

アイヌ民族文化財のX線CTによる現況調査（Ⅱ）

杉山智昭・今津節生・鳥越俊行・赤田昌倫・小林幸雄・長田佳宏・佐々木利和

Key Words

アイヌ民族文化財 (Ainu's cultural properties)、予防的保存 (Preventive conservation)、X線CT解析 (X-ray computed tomography analysis)、劣化診断 (Degradation diagnosis)、アカチャホソシバンムシ (*Oligomerus japonicus*)

1 はじめに

北海道沙流郡平取町本町の義経資料館（写真1）では地域住民から寄贈されたアイヌ民族の生活関連資料が展示公開されている。2013年、これらの資料のうち、ガラスケース内に展示されていたイユタニ（木製の杵）の表面に粉体が観察され、文化財害虫による生物劣化の発生が疑われた（写真2）。その後、北海道開拓記念館（現：北海道博物館）と平取町立二風谷アイヌ文化博物館の共同調査によって、当該資料の外部観察を実施したところ、被害部よりアカチャホソシバンムシ (*Oligomerus japonicus* Sakai) の幼虫・蛹・成虫が採集され、現在進行形の生物劣化が生じていることが確認された（写真3）。

低酸素濃度処理⁽¹⁾による殺虫を実施した後、再度、各資料の詳細な外部観察を行った結果、全ての資料表面に成虫の脱出孔が広範に分布していること、資料内部より虫糞、木粉が流出していることが確認された（写真2）。しかし、資料内部の劣化状況に関しては客観的な評価を行うことができなかった。

文化財保存科学の分野においては、生物劣化を受けた文化財に対して適切な保存修復・管理を行うためのモニター手段のひとつとして、X線CTスキャナが応用され、その有用性が明らかとなりつつある⁽²⁾。前報⁽³⁾において杉山らは、表面から生物劣化が認められないアイヌ民族の刀の柄についてX線CTスキャナを用いた調査を実施し、木質部の内部破損、取り付けられた金具の脆弱部位の特定を行った。

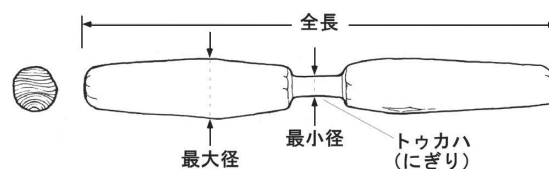
そこで本研究では、アカチャホソシバンムシによる虫害が生じた義経資料館のイユタニについて、内部の生物劣化状況を把握するとともに、実施された低酸素濃度処理による殺虫の効果を客観的に判断することを目的とし



写真1 義経資料館(沙流郡平取町本町)



写真2 被害を受けたイユタニの表面状態例

写真3 被害部から採集されたアカチャホソシバンムシ (*Oligomerus japonicus*) 左：幼虫，中央：蛹，右：成虫図1 イユタニの構造⁽⁴⁾

杉山智昭：北海道博物館 研究部 博物館研究グループ
 今津節夫・赤田昌倫：九州国立博物館
 鳥越俊行：奈良国立博物館
 小林幸雄：元北海道開拓記念館
 長田佳宏：平取町立二風谷アイヌ文化博物館
 佐々木利和：北海道大学アイヌ・先住民研究センター



写真4 調査資料外観

上：Y-01 中：Y-02 下：Y-03

表1 調査資料の概要

資料番号	(単位：mm)		
	全長	最大径	最小径
Y-01	823	95	33
Y-02	1016	89	31
Y-03	857	83	30

て、X線CTスキャナを用いた非破壊・非接触内部調査を実施した。

2 資料と方法

(1) 調査資料

本研究においては、義経資料館が所蔵・展示している虫害を受けた3本のイユタニについて調査を実施した(写真4、表1)。



写真5 文化財用X線CTスキャナ（九州国立博物館）

(2) 調査方法

低酸素濃度条件（0.1%未満、約20℃、10週間）による殺虫処理を実施した後、調査資料を九州国立博物館に搬送した。搬送した資料は梱包状態のままで、文化財用X線CTスキャナ（YXLON International社製、Y.CT Modular 320 FPD、九州国立博物館、写真5）にかけ、内部構造の観察を行った。測定は320kV、2.0mAの条件で実施し、得られたデータはVolume Graphics社製 myVGL ver.2.2を用いて三次元解析した。

3 結果および考察

(1) X線CTスキャナによる内部構造の観察

X線CTスキャナによって得られた情報をもとに、再構成された資料の三次元画像（以下 三次元CT画像）を図2から図4に示す。

調査資料の長軸（木材繊維方向）に対し平行、および垂直な断面をソフトウェア上で連続的に観察した結果、当該資料の内部現況状態に関する画像情報が得られた。

各資料の三次元CT画像を評価した結果、表面から観察した際、被害状況（食跡）に大きな差異が認められない資料（Y-01、Y-03）間においても、実際の内部劣化状況は大きく異なっていることが明らかとなった（図2・4）。特にY-03においては内部に広範囲にわたる大規模な空隙が生じており、虫害による資料の脆弱化が進行していることが示された（図4）。Y-01に関してはY-03と比較して、虫害範囲は限定されているが、部分的に資料深部に達する空隙が認められた（図2）。Y-02については、両端部、および表層の広範囲に空隙が観察された。また、Y-02では表面観察により長軸方向に沿った割れが認められているが、三次元CT画像より、その範囲・内部への広がりまでを正確に特定することができた。さらに本研究によって表面からは観察されない内部での割れがY-02に発生していることも明らかとなった（図3）。

一般的に、何らかの劣化が確認される資料について、その劣化集中部位を把握し、脆弱となった領域を特定することは、当該資料の保存修復計画を立案し、保管や搬送・展示の際の取扱い指針を策定する上で大きな意義を有する。イユタニは本来、生活道具として「にぎり」の部位（図1）を持って使用することが想定されている。しかしながら、三次元CT画像の観察結果より、長軸に垂直な断面の面積が最も小さいこの部分（最小径部位）には、目視観察からは把握することのできない虫害による空隙（Y-03）や割れ（Y-02）が集中していることが明らかとなった（図5）。したがって、今回調査を行ったY-02、Y-03の資料については、にぎり部位に対する負荷を可能な限り軽減する形で保管、展示することが求められる。

(2) X線CTスキャナによる殺虫効果の確認

文化財害虫による劣化の進行、他資料への被害拡大を抑止するためには、当該資料における文化財害虫の有無や、その活動状況を把握する必要がある。文化財害虫による被害を受けた、あるいはその被害が疑われる資料については述べるまでもなく、外部空間より資料動線に沿って移動した資料についても収蔵・展示空間に収める前には、必要に応じた殺虫処理、あるいは十分な経過観

察が求められる。しかし、従来の表面観察による方法では、内部で活動している文化財害虫の活動を正確に把握し、評価を行う上で限界が生じている。

木川ら（2009）⁽⁵⁾、鳥越ら（2010）^{(6),(7)}は、文化財用X線CTスキャナを用いて木材中の文化財害虫の活動を経時的にモニタリングするために実施した調査結果について報告している。その中でX線CTスキャナを使用した経時観察によって、木材中の文化財害虫の動きを特異的に検出可能であることを示した。さらにこのモニタリング手法を用いてフッ化スルフルルによる殺虫（20℃、50～70g/m³）効果について、72時間以上の処理が有効であることを明らかにし、殺虫判定基準として三次元CT画像データが応用可能であることをあわせて示唆している⁽⁷⁾。

本研究では被害のあったイユタニの殺虫には、設備条件、現場での作業性、および環境への影響を考慮し、低酸素濃度処理法を採用した（写真6）。

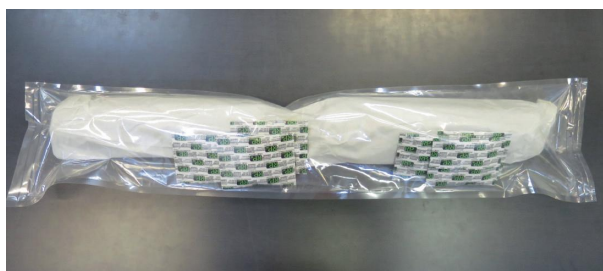


写真6 被害を受けたイユタニの低酸素濃度処理状況

低酸素濃度処理における処理仕様については、耐性の高い文化財害虫の致死条件として「酸素濃度0.2%以下、30℃、3週間維持、もしくは20℃、10週間維持」⁽⁸⁾などが提唱されているが、木材の深部まで潜入している害虫については一律の処理条件を適用することは困難であり、状況によっては他の殺虫法を検討しなくてはならない⁽¹⁾。

今回、資料に被害を与えたアカチャホソシバンムシについては、北海道、本州、四国に分布し⁽⁹⁾、野外ではカツラなどの枯死幹を食するとされている⁽¹⁰⁾。本種は過去に日光の歴史的建造物（東照宮五重塔など）で発生した記録⁽¹¹⁾があるが、その食害パターンや低酸素濃度耐性については未だ不明である。

本種の低酸素濃度耐性が不明であること、調査資料から複数の幼虫・蛹・成虫が採集され、処理前の時点において既に資料深部への侵入が推測されること、低酸素濃度処理を厳密な温度制御が可能な空間で実施できなかったことなどをふまえ、本研究では殺虫効果を客観的に判断するため処理後の資料について三次元CT画像データに基づいた評価を実施した。

ソフトウェア上の画像処理作業によってX線透過度の違いから、高密度部分の抽出を行った結果、活動中の文化財害虫の生体（水分）に由来する明瞭な画像は認められなかった（図2～4）。この結果は、資料内部における文化財害虫の活動停止を示唆するもので、今回実施した低酸素濃度処理が有効に作用したことを示すものと考えられる。

また、本研究結果は低酸素濃度処理に限らず、各種殺虫処理全般において、統一かつ客観性を有した効果判定基準を提供するツールとして、X線CTスキャナの有用性を支持するものである。

4 まとめ

アカチャホソシバンムシ (*Oligomerus japonicus*)によって加害を受けた義経資料館所蔵のイユタニ（木製の杵）について、内部の生物劣化状況を把握するとともに、実施された低酸素濃度処理による殺虫の効果を客観的に判断することを目的として、X線CTスキャナを用いた非破壊・非接触内部調査を行った。得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 各資料の長軸（木材繊維方向）に対し平行、および垂直な断面を連続的に観察した結果、表面からは確認することができない、内部に生じた生物劣化、割れの状況を把握することができた。
- 2) 各資料の三次元CT画像を評価した結果、表面の生物劣化状況（食跡）に大きな差異が認められない資料間においても、実際の内部劣化状況は異なることが明らかとなった。
- 3) 三次元CT画像の観察結果より、長軸に垂直な断面の面積が最も小さいにぎり部分（最小径部位）の内部に虫害による空隙や割れが集中していることが明らかとなった。
- 4) 調査対象資料について実施した低酸素濃度処理の殺虫効果を確認するため、処理後の資料について三次元CT画像データに基づいた評価を実施した結果、活動中の文化財害虫の生体（水分）に由来する明瞭な画像は認められず、資料内部におけるアカチャホソシバンムシの活動停止が示唆された。

本研究は、文化財の劣化を客観的に判断するためのツールとしても近年、広く応用されつつあるX線CTスキャナを使用して、アイヌ資料における表面観察からは



図2 義経資料館所蔵イユタニ (Y-01) の三次元CT像



図3 義経資料館所蔵イユタニ (Y-02) の三次元CT像

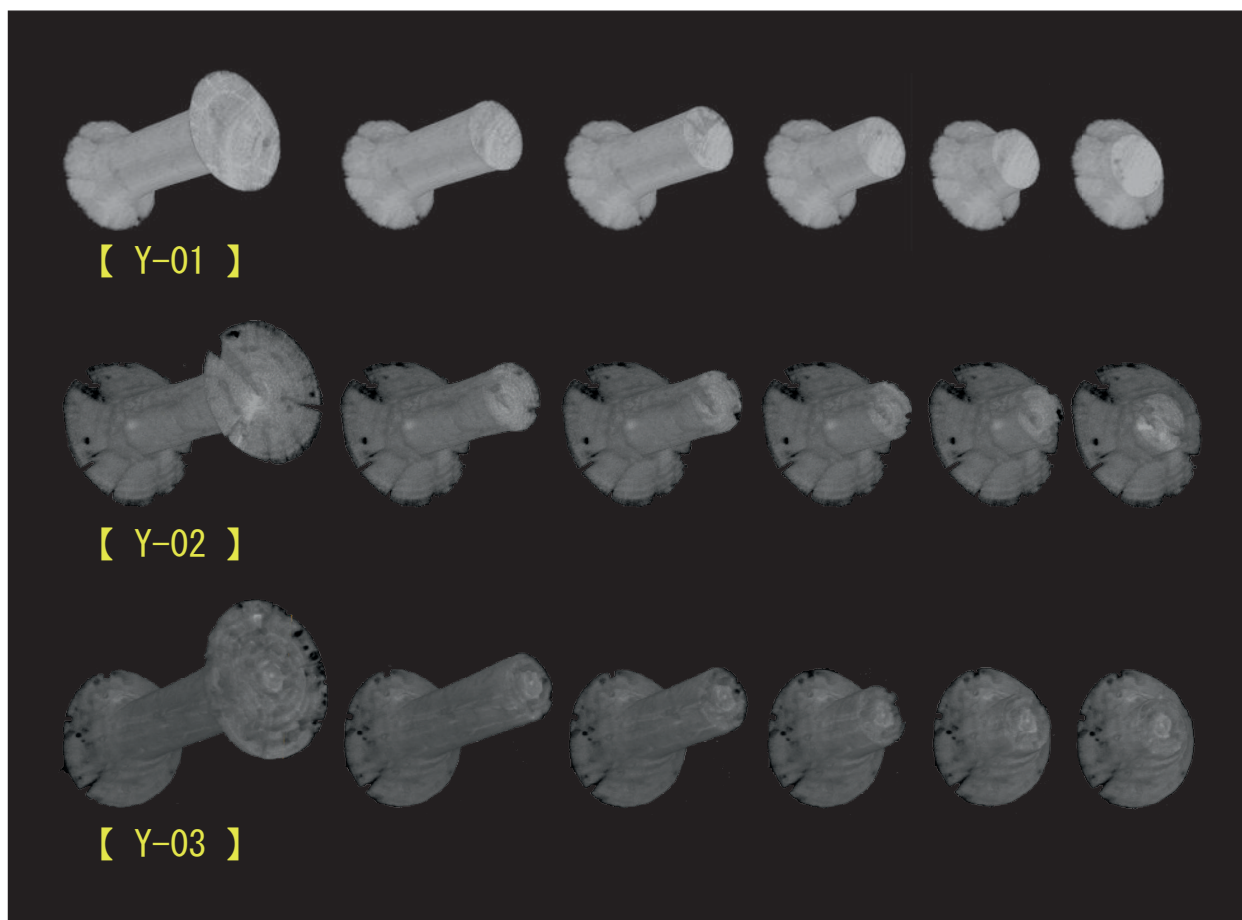


図5 イユタニにぎり部位の三次元CT像

確認できない生物劣化の進行程度を調査したものである。現在、九州・近畿・関東地域の複数の博物館施設では、地域における文化財調査拠点としての機能を果たすべく、すでに高性能な文化財用X線CTスキャナが設置されている⁽³⁾。

一方、北海道においては、文化財用のX線CTスキャナを有する施設は現時点で存在しない。また、北海道内には多数のアイヌ民族生活関連資料が遺されており、その中には脆弱なもの、劣化が進んだものも含まれている。

今後、これらの資料の劣化調査を必要に応じ、長距離の搬送を伴わない形で継続して行っていくためには、北海道に文化財用X線CTスキャナを備えた独自の調査拠点を整備する必要がある。本報告が、北海道地域への文化財用のX線CTスキャナ導入検討の一助となれば幸いである。

謝辞

本調査を実施するにあたり、ご協力をいただきました平取町義経神社の関係者の皆様に深く感謝いたします。本研究はJSPS科研費KAKENHI 26350383 基盤研究(C)「アイヌ民族資料のX線CTによる現況調査および長期保存方針の策定に関わる基礎的研究（研究代表者：杉山

智昭）」によって実施したものである。ここに記して謝意を表す。

引用文献

- (1) 東京文化財研究所編 2001. 文化財害虫事典. pp. 210-211.
- (2) 九州国立博物館編 2015. X線CTを用いた文化財の研究と活用. 九州国立博物館10周年記念シンポジウム. 発表要旨集. pp. 8-10.
- (3) 杉山智昭・小林幸雄・今津節生・鳥越俊行・赤田昌倫 2013. アイヌ民族文化財のX線CTによる現況調査(Ⅰ). 北海道開拓記念館研究紀要 43: 1-6.
- (4) 萱野 茂 1978. アイヌの民具. pp. 209-211. すずさわ書店.
- (5) 木川りか・鳥越俊行・今津節生・本田光子・原田正彦・小峰幸夫・川野邊渉 2009. X線CTスキャナによる虫損部材の調査. 保存科学 48: 223-231.
- (6) 鳥越俊行・木川りか・原田正彦・小峰幸夫・今津節生・本田光子・川野邊渉 2010. X線CTによる虫被害材の調査と害虫の活動検出への応用. 保存科学 49: 191-196.
- (7) 鳥越俊行・木川りか・今津節生・本田光子・原田正彦・小峰幸夫・川野邊渉 2010. X線CTによる被害材の調査(2)-害虫活動の検出-. 文化財保存修復学会第32回大会要旨集. pp. 154-155.

- (8) 三浦定俊・佐野千絵・木川りか 2004. 文化財保存環境学, pp. 111-113. 朝倉書店.
- (9) 黒沢良彦・久松定成・佐々治寛之 編著 1985. 原色日本甲虫図鑑(Ⅲ). 保育社.
- (10) 酒井雅博 1981. しろあり以外の建築害虫(2)-家屋内で発生するシバンムシの分類と生態-. しろあり 46: 33-48.
- (11) 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 2010. 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.

Structure Inspection of the Ainu Cultural Property by X-Ray CT Scanner (II)

Tomoaki SUGIYAMA, Setsuo IMAZU, Toshiyuki TORIGOE, Masanori AKADA, Yukio KOBAYASHI, Yoshihiro OSADA, and Toshikazu SASAKI

Wooden pestles of the Ainu's cultural property which are exhibited and stored in Yoshitsune archives center of Biratori town were investigated. Surface observation showed that pestles had some damage caused by wood borer insects (*Oligomerus japonicas*). Though such observation is important, methods to assess the inside of them would also be very effective in estimating the level of damage. In this study, the non-destructive three-dimensional internal structural survey with X-ray CT (computer tomography) scanner was carried out to clarify the internal condition of these damaged pestles and evaluate the insecticidal effect of anoxia treatment. The results are as follows:

- 1) X-ray CT scanner-generated figures provide the inner structure of pestles with biodegradations and wood cracks in a high accu-

racy.

- 2) X-ray CT scanner-generated figures showed that there were different internal states of biodegradation among pestles which had same levels of surface damage (holes and wooden powders including insect frass on properties).
- 3) There were concentration parts of internal degradation in minimum cross section area of some pestles.
- 4) X-ray CT scanner-generated figures revealed that there was no clear image derived from active insects. This result suggested that anoxia treatment in this study could provide enough insecticidal effect against wood borer insects (*Oligomerus japonicas*).

Tomoaki SUGIYAMA : Museum Studies Group, Research Division, Hokkaido Museum
Setsuo IMAZU and Masanori AKADA : Kyushu National Museum
Toshiyuki TORIGOE : Nara National Museum
Yukio KOBAYASHI : Former staff of Historical Museum of Hokkaido
Yoshihiro OSADA : Nibutani Ainu Culture Museum
Toshikazu SASAKI : Hokkaido University Center for Ainu and Indigenous Studies