

# 書籍の有害生物管理

## －IPM（総合的有害生物管理）を中心に－

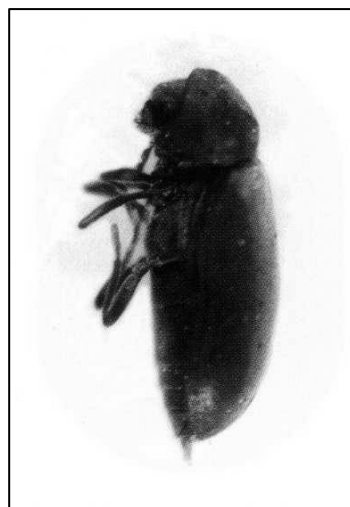
木 川 り か

（東京文化財研究所保存科学部主任研究官）

おはようございます。はじめまして、東京文化財研究所の木川と申します。私は仕事柄、博物館や図書館、美術館関係におじゃますることは多いのですが、今回初めて大学に呼んでいただきまして、しかも同じ東文研という研究所におじゃますることになりまして、最初からちょっと親近感を持たせていただいております。こういった機会を頂きまして、ありがとうございます。

本日は「書籍の有害生物管理」ということでお話ししていきたいと思っております。書籍ということですが、少し広い見地から、いわゆる博物館等も含めた資料保存の中で、今こういった有害生物管理がどういう方向で行われているかということも含めて、順番にご紹介していけたらと考えております。

皆様にも非常になじみの深いものではないかと思っておりますが、よく書籍、漢籍や古文書を見ますと、穴がたくさん開いております。この穴を開ける正体そのものを捕まえられた方がどれぐらいいるか分かりませんが、大体こういうトンネル状に潜行するものとしては、フルホンシバンムシとかケブカシバンムシといった、シバンムシの仲間の虫になります。非常に小さな2～3mmの成虫です。これが幼虫の時代にこの中を、これは出てきたところの写真を引用しましたが、おいしそうに食べて回って穴を開けるということ



フルホンシバンムシの成虫

（写真：木川りか）

です。これは書籍、漢籍、古文書の、非常に有名な害虫といえます。

もう一つ有名なのがシミです。シミは「紙魚」と書きまして、もともと書籍害虫といいますが、日本ではシミがまずいちばんに挙げられていたわけです。ただ、シミの場合は、どちらかというとでんぷん質のものが好きですので、のりがたくさんついているようなところを浅くかじり取るという格好で、トンネルを開けたりはしません。ですから、どちらかというところと甚大な被害はシバンムシによるものになります。

こちらは、本の装丁に豆のりが使われたものです。そうすると、数年のうちに、原因不明のかじり取ったような跡ができました。これはゴキブリの被害です。このようにクロゴキブリなどは、のりがついている部分に甚大な被害を及ぼします。あまり知られていないことなのですが、実はゴキブリの書籍類の被害はかなりあります。

書籍ではないのですが、京都のお寺の障壁画が、何年か前の非常に暑い夏、かなりゴキブリにやられました。修復して新しく補修した部分を、気がついてみたら2週間ぐらいの間に全部食べられてしまった、という例もあります。糊のついたものについて非常に甚大な被害を及ぼすのが、ゴキブリです。ゴキブリは家屋害虫なので、図書館にいて、気にしないかたもいらっしゃるのですが、書籍の害虫という点では、これはご一考いただく必要がある害虫です。ほかにもいるのですが、簡単に主要なものをご紹介します。

では、我が国での虫菌害防除法の歴史をダイジェストでお話ししたいと思います。我が国では古来、虫干し、あるいは曝涼という形態で虫払いをしてきています。実は、この方法で1000年以上ずっとやってきていまして、正倉院の御物については、今でもずっとこの方法を踏襲してきて、今日まで非常に貴重な文化財を伝えてきています。ですから、これを適切な方法で行えば、実は1000年以上前の非常に貴重な有機物、あるいは古文書も含めて、そういったものが現世まで残ってきているということです。

ところが、図書館もそうですし、博物館・美術館関係で、最近の状況としましては、1960年代から、戦後しばらくしてからですが、ガス薫蒸という方法が非常に盛んになりました。これは、一回使えば非常に便利に駆除できるということで、文化財関係の現場で大変普及した方法です。特に臭化メチルという殺虫薫蒸剤、それから酸化エチレンという、殺菌薫蒸剤を混ぜた製剤があったので、年に1回とか、書庫や収蔵庫全域をガスで処理する。そうすると、虫も死ぬ、カビも死ぬということで、博物館関係でかなり便利に使われてきていました。

ところが、最近、大きな変化がありました。それは、この有効だった殺虫薫蒸剤の臭化メチルが、実はオゾン層の破壊物質であるということで、検疫等を除く一般用途については

2004 年末に使用が全廃されました。文化財用途についてはかなり議論もあったわけですが、ほかの世界的な状況を見ましても、代替法を使っている国がだんだん出てきていることもありまして、文化財分野についても、これは全廃となりました。

今後の方向性としては、収蔵庫薫蒸、書庫薫蒸のような方策は、日本だけではなく欧米も含めて、欧米では今ほとんどやっていませんが、やり続けるのは非常に難しい。ですから、予防していかざるをえない。薫蒸では、ほかの薫蒸剤もありますが、それ以外にもいろいろな代替策が出ています。そういった方向性で、今は移行時期といえると思います。

先ほど申し上げましたように、昔から、戦前ぐらいまでは、虫干しという方法で、古文化財の虫払いをしてきたという事実があります。この図は江戸時代の虫払いの光景を引用してきたものですが、例えば寺社、主にお寺の所蔵物を、その地方のいちばん気候のいい時期、大気が乾燥してお天気が続く時期を選びまして、公開を兼ねて、出し広げる。そのときに、皆さんにお見せするのと同時に、補修するところは補修し、あるいは虫・カビがついていれば、それを払うような作業を、1年に1度ずつ行ってきました。そういったことで、日本では目通し・風通しという伝統があったわけです。

この最近 20 年ぐらいでしょうか、先ほど言いましたように大規模薫蒸という形で、収蔵庫全域を目張りして、非常に毒性の強いガスで処理します。ただ、これはライセンスを持った方でないと扱えませんので、ガス薫蒸ができる外部の専門の業者さんをお願いして、やっていただく形で来ておりました。ただ、現在は、先ほども言いましたように、やはり予防対策の強化とか、今からお話する IPM という考え方を導入してやっていくことが始まっております。

そういったことについて、今回配付していただいた資料の中に、当研究所から出しております「生物被害ガイドブック（文化財の生物被害防止ガイドブック）」というものがあるかと思えます。これは東京文化財研究所のホームページの保存科学のところに行っていただけければ、PDF 版でダウンロードすることもできます。これに簡単な流れがダイジェストとして書かれています。その現物と害虫事典の現物をお持ちしましたので、順番に回してごらんいただければと思います。

さて、日本の状況について簡単にお話しいたしましたですが、世界的にはどういう形で虫菌害を予防してきたかということですが、これはアメリカのスミソニアン・ナチュラリヒストリーの博物館の例です。書籍と自然史標本はだいぶ違うかもしれませんが、なぜここで持ってきたかといいますと、自然史標本は動植物標本ですので、非常に虫がつきやすいのです。そ

ここで、どういう方法を使ってきたかということをご紹介しているわけです。

200年間ぐらいのタイムスケールで見えておりますが、初期の段階ですと、ヒ素とか塩化水銀のような、人体にとっても非常に毒性が強いものを使っている時期があったということです。確かに、こういうものを使いますと虫はつきにくくなるのですが、この時代は、人体にどれくらい毒性が強いのかという知識もあまりなしに使っていたのではないかと思います。これは戦前ぐらいまで使っていたらしいのですが、あとになってものすごく問題になりました。まず、コンサベーターの方が毒性が強くて触れないということで、そのコレクションは全部収蔵庫のどこかにまとめて、「触るな」と書いて隔離される。もう一つは、小学生や中学校のお子さんが標本類をいろいろ見に来られるのですが、そのときに、それが水銀で汚染されていないか、ヒ素で汚染されていないか、いちいち分析して安全な資料しか出せないということ。虫・カビ予防という点では、かなり強力な方法ではあったかもしれませんが、あとになると社会的に問題が起きてきたということで、今この方法は使われておりません。今、北米では、これが非常に問題になっております。

そのほか、いろいろな方法があり、例えばナフタレン、パラジクロロベンゼンというような、家庭でも使っているような防虫剤を使っていた時期もあります。アメリカでは、現在ではパラジクロロベンゼンはほとんど使われておりません。あと、薫蒸剤が戦後出てきて、先ほどの、日本で使っていた臭化メチルや酸化エチレンを使っていた時期もあります。ところが、いろいろやってみますと、悪臭が出るとかいろいろな問題で、今は薫蒸剤としてはフッ化スルフリルというものを一部使っているのと、ほとんどは低温処理という殺虫処理に置き換わっております。これは、PL法もいろいろ厳しくなりましたので、できるだけケミカルフリーな方法で処理したいということから、化学薬品をあまり使わないでできるならば、そのような処置でやりたいという方向性に現在ではなっております。

こうしてみますと、たった200年の間でも、随分いろいろな方法を試して、方法が入れ替わってきているということです。今、日本で薫蒸剤の臭化メチルが使えなくなったことで問題にはなっています。ただ、こうしてみますと、いろいろな社会的な状況とか、いろいろな反省にのっとって方法が移り変わっていくのは、ある程度自然なことかと考えるわけです。それで、1990年代から、主に博物館あるいは図書館関係で、考え方の大きな変化が起こります。戦後はやはり農学分野の農薬の普及もありまして、何か有効な薬剤があれば、使ってしまうという風潮が高かったわけですが、最近は本当に環境への影響、人体への毒性、それから、材質に一体どういう影響が及ぶのかといったところに関心が向きまして、80年代ぐら

いから随分いろいろな研究が行われました。その結果、臭化メチルは環境に影響がある、オゾン層を破壊する。それから、人体への影響という点でも非常に毒性が高いわけですが、酸化エチレンについては非常に強い発がん性を持っているということが分かっています。それから、材質への影響という点では、薬品で虫・カビを殺すわけですから、化学反応で殺しているわけです。しかも、かなり高濃度で使っています。そうすると、材質的には、目で見てそんなに変化がなくても、微視的に見れば、何らかの化学変化が全く起こらないわけではない。それを何回もやっていると、材質に一体どういう影響が及ぶのか、という点で、いろいろな議論が行われました。

結局、最終的に守るのは何だろうかという話になったときに、後世に文化財あるいは書籍を残していくのに、環境に負荷をかけてまで、こういった薬品を使い続けていいものかどうかという議論も出ました。それから、使う方、あるいは管理する方が、自分の健康を抵当に取ってまで危ない薬品を使うべきかどうかといったことがありまして、その中で、IPM という考え方が、博物館、図書館関係でもいわれるようになってきたわけです。

この IPM (Integrated Pest Management)、日本語では「総合的有害生物管理」と訳されていますが、要するに Integrated ということですから、総合的にとといいますか、いろいろな活動を集約してという格好になると思います。これはもともとは農業分野で誕生した生物被害のコントロールの方法で、特徴としては、多量の化学薬品だけに頼らないということ、その背景としては、農業分野でも残留毒性の問題が非常に深刻になった時期がありました。それから、幾ら農薬を使っても耐性害虫が出てくるという問題も出てきました。そのような状況から出てきた考え方です。

この考え方は、65年に国連食糧(農業)機関が「あらゆる適切な防除手段を相互に矛盾しない形で使用し、害虫密度を許容水準以下に減少させ、かつ低いレベルに維持するためのシステム」と定義しました。これだけ見ると、一体何だろうかという感じですが、結局、何がいちばん特徴か、どこが今までと違うのかといいますと、複数の防除法を合理的に組み合わせて使うというところです。どういうことかといいますと、単独では効果があまり高くなくて劣る場合でも、適切にほかの方法と組み合わせると防除が可能になることを意味しています。

これは、中筋房夫先生たちがお書きになった『害虫防除』という本から引用したところですが、例えば農業分野を見てみますと、今までの大農法という格好で考えますと、ほ場の上空から飛行機で殺虫剤を多量にまいて、殺虫剤単独で 95% ぐらいの死亡率を期待しないと、

作物としてはちょっと割に合わないということで、殺虫剤をまいてやっていたわけです。ところが、これをやった結果、例えばアメリカの綿栽培などで、耐性害虫が出たり、誘導多発生という機構で虫が抑えきれなくなりまして、非常に問題になったということです。そういうこともありまして、この方法だけではやはり無理だと。この時期に同じく、レイチェル・カーソンが『沈黙の春』という本を出しましたが、こういった残留農薬の問題が、生態系そのものを壊してしまうということで大きな社会問題になりまして、この方法をやり続けるわけにはいかない、ということになりました。

では、IPM ではどのように考えるかといいますと、まず生態系を壊すような方法はだめだろうということで、虫の天敵を殺してしまうような方法は使わないでおこうということになったわけです。そうすると、まずその年に、この大量の農薬をまくことをやめてしまいますと、とりあえず、だんだん生態系が回復してきます。そうすると、虫を捕ってくれるカエルとか、いろいろな生物がまた復活してきて、天敵が害虫を捕ってくれる。例えば50%ぐらい捕ってくれたとしましょう。しかし全部捕ってくれるわけにはいきませんので、50%だと売物にならない。では、どうしようかといったときに、この害虫に特異的に働く、例えばその昆虫の成長抑制剤を使ってみます。その場合に、こういうものは非常に強い薬ではありませんので、使ったとしても70%ぐらいしか死んでくれないということがあったとします。ところが、実は天敵が害虫をとってくれていますので、それを足し合わせると、結局死亡率を見たら、実は85%になっているということです。これでもちょっと足りないという分については、少し効果は劣るけれども、ほかの、例えば性フェロモンというものを組み合わせれば、最終的には死亡率が95%ぐらいにいくだろうということです。先ほどお話しした方法だと、殺虫剤を大量にまくことで95%殺したかったのが、そのかわりに、いろいろ考えたり、薬も工夫しなければいけないけれども、うまくやれば、同じくらいの死亡率を確保できる。科学的によく対策を立てて、考えて管理しようといったことです。

では、文化財保存におけるIPMを、これに準じて考えてみますと、やはり特徴として、同じく複数の防除法を組み合わせることになります。従来ですと、例えば薫蒸剤で1年に1回書庫を薫蒸してしまっ、かりに虫がついていたものが入っていたとしても、1年に1回やれば、それ以上は広がらないという考え方でやられていた現場もありました。ところが、この方向が破綻してきていますので、では、どうするかといったときには、多分午後のワークショップで木部さんのお話の中にもあると思いますが、最近は予防的保存という考え方がだいぶ出てきています。英語ではPreventive Conservationといいます、その一環として、

この基本的保存のための体制をきちんと考えよう、と。これは平たくいってしまえば、資料を清潔に管理するという事です。もともと日本では目通し・風通しということによってやってきておりましたが、平たくいえば衛生管理です。それが実は70%ぐらいを占めます。そのうえで、新しく持ち込まれる新規の資料については、きちんと殺虫処理をして入庫する。あるいは、施設等のシロアリの被害などを予防するための薬剤処理をピンポイントで考えまして、それを組み合わせて、きちんと効果を持たせようというのがIPMの考え方だと思っています。

これをちょっとまとめますと、例えば農業分野の例ですと、従来は農薬だけをまいて、ほとんどやってしまおうと思っていたところが、IPMの場合は天敵や生態系を破壊せずに、ここである程度手伝ってもらって、足りないところを、弱いながらほかの方法を組み合わせ、同じぐらいの効果を持たせよう。文化財分野の例ですと、従来は例えば大規模薫蒸でやっていたところが、これはできなくなっておりますので、IPMではgood collection care、衛生管理や清掃といったところ、あるいは、有害生物が入らないような遮断体制をまず確立することがほとんどであると。その他、新規の資料については、きちんと殺虫したものを入れる。そういった体制でやろうというのが、文化財分野のIPMだと思います。

先ほど、Preventive Conservationのお話をしましたが、これについては、例えばカナダで非常に盛んにやられております。Canadian Conservation Institute (CCI) という、政府機関でこういった文化財関係の研究所があります。そこで作成されたフレームワークがあるのですが、そこでは資料を劣化させる要因を九つに分類しまして、それぞれに対して、どのような予防対策を執ったらいいかを、フレームとして提示しています。例えば劣化要因としては、最初に地震等、物理的な破壊。それから、人的な盗難、破壊、紛失。それから、火事、水害。この辺は、一度受けると非常に甚大な被害を及ぼすわけですが、頻度的にはそれほど高くはありません。ただ、5番めに生物被害がありますが、生物被害はいったん始まってしまうと、劣化速度が非常に速い。そういった意味で、生物被害が来ています。そのほかに、いろいろな室内汚染物質や大気汚染物質。それから、光による問題。例えば展示環境で、油彩画などの色の付いたものを展示をするときに、よく照度を落としてあります。そういった照度基準というものもしっかりありまして、光照射による劣化も非常に大きな問題です。そのほかに適切でない温度や、適切でない湿度といったものが、劣化要因として系統的に考えられています。

その中で、先ほど言いました有害生物関連におけるコントロールの方法ですが、これもCCI

で言われているコントロールのスキームです。それをちょっとご紹介しますと、5段階のコントロールが提示されています。それは何かといいますと、まず第1段階めには、虫やカビを誘うものを回避する。これは平たくいいますと、効果的に清掃するということと、汚いものはきちんとクリーニングするということです。

次はブロック（遮断）するというのが2番めになります。これは何かといいますと、例えば建物の外から入ってくるような虫の侵入を防ぐ。もう一つは、資料にくっついて入ってくる虫が、ほかの資料に移るのを防ぐ。その二つの意味があります。ですから、ここをしっかりとやるのが非常に重要です。

もう一つは、今まではとにかく薫蒸を年1回やろうということになっていたのですが、薫蒸するということは、資料にとってもそれだけ負担になりますし、人体にとっても決して望ましいことではない。それは非常時の選択肢になるわけですが、では、本当に虫がいるのかどうか、それをきちんとモニタリングしましょうということです。虫がいて初めて、このRespond、対処段階が来るということです。

最後に、安全な所蔵空間を確保して、作品を戻すという復帰過程が来ます。今までの博物館関係の大規模薫蒸を見ていると、スタッフがなかなか確保できないとか、いろいろな問題がありまして、やはり楽な方法に定着してしまったという部分があります。大規模薫蒸というのは、いきなりこの4番めの対処段階をやっていたと思うのです。

実は、この順番に意味があるのです。CCIでは、コントロールにおいては番号の若いほうから力を入れてやっていかないと、全体のコントロールは非常に大変になると言っています。それはどういうことかといいますと、窓を開け放しで虫がたくさん入ってくるような状況で、幾らトラップをかけてモニタリングしても、たくさんかかる。たくさんかかれば、「こんなに虫がいるのですから薫蒸しましょう」ということになってしまって、状況が全然改善されないわけです。ところが、IPMにおいては、まず、この虫・カビを誘うものを回避するということと、遮断をきっちりやれば、それだけで状況的には随分よくなります。ですから、まずはこういった回避と遮断という、1~2段階をしっかりとやるのが非常に重要だと言われていきます。

あまり抽象的なことを言ってもしょうがありませんので、実践例を少しご紹介していきたいと思います。日本の例、外国の例、いろいろあります。あまり時間がないので、簡単にご紹介していきたいと思います。まず美術館の例で、書籍とはあまり関係ないかもしれませんが、どういう感じでやっているかということを見ていただきたいと思います。愛知県美術館



をいつもご紹介させていただくのは、恐らく日本で初めてこういった活動を始められたところではないかと思うからです。こちらでは学芸員のコンサベーターの方が、最初にそろそろ臭化メチルが使えなくなると分かった時点で、今どういう問題があるか、被害歴を徹底的に分析しまして、96年を最後に収蔵庫薫蒸をやめてしまいました。

どういうことかといいますと、このコンサベーターの方が今までの記録を徹底的に引っ繰り返り返して、どういうときに虫の被害、カビの被害が起こったか全部書き出したわけです。そうすると、施設が老朽化してくると、カビが生えるところが出てくる。もう一つは、作品について入ってくる虫の問題。それから、レストラン・エリアのゴキブリの問題など、そういった問題がはっきりと分かってきました。ところが、今まで防除対策としては収蔵庫薫蒸だけをやっていたということなのです。それを考えてみますと、美術館の場合は、今、企画展が非常に多く、40～50%のものがどんどん年間動いていくわけです。そうすると、全然薫蒸されていないものが入ってくることもあるし、自分のところがしっかり薫蒸していても、それがまた外にどんどん出ていってしまう。回転が速くて、収蔵庫薫蒸していたら、貸し出しの少ないものばかりが何回もガス処理をうけるが、結局、他の作品はどんどん館内に入ってくる。これではあまり対策になっていないということになりました。

では、一体どうしたかということですが、まず、カビの被害を予防するには、後でちょっとお話ししますが、とにかく汚れがついていると、ブロンズ像にもカビが生えるということで、キュレーターのかたが定期的きれいに掃除をしていらっしゃる。これはアボイド(Avoid)段階の対策です。それから、収蔵庫の白布類を定期的きちんと洗濯して清浄度を上げる、お掃除をするということをやっていると思います。

それから、作品について入ってくる虫の対策です。もちろん新規に受け入れた資料についてはきっちり殺虫をして収蔵庫に入れるわけですが、それ以外に、例えば企画展で、作品を借りてくるという場合に、桐箱を開けますと、シミが入っていたり、チャタテムシが入っていたりという場合もあるわけです。それをそのまま収蔵庫の中で開けてしまうと美術館に広がってしまいますので、粘着マットを切って台の周りに張りまして、もし虫が出てきても、ここでくっついて逃げないというような、ブロック段階の工夫をしていらしたりと、非常に細かくやったということです。

この担当者の方は、監視員の方や、いろいろな方をお願いをされていて、例えば展覧会のときに、額縁から虫が出てきて、それを監視員の方が教えてくれたので、額だけ外して薫蒸したらしいのですが、その中にキクイムシがたくさん入っていて、お茶わん1杯ぐらい虫が出

てきたらしいのです。ほうっておくと、それが美術館に広がってしまうところを、非常にうまくいところで教えていただいたそうです。監視体制が非常にうまく回った例といえます。

問題は、他のスタッフの方からの通報をきいたとき、この担当者の方が、それが危ない事態かどうかということのある程度判断できなければいけない。ここでは外部委託専門家といえますか、要するに薫蒸業者さんや防除業者さんに、コンサルティングをして、そこで適切な処置をしてもらうという体制を作っています。こういった方が一人か二人必ずいることが必要になるのですが、ただ、こういった活動をする点では、全館的にやはり皆さんがポリシーを理解して、ルールを徹底していかないと、この担当者の方が幾ら頑張っても非常に大変なことになります。これはやはり、全館的にこういったポリシーを理解していただくことがいちばん重要になると思います。

次は北米における実践例です。その特徴としては、先ほど言いましたコントロールの1番め、2番め、この Avoid (回避)、Block (遮断) 段階を非常に徹底しています。そのうえで、発見段階を工夫して、手をかけずに早期発見する体制を作っている。さらに、虫が見付かったときには、収蔵品に合わせて、あらかじめポリシーができているということが特徴です。いまからお話する2つの施設の例は、国立民族学博物館の園田さん、日高さんが調査なさった例をご紹介します。まず、アメリカの自然史博物館の例ですが、コレクション・マネージャーのかたが IPM を導入しまして、今、非常にいい管理になっているということです。IPM の導入に当たって、この方がやったのは、まず優先度の高い資料、主に有機質の物や価値の高い物を優先順位をつけて、そこに力点を置いたということです。ここは膨大な資料を持っておりまして、本当に何十万点という形ですが、それを全部やっていたら、とてもやりきれない。例えば鉱物標本や金属製品や土器といったものは、とりあえずもういいと。ターゲットになるのは有機質で非常に価値の高い物と、虫に食われやすい物をピックアップして、IPM を始めたとのことです。(Ref,1.)

そういう貴重な有機物の資料を収蔵庫で管理する場合、そういうものを収める収蔵庫をちょっと改築して、非常に機密性の高い、収蔵庫自体が収蔵ケースといわれるようなグレードにしたということです。それはどういうことかといいますと、アメリカのニューヨークは非常に寒いのですが、歴史的建造物ですので外観は変えられない。ですから、内部からシーリングをうまくやり直して二重窓にして、冬でも結露が起きないようにした。それから、例えば食品工場や製薬会社でやっているように、クリーンな環境に保つために掃除がしやすい構造にした。どういうことかといいますと、家具などとおくとすき間ができて、どうしても虫

などが潜り込みやすい構造になるわけですが、エポキシ樹脂で全部固めて、しかもかべぎわを丸く立ち上げて、ほこりがたまらない構造にしたということで、サーッと掃除機をかける  
と非常にきれいになるということです。とにかく、この収蔵庫に関しては、非常に清潔に保  
たれているということです。「そもそも清潔だったら虫はわきません」という考え方で、非常  
に清潔にしてあるのです。

早期発見するときは、まず清潔にしていけない。それはなぜかといいますと、ご  
みや綿ぼこりがいっぱいたまっている状況ですと、調べたときに、もし虫がいて、ここから  
ふんが出たり、粉が出たりしていても、新しく出た虫粉かふんか分からないわけです。です  
から、まずはきれいにして、しかも薄い白を使った棚の構成にしています。チェックポイン  
トを定期的に見ているわけですが、とにかくパッと見たときに、何か異常がすぐ分かるよう  
な体制にしてあるということです。ここまでは大変だったと思うのですが、少なくとも  
こちらの機関ではそういう方法をとっているということです。

これはまた別の、アメリカン・インディアンの国立博物館です。(Ref,1) 一見、これは虫・  
カビとは関係なさそうな話なのですが、非常に面白いのは、資料を直接手で触れないように、  
それぞれに規格の箱をわざわざ作っているということです。どういうことかといいますと、  
後でちょっとお話ししますが、ブロンズのお話もそうですが、手で触ると手あかがつきます。  
そういった有機物がつくことによって、カビが生えやすくなったり、虫が加害しやすくなっ  
たりするわけです。ですから、直接手では触れないということを前提に、こういうことをや  
っています。日本では、どちらかというと白手袋を使ってやりますが、向こうの発想として  
はこういうことになるのかなと。もう一つは、イガやカツオブシムシにやられやすいような  
ウールのじゅうたんは、虫やカビが寄らないように、低温処理で殺虫したあとに、マイラー  
シートを巻いて、外に写真を張りつけて資料が分かるようにしてあるのと、バーコードで管  
理できるようにしているということです。

こちらの殺虫処理のポリシーですが、基本的には全部低温処理でやっているとうことです。  
後でちょっと低温処理についてお話ししますが、冷凍庫の中で殺虫する方法です。例えばマ  
イナス 30℃で 5 日間というやり方ですので、月曜日に入れて金曜日に出すというルールが確  
立しています。ですから、ルーチンでどんどんやれるわけです。それができない資料につい  
ては、二酸化炭素で処理するとか、どうしても入らないような大型木製資料についてだけ薫  
蒸剤を使う。そういったポリシーをしっかりと確立して、殺虫処理をやっているということ  
です。

今、北米の例でも、愛知県美さんの例でも見ましたように、IPMにおいては、この Avoid、Block の段階が基本です。まずは、虫・カビを誘うものを回避する。清潔な環境と食品の管理が非常に重要だといわれています。もう一つ、やはり非常に大事なのが、侵入の遮断ということで、もちろん外から何か害虫が入ってくることも侵入遮断しなければいけないのですが、大体ある程度きちんとした保存環境ですと、どちらかという、作品について入ってくる虫のほうの問題になります。ちょっと薫蒸をサボって収蔵庫に入れてしまったために、そこから虫が発生することがけっこうあります。そうではなくて、受け入れ資料の初期殺虫だけは必ずやる必要があります。このルールだけはきちんと徹底する必要があると考えています。

次はカナダの例ですが、一応ご参考のためにさっさとご紹介します。こちらは、CCIのスタッフが参加して建物を設計した例で、これは世界的にも非常に珍しい例ですが、いろいろな劣化要因に対してうまく管理できるように、考えて造られた建物だということです。まず、すべての建物について、建物周りはまるで食品工場のようにネズミの侵入防止構造が造られています。それから、目的別に棟が分離されていて、食品を扱う、あるいはスタッフの方々が食事をするレストラン棟は、また棟が別になっています。万一ここでゴキブリやいろいろな害虫が発生しても、収蔵庫棟には行きにくいように、物理的に隔離されています。

それから、収蔵庫エリアや研究室エリアと、レストラン棟は全く分離されていて、しかも管理棟も別になっています。この収蔵庫・研究棟ですが、コレクションを生物被害やその他の劣化要因の受けやすさによって、グループに分けて収蔵しているということです。まず、こちらが収蔵庫研究棟です。こちらが実験スペース、こちらが収蔵庫ですが、3mの幅の廊下がありまして、非常に厚いコンクリート壁を打っています。それはなぜかという、万一火災が生じたときに、収蔵庫の中のもの燃えないように、防火構造のしっかりした壁を打っているという説明でした。また、今の廊下の天井を見ますと、びっくりしたことに配管が全部むき出しになっています。私は美術館であまりこういうものを見たことがなかったのですが、天井の配管がむき出しになっていて、しかも何の配管でどっち方向というラベルが全部ついているのです。これはなぜかという、建物が老朽化してくると施設には何か不具合が生じます。故障が出たときに、このような構造だと修理もしやすいし、廊下で対応ができるし、しかも担当者がいなくても、業者を呼べばすぐに修理ができる。要するに、あらゆるリスクに対して迅速に対応できるようなデザインを考えているということで、びっくりしました。

もう一つは収蔵庫棟の周りですが、カナダは冬とても寒くなるので、収蔵庫に結露してしまったら困るということで、収蔵庫棟は建物周りに回り廊下が造られています。これは外壁からの結露防止と、害虫等の物理的な侵入防止のための構造と説明されています。蔵外から侵入してくるような虫について、特に這って入ってくるような虫をどうやって防ぐかということですが、収蔵庫の扉は、二重扉のそれぞれに侵入防止用のすき間ブラシがありまして、虫が入ってきにくくなっています。しかも入り口には、一応モニタリングのために、必ずトラップが仕掛けられている。こういうことをやっています。

次に、資料について入ってくる虫をどのように防ぐかということです。まず新しく受け入れた資料は、必ずペスト・マネジメント・エリアというところに入っていきます。最初に開梱室というところがあるのですが、その隣に隔離室(quarantine)という部屋がありまして、まだ殺虫処理をしていない資料は、とりあえずここに必ず置きます。殺虫処理をしないものは、その先には持っていかないというルールが非常に厳しく設定されています。

殺虫施設ですが、一つは二酸化炭素のテントが入った部屋がありまして、ここで殺虫できるものはします。もう一つは、低温処理をやっているのですが、ウォークイン・フリーザーがたくさんありまして、マイナス 30℃です。いちばん奥が殺虫専用になっていて、作業するときに二人一組でやるとか、きちんとそういう取り決めがあります。寒いので、コートが掛けてあって、帽子と手袋も用意されています。そのようなことで、ルールを徹底して、殺虫した物のみを収蔵空間に入れるといった方向でやっています。

IPM の概要といいますか、実践例を少しお話したのですが、その先のお話になります。先ほどの Avoid、Block をきちんとやったときに、では、本当に虫がいるかどうかをモニタリングするという、第 3 の段階の話に移っていきます。まず、モニタリングするとき一般的に使われるのはトラップです。ただ、これは外を歩き回っているゴキブリやチャタテムシ、シミなどは捕まるのですが、本の中をずっと食い進んでいるシバンムシの幼虫などは外に出ませんので、トラップをかけていても捕まらないのです。ですから、やはり資料の中で生活する虫については、最初にきちんと殺虫しなければいけません。あと、モニタリングをするのだったら、トラップをやるときと一緒に、ポイントを決めて目視調査をするということがあります。

いろいろなトラップがありますが、基本は粘着トラップが使われています。やるときには、必ず平面図を使って、場所を書き込み、それで季節変化や年次の変化を見ていきます。大体、書庫だけとか、展示室だけというところが多いのですが、できれば最初は、例えばエントラ

ンスとか、前室とか、スタッフの部屋や、近くにもしあれば機械室とか、そういうところも全部やって、館内の危険エリアを把握することを博物館等にはお勧めしております。トラップの数は、あまりたくさん置くと、調べるのも、外の防除業者さんをお願いするにしてもお金がかかりすぎますので、どれくらい置くかというのは予算との兼ね合いなのですが、少なくとも、やはり入り口付近には置いていただきたいということと、あと貴重な資料の部分には置いていただきたいということがあります。

ただ、注意しなければいけないのは、トラップはあまり長く置きすぎますと、万一虫がかかったときに、中にかかった虫を食べに来る文化財害虫があります。トラップを例えば1年ぐらいずっと置きっぱなしにしておきますと、中にかかっていた虫を食べに、カツオブシムシがわくことがあるのです。ですから、やはり1か月以上は置きっぱなしにしないようにすることが、非常に重要になると思います。

では、虫がいる場合、それから初期の殺虫等について、どのように対処すればいいかというお話ですが、先ほど言いましたように、初期殺虫は絶対に不可欠です。もう一つは、対処といっても、例えば虫がたくさん入ってくるような状況ですと、すき間シーリングをやっていただくことも多いです。とはいっても、資料の置き場に困ることがあるのです。幾ら収蔵庫に直接入れてはいけないといっても、置き場がないので収蔵庫に入れてしまうことがあるのですが、少なくとも、明らかに虫がついていそうな物は隔離場所に置いておいていただきたいということです。害虫やカビが明らかについている場合は、とにかくほかの物に移さない。隔離場所を確保するということですが、隔離場所といってもスペース的にない場合は、例えば大きなビニール袋を二重にして入れていただくとか、少なくとも他の資料に移さないということです。それと、適切に殺虫等の処置を行っていただくことが重要です。

処置ですが、やはり被害の大きさによって処置法は変わらざるをえないと思います。非常に大規模な被害の場合、例えば大量の古文書を寄託されたといったときに、カビだらけ、虫だらけという場合は、これはもう、まとめてどこかで薫蒸して、きれいにして持ってくるしかありません。ですから、そういった場合は、やはり薫蒸がいちばん適切だとは思いますが。ただ、そのときには、やはり資料の材質を確かめてやっていただきたいと思います。というのは、物によっては、薬剤との相性が悪いものもありますので、薬剤をきちんと選ぶ必要があると思います。小規模な殺虫処置であれば、例えば寄託された物が段ボール箱幾つかぐらいの場合などは、薫蒸庫でやるとか、あるいは被覆テントでやるとか、もありますが、そのほかにもいろいろな方法が出てきています。

今日ご紹介するのは、今、資料もお返ししていますが、酸素濃度を下げて殺虫する方法です。これはケミカルフリーで、欧米では比較的、特にアメリカとイタリアではだいぶ普及してきている方法です。具体的には、例えばお菓子のパッケージの中に脱酸素剤というものが入っています。いっしょにピンクの錠剤が入ってまして、酸素濃度が下がっているとピンクで、開けると紫色に変わりますが、文化財分野でも同じような文化財専用の脱酸素剤が市販されています。ボリュームが少なければ、例えば掛け軸などは、脱酸素の処理をすることができますし、A4版でしたら、書籍も個別包装で脱酸素処理することが可能です。

もう一つは窒素発生装置で、窒素ガスを湿度調整をしたものを出してくれる装置も今市販されています。これはうちの薫蒸装置を改変しまして、窒素処理殺虫装置にしたものです。例えば25℃で3週間、酸素濃度が0.1%未満というように設定を入れて、スイッチを押しますと、全自動で窒素処理をやってくれる装置です。これはシミとカツオブシムシがついていた文書類を1週間30℃で窒素処理したのですが、きちんと殺虫できた例です。また、シンガポールの現場の例ですが、アルミ蒸着の袋で、窒素で殺虫しているような例です。世界的にもかなり普及してきています。

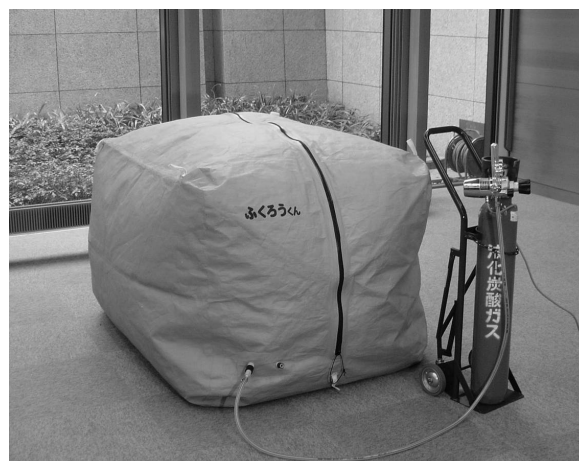


窒素発生装置による中規模の殺虫処理  
(写真：木川りか)



薫蒸装置の窒素処理殺虫装置  
への改変(東京文化財研究所)  
(写真：木川りか)

もう一つは、二酸化炭素処理という方法があります。詳しくは、このガイドブックのほうを見ていただければと思います。時間もあまりないことですし、簡単に行きます。これは被覆薫蒸の規模の処理に非常にやりやすいのですが、ジッパー式のテントが市販されていて、何度でも使える形になっています。これは民俗資料の被覆薫蒸といいますか、二酸化炭素処理を実験的にやっていたときの写真です。その後、こちらでは殺虫に関しては二酸化炭素処理を、システムとしてずっとや



二酸化炭素処理  
—くり返し使用できるジッパー式テント  
(写真：木川りか)

っていらっしやいます。カナダの収蔵庫で二酸化炭素処理、やはりこういったジッパー式のテントで殺虫している例もあります。カナダでは、この二酸化炭素という方法が非常に普及しています。

これは平等院の修理のときに、阿弥陀如来像の蓮弁と光背の部分を二酸化炭素で処理した例です。ただ、こういった窒素や二酸化炭素という方法は、危ない薫蒸剤を使わないので非常にいいのですが、問題があるとすれば、やはり時間がかかることです。ガイドブックを見ていただければおわかりいただけるのですが、例えば薫蒸だと、処理自体は2日間、それからガス抜きを含めて全体で1週間の場合が多かったのですが、二酸化炭素処理だと少なくとも2週間見ていただかなければいけません。低酸素濃度処理だと、弱いものだと1~2週間でいけるのですが、本の中に潜り込んでいるシバンムシなどとすと、やはり3週間見ていただいたほうがいいと思います。特に温度が低いと非常に効きが悪くなります。例えば20℃未満では、絶対に処理はやっていただけません。休眠状態に入って生き残ってしまいます。ですから、必ず20℃以上で処理をしていただきたいと思います。耐性の強い虫で実験しますと、20℃だったら10週間ですから約2か月です。20℃の収蔵庫の中に脱酸素剤を入れて殺虫するのであれば、2か月間封入しておいていただければ、卵まで殺虫できることが分かっています。

さらに、ここでちょっとご紹介したいのが低温処理という方法です。日本ではあまりなじみがないのですが、実は欧米とかアジアの、例えばタイの国立図書館などでは、非常に普及



している方法がこの低温処理なのです。どういうことかといいますと、東南アジアなどの熱帯の虫は低温に非常に弱くて、この方法がよく効くらしいのです。アジアの書籍ということで、一応今日はこの方法もちょっとご紹介しました。ただ、適用されない材質というものがありまして、やはり工芸品とか、材質が組まれたものは、膨張率が違うのであまりよくないといわれています。一般的に、適用されるのが紙、書籍類、それから、動植物標本や毛皮・皮革といった自然史標本です。

これはカナダの国立図書館ですが、一時保管庫の例です。主な殺虫法は全部フリージングです。それから、イギリスの大英図書館でも、地下にウォークイン・フリーザーがありまして、書籍の殺虫をするシステムになっているということです。博物館の例ですと、これはオーストラリアの博物館ですが、アボリジニーの民俗資料などを低温処理で殺虫している例があります。

これはうちの冷凍庫です。きちんと温度が管理できるものであれば、小さいものでも大丈夫です。これはマイナス 30℃になっているのですが、竹製品の殺虫をした例です。ある現場の例ですと、古文書を薄よう紙にくるみまして、水分バリア性のある袋の中に空気を抜いて密閉しまして、アイスクリーム用の冷凍庫で殺虫している例もあると聞いています。薄よう紙で包み、水分を通さないバッグに密封する。詳しくはガイドブックをごらんいただければと思います。ただ、急速に冷やしたほうが虫は死にやすいので、あまり重ねすぎずに、中に仕切り板等を入れて、冷気の対流を妨げないようにして、詰め込みすぎないことが大事です。

臭化メチル以外の薫蒸剤ですが、詳しくは今日お配りしたガイドブックの資料編に、それぞれの特徴を解説してあります。今日は時間がなくなりましたので、ここについてはあまり詳しく述べません。今、財団法人文化財虫害研究所で認定されているのは、フッ化スルフルル、酸化エチレン、酸化プロピレン、ヨウ化メチルの4種類です。ただ、ちょっとふれておかなければいけないことがありまして、それは、多くの薫蒸剤は特定化学物質というものだという事です。それは何かといいますと、日本では5万5000種ぐらいの化学物質がいろいろな分野で使われているといわれていますが、その中で、特にがんや神経障害という、非常に重篤な健康障害を発生させる恐れがある化学物質がありまして、法令でとりあつかいの規則が定められているものです。

第1類というのが、非常に強い発がん性があるって使用禁止になっているもので、PCBなどのグループ。第2類が多く発がん性がある、例えば、今、問題になっている石綿など。実は薫蒸に使われている薬剤の多くが、この特定化学物質の第2類です。臭化メチルは第2類、

酸化エチレンも発がん性がありまして、管理濃度が 1ppm と非常に厳しい値になっています。ヨウ化メチルも特化物第 2 類で、管理濃度が 5ppm。酸化プロピレンは特化物指定は受けていませんが、基本的には安全性は酸化エチレンと同様に考えていただきたいと思います。このようなものについては、法令で、ガスを密閉する装置を用いることや、作業環境濃度を一定基準以下に抑制するようなことが規定されています。薫蒸庫の中は密閉されていて、よくエアレーションすればガス抜きができるのですが、収蔵庫とか書庫の中で使った場合は、残留に非常に気をつける必要があります。この薫蒸ガスがどれくらい残留するかということをお調べの方がいらっしゃいます。ある博物館で、臭化メチルと酸化エチレンの混合薬剤で薫蒸したのち、排気して、引き渡されましたが、そのあと 1 日放置して、臭化メチルを検知管で測ったということです。そうすると、多いところで 50ppm 以上というところがあり、管理濃度が 15ppm ですから、これを上回っているということです。薫蒸ガスは物に吸着されますので、それがじわっと出てきたときには、場合によっては濃度が上がってしまうわけです。ですから、こういったものを不必要に大規模薫蒸に使うことは、これからは人体への影響という点からも、慎重に考えざるをえないと思っております。法律では、労安法や特化物の障害予防規則で管理されています。薫蒸剤を使うのはいいのですが、使用する場合の注意としては、やはり何らかの材質への影響は、全く皆無とはいえない。ですから、薬害の可能性をあらかじめきちんと調べて使っていただくということ。それから、人間の健康障害の可能性にも、注意して使う必要があるということです。

「カビが生えていなければ殺菌薫蒸の必要はない」といっていますが、よく虫・カビをいっぺんに駆除できたほうがいいからと、カビが全然生えていないのに、殺菌濃度でやられることがあるのです。ところが、殺菌濃度になりますと殺虫の何倍もの濃度のガスを使うわけです。そうすると、ガス抜きも大変になります。もう一つは、薫蒸のあとにエアレーションでガス抜きするわけですから、空気中のカビの胞子はまた入ってきてしまうのです。ですから、予防の意味で殺菌というのは、あまり当たらないとお考えいただきたいと思います。

あとは、蒸散性防虫剤については、必要な場合にはこのようなものがあります、ということで、特に推奨はしておりません。ただ、一つだけ注意する点としては、単独で使うことが必要です。なぜかといいますと、混ぜるとお互いに溶け合って、くっついてしまう場合があるのです。いちばんひどいのは、パラジクロロベンゼンとしょうのうを一緒に入れてしまいますと、お互いに混融しまして、掛け軸などにべったりついてしまうことがけっこうありますので、単独で使うことが重要です。

今日はあまり時間がありませんので、カビについてはお話しできないのですが、ちょっとこのグラフだけ。今、虫の話はかなりしましたが、カビに加害される要因としては、やはり水分がいちばん重要です。それは当たり前です。よく60%よりも低い湿度だったら、カビが生えないといわれるのですが、それをもうちょっと詳しく見てみます。これは、カナダのCCIのミカルスキーという方が作ったグラフです。例えばケーキとか干草といった、栄養分が多い材質を室温に置いておきますと、100%の環境だと2日ぐらいでカビが生える、80%の環境だと2週間ぐらいで、65%だと3年ぐらいかかるというデータがあります。ですから、65%の環境だからカビが生えないかといいますと、3年ぐらいたてば、汚くてほこりがたまつたような環境だと、書庫にカビが生えてしまうことがあります。

ただ、60%未満ですと、ほとんど無限大に時間がかかるので、カビが生えなくなるということ。カビの予防の話はあまりできませんでしたが、ただ、カビを扱う点で、一つの問題は、人体にもカビの影響があるということです。全部のカビが影響があるというわけではないのですが、中には強い病原性を持つものがあって、肺真菌症を起こすものもありますので、できるだけ吸い込まないという方向で注意が必要です。例えば、これはカナダの機関ですが、文書館にドラフトがあって、カビを扱う方はこの中で扱っておられるということです。

まとめとしましては、ちょっと駆け足になりましたが、害虫、カビの予防は衛生管理、侵入の防止がいちばん大切で、カビの予防という点では、さらに湿度管理が基本になります。こういったシステムをうまく動かすためには、とにかく収蔵する前に必ず殺虫するというようなルールを徹底していくことが、今後非常に重要になると思います。ちょっと時間を超過しました。すみませんが、これでお話を終わりにしたいと思います。(拍手)

---

(Ref,1) 木川りか・長屋菜津子・園田直子・日高真吾・Tom Strang「博物館・美術館・図書館等におけるIPM - その理念および導入手順について」文化財保存修復学会誌 47(2003) p.76-102