

令和 3 年 4 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K01090

研究課題名(和文) 木材食害性甲虫類の人工飼育法の確立とライフサイクルの調査

研究課題名(英文) Establishment of rearing method for wood-destroying beetles and investigation of life cycle

研究代表者

藤本 いずみ (Fujimoto, Izumi)

京都大学・生存圏研究所・研究員

研究者番号：70815258

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、物流のグローバル化に伴い、木材食害性の甲虫類が新たに侵入してきた場合に速やかに対応できるよう、既にある材料(ヒラタキクイムシ用人工飼料)の適応性を評価し、ヒラタキクイムシ、アフリカヒラタキクイムシ、ケバカシバンムシ、ケヤキヒラタキクイムシ、ホソナガシンクイに加えて、クシヒゲシバンムシ、アラゲヒラタキクイムシ、チビタケナガシンクイも飼育可能であることが判明した。また、防除法を考案するに必要不可欠な大量飼育法を検討、さらに、マイナーではあるが既に文化財等に被害を与えているケバカシバンムシ等のライフサイクルを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、既にある材料(ヒラタキクイムシ用人工飼料)は、ヒラタキクイムシ類、シバンムシ類、シンクイムシ類等、多種甲虫類の飼育に利用できると考えられた。被害発見が遅れがちな木材食害性甲虫類の侵入種が国内で発見されたとしても、速やかに飼育でき防除法を検討する一助となりうる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we evaluated the adaptability of existing materials (artificial diet) so that we can quickly respond to the new invasion of wood-destroying beetles due to the globalization of logistics. As a result, it was found that *Lyctoxylon dentatum* and *Ptilineurus marmoratus* can also be reared by the same diet. In addition, we examined the mass rearing method, which is indispensable for devising a control method, and confirmed the life cycle of *Nicobium hirtum* and *Heterobostrychus aequalis*, which is a minor but has already damaged cultural properties.

研究分野：都市害虫管理

キーワード：木材食害性甲虫 ヒラタキクイムシ シバンムシ シンクイムシ

1. 研究開始当初の背景

木材製品の輸出国は多様化し、それに伴い新たな侵入害虫の脅威が増加している。木材製品は検疫の対象ではないため、木材食害性の昆虫類は容易に侵入し、気候条件が原産地と大きな相違が無ければ定着が容易である。特に、木材製品中に生息する甲虫類の幼虫は木材製品の外観からは発見が困難で、屋内に持ち込まれた後に被害が露見することが通常である。木材製品中のこれらの幼虫を駆除する最も有効な方法は燻蒸であるが、コスト面等から実用的な方法では無い。また、本研究の対象のひとつであるケブカシバンムシは、文化財の重要害虫であるにもかかわらず、有効な駆除方法は燻蒸程度で、研究も殆ど行われてこなかった。これら木材食害性甲虫類の防除方法を検討するに際し、ライフサイクルや生態を調べる事及び供試虫の安定した供給が課題となる。過去ヒラタキクイムシの家屋被害が顕在化した際にも、人工飼料が考案され供試虫の供給ができるようになり、生態が研究された結果、接着剤混入処理剤や表面処理剤等の有効な防除方法が開発されている。このことから、供試虫の人工飼育方法の確立は必要不可欠であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は「木材食害性甲虫類の人工飼育法の確立とライフサイクルの調査」であり、具体的には既に確立されているヒラタキクイムシ *Lyctus brunneus* (Stephens)及びアフリカヒラタキクイムシ *L. africanus* Lesne の人工飼料をベースにして、ケブカシバンムシ *Nicobium hirtum* (Illiger)、クシヒゲシバンムシ *Ptilineurus marmoratus* Reitter、ホソナガシクイ *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse)等の木材害虫の人工飼育の最適飼育温度を調べ、併せて、産卵数や齢期等の生育期間や生態を調査し、供試虫の安定した供給を可能とするための検討を行う。本検討により、今後新たな侵入害虫が出現した場合の飼育方法検討のベースとなると考える。

3. 研究の方法

(1) 木材食害性甲虫類の人工飼育法の確立

ヒラタキクイムシ及びアフリカヒラタキクイムシの近親交配による消滅の可能性調査

昆虫飼育では、長期間閉鎖集団で継代し続けると、近親交配により衰退し消滅することがある。また、ヒラタキクイムシ及びアフリカヒラタキクイムシは、実際の家屋等で発生した際に2~3年で発生が止まるとされている理由として、小集団内での近親交配により消滅していると言われている。そこで小集団で近親交配による影響を調べた。

1/1 : 20/20、10/10、5/5、1/1の4種類頭数区を設定、既存のヒラタキクイムシ用人工飼料(以下、人工飼料)を用いて同一集団内で交配を行い継代飼育した。

クシヒゲシバンムシ、アラゲヒラタキクイムシ *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe)の人工飼料による飼育検討

ケブカシバンムシ、ホソナガシクイ、ケヤキヒラタキクイムシ *Lyctus sinensis* Lesne については、人工飼料で飼育が可能であることは既知であるので、新たに入手したクシヒゲシバンムシ、アラゲヒラタキクイムシについて検討した。

検討開始時は、成虫数が少なく羽化時期も一定でなかった為、虫数を定めず、人工飼料に成虫を放虫し、生育の可否を調べた。

ケブカシバンムシ、クシヒゲシバンムシ、ホソナガシクイ、チビタケナガシクイ、ケヤキヒラタキクイムシの大量飼育検討

人工飼料にて継代飼育が可能であることが判明した為、大量飼育を試みた。また、ホソナガシクイとチビタケナガシクイは、産卵時に成虫が激しく穿孔することから人工飼料のロスが大きい為、採卵方法を検討した。

1/1 を数頭~数十頭人工飼料に放虫、羽化成虫数を調査した。また、数種素材を供して採卵方法を検討した。

ケブカシバンムシの雌雄判別の指標となる特徴の調査

飼育及び薬剤効力評価には 外観から雌雄判別が必要である。ケブカシバンムシは判別ポイントが不明である為、目安となる部位を調査した。

腹部の長さ、各腹節の長さ、第一腹節の形状を測定した後、解剖により雌雄を判別した。

(2) 木材食害性甲虫類のライフサイクルの調査

ケブカシバンムシ、ホソナガシクイの最適飼育温度とライフサイクルの調査

ケブカシバンムシは温帯~比較的寒冷地域に、ホソナガシクイは亜熱帯~温帯に生息する。(1) 及び の検討は 25 にて実施しているものの、最適飼育温度であるかどうかは不明である。そこで最適飼育温度を調べ、併せてライフサイクルを調査した。

20、25、30 にて / :1/1 にて 1 週間採卵後、経時的に孵化、羽化等を観察した。また、人工飼料中の状況を確認するため定期的に X 線 CT を用いて観察した。

クシヒゲシバンムシ、チビタケナガシンクイのライフサイクルの調査

クシヒゲシバンムシ、チビタケナガシンクイも、人工飼料で飼育可能であることが判明したので、 / :1/1 にて採卵、ライフサイクルを調べた。

ヒラタキクイムシ及びアフリカヒラタキクイムシの成虫寿命調査

ヒラタキクイムシは後食を行わず、アフリカヒラタキクイムシは後食するとされている。餌の有無が成虫の寿命に対する影響を調べた。併せて、産卵による寿命に対する影響も調べた。

/ :5/0、0/5、5/5 の組み合わせについて人工飼料有 or 無区を設定し、経時的に生存虫数を観察した。

ケブカシバンムシの製材後経過年数の産卵及び生育への影響

ケブカシバンムシは、古材を好んで産卵するとされているが明確な報告はないことから、加速劣化した材を用いて産卵可否及び生育状況を調べた。

ヒノキ（高温及び天然乾燥）、スギ（中温乾燥）を 60 にて保存、経時的に取り出しケブカシバンムシ成虫 6 頭を放虫、産卵数を観察した。全頭死亡後解剖し を判別した。産卵木片は、経時的に目視及び X 線 CT を用いて観察した。

表 1. 検討項目一覧

	近親交配	人工飼育	大量飼育	外観での雌雄判別	ライフサイクル	最適飼育温度	成虫寿命	産卵樹種
ヒラタキクイムシ	✓	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	✓	
アフリカヒラタキクイムシ	✓	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	✓	
ケヤキヒラタキクイムシ		(✓)	✓	(✓)	(✓)	(✓)		
アラゲヒラタキクイムシ		✓						
ケブカシバンムシ		✓	✓	✓	✓	✓		✓
クシヒゲシバンムシ		✓	✓	(✓)	✓			
ホソナガシンクイ		(✓)	✓	(✓)	✓	✓		
チビタケナガシンクイ		(✓)	✓		✓			

註：(✓)は既に判明している項目



図 1 . 供試虫 (左から ; ヒラタキクイムシ、アフリカヒラタキクイムシ、ケヤキヒラタキクイムシ、アラゲヒラタキクイムシ、ケブカシバンムシ、クシヒゲシバンムシ、ホソナガシンクイ、チビタケナガシンクイ)

4 . 研究成果

(1) 木材食害性甲虫類の人工飼育法の確立

ヒラタキクイムシ及びアフリカヒラタキクイムシの近親交配による消滅の可能性調査

両種とも、最多 14 世代目で継続中 (2021 年 3 月末時点) であるが、次世代を採卵することが出来ず経時的に終了している区が増加している。終了した区は、羽化成虫数が少ない場合が多いが、産卵数が多すぎて成虫が羽化するまでに人工飼料が崩壊する場合 (特に / :20/20 区) もあった。しかし、 / :1/1 区において 14 代目継続中の区もあり、実際の家屋でのライフサイクルは一般的には 1 年程度とされていることから、近親交配を繰り返した集団が、14 年以上発生し続ける可能性がある。発生が収束するのは、寧ろ栄養分 (でんぷん) が十分含まれる建材部分が無くなったことによるものと推測される。また、継代飼育においても、現行の飼育条件 (異なる集団から / :20/20 で混合) では、近親交配による影響は比較的少ないと考えられた。

クシヒゲシバンムシ、アラゲヒラタキクイムシの人工飼料による飼育検討

両種とも飼育可能であった。クシヒゲシバンムシは個体数が増加、へ進めたが、アラ

ゲヒラタキクイムシは増加数が少なかった為、個体数を増やした後、へ進める予定である。尚、25 飼育条件では、クシヒゲシバンムシは 40 週程度、アラゲヒラタキクイムシは 1 年程度のライフサイクルであった。

ケブカシバンムシ、クシヒゲシバンムシ、ホソナガシクイ、チビタケナガシクイ、ケヤキヒラタキクイムシの大量飼育検討

いずれの対象虫についても、大量飼育が可能となり、他研究者へ提供した種もある。ただ、幼虫は微細な損傷があると容易に死亡するので、十分喫食されて固くなくなった人工飼料から取り出す必要がある。ケヤキヒラタキクイムシは蛹化時に低温処理が必要であるが、現時点では温度調節の無い室温条件 (ambient) で飼育しており、羽化時期は 1 回 / 年のみである。

採卵方法の検討について、ケブカシバンムシ、ホソナガシクイは市販の黒色ミルク濾紙を重ねた基材で採卵可能であったが、チビタケナガシクイ、クシヒゲシバンムシでは採卵不可であった。これにより、ホソナガシクイの採卵時の人工飼料のロスを減らすことが可能となった。また、植卵数を調整できるので、孵化率や羽化率が算出でき、さらに、産卵忌避試験、殺卵試験も可能である。



図 2 . 黒色ミルク濾紙上の卵 (左 2 点 : ケブカシバンムシ、右 2 点 : ホソナガシクイ)

ケブカシバンムシの雌雄判別の指標となる特徴の調査

目安となる部位を測定したが、現時点で明確な指標は見つからないものの、総じてが より大きい傾向がある。

(2) 木材食害性甲虫類のライフサイクルの調査

ケブカシバンムシ、ホソナガシクイの最適飼育温度とライフサイクルの調査

ケブカシバンムシは 25 ではほぼ 1 年、20 では 1 年以上、2 年で羽化する個体もあり、ただらと羽化した。30 では羽化個体は認められなかった。X 線 CT による観察で人工飼料中である程度成長していることは判明しているが、蛹化できないようであった。ホソナガシクイについて、25 で 5~6 ヶ月、30 では 3~4 ヶ月で羽化したが、20 では羽化個体は認められなかった。こちらについても、X 線 CT による観察で人工飼料中である程度成長していることは判明しているが、蛹化できないようであった。黒色ミルク濾紙を用いた検討では孵化率は悪くないものの羽化率が低く、植卵方法を改善する必要がある。

クシヒゲシバンムシ、ケヤキヒラタキクイムシのライフサイクルの調査

いずれも未完了であるが、クシヒゲシバンムシは 40 週程度、チビタケナガシクイは 3 ヶ月程度であった。

ヒラタキクイムシ及びアフリカヒラタキクイムシの成虫寿命調査

後食が殆ど無いとされているヒラタキクイムシでは人工飼料の有無で大きな差は無かったが、後食するとされているアフリカヒラタキクイムシは人工飼料・有で寿命が長かった。また、ヒラタキクイムシは産卵場所 (人工飼料) が無くとも産卵したが、アフリカヒラタキクイムシでは卵を見つけることができなかった。

ケブカシバンムシの製材後経過年数の産卵及び生育への影響

試験途中で明確ではないが、バラつきはあるもののいずれの供試材種に対しても産卵し孵化、食入した。加速処理無と 60 ・6M (室温 18Y 相当) での差も顕著でなかった。また、木片以外にも、プラスチック製容器内の角や合わさる部分の微小な隙間に好んで産卵していたことから、産卵場所の栄養状態は確認していない可能性がある。しかし、1 年経過時点の X 線 CT による観察では木片内部の幼虫が確認できていない。微量木材成分の影響、あるいは人工飼料と比べ栄養分が少なく幼虫が死亡もしくは判別可能な大きさに生育できていない可能性があるため、継続して観察予定である。

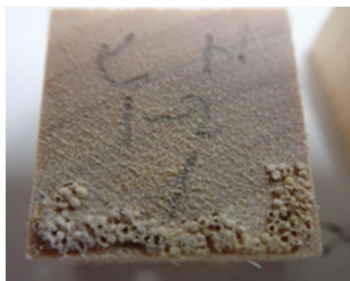


図3 . 木片上の卵。既に孵化して木片中へ食入している。

本研究成果により、既にある材料（ヒラタキクイムシ用人工飼料）は、ヒラタキクイムシ類、シバンムシ類、シンクイムシ類等、多種甲虫類の飼育に利用できると考えられた。被害発見が遅れがちな木材食害性甲虫類の侵入種が国内で発見されたとしても、速やかに飼育でき防除法を検討する一助となりうる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 藤本いずみ、吉村剛
2. 発表標題 木材害虫の人工飼育法の検討 第2報 ホソナガシンクイの各種温度における生育状況
3. 学会等名 第32回日本環境動物昆虫学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ni Putu R. A. Krishanti, Takuji Miyamoto, Izumi Fujimoto, Yuki Tobimatsu, Toshiaki Umezawa, Tsuyoshi Yoshimura
2. 発表標題 Lignocellulose Decomposition by the Wood-boring Beetle, <i>Nicobium hirtum</i> (Coleoptera: Anobiidae)
3. 学会等名 第32回日本環境動物昆虫学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ni Putu R. A. Krishanti, Takuji Miyamoto, Izumi Fujimoto, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Tsuyoshi Yoshimura
2. 発表標題 Structural Analysis of Lignocellulose Digested by <i>Nicobium hirtum</i> (Coleoptera: Anobiidae)
3. 学会等名 第71回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤本いずみ、吉村剛
2. 発表標題 木材害虫の人工飼育法の検討 第1報 ケバカシバンムシとホソナガシンクイに関する予備検討
3. 学会等名 第31回日本環境動物昆虫学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉村剛、藤本いずみ
2. 発表標題 トコジラミ用熱処理装置を用いた乾材害虫駆除の試み
3. 学会等名 第31回日本環境動物昆虫学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Izumi Fujimoto, Tsuyoshi Yoshimura
2. 発表標題 Bacterial and Fungal Communities in The Intestinal Tract of Several Wood-boring Beetles (Coleoptera: Bostrichoidea).
3. 学会等名 The International Conference and The 10th Congress of the Entomological Society of Indonesia. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Izumi Fujimoto, Tsuyoshi Yoshimura
2. 発表標題 Microbial Communities in The Digestive System of Wood-boring Beetles.
3. 学会等名 OIST Minisymposium, Ecology and Evolution of Termite Gut Microbes.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Izumi Fujimoto, Tsuyoshi Yoshimura
2. 発表標題 Hydrogen and Methane Emission by Several Wood-boring Beetles
3. 学会等名 第31回日本環境動物昆虫学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤本いずみ、吉村剛
2. 発表標題 ヒラタキクイムシ類成虫の羽化脱出後の寿命について
3. 学会等名 日本環境動物昆虫学会創立30周年記念大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉村 剛・藤本いずみ（京大生存研）、飯田高雄（滋賀環境衛生（株））、佐古生樹（山本ピニター（株））
2. 発表標題 高周波による乾材害虫類の殺虫処理
3. 学会等名 日本環境動物昆虫学会創立30周年記念大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	吉村 剛 (Yoshimura Tsuyoshi) (40230809)	京都大学・生存圏研究所・教授 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------