

〔資料〕 湿度制御温風処理後の建造物における シバンムシ類の経時的な生息調査

島田 潤・轟 丈瑠・仁木 真奈美・本間 裕梨奈*・原田 正彦**・
藤井 義久***・佐藤 嘉則

1. はじめに

栃木県日光市にある歴史的木造建造物において、木材害虫の一種であるシバンムシ類による甚大な被害が多く報告されており¹⁻⁶⁾、文化財保存の観点から効果的な殺虫処理方法の模索が行われてきた。従来、殺虫処理方法としては薬剤を用いたガス燻蒸が実施されてきたが、ガス燻蒸には環境や人体に及ぼす潜在的なリスクがあり、近年では代替手法の確立が求められている。

このような背景のもと、欧州を中心に木質文化財を熱によって殺虫する技術が進展してきた。55℃～60℃の温度で1～8時間処理するとすべてのライフステージの害虫が殺虫できることが明らかとなっている^{7,8)}。ただし、相対湿度を制御せずに木材に熱を加えてしまうと、木材の含水率が急激に低下し、割れや変形を起こす可能性がある。そのため、木材の平衡含水率曲線に応じた相対湿度の調整を行い、木材の含水率を一定に保ちながら昇温・降温を行うという殺虫処理方法の技術が開発されている^{9,10)}。

日本においては、2017年11月に日光山輪王寺飛地境内（中禅寺）愛染堂（以下、愛染堂とする）、2018年9月に日光山輪王寺飛地境内（中禅寺）鐘楼（以下、鐘楼とする）に対し、この技術による検証的な殺虫処理が実施され、これが国内初の適用事例となった¹¹⁻¹⁴⁾。その後、国内第3例目となる処理が彩色・漆研修用の一間社において行われた^{15,16)}。この3例を通じて湿度制御温風処理の方法が確立された。さらに、2023年には輪王寺護法天堂、2024年には東照宮御仮殿鐘楼といった重要文化財を対象に本処理が実施された。

本研究では、最初の実施された愛染堂・鐘楼において、湿度制御温風処理後のシバンムシ類の外部からの飛来や侵入、定着の可能性を検討するために経時的に生物生息調査を実施している。本報では2022年および2025年に実施した粘着式トラップによる生息調査結果を報告する。

2. 実験方法と試料

2-1. 捕虫テープによる甲虫類の生息調査

2022年と2025年に捕虫テープを用いた生息調査を実施した。捕虫テープは市販のハエとりリボン（株式会社 SHIMADA、50 mm × 700 mm）を使用した。捕虫テープの設置期間については、既報^{12,13)}をもとに愛染堂・鐘楼ともに6月1日～8月31日とし、合計92日間捕虫テープを設置した。捕虫テープの設置箇所については、愛染堂を図1、鐘楼を図2に示す。まず愛染堂については、小屋裏に22本、室内左右に20本ずつ、壇上幕後に20本、地袋に20本の合計102本のテープを設置した。次に鐘楼については、小屋裏に40本、上層に108本、下層に68本の合計216本のテープを設置した。

*東京藝術大学、**公益財団法人日光社寺文化財保存会、***京都大学

2-2. 昆虫の集計について

設置期間終了後、回収した捕虫テープに捕獲された昆虫の同定と個体数の集計を行った。捕虫テープに捕獲された昆虫のうち、甲虫類についてはヘキサンで剥離し80%エタノール中に保存した。昆虫の形態観察には実体顕微鏡 Leica MZ12.5を使用した。

3. 結果

捕虫テープによる捕獲調査の結果と過去の湿度制御温風処理前後に行われた調査と合わせて表1、2に示す。

まず愛染堂については、過去に行われた調査において処理前の2017年にはエゾマツシバンムシ *Hadrobregmus pertinax* が2個体、アカチャホソシバンムシ *Oligomerus japonicus* が50個体捕獲され、処理後の2018年にはエゾマツシバンムシが3個体、チビキノコシバンムシ *Sculptotheca hilleri* が1個体捕獲されたと報告されている¹²⁾。それに対して今回実施された調査の結果、2022年の調査ではチビキノコシバンムシが1個体捕獲され、2025年の調査ではエゾマツシバンムシが5個体捕獲された。

次に鐘楼については、過去に行われた調査において処理前の2018年にはエゾマツシバンムシが47個体、アカチャホソシバンムシが1個体捕獲され、処理後の2019年にはエゾマツシバンムシが1個体捕獲されたと報告されている¹³⁾。それに対して、今回実施された調査の結果、2022年にはエゾマツシバンムシが1個体捕獲され、2025年の調査ではシバンムシ類は捕獲されなかった。

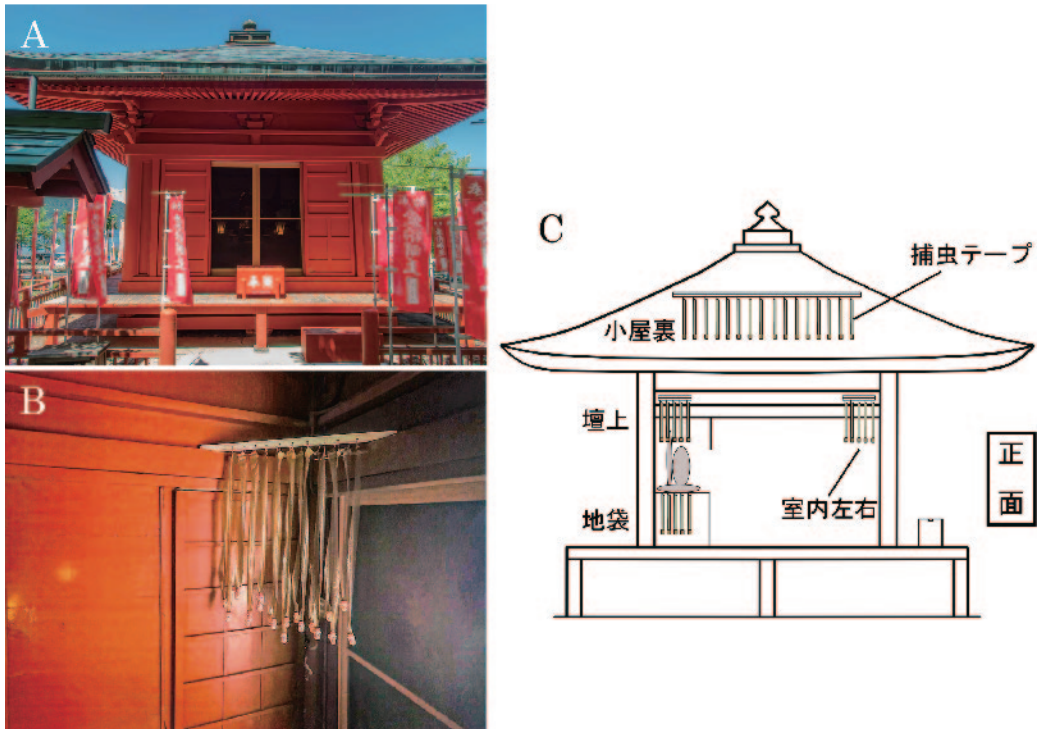


図1 愛染堂の生息調査の様子 A：外観、B：室内右の捕虫テープ、C：捕虫テープ設置箇所

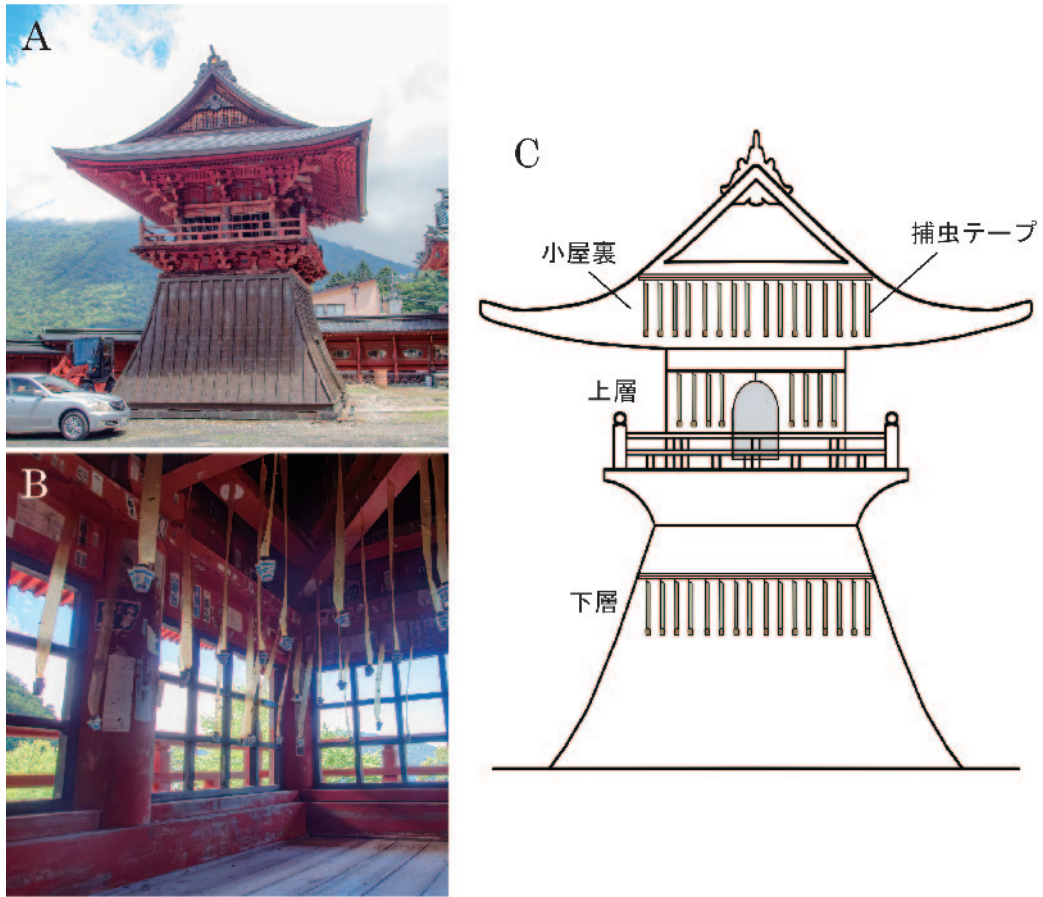


図2 鐘楼の生息調査の様子 A：外観、B：上層の捕虫テープ、C：捕虫テープ設置箇所

4. 考察・まとめ

捕獲調査の結果、愛染堂・鐘楼のいずれにおいても、シバンムシ類の大規模な発生は確認されなかった。しかし、処理後においてもチビキノコシバンムシ、アカチャホソシバンムシ、エゾマツシバンムシが捕獲されていることから、森林や近隣の建造物といった周辺環境から一定数のシバンムシ類の飛来があると考えられる。一方で、2025年には愛染堂でエゾマツシバンムシが5個体捕獲されており、これは懸念すべき兆候である。小峰らの研究^{12,13)}から、湿度制御温風処理によって木材内部のシバンムシ類はすべて駆除できていると考えられる。近隣には湿度制御温風処理が実施されていない建造物も存在することから、外部から飛来してきた可能性も否定できない。しかし、経験的には同じ建造物内のトラップで同種が5個体捕獲された場合、内部への定着の可能性を想定する必要があると、再発生のリスクが高まりつつあると考えられる。

湿度制御温風処理は、ガス燻蒸の代替となりえる画期的な手法であり、ガス燻蒸と比べると環境への負荷が少なく、安全性が高い。一方で、木材内部の害虫を確実に駆除できるものの、残効性を持たない点はガス燻蒸と同様である。そのため、処理後に外部から侵入してくる害虫類に対しては忌避効果や殺虫効果を持つものではなく、湿度制御温風処理とは別に予防管理方法の検討が求められる。湿度制御温風処理の処理間隔や予防管理方法を検討する上でも、本研

表1 愛染堂の生息調査の結果

	2017年*		2018年*	2022年	2025年
シバンムシ類					
チビキノコシバンムシ			1	1	
アカチャホソシバンムシ	50				
エゾマツシバンムシ	2		3		5
その他の甲虫類					
ハナノミ科	8	湿度 制 御 温 風 処 理	8	6	4
カツオブシムシ科	8		6	8	3
コメツキムシ科	5				3
ジョウカイボン科	2				
ハムシ科			1		1
ゴミムシダマシ科			1	1	1
ヒョウホンムシ科					
ハネカクシ科					
ホタル科					
オオキノコムシ科					1
ゾウムシ科					
オサムシ科	1				
カミキリムシ科					1
キスイムシ科					
コガネムシ科					
テントウムシ科					
マルハナノミ科					
ククイムシ科					

* : 2017年、2018年のデータは、小峰ら (2019) より引用¹²⁾

究のような事例調査は重要であり、今後の経時的な生息調査においてシバンムシ類の侵入状況や再発状況を継続して注視していく必要があると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり公益財団法人日光社寺文化財保存会、日光山輪王寺の関係者の皆様には現地調査を始め多大なるご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 小峰幸夫、木川りか、原田正彦、藤井義久、藤原裕子、川野邊渉：日光山輪王寺本堂におけるオオナガシバンムシ *Priobium cylindricum* による被害事例について、保存科学、48、207-213 (2009)
- 2) 原田正彦、木川りか、小峰幸夫、藤井義久、藤原裕子、川野邊渉：輪王寺本堂の虫害破損について、保存科学、49、165-171 (2010)
- 3) 小峰幸夫、原田正彦、野村牧人、木川りか、山野勝次、藤井義久、藤原裕子、川野邊渉：日光

表2 鐘樓の生息調査の結果

	2018年*		2019年*	2022年	2025年
シバンムシ類					
チビキノコシバンムシ					
アカチャホソシバンムシ	1				
エゾマツシバンムシ	47		1	1	
その他の甲虫類					
ハナノミ科	6		12	10	11
カツオブシムシ科	6			8	7
コメツキムシ科	2	湿	5	6	13
ジョウカイボン科	1	度	16	14	12
ハムシ科	1	制	1	5	12
ゴミムシダマシ科		御	1	3	10
オサムシ科	2	温	3	6	5
ヒョウホンムシ科		風		7	1
ハネカクシ科		処		1	3
ホタル科		理			2
オオキノコムシ科					1
ゾウムシ科				4	1
カミキリムシ科					3
クスイムシ科				2	
コガネムシ科				1	
テントウムシ科				1	
マルハナノミ科				1	
キクイムシ科	1				

* : 2018年、2019年のデータは、小峰ら (2020) より引用¹³⁾

山輪王寺本堂におけるオオナガシバンムシの発生状況に関する調査について、保存科学、49、173-181 (2010)

- 4) 林美木子、小峰幸夫、木川りか、原田正彦、川野邊渉、石崎武志：日光の歴史的建造物において捕虫テープ(ハエ取り紙)に捕獲された甲虫の集計方法と調査結果、保存科学、50、123-132(2011)
- 5) 小峰幸夫、林美木子、木川りか、原田正彦、三浦定俊、川野邊渉、石崎武志：日光の歴史的建造物で確認されたシバンムシ類の種類と生態について、保存科学、50、133-140 (2011)
- 6) 小峰幸夫、原田正彦、斉藤明子、佐藤嘉則、木川りか、藤井義久：日光の歴史的木造建造物における新たな害虫モニタリング手法の実用性の検討、保存科学、56、77-88 (2017)
- 7) Strang T. J. K.: A Review of Published Temperatures for the Control of Pest Insects in Museum, Collection Forum, 8(2), 41-67 (1992)
- 8) Strang T. J. K.: The Effect of Thermal Methods of Pest Control on Museum Collections, in Biodeterioration of Cultural Property 3, pp.334-353 (1995)
- 9) Ackery P. R., Testa J. M., Ready P. D., Dory A. M., and Pinniger D. B.: Effects of High Temperature Pest Eradication on DNA in Entomological Collections, Studies in Conservation, 49,

35-40 (2004)

- 10) Beiner G. G. and Ogilvie T. M. A.: Thermal methods of pest eradication: their effect on museum objects, *The Conservator*, 29, 5-18 (2005)
- 11) 藤井義久、原田正彦、北原博幸、藤原裕子、木川りか、佐藤嘉則、小峰幸夫、犬塚将英、古田嶋智子、日高真吾、齊藤明子、福岡憲：湿度制御した温風処理による甲虫類の駆除—社寺建築における効果の検証—、文化財保存修復学会第40回研究発表要旨集、46-47 (2018)
- 12) 小峰幸夫、佐藤嘉則、原田正彦、北原博幸、木川りか、藤井義久：湿度制御した温風処理における殺虫効果の検証、*保存科学*、58、21-28 (2019)
- 13) 小峰幸夫、佐藤嘉則、原田正彦、北原博幸、木川りか、藤井義久：湿度制御温風処理における殺虫効果判定法の開発、*保存科学*、59、1-8 (2020)
- 14) 原田正彦：現場レポート 栃木県日光二社一寺建造物保存—湿度制御した温風処理による新たな殺虫方法の検討—、*文建協通信*、130、120-122 (2017)
- 15) 島田正理・近藤修平・北原博幸・原田正彦・藤原裕子・小椋大輔・佐藤嘉則・藤井義久：湿度制御した温風処理による木造建造物加害甲虫類の殺虫 (1) —湿度制御性能の評価—、*保存科学*、62、13-33 (2023)
- 16) 藤原裕子・原田正彦・北原博幸・佐藤嘉則・島田潤・木川りか・日高真吾・藤井義久：湿度制御した温風処理による木造建造物加害甲虫類の殺虫 (2) —殺虫効果の確認と建造物への影響の検討—、*保存科学*、62、179-192 (2023)

キーワード：湿度制御温風処理 (humidity-controlled warm-air treatment)；歴史的建造物 (historic wooden building)；シバンムシ (anobiid beetle)；捕虫テープ (ribbon sticky trap)

Temporal Evaluation of Reinfestation Risk of Anobiid Beetles after Humidity-Controlled Warm-Air Treatment

SHIMADA Megumi, TODOROKI Takeru, NIKI Manami, HOMMA Yurina*, HARADA Masahiko**, FUJII Yoshihisa*** and SATO Yoshinori

Damage caused by anobiid beetles had been observed at historic wooden buildings in Nikko, Tochigi Prefecture. As a control measure, humidity-controlled warm-air treatment was applied to Aizendo in 2017 and to the Shoro (bell tower) in 2018, both of which are located at Chuzenji Temple. This was the first time that this treatment had been used in Japan. Ongoing monitoring has been conducted to evaluate how long it takes for anobiid beetles to reinfest the treated structures. This report presents the results of monitoring surveys conducted in 2022 and 2025.

Monitoring was conducted using ribbon sticky traps, as in previous surveys. The results of monitoring surveys show that no large-scale infestations occurred at either Aizendo or the Shoro. However, a few anobiid beetles (*Sculptotheca hilleri*, *Oligomerus japonicus*, and *Hadrobregmus pertinax*) were captured after treatment, suggesting that they likely originated from nearby forests or surrounding buildings. Additionally, five individuals of *Hadrobregmus pertinax* were captured at Aizendo during the 2025 survey, suggesting that an increased risk of reinfestation may be emerging.

Humidity-controlled warm-air treatment is effective for eliminating insects within wood components, but it doesn't provide repellent effects or residual insecticidal effects. Long-term monitoring is required to assess future reinfesting risks of anobiid beetles.

* Tokyo University of the Arts

** Association for the Preservation of the Nikko World Heritage Site Shrines and Temples

*** Kyoto University