

## 図書館資料に対する低温殺虫法の試行

羽賀, 真記子

九州工業大学附属図書館図書館・情報推進課図書館サービス係

<https://doi.org/10.15017/1523956>

---

出版情報：九州大学附属図書館研究開発室年報. 2014/2015, pp. 33-37, 2015-08. 九州大学附属図書館  
バージョン：  
権利関係：

## 図書館資料に対する低温殺虫法の試行

羽賀 真記子<sup>†</sup>

### <抄録>

24年5月のシバンムシ発生以降、懸案となっていた資料の殺虫方法について検討し、冷凍庫を使用した低温殺虫法を導入することとした。本稿では導入の経緯・検討過程と作業実施内容について報告する。

<キーワード> 資料保存, シバンムシ, 低温殺虫法

## Trial of low temperature control method for library materials

HAGA Makiko

### 1. はじめに

研究開発事項「資料保存に関する調査研究」(以下「資料保存班」)では、24年度に書庫でシバンムシが発見されて以降、館内での生息調査と侵入防止対策を実施してきた。

これと並行して、大部の資料寄贈が相次いだこともあり、反省を生かして図書館内に虫を持ち込まないために、受入前の資料に対する殺虫方法について検討をおこない、低温殺虫法を導入した。本稿では主に殺虫方法の検討過程と、低温殺虫法の試行から実施までの内容について報告する

### 2. 殺虫方法の検討と決定

#### 2.1. 殺虫方法の検討

文化財保護の分野では、従来燻蒸に使われてきた臭化メチル全廃を機に、より資料にも人体にも安全な殺虫方法の採用が進められている。費用的な面でも、燻蒸は簡単に実施できるものではなく、より簡便に、可能であれば図書館職員によって実施できる方法が必要とされている。ただし、寄贈資料等は一度に大量の処理をしなければならぬこともあるため、処理能力や所要時間を無視することはできない。

シバンムシ問題が発生した24年度より殺虫方法についての検討を開始した。前述の条件を踏まえて、以下の方法を検討対象とした。

#### ・低酸素殺虫法

○適切な脱酸素材を使用すれば資料に与える影響が小さい

○図書館職員で実施できる

△密閉しないと効果がないが、完全に密閉するのが難しい

△消耗品(脱酸素剤)に消費期限がある

△消耗品がやや高額

△大量処理は難しい

×時間がかかる

#### ・低温殺虫法

○図書館職員で実施できる

○手順が容易である

○薬剤を使用しない方法の中では所要時間が短い

○必要な消耗品が少なく、電気代も安価である

△適切におこなえば資料に与える影響は小さい

△初期投資(冷凍庫)がやや高額

△大量処理は難しい

#### ・薬剤燻蒸

○短時間で大量に処理できる

×処理費用が高い(特に少量を何度も処理する場合)

×薬剤の安全性に疑問が残る

#### ・二酸化炭素法

×職員で安全に実施するのが難しい

#### ・高温処理法

×一般的に紙素材は対象とされていない

二酸化炭素法と高温処理法については、対象資料や実施方法から実施が現実的でなかったため、最初の段階で検討対象から外した。

低酸素殺虫法については、ヒートシーラーを使用する方式の資材が既に導入されていた。しかし、完全に密閉しないと必要な水準まで酸素を減らすことができず、密閉に失敗して殺虫できていない事例が当館における虫の拡散の一因となっていたこと、また、処理が可能な気温がかなり高く年間で実施できる時期が限られてくること、処理中は放置しておいて良いとはいえ最短で1か月程かかることから、ある程度以上の量が

<sup>†</sup> はが まきこ 九州工業大学附属図書館 図書館・情報推進課図書館サービス係 (〒804-0015 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1) mail: haga.makiko.213@kyudai.jp

ある場合の処理には向かないのではないかという結論に達した。

先行事例や研究成果があったため、冷凍庫を使用する低温殺虫法を導入することとした。冷凍庫の導入費用が50万円前後とやや高額ではあるが、燻蒸の場合は処理の都度量に応じた費用が必要となることを考慮すると、総合的に見れば低温殺虫法の方が低コストとなると判断した。

ただし、大量の資料を一度に受け入れた場合については、職員による処置では人間的にも機材的にも対処できないため、薬剤燻蒸を検討することとし、逆に、数点程度の少量の資料を対象とする場合には低酸素殺虫法の方が効率が良いので、場合によって使い分けることとした。

## 2.2. 低温殺虫法について

低温殺虫法は、対象資料をポリエチレンバッグ等に入れ、 $-20^{\circ}\text{C}$ ～ $-40^{\circ}\text{C}$ の温度の下で数日～数週間おき、文化財害虫を殺虫する方法である。

文化財の殺虫方法としては博物館での導入事例が多いが、世界的には図書館でも使用されている方法である。日本の図書館では、一橋大学社会科学古典資料センター（以下、古典資料センター）で導入されている。筆者がこの方法について最初に教示を受けたのも、古典資料センター主催の西洋古典資料保存講習会においてである。

冷凍庫に入れるため、資料が凍結して傷むのではないかという危惧があるが、これについては石崎ほかの論文<sup>[1]</sup>で実験がなされており、一般的な収蔵環境にあるものについては凍結の恐れはなく、資料からの水分の出入りがないため物理的な影響は与えないことが実証されている。

## 3. 試験実施

### 3.1. 実施概要

手順については、古典資料センターで実施されているもの<sup>[2]</sup>を参考として下記の通りとした。

1. 資料を薄様紙で包む。洋装本は2～3冊、和装本は5～6冊程度一緒に包んでも可。  
(東京文化財研究所の資料<sup>[3]</sup>では厚さ10cm以内を推奨)
2. 包んだ資料を衣料用圧縮袋に入れ、できるだけ空気を抜く。
3. 2.の資料を籠に入れる。資料を重ねる際は、間に割り箸を挟む。
4. 冷凍庫を開け、霜を取り、籠を入れる。
5. 1週間冷凍庫内で保管した後に取り出して室温に馴化させる。

6. 室温馴化終了後、虫の有無の確認と簡易クリーニングをおこなった後に配架する。

冷凍庫の中に資料がある場合は、4.で籠を入れる直前に取り出す場合と、籠を必要とするため3.の前に取り出す場合に分かれる。

冷凍庫に入れてから、資料の包みの中心温度が基準まで下がるのに1日、下がってから5日間の、最低6日が必要となる。業務の一環としておこなうには毎週決まった曜日を設定する方が都合が良いため、1日長い7日間＝1週間のサイクルで作業をおこなうこととした。他の業務との調整の上、入庫/出庫作業は木曜日におこなうこととした。毎週木曜日に入庫/出庫し、室温に馴化させるため1日置き、翌金曜日（以降）に出庫した資料を袋から取り出して配架する。

### 3.2. 機材・道具

導入した冷凍庫は日本フリーザー製NF-500SF3（内容積約476L）である。古典資料センターで導入されている機種と同種のもので比較したところ、消費電力量に大きな差がなかったため、最大の容量を選択した。殺虫作業用として導入したが、水害等で水濡れ資料が発生した場合の一時保管用としても使用することができる。

必要な道具について、籠は冷凍庫に付属していた $47.5\times 22\times 18\text{cm}$ のものが3つと、霜取り用のスクレイパーのみで、作業をおこなうには量的にもサイズの的にも不足だったので、必要なものを自作した。

籠については、ダンボールを加工し、ビニール紐で持ち手をつけたものと、百円均一のワイヤーネットを組み合わせて、結束バンドやたこ糸で縛って籠型にしたものを作成した（図1）。ダンボール製のものについては、材料の入手と作成が容易な一方で、折り返した部分に紐を通して持ち手としたため、重量が一点にかかってしまい、破れてしまう欠点と、籠のような通気性がない欠点がある。ワイヤーネットの籠については、冷凍と解凍を繰り返すことによる結束バンドの劣化に懸念があり、約6ヶ月の使用で実際に1カ所破損した。ただし、これについては、一度にすべての箇所が破損する訳ではなく、その都度固定しなおせば良いので、大きな問題ではないと考える。

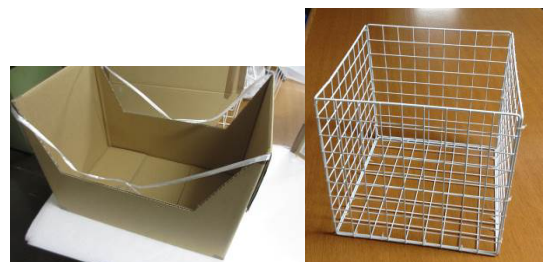


図1 ダンボール籠とワイヤーネット製籠

また、籠に詰める際、重ねた包みの間にも冷気が通るように間に割り箸を挟むが、上に安定した状態で包みを置くためには一ヶ所に数本入れる必要があるため、手間を省くため、あらかじめ割り箸を組み合わせボンドで固定したものを作成した。これも、結露による水濡れなどがあり、半年以上経過すると壊れてくるが、その都度ボンドで貼り直して使用している。

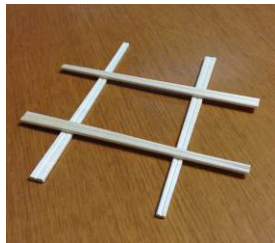


図2 通気のための隙間確保用の割り箸

冷却中に、資料の中心部が規定の温度に達しているかを測定するために、資料に外部端子つき温湿度計（AMD AD-5680）の外部端子を挟み込んだものを1回の作業につきひと包み準備する。たいていは数冊まとめて梱包するため、梱包単位の中心部となる、資料と資料の間に挟むことが多い。外部端子と本体はコードでつながっているため、端子を挟んだ資料の包みを入れた袋は密閉できないので注意が必要である。袋を密閉できないことによる資料の水濡れ等の問題は特に見られなかったが、念のため、途中からは、不要な厚手の資料に端子を挟み込み、指標として常にこれを使うことにした。

衣料用圧縮袋は、開口部を閉じた後に逆流防止機能のある弁の部分から空気を抜くつもりだが、中に書籍を入れる場合、この弁から空気を抜くのは難しいことが分かった。作業では、開口部を少し開けた状態で余白部分をなくし、それから完全に口を閉めて空気を抜いている。より安価な食品用のジッパー付き保存袋でも、大きさが合えば代用は可能と思われるが、衣料用圧縮袋の方がサイズが大きく、またビニールが厚手で、繰り返しての使用に耐える利点がある。

庫内の結露を防ぐために、入庫/出庫の際の作業のスピードが重要である。冷凍庫の上半分と蓋、ふちのパッキンに特に霜がつきやすい。これらをスクレイパーや雑巾で取り除く。冷凍庫付属のスクレイパーはサイズが小さく、有効ではあるが効率が悪い。側面の霜を取り除くのと、底に落とした霜を集めるにはちりとりが有効である。

### 3.3. 試行

最初は廃棄対象資料・非受入資料を使用した実験をおこなった。

最も時間がかかるのが、事前の袋詰め作業である。

慣れるまでは、圧縮袋からきちんと空気を抜くのが難しい。1回分の梱包をするのに、最初の頃はかなり時間がかかった。ただしこの作業については、慣れるにつれ短縮されたのと、そもそも入庫当日までに準備ができていれば良いので、実際の運用が始まってからは、日常業務の間に袋詰めし、それを入庫作業日に搬入する手順とした。梱包が済んでいれば、一回の出し入れに必要な時間は10分程度である。

気温26℃程度で、霜取りをした上で資料を入れた籠を入れると、庫内の温度が-45℃（冷凍庫の設定温度）から、30分程で-20℃前後まで上昇する。霜取り・入庫作業時の庫外の空気の流入と、室温の状態での入庫する資料の温度が原因と思われる。その後徐々に庫内温度は下がり、6時間程度で-45℃になる。資料の中心温度については、温度計が自記式ではないため詳細な値は残念ながら把握できていないが、上記の外気温条件で、およそ3時間で0℃、6時間で-18℃まで下がっていたことを確認した。これについては、最も気温が高い時期でも、入庫の翌日（24時間後）には-45℃前後になっていたため、中心温度が-40℃に達してから5日間維持するという条件は満たしている。

取り出した際、中の薄紙が濡れているように見えることがあったが、これはそう見えるだけで、実際結露しているのはビニール袋の外側であり、袋の内部（薄紙および資料）が結露しているのではないことを、試行段階で実際に袋を開けて確認した。



図3 濡れたように見える資料の包み

室温に馴化させると、袋が若干膨らむものがある。空気をきちんと抜けていなかったものが膨らむようである。この場合も、内部に結露するといった問題は起きていない。

## 4. 資料に与える影響の確認

前述の参考文献[1]にあるとおり、低温殺虫法は資料を凍結させるものではないが、通常の保管場所と著しく異なる環境に置くことによって資料が変形しないかを確かめるため、大きさと重量の計測をおこなった。計測器を新規に導入することはできなかったため、現在の定規（1mm単位）と郵便用の重量計測器（1g単



位)を使用した。測定方法については、測定者と測定部位の違いによる差異をなくすため、表1のように定めた。

表1 測定基準・方法

<サイズ>	
タテ	背から1cm内側, くるみ製本の場合はのどのすぐ内側 (背部分は壊れていることがあるため)
ヨコ	表紙側の下辺 くるみ製本の場合, のどの山の部分まで(背の丸みは考慮しない)
厚さ	たてを測った位置の厚み ※測定の際はしっかり持つ
<重量>	
機器がデジタル表示のため, 表示された数値を記録	

確認対象としたのは、試行した際に使用した現代の洋装本(いずれも洋書)である。冷凍庫に入れる前と、冷凍庫から出して室温に戻した後の測定結果は表2の通りである。

サイズの最大の誤差は1mm(4.5%)、重量の最大の誤差は2g(0.17%)である。いずれもほぼ最小単位であり、測定方法の精度が高くないことを考えると、いずれも測定誤差の範囲内と考えて差し支えないのではないと思われる。

## 5. 作業開始後の修正点

問題なく作業ができることが確認されたので、試行に引き続いて図書館資料に対する処置を開始することとした。対象は、貴重書室に新たに収蔵する資料である。

冷凍庫の容量自体はまだ余裕があるものの、資料を入れる籠等の数の関係で、一度に処理できる量は片面3段のブックトラック1台+ダンボール1箱程度、洋装本で80冊前後である。袋詰めしたものを直接冷凍庫内に並べても問題はないのだが、出し入れの際の作業量が増えるため、大型本を除いては、あくまで籠等に入れた上での入庫としている。

## 5.1 温度馴化方法の変更

作業をする、冷凍庫を設置している部屋は温湿度コントロールができないため、夏場は高温多湿となる。最初は冷凍庫から取り出した後の温度馴化作業を室温環境で机等に一袋ずつ広げて置いておこなっていたが、この方式だと、外袋表面の結露がきちんと乾くというメリットはある反面、室温26℃程度でも資料の中心温度が室温と等しくなるまで12時間かからず、温度変化が急激に過ぎるのではないかとの懸念があった。

このため、広げるのではなく、冷凍庫に入れるとき同様に割り箸を挟んで数袋ずつ積んで密集して置いてみたところ、温度上昇がかなり緩やかになった。さらに新聞紙と保冷用のアルミシートで密集させた状態の資料群を包むことで、温度変化が急激になるのを抑えている。

なお、殺虫作業を一時中断して冷凍庫の電源を落とす場合は、冷凍庫内で室温に戻すともっとも温度変化を緩やかにすることができるが、水滴によって割り箸のヤニがビニール袋や冷凍庫内に付着することがあるため注意が必要である。

## 5.2 外気の温湿度による作業中断

前述したとおり、低温殺虫法において、資料にダメージを与えないために、資料を凍結させてはいけなさとされている。資料(に含まれる水分)の凍結温度は、保管されていた環境の湿度による<sup>[1]</sup>。冷凍庫の設定可能範囲の都合で処理温度を-45℃と設定したため、参考資料[1]に基づき、袋詰め時点の湿度が65%を超える場合は作業をおこなわないこととした。特に26年度の夏は多雨だったこともあり、条件が整わなかった7月中旬から9月中旬にかけては、作業を中断することになった。

## 6. 殺虫効果の確認

処理前に生きたシバンムシの幼虫が発見されるなど、生きたシバンムシがいると推定された資料約30冊について、低温殺虫作業後の経過観察をおこなった。

表2 冷凍庫入庫前後での資料のサイズ・重量変化

	形態	冷凍庫入庫前				冷凍庫出庫→温度馴化後			
		タテ	ヨコ	厚さ	重量	タテ	ヨコ	厚さ	重量
A	無線綴じ	228	151	23	674	228	151	23	675
B	ハードカバー (紙表紙)	235	157	34	695	235	157	34	696
C	ハードカバー (クロス装)	222	149	23	568	223	149	22	568
D	無線綴じ	228	153	24	613	228	153	24	613
E	ハードカバー (クロス装)	227	151	40	1145	227	151	40	1147

(単位: タテ/ヨコ/厚さ: mm, 重量: g)

低温殺虫後、前述の通り冷凍庫から取り出して室温に馴化させた時点で虫糞等の粉や死骸を取り除き、その上でシバンムシの活動期である夏を含む半年以上(6月～翌3月)の間ビニール袋の中に隔離し、冷暖房の入らない室内に保管した。この資料は、処置前も虫の拡散防止のために前年の同じ時期に同じ環境で袋の中に隔離していたので、目視レベルではあるが、冷凍庫に入れる前の時点と処置後の隔離期間の比較が可能であった。

低温殺虫処置前は、ビニール袋の底に粉がたまり、シバンムシの死骸も混ざっている状態であった。対して、処置後の隔離を終えた段階では、袋内の粉はわずかであり、個別に資料を点検しても、新たな死骸は発見されなかった。このことから、低温殺虫後には幼虫が活動しておらず、低温殺虫により虫卵まで死滅したものとと言える。

## 7. 今後の課題

26年度は合計で35回の作業をおこない、試行として受入前の洋装本を約300冊、貴重書室への移動前の処置としての作業で革装の洋装本を約600冊の計約900冊と、これに加えて臨時的に作業が必要になった和装本に対して低温殺虫処置を実施した。

作業自体には難しい部分はないため、簡単な説明とマニュアルがあれば実施は可能と思われる。26年度は対象資料の所蔵館の職員と資料保存班員で作業をおこなったが、業務の一環としておこなう場合の、今後の作業における人員の確保が課題である。

## 8. 謝辞

一橋大学社会科学古典資料センターの床井専門助手をはじめスタッフの方々には、導入前の見学から、導入時の機材等に関する相談まで、お忙しい中快く応じていただいた。ここに改めて御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 石崎武志, 木川りか, 松島朝秀, “文化財害虫の低温処理法に関する研究” 保存科学, 41, pp.49-59, 2002. <http://www.tobunken.go.jp/~ccr/pdf/41/pdf/04104.pdf> (参照 2015-6-1)
- [2] 床井啓太郎, “社会科学古典資料センターにおける資料保存の取り組み”, 西洋古典資料の組織的保存のために, 増田勝彦, 床井啓太郎, 岡本幸治, pp7-18, 一橋大学古典資料資料センター, 2010. <http://hdl.handle.net/10086/18610> (参照 2015-6-1)
- [3] 文化財の生物被害防止ガイドブック, 東京文化財研究所, 2003. <http://www.tobunken.go.jp/~hozon/publications/bunguide.pdf> (参照 2015-6-1)