

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：87106

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K13426

研究課題名（和文）博物館における文化財害虫管理への個体群動態モデルの応用

研究課題名（英文）Application of population dynamics models to insect pest management in museums

研究代表者

渡辺 祐基（Watanabe, Hiroki）

独立行政法人国立文化財機構九州国立博物館・学芸部博物館科学課・研究員

研究者番号：20825583

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）：文化財を管理する博物館等においては、総合的有害生物管理（IPM）の考え方に基づき、文化財の害虫被害を未然に防ぐことが求められる。しかし、現段階のIPMでは、害虫の発生数の実数を把握したり、害虫発生に伴うリスクを予測したりすることが十分にできない状況にある。本研究では、科学的根拠に基づいた、より説得力・実効性のあるIPM体制を提案するための基礎的研究として、木材・竹材や紙類などを食害する文化財害虫の生活史や食害の特徴を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文化財の活用が推し進められる中で、博物館等の間における収蔵品の貸し借りがますます盛んになると考えられる。そのため、あらゆる博物館等がIPM体制を整備し、害虫被害の予防に取り組むことがこれまで以上に重要となっている。本研究で得られた文化財害虫に関する基礎的知見は、文化財害虫による被害の重大さを博物館・文化財関係者に周知したり、現場において害虫個体数を許容レベル以下に抑えられているかを判断したりするための根拠となることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：It is important for museums and other institutions that conserve cultural properties to prevent insect damages to collections based on the principles of integrated pest management (IPM). However, because of the lack of fundamental knowledge of the biology of insect pests that damage cultural properties, it remains difficult to grasp the actual population size of pests in a certain area or to fully estimate the risk from pest occurrences. This research project aims to clarify the life history and feeding characteristics of insect pests that consume materials, such as wood, bamboo, and paper, to provide fundamental findings that could be used to propose a more convincing and effective IPM scheme.

研究分野：博物館科学、木材保存学、応用昆虫学

キーワード：文化財害虫 木材害虫 総合的有害生物管理（IPM） 博物館

1. 研究開始当初の背景

文化財の活用が推し進められる中で、博物館等の文化財関連施設の間において収蔵品の貸し借りがますます盛んになると考えられる。そのため、あらゆる博物館等が総合的有害生物管理 (IPM) 体制を整え、文化財の害虫被害の予防に取り組むことがこれまで以上に重要となっている。しかし、文化財害虫に関する基礎的知見の不足により、害虫の発生数の実数を把握したり、害虫発生に伴うリスクを予測したりすることが十分にできない状況にある。

2. 研究の目的

本研究では、科学的根拠に基づき、より説得力・実効性のある IPM 体制を提案するための基礎的研究として、各種文化財害虫の生態や食害行動に関するデータを蓄積することを目的とした。また、これらのデータを用いて、個体群動態 (個体数の時間的・空間的变化) や食害の進行をモデル化することを目指した。対象の文化財害虫として、竹材害虫チビタケナガシンクイ、木材害虫オオナガシバンムシ、および紙類などを食害するシミ科の一種を使用した。

3. 研究の方法

(1) チビタケナガシンクイの産卵行動の解析

交尾後の雌に個別に竹材試料を与えると、竹材に母孔と呼ばれる孔道をあけていった。マイクロフォーカス X 線 CT 装置を用いて定期的に高倍率で撮影することによって、母孔に沿って産み付けられた卵を可視化し、産卵数や母孔の大きさを測定した。また、あわせて竹材試料の AE 計測 (アコースティック・エミッション (AE) と呼ばれる、虫が竹材をかじることで発生する「音」の計測) を行うことで、雌の穿孔活動を連続的に計測した。

(2) チビタケナガシンクイの雌雄と齢の関係

筆者らはこれまで、本種の幼虫には 7 齢を経て蛹化する個体と 8 齢を経て蛹化する個体 (それぞれ 7 齢型および 8 齢型と呼ぶ) が存在することを明らかにした¹⁾。本研究では、7 齢型および 8 齢型の成虫の乾燥標本をマイクロフォーカス X 線 CT 装置によって高倍率で撮影して観察し、雌雄判別を行った。

(3) オオナガシバンムシの幼虫の行動および蛹化・羽化の X 線 CT による観察

食害部材内部におけるオオナガシバンムシの幼虫の行動を、文化財用 X 線 CT スキャナを使用した定期的な撮影により複数年にわたって観察した。また、終齢幼虫が蛹化・羽化を経て材外へ脱出する過程の観察も行った。

(4) シミの発育過程と個体群構造の解析

シミ科の一種について、卵から飼育し、発育過程の観察を行った。また、発生現場における捕獲調査を複数年にわたり実施し、捕獲個体の体サイズの分布の月ごとの推移を解析した。体サイズの指標として、頭幅を使用した。

4. 研究成果

(1) チビタケナガシンクイの産卵行動の解析

マイクロフォーカス X 線 CT 装置を使用することで、母孔に沿って、竹材の道管内部に産み付けられた卵を可視化することができた (図 1)。交尾後の雌は、1 頭あたり平均 253 個の卵を産み、平均長さ 116 mm、体積 177 mm³ の母孔をあけた。また、AE 計測によって、成虫の穿孔活動を連続的にモニタリングすることができた。雌の成虫は、外部の明暗の影響を受けない、独自のペースで活動している可能性が示唆された。

(2) チビタケナガシンクイの雌雄と齢の関係

まず、蛹期に腹部末節の外部形態の違いにより雌雄判別しておいた成虫の腹部をマイクロフォーカス X 線 CT 装置で撮影し、体内の器官の構造の違いから雌雄判別が可能であることが示された。これに基づき、幼虫期の齢数が異なった個体の雌雄判別を行った結果 (表 1)、齢数と雌雄に明確な関係は確認されなかった。

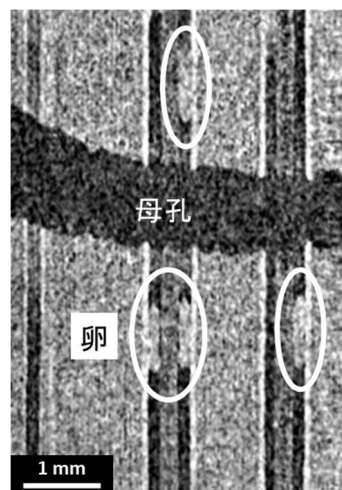


図 1. CT 画像における、チビタケナガシンクイの母孔および卵

表1 チビタケナガシクイの7 齢型および8 齢型の性

	雄	雌
7 齢型 (計 5 頭)	2 頭	3 頭
8 齢型 (計 5 頭)	3 頭	2 頭

(3) オオナガシバムシの幼虫の行動および蛹化・羽化の X 線 CT による観察

文化財用 X 線 CT スキャナによる撮影の結果、食害部材内部において、幼虫およびフラス（虫粉）の詰まった虫損部を可視化できた（図2）。幼虫は通常は新たな孔道をあけず、主にフラス内部を動き回っていた。この原因については現段階では不明である。また、冬季に気温が 10 程度まで低下すると活動を停止した。幼虫は1年間ではほとんど成長しておらず、発育速度は極めて遅いと考えられ、幼虫期間は複数年にわたると考えられた。終齢幼虫は4月下旬～5月下旬に前蛹となり、5月中に蛹となり、5月下旬～6月下旬に羽化した。

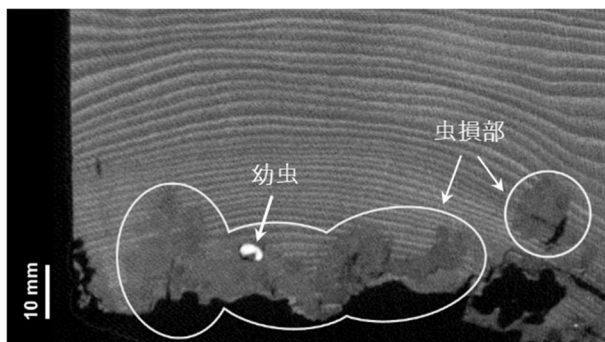


図2. オオナガシバムシ食害部材の CT 画像

(4) シミの発育過程と個体群構造の解析

シミ科の一種の発育過程の観察により、本種の基礎的な生活史が明らかになり、卵は通常約 2 ヶ月で孵化すること、幼虫は孵化から約 1 年で産卵可能となること、産卵は主に春から夏にかけて行われることが示された。

また、捕獲調査の結果、本種の個体数が 11 月にピークとなること（図3）7 月から秋にかけて、それまでに孵化したと考えられる若齢幼虫の占める割合が大幅に増加すること（図4）、これらの傾向が毎年繰り返されることなどが示唆された

一方で、本種に関しては、国内の文献からは正確な種の同定ができず、大きな課題となった。今後、形態的特徴などから、引き続き種の同定を進めていく予定である。

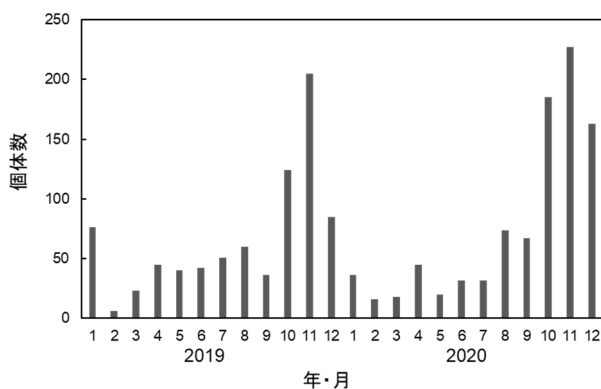


図3. シミの捕獲個体数の推移

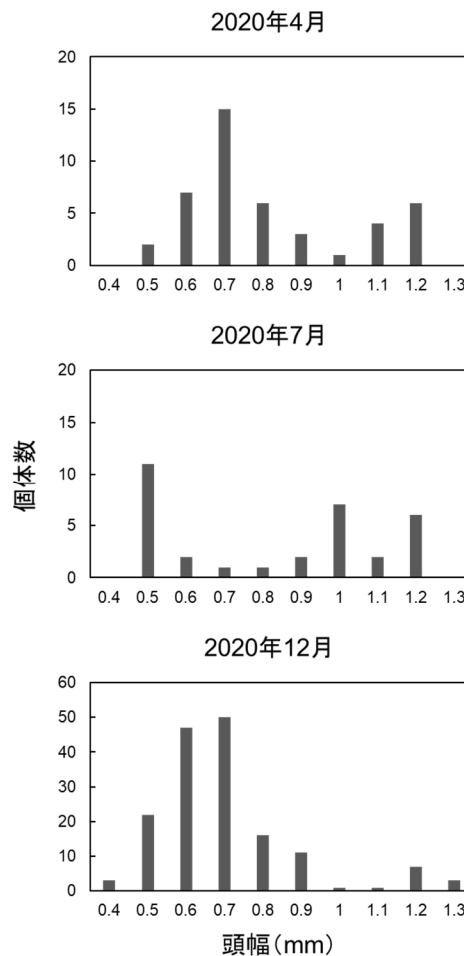


図4. 2020年4月、7月、12月におけるシミの捕獲個体の頭幅の分布。7月から11月頃まで、頭幅の小さい、すなわち若齢の個体数が大幅に増加した

【参考文献】

1) Watanabe, H., Yanase, Y., Fujii, Y. (2018) Continuous nondestructive monitoring of larval feeding activity and development of the bamboo powderpost beetle *Dinoderus minutus* using acoustic emission. *J. Wood Sci.* **64**(2), 138-148.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hiroki Watanabe, Yoshiyuki Yanase, Yoshihisa Fujii	4. 巻 66
2. 論文標題 Nondestructive evaluation of oviposition behavior of the bamboo powderpost beetle, <i>Dinoderus minutus</i> , using X-ray computed tomography and acoustic emission	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Wood Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s10086-020-01894-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 渡辺祐基	4. 巻 16
2. 論文標題 九州国立博物館における多種文化財用X線CTスキャナの更新について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 東風西声：九州国立博物館紀要	6. 最初と最後の頁 228(67)-225(70)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroki Watanabe, Izumi Fujimoto, Masato Ito, Yoshiyuki Yanase, Yoshihisa Fujii	4. 巻 32
2. 論文標題 Sex identification of adult bamboo powderpost beetles, <i>Dinoderus minutus</i> , based on X-ray computed tomographic observations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 171-174
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11257/jjeez.32.171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Hiroki Watanabe, Rika Kigawa, Yuko Fujiwara, Yoshihisa Fujii
2. 発表標題 Analysis of larval development and feeding of an Anobiid beetle using X-ray computed tomography
3. 学会等名 The 51st Scientific Conference of International Research Group on Wood Protection（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺祐基, 木川りか, 藤原裕子, 藤井義久
2. 発表標題 X線CTによるオオナガシバンムシ幼虫の行動および成長の評価
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 Hiroki Watanabe, Yoshiyuki Yanase, Yoshihisa Fujii
2. 発表標題 Nondestructive evaluation of development, feeding, and oviposition of the bamboo powderpost beetle, <i>Dinoderus minutus</i>
3. 学会等名 The 4th International Conference for Integrated Pest Management for Cultural Heritage (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Watanabe, Rika Kigawa, Tom Strang
2. 発表標題 Seasonal changes in the distribution of head capsule size of a silverfish species
3. 学会等名 Pest Odyssey 2021- The Next Generation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺祐基, 木川りか, 藤原裕子, 藤井義久
2. 発表標題 X線CTによるオオナガシバンムシの蛹化および羽化の観察
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2022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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------