山 哲 (2018) 森林防疫 67: 217-220. [Kiriya, S. (2018) *Forest Pests* 67: 217-220.]
- 桐山 哲・岩田隆太郎・加賀谷悦子 (2015) 植物防疫 69: 807-809. [Kiriya, S., R. Iwata and E. Shoda-Kagaya (2015) *Plant Prot.* 69: 807-809.]
- 刘 彬声 (1982) 中国果树 1982(2): 45-49. [Liu, B. S. (1982) *China Fruits* 1982(2): 45-49.]
- Mota-Sanchez, D., B. M. Cregg, D. G. McCullough, T. M. Poland and R. M. Hollingworth (2009) *Crop Prot.* 28: 655-661.
- 中野昭雄・渡邊崇人 (2018) 森林防疫 67: 224-229. [Nakano, A. and T. Watanabe (2018) *Forest Pests* 67: 224-229.]
- 西川祥子・久保満佐子・尾崎嘉信 (2020) 日林誌 102: 1-6. [Nishikawa, S., M. Kubo and Y. Ozaki (2020) *J. Jpn. For. Soc.* 102: 1-6.]
- Poland, T. M., R. A. Haack, T. R. Petrice, D. L. Miller and L. S. Bauer (2006) *J. Econ. Entomol.* 99: 85-93.
- Poland, T. M., T. M. Ciaramitaro and D. G. McCullough (2016) *J.*

- Econ. Entomol.* 109: 705–716.
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Sánchez Zamora, M. A. and R. Fernández Escobar (2000) *Sci. Hortic.* 84: 163–177.
- 砂村栄力・田村繁明・加賀谷悦子 (2020) 環動昆 31: 13–19.
- [Sunamura, E., S. Tamura and E. Shoda-Kagaya (2020) *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.* 31: 13–19.]
- 田村繁明・加賀谷悦子 (2020) 森林科学 89: 21–25. [Tamura, S. and E. Shoda-Kagaya (2020) *Shinrin Kagaku* 89: 21–25.]
- 山本優一・石川陽介 (2018) 関西病虫研報 60: 17–21. [Yamamoto, Y. and Y. Ishikawa (2018) *Ann. Rept. Kansai Pl. Prot.* 60: 17–21.]
-