

ストグラフや点状データなどを準備するといったことがある。提供方法も、郵送やEメール等幅広く準備し柔軟に対応してほしい。家族や知人、福祉関係者から伝わるということも主要な方法であるため、関係者に伝えることも大切である。本報告では紹介を割愛するが、本指針で周知する際の留意点について整理しているので、ご参照いただきたい。

おわりに

現在、国が策定している基本計画は、対象期間を令和2年度から令和6年度までとする第1期の計画として、当面の取組の方向性を示したもので、定期的な評価が行われる予定である。そのため、地方公共団体で策定する計画についても、基本計画の特徴を踏まえて策定し、継続的に調査・評価し、より具体的な目標に更新し、公開していくことになる。本指針は、広くみなさんから意見を募集し、内容に反映させた後、2023年春頃に日本図書館協会の指針として正式版を公表する予定である。より良い計画策定の一助となれば幸いである。

第11分科会 資料保存

いつの間に！カビで慌てないために

基調講演：佐藤嘉則（国立文化財機構東京文化財研究所）
「カビの基礎—資料保存における微生物劣化—」

事例発表：能勢美紀（アジア経済研究所図書館 司書）
「アジア経済研究所図書館のカビ被害と対策
—換気には要注意。感染症対策はカビ対策の敵？—」

事例発表：角張亮子（大東文化大学図書館）
「図書資料のカビ被害と対策
—大東文化大学60周年記念図書館の事例報告—」

事例発表：山崎美和（東京国立博物館資料館）
「東京国立博物館資料館のカビ被害と対策 事例報告」

実 演：川越和四（一般財団法人環境文化創造研究所）
「図書館の現場（図書館員）におけるカビ処置の注意点と予防」

分科会概要

図書館資料の大敵、カビを取り上げました。数年前の調査^(注1)によるとカビの発生経験のある図書館は6割以上。近年は、新型コロナウイルスの影響で休館し、空調を止めたことや点検ができなかったこと、換気のために窓や入り口を開放していることからカビの被害がさらに増えているようです。

基調講演では「カビの基礎：資料保存における微生物劣化」と題して東京文化財研究所の佐藤嘉則生物化学研究室長にカビの正体についてお話いただきました。また、カビ発生及びその処置事例として3つの館から事例報告をいただき、カビ処置の専門家より現場でできるカビ処置と予防について具体的なお話を伺いました。今起きている、もしくは今後起きるかもしれないカビ対策に役立てていただければと思います。

注1)「日本の図書館における一般資料の保存に関する現状調査」(科学研究費補助金・基盤研究(B)15H02786「『図書館資料保存論』に関する基礎的調査」における質問調査 研究代表者 小島浩之 2018年)

基調講演

カビの基礎 —資料保存における微生物劣化—

佐藤嘉則（国立文化財機構東京文化財研究所）

はじめに

図書館・文書館等で保存・活用されている資料は、様々な要因によって日々多少の劣化が起こっている。劣化を引き起こす要因には、気象要素（気温、湿度、日照、降雨など）や生物群集（植物、動物、微生物）、地震や津波や火山噴火などの自然災害といった自然現象に起因するものが存在している。自然現象の他には公開・活用といった人間活動によって様々な劣化要因がもたらされることになる。これらの劣化要因の影響を可能な限り緩和し、良好な状態で維持管理するために資料保存施設が建てられ、保存を担当する方の地道な努力によって資料が適切に保存されている。保存と公開活用には、相反する側面があるため両者が適切なバランスで最適化される必要があるが、適切な資料保存が基盤となって初めて公開活用が支えられるため保存の役割はとりわけ重要である。

本稿では資料の保存に大きな影響を与える光・温湿度・汚染空気等といった劣化要因と同様に、時として重大な価値の損失を与える生物による劣化について述べたい。資料

を劣化させる生物には動物から微生物にまで多岐に渡るが、ここでは特にカビに焦点を当てて概説する(図1)。

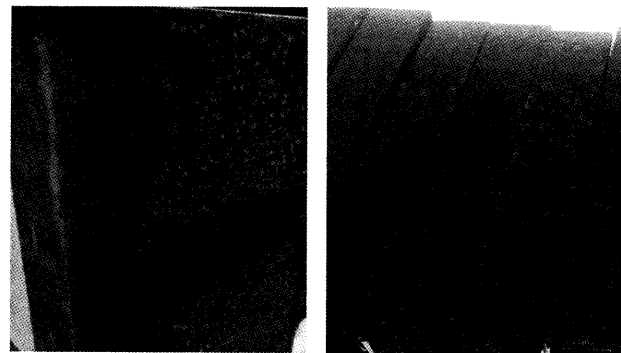


図1 書籍のカビ被害発生の例

1. カビに関する基礎知識

カビは有機物を栄養源として生きている従属栄養生物であり、地球の物質循環においては分解者として欠くことのできない重要な役割を果たしている。ところが、ほとんどの資料は有機物で構成されているため、栄養源としてカビに利用(分解)される。資料の中でも頻繁に被害事例を耳にする構成材料はやはり紙であるが、他の様々な材料でも被害を及ぼしている。カビによる被害には構成材料を直接分解して脆弱化させたり消失させたりするものや色素などを生産して汚損させるものや表面に生残しているだけのものなど様態は様々である。カビの分解によって構成材料が変質あるいは消失してしまうほどの劣化を受けた場合は元に戻すことは容易ではないが、表面に付着しているだけの場合であればクリーニングによって除去することができる。この違いはカビの種類や被害の進行具合によって変わってくるため、前者の場合は被害の早期発見・早期対処が望ましい。

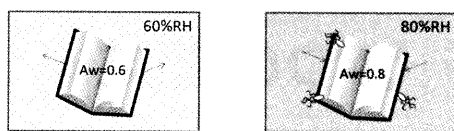
カビは発育するとき、資料に含まれる水分(自由水)を必要とする。資料に含まれる自由水の割合を表す指標に水分活性があり、水分活性が0.6以下になれば、その資料がどんな有機物で構成されているにかかわらずカビは生育することができなくなる。水分活性は資料を保存する空間の相対湿度(%RH)と密接に関係しており、水分活性=相対湿度/100の関係式が成り立つ。従って、資料の水分活性を0.6以下にするためには、保存環境の相対湿度を60%以下に維持すれば良いことになる(図2)。相対湿度が低ければカビは生えないが、逆に低くなりすぎて過乾燥になると資料(特に紙資料)に対して悪影響を及ぼすため、相対湿度50~60%程度の環境で維持管理することができればカビ制御と資料保存が両立できる環境となる。

相対湿度を50~60%程度に保つことが困難な保存環境でも、年間を通して温湿度を測定して、高湿度になる時期だけでも低くなるように取り組みればカビ被害を緩和するこ

カビに関する基礎知識 生育に必要な水分

空間と基質の間で平衡状態が確立しているとき、

$$\text{水分活性}(a_w) = \text{相対湿度} / 100$$



あらゆる微生物の生育が起こらない水分活性(a_w)は0.6以下であり、これは相対湿度が60%以下の空間で保存することで成立する

図2 カビ発生と水分との関係

とができる。一般的なカビは相対湿度が低いほど発育が遅くなるという傾向がある。ある研究によると、干し草を相対湿度75%の環境に置いて、カビが出現するまでの日数を調査したところ約30日でカビが確認されたが、相対湿度70%の環境では約150日となり、相対湿度65%では約1,000日(約2年8か月)となった(注1)。相対湿度が5%という僅差でもカビ被害が顕在化するのには大きな時間の差があるのである。

相対湿度が50~60%程度の空間であればカビの被害が起こらないと述べたが、例外もある。例えば、相対湿度が60%で維持されている書庫内で、書庫の壁がとても冷たい場合には壁の表面で結露が生じる。結露が起こるとすぐにカビが発生するため、壁の断熱性能を向上させる、書庫内外の温度差を小さくする、書庫内の温度のむらを送風などで少なくする、などの対策が有効となる。

2. カビ被害対策の実践

カビによって資料が劣化を受けると、被害が重度の場合には資料の真正性や完全性が損なわれ、深刻な場合には文字情報すらも失われることがある。そして、カビの処理やその後の保存環境改善に多大なる時間・費用・労力を割かなければならなくなる。さらに、資料保存を担う担当者だけでなく組織全体も社会的な信用を損なうことがあるかも知れない。そういったことからカビ被害対策は、早期発見・早期対処からさらに一歩進んで、カビが発生しない保存管理体制を構築する、つまり被害を未然に防ぐ「予防」の考え方が重要となる。

予防の考え方に基づいた管理体制は、かつて広く行われていたエキボン(臭化メチルと酸化エチレンの混合ガス)による定期的な書庫のガス燻蒸処理によってある程度達成されていたという側面もある。もし、ある空間でカビが生育を始めていたとしても、定期的なガス燻蒸によって死滅するので大規模なカビ被害は未然に防がれ、「予防」としての効果もあったと言える。しかし、臭化メチルはオゾン層破壊物質であるために、2004年には生産・使用の全廃という決定がなされた。これによって、臭化メチルの代

替ガスへの転換(酸化エチレンや酸化プロピレン)あるいは、保存管理体制そのものの代替法である「文化財IPM(Integrated Pest Management)」という考え方が提唱されてきた。

前者については、近年人の健康に関わる課題が浮かび上がってきている。酸化エチレンは、大気汚染物質として、低濃度ではあるが長期曝露によって人の健康を損なうおそれのある物質に指定されており、その中でも特に健康リスクが高いと考えられる物質の一つとして優先取組物質に指定された。大気汚染防止法に基づき事業者による排出抑制の自主的取組や、国と地方公共団体の連携によるモニタリング等が実施され、環境基準値等の制事が進められつつある物質である。また酸化プロピレンも優先取組物質には指定されていないが有害大気汚染物質に指定されている。いずれの燻蒸ガスにおいても人や地球環境の持続可能性を考慮すると様々な問題がでてくるため、どうしても必要な時に限って処理を行うことが望ましく、予防を目的とした使用は、今後さらに見直しが行われていく状況にあると想像している。

このような背景から後者の「文化財IPM」の考え方に基づく資料保存の在り方は、あらためてこの先の資料保存の基本に据え置くべきであると考えられる。ここでは文化財IPMの具体的な取り組みについて紹介したい。

三浦氏(2012)は、文化財IPMとは「博物館等の建物において考えられる、有効で適切な技術を合理的に組み合わせ使用し、展示室、収蔵庫、書庫などの資料のある場所では、害虫がいないこと、カビによる目に見える被害の無いことを目指して、建物内の有害生物を制御し、その水準を維持すること」と定義した(注2)。文化財IPMは具体的な対策ではなく予防的保存の一つの考え方であるため、この考え方に基づいてそれぞれが現場において実践していくこととなる。

一例ではあるが、筆者が考えているスキームを紹介したい。まずは具体的な作業を、「調査」、「記録」、「評価」、「計画」、「物理的防除対策」、「生物的防除対策」、「化学的防除対策」の7項目に分けて、ここに述べた順番に実施していくというものである(図3)。第一段階として「調査」によって現状の保存環境を把握し、その調査結果を「記録」し、データをもとに施設内の有害生物の生息状況を把握する。そして、これらの調査結果をもとに、まずは最も状態の悪い箇所や最も重要な箇所を中心に防除の「計画」を立てる。計画には、有害生物を物理的に遮断する「物理的対策」、有害生物の栄養源などを除去する「生物的防除対策」、薬剤による有害生物の忌避処理や殺虫殺菌処理をする「化学的防除」があり、それぞれの状況に応じて有効で適切な防除

対策を選択する、という流れである。防除対策を行った後は、再び「調査」に戻り、その対策が有効であったかも含めて評価を行い、再度対策を講じていく。このサイクルを繰り返し実施することで建物内の有害生物を制御し、その水準を維持・向上させることを目指している。保存環境は施設ごとに異なり、経年変化もしていくためそれぞれに応じて現状を正確に把握し、状況に合わせて有効で適切な予防的処置を選択し、実践し続けることが文化財IPMの実践において最も重要な取り組みであるといえる。

図書館・文書館等におけるIPMの実践

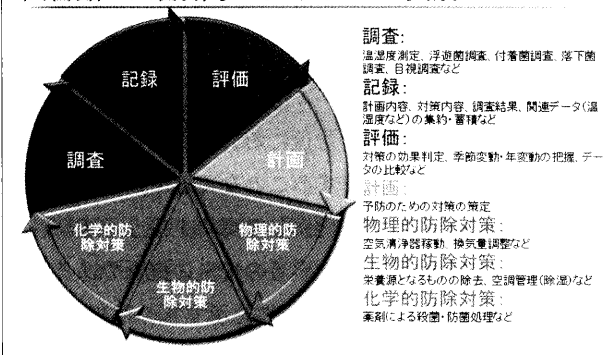


図3 IPM実践のスキーム

3. 水損資料のカビ被害対策

さて、資料保存における日常のカビ被害対策から、近年になって頻度が高くなってきた資料の水損被害とその対応へと話題を移したい。資料が水損被害にあう事例は、地震に伴う津波被害や豪雨による河川の氾濫などの災害によるものから、施設の老朽化によって施設内の水管が破損したり消火用スプリンクラーが誤作動したりして起こる水損や火災時の消火活動に伴う水損など様々な事例がある。

資料が水損してからカビが顕著に発生するまでの時間は、温度にもよるが約2日と言われている。非常に短い時間であるため、被害が起こってから対応を検討するのでは時間的な余裕がない。従って、平時に水損被害を想定して、水損資料の応急処置の在り方を整理しておくことが大切である。

水損被害にあった後、比較的急速にカビが発生しやすい資料は、書籍等の紙資料である。紙資料の応急処置では、-10℃以下に保つことができれば、カビが活動できなくなるため、被害の進行を一旦止めることができる。水損時に速やかに冷凍庫を確保できるように、小規模の被害と大規模の被害に分けて想定し、小規模では施設内で使用できる冷凍庫の確認、大規模では近くで大型の冷凍庫を保有する団体とあらかじめ水損時に協力が得られるよう調整しておくことが望ましい。冷凍庫は低温殺虫処理にも使用することができるため、施設内に備えがあると日常的にも有用である。次の段階の道筋が立つまで冷凍保管が可能であ

り、調整が整ったものから順次解凍して処理を進めることができる。

冷凍庫が確保できない状況で水損被害が起こると、時間の経過とともにカビの発育によって著しく資料が劣化していく。このような状況で、少しでも資料を救済するには、風乾法やエアーストリーム法^(注3) やスクウェルチ・ドライイング法^(注4) などで可能な限り速やかに乾燥させるのが良い。これらの応急処置方法についても水損時を想定して、風乾する場合の場所の確認、エアーストリーム法やスクウェルチ・ドライイング法の技術習得など備えをしておくことは水損資料の救済において有用である。

4. カビを扱う作業者の安全確保

水損時だけではなく日常管理においても、資料にカビ発生を見つけた際には放置をすることなく速やかに対処することが求められる。カビが発生した資料を扱うときに特に注意を要することは、作業従事者の安全の確保である。

カビの中には、人に対して病原性を示すものが存在する。病原性の他にカビが作るカビ毒（マイコトキシン）にも注意が必要である。また、大量のカビ胞子はアレルギー反応を引き起こす場合もある。これらのことを防ぐために、カビが発生した資料を扱う際には必ず適切な装備をした上で作業を行う必要がある。作業時の装備としてマスク（規格：N95、DS2、FFP2S以上）、保護メガネ、使い捨て帽子、ゴム手袋、作業服を着用し、作業に使用した着用品は、捨てられるものは廃棄し、そうでないものは漂白剤などで殺菌後に洗濯するなどの管理をする必要がある。作業空間の設備としては、ドラフトチャンバーやクリーンボックスを用いて、カビ胞子の拡散を防ぐようにし、作業空間の換気を定期的に行うなどの対策が必須である（図4）。

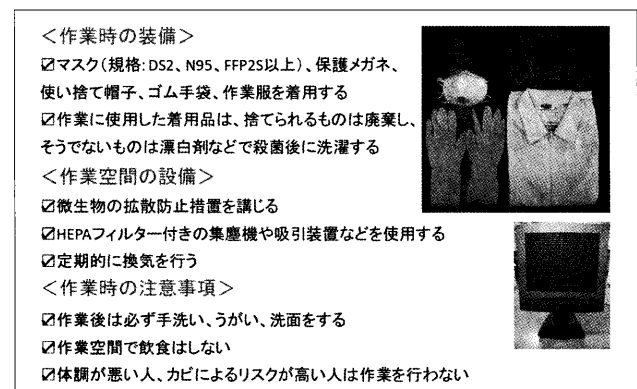


図4 カビを扱う作業者の安全確保

2004年10月に起きた新潟県中越地震で、川口町にある被災したキノコ工場で災害ボランティア活動を行っていた方が、工場内で大量のカビの胞子を吸ってしまい3日後に亡くなってしまったという悲惨な事故があった。水損し

た資料でカビ発生が顕著な場合であっても、廃棄するという選択ができない資料がほとんどであるため、カビが発生した資料と対峙しなければならない状況が生まれやすい。

東日本大震災で津波被災した紙資料には、人への健康被害が疑われるカビが大規模に多数の資料に発生していることが確認されている^(注5)。カビが生えてしまった紙資料を扱う際には、繰り返しになるが、カビによる健康被害が起こらないように十分に対策をしたうえで処置にあたる必要がある。国立文化財機構文化財防災センターでは「浮遊カビ等から人体の防護に関するマニュアル」と「室内労働環境の浮遊カビの測定・評価と浮遊カビ等からの防護に関する管理基準」を取りまとめてWEBページ上で公開している^(注6)。水損資料の応急処置とあわせてこちらも参照されたい。

5. おわりに

資料保存においてカビ被害は古くから普遍的で深刻な問題であり続けている。定期的なガス燻蒸に代わる文化財IPMの実践は、人の健康や環境に与える負荷は小さいが、保存担当者の日常的な作業の負荷は非常に大きい。そのため文化財IPMの実践に取り組み始めてから、すべてを完璧な状態に持っていくことは非常に困難である。まずは、調査によって現状を把握し、少しずつでも環境改善策を講じて、それを次世代へと繋いでいけば、長期的には予防的保存を満たすより良い保存環境の構築へと繋がっていくと考えている。こうした保存環境の維持・改善は保存担当者だけの業務ではなく、施設で働く全ての職員が意識をもって取り組んでもらえるような状況が生まれることが理想である。

東京文化財研究所では図書館・文書館等のカビ被害防止に向けた啓発普及ポスターを作成してWEB上で公開している^(注7)ので、ダウンロードしてご活用頂ければ幸いです。

注

- (1)Michalski, S., Relative Humidity : A Discussion of Correct/Incorrect Values, ICOM Committee for Conservation 10th Triennial Meeting, ICOM Committee for Conservation, 624-629, 1993
- (2)三浦定俊, 文化財保存におけるIPMへの取り組み, 防菌防黴, 40(6), 343-350, 2012
- (3)<https://www.hozon.co.jp/cms/wp-content/uploads/Air-Stream-Drying-of-Paper-in-Japanese.pdf> (2022年12月16日閲覧)
- (4)小野寺裕子, 佐藤嘉則, 谷村博美, 佐野千絵, 古田嶋智子,

林美木子, 木川りか, 津波等で被災した文書等の救済法としてのスクウェルチ・ドライイング法の検討, 保存科学, 51, 135-155, 2012

- (5)<https://ch-drm.nich.go.jp/pdf/20120319.pdf> (2023年2月3日閲覧)
- (6)<https://ch-drm.nich.go.jp/facility/2022/03/post-49.html> (2023年2月3日閲覧)
- (7)<https://www.tobunken.go.jp/japanese/ipm-list/index.html> (2023年2月3日閲覧)

事例発表

アジア経済研究所図書館の カビ被害と対策 —換気には要注意。感染症対策は カビ対策の敵?—

能勢美紀 (アジア経済研究所図書館 司書)

はじめに

2019年末からの新型コロナウイルスの流行により、特に2020年は多くの図書館が感染症対策を基本としたうえでの図書館運営をせまられた。アジア経済研究所図書館(以下、アジ研図書館)でも、一時期は臨時休館し、来館サービスの再開後も予約制による人数制限や利用者が使用した資料の消毒作業など、これまでになく対応を行った。このような対策の中で、感染症対策としては有効であるものの、資料に悪影響をあたえたと考えられるものがある。「換気」である。

アジ研図書館では、ほとんどカビ被害に悩まされたことがなかったが、2020年8月に大規模なカビ被害を経験した。原因について様々に考察した結果、感染症対策として実施した換気と、それによる結露が関係していると考えた。感染症対策としての換気は、多くの図書館で行われていた、あるいは現在も行っている可能性があり、アジ研図書館の事例を報告することで、同様の被害を少しでも減らし、予防に役立てばと考えている。

カビ被害の概要

まず、カビ被害の具体的な状況について紹介する。カビが発生したのは1階の半独立した閲覧室で、ここには資料約1500冊が配架されていた。この部屋は1階の通常の閲覧室とはガラスで仕切られ、入り口は人一人通れるくらいの自動ドアが設置されている。カビ発生当時、この自動ドアは換気のために常時開放していた。部屋には、壁沿いと中央部分に書架が設置されており、カビ被害がひど

かったのは入口付近と入口から数えて3連目までの書架であった(図1)。一方で、被害が少なかったのは、壁沿いの書架と部屋の奥の書架であり、特に壁沿いの書架は目で見る限りはカビの被害がなかった。

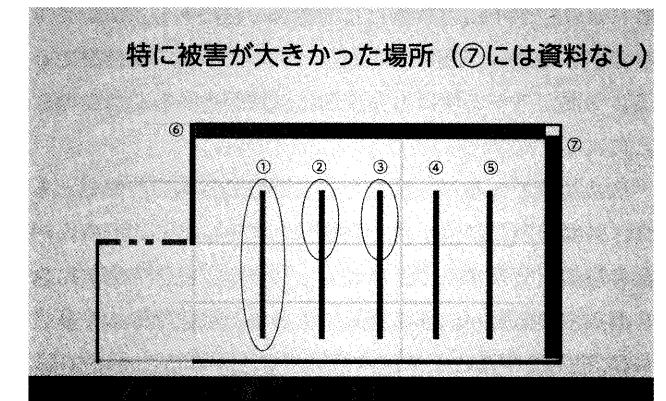


図1

2020年8月当時のアジ研図書館における換気の実施状況は、以下の通りである。アジ研図書館の窓のほとんどははめ殺し窓(FIX窓)で開閉ができないが、1階角にある執務室の窓は開閉可能で、これらの窓を職員の出勤時間帯には、換気のために開放していた。図書館内で他に常に開放していた扉は、執務室の出入り口2箇所と、カビの発生した部屋の入り口自動ドアのみである。来館者が通る図書館への出入り口は自動ドアで、人が通るときのみ開く、という運用を行っていた。

換気と結露の関係

冒頭で今回のアジ研図書館におけるカビ被害では、感染症対策として行った換気と、その結果生じた結露が要因となっているのではないかと述べた。図書館におけるカビ対策として、湿度管理が重要であることはよく言われ、付随して結露予防に言及されることもあるが、換気が結露につながりうるということは、あまり知られていないように思われる。筆者も感染症対策として行う換気が、結露という現象を通して資料に及ぼす影響には全く思いが至らなかった。そもそも図書館で積極的に換気を行うということは、これまでになかったことであり、カビ対策の文脈で換気に言及されることがなかったのはある程度仕方がないかもしれない。

換気と結露の関係を述べる前に、まず湿度について少し詳しく説明する。我々は「湿度」とひとくくりになっているが、実は湿度には、相対湿度と絶対湿度の2つがある。日常生活で湿度といった場合は、相対湿度のことを指す。相対湿度は、ある温度において、水分量の最大値(限界値)を1とした時の割合であり、温度が高いほうが多くの水蒸気を含むことができる。したがって、同じ相対湿度の値で

あ、つまり、例えば気温が20度と30度のときでは、30度のときの方が水分量は多くなる。これに対して、絶対湿度は大気中に含まれる水蒸気の密度を表す。ある空間の水分量、すなわち絶対湿度に変化がなければ、温度が下がることにより空気中に水蒸気として包含できる水分量は少なくなる。この差が液体(水)となって表れる現象が結露である。気温が下がる明け方や夜間に結露が生じるのはこのことによる。

次に換気であるが、換気をした場合、外部の空気とともに、外部の空気に含まれる水蒸気も同時に取り込んで、内部の空気と交換することになる。この際、外部の空気に含まれる水蒸気量が内部の空気に含まれる水蒸気量より多ければ、換気をすることで室内の湿度は上昇することになる。日本の場合、外部の空気の方が、湿度が高い傾向にある時期は、梅雨から秋の長雨が終わる頃までと長く、長期間に渡って換気による湿度上昇のリスクがある。特に夏の場合は、温度が高く、水分の絶対量が多くなっていることに加えて、室内では冷房を使用していることがほとんどである。つまり、換気によって室内の湿度が上昇するとともに、冷房によって冷やされた空間の温度によって空気中に溶け込める水分量は外部の空気よりも少なくなることから、結露が生じやすい環境にあるのである。

部屋および書架の構造的要因

上述したように、換気によってカビが発生しやすい環境がつけられていたと考えられるが、加えて、当館の事例では、部屋や書架の構造にも問題があったと考えられる。

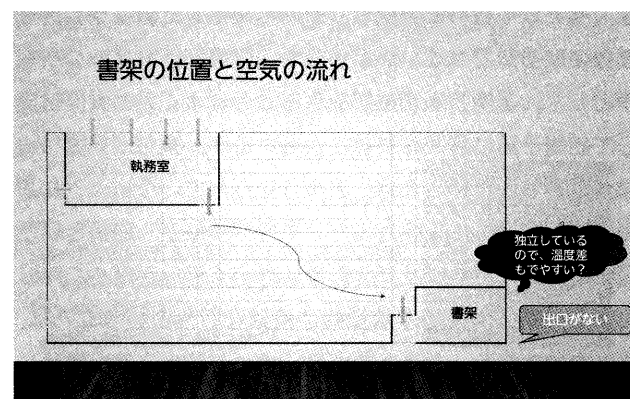


図2

カビの発生した部屋の位置と図書館内の空気の流れをみると、執務室の窓から取り込んだ高温高湿の空気が、部屋の入り口に向かって流れていくのがわかる(図2)。部屋にはこの取り込んだ空気の出口はなく、またこの部屋は他の閲覧室からは独立しているため、閲覧室からの温度差が大きくなりがちだったと考えられる。この部屋に入ってきた空気は、そこで一気に冷やされたために、入口付近

の被害が最も大きかったと思われる。

また、書架と空調設備との位置関係もよくなかった。この部屋の書架は背が高く、冷房の吹き出し口に近かったうえに、スチール棚であった。結露は、特に外部の空気との温度差の大きい冷房の吹き出し口付近や、窓ガラスの表面、資料が置かれているスチール棚の表面などで発生するといわれており、カビが発生した資料の環境はこうした悪条件に合致していた。

カビの除去とその後の対策

カビの発生した資料については、目視では問題ないものも含め、専門業者にカビの除去作業を委託した。この際、資料からのカビ除去だけでなく、書架および部屋全体の清掃・消毒作業も委託して実施した。さらに、カビ発生には部屋の構造が影響していたと思われるために、清掃後の資料は2階閲覧室の別の部屋へ移動させた。移動後の部屋の窓ガラスはキューブガラスで、通常の窓ガラスよりも断熱性が高い。アジア図書館では、これに加えて気泡緩衝材(いわゆる「プチプチ」)を貼って結露を予防している。また、部屋の一番奥に扇風機をおいて空気の流れを確保するようにした。換気については、窓を開けることはやめ、空調設備での換気に切り替えた。さらに、空調の吹き出し口に近い最上段と、湿気やホコリが溜まりやすい最下段をあけて資料を配架した(図3)。



図3

おわりに

カビは一度発生すると短期間で広範囲に広がり、一部屋丸ごと清掃の必要が生じることもあるなど、金銭的なコストも人的なコストも大きい。したがって、日ごろからカビを予防していく意識が非常に重要である。特に、感染症対

策として換気の有効性が取り上げられたことで、当館をはじめ、図書館においても資料への影響を深く考慮せずに換気を行ってしまったケースが多くあると推察される。先述したように、日本では外部の空気のほうが室内の空気よりも湿度が高い傾向にある時期が、梅雨から秋の長雨までと長く、資料にとっては換気による悪影響の方が心配である。カビは湿度と温度、そして栄養という条件さえそろえばあっという間に繁殖する。そして、資料において栄養となるのは多くの場合資料に積もったホコリであることを考えれば、湿度管理はカビ予防にとって特に重要であると言えるだろう。

湿度管理というと、まず除湿機が思い浮かぶが、除湿機は溜まった水を捨てる必要があり、労力を必要とする。また、排水管を通すことで人の手による排水作業をなくすることは可能なものの、金銭的なコストが大きく、予算の確保が難しい場合もあるだろう。その点、アジア図書館で採用した気泡緩衝材は安価ながら大きな効果がみこめる。また、専用の送風機を設置せずとも、扇風機で代用するなど、できることから始めることも重要であると考えている。ほかに、書架に余裕があれば冷房の吹き出し口の影響を受けやすい最上段と、ホコリと湿気がたまりやすい最下段は使わないという選択肢も、比較的手軽な対策として採用できるだろう。

当館での経験が、カビの予防に対して少しでも参考となることを願っている。

当館の事例については、アジア経済研究所ウェブサイトでも報告しています。

「感染症対策と資料保存の両立——換気の意外な悪影響と図書館の対応」(『ライブライアン・コラム』2021年4月)
<https://www.ide.go.jp/Japanese/Library/Column/2021/0430.html>

事例発表

図書資料のカビ被害と対策 —大東文化大学60周年記念図書館の事例報告—

角張亮子(大東文化大学図書館)

はじめに

大東文化大学は1923年(大正12年)設立、来年の2023年に創立100周年を迎える。8学部20学科で板橋キャンパス(東京都板橋区)と東松山キャンパス(埼玉県東松山市)があり学生・院生数は約1万1,200名で、うち東松山キャンパスには約6,700名が所属している。

1986年に開館した東松山キャンパスの60周年記念図

書館は地上4階、地下2階の独立した建物となっている。2021年3月現在の蔵書数は図書約63万冊で開架率は96%である。

図書館全体の60%を配架する地下書庫内にカビが爆発的に増殖し、最終的には地下2階(B2)の23万冊、地下1階(B1)の12万冊の図書のカビ除去作業と再発防止のための環境の改善を行った。

1. カビ被害の概要

2015年8月に地下2階書庫の製本雑誌に広範囲にわたってカビの発生が認められ、同年12月に約5千冊の拭き取り作業を専門業者(A)により実施。5ヵ月後の2016年5月に再発し、同年夏には書庫内全体にカビが爆発的に増殖した。

2015年~2018年までの約4年間に渡りカビと格闘。カビ除去作業と環境の改善により、図書資料のカビ対策の方法が明らかになった。

表1は2016年目視によるカビの被害状況の推移である。2016年当時の蔵書数は57万3千冊で、地下2階の製本雑誌から発生したカビは地下1階へと次々と広がっていった。地下2階(B2)は電動集密書架、地下階1階(B1)は積層書架。

カビ被害は表のように下の階からだんだん上の階へと行き、とうとう1Fメインフロアの書架にもカビが発生した。その時の湿度は80%~90%だった。5月と12月を比較してもカビの広がる勢いを実感していただけたと思う。

表1 2016年目視によるカビの被害状況の推移

場所	蔵書数(冊)	被害割合	
		5月	12月
1Fメインフロア※	3,000		
B1上層	52,117	10%	20%
B1下層	72,888	10%	15%
B2一般書	186,854	20%	40%
B2製本雑誌	50,252	30%	70%

※出入口扉から入ってくる外気が直接当たっている書架に9月にカビが発生。

2. カビの発生状況とその対応

2.1 カビの発生とその対処方法がよくわからなかった初期の頃について

2015年当時、空調設備は図書館開館時のみ運転され、除湿機はなかった。そこで2016年5月からは休館、閉館時も24時間連続運転することにした。温度は22℃で一定であったが2016年は夏の長雨と台風による壁面の水漏れ

が頻発し書庫内の湿度は上昇する一方であった。

カビの拭き取りをしていなかった図書からカビの胞子が発生し書庫に漂ってしまったこと、除湿機能がない空調設備だったこと、書架の天板や空き棚に埃がたまっていたことが原因であると後からわかった。

2.2 図書館スタッフによるカビ対策の検討と対応

2016年5月11日図書館スタッフでカビ対策の検討を開始した。まず環境整備が必要と判断し、施設管理をする東松山管理課に相談した。エアコンを除湿機に変更するなどの対策を提案してもらい「多大な予算を必要とするが次年度に向けて対応してもらえ」との回答をもらい、手探り状態の中で自分たちができることから始めた。

5月23日～25日スタッフ全員でB2電動書架の空き棚、側板、天板の水拭きと床の清掃を行いカビの所在調査（二人一組で目視とマーカー作業）、汚染マップを作製した。この時点でB2のカビは25万冊中、約6万冊あり書庫内全体に広がっていることを確認した。

6月10日、専門業者(A)に依頼して図書及び空調機室の真菌検査を実施し、両方とも著しい菌汚染を起こしていることがわかった。

6月14日、カビは日々目に見えて増殖しているためスタッフ全員のローテーションによるB2図書のカビの拭き取り作業に踏み切った。作業日程、作業計画、手順書を作成し9月上旬終了を目指して4人一組で、準備と後片付けも含めて1日90分以内の作業とした。

6月14日から9月9日、拭き取り作業は一巡目が終了し、製本雑誌と一般書合わせて約6万2千冊の拭き取りを終えた。（ここまでのスタッフの作業日数64日、作業者のべ209名）

9月9日、B2の一度拭き取りをした図書に再びカビの発生が確認されたため二巡目の拭き取りを開始した。この頃は一度拭いても1週間でまた同じ図書にカビが発生し拭き取りが追い付かなくなっていた。更にカビはB1と1階のメインカウンター前の書架にまで広がり、エレベーター内にもカビの匂いが充満していた。

9月16日、このままでは人体への影響もあると考え、利用者に対して事情を説明する張り紙を出し、それまで入庫可能としていた地下書庫は出納方式とした。

9月29日、B2は書庫内全体のクリーニングが必要と判断し拭き取り作業を中断した。それに対しB1はまだカビが付着し始めた状態だったため約12万冊を対象に拭き取り作業を11月30日まで継続実施した。

12月13日、学内産業医の指示により、カビ除去作業をしたスタッフ15名とカウンター業務者6名の肺機能検査を実施した。幸いなことにカビによる肺機能障害は認めら

れなかった。

2.3 書庫内環境整備

水漏れによる書庫内の環境悪化と図書のカビ被害の現状が急を要することを7月の図書館運営委員会で報告し、2016年8月から9月にかけて学園執行部にも何度か足を運び必死の交渉をした結果、年内にカビ対策が始められることとなった。また設備を担当している東松山管理課には除湿機だけでなく、空気清浄機の設置の必要性も提示した¹⁾。

10月より地下書庫内環境整備として湿度対策工事計画の設計施工が施設管理部署によって開始、まず空気中のカビの除去から実施した。

工事は2017年2月9日に完了した。

すべてのエアコン（6台）を業務用除湿器に入れ替えた。地下書庫全体で空気清浄機は18台、エアー搬送ファンは14台設置した。この他に空調設備は東京都立中央図書館で採用されている「紫外線殺菌灯装置」付に入れ替えた。

2.4 B2書庫のカビ除去作業を専門業者に依頼するための業者選定について

書庫内全体の環境を整える一方、2016年10月以降、B2の図書資料のカビ除去をどの専門業者に依頼するかの準備に入った。

(1) 準備内容

- ・どの資料を何冊業者に依頼するのか検討
- ・カビが付着した図書の冊数とカバーのかかった図書の冊数について業者に提示する資料を作成
- ・専門業者探しと業者への説明会を実施
- ・業者によりカビ除去方法はそれぞれ違ったため、候補業者にそれぞれ実演を依頼し内容を比較した

(2) 比較内容

- ・見積金額・被害状況の把握方法・被害状況分類と処理方法
- ・クリーニング対象場所・作業中の空気清浄機の使用・養生の方法
- ・処理前、処理後の点検実施の有無・カビ拭きの方法及び手順
- ・使用するカビ処理剤・処理実績・作業者の資格（文化財虫菌害防除作業主任者、文化財IPMコーディネーター等）

2.5 図書館スタッフが行ったカビ除去について

専門業者に作業を委託することが決まるまでの間、図書館スタッフが行ったカビ除去作業について

(1) 自館でそろえた道具・作業者の装備及び、(2) 作業手順については詳細資料を参照²⁾。

2.6 考察 カビが発生してから専門業者にカビ拭きを業務委託するまでの過程を振り返って

- (1) カビの発生を確認したら被害状況の把握と素早い行動が大事である
- (2) 図書館スタッフでカビを除去するか、専門業者に委託するかを判断する必要がある
- (3) 環境改善のためにまず実施したこと
 - ・情報収集、温湿度計測、書架清掃
- (4) 図書館内だけでは解決しない事項は学内他部署に対して説明と依頼を行った
 - ・施設管理部署に対して環境対策に関する現状説明と情報提供
 - ・図書館員の人体被害に対する対応は学内産業医の指示に従い肺機能検査と診断を実施
 - ・学園執行部との交渉（学園資産の危機を訴え、カビ除去作業のための予算獲得を行った）
- (5) 利用者への周知をどの段階で行うかの判断が必要（年間入館者数約25万人、閉館せずに作業を実施）
- (6) 専門業者に委託するにあたり重要なこと
 - ・業者比較（業者により作業方法や薬剤などそれぞれ異なるため刻々と変化するカビの状況を判断しながら作業ができる業者を選択すること
 - ・自館のカビの発生状況に対応できる業者を選択しないとカビ被害は繰り返し発生し、結果として解決できない
 - ・図書館員は業者任せにせず、自ら情報収集しカビについて勉強すること（特に重要）

3. 専門業者による被害調査及びカビ除去作業 B2 (2017年) と B1 (2018年) を対象として実施した内容

B2の被害状況は複雑で初期レベルのカビ被害が書庫全体に広がっている一方、同じ棚に被害レベルの高い燻蒸処理が必要な資料まで混在している。特に洋書は湿気を帯びやすいクロス素材が多く、過去の処理による拭き残しや再発等により被害状況が複雑な状態であった。そのため1冊ごとに被害状況を分類し、処理方法を的確に判断する必要があった。表紙カバーが糊付けされている資料も多数あり、カバーの裏側と本体表紙にもカビが付いていた。

2017年3月1日より5月26日までの期間でカビ除去作業を行った。クリーニング対象は図書資料約22万4千冊（内燻蒸処理は2,973冊）、書架天板（2,036枚）、棚板（14,725枚）、側板（244枚）電動集密書架駆動部分、床、蛍光灯の傘、その他備品

一方B1の資料はすべて外国書で紙の劣化や破損に加え、表紙カバーの裏側やクロスが深いものにカビがあり、より慎重な拭き取り作業が求められた。カビの被害は目視で

20%を超えていた。

2018年3月～5月にかけてB1にあるすべての図書資料のカビ除去作業を実施した。クリーニング対象は図書資料約12万9千冊（内燻蒸処理は10,530冊）と備品。

・検査及び作業手順は最後に示す資料を参照²⁾

4. 最後に

2018年5月のカビ除去作業から4年が経過したが図書資料の新たなカビの発生はない。図書資料のカビ対策について『正しいやり方でカビを除去し環境が整えば再発はない』という専門業者の言葉通りである。カビ発生時の初期の頃は図書館スタッフが見よう見まねで必死にカビ拭きを行ったが、決して正しいやり方とは言えなかった。それは拭き残しやカビの見落としの他消毒用エタノールの使用量まで雑な作業になっていたと振り返る。

また、2015年当時の最初に依頼した業者によるカビ拭きは特にカビが多い図書をピックアップする方法だったため、カビが付いたままの図書があちらこちらに存在していたと考える。2回目に依頼した業者のやり方は書庫内全体を1つの単位として捉え、その中のすべての図書と照明器具、棚、金具、壁、床に対しても拭き取り作業を実施しており、一冊の拭き残しもないやり方であった。

信頼できる専門業者に依頼することによりカビを知り、正しい対応を知り、拡大防止と再発防止策を学ぶことができた。

今回の事業全体を通して、書庫内の環境整備を第一に考えることがカビの再発防止につながると考える。館内の温湿度計測と資料の状態の観察は今でも毎日実施している。計測記録を基に季節の変わり目の除湿機のONとOFFのタイミングがわかった。また冬場の窓にできる結露に対してもまめに室内の温度調整をしている。

他にも、書庫内の棚の清掃を定期的にも実施し埃の除去を行う、書庫に入れる資料は事前に掃除機による乾式処理を実施する、必要に応じて古い資料は燻蒸処理してから書庫に納めるなどを行い、カビの再発防止に努めている。

1) 参考 URL

- ・木川りか（東京文化財研究所保存科学部主任研究員）. 東文研シンポジウム「書籍・資料のカビとその対策」（2016年7月閲覧）
http://www.ioc.utokyo.ac.jp/~library/kouenkai/report/2_kigawa.pdf (2021-07-10)
- ・佐々木紫乃、眞野節雄（東京都立中央図書館）、清水徳仁（極東貿易(株)）、清水博道((株)ハリマビステム)「紫外線殺菌灯（空調 中央図書館 HP（2016年7月閲覧）

<https://www.library.metro.tokyo.lg.jp/guide/uploads/sakkinnto.pdf> (2021-07-10)

2) 詳細資料

・角張亮子(大東文化大学図書館)「図書資料のカビ対策—大東文化大学60周年記念図書館の事例報告」大学図書館研究118巻(2021)

https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jcul/118/0/_contents/-char/ja

事例発表

東京国立博物館資料館のカビ被害と対策事例報告

山崎美和(東京国立博物館資料館)

1. はじめに

2019年度から日本でも猛威を振った新型コロナウイルス感染症(以下「コロナ」という)に対する対策は、多くの図書館にも大きな影響をもたらした。臨時休館や各種の制限の上での開館など利用者サービスへの影響も顕著だが、2020年度は書庫や閲覧室での初めてのカビ被害も多く発生したと聞く。休館により空気の流れが減り、目が届かなくなったこと、窓を開けての換気が原因と推察される。

東京国立博物館(以下「東博」という)資料館も例にもれず、書庫の一つ、黒田記念館の別棟書庫(以後「黒田書庫」という)でもカビが大量発生した。予算や人員の不足および建物の制限がある中で環境改善を試み、現在は小康状態を保っている。本稿ではその被害状況と対策について、まだ取り組みの最中ではあるが、事例の一つとして報告する。

2. 東京国立博物館資料館概要

東博は、創設は1872(明治5)年、日本と東洋の美術、及び考古遺物などの文化財を収集、保管、修復し、調査研究や展示などを行っている。2001(平成13)年に独立行政法人国立博物館となり、2007(平成19)年には東京文化財研究所(以下「東文研」という)を含む独立行政法人文化財研究所と統合して、独立行政法人国立文化財機構が発足し、現在に至る。本年2022(令和4)年は東博創立150周年にあたり、特別展ほか様々な特別行事を企画している。^(注1)

資料館は、日本・東洋の美術、歴史、考古等に関する学術資料を中心に収集し、広く一般に公開する図書館として、1984(昭和59)年2月に開館した。蔵書は、現在図書約27万冊、雑誌約7000タイトルを所蔵している。2022年

10月現在コロナ対策として開館日時など各種制限を設けて開館しているが、従来は平日週5日、9時半から5時まで開館し、どなたでも予約なしで利用可能である。コロナ対策は随時変更しているため、ご来館の際はウェブサイトの資料館案内^(注2)をご確認いただきたい。サービスは、館外貸出は行っておらず、閲覧・複写・レファレンスサービスなどを提供している。蔵書やサービスについては他誌で紹介している^(注3)ので本稿では最小限に留める。

書庫は、元々別用途の部屋を転用したものを含め12庫18フロアある。今回の報告の舞台となる黒田記念館はその一つである。黒田記念館は、洋画家黒田清輝(1866-1924)の遺言と遺産によって建てられ、1928(昭和3)年に竣工、1930(昭和5)年に帝国美術院附属美術研究所(現在の東文研)として開所した。なお、東文研について、東京大学の東洋文化研究所と同じ略称で紛らわしいが、本稿では、「東文研」は独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所を指す。前述のとおり、2007年に東博と東文研は同じ機構となり、2021年度までは同館の3階建ての書庫も共有し、1・2階は東博が、3階を東博と東文研で共同使用していた。過去には断熱工事も行われ、各階にエアコンが2台ずつ、1・2階はスチール製の書架、3階には古い木製の書架が設置されている^(注4)。東文研からも東博資料館からも少し離れているため、平素の利用は殆どなかった。

3. カビの発生と対応

3-1. 被害状況

黒田書庫は2019年6月時点ではカビは見られず、過去にも発生したという記録は無い。以後、同書庫に行く機会がないまま同年度末にはコロナが拡大し、出勤制限や臨時休館などもあって、1年以上同書庫に入る機会が無かった。

カビの発生を発見したのは2020年度末の3月、1階の5本の書架の資料の背一面にカビを発見した。

カビ発見後、東博の保存修復課環境保存室に相談した上で、数社の専門業者に環境改善とカビ除去処理方法の提案および見積もりを依頼した。後

の調査で他階でもカビが発見され、最終的に東博分だけで、合計約6000冊と漢籍の木製の函(空函)数箱にカビ被害



があった。東文研の資料にもカビが発見され、東文研とも協力しながら対応することとした。

本来はカビ発見後速やかに対処すべきではあるが、自力で対処するには範囲が広く、外部委託するには、予算の都合上、時期的に速やかな発注は難しかった。翌年度の予算執行が可能になるまでの間、既存の設備と可能な限りの応急対応をしながら、情報収集と検討・準備に努めた。

3-2. 環境の改善

温湿度のモニタリングは4月から開始した。4月半ばでも雨天日は17℃前後で、湿度が79.4%~87%もあった。

最終的に5社による調査・提案の結果、環境面での指摘と改善案をまとめると、下記3点だった。ごく基本的なことではある。

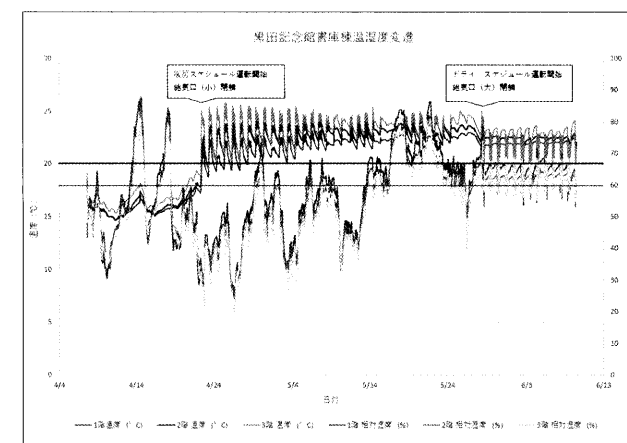
①除湿機の設置(未実施)

②サーキュレーター設置

③外気流入防止

①の除湿機は、手動排水型は人員不足で毎日の排水作業が困難であり、自動排水型は、登録文化財の建物への工事が難しいことと除湿機の導入費用が高額のため、こちらも困難であった。このため、除湿機を設置しないで環境改善を図る必要があった。②のサーキュレーターは各階2台ずつ設置した。③の外気流入防止は、各階の給気口と3階の換気扇を順次塞いだ。1階の入口も防止策を勧められたが、提案された方法は消防法等も関連して対応は難しく、実施していない。

下図は清掃前の4月から6月末までの温湿度変化のグラフである。上側の3色の線が温度、下の3色の線が相対湿度で、目安線を温度20度(上)、湿度60%(下)に入れている。



左側吹出部分では暖房を入れ、大小2種類あった給気口のうち、周辺の塵芥が目立つ小さい給気口を塞いだ。効果は認められるが、まだ湿度が高い。右側の吹出部分は暖房からドライ運転に切り換え、大きい給気口も塞いだ。エ

アコンのオンオフにより日格差が大きい点は課題だが、かなり環境は改善されている。

なお、温湿度データロガー購入の際は筆者が所属している「ミュージアムライブラリーの会」^(注5)で他館の使用機種や使い勝手などを情報収集し、Onset社のHOBOに決定した。

3-3. カビ除去清掃

カビ除去清掃箇所や方法については各社から様々な提案があり、見積金額もかなり幅があったため、東文研の担当者や相談しながら検討した。清掃時期も、清掃後の再発の懸念から湿度が下がる秋以後にという提案もあったが、長期放置の悪影響を案じ、可能な限り速やかな実施を目指して調整を行い、6月末頃から7月上旬にかけて実施した。

検討の結果、東文研との共通仕様の清掃内容は、

①資料(図書、VT、木函、箱入図書): ULPA フィルター付きの掃除機で資料に付着した埃等を除去

②資料: エタノールを使用して拭き取り清掃

③書棚・天板の拭き取り清掃

④エアコン清掃

⑤作業後の床清掃

⑥清掃後3か月のカビ菌検査

とした。予算の都合上、壁清掃は諦めた。東文研は、更に清掃後に一旦資料を外部倉庫に預け、カビ菌検査の結果や自己清掃の負荷次第で同書庫使用継続可否の決定を行うこととした。そのため、今回は清掃に加えて「資料の梱包+移送+外部倉庫保管+移送+開梱・配架」を与件とし、その条件を満たして予算内で収まる(株)カルチャー・ジャパンに依頼することとなった^(注6)。ただ、同社が推奨する人体に無害の除菌薬剤は東文研が条件とする(公財)文化財虫菌害研究所(文虫研)の認定薬剤ではなかったため、使用を見送った。東文研・東博では使用可能な薬剤の基準が厳しい。

日数的には、6~7人で土日を除く9:00~16:30の作業で、東文研分が実質2日半、東博分が4日半ほどだった。

3-4. カビ除去清掃後の対応

専門業者清掃後は環境維持のため、下記を行っている。

①温湿度モニタリングとエアコン調整

②カビ菌検査(年1回程度)

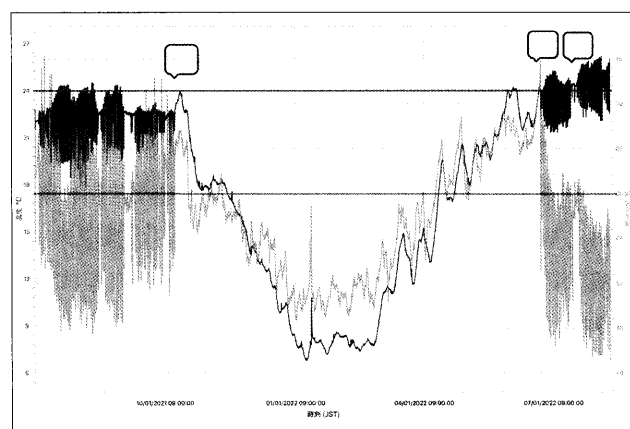
③職員による定期清掃と目視確認

上記の中で③が一番負荷が大きい。当初1、2階は東博が、3階は東文研が担当し、当番交替制とした。11月までは最初は毎週、その後様子を見つつ2回隔週の作業とし、12月以降は隔月交替で月1回清掃した。それでも負荷は大きく、東文研は負荷と書庫の必要性とを比較検

討した上で、黒田書庫から撤退する判断を下した。従って本年4月以降は当館単独でデータ回収と清掃を行っているが、東文研とは情報を共有し、適宜助言をいただいている。

②カビ菌検査は、業者清掃3か月後と1年後の2回行った。各階5か所の拭き取り検査で、基準値は文部科学省カビ対策専門家会合報告書(平成19年3月29日)の施設環境管理指針(試案)による付着真菌数の基準値を用いたものだ。2回とも全場所基準値内だったが、2回目の方が結果は良かった。1年間の清掃の成果と推察される。今後も年1回の検査を予定している。

①の温湿度管理は変動を見ながら館内外の専門家に相談し、調整を行っている。例えば、書籍やスチール棚の温度が露点を下回る箇所を指摘された際には、資料移動や清掃時の点検を強化した。下記のグラフは、2021年7月～2022年7月の2階のデータで濃い線が温度、薄い線が湿度だが、全階とも同様の変化がみられた。目安線は温度24度(上)と湿度60%(下)に入れている。エアコンは温湿度が下がる10月に冷房から送風に切り替え(下記グラフ左吹出)、温湿度上昇期には、激しい日較差と湿度を下げることのどちらを優先させるべきか、除湿機メーカーの方にも相談して、6月の下旬にエアコン各階2台のうち、1台は送風のまま、1台を冷房25度にした(下記グラフ中吹出)。それでもまだ湿度が高くなるため、再度相談して1、2階は設定温度を1℃上げ、3階は1℃下げた(下記グラフ右吹出)。以後は小康状態を保っている。



4. 今後の課題

今後の課題としては、除湿機の設置、死骸がカビの温床にもなり得る虫害対策、定期清掃体制の確立が挙げられる。

除湿機は、本年改めて調査確認したところ、既に設置されているエアコンのパイプを自動排水型の除湿機と共用できることがわかり、課題は予算の確保のみとなった。虫については現在トラップを設置して調査中である。定期清掃は、東文研の撤退やコロナ対策下で割ける人員や時間等の

諸条件が変わるため、作業内容含めてまだ試行錯誤中だ。

5. おわりに

カビは複数の条件が揃えばあっという間に発生し、広がる。そのことをこのコロナ禍下の数年で実感し、改めて基本対策の必要性を痛感した。対策に必要な予算も人員も不足、建築的にも制限がある中で、多くの方々の協力と助言により、ある程度環境が改善し、一年以上小康状態を保っていることには感謝しかない。今後も様々な変化要因が想定され、油断はできないが、二度とこのような事態にならないよう、環境維持に努める所存である。

注

- (1)東京国立博物館 <https://www.tnm.jp/>
- (2)資料館利用案内 https://www.tnm.jp/modules/r_free_page/index.php?id=138
- (3)・山崎美和「『守り伝える』を支える：東京国立博物館資料館の役割」『現代の図書館』57(3), 132-137, 2019-09
・山崎美和「時間と空間を越えて伝え続けるために：東京国立博物館資料館紹介」『専門図書館』(303)23-29, 2020-12
・山崎美和「博覧会資料とシーボルト旧蔵本：日本の近代化に貢献した資料群(ウチの図書館お宝紹介! 第208回 東京国立博物館資料館)」『図書館雑誌』115(2)= (1167), 90-91, 2021.02
- (4)東京国立博物館, 東京文化財研究所編『登録有形文化財東京国立博物館黒田記念館改修工事報告書』東京国立博物館, 2016
- (5)ミュージアムライブラリーの会 http://www.jads.org/sig/muse_lib2019.pdf
- (6)(株)カルチャー・ジャパン 図書館除菌システム <https://j-c-c.co.jp/disinfection/index.html>

実演

いつの間に!? カビで慌てないために!

—図書館の現場(図書館員)におけるカビ処置の注意点と予防—

川越和四 (一般財団法人環境文化創造研究所)

はじめに

近年、全国的に豪雨による浸水被害が頻発し、水が引いたあとのカビ汚染に苦悩している施設をあちこちで見受けられます。各地の浸水被害復旧に駆け付けられたボランティア

の方々には、頭が下がる思いでいっぱいです。しかしながら、ボランティアの方々には私服で復旧作業に当たり、カビ汚染による自身の健康被害に対して無防備な光景を目にすることが多々あります。

また、図書館においてもカビ汚染の被害は増加傾向にあります。その原因として、空調の不具合による温湿度の上昇や土埃の溜まった場所があるなどカビの生えやすい要因が重なり、発生が助長されていると推察できます。

本稿では図書館(書庫)における◆カビの生えやすいところ、◆もしカビが生えたら(健康被害対策)、◆カビ処置の手順、◆カビを生やさない環境づくり(予防策)を紹介します。

1 カビの生えやすいところ

自然界においてカビは、土壌・腐葉土で生育を重ねて胞子をつくっています。その胞子が土埃にくっつき、風(空気)とともに図書館の中へと毎日持ち込まれています。この持ち込まれた土埃(胞子)は書庫内にも堆積し、カビの温床となります。では、書庫でカビ汚染に注意が必要なのは、どんなところでしょう。

具体例として、①移動書架の空気溜まり(気流が行き届かないところ・密閉状態になっているところ)、②移動書架のレールの中や天板の上、③二連立書架の中ほどの空気溜まり、④連立書架の下段と床との隙間および天板の上、⑤空調の吹き出し口付近および給気口・環気口のガラリ付近、⑥人の皮脂で汚れているところ、⑦死虫・毛髪・繊維・垢などの吹き溜まり、⑧人の目の届かないところ、などの場所が考えられます。

2 もしカビが生えたら(健康被害対策)

カビは、人にアレルギー性疾患、気管支喘息、日和見感染症などの病気を引き起こすとされています。災害復旧ボランティアの方々も含め図書館員は、「もしカビが生えたら」という視点に立ち、健康被害について今一度考えてみるのが大切です。

カビが生えた場合、以下の7つの対策が必要となります。

- ①健康被害対策：予防のために安全保護具を着用
- ②有害要因対策：カビ処置および発生原因の究明
- ③管理的対策：体調不良の職員を作業に参加させない※責任者の所在を明確にする
- ④物理的対策：他のものに移さない・隔離部屋の確保・換気装置の管理・空気清浄機の配備
- ⑤化学的対策：必要に応じて薬剤を使用(消毒用アルコール70~80%など)
- ⑥環境的対策：室内環境の整備(空調・温度・湿度・気流

の流れ)

⑦作業後の処置：すべての安全保護具の廃棄または殺菌消毒・手洗い・うがい・洗顔・消毒

安全保護具には、マスク、防護服、ヘアーキャップ、保護メガネ、ニトリルゴム製手袋(薄)、靴カバーがあり、消毒用アルコールや不織布なども必需品です。特にマスクは呼吸用保護具として、粒子状物質対策での日本国内の労働作業現場における国家検定品のマスクを使うことが法令で義務付けられています。家庭用マスクでは捕集しにくいサイズの塩化ナトリウム(粒径0.3μm)を95%捕集できる、N95・DS2・FFP2マスクと同等かそれ以上のものなどです。

3 カビ処置の手順

健康被害対策や環境的対策を施してから、順次カビ処置対策を進める必要があります。カビ処置に用いる資材は、集塵機(ブッククリーナー)、掃除機(HEPAフィルター付き)、静電気ダスター、刷毛(大・中・小)、マイクロファイバークロス、業務用フキン、消毒用アルコール、薄葉紙、不織布、養生シート、養生テープ、ごみ袋などです。

カビ処置の手順は、次の3つがポイントとなります。

①事前調査と飛散防止

カビを発見した場合、書庫の一部や数冊の書籍など小規模でのカビ汚染なのか書庫全体に拡散しているのかを調べることが必須です。前者の場合、カビ汚染箇所は隔離(遮断)し、書籍はHEPAフィルター付き空気清浄機を設置した隔離エリアに移動させて飛散防止を試みます。後者の場合は、空調機のフィルターと温湿度設定、書庫内の温湿度、土埃(塵埃)、気流などを調査してカビ処置工程に役立てます。

②吸引(バキューム)および資機材による拭き取り

書庫内でまず取り組まなければならないのが、HEPAフィルター付き掃除機を使用して天井、壁、蛍光灯、空調口、移動書架、書架、書棚、床の順に全体を丁寧に吸引することです。吸引後、静電気ダスター、刷毛、マイクロファイバークロス、業務用フキンなどを用いて一方向に除塵拭き取りを行います。また書籍は、ブックトラックを利用して一冊ずつHEPAフィルター付き掃除機・集塵機で吸引させながら、刷毛や業務用フキンで丁寧にカビを払い、再度、移動書架・書架・書棚などのカビの吸引と清拭を丁寧に行ない、乾燥させてから書籍を元の場所に戻す工程を繰り返すこととなります。書籍のカビ汚染がひどい場合は、必要に応じて消毒用アルコールで拭くこともあります。この場合は、書籍の材質により変形、変色や退色、紙の変質を起

、可能性があるので目立たないところで試し拭きをおこないます。

(3)最終の床バキュームと拭き

書庫の床はタイルマット、防音マット、プラスチックタイルなどで造られていることが多く、HEPA フィルター付き掃除機で丁寧に吸引をします。タイルマットと防音マットは吸引のみで終了となりますが、プラスチックタイルは吸引だけでは汚れが残る場合があるので、その際は脱水雑巾を用いて拭くと清浄度が維持できる状態になります。また脱水雑巾は、水道水に浸けて洗濯機で脱水したものを使用すれば室内の温湿度の変化はないとされています。

4 カビを生やさない環境づくり (予防策)

屋外の土埃や外気には多くのカビが存在しており、窓や出入口、見学者・利用者、職員、気流などにより屋内に持ち込まれて図書館の中で堆積します。この堆積した土埃にカビを生やさないためには、起こってからではなく、あらかじめ想定した日常管理計画が重要となります。カビ汚染の予防策として3つのポイントを紹介します。

①ゾーニング (区域分け)

保存環境の維持管理には、保存区域 (書庫・保管庫・前室)、閲覧研究区域 (閲覧室・展示室・撮影室・研究室・荷解室)、付帯管理区域 (学習室・管理事務所・喫茶室・トイレ・機械室・ボイラー室)、外周 (職員通用口・シャッター・風除室・非常口) に区域を分け (ゾーニング)、館外部からカビ類や虫類を侵入させないよう建物構造をよく理解することが重要です。

②日常管理

日常管理は、ゾーニングしたエリアごとにカビ汚染から守るための日々の努力を継続して実行することが必要となります。継続にあたり問題点が見つかった場合は、検討を重ねて改善することも重要です。

イ. 日常点検 (チェックリスト)

チェックリストによる毎日の点検は必要不可欠です。チェックリストの作り方は、「場所」: 出入口周辺、「チェック項目」: □ホコリ・□虫・□蜘蛛の巣・□匂い、「選んだ理由」: 柱や扉の裏、コーナー部にホコリや虫の死骸が溜まりやすい、「備考」: 防火扉の収納スペースにも注意が必要など、項目ごとに分けて短時間で日常点検ができるように作成します。そしてチェックリストに基づき、毎日、書庫関係の場所を朝の30~60分くらいの時間で書籍の状態、土埃、汚れ、匂い、湿気、建物状況などの点検を行います。異常があれば写真を撮影し、チェックリストに記載のうえ、検討して改善を重ねます。

ロ. 定期的なカビの調査 (空中浮遊菌測定、付着菌測定、

粉塵測定)

カビは孢子の状態では目に見えないため気づくのが遅れ、気づいたときには取り返しのつかない状態になっていることが多々あります。これらの失敗を繰り返さないよう、専門的かつ定期的なカビ調査も必要です。空中浮遊菌測定、付着菌測定、粉塵測定などを行った結果を活用することが予防につながります。

ハ. 温湿度管理

温湿度管理は、空調機で設定した温度・湿度の表示と書庫内の各箇所配置したデータロガーの温度・湿度の表示が同じ値になっているかどうか、そして書籍を保存する環境に適合しているかどうかを日常的に確認することを習慣づけるのが大切です。また書庫内の空調機による気流が吹き出し口 (給気) から吸い込み口 (還気) に至るまでの風向、風速、流れ、気流溜まりなどの確認も必要となります。

ニ. 日常清掃

日常清掃は、図書館だけではなくさまざまな分野 (食品工場、機械製造工場、博物館など) において初歩的な一歩となりますが、奥が深く継続することはなかなか困難でマンネリ状態に陥りやすいものです。いかに分担して効率よく効果的に、しかも短時間で行うことができるかが要求されます。日常清掃を怠ると室内塵や土埃が溜まりやすい場所では、室内の湿気を吸湿してカビ発生の危険度が高まるので注意が必要です。

③定期的な IPM メンテナンス (大掃除)

日常清掃ではできない場所の清掃として定期的な清掃 (IPM メンテナンス) を組み入れることにより一層の土埃除去とカビを生やさない環境づくりが整います。定期的な IPM メンテナンスの要点を紹介します。

イ. 清掃は人の視野に入る部分だけではなく、視野に入らない死角となりそうな箇所を中心に探索します

ロ. 視点を変え、高所より見下ろし、低所から見上げ、覗き込み、あらゆる角度で清掃困難・未清掃箇所を探索します

ハ. ロ. で探索した箇所可能な限り全方位的な位置から照明をあてホコリの堆積・付着状態を見極めます

ニ. ホコリの堆積・付着状態から「虫類の死骸や塵埃」を見極めます

ホ. 段ボール、養生テープ、各収納ケース類、収納棚類の周囲を見極めます

ヘ. 閉鎖空間となる各パイプ類、扉裏側、点検口内、長期保管物周りを見極めます

まとめ

図書館の現場 (図書館員) におけるカビ処置の注意点は、

第一にカビを生やさないことです。そしてカビ汚染が見られたら「健康被害対策」を最優先に捉え、図書館員をカビ汚染から守るための安全保護具の着用を日常化していただくことが望ましいといえます。安全保護具は、図書館員の「カビ汚染防止のための緊急用具」として何組か配備してはいかがでしょう。

- ①カビを生やさない環境づくりに全員で取り組む
- ②日常管理を怠らない
- ③定期的な IPM メンテナンスの実行
- ④もしカビ汚染が発生したら、図書館員の健康被害を防ぐための安全保護具の着用
- ⑤図書館員の健康被害を守りながら原因究明、対処を行い良好な保存維持管理の継続

参考文献

- 1) 文部科学省 「カビ対策マニュアル」 (2008)
- 2) 川越和四 「建物における有害生物管理について」文化財の虫菌害 第61号 (2001)
- 3) 本田光子他 「博物館における木質系収蔵庫のメンテナンス その2 ー九州国立博物館の IPM 活動 5ー文化財保存修復学会 (2007)

ご意見・ご感想

第11分科会のアンケート回答を紹介します。「参考になった」24%、「とても参考になった」76%でした。カビの恐ろしさやその予防、処置をする職員の防護対策の重要性を再認識された方もいたようです。なお、7割近くの方がカビ被害の経験ありと答えていて、処置としては、エタノールでの拭き取り、燻蒸、温湿度管理、資料の廃棄が挙げられ、中には空調設備の工事を行った館もあったようです。

今後取り上げて欲しいテーマとしては「虫害」「図書館員のキャリア」「汚破損資料の修復」「絵本の修理」等が挙げられました。資料保存に関して困っていることとしては、「紙・革の劣化」「郷土資料の装備・劣化」「書庫の狭隘化」「塗工紙の固着」等のご意見がありました。

いただいたご意見・ご感想を参考に、資料保存委員会では今後も現場の資料保存に役立つ活動を継続してまいります。

運営委員

- 眞野節雄 (東京都立中央図書館)
田崎淳子 (東京大学農学生命科学図書館)
横山道子 (神奈川県立藤沢工科高等学校)

川原淳子 (日本アスペクトコア株式会社)

永塚玲子 (図書館流通センター)

佐々木紫乃 (東京都立中央図書館)