

クビアカツヤカミキリ人工飼料飼育における蛹化および羽化方法の改良

浦野忠久¹

1 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所

要旨：バラ科樹木を加害する特定外来生物のクビアカツヤカミキリを、人工飼料を用いて室内飼育した。実験室内で成虫を産卵させ、孵化した幼虫をまずインセクタ LFS に接種し、摂食に成功した幼虫をシルクメイトとサクラ材粉末をベースとした滅菌飼料で飼育した。成熟した個体は低温処理を行った。前年（2018 年）の試験では、成虫の羽化には成功したものの、羽化成虫の奇形発生率が 65.5% と高かった。そこで成熟幼虫を人工飼料から取り出し、ガラス製管瓶に入れて蛹化させた。飼育の結果、低温処理終了までに約 65% の個体が死亡し、羽化率は 10.2% だったが、奇形発生率は 32.6% となった。

キーワード：クビアカツヤカミキリ 飼育 人工飼料, 低温処理, 成虫奇形

Improvement of the method for pupation and adult eclosion of *Aromia bungii* (Coleoptera: Cerambycidae) reared with artificial dietsTadahisa URANO¹¹ Kansai Res. Ctr. For. and Forest Prod. Res. Inst., Kyoto, 612-0855

Abstract: *Aromia bungii*, an invasive alien species that infests Rosaceae trees, was reared with artificial diets. Hatched larvae in the laboratory were initially inoculated into Insecta LFS and reared. Larvae succeeded in feeding were transferred to the sterilized artificial diet that was made of Silkmate PM, ground sawdust of cherry blossom logs, dry yeast and water. Larvae and artificial diets were put in the conical flasks and kept in the laboratory. Full-grown larvae were reared in 10°C incubator for 120 days for the low temperature treatment. Although adults were emerged, 65.5% were emerged as deformed adults in the previous rearing in 2018. In the present study, full-grown larvae were removed from artificial diets and pupated in the glass tubes. As a result, 65% individuals were dead until the end of the low temperature treatment and emerging rate was 10.2%. Rate of deformed adults was decreased to 32.6%.

Key-word: *Aromia bungii*, rearing, artificial diet, low temperature treatment, deformed adults

I はじめに

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* (Faldernann) は、サクラ、モモ、ウメなどのバラ科樹木に激しい穿孔被害を与える特定外来生物である。本種の被害は 2012 年に愛知県で初確認されて以来、2019 年までに関東、東海、近畿および四国の 11 都府県へと拡大した (4)。本種に関しては被害拡大防止を目的とした防除法開発などの研究が進められている一方で、著者は防除試験等に必要の実験用個体の確保を目的とした人工飼料による室内飼育法の開発を行っている。

当初行われたインセクタ LFS (日本農産工業 (株)) を用いた飼育 (7) では幼虫期の死亡率が高く、正常な成虫の羽化には至らなかった。2018~2019 年の飼育試験 (以下「2018 年試験」とする) (5) では、クワ葉粉末を

主成分とするシルクメイト PM (日本農産工業 (株)) (3) にサクラ材粉末を混合した人工飼料を作成して幼虫の飼育に用いた。当試験では多くの飼育個体が約 1 年で羽化可能であることが判明した。しかし成虫の奇形発生率が 65.5% と高い、という問題点が残った。

本論にて行った試験 (以下「2019 年試験」とする) では、幼虫の飼育法は原則として 2018 年試験を踏襲しながら、飼育個体の蛹化、羽化方法を改良することによって、羽化成虫の奇形発生率抑制を目標とした。

II 材料と方法

室内飼育個体は、埼玉県草加市のサクラ (ソメイヨシノ) および栃木県佐野市のモモ被害樹幹より羽化脱出した成虫を、実験室内で産卵させることによって得た次世

代個体を用いた。草加市のサクラは 2018 年 10 月～2019 年 5 月に、佐野市のモモは 2019 年 2 月に伐倒し、幼虫の穿入した樹幹および枝を茨城県つくば市の森林総合研究所構内の野外網室内に搬入し保管した。2019 年 5 月下旬から 7 月下旬にかけて毎日網室内をチェックし、羽化成虫を採集した。

採集した成虫はその日の内に底に濾紙を敷いた透明プラスチックカップ（直径 13cm、高さ 6 cm）に入れて個体飼育した。羽化当日に同上のカップに雌雄ペアで入れ、約 24 時間交尾させた。餌としてハチミツ 4 倍希釈水を脱脂綿に染み込ませたものをカップの中に置いた。雌成虫の飼育カップには、ソメイヨシノ枝を輪切りにしたもの（直径 3～5 cm、高さ 5 mm）を置き、枝と濾紙の間に産卵させた。飼育環境は温度 25℃一定、日長 16L：8D とした。

産下卵は産卵材または濾紙に付着したままの状態で回収し、プラスチックシャーレに入れて成虫と同じ環境下に置いた。1～2 週間後に孵化した幼虫（体長 2 mm 以下）を、インセクタ LFS に接種した。2 g のインセクタを直径 6.5cm、高さ 4 cm の透明プラスチックカップに入れ、表面にピンセットで小孔を開けた。使用したソーセイジ型のインセクタは比較的多くの水分を含むため、このままの状態では接種すると、孵化幼虫が飼料表面に張り付いてうまく穿入できないことが多い。そこで 50℃の乾燥器に 45 分間入れて飼料の表面を乾燥させてから、小孔内に孵化幼虫 1 個体を接種した。上記幼虫を 25℃、日長 16L：8D で約 2 週間飼育した後、取り出して確認した。摂食に成功した個体は生重を電子天秤（Mettler Toledo XP205）で計測した。

上記の幼虫 420 個体を、サクラ材混合滅菌飼料を作成し飼育した。本飼料は 2018 年試験に使用したものと同一である。飼料 50g 中の成分組成は、シルクメイト PM13.5g、サクラ材粉末 4g、乾燥酵母 2.5g、蒸留水 30ml である。以上の材料を混合し三角フラスコに入れて押し固め、シリコセンをしたものをオートクレーブに入れ、121℃で 15 分間滅菌した。作成した飼料は 8℃の冷蔵庫で保存し、必要に応じて使用した。インセクタで摂食成功した幼虫を 1 個体ずつ上記の人工飼料に接種し、25℃、日長 16L：8D で飼育した。初回の供給飼料は 25g（50ml 三角フラスコ）とし、飼育開始から 2～3 カ月後に 50g（100ml フラスコ）の飼料に交換した。その後は飼料の劣化に応じて新たな 50g 飼料に交換した。

飼育幼虫は週 1 回以上観察し、野外の被害材内に見られる越冬幼虫と同じ形態になった個体を、20℃一定、日長 10L：14D で 2 週間保持した後、10℃一定、全暗条件

の恒温器内に移し 120 日間低温処理した。越冬形態への変化が確認できなかった幼虫は、50g 飼料に交換後 2～3 カ月後に低温に移した。低温処理終了後は元の温度（25℃、日長 16L：8D）に戻し、その後の変化（蛹化、羽化）を観察した。

2018 年試験では、三角フラスコ内でそのまま蛹化および羽化を観察した。これは過去に開発されたマツノマダラカミキリ飼育法（2）に従ったもので、飼育作業の省力化において意義がある。ただしクビアカツヤカミキリの飼育においては、羽化成虫の奇形発生率が 65.5%という高い数値となった。原因としては、幼虫がフラスコの周縁部に沿って孔道を作り、そのまま曲線状の孔道内で蛹化したため、屈曲した形状の蛹になってしまうこと、また幼虫成熟後のフラスコ内には粘着質の残滓が溜まっており、これが体表面に付着することで蛹化および羽化に悪影響が出るのではないかと考えられた。そこで 2019 年試験においては、低温処理期間中に人工飼料から幼虫を取り出し、ミズゴケの入ったプラスチックカップに入れて保持した。25℃に戻して前蛹になったことが確認された時点で、30ml のガラス製管ビン（水平に置き濾紙を敷いたもの）に入れ、蛹化・羽化させた。羽化成虫は雌雄を判定し、前翅長をデジタルノギスで計った。人工飼料による飼育の各段階と所要日数を図-1 に示した。

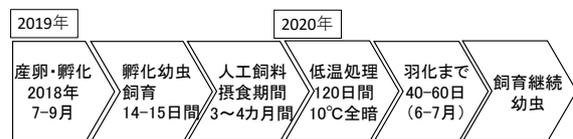


図-1. クビアカツヤカミキリ人工飼料による飼育の各段階と所要日数
Fig.1 Developmental periods for each stage of artificial rearing of *Aromia bungii*.

III 結果と考察

1. 孵化幼虫の飼育状況 インセクタ LFS 接種した孵化幼虫について、14～15 日後に摂食成功した個体の割合を、接種時期ごと（半月ごと）に図-2 に示した。全体の摂食成功率は 39%であった。本試験は 2016 年から行っており、過去の全体成功率は 2016 年が 32%（6）、2017 年が 31%、2018 年が 37%であった。接種時期による差は、初期に比較的高く後期に低下する傾向があった。過去では 2016 年に同様の傾向が見られたが、2017 年および 2018 年には一定の傾向はなかった。摂食成功率は年々上昇してはいるものの 30%台にとどまっており、この段階における死亡率が異常に高いと言わざるを得ない。現在はインセクタ LFS をそのまま使用しているが、摂食刺激

物質となるサクラの材粉末を混合した孵化幼虫専用人工飼料の作成が必要と考えられる。

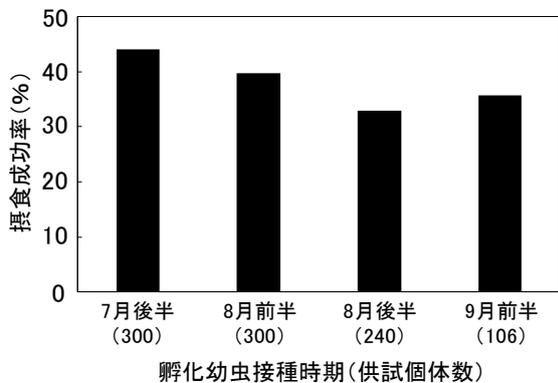


図-2. クビアカツヤカミキリ孵化幼虫の接種時期別摂食成功率
Fig.2 Mean survival rate for *Aromia bungii* hatchlings inoculated to the artificial diet every two weeks.

インセクタに接種後 14~15 日後に摂食成功した 435 個体の平均生重は 5.27mg (最小 0.97-最大 15.64mg) であった。これは 2018 年試験の 5.35mg とほぼ同じであった。

2. サクラ材混合滅菌飼料での飼育 人工飼料飼育開始から初回飼料交換までの積算死亡率を図-3に示した。

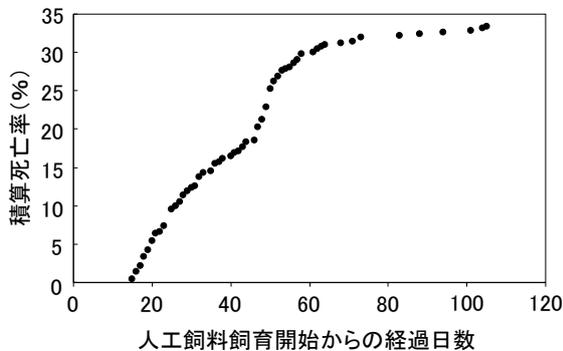


図-3. 人工飼料飼育開始から初回飼料交換までのクビアカツヤカミキリ積算死亡率
Fig.3 Accumulated mortality of *Aromia bungii* from initiation of rearing to the first replacement of artificial diets.

室内飼育ではこの期間に 33%の幼虫が死亡した。グラフ上の死亡率変化が2段階になっているように見えるが、三角フラスコ内で生死の状況が不明だった個体をまとめて精査し、死亡個体を処理した日があったため、その前後で死亡率が急上昇したのが原因である。この傾向は 2018 年試験でも確認された。したがって実際には、この期間の死亡個体の多くは初期段階の死亡、すなわち食い付きの失敗によるものではないかと考えられる。人工飼料

交換時点での幼虫の平均生重 (最小-最大) は、249 個体において 1112mg (319-2154mg) であり、2018 年試験における 1350mg よりも小さかった。

初回人工飼料交換以降の摂食期間および低温処理期間における積算死亡率を図-4に示した。低温処理開始前後の死亡個体が多く、低温処理終了までに死亡率が 65% に達した。2018 年試験では低温処理終了時の死亡率は約 50%であり、差が生じた。この時期に生じた死亡個体の多くは体色が変わり、外皮が硬化したような状態であったため、脱皮に失敗したものと考えられる。低温処理に入った後は死亡個体の発生が少なくなり、これは 2018 年と同様の傾向であった。

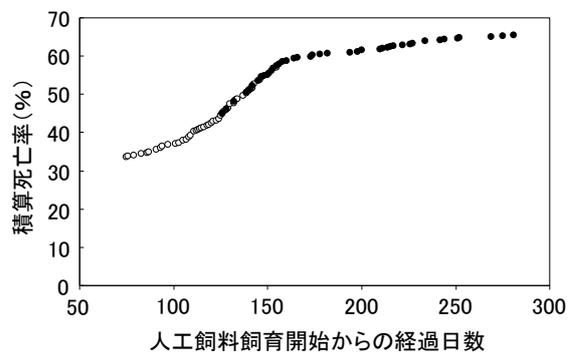


図-4. 人工飼料交換後の摂食期間 (○) および低温処理期間 (●) のクビアカツヤカミキリ積算死亡率
Fig.4 Accumulated mortality of *Aromia bungii* during the feeding period after replacement of artificial diets (○) and low-temperature treatment (●).

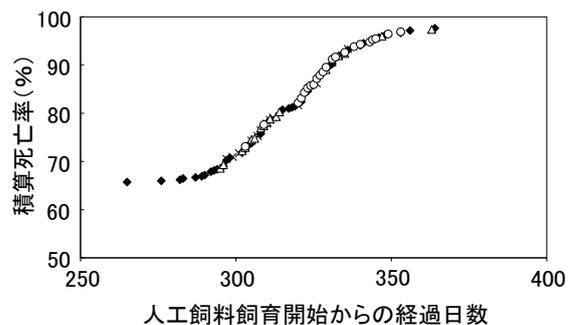


図-5. 低温処理終了後の幼虫 (◆), 前蛹 (×), 蛹 (△) および羽化成虫 (○) におけるクビアカツヤカミキリ積算死亡率
Fig.5 Accumulated mortality of *Aromia bungii* during larval (◆), prepupal (×), pupal (△) and adult (○) stages after low-temperature treatment.

3. 新成虫の羽化状況と残存幼虫の経過 低温処理終了後の各ステージにおける積算死亡率を図-5に示した。成虫の羽化は死亡とは異なるが、グラフ上では便宜的に同じ処理をした。2018 年試験と同様、前蛹および蛹の段階で死亡する個体もかなりの数が存在した。2018 年試験

では、羽化時期以降に残存する幼虫が約 15%存在したが、2019 年試験ではそのような個体は 2%にすぎなかった。このような差が生じた原因は不明であるが、野外においては多くが 2 年 1 化と考えられているため、室内においても低温処理を 2 回要する個体が出現したものと考えられる。2018 年試験の残存幼虫はその後新たな人工飼料を与え、一部は 2 回目の低温処理に入ったものの、低温処理終了までに全個体が死亡した。2019 年試験の結果からは、関東地方に分布するクビアカツヤカミキリが、餌および温度条件が整った環境下ではほぼ 1 年 1 化となる（1 回の低温で羽化する）ことが明らかである。

表-1. クビアカツヤカミキリ羽化成虫に関するデータ
Table 1 Data for emerging adults of *Aromia bungii*.

| | | 2018-19年 | 2019-20年 |
|----------------|---|----------|----------|
| 羽化個体数 | ♂ | 23 | 10 |
| | ♀ | 31 | 19 |
| 蛹化率 (%) | | 24.2 | 20.2 |
| 羽化率 (%) | | 16.7 | 10.2 |
| 飼育所要日数 (平均) | ♂ | 308 | 323 |
| | ♀ | 321 | 330 |
| 奇形率 (%) | ♂ | 56.5 | 28.6 |
| | ♀ | 67.7 | 34.5 |
| 前翅長 (mm) | ♂ | 19.4 | 18.2 |
| | ♀ | 19.9 | 19.7 |

表-1において、羽化成虫のデータを 2018 年試験と 2019 年試験で比較した。2019 年の方が幼虫期の死亡率が高かったため、蛹化率、羽化率とも低かった。羽化個体は 2 年連続で雄の方が少なかった。野外では雌雄がほぼ 1 : 1 で羽化するため、飼育個体の死亡率は雄の方が高いことになる。飼育所要日数は雄の方がやや短く、これは野外で雄の方が早く羽化する傾向と一致する。奇形率は蛹化・羽化方法の改良によって大幅に低下した。成虫のサイズ（前翅長）は両年とも大差なく、野外個体よりは小さくなる傾向があった。

2018 年と 2019 年の幼虫期における死亡率を比較すると、2018 年の人工飼料交換時点での平均生重が 2019 年より大きく、幼虫発育が良好だったことがその後の羽化率の差にまで影響したのでないかと考えられた。成熟幼虫の脱皮失敗による死亡に関しては、阿久津 (1) がセンノカミキリの飼育において、セルロースおよび寄主植物成分の不足を脱皮異常の原因としている。本試験においてはサクラの材粉末を使用しているため、セルロース不足の可能性は低いと考えられるが、人工飼料の成分組成の変更などを検討する必要がある。羽化成虫の奇形発

生率に関しては、飼育法の改良によって大幅に低下させることができたが、依然として約 3 分の 1 が奇形であり、蛹期間におけるさらなる飼育法改良が必要である。

謝辞: 本研究の供試木採集にご尽力下さった埼玉県生態系保護協会の加納正行氏ならびに栃木県農業試験場の春山直人氏、また試験実施に御協力いただいた加賀谷悦子氏ほか森林総合研究所森林昆虫研究領域の皆様にご心よりお礼申し上げます。本論文はイノベーション創出強化研究推進事業（農研機構生研支援センター）30023C「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を被害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法の開発」の成果である。

引用文献

- (1) 阿久津喜作・本多健一郎・新井 茂 (1980) 人工飼料によるセンノカミキリの大量飼育. 日本応用動物昆虫学会誌 24: 119-121
- (2) Kosaka H and Ogura N (1990) Rearing of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on artificial diets. Appl. Ent. Zool. 25: 532-534
- (3) 日本農産工業 <https://www.nosan.co.jp/business/fodder/pdf/silkmatePM.pdf>
- (4) 田村繁明・加賀谷悦子 (2020) 日本におけるクビアカツヤカミキリの分布拡大の経過. 森林科学 89: 21-25
- (5) 浦野忠久 (2020) クビアカツヤカミキリ人工飼料飼育における開始翌年までの発育および羽化状況. 関東森林研究 71-1: 97-100
- (6) 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 68-1: 25-28
- (7) 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幼虫の発育. 関東森林研究 69-1: 27-30