

書籍・資料のカビとその対策

木川りか

(東京文化財研究所保存科学部主任研究員)

こんにちは。東京文化財研究所の木川と申します。どうぞよろしくお願いたします。昨年
の東文研シンポジウムにもお呼びいただき、今回も呼んでいただきありがとうございます。
昨年は主に虫害対策に焦点を当てたお話をさせていただいたのですが、今年はカビに特化し
たお話をさせていただきたいと思います。

資料のカビ対策を取り巻く状況

今、資料のカビ対策を取り巻く状況といたしまして、いくつか現状として取り上げなければ
いけないことがあります。それは、今までは資料にカビが生えると燻蒸処理を対策の主要
な部分に置いていたわけです。ところが今、いろいろな社会状況から、その方法自体が、過
渡期にあります。

それから、高松塚古墳の問題が取り上げられており、今日はその話はいたしませんけれど
も、そういう状況を受けて、文部科学省が、「カビ対策専門家会合」を昨年立ち上げており
ます。当研究所からは、室長の佐野が参加しております。広く、文化財や博物館の収蔵物の
資料保存の観点から、カビの発生のメカニズムやその制御方法について、スピード感を持っ
て検討を行うという目的で設置されました。もともとは、高松塚の状況がきっかけで始まっ
たのですが、最終的には、図書館や博物館なども全部視野に入れた会合になったということ
です。

昨年の9月に審議経過報告が出ており、その中であげられておりますのが、カビ対策の
知識を持った学芸員・司書の育成、対策の実践マニュアル、研修会・相談窓口の開設、実態
調査、制御技術の開発などです。この中で非常に良い面としては、「カビ対策」という部分

で、ひょっとしたら予算がつくかもしれないということで、そこは是非お願いしたいと思っています。これを機会に、そういうところを強化していける方向になればいいという希望を持っております。

もう一つは、自治体によっては、特に博物館・美術館では指定管理者制度がかなり進んでおります。そうなってきますと、小島先生のお話の中にもありましたが、せっかくシステムを作ってきたのに、がらっと担当の人が代わってしまう。年限を切られて、人事でどんどん変えられてしまうというのは実は非常に大きな問題で、どうやってそのノウハウを伝達していくかという部分もあると思うのです。ですからこの機会に、マニュアルだけではだめなのですけれども、体勢をがっちり組んでいかなければならないという方向性が今、言われているのは良いことではないかと思っています。これを前置きといたします。

カビ対策関係の資料

図書館関係につきましては、IFLA (International Federation of Library Association and Institutions : 世界図書館連盟) という機関があります。そこから「IFLA 図書資料の保護と取り扱いの原則」というものが出ております。その中で、やはり有害生物管理についてもきちんと触れられておまして、基本は予防保存に重きを置いた IPM を手段とし、「カビの対策」についてもふれられております。

カビを予防する方法、クリーニングの方法が書かれており、人体への悪影響を防ぐという観点からも書かれております。そういう意味では、図書館関係については国際的なスタンダードが出ているわけです。ただ、それは文章だけの記述なので、なかなかこれを見てすぐに実践するというのは、ノウハウの部分で難しい部分もあるかもしれませんが、少なくとも原則は出されています。

それからもう一つ、外国の文献ですけれども、カナダに、Canadian Conservation Institute (CCI) という、国立の文化財の保存研究所があります。そちらからは Bulletin というブックレットが出ておまして、もちろん買えます。北米向きには 2 冊出されておまして、1991 年と 2004 年にも新しく出ております。これに関してはどちらかという、カビが生えたときにどうやってカビを除去するか、クリーニングするかということに主眼を置かれた記述になっております。

そういったものも徐々に国際的に出てきておまして、日本においても、私どもの研究所では、「カビ被害防止チャート」というものを作っております。ホームページからダウンロード

ードできるものは印刷できるように A3判にしてあるのですが、本物はもう少し大きなポスターになっております。簡単な手続きについてはそれにまとめられておりますが、これを機会に、もう少し詳しい方向性でまとめていければと考えております。



カビとは？

では、本題のカビということに移りませうけれども、今日のお話では、まずカビとはどういうものか。それから、カビを予防するにはどうすればいいか。最後に、カビが生えたときにどうすればいいのかについて、順を追って見ていきたいと思います。微生物の専門の先生から見ると、非常に大ざっぱだとお叱りを受けるかもしれませんが、カビの予防という点から、今日はお話をさせていただければと思っております。

まず、カビとはどういうものか。一般的には、繊維状のものがフワフワ出ているとカビが生えたと認識されるのですが、カビとは真菌類の一種で、周りの環境から栄養を吸収します。自分で光合成できるとかそういうことではなくて、周りの物質から栄養を吸収しているのです。ということは裏を返せば、例えば本にカビがたくさん出ているものや、日本画にコロニーが大きく盛り上がっているのを見たことがあるのですが、それはそれだけ物の構成成分が分解されて食べられているということなのです。ですから言い方は乱暴ですが、カビが生えるということは、それだけ物が破壊され、分解されてカビに変わってしまっているということなのです。

単細胞のときも菌糸状になる場合もありますが、一般にカビと呼ばれているのは、菌糸の部分で、単細胞の場合については酵母と呼ばれています。例えばシイタケのように、いわゆる子実体というものをつくるものはキノコといいます。キノコになる前は菌糸ですので、それも非常に大まかな呼び方をすると、カビと呼ばれております。

そのカビがどこから来るか。カビの胞子は、諸説ありますが、小さいものは 1 ミクロン程度、大きいものは 200 ミクロン程度といわれております。1 ミクロンは 1000 の 1 ミリで

文化財のカビ被害防止チャート
(東京文化財研究所 2004)

すから、1 ミクロンだと肉眼では見えないのですが、大きいものになってある程度散りますと、肉眼でも見えるほどの胞子もあります。それが空気に乗って運ばれて、あらゆる場所に付着するわけです。栄養分や環境がカビにとって望ましくないとそのままですけれども、適度の水分と栄養分があれば、そこで胞子が発芽して、コロニーという菌糸の固まりを作ります。そして、再びそこで大量の胞子を作って、それが拡散していくというライフサイクルになります。

1 ミクロンぐらいから 200 ミクロンぐらいというと、例えば人間の髪の毛やセメントダストほどのサイズにあたり、大体、防塵マスクくらいでつかまる範囲の大きさです。1 ミクロンがつかまるものとしては、物理的には HEPA フィルターというものがあります。0.3 ミクロンの微粒子を 99.97% とらえることができますので、HEPA フィルターがついていれば、目に見えないカビの胞子でもとらえることができます。

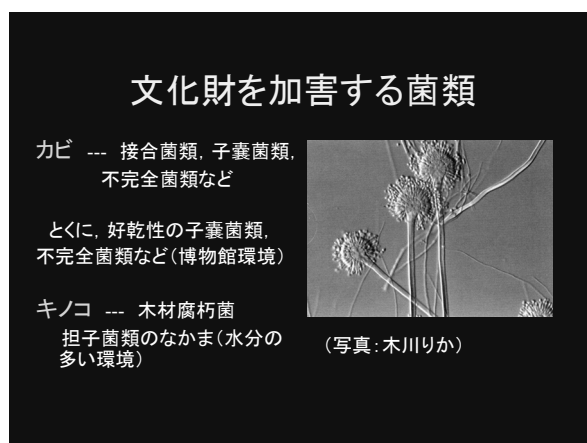
文化財を加害するカビ

文化財を加害する菌類は、よくありますのが接合菌・子囊菌・不完全菌です。小島先生のお話の中に、ワレミアという好乾性のカビが出てきましたけれども、特に博物館環境においては水漏れが起こらない限り、水がビショビショの状況はまずないわけです。博物館で生えてしまっているカビというのは、大体好乾性のものが多いです。

この好乾性のカビを同定するには、好乾性のカビが好む培地を使わないと、生えてこないのです。ですから、調査のときには好湿性のカビ用と好乾性のカビ用両方の培地を使うのですが、博物館や図書館で調べますと、好乾性の培地に生えてくることが多くあります。これは、特に珍しいことではありません。キノコと

いわれているのは、木材腐朽菌の仲間ですが、これは担子菌類で、非常に水分の多い環境で生育するものです。

これは、人形に生えたカビです。一夏、ガラスケースの中に置いていたら、カビが生えてしまった。そこをサンプリングして生やしますと、好乾性のカビが出てきました。こういった被害が、博物館等では非常に多いです。それから、カビが生えた書庫や収蔵庫で、大体一



緒に見つかりますのが、チャタテムシという小さな虫で、大体 1 ミリぐらいの大きさです。本などをめくると、白っぽい虫がちょろちょろと出てきて、ダニかと思ってつぶすことがありますが、ルーペで拡大してみるとチャタテムシだと分かることがあります。湿度が高い環境でカビが生えておりますと、それを餌にしていますので、大体一体となって被害が起きます。博物館環境ではないのですが、木材腐朽菌の例としては、ある池の上に木製の橋を復元したら、褐色腐朽菌にやられて 5 年で腐ってしまったという例もあります。

カビに加害される要因 —水分—

では、カビに加害される要因ですが、水気や湿気が多いとカビが生えるというのは一般的によく知られております。水気ということを考えますと、まず一つは、環境の相対湿度という観点で考えられます。特に書庫の保存環境等を考えるときに、よく温湿度計を置いています。それで温度が何度、湿度が何度ということをロール式の温湿度計で測られているところが多いです。一般的にいわれるのは 70%の相対湿度を超えていると大体、カビが生えることが懸念されます。中には 65%で生育するカビもありますが、裏を返せば、相対湿度を 60%より低く保てばカビは生育しないということになります。

それについて、CCI のミカルスキーという人がまとめたグラフがあります。ある相対湿度を保った環境に、干し草、ケーキ、骨粉など栄養分の高いものを室温で置いて、何日ぐらいでカビが生えるかを室温で見るという、非常にラフな実験を行いました。相対湿度 100%、つまり結露するような環境に置いていますと、大体 2 日でカビが目に見えて生えてしまうのです。ちなみに、高松塚古墳などはこの環境ですので、栄養分があれば 2 日でカビが生えるといえるでしょう。

相対湿度 90%の環境だと、大体 1 週間でカビが生える。80%の環境では大体、2 週間ぐらいで生える。ところが、80%の書庫というのは実は珍しくないのです。例えば、地下書庫などで、梅雨・秋雨の時期は、計ってみると 80%を超えているところがけっこうあるのです。栄養分があれば、80%だと 2 週間で生えるということを一応頭に入れておいていただきたいと思います。

相対湿度 70%ですと 100 日ぐらい、大体 3 か月～4 か月です。一夏でカビが生えてしまったということを知りますが、書庫の湿度が 70%ぐらいであれば、実は一夏で十分生えるのです。65%の環境では 1000 日ですけれども、1000 日というと、大体 3 年ぐらいです。収蔵庫の調査に行きますと、カビがところどころ生えている所がある。大体、ほこりがたま

っているような箱の上など、ほこりが積もっている部分にカビが生えている。それで、温湿度計でちゃんと計っていて、部屋のまん中では 60%なのにどうしてカビが生えているのだろうという話になります。しかし、隅のほうや床面で計りますと、65%以上になっていることもあるのです。ほこりが積もっているということは、栄養源が乗っているということなのです。そこで3年ぐらい経つとカビが生えるということになります。

ということで、実は湿度との関係は、時間軸を加えて考えていただけると非常に分かりやすいのではないかと思うわけです。書庫の湿度をどれくらいにしなければならないか、理想的には 60%以下ですが、例えば一時的に 70%あったとしても、1週間ぐらいであれば OK なわけで、それが長く続けば危険です。65%でも同じようにどのくらいの長さなら OK か、という観点で見れば、リスクマネジメントが考えていけると思うのです。

次に、水分です。分かりやすい水分としては、結露があります。空気中の湿度と平衡状態になっている水分を、物から吸い上げるのと違って、結露という形で水の状態になっていると、カビにとっては非常に利用しやすいのです。ということで、結露が起こってしまうといっぺんにカビてしまいます。結露はすぐに起こるのですが、逆に乾燥させるのはけっこう時間がかかることが多くて、一回結露してしまうと危ないのです。

結露しやすい場所ですけれども、温度差がある場所で結露してしまうというのが一般的によくみられます。今日は水分量を計るグラフなどは持ってきていませんが、例えば先ほど小島先生の話にありましたように、低温収蔵庫の隣の部屋では、隣が寒いので壁が冷やされているわけです。そこに暖かい空気が触れますと、ガラスのコップに水がつくのと同じ原理で、結露してしまうのです。ですから冷房の風の当たるところなど冷えている場所、床などに生える例は、実は珍しくないのです。それはやはり温度差によるものです。それから、床や外壁の裏側の壁。これは特に冬、外壁ですと外が寒いので暖かい室内の空気が、外壁面で冷やされるので結露が起きてしまうのです。

例えば、ある施設の外壁の裏側が収蔵庫だったのですが、ここに真冬に大きな段ボール箱を置いてしまった。それで、部屋へ入るとどうもカビ臭いと思っていたらしいのですが、箱をどけてみたら色とりどりのカビが生えたということです。なぜ発見が遅れたかということ、温湿度計を部屋の中央部に置いて、測定はしていたのですが、温湿度計の湿度はずっと 60%で安定していたのです。しかし、壁際で結露がおきたことは、部屋のまん中に反映されなかった。ですから壁際だけ、全然違う環境になっていたということなのです。外壁の裏側の壁というのは非常に危ない場所で、ものを壁につけておくのは、おすすめできません。

例えば、カナダの場合、冬はものすごく寒くなるのですが、カナダのある博物館の収蔵庫棟では、建物周りに 1メートル幅の周り廊下が巡らされていて、二重壁のようになっています。そうすると外壁面に直接収蔵庫の壁が来ていないので結露が防げるのです。最近建った図書館施設や文書館施設では、地下の収蔵庫については二重壁になっているところがかなり多くなっております。

それから、先ほど壁際は危ないと言いましたけれども、やはり外壁に限らず、温度差というのは隣の部屋も影響するのです。ですからカビを防ぐためには、壁際に棚を置かず、空間を空けるというのが非常に重要なのです。これを言いますと、大体図書館のかたは「えー?!」とおっしゃいます。なぜかといいますと、集密書架というのは大体ぴったり壁につけて作られているので、そんなことできませんという話になります。しかし、一般的にカビ対策を考える上では、壁際は空ける方がよいということになります。結露もそうですが、漏水等の対策でも、水というのは壁際を伝って移動しますので、とにかく壁に接して資料を置かないことが非常に重要になります。

カビに加害される要因 —栄養分—

次は、栄養分です。図書資料の栄養分というのは何かといいますと、閲覧がありますから、一つは手あかなどの汚れです。美術館等で、ブロンズやガラスには普通カビは生えないと思われていますが、手で触ると皮脂がつきますので、その部分を中心にカビが出たりさびが出たりすることもあります。

図書資料でも同様に手あかなどの汚れはカビのえさになります。閲覧室の飲食は禁止されているところがほとんどで、貴重書については、白手袋をしないと駄目というところもありますが、それは非常にリーズナブルな対応だと思います。

それから、ほこりです。ほこりというのは綿ぼこりもありますが、それ以外にいろいろな有機物が含まれておまして、ふけ、髪の毛、カビの孢子、ダニの死骸など、いろいろなものが入っております。これは立派な栄養分になりまして、大体ほこりがつもっているところにカビが生えたり褐色斑点が出たりして、1枚めくってみるときれいだということがよくあります。やはり、ほこりはかなり問題なのです。ある施設から資料を入れていた封筒を頂きまして、それを好乾性のカビが生える培地に貼り付けてみたのです。裏面と表と同じ大きさに切りまして、裏を貼っても全然カビが生えてこないのですが、表にはほこりがうっすらたまっていた。それを貼りますと、カビが生えてくるのです。やはり、ほこりの中にカビ

の胞子が積もっているということだと思います。

あとは材料ということがあります。先ほど小島先生の写真で興味深く拝見したのは、本が並べてあって、一部だけすごくカビが生えていましたが、全然平気な本もあるということです。材料によって非常にカビが利用しやすい材料が使われている場合もあります。

それから少し違うのですが、ある木彫像をアクリル樹脂で強化処置をして収蔵庫に戻したら、修復したものだけにカビが生えた例があります。何体もあって、ほかのものには生えていないのに、戻したものにカビが生えてしまった。新しく材料を使うことによって、養分を与えてしまった可能性があります。

また、あるお寺に復元模写された障壁画がありまして、オリジナルのものを収蔵庫に移しまして、復元模写したきれいな障壁画を入れたわけです。そうしたら、そこは大変相対湿度が高く、もともとカビが生えやすい環境ではあったのですけれども、一夏で模写にすごくカビが生えて、大変なことになりました。新しいにかわやのりを使っていると、栄養分が豊かになるせいか、このようなことがおきる例はよくあることなのです。

今のお話をどう考えればいいのかというと、やはり栄養分というのは非常にカビの生えやすさに影響するのです。CCI のミカルスキーが作った、材料と湿度の関係を表したグラフがあります。すごく古い羊皮紙、でんぷんをつけたコットン、やぎの生皮など、3種類の資料を使って、いろいろな条件に置いてみたという実験ですが、例えば羊皮紙では、20度では相対湿度85%ぐらいでカビが発生しているのですが、一方、生えやすそうなやぎ皮は、同じ20度では75%ですでにカビが生えているのです。収蔵庫や書庫で、カビが生えやすく、拭いても拭いてもカビの発生を繰り返すということがありますが、栄養分や材質の関係で、どうしてもカビが生えやすいというものは、やはりあります。

例えば、あるお寺の像を何年か前に修復に出したらしいのですが、頭にカビが生えるようになってしまった。頭部のところに何か特別な処置をしたのではないかという話をされていたのですが、処置や材料によっても、カビの生えやすさが変わるようです。

カビの対策としてある美術館でなさっているのが、白手袋をはめて定期的に展示室のブロンズ像をキュレーターの方がぬぐって、お掃除をして、カビの対策としています。

また、アメリカのある博物館では、手で触れると皮脂がついて、虫やカビにやられやすくなるので、資料に直接手を触れないように、資料ごとに合った箱を作っているということです。資料を移動させるときは箱の部分を持って、資料を直接持たない。ここが、外国と日本の発想の違いだと思います。日本はどちらかというと、白手袋をして扱うのですが、基本的

にはどちらも直接手あかをつけないということになると思います。

カビによるダメージ

カビによるダメージですが、ご存じのように、色素によるシミがつくことがよくあります。先ほど言いましたように、カビというのは材質の栄養分といいますか、構成成分を食べて出てきているわけですから、まず菌糸を食い込ませて、その中から栄養を引っ張っていくわけです。そうしますと、当然材料を分解して劣化させ、もろくします。例えば、日本画などでカビが生えたところの絵の具層が剥落してしまうことがあるのですが、膠着剤であるにかわの部分食われているので、当然絵の具層ももろくなるわけです。

もう一つは、二次代謝物として有機酸などを出して、材質にも影響を及ぼします。フォクシングといいまして、褐色斑点のようなものが資料に出ることがあるのですが、これは二つ起原があるといわれております。例えば、紙の種類によっては、鉄起源のフォクシングが起こる場合があるといわれています。また、カビから出た代謝物が原因で褐色になるものもあると思います。

ですから、カビを除去することを考えた場合、払えば取れる場所、払っても色素が残ってしまう場所など、いろいろな状況がまじっており、カビの除去というのは、実は、簡単にはいかないというのが本当のところだと思います。

カビ発生の観察ポイント

カビ発生の観察のポイントですが、カビが立ち上がっていたり、色がついていたりすれば分かりやすいのですが、胞子や菌糸の色が出ているか出していないか、下に色素が移っているかどうか、湿っているか粉っぽいかというようなことを、まず観察していただきます。それから、汚染の中心部分だけでなく、周辺状況です。ほこりがたまっているのではないか、植栽が近くにあるのではないか、土ぼこりで汚れていないか、水漏れがないか、湿度が高いのではないか、冷房の風が直接当たっていないかといったこともよく観察して、写真を撮って記録を取っていくことが、対策の上で重要になります。

一般的には、元気で広がっていく活性のあるカビは大体、独特のカビ臭いにおいがあります。それから、湿潤な感じでぬるぬるしていて、触ると汚れてしまいます。払おうと思って筆で払うと、かえって塗りつけてしまうというような状況になりがちです。ところが乾燥させて、胞子は生きているのだけれども、菌糸体自体が不活性になったカビは、大体粉っぽく、

ブラシなどで払うと割合簡単に落ちる場合が多いと思います。

カビの予防

カビの予防ですが、今言いましたカビの性質を考えていただければ、カビの予防はどのようにすればいいかというのは自ずと出てくるわけですが、もう一度おさらいします。まず、水分でカビが非常に生えるので、相対湿度を 60%以下に保つことが非常に重要です。温湿度計を真ん中に置くと 60%ぐらいのところが多いのですが、それだけではなくて、局所的な湿度の差ができるという状況がけっこうあります。先ほど言いましたように、集密書架の場合は、部屋のどこにあるかでもものすごく環境が変わります。ですから、差ができないように空気を動かす。あるいは、床や外壁の裏側など結露する場所は特に注意する。

それから、ほこりがたまっただけでもカビが生えますので、こまめに掃除する。掃除の方法については、よくご質問を受けますが、からぶきするか、汚れがひどい場合は非常に固く絞ったぞうきんでふいて、それを使い捨てる。それから、HEPA フィルター付きの掃除機とって、紙パックのほかに、さらにカビを捕集してくれるフィルターがついているものがあります。そういうものが何段階かついているような掃除機を使えば、収蔵庫で掃除機をかけても、カビやほこりをまき散らしません。こういうものをもし買っていただければ、非常に便利です。

それから、カビが生えたらまず隔離することです。また、新規受け入れ資料にカビがついていることがありますので、いきなり入れてしまわないで、よく注意してクリーニングした上で入れることが重要です。

次に、温度と湿度です。特に湿度の管理ですが、小島先生のお話にも出ていましたデータロガーという測定装置があり、2~5 万円程度で買えるものもあります。ある図書館では、最も高湿度になる床の上と、部屋の隅に置いてやっぺいらっしやるそうです。もちろん、真ん中に置いてそれで比較していただくといいと思うのですが、湿気の高くなりそうな場所にも置いて、いちばん悪い環境がどれぐらいかというのをぜひチェックしていただきたいと思います。

先ほどいいました、アメリカの博物館ですが、結露防止のために収蔵庫を二重窓にしてあって、非常に寒い冬でも結露しないのです。こちらは歴史的建造物なので、外観が変えられず、窓はつぶせません。そこで交渉して、外観を変えないように二重窓にして、機密性を高めた例です。

同じ博物館なのですが、食品工場とか医薬品工場のように、掃除しやすいように U 字に部屋の隅々のかべをたち上げて、樹脂で完全にシールしてあるのです。通常は、床の立ち上がりのところは大体すき間が空いているのですけれども、そうではなくて完全に樹脂で埋めて丸く立ち上げてある。そうすると、HEPA フィルター付きの掃除機をかければ非常にクリーンになる。そこまで徹底してやっている博物館もあります。

また、カナダのある博物館の例ですが、収蔵庫棟と研究室系棟の間に分厚いコンクリート壁の廊下がありまして、ダクト系統あるいは配管系統は、この廊下に全部集約されております。普通、日本の施設ではダクトは隠してしまっていることが多いのですが、上を見ますとそれが何の配管でどちらの方向に行っているか全部書いてあるのです。

なぜこういうことをしているかといいますと、施設というのは老朽化してくるので、漏水とかいろいろな故障が生じます。それを、担当者が変わったとしても、このようなつくりを見ればすぐに廊下で対応できる。予防保存の考え方にのっとって非常に合理的に作ってあるのです。老朽化や故障を見越して、漏水ひいてはカビなどの発生をおこさないよう、こういう構造にしてあるということです。

同じ施設なのですが、先ほど新規受け入れの資料に虫やカビがついていることが多いと言いましたが、ここでは受け入れ資料はトラック・ヤードからペストマネジメントエリアというところに直接入って開梱し、まずは隔離室というところに置かれます。ですから、いきなり受け入れた資料を書庫に入れてしまうというようなことは絶対にしないのです。まずここでよくインスペクションして、きれいにしたもののしか書庫に入れられないというシステムで、非常に徹底されています。

カナダの国立文書館にもすごく広い一時保管庫がありまして、冷凍庫があって、虫がいたら低温処理で殺虫しているそうです。そういったインスペクションは、一時保管庫でまずやるというシステムになっています。日本では広い一時保管庫を持っている所というのはなかなか難しいと思うのですが、考え方としてはそういうことを徹底されているということです。

カビが生えているときには —作業者の安全確保—

カビが生えているときにどうするかですが、以前は、まずはカビが生えた資料を隔離してくださいと言っておりました。ほかの資料に移さないようにまず隔離だと言っておりましたけれども、あえて今日は、作業者の安全確保という項目を第一番目に入れたいと思います。

まず作業者の安全確保をした上でカビが生えた資料を隔離してください。それから、当然カビが生えた原因に、水漏れや湿度が高くなったということがありますので、水の供給源を絶つということを迅速に行う。第一段階として、この三つのステップがあります。

なぜ第一番目に作業者の安全確保ということを行ったかといいますと、実は長らく資料を扱う立場で「カビが危ない」ということは、あまり言われてきていなかったのです。しかし、最近になってこれが言われ始めました。北米のコンサベーターの方で水害文書をずっと整理していた方が、非常に重篤な肺炎になってしまったのです。その理由を突き詰めると、カビによるアレルギー性の肺炎だったということです。高熱が出て危ない状態になり、入院しておられたそうです。それから戻ってきたのですが、今度は少しでもカビっぽいところにいると、同じような症状がまた出てしまって、結局その仕事が続けられなくなったという例があります。

ほかにも肺炎になったという場合に、肺のなかに病巣ができていた。つまり、カビが肺の中に入ってしまったという例もありまして、健康な方にすぐカビが悪さをするという事ではないのですが、最近では人体への影響がずいぶん重視されるようになってきたのです。例えば病原性のカビですと肺に真菌症を起こすというカビがあります。アスペルギルス・ヒュミガータスという種類のカビなどがそういった感染症を起こすことが知られており、体が弱っているときにはその他多くのカビが対象になります。特にお年寄りや小さなお子さん、免疫不全があるかたなどは大量にカビを吸い込むようなことは避けなければいけません。

もう一つは、いろいろなカビがマイコトキシンという毒性のある代謝物を出すことが知られております。マイコトキシンというのは、食品のほうがもちろん問題になります。しかし、接触による問題や、また、マイコトキシンに限らずカビの出す揮発性の代謝物を吸い込むことによって影響があるのではないかということも今、だんだん言われ始めております。ですから、そういったものをできるだけ吸い込まないに越したことはありません。

さらにアレルギー反応もあります。アレルギー体質の方の中には、カビのアレルギーのかたもけっこういらっしゃいます。カビを吸い込むことによって、ぜんそく、鼻水、目の充血、過敏性の肺炎が起こるということですので、やはり吸い込まないようにきちんと方策を取る必要があります。

病原性に関しては、殺菌燻蒸をすれば感染力はなくなるのですがけれども、アレルギー反応については燻蒸しても、物理的に吸い込めばアレルギーが出てしまいます。ですから、殺菌するしないにかかわらず、とにかく吸い込まないようにしなければいけません。それで、人

体への安全性の確保が必要です。とにかく大量に吸い込むようなことがないようにしなければいけないので、大規模被害や病原性が心配な場合は、自分で勇気をふるって突入するというのではなくて、きちんと専門家に相談していただきたいと思います。

また、カビ払いの作業をするときに、居室などでやってしまうと大変なことになります。資料にも移りますし、ほかの人のいる空間にまき散らすことになりますので、やはり安全キャビネット、集塵機、ドラフトなどがある場所でやると本当はいちばんいいのです。ない場合でも、お天気のいい日に外で風上から風下に向かって払うといった工夫をしていただく必要があります。そのときにも、カビの胞子を十分除去できるようなマスク、保護メガネ、作業用の服などをきちんと着けていただく。屋外でカビ払いをやるか、HEPA フィルター付きの吸引装置などを動かしながら、カビを吸い取りながらやる。

それから使用したものは、すぐに捨てられるものは廃棄して、捨てられないものはブリーチなどでよく殺菌をする。重要なことは、作業場所の近くに手洗い場所があるということです。いろいろ作業したあとに、ほかの部屋に行くときに必ず全部脱いでいただくのですが、手袋を取ったあとに、必ず手洗い、うがい、洗面ができるような場所があったほうがいいです。

さんざん脅かしてしまったのですが、カビが生えているときの対応には、いろいろなレベルがあると思います。目安としては、カナダの機関が出した、建物に関する目安を参考にした区分けがあります。特に、文化財でこれが決められているということではないのですが、そういう資料を参考にしています。例えば、10 平米以上は大規模な被害です。要するに目に見えてカビが発生している表面積が、10 平米よりも大きい場合にはやはり、防除の専門家に相談してやっていただいたほうがいいと一般的にいわれております。10 平米というどれぐらいでしょうか。棚の大きさによると思いますけれども、一棚か二棚にカビがびっしり生えていたら、自分で突入しないほうがいいと思います。

次に、比較的大きな被害ですが、目安としては 3~10 平米。一棚の中にカビの被害が収まる場合は、当然散らないように、まずはシートなどで隔離してもらうのですが、きちんと装備を調べれば、ある程度自分たちでも対応ができる程度ではないかと、CCI の Bulletin では提案しております。この、カビが生えた資料のシートによる隔離ですが、CCI の Bulletin の写真を見ると、ものすごい保護具をして作業しているのです。高松塚に入るときにもこれぐらいやって入るのですが、とにかく吸い込まないようにマスクをつけて、全体にすっぽり無塵着を着て作業をやっているのです。

ここまでやればまず安全ですが、特にメガネをかけている方はハーフフェイスのマスクや、使い捨てのマスクだとメガネが曇ることがあるので、そういうかたには特にフルフェイスが良いといわれています。

次に、中規模被害は約 0.3~3 平米。0.3 というと、棚が数段分ぐらいです。これだとある程度自分たちで扱える量ですので、例えば乾燥した紙製の箱などにシリカゲルなどと一緒にに入れて、とりあえず隔離する。湿気がこもらないように乾燥剤などを一緒に入れたほうがいいです。まずは乾燥させないと、もっとカビが進行していってしまうので、とにかくそういうものを入れて隔離する。それから乾かし方ですが、湿度の低い場所で風乾するという方法もあるのですが、風乾といってもそれに扇風機で風を当ててしまいますと、胞子が散って汚染されてしまいますので、扇風機を回すにしても例えば壁に当てる。資料には直接当てなくて、資料からカビが散らないように、薄い用紙とかティッシュペーパーなどをかけておいて、ゆっくり乾かすということがいわれております。

もう一つはいかにも外国らしい処置の方法で、日本ではあまりやっていないと思うのですが、すぐに処置できないときはビニール袋に密閉して冷凍庫に入れてしまうということが書かれております。これはどういうバックグラウンドがあるかといいますと、虫害が出たときに冷凍庫で低温殺虫するというのは、日本ではあまりやられていませんが、外国では非常にポピュラーなやり方なのです。ですから、それに準じてぴったりと密封して、水分の移動がなければ物が傷まないの、これを冷凍庫に入れておいて、小出しにしながら少しずつクリーニングをしていく方法も提案されております。

先ほど、ものすごく大げさな保護具の話をしてきましたが、カビが生えていそうなものを扱うときには少なくとも防塵マスクをしていただいて、必ず手袋をする。作業衣も、使い捨ての手術着みたいなものもありますし、タイベックスでも白衣でもいいですが。そういったものぐらいは着ていただいたほうがいいと思います。目がアレルギーで赤くなってしまうような方は、ゴーグルをしていただきたい。

それから実は、汚染区域に行く際に、皆さんがあまり気づかないのが靴です。カビの胞子がたくさん散っている場所に入って、そのまま今度はほかの収蔵庫に入ってしまって、居室に戻るといのがけっこう汚染をまき散らしていますので、汚染区域に入るときには、安い靴カバーで使い捨てのものがありますから、そういうものを付けていただいたほうがいいと思います。

それから、カビの除去を経験されたかたは、作業のあと顔や手は洗えるのだけれども、髪

の毛がすごく気持ち悪いとおっしゃいます。髪の毛は帰る前に洗えないので、すごく気になる。そういった場合には、キャップをしていただくと比較的いいのではないかと思います。

また、これはあくまでも参考として出しているのですが、これに縛られる必要はないのですが、CCI の Bulletin に保護具の使用例が出ています。どのレベルだとどうしなければいけないという基準が定められているわけではないのですが、参考例としては、非常に軽微な被害だったら使い捨てのマスクをして手袋とゴーグルぐらいはやったほうがいい。中程度だったら、できればハーフフェイスの防塵マスクぐらいのほうが安全で、当然、保護衣も着ます。

それから VOC 対応、つまりカビの臭いが気になる場合です。カビからは低級アルコール、ケトン、アセトンのような物質が出て臭いのです。それで気分が悪くなる方もいるので、活性炭が入ったマスクですとか、有機溶媒用の吸収缶をさらに足すなど、どうしても気になる方にはそういうやり方もあります。

大きな汚染になってしまうと、先ほど言ったような格好が望ましいのですが、これはご自分ではなかなかやれない範囲ではないかと思います。それから、病原性カビの疑いがあるときです。実際にそれに突き当たったことはないのですが、やっていた方が具合が悪くなったり、大規模被害の時に調べてみたら明らかに病原性のカビがいたというときには、やはりある程度装備のレベルも上げていく必要があります。

カビの生えた資料のクリーニング

次に、カビの処置です。まず資料のカビの処置については、ご経験があるかたはいいのですが、修復家などきちんと経験を持ったかたにまず相談されるのがいいと思います。特にデリケートな資料についてはそうです。今一般的にやられている方法としては、一つは乾かして物理的に除去する、クリーニングするという方法です。先ほど言いましたように、HEPA フィルターでカビの胞子がきちんと除去されるようなフィルター付き掃除機などを活用しながら除去していくというのが一つの方法。

もう一つは、燻蒸剤というものが当然あるのですが、これはカビを殺すことはできませんけれども、物理的にはカビがついたままですので、燻蒸したとしてもクリーニングをしないと意味がないわけです。ですから薬剤処理で、当面殺菌することができますけれども、そのあとはクリーニングに戻っていくことになります。

カナダのオンタリオ州立文書館へ行ったとき、カビが生えた本をドラフトの中で乾かして

いたのですが、カナダでは大体こういった施設にはドラフトや安全キャビネットが装備されているのです。ですからカビが生えたときは、まずここで乾かしてその後この中ではき落とすという格好で処置しています。これがあると非常にいいと思うのですが、残念ながら、日本ではこういったものを持っていらっしゃる施設はまだ非常に少ないです。

カナダの例ですが、クラス 1 の安全キャビネットの中で、HEPA フィルター付きの掃除機を活用しながらはき落とします。安全キャビネットの中からはカビの胞子が出てこないのに、なぜ掃除機と一緒に稼働しているかといいますと、そのままはき落としますと、いっぺんに安全キャビネットが汚染されてしまうためです。安全キャビネットの中でやれば、作業者は非常に安全に作業ができます。

ただ、注意しなければいけないのは、ドラフトは風量が調節できないものが多いのです。私の研究所のドラフトもそうですけれども、資料を入れてドラフトをつけると、風量が大きいのです。そういう場合は、とても作業ができません。ですから、そのへんの仕様はきっちり確認して、せっかく装備されるのであれば使いやすいものを入れたいと思います。

資料のクリーニングをされたかたは、多分すでにされていると思うのですが、集塵機にしても掃除機にしても、吸引する場合には誤って脆弱な資料のピースを吸い込んでしまわないようにします。メッシュやガーゼなどの布をかませアダプターをつけると、破片が吸い込まれてしまってもそこで止まるので、必ずこういうことをしております。それから、吸い込み口を資料に直接付けずに、ある程度離して、柔らかいブラシ等ではき落としながら、カビだけ吸い込むということが一般的にはされております。

それから、いろいろなアタッチメントがあります。例えばコンピュータ部品用なども売られていますけれども、あまり強く吸い込まれてしまうと作業がやりにくいので、弱モードにできるような、HEPA フィルターのついた吸引装置がいちばんやりやすいのではないかと思います。特に脆弱資料の場合は、資料をそのまま吸い込んでしまわないように、スクリーンの上からはき落とすという作業をしています。スクリーンは網戸を活用しているのですが、特にコンサベーション用のものがあるということではありません。

また、安全キャビネットの中で作業をすると外にはカビの胞子が出てこないのですが、当然マスクを外して作業はできるのですが、中に入れる部分についてはきちんと手袋をしていただく必要があります。

ブラシについてはやはりその材質にあったものを使われるといいと思うのですが、もった

いないようではすけれども、カビ除去に使用する道具は作業専用にして、絶対ほかの用途に使わないでいただきたいのです。作業が終わったらよく洗浄して、殺菌することが重要です。ずっと作業に使い続けますと、カビで汚染されてきますので、やはり週に 2~3 回はきちんと洗う。できたら毎日殺菌をして、ローテーションをしながら使うという方法が良いと思います。

図書館で具体的に作業で使用された例としては、場所によっていろいろなブラシを工夫されて、マスクをしてエタノールを使った例があります。現代書で比較的堅牢なものについては乾かしたあと、カビの胞子をトラップできるようなフィルターがついた掃除機で吸引して、それができないものについてはブラシで一点一点ていねいにはき落としておられたと聞いております。

安全キャビネットや集塵機は、大体ない施設が多いです。ない場合には、屋内でやりますとカビが散ってしまいますので、お天気の良い日を選んで、できれば屋外でやる。そのときには必ずマスク・手袋・作業着だけはきちんと装備していただきたいと思います。ところが、カビが生えるのが大体秋雨や梅雨の時期で、お天気が悪かったり蒸し暑いときなので、マスクや作業着がけっこうつらいのです。ただ、できるだけこういう装備はしていただかないと人体に影響がありますので、注意していただきたいと思います。

ほかの資料やスペース、それからスタッフの安全確保のためにということで、非常に細かい話ですが、自分は守ったけれどもそのあとをいい加減にされてしまうとすごく困ったことになります。使った手袋、マスク、保護衣などは使った面が内側になるようにそっと脱いで、散らさないようにすぐにゴミ袋に入れて口を固く縛って、その日のうちに外のゴミ捨て場に出す。手袋等を脱いだ後はすぐに石けんで手を洗ってうがいをする。用具も洗浄、殺菌、フィルター交換を適宜行います。作業が続くときには環境汚染もかなり起きますので、1 週間に 2~3 回ぐらいは作業所の除菌清掃をします。非常に大変ですけれども、それぐらい気をつけてやらなければなりません。

カビを再発させないためには

それを一生懸命やりまして、そのあとカビを絶対に再発させないようにしなければいけません。汚染・再発を防止するためには、まずは湿度を 60%以下に保つ。それから、空気循環を良くして、床に近いところや、特に壁際の湿気が高くないようにしなければいけないのです。それから、一回カビが生えてしまうと、前よりもカビが生えやすくなるのが非

常に多いので、定期的に目視点検をする。もう一つは、書庫清掃を2～3か月に1回するか、定期的に書庫清掃をする計画をきちんと立ててやる。そのときにほこりよけの交換や水漏れの対策もきっちりとやってもらう。

地下書庫でカビが生えることは多いのですが、地下水レベルが高いとかですと、カビの被害を繰り返してしまいますので、そこはやはり施設管理の人とよく話し合っただけで抜本的な対策を取っていただくしかないと思います。

もう一つは、受け入れ資料は点検やクリーニングをきちんとやってから入庫する。ある施設では、一回カビが出たあと、きれいに復帰しまして、施設を改装する際に、書庫の吹き出し口を増設して、相当空気の周りがよくなったそうです。このとき、この施設の方々がすごいと思いましたが、最下段の棚を全部上げられたことです。これは相当な肉体労働なのですけれども、きれいに清拭すると同時に、殺菌としてエタノール拭きもして、その後に棚を全部30cm上げたので、すごく書庫の中の空気の通りが良くなったのです。いちばん下の棚がよくカビていたのですが、見違えるように環境がきれいになりました。あとは、空気が回っているかどうかを、ひもや糸を切って垂らして、ひらひらしているかどうかでチェックされていたということです。

それから、空気清浄機を設置することで、だいぶカビの胞子をトラップすることができます。余談ですが、空気清浄機などにはいろいろなタイプがあります。オゾンやマイナスイオンを出すなど、付加価値の高い物がたくさん出ているのですが、書庫や収蔵庫では、非常に単純なものを選んでいただきたいと思います。いちばん単純なHEPAフィルターのついたフィルター式のもので十分で、逆に化学物質を出さないものの方が望ましいと思います。

それから、すごく感心したシステムですが、この施設では薄よう紙みたいなもので本棚の天の部分にほこりよけをかけられたそうです。そうすると掃除のときに、半年か1年に一度、このほこりよけさえ交換すれば非常に簡単にほこりの除去ができて、本の天の部分を一冊一冊掃除する必要がないのです。非常に良いシステムだと思います。

カビの殺菌

今、物理的な除去の話をしたのですが、当然薬剤を使用する処置もあります。薬剤として、一つはガス燻蒸剤がありまして、殺菌燻蒸剤としては例えば、酸化エチレンがあります。特に我が国は今、大体カビが生えるとガス燻蒸することが多いと思います。ところが、IFLAの原則を見ますと、ガス燻蒸については一言も書いていないのです。そして欄外には「ガス

燻蒸はもはや推薦できない」と書いてあるのです。「ガス燻蒸をしても予防にはならないし、資料にガスが残留してよくない」ということで、ぱっさり切り捨てられているのです。

CCI の Bulletin を見ましても、ここでは物理的な除去について書いてありますが、ガス燻蒸のことは書いてありません。書いていないどころか、推奨しないとはっきり言っていて、先ほどの IFLA の本でも「燻蒸はもはやカビの処置として進められない。なぜなら人体への毒性があり、資料に残留し、また環境を整えない限り、燻蒸したところでカビの再発は防げないからである」と書かれているわけです。

ただ、日本ではかなりカビの発生が多いので、やはりそうは言っても燻蒸はせざるを得ないこともあるのではないかという気はするのです。例えば、寄託された大量の資料にカビが蔓延していたとか、お蔵一棟分の寄贈を受けて調査に行ったら中が真っ白だったというときに、それを一個一個はき落とすというのは気が遠くなりますし、はき落とすにしてもまずは殺菌したいという気持ちに普通はなると思うのです。そういう場合には、テント燻蒸などで処置したほうがベターではないかと私個人は思います。

もう一つは、外国から受け入れた資料にカビが発生していた場合です。実は、博物館資料や図書館資料というのは検疫を経ないで、直に送られてきてしまうので、ダイレクトにその資料が届いてしまうのです。ある博物館では、アフリカの資料や東南アジアの資料などが直接入ってくるのですが、開けてみたらカビが生えていたそうです。そういう意味では、検疫の観点からもやはり酸化エチレンで燻蒸をしているということなのです。

それから、大量のカビが発生していて病原性も危惧される場合。そういう場合はやはりきちんと殺菌して対応したほうが、病原性という意味のリスクが減ると思いますので、そういう場合はやはり燻蒸はありだと思います。殺カビ効果のある燻蒸剤で、文化財に使える認定薬剤として文化財虫害研究所が認めているものとしまして、酸化エチレン、酸化プロピレン、ヨウ化メチルです。殺菌燻蒸剤としては最初の二つがポピュラーだと思います。ただ、いずれも毒性は強く、人体に対しても発ガン性があり、ものに吸着されやすい性質をもった薬剤です。

こういったものはいずれも特定化学物質、あるいはそれに準ずる化学物質でして、特にガンや神経障害などの健康障害を発生させるおそれのある化学物質については、健康障害の予防対策のための規則が法令で定められています。特化物としては第 1 類、第 2 類、第 3 類があって、第 1 類は PCB など、非常に強い発ガン性があって、基本的に使用禁止のグループです。

それから、第 2 類としては多くが、発ガン性がある、作業環境の管理濃度が決められているグループ。石綿なども第 2 類です。燻蒸剤というのは、ほとんどが第 2 類なのです。昔使っていた臭化メチルは、オゾン層破壊物質なので現在使われておりませんが、これも特化物です。先ほど言った酸化エチレンも発ガン性があり、特化物で、管理濃度が 1ppm なのです。1ppm といってもなかなか想像しがたいと思うのですが、これは非常に低い。酸化プロピレンは今のところ第 2 類ではないのですが、アメリカの ACGIH では基準濃度が 2ppm で、酸化エチレンと同じように考えてください。こういうものについては、密閉する装置、作業環境濃度を一定基準以下に抑制するなど、障害を予防すべき物質として、法令で非常に厳しい規制があります。こういったガスを、書庫や展示室などで使っているわけです。

ある博物館の方が、燻蒸したあと収蔵庫でどれくらい燻蒸ガスが残っているかを計ったケースがあります。臭化メチルで 48 時間燻蒸したあと 48 時間排気して、直後は検出限界以下になったということで、引き渡しを受けたのですが、そのあとに 1 日おいて収蔵庫で臭化メチルの濃度を計りますと、高いところで 40~52ppm だったのです。特に木質系のボードや調湿ボードを貼ってあるところはガスが吸着されやすいためか、あとからだんだん吸出されてきてしまうわけです。酸化エチレンや酸化プロピレンの場合も、書庫で使用するとガス抜きに苦労します。

ですから、基準が 1ppm ということを考えますと、書庫燻蒸に先ほど言ったような燻蒸剤を使うのはかなり難しいと考えざるを得ない。法律としては労働安全衛生法、省令としては特化物の障害予防規則で規制されています。ですから、燻蒸剤を使用する際は、できる限り収蔵庫とか書庫のオープンスペースではなくて、密閉化された燻蒸装置やテントで使用し、健康障害の防止の観点から、残留しないように十分ガス抜きをしてください。

それから、カビが生えていなければ殺菌燻蒸はする必要はありません。「とくにカビは出ていませんが、殺菌濃度で書庫燻蒸やってください」とおっしゃる方がいるのですが、カビが生えていないところで燻蒸をしても、ガス抜きのときに外気をどんどん取り入れます。そうすると、外気と一緒にカビの胞子がまた入ってくるので、非常に汚染された資料でない限り、あまり意味はないのです。

また、消毒・殺菌剤はエチルアルコールが今のところ一般的ですが、ものによっては色落ち、光沢の変化などがあるので、まずは材質の影響がないかどうか必ず確かめて使う必要があります。殺菌剤そのものとしてはいろいろなものがありますが、文化財用途としては今の

ところ、ほとんど使われていないというのが現状です。やはり材質への影響や残留性を考慮しますと、なかなか難しい状況にあります。

先ほど、大規模な被害の場合等は防除業者に委託するほうがいいという話をしましたけれども、その際に最初によく方法を協議することが非常に重要です。最初に、こういう方法がいいという仕様書を出してよく協議したうえで、任せきりにせず、資料にどういう処置を行うか、よく見て検討する。そして、環境をきれいにしてもらったとしても、そもそも水回りの始末などの環境改善をしないとまたくりかえしてしまいますので、それらも同時に必ず対処する必要があります。

今後の可能性

今後の可能性としては、日本では食品衛生分野の無菌技術や殺菌技術が非常に進んでいて、管理運営基準が非常に厳しく定められたガイドラインがあるそうです。ですから、資料保存分野でも衛生規範のようなものを作っていくべきではないかという話が、文科省のカビ対策専門家会合で出ているということです。

ただ、こういった図書館や博物館等の場合は、人員の問題、予算がどうなるのか、それから、指定管理者制度等でどんどん人が入れ替わっていってしまうときに、ノウハウをきちんと引き継いでいけるのかといった問題がやはり出てくると思うのです。小島先生の話にもありましたように、やはりマニュアルだけではどうしようもない部分が実はあります。ある程度の基準なり概要なりはできても、結局、現場でどうするかという話になったときには、やはりその現場でそのノウハウをある程度工夫していく必要があると思うのです。

例えば、改修した後によくカビが出るという話がでておりましたけれども、それは図書館だけに限りません。改修した後は、空調の運用も変わってしまいますので、安定するまではトラブルが出る可能性があります。また新しい収蔵庫の空調をいい環境で運用しようとするれば、メンテナンスの金額がすごくかかってしまうことが多い。そうすると今までとお金のかかり方が全然違うので、24時間空調のところ8時間にする。8時間でもお金がかかるので、この季節とこの季節はやらないなどと、だんだんやらなくなってしまうわけです。そうすると、今までの環境の方がかえって風通しが良かったのに、新しい収蔵庫で、とたんにカビが生えたということも実際にはあります。

ですから、建物に対しての予算がいくらついて、どういった資料に今後どれぐらいの人員がかかれるのか、メンテナンスにどれぐらい運用費がつくのかという面も考えていかない

と、初期コストだけ払ってもらっても非常に困るという部分があると思います。そういった部分も含めて、今後はやはり、どちらかというとノウハウの部分、ソフト面でかなり考えていく必要があるのではないかと考えております。

また、いろいろな施設があつて、大きな施設もあれば、小規模な施設で2~3名のスタッフしかいなくて除湿しかできないとか、中規模施設でも責任者の配置がないところもあります。

そういったときに、段階的に考える必要があると思います。その環境でできることを考えていく必要があると思っていますし、今考えつつあります。

最後にまとめですが、カビの予防は、まずは湿度管理とこまめな掃除につきます。それから、今まであまり大々的には言われていなかったのですが、とにかく人体への健康被害を考えて、カビを処置するときにはきっちり防御をしてください。これは、なかなか理解していただきにくいかもしれないのですが、やはり健康管理というのはその施設の責務ですので、きちんと主張して安全を確信するための方策をとっていただいたほうがいいと思います。

また、処置に際しては、専門家や修復家等にまずは相談して進めるのが望ましいと思います。そして殺菌燻蒸は、どうしても必要なときには、燻蒸庫やテントで行うのがよいと思います。それでは駆け足でしたが、私の話を終わらせていただきます。