

ねっと

群文協

2025. 3. 31 発行

第54号 目次

群文協研修会の概要 文化財収蔵施設における生物被害対策・・・・・・・・・・ 1～16

古文書取扱い研修会の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17～21

編集後記・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21

令和6年度群文協研修会（令和6年10月18日）の概要

講演 「文化財収蔵施設における生物被害対策 ―記録媒体の紙資料を守るための虫・カビ対策―」

講師 東京文化財研究所保存科学研究センター 生物科学研究室長 佐藤 嘉則氏

はじめに

今日は、文書館等での記録資料、特に紙資料に関する虫とカビの対策について、お話します。私どもの研究室は生物科学研究室と申しまして、普段は文化財の保存に関すること、特に虫菌害について、全国で何か問題が起こった時にそちらに行ってサポートするような業務をしています。もともとの主の業務は、文化財の劣化する原因となる微生物あるいは虫の劣化機構の解明といった基礎研究ですが、最近では生物被害が全国的にたくさん出ており、主たる基礎研究だけではなく、現場での課題解決にあたる件数がだいぶ多くなっています。私どもが最近遭遇した様々な生物被害や、外来種含めて新しい害虫等の情報も入っていますので、その話題もお話します。

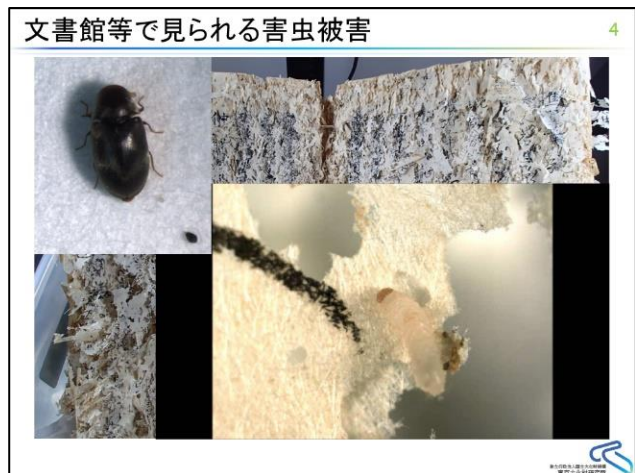
文書館等で見られる害虫被害

文書館等の施設では、重要な記録資料があります。それらを守るために、建物が様々な劣化因子を制御する役割を果たしています。自然現象には様々な劣化因子がありますが、それだけでなく、公開活用に起因する様々な劣化因子も存在し、それらを館内で制御し、資料を少しでも長く「そのままの状態」で保存することが文書館等に与えられた命題と言えます。劣化因子委は様々な種類がありますが、本講演では生物群集の中で特に影響のある害虫とカビについてお話をさせていただきたいと思います。

文書館等から私どもが外部相談を受けるなかで、全国的に多い被害について紹介します。生物被害は突如現れて、放置するといきなり深刻な状態になる、そういった怖さがあります。人の健康で例えますと、病気になるようなことです。日常的な保存の管理体制を生活習慣とすると、その生活習慣が乱れたとき、病気のように、つまり日常の保存管理体制が乱れて、害虫が被害を及ぼしてひどい状態になってしまうことに似ています。相談を受ける時に、「なぜ、いきなりこうなったのか」と、口を揃えて言われることが多いですが、何らかの兆候があって、それを早期発見、早期対処できない時に、虫害によって資料が急速に劣化してしまう状態になることが多いです。

この被害を及ぼす害虫について、今までは毎年行う施設のガス燻蒸処理、あるいは資料が入ったら確認することなくガス燻蒸するという形で、虫がどんな虫なのか、そこに存在しているか否かをあまり気にせずに処理が行われていたと思います。今後はどんな虫がいてそれが危ないか、その虫をどう見つけるか、そして、どう防ぐかをしっかり構築しないと、ガス燻蒸が使えなくなった場合に生物被害対策が困難な局面を迎えてしまいます。どのような虫が文書館等で危険な虫なのか、今日は、書籍を加害する代表的な害虫を紹介します。

まずは、フルホンシバンムシという害虫です。幼虫期に穿孔食害、つまりトンネル状に書籍を食べていく害虫です。幼虫の間は書籍の中で食べ続け、成虫になると書籍から出てきて、新しく卵を産み、その幼虫がまた再び食害



ザウテルシバンムシ

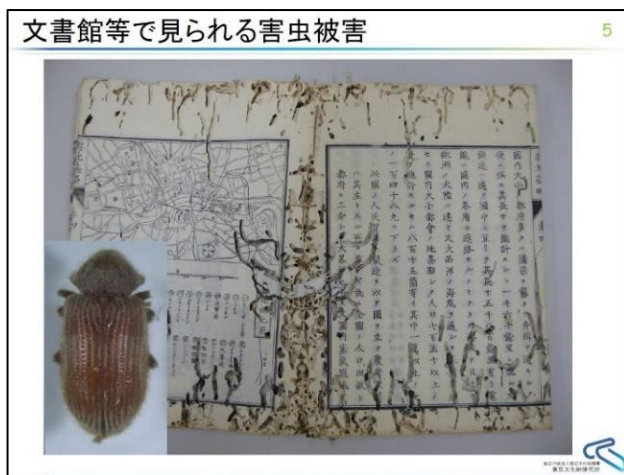
を繰り返します。もう一つは、ザウテルシバンムシです。フルホンシバンムシとザウテルシバンムシ、この二つが書籍の二大害虫として恐れられています。普段なかなか気づきにくいゴマ粒ほどの大きさの成虫ですが、文書館で出てしまうと、すぐに発生源を特定して対処しないと多くの資料がボロボロになってしまうような甚大な被害を出します。この写真の資料は、十年とかの期間ではなく、数年でここまでの状態になってしまった例です。生物は繁殖を伴うので、劣化が加速度的に進むことが怖いところです。害虫に遭遇した時に適切な対応を速やかに取らなければ深刻な被害となります。

これは、ケブカシバンムシとよばれる害虫による書籍の被害になります。ザウテルシバンムシとフルホンシバンムシよりも虫穴が大きい加害痕跡となります。もともと木材害虫としてよく知られていますが、蔵など建物の木の柱にケブカシバンムシが発生している時に、そこにある古文書を加害することがあります。そのまま資料を持ち込むと、そこでまた新たに増えてしまいます。実際の被害事例としては、ザウテルシバンムシやフルホンシバンムシの方が多くいますが、ケブカシバンムシによる書籍の被害というのも時々あります。

あと、書籍等を加害する害虫には、木材害虫で有名なシロアリです。シロアリも建物の材に発生すると、そこから移動して、付近にある書籍を加害します。書籍に泥がついた状態のものがありますと、シロアリによる被害であると分かります。

これも被害事例としては多いほうですが、ゴキブリによる食害です。ゴキブリも書籍の害虫としてはとても重要な虫です。ゴキブリは穿孔食害ではなく、表紙など表面部分を齧り取るような食べ方をする特徴があります。同じような書籍であってもゴキブリによる食害を受けているものと受けていないものがある場合があります。ある事例では、食害を受けていないものが古い書籍で、食害を受けたのが新たに修復作業を行ったものということがありました。これは、修復に使われた材料がゴキブリの好む材料、例えば

でんぷんのり、文化財の分野では「にかわ」などが使われますが、そういったものが加えられると、ゴキブリの嗜好性を高め、修理したばかりのものの方が食べられることがあり、注意が必要になります。



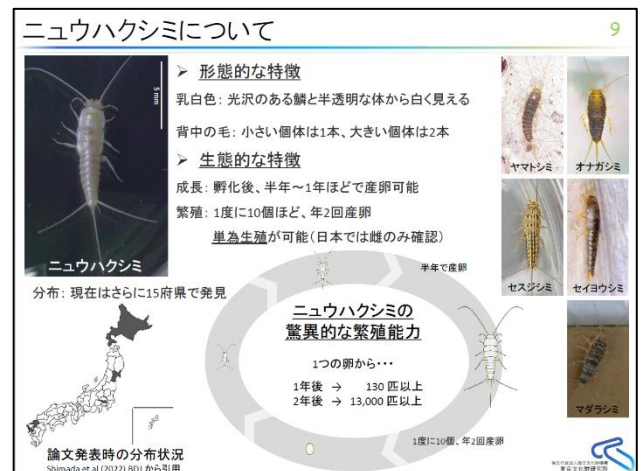
ケブカシバンムシ

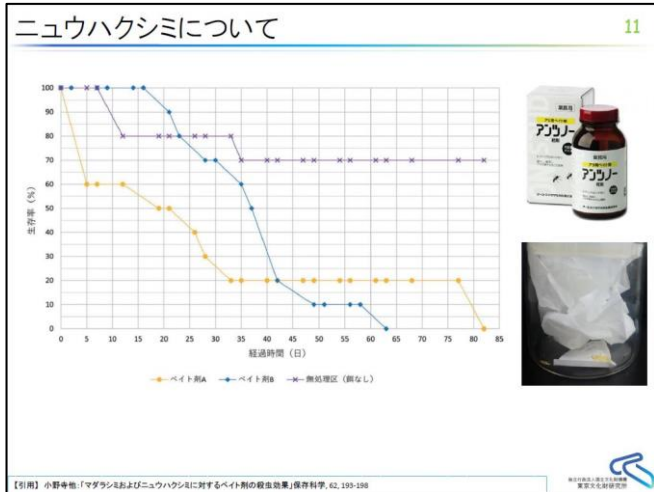
ニューハクシミについて

ゴキブリと同じように、表面を齧り取るような形で食害をして、表紙の情報が失われたり、最上面にある文字情報が欠損したりするシミ類による被害があります。ヤマトシミ、マダラシミ、セイヨウシミ、オナガシミ、セスジシミといったシミが在来種としてよく知られています。シミ類は数年生きるので、爆発的に増えるわけではないですが、ずっとその場所において、長い時間をかけて被害を及ぼす害虫になります。文書館ならばどこにでも昔からいると言われている害虫ですが、最近、外来種であるシミの一種、ニューハクシミが見かけられるようになってきました。いつ頃から入ってきたのかよくわかっていないのですが、2011 年頃にはちらほらと見つかっており、最近、どんどん広がっています。被害としては深刻ではなかったシミ類ですが、在来種とは異なりニューハクシミはその概念を一変させています。今、ヨーロッパでもオナガシミやこのニューハクシミが広がり大きな問題になりつつあります。ニューハクシミは真っ白な体色をしていて、顕微鏡で見ると背中にある毛の数が違うので、専門家はこれで形態分類をします。だいたい卵から孵って半年から1 年ぐらいで大人になり、再び産卵を始め、年間で2 回、1 回の産卵で10 個ぐらい産むことがわかってきています。最も大きな特徴は、単為生殖という増え方をすることです。単一の性だけで繁殖できる性質で、ニューハクシミはメスが卵を単独で産み、孵化する個体は全部メスで、それがまた卵を産んでという繁殖をします。オスがいないくても、どんどん増えていきます。単為生殖という性質は、害虫制御という点では非常に怖くて、たった1 匹でも、あるいは卵1 個でも持ち込んでしまうだけでも、次の館に広がっていきます。1 つの卵を持ち込んだとして、それが1 年後に130 匹以上に増える能力があります。さらに2 年経つと、それが13,000 匹以上になります。資料保存を担当されている方がノイローゼになってしまうぐらいの爆発的な増え方をする厄介な害虫です。ニューハクシミの日本初記録の論文は2022 年に受理されていますが（Shimada et al., Biodiversity Data Journal, 10, e90799, 2022）、その時点では、北海道と東北、東京、九州で見つかったいただけなのですが、その後、さらに15 府県に拡大しており、ほぼ全国的に広がる勢いで増えています。早期発見、早期対処が重要なので、もし、怪しいシミだと思ったら、東京文化財研究所生物科学研究室にご連絡をいただければ、遺伝子解析や形態観察をして、それが在来種のシミなのか、それともニューハクシミなのか判断するお手伝いをしています。

湿度に対しては従来のシミは高湿度でしか生育できなかったのですが、ニューハクシミは相対湿度 58%でも生存が可能ということが確認されています。収蔵環境でも生育することができる、これも怖いところです。相対湿度 53%ぐらいになると生育が少し悪くなり、さらに相対湿度 43%になると2 週間ぐらいですぐに死んでしまいます。一方、温度は15℃以上であれば生存しますが、10℃以下になると死滅します（島田ら，保存科学，63，2023）。したがって、年間通して温湿度が一定な、比較的環境のいい文書館等でニューハクシミは増えています。

現在、ニューハクシミの防除対策に関する様々な研究が行われています。例えば、上述の死滅する相対湿度を利用して、冬期に相対湿度が低くなる期間を利用して、相対湿度を 43%以下に低く保って、ガス燻蒸の代わりにニューハクシミを滅殺する取り組みも、試行的に行われています。





また、ベイト剤（毒エサ）についても研究が進められています。蟻用に市販されているベイト剤「アンツノー：アース製薬」が、一定の効果があることが報告されています。このグラフで青い線になりますが、飼育ケースの中にアンツノーを加えると、個体がどんどん死んでいって、最終的にはゼロになるということで、効果が確認されています（小野寺ら，保存科学，62，2022）。また、食用のコオロギ粉末にホウ酸をまぜた手作りのベイト剤でも効果があることも報告されています。

ニューハクシミにしろ、ほかの害虫にしろ、害虫化する特徴の一つに潜在的な繁殖力が非常に強いことがあります

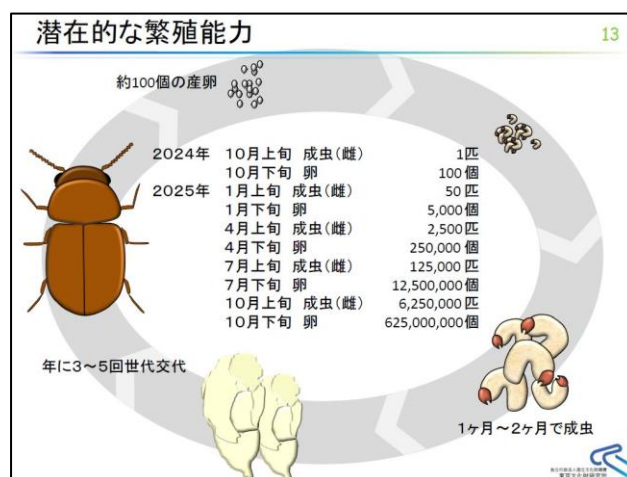
ゴキブリも、一匹の成虫が生涯に 30 個ぐらいの卵鞘（らんしょう）を産み、1 個の卵鞘には中に 20 個～30 個弱の卵があるのですが、こうしてどんどん増えています。光や水分といった非生物の劣化因子は資料保存においてとても重要ではありますが、同一条件では一定の速度で資料に影響を与えていくのに対して、生物は繁殖しますので、一定の速度ではなく、ある時点から加速度的に被害が進行する、それが生物被害の怖さになると思います。

もう一つ例を挙げます。これはタバコシバンムシの増え方です。もし仮に、今、10 月に 1 匹の卵をもった成虫が皆様の館の書庫に入ってきたとします。そうすると、それが約 100 個の卵を産み、次世代、次々世代となると翌年の同じ 10 月には、単純計算で 6 百万匹に増え、それが産卵すると卵の数は 6 億個となってしまいます。自然界と違って、書庫環境というのは安定した環境であり、外敵も存在しないため、条件が合うと害虫にとっては最適な生育環境になるので、このような爆発的な繁殖も全般的な外れとは言えません。とにかく害虫対策は早期発見、早期対処が重要になります。

ここまで、書籍等の記録資料を加害する害虫の事例を紹介しましたが、もし害虫によって資料が著しい劣化を起こしてしまうと、資料保存を担う組織あるいは保存担当の方が社会的な信用を失いかねない場面を迎えてしまうかもしれません。生物被害に関しては、早期発見、早期対処が重要であると言いましたが、さらに一歩先を行って、被害を未然に防ぐ、被害を起こさないような予防保存が非常に大切になってきます。

燻蒸剤と文化財 IPM ～生物被害対策の歩み～

さて、予防保存について話を進める前に、生物被害対策のこれまでの歴史を少し振り返って今後のことを考えていきたいと思います。1950 年代頃から盛んに研究が始まったのが、ガス燻蒸による殺虫、殺菌処理になります。これは、戦後の資料保存において生物被害の課題解決策が求められていた背景があり、当時は画期的な技術としてガス燻蒸剤が試行されました。いくつかのガス燻蒸剤の中から臭化メチルと酸化エチレンを有効成分とする「エキボン」が開発され、それが全国的に広がって、1970 年代頃には全館燻蒸や収蔵庫燻蒸、書庫燻蒸が盛んに行われるようになっていきます。その後、2004 年に臭化メチルが温室効果オゾン層破壊物質であるということで、国際的に規制が生じてきて、臭化メチルを有効成分とするエキボンも、日本では全廃ということになりました。



2005 年以降は大きく二つ、代替薬剤と「文化財 IPM」によって資料保存をしていこうという大きな転機を迎えます。この代替薬剤ですが、資料に対して影響を及ぼさないことが確認されているガスで、エキボンに代わるガスということで研究開発が進められてきました。そして、3 つの薬剤が選抜されてきています。それが、エキヒューム S とアルプとヴァイケーンというガス製品になります。これ以外のガスは、資料に対する影響が不明であったり、あるいは物理化学的な変化を及ぼしてしまう可能性があったりするので、貴重な資料に対しては使えないことになっています。

そして、この 3 つの薬剤のうち、エキヒューム S が 2025 年度末で販売停止になり、新たな転機を迎えています。また残る 2 つのアルプとヴァイケーンも人や環境に与える負荷が大きいということから、今後の使用は不透明であるといえます。アルプは有効成分が酸化プロピレンであり、発がん性物質のため有害大気汚染物質に指定されています。もう一つのヴァイケーンは温室効果ガスとして問題があります。海外ではフッ化スルフルが温室効果ガスとして今後重要になってくるという論文も出ています。日本はヴァイケーンをほぼ輸入に頼っているので、海外で規制があって販売中止になりますと、国内の事情関係なく影響がでることも想定されます。燻蒸処理というのは今なおとても有効な技術ですが、SDG s が国際社会の共通の目標となっている現在では、残る 2 つの燻蒸剤も、少し先行きが不透明な状況と言えます。

今、ガス燻蒸の技術の先行きが不透明であるという状況下で、代替薬剤の開発も難しいとされています。そうなりますと、「文化財 IPM」の重要性はさらに増していくだろうと考えています。

文化財 IPM について

ここから、実際に取り組まれている文化財 IPM の考え方についてご紹介します。これまでは、ガス燻蒸による処理だけだったものを、例えば、農業分野での IPM でいうと天敵を利用するというような、総合的に有効で合理的な対策を組み合わせる生物制御していきましょうという概念になります。文化財の分野では、全館燻蒸をしていたものを、基本的な保存のための体制と様々な代替策を合理的に組み合わせよう、という概念になります。実践としては、まず大きくは、モニタリング（調査）と記録、そして評価を行って、それに基づいて環境改善策を考えて具体的な計画を立案し、防除対策を講じる。さらに、それが効果があつたか再びモニタリングして記録、評価、計画というように繰り返しながら、保存環境を段階的に良くして、薬剤を使わなくても資料が守れる状態にするという取り組みになります。実践していく中で、資料に虫害被害が生じた時には、環境に低負荷な殺虫方法を選択し、適切な対処を速やかに実施して元に戻すというスキームになります。

文化財 IPM について ～害虫調査と記録～

もう少し各ステップを細かくご説明いたします。まず、「調査」の実施が最初のステップになります。「この虫がいてはいけない」という虫をしっかりとチェックすることが、調査の目的になります。それを記録して、評価して、さらに具体的な計画を立てます。計画としては、物理的、生物的、そして化学的な対策を順にとります。この対策を行った効果を、また調査によって評価していきます。人手もかかる地道な作業の繰り返しになるのですが、長期的な視点で少しずつこの取り組みを繰り返していくのが理想です。

文書館においては、「この虫がいてはいけない」虫というのが、一番重要な虫（文化財害虫、書籍害虫）になります。あと、人に対して問題となる「衛生害虫」や「不快害虫」というのも、公開活用という側面では制御していかないといけない虫になるので、この3つの害虫を調査することになります。この表では様々な材料に対して、どういう虫が被害を及ぼすかをまとめています。『文化財害虫事典』という書籍では、材料別にどの虫が問題なのか写真と共にまとめられています。重要な虫だけ抜き出した文化財害虫カードも販売しています。公益財団法人の文化財虫菌害研究所が出している『文化財の害虫』に

も、そういった害虫の情報が写真と一緒に載せてあります。東京文化財研究所でも、2024年4月から「文化財害虫検索」というWEBサイトを立ち上げました。皆さんのお手元にお渡ししていますマグネット、そこに二次元バーコードがついていますが、それを読み取っていただくと、スマートフォンなどでアクセスすることができます。

実際に見つけた虫の特徴から絞り込んで、候補となる害虫の画像と比べて種類を同定していただく作業を支援するWEBサイトになっています。このサイトの元々の開発の目的は、文化財害虫の遺伝子データベースを作ることでした。そのため、虫の写真とDNAの配列を調べて登録をしています。まだまだ開発の途中ですが、今後、AIの画像診断で害虫の同定ができるようなところも、検討しているところです。あと、サイトでは害虫対策の情報もあり、使用可能な方法を紹介しています。新しい湿熱処理による殺虫方法や、ニューハクシミのベイト剤といった論文の情報もここに入っていますので、このサイトをご活用いただきながら最新の情報を入手していただければと思います。

害虫調査の目的は、館内あるいは収蔵環境に「いてはいけない虫」がいるかいないかを把握することです。害虫がいらない、全く見つからない状況なのに、定期的に行うものだからとガス燻蒸をやっても全く意味がありません。少なくとも、そこに害虫がちゃんといるという状況で、どうしても復旧が難しいほど害虫が広がっていて、最終手段としてガス燻蒸を使うというやり方が今後さらに求められてくると思います。

具体的な調査方法に話を移します。調査でよく使われているのが、粘着トラップを使った調査で、粘着剤がついているものを部屋の隅において、そこで、1か月に1度ぐらい、年に4回、あるいは1年に1回（夏季）だけ調査するといった形で調査をします。

下は、フェロモントラップというトラップですが、これは強力な誘引剤（集合フェロモンとか性フェロモン）、あるいは食べ物の匂いなどで虫を集めるものですが、これは、あまりむやみに使わないでいただきたいと思います。例えばエントランスとかに置くと、屋外から害虫を集めてしまったり、あるいは貴重書庫の中でずっとフェロモントラップをかけると、周囲から虫を集めてしまったりすることもあります。

害虫調査 一害虫の種類を知る一

22

木材 建造物・大型 文化財	ミゾガシラシロアリ科、レイビシロアリ科、シバンムシ科、ヒラタキクイムシ科、カミキリムシ科、ゾウムシ科、オサゾウムシ科、ナガシクイムシ科、キクイムシ科、タマムシ科、アリ科、コシブトハナバチ科 などに属する昆虫
木材 木彫仏像・屏 風他	シバンムシ科、ミゾガシラシロアリ科、レイビシロアリ科、ゴキブリ科、チャバネゴキブリ科、コシブトハナバチ科 などに属する昆虫
竹材	ヒラタキクイムシ科、ナガシクイムシ科、ミゾガシラシロアリ科、レイビシロアリ科、オサゾウムシ科、カミキリムシ科 などに属する昆虫
紙	シバンムシ科、シミ科、ゴキブリ科、チャバネゴキブリ科、コナチャタテ科、アリ科、ミゾガシラシロアリ科、コチャタテ科 などに属する昆虫
綿・麻	ミゾガシラシロアリ科、シミ科、ゴキブリ科、チャバネゴキブリ科、ヒロソコガ科 などに属する昆虫
畳	シバンムシ科、ナガシクイムシ科、ミゾガシラシロアリ科 などに属する昆虫
乾燥植物 (薬草・染料 植物など)	シバンムシ科、ヒョウホンムシ科、カツオブシムシ科、コナチャタテ科、コチャタテ科、ヒロソコガ科 などに属する昆虫

引用元：木川刊15「生物被害」(文化財の保存環境)東京文化財研究所編 中央公論美術出版

資料写真：大塚正史(東京文化財研究所)

東京文化財研究所

引用元：木川が「5. 生物被害」（文化財の保存環境）東京文化財研究所編 中央公論美術出版



マグネットと二次元バーコード

害虫調査

—害虫の生息を調べる—

25

粘着(ステッキー)トラップ

フェロモントラップ

→どこに、どれくらい、どんな種類のトラップを置くか？



粘着トラップにも注意点があります。例えば、トラップを1年中置きっぱなしにすると、捕獲された虫が、別の害虫の餌となってしまう、そこで害虫が育ってしまうということもあります。この写真は、クモが粘着トラップにかかっていたのですが、それがカツオブシムシという害虫に食べられています。このカツオブシムシは紙は食べませんが、革で装丁された書籍の革の部分を食べます。また、羊皮紙なども食害するというので、文書館等でも注意が必要な害虫になります。これがたくさん増えないように制御する、そのために内部で発生源を作らないようにすることが、とても大切です。

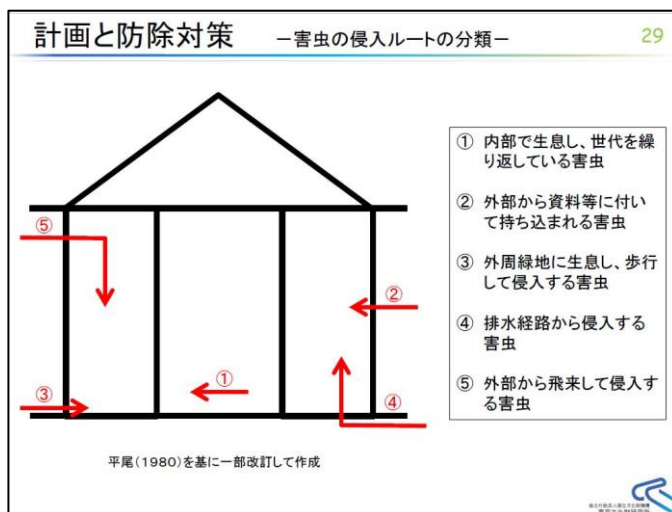
トラップ調査に加えて、調査では目視調査も行われます。これは保存を担当する方だけではなくて、施設に関わる方皆で取り組んでいただくと、非常に効果的だと思います。東京文化財研究所の例ですが、所内で虫を見つけたら袋に入れて、それを生物科学研究室に持ってきてもらってチョコレートや飴等のお菓子と交換します。最初は面白半分でやっていたのですが、皆さんだんだんと協力してくれるようになっていきます。職員の中でもとりわけ施設設備の方や警備の方は館内をよく回られていますので、そういった方が協力してくれると、虫の捕獲数が上がってきます。保存担当の方は集められた虫の同定をする必要がありますが、虫を見つければ全職員に協力してもらいたいような体制づくりというのが良いかと思います。そのためには、館内での文化財 IPM の教育が基盤となります。

記録に関しては様々なやり方があると思いますが、それぞれの調査結果を次の世代までしっかりと残すのが重要です。ある時期に増え始めた虫は、過去の記録を辿ると、どこから入ってきた虫なのかということも予測できますし、その地域や館がどのような害虫に対して脆弱なのか傾向が見えてくると防除策にも結びついていきます。調べた結果は記録して、それが共有しやすい、わかりやすい形で全職員がアクセスできれば、記録としては理想です。東京文化財研究所では、フロアごとの図面に害虫捕獲状況を落としこむ形で、毎月全職員にメールで流しています。すべての情報を送るのではなく、文化財害虫で捕獲されたトラップについて写真付きで速報を流しており、意識向上も期待して定期的に情報を流すようにしています。



文化財IPMについて ～計画と防除対策～

調査と同じように重要なのが計画です。もし害虫が見つかった時に、その害虫がどこから侵入してきたかを分析し、具体的な防除対策を計画するのが「計画」です。どこから侵入してきたかを分析することは、防除策の立案につながるのです。侵入経路の特定は非常に重要になります。大きく5つの侵入経路があると言われており、①はすでに内部発生して定着している、②は虫が資料と人と一緒に入ってくる、③はエントランス等から歩いて入ってくる、④は排水経路から入ってくる、⑤は飛んで入ってくる、という5経路です。トラップを見ますと、どういう虫（歩行する虫、飛翔する虫など）が捕獲されたかによって、どういう侵入経路が想定されるかを細かく分析することもできます。



それぞれの侵入経路ごとの具体的な防除対策は、館ごとに様々ですが普遍的な例をいくつか挙げたいと思います。①の内部発生の場合は発生源がどこかに必ずありますので、その発生源を特定します。広範囲にトラップを仕掛けていた場合は、見つかったトラップの付近を中心にトラップ設置数を増やして発生源を絞っていくやり方がよく行われています。あとは見つかった害虫の食性から、餌となり得る材がある場所を徹底的に目視調査するのも効果的です。内部発生は資料だけではなくて、建物の隙間に溜まったゴミに虫が湧く、掃除しにくい場所に溜まった虫の死骸にカツオブシムシが増えてしまう、保管していた食品等に虫が湧いてしまうなど様々あります。虫の死骸があるとカツオブシムシがいることが多く、特に窓際というのは光を求めて集まり、窓際で死骸となった虫に集まってきますので、そういった場所はカツオブシムシが増えやすいと言われています。

発生源を特定したら、その殺虫処理を速やかに行います。

②の場合ですが、資料に付いて持ち込まれる、これが実は一番、博物館や美術館あるいは文書館で虫が侵入・定着するのに多い経路になります。書籍等の貸し借り、寄贈などは同じ構成材料を加害する虫を運ぶのに（虫にとって）具合がいいので、環境があまり良くないところから資料運ぶ時というのは特に注意が必要になります。受入前の殺虫処理をルール化して徹底するとか、受け入れ資料は一定期間隔離する、など外部からの持ち込みを防ぐ方策を徹底します。人に付着して入ってくることもあります。エントランスで一度服を払ってから入ってくださいといった注意喚起をすることも、侵入を減らすことに効果があります。

③、④、⑤の進入経路の場合は物理的な遮断が最も有効です。物理的な遮断をしてもまたトラップにかかるのであれば再び対策をするといったように、虫との長期戦、地道な作業の繰り返しになりますが、根気よく対策を継続して少しずつ侵入を減らしていきます。長期的には物理的な遮断は薬剤を使うよりも長い期間、何もしなくても虫が制御できる環境を作れますので、実は非常に有効な方法になります。簡単に入ってこれる状況を改善しないで、ただ薬剤で殺虫を続けることはあまり合理的とは言えません。潜在的に虫が集まりそうなものは徹底的に無くしていくという対策も有効です。執務室や給湯室の食品などは全部プラスチック製の容器に入れ、虫の繁殖が絶対に起こらないよう徹底します。不必要なものはすべて廃棄し、いたずらに物を置かないことも大切です。これらの取り組みを館全体でやるとやはり大変なので、空間をいくつかに分けて、重要な空間は徹底的に取り組み、そうでない場所は少し緩やかな取り組みにするなど重みづけも重要です。空間と空間とはしっかり物理的に遮断をすることで、重要な資料がある場所を特に重点的に守っていくという考え方で、「ゾーニング」と呼ばれています。それぞれのゾーンでは管理におけるルールを決めておきます。例えばAゾーンを一番正常に保つ場所とすると、そこにはゴミ箱を設置しないで清浄を保つ、掃除の頻度が最も多くなる、扉など出入り口の物理的な遮断を徹底するなどです。

計画と防除対策

—物理的・生物的防除対策—

30

①内部で生息し、世代を繰り返している害虫

- ・発生源の特定（トラップ調査と目視調査）
- ・発生規模（害虫の種類、個体数、分布範囲）の把握

→発生源の撤去あるいは殺虫処理、環境改善、経過観察

→発生源が特定できない、被害の規模が大きい、といった場合には専門業者を入れた調査、環境改善、保存管理体制の見直し、燻蒸処理など

②外部から資料等に付いて持ち込まれる害虫

- ・受け入れ前の殺虫処理の確認
- ・受け入れ時、返却時の入念な目視調査
- ・密閉状態で一定期間隔離

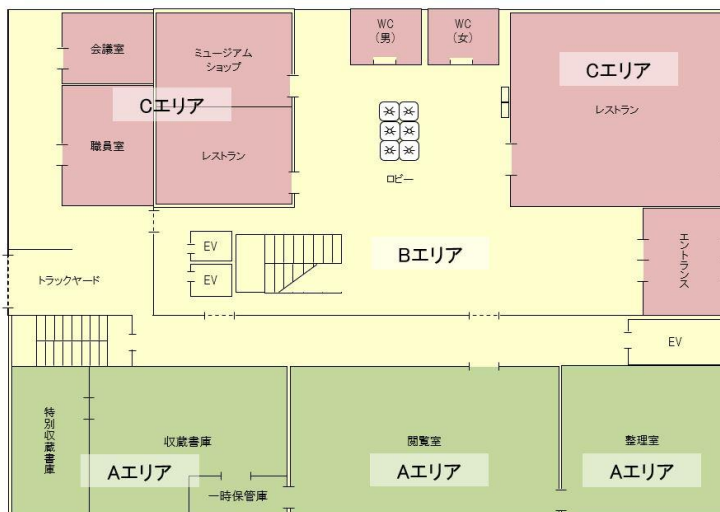
→生きた害虫を確認したら、すみやかに拡散防止措置を行い適切な殺虫処理を実施する

国立科学博物館 文化財保護部 害虫防除研究科

計画と防除対策

—ゾーニングの考え方—

35



国立科学博物館 文化財保護部 害虫防除研究科

例えば、このような間取りだった場合、収蔵エリアはAエリアとして一番清浄な状態に、Aエリアと一番清浄でないCエリアは、隣接しないようにします。Aエリアに隣接するのは準清浄空間のBエリアにして、BエリアがCエリアと隣接するようにします。Cエリアが一番汚いので、BエリアとCエリアの境界をしっかりと物理的に遮断します。館全体に等しく物理的な遮断をするのは難しいので（もちろんそれができれば問題ありませんが）、段階的に重みづけを変えるゾーニングを取り入れると取り組みやすいです。

文化財IPMについて ～適切な薬剤の使用～

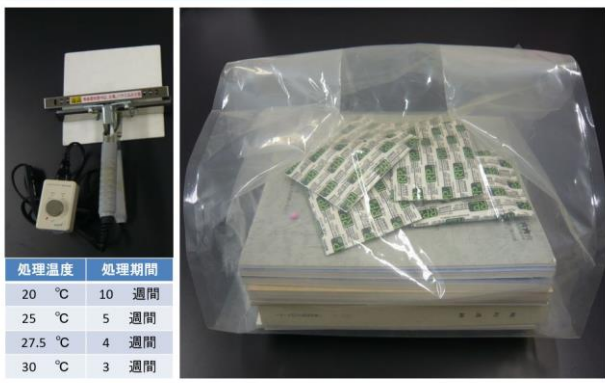
物理的な対策と生物的な対策の後に、補助的に行う対策として薬剤等による化学的対策があります。ガス燻蒸についてはまだしばらく、アルプとヴァイケーンを使うことができますので、いざという時の選択肢になります。ただ、エキヒュームSが販売停止になって、いろいろなメーカーが殺虫・殺菌に効果のある薬剤の宣伝があるかもしれません。ただ、資料保存の分野で実績がないものを使ってしまうと、貴重な資料を薬剤によって劣化させることも想定され、人為的な劣化となってしまいますので、新しいものを選ぶ場合には慎重に検討していただく必要があります。誤った薬剤による変色事故ですが、農業用の薬剤、リン化アルミニウムを文化財に使ってしまい、緑青が黒変した事故がありました。記録資料にも緑青が使われているものもありますので、薬剤については、材料に対して影響がないことをしっかり確認して選ぶ必要があると思います。実績が得られるまでは見送る、文化財虫菌害研究所が認定されたものを選択するなど徹底していただくのがよいと思います。施設処理剤、防虫剤として使われていたブンガノンと防カビ剤のライセンスとも 2025 年 3 月で販売停止になります。今まで頼ってきた化学的な防除対策が、だんだんと使えない状況になっていますので、あらためて文化財 IPM の取り組みを主軸に据えて、さらに強化していかないといけない転機を迎えています。

環境低負荷の殺虫法について

資料に対して被害が出た時に取り得る処理、あるいは持ち込みの資料に対してできる殺虫処理方法で、人や環境に対する影響が比較的少ない殺虫方法として実用化されているのが低酸素濃度殺虫処理、二酸化炭素殺虫処理と低温殺虫処理という方法です。

低酸素濃度殺虫処理というのは、ガス透過性の低い袋（エスカルフィルム）に書籍等を入れて、脱酸素剤を入れて中の酸素をなくして虫を殺すという方法で、卵も幼虫も蛹も成虫も、すべてのステージの虫を殺すことができます。処理時間が長いことがデメリットとして挙げられます。エスカルフィルムは熱圧着が可能なので、資料に合わせて袋を作成すれば大きなサイズのものも処理することができます。もう一つは二酸化炭素殺虫処理で、これはダンボール箱に入ったままの書籍でも処理が可能で、液化炭酸ガスを気化させて処理袋内に導入して、60～80%の濃度にして、25℃で 2 週間置くことで、あらゆるステージの虫を殺すことができる方法です。その他では、低温殺虫処理があります。書籍等では低温殺虫処理はよく使われていると思います。書籍等を袋に入れて、マイナス 20℃あるいはマイナス 30℃に置きますとあらゆるステージの虫を殺すことができます。最近は、水損した書籍等の緊急保管に冷凍庫があると便利なので、大きい冷凍庫を導入される館が増えてきています。災害対策として導入して、日常的には低温殺虫処理に使うことができます。持ち込みの書籍等はダンボールごと袋に入れて低温殺虫処理をすることでコストも低く抑えられます。

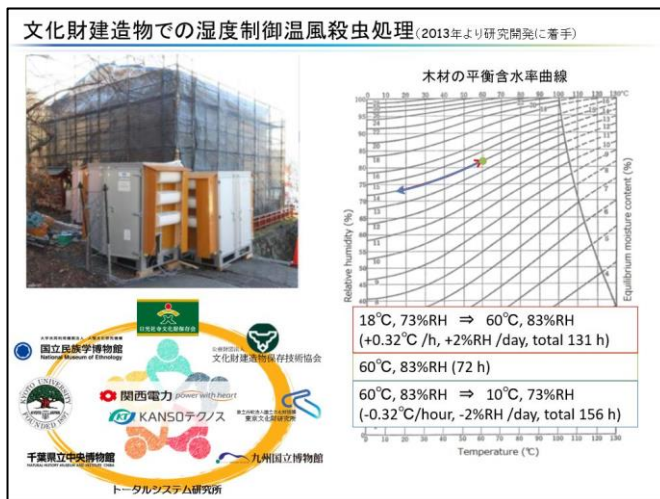
殺虫法： 低酸素濃度殺虫処理(脱酸素処理) 40



処理温度	処理期間
20 ℃	10 週間
25 ℃	5 週間
27.5 ℃	4 週間
30 ℃	3 週間

※本資料は文化財保護委員会 資料保存部 資料保存課 作成

あと、建造物で実用化が進められている湿度制御温風処理という方法があります。これは熱によって虫を殺すという技術になります。そのまま熱を上げると、建造物の木材ですと水分が移動し、割れたりひずみが生じたりしますが、周囲の空間を覆って湿度を上げながら、温度を上げることで木材の含水率を一定に保ち、熱処理をするというものです。こちらに温度と相対湿度と平衡含水率の曲線がありますが、この平衡含水率の線に乗せた温湿度条件で温度を上げて処理をして、その後、温度を下げるというやり方になります。木造建造物の次に、書籍等でも応用することを目指して現在、関西電力株式会社が中心となって技術開発・製品化の検討が進められています。



カビについて

ここからはカビの話をしたいと思います。エキヒューム S の販売停止後、実はカビに対する対策が一番大きな難題となっています。これについては、まだ有効な対処方法が見いだせていない状況です。先述した湿度制御温風処理も虫だけでなく湿熱によってカビの殺菌も可能であるというデータも出てきていますが、まだ技術開発・実用化までには年月を要する状況です。

カビによる書籍等の劣化というのは、有名なものとフォクシングとかステイニングがあります。カビは、虫と違って目に見ることができませんので、トラップ調査や目視調査ができません。防除対策の基本的かつ重要なポイントとしては、カビが生えない環境をいかに作るかということです。特に、この先エキヒューム S によるガス燻蒸ができなくなりますので、建物の中で絶対にカビが生えないような環境を作ることが重要になってきます。

カビについて ～カビの生育と栄養源～

カビが発生する基本的な要因は、まず孢子や微細菌糸の付着が起こり、そこに有機物（栄養源）が存在し、さらに水分が存在する、の3つです。この3つが揃うとカビは旺盛な生育を見せますが、いずれかを1つでも制御できればカビは生えることができません。これが基本的なポイントです。3つのうち付着を完全に防ぐことは、無菌室でも作らない限り不可能なので、現実的には残る2つの要因を制御することになります。これは、簡単な実験ですが、シャーレにふた有りとなふた無しでろ紙を半年ぐらい置いたままにして観察します。そこで観察するとカビの発生は認められません。これはこの部屋が乾燥しているためカビが生育するのに必要な水分が制御されていたためです。次に、その2つのろ紙に水を与え、しばらく置くと下の左右のような違いが生じます。右のようにカビが生えてしまうのは、半年間ろ紙にカビの孢子や塵埃が堆積して、さらに水が加わったためカビが発育しました。左は無菌ではないのでカビの孢子は水を与える際などに入ってきてても、ろ紙上に堆積した塵埃なども無いためカビの発生は認められません。このことから先ほどの2つの要因、水分と栄養源のいずれかを制御すると、カビの発生が起こらないといえます。左側について塵埃（＝栄養源）は溜まっていないですが、紙自体が栄養源にならなかったのですかと思われるかもしれません。実際にはセルロース分解菌といった紙を栄養源にできるカビも存在します。

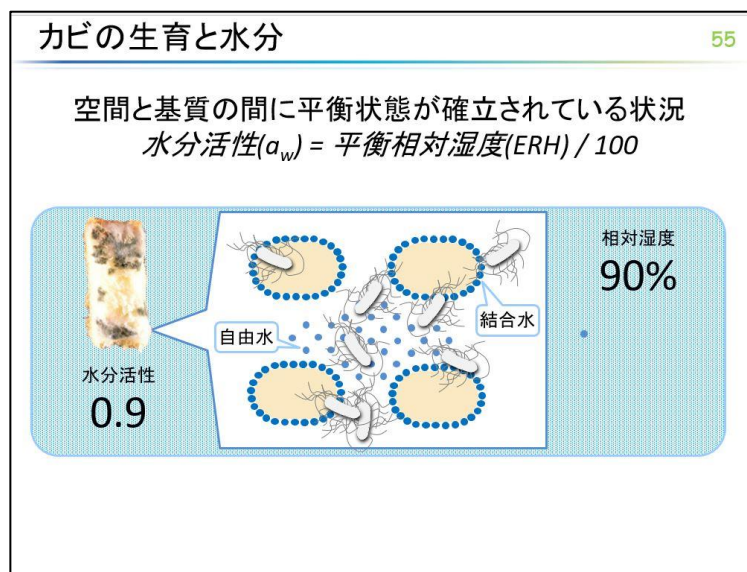
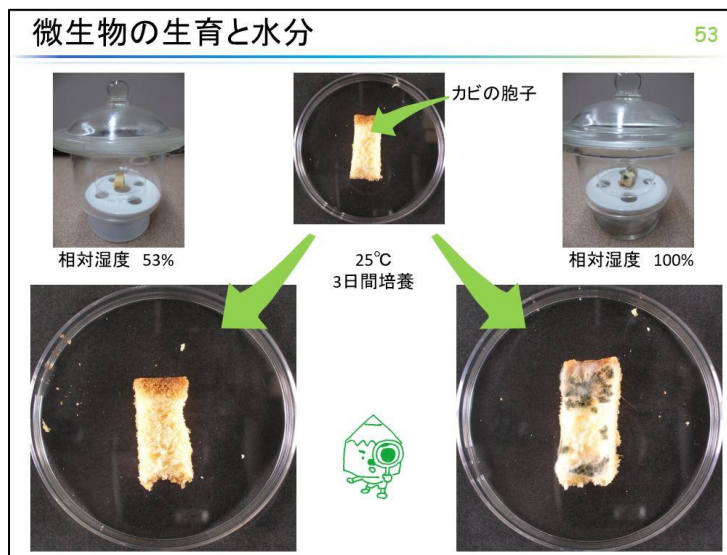


ただ、実際に文書に生えたカビを調べてみますと、紙を食べる能力がないカビも結構たくさん存在していて、それは紙に溜まった汚れに生えていたカビであるという経験があります。書籍が紙などの有機物でできているからといって、書籍の汚れを放置しないで清掃で取り除くことによって、多くのカビの発生を防ぐことができるといえます。こうした汚れは空気中からだけでなく人からも供給されます。書籍に触る時には、貴重書等では手袋をつけずに素手で触る方が推奨されますが、素手の場合は必ずきれいに手を洗っていただくといったこともカビの制御に有効です。あるいは資料の前で会話をする時には唾液の飛沫を防ぐため、マスクを着用するといったことも大切です。

水分に関することでも簡単な実験を紹介しましょう。まず2つのパンにカビの胞子を付着させます。それを2つの密閉容器に置きます。すると一方は3日間でカビが生えてきていますが、もう一方は3か月経ってもカビが生えていません。これは、片方の密閉容器は相対湿度を53%にし、もう片方は100%にしています。同じパンを相対湿度100%の空間に置くと3日でカビだらけになってしまうのですが、53%ではカビが一切生えません。これは、昔から食品保存の分野で研究が進んでいまして、物が持っている自由水の割合を示す単位に「水分活性」という単位があるのですが、水分活性が0.6よりも低くなると、あらゆる微生物が生育できないということが知られています。

それを示したのがこの模式図です。例えば、相対湿度が90%の空間にパンを置くと、空気中にある水分がパンの中に移動して、平衡に達するとパンの水分活性が0.9になります。この水分活性はカビが増殖可能な自由水の量となります。逆に、相対湿度が60%の空間にパンを置くと、パンから自由水が空間に移動し、平衡に達するとパンの水分活性は0.6になります。水分活性が0.6以下では、あらゆる菌が増殖することができなくなりますので、どれだけ年月を置いてもこの空間ではカビが生えない状況が作り出せます。これは資料保存において、相対湿度50-60%の保存環境におくのが望ましいと言われている根拠になっています。資料の水分活性が0.5-0.6であればカビは一切生育できないからです。

温度については、よく「温度でカビを抑えられないか」と言われることもありますが、人が活動するのに最適な温度というのはカビが活動するのに最適な温度とほぼ一致しますので、温度によって資料の保存と活用を両立するというのは難しいといえます。ただ、マイナス10℃以下になりますとカビの生育は止まりますので、例えば水損した資料などカビがたくさん生えてしまった資料でカビの生育を止めるためにはマイナス10℃以下で保管するというのが一つの対処になります。



カビについて ～相対湿度とカビの発生～

相対湿度の話に戻りますが、相対湿度が 60%の空間で平衡に達すると水分活性が 0.6 になって一切カビが生えないことを説明しましたが、これが少し高くなると、カビが生える速度というのは大きく変わってきます。相対湿度が 65%の空間ですと、目に見えてカビが生えるまでに大体 1,000 日ぐらいかかります。これが、5%上がって 70%になると 100 日ぐらい、さらに 80%になると数 10 日になります。100%になると、数日で生えてきます。たった数%の変化ですが、カビはとても敏感です。右のグラフの緑の帯のような相対湿度 50-60%で維持できれば理想的な保存環境ですが、少し高い 60-65%という環境が黄色の帯になります。

黄色の帯の範囲で抑えることができていれば、数年かからなければカビが目に見えるまで生えてきません。その間に清掃等を行えばカビが取り除かれ、カビが生えない状況を作りだせることになります。一番危険なのは、グラフの赤い帯の部分で、梅雨時期とか秋雨の時期など高い温湿度になる時期です。こういう時期だけでも、除湿機を稼働させるなど、危険な時期を回避できれば長い期間カビが生えない状況を作ることができます。

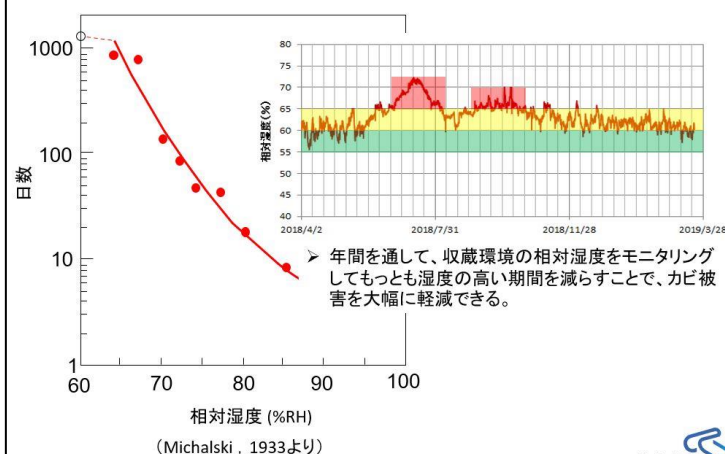
相対湿度は温度の変化によって変動します。従って、相対湿度の管理に加えて、温度変化があまりない方が望ましいです。空気を動かしたり、断熱を強化したり、様々な工夫で温度のムラを減らすことで、局所的に相対湿度の高い場所を減らすことができます。

これは、実際に温度変化の大きい場所でカビの発生が起こった事例を模式図で示したものです。例えば書庫の中で、夏に入口から暖かく湿った空気が入ってくるような状況を想定します。この時、書庫の中の温度が 22℃ですと棚の表面温度も 22℃になっていますので、ここで暖かい空気が棚で冷やされて、部分的に高湿度化が起こります。図に示した温湿度の場合、棚の表面では結露が生じます。この部分で空気が淀むと高湿度の場所が生じて、この辺りだけカビが生えます。逆に冬を想定して、書庫中が 22℃で 60%という環境の時に、室外が寒くて境界の壁や扉が冷やされるので 14℃を下回ると、表面で結露する状態になります。14℃まで下がらなくても、低い温度になりますと、この部分が高湿度になり、空気が動いてないとそこでカビが生えます。相対湿度の管理は非常に重要ですが、部屋の中では定点でしか測っていない場合もあり、見えない部分で高湿度化が起きていることもあります。空気の淀みをなくす対策、つまり温度を均一化する対策もカビの制御に非常に有効です。

水分と関連する話では、水分が一気に供給される状況があります。災害や施設の老朽化による水系統配管の破損、消火活動、スプリンクラーの誤作動などが起こりますと、カビは数日で生えてきます。資料が水損した場合は 48 時間でカビが発生すると言われており、48 時間以内に救出するのが生物被害を防ぐ目標の時間になります。しかし、大規模な災害では、48 時間で資料を救出するのは非常に困難ですが、それでもすぐに冷凍（マイナス 10℃以下）するなど緊急保管を行うことができればカビ被害を防ぐことができます。災害なども想定して、冷凍庫の備えがあると、緊急時に素早く対応ができます。

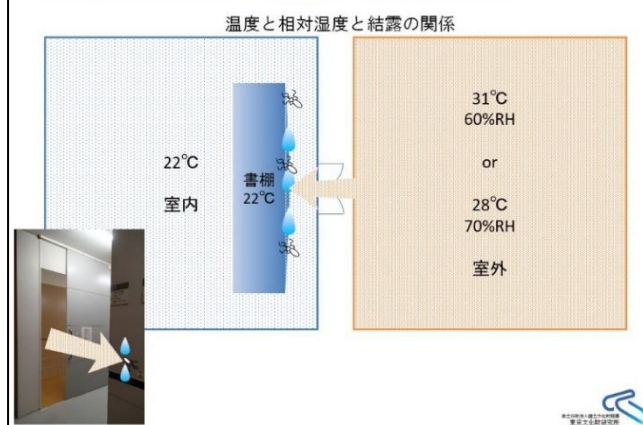
相対湿度とカビ群集の出現までの日数

58



壁面の結露とカビ発生事例

60



文化財 IPM とカビの制御 ～微生物調査と防除対策～

カビの対策においても、基本的に文化財 IPM の実践の中に落とし込むことができます。先ほど申し上げました、カビがどうしたら生えるかという基本的な原理を押さえた上で、調査、記録、計画そして、物理的、生物的、化学的対策を講じる流れになります。調査は虫の場合と違って目で見てでも存在がわかりませんので、まずは温湿度データから間接的に把握します。相対湿度 60%以下であればカビは絶対に生えない、かつ、温度のムラがないことを確認していただきたいです。直接的な方法として生きた菌を調べる方法もあります。これは浮遊菌、落下菌、付着菌の測定という 3 つの方法が、文書館等で広く行われている微生物調査方法となります。浮遊菌測定は、空間中に浮遊している孢子や微細菌糸を培地に捕集して、一定期間培養し、1 m³ あたりどれぐらい菌がいるかを調べる方法です。落下菌測定はシャーレの蓋を開けて 20 分ほど置いて、その間に落下してくる菌を培地に捕集し培養して菌数を調べる方法です。付着菌測定は表面に堆積した微生物をふき取って培養し、菌数を調べる方法です。この 3 法で環境カビ調査が行われており、文部科学省の WEB ページにはそれぞれ、清潔、準清潔、汚染区域で目指すべき数値目標が提案されています。

微生物調査の利点は、温湿度調査で見落とされそうな部分で起こるカビ発生を早期発見できること、継続して測定していると数値が高くなった時など「異常」にいち早く気付けることがあります。また、汚染の原因調査ができる、カビ被害対策の効果が検証できるといった利点もあります。ただ、培地で培養するという古典的な方法で、専門家が特別な機材を使って測定するため、業者等に依頼しないといけなことがデメリットとなります。

こうしたことから、最近使われている調査方法に ATP 測定法と呼ばれるものがあります。これは付着菌測定の代用法になります。ATP（アデノシン三リン酸）と呼ばれる物質は微生物が細胞内に持っている物質で、それを測定することで、その場所の微生物由来の汚染度を測る方法です。誰でも使うことができ、専門知識や技術も不要で、綿棒で拭き取ってすぐに結果を得られるのが最大の利点で、汚染度が数値化されるのも分かりやすいです。例えば、書庫の棚に 50cm² 方形枠でふき取り測定するとどんな値が出るか、そこを清掃した後に測定するとどうなるのか、今まで感覚に頼っていたところを、カビの汚染度として数値化できるので、様々な活用方法が期待されています。

東京文化財研究所でも、3 年ほど 40 館ぐらいにご協力を頂いてデータを取り、通常の収蔵環境ではどの程度の数値となるか調査しています。その調査結果をもとに一つの提案をしています。収蔵庫の床の場合、1,000 RLU/50cm² 以下という値を清浄と判定して、その 2 倍の数値である、2,000 RLU/50cm² 以上を汚染と判定します。そしてこの間の数値を準清潔と判定します。この判定に基づいて、「清浄」であれば、「合格」と判定し、今の清掃を継続する、今のカビ対策をそのまま維持するとします。「準清潔」であれば、「要注意」という判定をして、清掃の質と頻度を変え、追加的に除塵清掃を行います。「汚染」の場合は「不合格」と判定して、清掃方法の見直しや追加的な除塵清掃の実施、カビ発生の原因究明など対策をしっかりと講じて、環境改善をするといったように調査結果を対策に結び付ける取り組みを提案しています。カビは目に見えないので早期発見・早期対処はこれまでなかなか困難でしたが、ATP 測定法はその解決につながる有効な調査方法ではないかと考えています。

カビについて ～作業者の安全確保～

最後に、カビの人体に対する問題について話をします。今後、ガス燻蒸によって殺菌ができない資料は、人体に対して深在性真菌症など影響を及ぼす可能性があるため、特に注意をしていただきたいです。

カビが生えた書籍等を対処する際には、健康被害を防ぐ対策をしっかりと取らないといけません。アレルギー反応やマイコトキシンの問題もありますが、これらは殺菌処理をしても起こる可能性がありますので、殺菌の有無にかかわらず従来と変わらず対応しなければいけません。病原性については、生きたカビの孢子を吸ってしまうと、人によっては深在性真菌症と呼ばれる病気を発症する場合があります。

実際に、新潟の中越沖地震の後、ボランティアの方がキノコ工場の清掃を行った際に、カビの胞子をたくさん吸ってしまい、それが原因となって亡くなったという悲しい事故がありました。資料保存の分野ではカビが発生した資料に対峙する場面がありますのでカビからの人体の防除をしっかり行っていただきたいと思います。

東日本大震災の救援活動の時に実際に遭遇した資料に真っ黒いカビが生えていて、これは、スタキボトリス属のカビでした。本菌は人への健康被害が疑われるカビになります。その他にも、この表で青字で示しているのは人に悪影響がある可能性のあるカビでかつ、紙資料から高頻度で分離される微生物です。人体に害を及ぼす可能性のある種が結構あるので、基本的には資料に生えていたカビには病原菌があるかもしれないと思って扱っていただければ、予防という意味でも間違いはないかと思います。少し過敏すぎると思われるかもしれませんが、健康被害を防ぐということを第一に考えて、高い防塵性能を有するマスクの着用、保護メガネ、使い捨ての帽子、手袋といった装備を準備しておく必要があります。カビ払いをする空間もきちんと設けて拡散防止措置をとる、カビ払い作業をする時には手洗い、うがい、洗面をする、飲食をしない、体調が悪い人は作業を行わないなど、ルールを作り遵守することが望まれます。

カビが生えた資料に対しては冷凍保存、凍結乾燥がよく行われます。まずは冷凍した後で乾燥の方法を決めて、資料の応急処置が行われます。乾燥では、相対湿度 60%以下でしっかり乾かせば、カビを含めた微生物が一切生えなくなることは先に述べた通りです。その他に乾燥させる方法としてエアーストリーミング法やスクウェルチドライイング法などがあります。脱酸素も有効なのですが、濡れた状態で脱酸素をしてしまいますと、嫌気性の細菌（バクテリア）が増えて腐敗することがあります。ある程度乾いている書籍等であれば、増殖に水分がたくさん必要な細菌は増殖できなくなり、脱酸素は有効です。ただその見極めは難しいので、基本的には水損した資料は脱酸素処理はしない方が望ましいです。

殺菌処理としては、部分的であれば、エタノールとか次亜塩素酸等ありますが、それも材料に対して適合するかをしっかりと確認した上で、変質等を起こさないものを選ぶ必要があります。

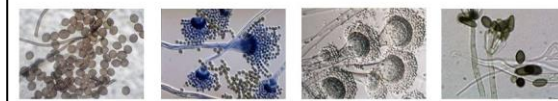
カビ払い作業は、書庫の前室などにカビ払いスペースを作って、カビをしっかりと払った上で、書庫に移す対策を取ります。こういったドラフトチャンバーのようなものの中でカビ払い作業を行うことが理想です。この写真では、メッシュスクリーンをかけてカビを刷毛で払って、カビだけを吸引機で吸うような方法です。資料片を誤って吸ってもトラップできるような工夫もされています。

人体の安全対策をしっかりと講じて、適切なカビ払いを行えば、必ずしもガス燻蒸による殺菌処理をしなくても

も資料を収蔵環境に戻すことは可能です。ただ、資料の数が多い場合には、すべて適切にカビ払い作業を行うことは現実的ではないなど課題も多くあります。ガス燻蒸ができなくなった際のカビ対策ではこの辺りが課題となっています。資料表面の ATP 測定を行い、数値が高くなければカビのリスクは少ないと判断できますので、ガス燻蒸を行う必要はないと判断できます。ATP 測定の数値が高い資料だけカビ払いを行うかエタノールなどで部分的な殺菌処理を行うかなど、ガス燻蒸に代わる代替方法を考案していく必要があります。

紙資料から高頻度で分離される微生物		77	
種名 Species	種名 Species		
カビ <i>Alternaria tenuis</i>	カビ <i>Penicillium frequentans</i>		
<i>Alternaria solani</i>	<i>Scopulariopsis acremonium</i>		
<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Sporotrichum pulverulentum</i>		
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Stachybotrys atra(chartarum)</i>		
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Stemphylium botryosum</i>		
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Stemphylium vesicarium</i>		
<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Trichoderma viride</i>		
<i>Fusarium roseum</i>	<i>Ulocladium consortiale</i>		
<i>Humicola</i> sp.	細菌 <i>Cellulicula</i> sp.		
<i>Microsporum</i> sp.	<i>Cellvibrio</i> sp.		
<i>Myrothecium verrucaria</i>	<i>Clostridium</i> sp.		
<i>Neurospora</i> sp.	<i>Microbacterium</i> sp.		

Modified from Cappitelli F., Sorlini C. (2010) and Valentin N. (2003)



カビ払い作業

81



安全キャビネットのなかで作業し、吸引調節が可能なHEPAフィルター付吸引装置を使用してカビを除去

From: CCI bulletin 26 (2004)



おわりに ～水損紙資料の応急処置～

日常的な資料の管理とは別で被災資料の扱いについて、本日は少し触れただけですが、水損した資料の応急処置や人体の安全対策など詳しくは、文化財防災センターのWEBサイトに情報がいくつかまとめてありますので、参考にしていただけると良いと思います。図書館協会のWEBサイトにも関連情報がしっかりまとめてありますので、それも参考になるとと思います。最後に東京文化財研究所のWEBサイトには、文化財IPMに関するポスターや報告書等が掲載されており、文書館等で見られる文化財害虫やその調査方法、文書館での対策というような情報もポスター等で作成しております。啓発普及用にご活用いただければ幸いです。ご連絡いただければ無償で郵送も致しますので、どうぞご活用ください。それでは、これで私の話を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

○質疑応答

Q 1) エキヒューム S が使えなくなった後の対応として、カビ払い作業を職員でやる場合は、研修を受けられる機会はあるのでしょうか。あと、カビ払いを外部委託する場合に、業者はいるのでしょうか？

A 1) カビ払い等のクリーニングを行う文化財の修理をやるような修理工房はありますが、オーバースペックかと思いますので貴重書などに限定されるかと思います。図書館等のカビ払い清掃はPCOがすでにサービスとして行っているかと思います。この先は様々な資料、文書等も含めてですが、カビ払い作業等をいろいろな形態で業者が提供してくるかもしれません。カビ払いに特化した研修というのは私の知る限りではありませんが、それぞれ修理・修復をやられている文書館・図書館等ではカビ払いのシステム化も検討され、枠組みを作っていくという動きは出てきています。

Q 2) 群馬県立歴史博物館です。カビを制御していくとこと、カビ払いをして清浄にしていくことが有効だということですが、殺菌の方法としてはエタノールがあったかと思います。文書資料などはエタノールを使うことできないと思うのですが、エタノールを使うことが有効な材質のものですとか、文書以外でそういった材質のもの、あとは使い方などについて、教えていただければと思います。

A 2) 消毒用エタノールは、書籍でも部分的に、表面にカビが生えた場合など、エタノールを含んだ刷毛や布などで拭きとるような使われ方をしているかと思います。ただ、色の滲みや変色が起こる可能性もあります。そのあたりは適合性をよく確認した上で行うということになります。実際には、表紙にポツポツとカビが生えているとか、ポコッと生えているカビ以外の対策として、書籍の中までしっかり生えているカビに対しては現状ではエタノールでは難しく、ガス燻蒸しか方法はありません。ガス燻蒸というのは菌を殺す役割であって、殺した後の菌は取り除けません。そして死菌体はカビが再発しやすい栄養源になります。結局、死菌体を取り除かないと、その後再発するので殺菌自体にはあまり意味がありません。そうであれば、どうしても殺菌しないといけないのかという疑問が出てきます。私は、カビ払い等で物理的に減らしてしまえば、必ずしも殺菌しなくてもその後、収蔵環境の中でだんだん死んでいくでしょう、と考えています。カビ払いを行わないガス燻蒸だけでは意味は無いので、物理的に取り除いて、その後、再発しない環境で維持することが良いと思います。

Q 3) 藤岡市の藤岡歴史館です。私が知らない物資があったので名称等確認したいのですが、スライドの 40 ページの殺虫法で使われている、パッキングして低酸素濃度殺虫処理をするための道具、その袋の中に入っている、酸素を吸収するような素材だと思うのですが、そちらの名称は何か確認させていただきますでしょうか？

A 3) この袋は、いくつかメーカーが出していますけれども、写真の袋はエスカルネオフィルムと呼ばれる袋になっていて、三菱ガス化学が販売しています。これはどこでも購入することができます。エスカルネオフィルムは酸素の透過性が低い素材です。中に入っている脱酸素剤は R P 剤と呼ばれるもので、これも三菱ガス化学が販売している商品になります。この 2 つが処理をするのに必須のものです。ここにピンク色の錠剤があります。これは、酸素インジケーターと呼ばれるものになります。酸素が無くなったのが色の変化でわかるものになっていて、紫色からピンク色に変化すると、酸素がない状態です。慣れてくると入れなくても、適切にやれば大丈夫ですが、最初のうちは、隙間が少しでもできると酸素が入ってきたりしますので、このインジケーターを入れていただくとより正確に作業ができるかと思います。袋に関しては他のメーカーも作っていますので、こういうものを使っていただいてもいいと思います。新しいメーカーの商品を使う時には、酸素インジケーターは試しに入れてもらって確認すると良いと思います。繰り返し使えるチャック式の袋というものもありますが、それも繰り返し使っているとだんだん隙間ができたりしますので、酸素インジケーターを時々使いながら、確認しながら行っていただくと良いと思います。脱酸素処理で大型のものになった時に、調湿した窒素ガスを発生する窒素ガス発生装置もありまして、これで袋の中の空気を窒素ガスに置き換えると、脱酸素剤を少なくすることができランニングコストを抑えることができます。この窒素ガス発生装置は A I R - G と呼ばれる機械で、これも三菱ガス化学が販売しています。ちなみに、二酸化炭素殺虫処理は日本液炭株式会社が出している「フクロウくん」というシステムになります。

Q 4) 文書館の館長です。二点ほど教えてください。一点目はエキヒューム S ですが、使用期限は 6 ヶ月のため、実際、9 月で使用停止ということが書いてあります。6 ヶ月を過ぎてしまうと、それを使うことでどんなデメリットが出るのかということをお教えいただければと思います。

A 4) エキヒューム S は高圧ガスボンベに入れているのですが、このボンベの中でガスを調合してから安定的になっているのがだいたい半年で、半年を過ぎますと酸化エチレンが重合して、殺菌効果が保証されない状態になったり、場合によってはグリコールのような粘性ものが生じてきたりして、それが資料に付着することが懸念されます。それが起こらない半年間というのは、メーカーが品質として保証している期間になります。それ以降は使わないようにしてくださいと言われています。

Q 5) もう一点ですが、なにかトラブルがあったら文化財研究所の方へとおっしゃっていましたが、群文協は公文書の管理する部門ですが、今日来ている、図書館とか、資料館の方々が連絡しても対応していただけるのでしょうか。

A 5) 害虫同定がちょっと苦手とか、文化財 IPM を始める時に特に起こりやすいと思うのですが、この虫が害虫なのか自信がないとか、本当にそんな小さな質問から、施設改修に向けてどうしたらいいかというような大きな質問もあるかと思いますが、まずはお気軽にご連絡いただければ、虫菌害以外のことでも別の担当もおりますし、関係する組織にもお繋ぎしますので、是非ご相談いただければと思います。

令和6年度「古文書取扱い研修会」の概要

今年度は、市町村における古文書の取扱いと保存活用に関する業務従事者同士の情報共有及び、古文書等が破損・消滅してしまうような災害への対策を学ぶという目的で研修会を実施しました。第1回研修会では、群馬県内において古文書の「取扱い」業務を推進している2市町村（安中市・東吾妻町）の実践報告と参加者によるグループ討議を実施しました。また、第2回研修会では「地域歴史資料の保存・防災」をテーマに、国立歴史民俗博物館准教授の天野真志先生による講演会を実施しました。

1 第1回「市町村の古文書取扱い業務について」(令和6年9月20日)

(1)報告「古文書取扱い業務について(受入れと取扱いの実際)」

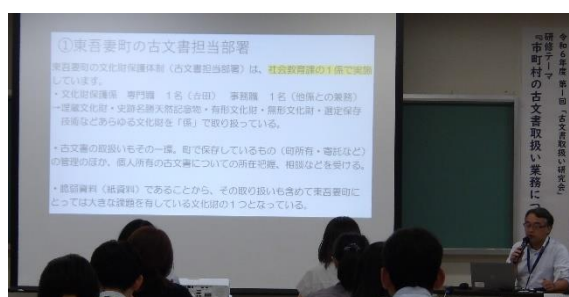
報告1：「安中市における古文書の受入れと取扱い」

阿部里美氏（安中市みりょく創出部文化財課主事・学芸員）

報告2：「東吾妻町の古文書の受入れと取扱い」

吉田智哉氏（東吾妻町教育委員会事務局社会教育課文化財保護係長）

報告1では、安中市の阿部里美氏から、特に市町村レベルでの寄贈・寄託受入れ業務を中心に、実践例をもとに報告していただきました。また、報告2では、東吾妻町の吉田智哉氏から、受入れ後の保管方法や活用方法を中心に、実践例をもとに報告していただきました。また両氏には、受入れ後の保管場所の問題や業務を担う人員配置の問題など、各市町村に共通する課題についても報告していただきました。



(2)グループ討議「市町村における古文書取り扱い業務の課題」

グループ討議では参加者を四つのグループに分け、「業務課題」について話し合っていました。具体的にはKJ法によるワークを行っていただきました。各市町村が抱える課題や解決に向けての見通しなど様々な意見交換が見られました。最後には各グループの代表者に討議結果を以下のように発表していただきました。

【1班】

〔課題〕スペース、人員、予算の不足

〔解決策〕・スペース…廃校利用（温湿度管理、水辺などの立地、電源の有無などの問題を解決する必要）

・人員…サークルやボランティアの活用（古文書取扱いに関してレクチャーが必要）

・今後を見据えて…デジタル化などで利活用、自治体上層部への理解を得る

【2班】

〔課題〕収蔵スペース、人員不足（業務ノウハウの引継ぎ、地元専門家の高齢化）、燻蒸

〔解決策〕・収蔵スペース…現状は解決策無し（廃校利用は防犯や環境に問題あり）

・人員…マニュアルの作成、他市町村や他館との連携や情報共有

【3班】

〔課題〕受入れ、資料整理の遅延、保管場所

〔解決策〕・受入れ…受け入れ側で受入れ準備を整備共有し、寄贈・寄託する方に対し周知する

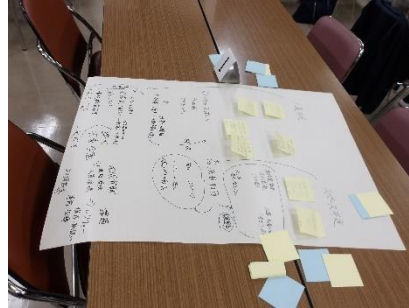
- ・資料整理の遅延…サポーターになり得る人材を発掘し、ボランティアとして支援してもらう
- ・保管場所…場所は有限であるため、廃棄の可能性についても議論が必要か。他の自治体に頼む

【4班】

〔課題〕組織体制（予算、専門性、収蔵場所、庁内連携、人員配置）、何をどこまで守るか

〔解決策〕・組織体制…市民グループに協力を求める

- ・何をどこまで守るか…取扱いマニュアルや相談しやすい体制の構築



2 第2回「地域歴史資料の保存と防災～担当者に求められるスキルと実践法～」(令和6年11月29日)

(1)講師

天野真志氏(国立歴史民俗博物館研究部准教授)

(2)講演内容

講演では、近年頻発する自然災害に対し、自治体の史料担当者が如何に備えるのか、また、被災した史料を如何に救出するのかといった点について、具体的な事例をもとにお話ししていただきました。特に、天野先生が御経験された、東日本大震災をはじめとする激甚災害における史料レスキューの経緯については、今後起こり得る未曾有の大災害に史料担当者として、どのように臨むべきかという指針となるものでした。以下に講演の概要を掲載します。

〔はじめに〕

地域歴史資料：地域の歴史・文化を伝える資料

◆地域歴史文化をとりまく状況

自然災害の多発・激甚化：「想定外」の常態化

→災害対策としての資料保存を考える

①災害発生時に何ができるのか

- ・何を、どのように、誰が、なぜ残すのか？

②防災的観点からの資料保存

- ・資料情報の把握、行動計画の検討、代替保存の想定
- 資料の多様化・増加：価値観の広がりと危機対応
- ・モノを“資料”として認知する営みの広がり
- ・被災現場から救出される膨大な“資料”群 → 保存・継承に向けた模索～課題と展望



〔1. 資料保存の範囲〕

◆資料保存とは？

「資料」＝ある価値観に基づき認知されたモノ

古文書（過去の人びとが残した記録）

- ・江戸時代の村・町役人を務めた家に文書が残される

- ・武士の活動記録（日記、書状、書類等）
→18～19 世紀にかけて古文書の大量発生・・・文書による支配、意思疎通の進展
明治・大正・昭和・平成・令和...新たな“資料”を見いだす取り組み
- ・自らの経験・目撃した社会の変容を歴史的事象と捉え、それらに関わるモノを“資料”として注目
→「震災資料」、「コロナ・アーカイブ」
ex. 大阪市立図書館：「思い出のこし」事業 ⇒ 近現代資料へのアプローチ
「保存」
- ・防衛：外的な要因からの攻撃を防ぐ → 自然災害・人的破壊などから守る
- ・延命：維持・管理・復旧 → 状態の観察・分析～脆弱性を把握→健全な状態に戻す～修理
施設を拠点とした資料保存
- ・収蔵品・蔵書等の維持・管理
- ・資料の蓄積：寄贈・寄託・購入
施設外を対象とした資料保存
- ・対象となる地域へのアプローチ～伝来資料の調査・保管

◆資料保存の原則

“資料保存の基本は、治すことよりも防ぐこと”

「予防的修復（Restauro Preventivo）」「予防的保存活動」→ 想定される被害・劣化を事前に把握、抑制する
日常的な管理・把握によって被害を防ぐ

◆自然災害との対峙～「レスキュー」の展開

端緒：1995 年 1 月 17 日 阪神・淡路大震災 “文化財レスキュー”の推進～阪神・淡路大震災文化財等救援事業

◇文化財レスキューから表出した課題

- ・「レスキュー」の対象～“文化財”とは何か
→未指定文化財という存在：個人所蔵の資料、膨大な文書資料救済の課題
- ・「レスキュー」の範囲～どこまでを対象とするか
→「レスキュー」＝被災現場からの救出・・・応急処置・修復との関わりが課題
- ・「レスキュー」の主体～誰が担うのか → 各組織による災害対策の協議、新たなネットワークの模索

転換：2011 年 3 月 11 日 東日本大震災

広域にわたる被害（地震・津波・原発被害）～保管されていた空間そのものが消滅

◇東北地方太平洋沖地震被災文化財等救援事業（文化財レスキュー事業）

⇒国内の歴史文化に関わる多様な組織の連携

「レスキュー」＝救出、応急措置、一時保管・・・資料が当面する消滅および急速な劣化の回避

[2. 「レスキュー」の考え方]

◆大規模災害の経験～被災地で新たな課題が表出

- ・阪神・淡路大震災～未指定文化財（特に文書・民具資料）
- ・無形文化財（祭礼等）、自然史資料（標本等）、思い出の品…
→被災地域の実情に沿った対応の模索 ～救出対象の拡大

◆対応の長期化

「レスキュー」：資料を危機的な状態から救い出す

cf. “「文化財レスキュー」とは、被災時の文化財救出活動のうち、主に動産文化財等を対象として、被災地から救出・輸送し、保管（一時的な保管を含む）し、必要な応急処置をすることろまで”

◆応急処置：常温での一時保管が可能な状態に導くこと

- ・資料自体の急速な劣化を回避
- ・資料の周辺に汚損物質を飛散させない～環境・健康 → 現場対応としての「レスキュー」

◆長期化するレスキューへの対応

- ・対象資料の広がり～多様化・増大化
- ・激甚災害への対応～深刻化する博物館施設の被災
- ・現場作業としての「レスキュー」 → 特定の組織や専門性を超えた活動

現場担当者や特定の専門家だけに委ねきれない状況が顕在化

〔3. 地域歴史資料の伝え方を考える〕

◆ネットワークの希求：広域連携の潮流、地域・分野を横断

国立文化財機構「文化財防災センター」（2020～）：全国を網羅する防災体制の模索

人間文化研究機構「歴史文化資料保全の大学・共同利用機関ネットワーク事業」（2017～）

→歴史文化継承の可能性とその方法

- ・技術的展開：“資料保存”の多角的検討
災害時における対応
- ・保存・継承をめぐる考え方や社会的役割 研究・教育のなかで考える 多様な人びとと考える

◆地域実践の展開

「資料ネット」：地域を軸としたネットワーク

- ・災害時における緊急対応
- ・地域調査や資料の保存・継承に向けた活動～地域研究・発信⇒災害対策を意識しつつも日常的に地域との対話
大学等、行政、地域住民、各種ボランティアが緩やかに連携 ※群馬歴史資料継承ネットワーク（2020～）

【資料保存のコミュニケーション】

◆資料保存における専門家を考える

- ・専門家・専門知のあり方を考える
どのポイントでいかなる専門性が必要になるのか

資料保存・災害対策における詳細なマニュアルは極めて困難（ケースバイケースが多すぎる）

⇒各地の対応例（成功例・失敗例）を知ること、実践例の積み重ねと応用のサイクル

特定の分野・地域で閉じず、全国規模で情報共有することの意味

◆手段を共有する取り組みの展開：ワークショップ

地域や被災状況、活動主体によって対応法は流動的

→資料救済の考え方と準備を検討、現場での実践に備える技術訓練

多様な担い手が参加可能な活動の場を設定～連携の可能性を探る

①考え方をすりあわせる場としてのワークショップ

- ・経験や知識を一方向的に押しつけない：地域や被災状況、立場によって対応法は流動的
→何をどこまでしたいのか、そのためには何が必要か

②失敗を経験する場としてのワークショップ

- ・実際の作業現場では失敗できない～成功例・模範例を学ぶだけで良いのか？
→参加者が保有している情報・技術のみで試行錯誤し、失敗・成功の結果を考え合う

〔おわりに ～被災資料から地域資料へ～〕

◆地域社会に伝来する資料・・・民間アーカイブズ、地域歴史資料・・・

- ・広がる“資料”と消えゆく“資料”～地域における“資料”とは何か、という問い
→保存・継承の模索（保存方法の検討、伝え方）

- ・地域資料の“専門家”とは？

◆複合領域としての資料保存：歴史学、民俗学、アーカイブズ学、保存科学、考古学...

各専門的知識や技術の位置・役割とは何か？ 地域との対話 ＋ 分野を超えた対話の必要性

◆歴史をつなぐ、歴史資料を伝えること

- ・東日本大震災以降～歴史災害への関心の高まり

→過去の災害を把握することで、地震発生周期等の検討、将来の災害への備えへ

- ・新型コロナウイルス感染拡大以降～過去のパンデミックに注目

→感染症流行時における人びとの行動、世間の騒動...

同じ境遇にある社会や人びとの意識・行動を把握～予測される事態に備える

◆「現地保存主義」：生成・管理されてきた地域での保存・継承

⇔地域社会が変容するなかで過渡期を迎える資料保存の取り組み

地域に伝わる歴史資料を今後どのようにして継承することができるのか？

- ・主体：資料をとりまく関係性の再確認・検討
- ・手段：資料の残し方（媒体変換 or 現物保存 ...）
- ・技術：保存・管理の方法、応急処置・修理...

⇒資料と向き合いながら問い続けること

編集後記

ねっと群文協 54 号をお届けします。今号では、文化財収蔵施設における生物被害対策をテーマとした研修（令和 6 年 10 月開催）及び古文書取扱い研修会（令和 6 年 9 月・11 月開催）を報告します。今年の 3 月で文化財燻蒸ガスの「エキヒューム S」が販売中止となり、文化財への虫菌害対策が喫緊の課題となっています。この分野の第一人者である佐藤嘉則先生にこの対策について講演していただいたので、関心のある方々にぜひ読んでいただき、今後の参考にしていただきたいと思います。

また、古文書取扱い研修会では、市町村における古文書の取扱いと保存活用に関する情報共有及び、史料防災の実務について天野真志先生に講演していただきました。参加者から「他の市町村の現状を知る貴重な機会だった」、「災害時の史料保存のあり方について具体的に知ることができた」などの感想がよせられ、有意義な研修となりました。

来年度も会員の皆様に役立つ実践的な研修を開催しますので、ぜひ御参加ください。

ねっと群文協 第 54 号

2025.3.31 発行

群馬県市町村公文書等保存活用連絡協議会

〒371-0801 前橋市文京町 3-27-26

群馬県立文書館内 電話 027-221-2346 FAX 027-221-1628