

# 近畿大学中央図書館における 環境調査および燻蒸作業について

図書総務課 松本牧子

「本にカビがはえている」近年、温暖化現象も一因して文化財や図書資料へのカビ被害が多く報告されるようになった。当館においてもこの問題に直面し、早急に検討し対処する必要性が生じた。

わが国における虫菌害防除法を考えると、古くより継承されている曝涼は日本が世界に誇れる風習であり、虫害の早期発見に大いに役立つとともに、虫干しによって内部にこもっていた湿気を放出する点で防カビに非常に効果がある。

1960年代にはガス燻蒸が生物被害防除の代名詞として通用するくらい普及した。しかし、ガス燻蒸で使用されてきた臭化メチルは「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書締約国会議」において先進国では一般用途の生産・消費を2004年度末で全廃することが決定され、また、図書を構成する主要な支持体である紙への化学的劣化を引き起こすことも明らかにされた。<sup>\*1</sup>その臭化メチルに完全に代わる薬剤がなく、また殺カビ剤として用いられてきた酸化エチレンは規制が強められており、10年前頃から薬剤駆除に対する問題意識は急速に高まった。

1990年代からは、薬剤による殺菌・殺虫は必要最小限に抑え、環境管理システムを構築して害虫の侵入を防ぎ、カビや虫の生息を環境で制御するというIPM(Integrated Pest Management 総合的有害生物管理)<sup>\*2</sup>の考え方が普及し、現在の資料保存に対する考え方は、劣化が進行してしまった後に処置を施すという従来の保存修復から、あらかじめ劣化を防止あるいは抑制するような対策をするという予防的保存へと保存の実践に関する認識が変化した。

当館において、急務として資料の害虫・カビ被害対処の必要性が生じたが、大規模な殺虫・殺菌の過去の例がなく、まず情報を収集し、環境調査結果を参考に対処法を検討した。研修会<sup>\*3</sup>に参加し事例報告をされた方に後日さらに詳細に話しを伺い、また、燻蒸作業を実施された他機関の方々にその工程や注意事項をご教示いただいた。検討の結果、殺虫だけでなく、今回一番の目的であった殺カビに効果が高く大量一括処理ができるという理由で、酸化エチレン(商品名:エキヒュームS)を使用し燻蒸処理をすることに決定した。しかし、酸化エチレンは医療機関で手術室や器具の殺菌ガスとして一般に使用されているガスであるが人に対して発ガン性があり、材質に吸着されやすい性質を持つため、十分なガス抜きが必要である。また、労働安全衛生法に基づく作業環境濃度が1ppmであるため、取り扱いには十分な注意が必要で、この取り扱いは専門業者に依頼した。燻蒸作業は、すでに資料を並べている書架をシートで覆い燻蒸する方法も考えられたが、人的被害を少しでも軽減するため別部屋の床に養生シートを敷き資料をダンボールに詰め、移動しシートで包み込んで行った。

燻蒸処理後は不活性化したカビや汚れを除去するクリーニング作業が必要で、その方法についても、HEPAフィルター付クリーニング用吸引ブースを使用する方法、簡易の作業ブースをダンボール箱と掃除機で作成する方法、テントを張りその中にテーブルを置きファンで強制的に排気を行う方法等、多くの事例が報告されている。今回はクリーニング対象の32,998冊を短期間で作業を終了できるよう、

人体への影響を考慮し扇風機と排気ファンで部屋全体を十分に換気しながら、1回の作業員は約15名で、1日3交代とし作業効率を上げる方法に決定した。

以下、当館における環境調査と燻蒸処理およびクリーニング方法について報告をする。

### 1. ダンボール燻蒸処理概要

期間：平成20年9月24日(水)～10月20日(月)

場所：近畿大学中央図書館 2階

第2演習室 タイル床 (94㎡)

資料：貴重書(東西交渉史) 513冊 30箱

漢籍および和綴本 25,000冊 310箱

椎木コレクション 7,485冊 250箱

合計 32,998冊 590箱

使用薬剤：エキヒュームS(酸化エチレン・フルオロカーボン製剤)

燻蒸時間：36時間(室温25度以上で実施)

除毒方法：活性炭による

### 2. 燻蒸資料と燻蒸理由

#### (1) 貴重書(東西交渉史)

ブラック・バーン旧蔵の欧米人によって書かれた日本関係図書でザビエル関係、シーボルト関係、フロイス、チェンバレンの資料等が含まれ、中央図書館の貴重書室(156㎡)で適切な室温管理と厳重なセキュリティのもとで保管している。

以前カビ被害が発見され、殺菌効果が高い消毒用エタノールを用いカビを除去し、他の貴重書に移らないよう別部屋で保管した経緯がある。今回、再度同コレクションからカビ被害が発見され、室内でトラップモニタリング調査、環境調査、目視調査を実施したが東西交渉史以外の場所からは2期ともカビは全く確認されなかった。原因として、貴重書室に保管する以前にカビ被害にあった可能性が大きいと予想され、カビが確認された資料と隣接していた資料は拭き取りだけでは不十分であり燻蒸処理によるカビの死滅(不活性化)が必要と考えた。

#### (2) 漢籍および和綴本

宋から清までの中国で刊行された主要な叢書100部を影印刊行した百部叢書や京都山科勸修寺に伝わる足利時代、明応期より明治中期におよぶ密教の仏典を収めた勸修寺文庫等の資料が含まれ、中央図書館の第4書庫(47㎡)で保管している。通常、施錠しているが、申請があれば閲覧をすることも可能である。

この第4書庫内に、シバンムシによる被害痕の資料が多数発見された。発生原因・時期は特定できないが、生物調査の際に虫糞やかじり屑、成虫が発見されなかったことから、書庫内で新たにシバンムシが侵入して被害が発生したとは考え難い。すでに被害にあった漢籍や和綴本が書庫に入ったと考えるのが妥当であろう。これ以上の被害拡大を防ぐために早急に燻蒸を施し、殺虫・殺卵処理の必要があると判断した。

\*シバンムシ：和紙を使用した古い書籍、古文書、巻物などの代表的害虫で、表面に直径1mmくらいの円孔を穿ち、そこからトンネル状に貫通食害する。

#### (3) 椎木コレクション

平成20年度に、元日本弁護士会副会長の故椎木緑司氏<sup>\*4</sup>のご遺族から図書をご寄贈いただいた。貴重な資料であり、教育・学習のためすぐにでも閲覧に供しなかったが、大部分がスス、汚れやカビ、害虫などの被害が甚大で、特にカビ被害の資料は表面だけに留まらず内部にまで侵入していた。燻蒸による殺菌処理でカビを不活性化させ、燻蒸処理後はクリーニング作業によりスス、汚れとともに不活性化させたカビの除去も併せて必要と考えた。

### 3. 燻蒸を検討するための事前調査および湿度調査

#### (1) 第1期トラップモニタリング調査、環境調査および目視調査

平成20年4月16日～5月16日に貴重書室においてトラップモニタリング調査(12カ所)

とRCSエアースンプラーを使用して環境浮遊菌調査を実施した。害虫の侵入・浮遊菌量ともに問題なく病院の手術室と同等の環境であるという結果が得られた。目視したところ虫糞やかじり屑が発見されなかったため、フェロモン（誘引剤）は使用せず調査を行った。第4書庫は、資料の虫被害が多く見受けられるが、トラップモニタリング調査（6カ所）の結果、害虫の侵入は確認されなかった。しかし、光劣化が指摘され、ブラインドから遮光カーテンに取り替えた。

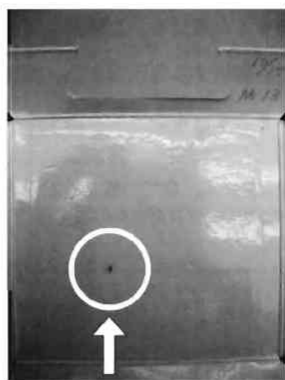
### (2) 第2期トラップモニタリング調査

平成20年7月12日に、貴重書西側室でヤマトシミの死骸を発見し、7月22日～10月15日に貴重書室および側室に14カ所トラップを設置し調査を実施した。

その結果、側室からヒメマルカツオブシムシ4、チャタテムシ19が採取されたため平成21年1月29日に、地元のケース用ダンボール等害虫が発生しそうな物全てを撤去し、防除対策を行った。

\*ヒメマルカツオブシムシ：成虫は屋外で花蜜を吸って生息するが、幼虫が書物の羊皮紙や皮表紙、展示ケース内のフェルトを食べる大害虫である。

\*チャタテムシ：カビの指標虫といわれ、資料に直接被害は及ばさないが数が多くなればカビ被害を疑う。

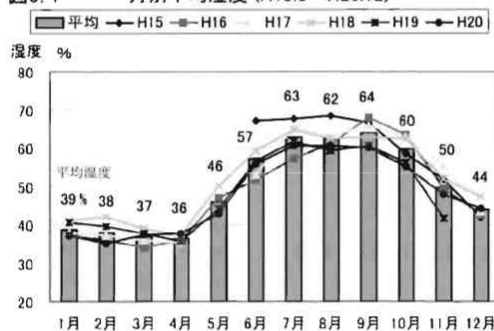


虫等が採取された場合は、業者に調査を依頼した。

### (3) 貴重書室における湿度調査

貴重書室は本館の7階に設けられ、カビや害虫を持ち込まないよう関係者以外は立入らないよう留意している。室内は、3台のエアコンを20度と21度に設定し、常に空気が動くよう温度管理を行っている。書架には通気孔ガラリを設け空気が循環するよう設計されているため温度に関しては概ね資料に適した環境を保持している。しかし、湿度に関しては現在のところ機器で管理していないため、時期により高低差ができてしまう。平成15年6月から貴重書室の温湿度調査を行い、室内の机1カ所、書架内5カ所の合計6カ所に温湿度計を設置し、週1回記録している。数値は、6カ所の平均値をとりその日の湿度と仮定し、月毎の湿度平均値を算出した。グラフは約6年間の年度別月別湿度を折れ線グラフ、その平均値を棒グラフで表示している。(図3.1)

図3.1 月別平均湿度(H15.6～H20.12)

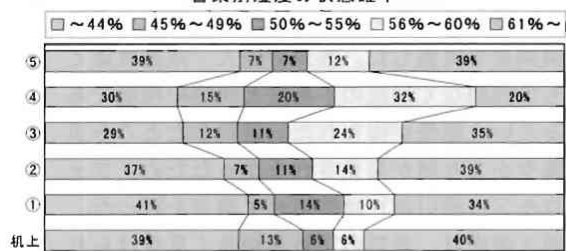


また、室内でも場所により比較的湿度変化が少ない場所やその逆の場所があることが数値より明らかになった。(図3.2)つまり今後、目視調査をする場合、特に注意しなければならない書架が特定される。計測している書架①～⑤では、④(貴重書室中央)が資料にとって一番良い環境である。また今回カビが発生した場所は①(貴重書室出入口左前)である。グラフからも①は乾燥する期間および湿度が高い期間が、他と比較すると長い状態であることがわかる。数値の算出方法は、5つの各湿度条件にあてはまる個数をカウントし、それが調査回数の何%かをもとめた。つまり書

架④では、資料の保存にとって最適な湿度 50～55%と計測された回数は、5回に1回の割合であったことがわかる。

今後は、データを参考にし、室内でも状態が良い書架にインキュナブラを移動させる等の配置場所変更について検討をしていく。

図3.2 書架別湿度の状態確率



#### 4. 燻蒸作業工程

##### 燻蒸作業の経過

実施日	作業員	作業	作業詳細	写真No.
平成20年 9月24日(水)	業者	床シート敷設	シートは3層に敷設。養生用シート + 燻蒸用シート + 養生用シート。シート上は土足厳禁とした。	1.2.3
9月26日(金)	図書館	搬入	図書館職員(31名)、学生アルバイト(7名)および閲覧係(4名)で寄贈資料を段ボールに詰め、第2演習室に搬入	4.5
10月1日(水)	図書館	搬入	貴重書、漢籍および和綴本をダンボールに詰め第2演習室に搬入した。5段に積み上げ、最上段の蓋は排気を促進するために、開放したままにした。	6
10月3日(金)	業者	燻蒸作業 書庫清掃	燻蒸シートの養生を行う。ダンボールにブルーシートを被せ、燻蒸シートが破れることを防ぐ。密閉後は減圧をかけガスをすばやく資料に浸透させ、また、ガス投入による陽圧を防いだ。ボンベから気化器を通してガス(エキヒュームS)を17時20分から投薬開始し、その後はガス濃度維持と管理・ガス漏れ検査を随時行う。 第4書庫および椎木コレクションを仮置きしていた10号館6階書庫の清掃を行う。ヘパフィルター付掃除機で吸い取り、床と書棚はテックリンとエタノールで拭き取った。	7,8,9
10月4日(土)	業者	燻蒸作業	追加投薬しガス濃度維持と管理・ガス漏れ検査	
10月5日(日)	業者	除毒 残留ガスの 管理・排気	活性炭を使用し除毒作業(約1時間)を行う。ガスはタンクの下から入り、タンク内の活性炭(投薬量の3倍)にガスを吸着させ除毒し、無毒化された空気がタンク上部から出る。除毒され無毒化した空気は排気用風管を通して第2演習室の窓から本館屋上に送る。	10,11
10月6日(月)	業者	残留ガスの 管理・排気 書庫清掃	やや減圧気味にしなから、残留ガスの排気を継続して行う。 10月3日の清掃の残務を終了する。(10号館6階書庫)	
10月7日(火) ～8日(水)	業者	残留ガスの 管理・排気	酸化エチレンの影響を回避するためにも、短期間で完全にガスを排気することは重要であるため、ブルーシートを抜き、ダンボールを上下入れ替え、開放する等工夫をし、残留ガス排気作業を促進した。 また、シートを巻き上げ、ダンボールから染み出てくる残留ガスを排気した。	12,13 14
10月9日(木)	業者	残留ガスの 管理・排気 機材搬出	11時30分に残留ガス排気作業を終え、全ての燻蒸作業を終了。減圧をかけながらガスを抜いたので、ダンボールの蓋を開けてもほとんどガスは残留していない。	
10月14日(火) ～18日(土) 20日(月)	図書館	クリーニング	5. ドライクリーニング作業で説明	
期間中随時			第2演習室のドアにテープと張り紙で立入禁止とし、施錠時はマスキングテープで鍵穴を被った。	15

No. 1



第2演習室のPタイル床に3重にシートを敷設した。

No. 2



5箱5段を1ブロックとしてレイアウトを考えた。

No. 3



換気時の埃やカビの量を少しでも減らす為、入り口で土足厳禁としスリッパと履き替えた。

No. 4



寄贈資料の内容や保存状態を確認しながら、燻蒸できるようにダンボールに詰める。

No. 5



ケースに収まっている資料の方が内部に湿気が溜まりやすい。

No. 6



東西交渉史に発生したカビ。  
1冊ずつリストと確認しながらダンボールに詰め、燻蒸後の作業を考慮して箱にリストを貼り付けた。

No. 7



ポンペから気化器を通してガスを投薬した。

No. 8



ダンボールにブルーシートを被せ、その上から燻蒸シートで被った。密閉後に減圧をした。

No. 9



第4書庫をテックリン、消毒用エタノールを使用して清掃した。

No.10



残留ガスを第2演習室から屋上に排気用風管を通して排出した。

No.11



屋上では風が強いのでフェンスに風管を固定した。

No.12



ダンボールの蓋を開放した。この後ダンボールは一段ごとにガス抜きを行った。

No.13



室内の残留ガスはファンで集められ、風管により屋外へと排出される。

No.14



窓を開け、一面をビニールで被い排気用風管を通した。



No.15

燻蒸中や残留ガスの排気時には、関係者以外は入室しないよう表示した。

## 5. ドライクリーニング<sup>※5</sup>作業

### (1) 用意するもの

ワイヤー入り使い捨てマスク<sup>※6</sup>、  
ガーゼ、エプロン、  
ナイロン手袋（粉なし<sup>※7</sup>）、  
使い捨てキャップ、刷毛（ナイロン製<sup>※8</sup>）、  
消毒用エタノール、  
塩化ベンザルコニウム、  
テックリンウエット、不織布、  
HEPAフィルター付掃除機、スリッパ、  
排気ファン、扇風機

### (2) 環境

埃やカビが舞うので風通しを良くした部屋で作業をすることが重要である。刷毛で資料をクリーニングする際、右ききの場合は、左から右に空気が流れるよう扇風機や排気ファンを設置することが好ましい。背後や正面から風をうけた場合は自分の胸元で渦を巻き、埃やカビを吸い込んでしまうので空気の流れや立ち位置に十分な注意が必要である。

今回は、室内に扇風機2台を窓に向けて回し、窓際で排気ファン5台を稼働させた。



### (3) 作業状況



燻蒸処理により、不活性化したカビ、埃、ススの除去作業を行った。

キャップ、マスク、手袋、エプロンは全て使い捨てとした。

最初は、衣服の袖口をカバーできる長い手袋（写真）を使用したが、頁をめくる等の細かな指先の作業がしづらくなり、医療従事者が使用する手にフィットするタイプの手袋使用に変更した。



図書館職員(含閲覧係)と学生アルバイトの合計43名で、作業効率を考慮し、10:00～12:00、13:00～15:00、15:00～17:00の時間帯で交代して作業を行った。

排気ファン5台、扇風機2機で作業室内に空気の流れを作り、埃・塵を室外に排出した。



掃除機を使用する場合は、図書の小口面をしっかり握って掃除機の柄の先端にガーゼを充てて天・前小口・地・表紙の背・平の埃を取り除く。掃除機の排気はファンを通して屋外に排出した。





刷毛で天の埃を背から前小口の方向に払う。次に前小口の埃を地から天の方向に払う。最後に、地の埃を背から前小口の方向に払う。埃は基本的にはきれいな方向から汚い方向へ払う。払い落とす先に排気ファンがあるか不織布などを広げておき埃が周囲に拡散しないように注意する。

また、前後の見返しのノド部と見返しから2、3頁のノド部の埃を地から天の方向に払う。表紙の平の埃を刷毛で払い、乾いた布で拭き完了。



不織布に消毒用エタノールを浸し、作業机や運搬用に使用するダンボール等に汚れがあれば常に拭き取ることに注意した。

## 6. まとめ

燻蒸処理を施した貴重書は、貴重書室に戻し当館では一番環境の良い状態で保存されている。漢籍および和綴本も、第4書庫に戻し利用者の申請があれば閲覧に供している。書庫内にわずかなカビ臭があったが、現在は全く無臭である。椎木コレクションに関しては、下記のとおり一部のカビ被害等による閲覧不可本を除いてすべて有効活用させていただいている。

ダンボール燻蒸処理 7,485冊

〔燻蒸後の処理〕

- ・燻蒸後のクリーニング時に閲覧不可の図書を廃棄 100冊
- ・重複調査の結果、中央図書館に所蔵していない合計 3,310冊(和書 3,054冊 洋書 256冊)を寄贈図書として受入。
- ・重複調査の結果、中央図書館に所蔵している重複図書 4,075冊は、法学部の先生方お

よび院生が希望する図書を選出し各自持ち帰り研究用資料とされた。残部については法学部小川富之教授と検討中（2009.2.26現在）

資料を保存する書庫は、適正な温湿度管理が可能かまた害虫の侵入を遮断できるかなど、環境が整いそれを維持できるかを十分検討した上で、設置し管理していくことが望ましい。

今後は、その書庫や資料に害虫やカビが発生してからあわてて駆除措置を講じるのではなく、予防に重点をおかなければならない。埃を払い、害虫の餌や営巣材料を除去するための清掃は防虫対策上きわめて重要である。また、目視調査により虫の死骸や脱皮殻、食痕、糞などがないか調査することはもっとも確実に有効な方法である。さらに、トラップモニタリング調査や温湿度調査等のデータからも常に正確に現状を把握することが必要である。貴重書室で発見されたヒメマルカツオブシムシは人の衣服に付いて入った可能性もあるため引き続き入室は極力制限した方がよい。

上記のように羅列すると、虫害対策や塵埃対策は大変な作業のように感じるが、実は書庫の清掃、目視調査、貴重書室への入室等はいずれも図書館の職員から学生アルバイトまで全員が普段の業務の中で“予防”を意識するだけで誰もがができることなので是非協力しあって実施していきたい。

〈 ※注釈 〉

- 1) 吉川也志保「CA1680-研究文献レビュー：図書館における紙資料の実物保存」カレントウェアネス No.298 2008/12/20
- 2) 多量の化学薬剤を用いずに、複数の方法を合理的に組み合わせることで害虫を防除する生物被害対策で5段階の対処法からなる。  
Avoid（虫やカビを誘うものを回避する）、Block（虫などの遮断）、Detect（虫などの発見）、Respond（対処）、Recover/Treat（復帰）  
「第19回保存フォーラムから害虫を入れない・増やさない」国立国会図書館月報 No.572

PP.32-33, 2008/11

3) 第30回文化財の虫菌害保存対策研修会  
財団法人文化財虫害研究所

4) 中國新聞 2008/3/5

広島市中区を拠点に半世紀にわたり弁護士として活動し、日本弁護士連合会副会長なども務められた。1954年に弁護士登録。交通事故が社会問題化する前の1960年頃から被害者の損害賠償訴訟を手がけた。その傍ら、損賠額の算定基準の研究にも努め、裁判関連、医学、社会心理学等の資料を約2万冊収集。2007年1月に87歳で他界。

5) 埃や塵を刷毛、ブラシ、掃除機、布、スポンジ、消しゴム等を使用して除去すること

国立国会図書館サイト 資料の保存

[http://www.ndl.go.jp/jp/aboutus/data\\_preserve\\_manual01.html](http://www.ndl.go.jp/jp/aboutus/data_preserve_manual01.html)

6) 鼻・口と使い捨てマスクの間にA3サイズ大のガーゼを折りたたんで使用し、作業後は全て捨てた。

カビの人的被害について：劇症性のカビ毒の場合、比較的短時間のうちに咳、吐き気、頭痛、下痢、発熱等の症状がでる。発ガン性のあるカビもある。また、一般的なカビ（真菌）の場合、くしゃみ、目が痒くなり、気分が悪くなるなどの真菌症がでる。アレルギーがある人は症状が進行する可能性がある。

カビのはえた資料を扱うときには、人体へ吸入しないよう、十分な性能のマスクや作業着を着用するなど安全対策を講じることが不可欠である。

7) 粉はコーンスターチを用いられることがあり、害虫のえさとなるため、粉なしゴム手袋を用意する。

8) 化学繊維の刷毛を使用する。動物の毛は有機物なので害虫の餌になることが考えられる。

参考文献

佐野千絵、木川りか、山野勝次、三浦定俊

「文化財の生物被害防止のための日常管理に

ついて」月刊文化 No.463 PP.26-35, 2002

書誌研究懇話会編：全国図書館案内.下 改訂  
新版 三一書房 PP.222-224, 1990

山野勝次：文化財の害虫－被害・生態・調査・  
防除－ 改定版 文化財虫害研究所 2003

文化財虫害研究所編：文化財の虫菌害と防除  
の基礎知識 2007年改訂版 文化財虫害研究  
所 2007

三浦定俊、佐野千絵、木川りか：文化財保存  
環境学 朝倉書店 2004

