

文化財用燻蒸剤の変容に伴う生物被害対策の再考とその立案の考え方について

公益財団法人文化財虫菌害研究所 研究員
岩田 泰幸

1. はじめに

文化財IPM (Integrated Pest Management : 総合的有害生物管理)^{1),2)}においては、予防的保存Preventive Conservationの考えに基づき、日常管理により虫菌害を未然に防ぐことに重きが置かれている。文化財IPMとは、「博物館・美術館・資料館・図書館・文書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・書庫など資料のある場所では、文化財害虫がいないこと、カビによる目に見える被害がないことを目指して、建物内の有害生物を制御し、その水準を維持する」という考え方である²⁾。

誤解を招くことがあるが、IPMは燻蒸剤を含む薬剤を全く使わない管理方法ではなく、適切な対処方法の一つとして殺虫・殺菌処理が重要であることに変わりはない³⁾。日常管理の範疇を越える事態が発生した場合には燻蒸剤が効果を発揮する。例えば、災害などによって大規模にカビが発生した場合や害虫が広範囲で大繁殖し制御が困難な事態が起こった場合が該当する。こうした事態の鎮静化のために文化財用燻蒸剤³⁾が使われ、虫菌害を初期化する対策が講じられている^{4),5)}。

2. 文化財用燻蒸剤の現状

令和6(2024)年5月時点において、公益財団法人文化財虫菌害研究所(以下、「当研究所」と

いう。)が文化財虫菌害防除薬剤等認定規程に基づき認定する文化財用燻蒸剤³⁾には表に示す3種がある。

このうち、エキヒュームSについては、令和7(2025)年3月末日で出荷を終了することが製造会社の日本液炭株式会社から公表されており、出荷済の薬剤による処理は令和7(2025)年3月以降も一定期間は可能だが、それほど遠くない将来に本剤での燻蒸はできなくなる状況である。

これに代わる新薬や代替薬剤の開発に係わる動きは令和6(2024)年5月時点においてなく、今後新たな燻蒸剤が追加される可能性は低い。文化財用燻蒸剤の使用場面が限定的であること、他分野(医療・農業分野など)の燻蒸剤の転用も材質への影響(金属の酸化や腐食、紙や顔料・染料の退色や漂白など)が顕著で適用が困難であること^{6),7),8)}から、新薬や代替薬剤の導入は難しい状況にある。

残り2種の燻蒸剤(アルプ、ヴァイケーン)についても、設備を刷新したり取扱い技術を習得したりする必要があるため、導入が困難な場合もあると考えられるため、地域によってはこれまでのような形で燻蒸を実施することが難しくなる状況も想定される。

本稿においては、文化財用燻蒸剤の今後の動向を踏まえた上で文化財分野(あるいは展示・収蔵施設)の生物被害対策を考えていく際、今

表 当研究所認定の文化財用燻蒸剤(令和6(2024)年5月時点)

目的	製品名	有効成分	製造・販売等会社
殺虫殺菌処理	エキヒュームS	酸化エチレン	日本液炭(株)
殺虫殺菌処理	アルプ	酸化プロピレン	エア・ウォーター(株)
殺虫処理	ヴァイケーン	フッ化スルフリル	(株)スミコエア

後も実施可能な手法にどういったものがあるか、そうした手法をどのような場面で用いるのが効果的かということについて、具体例を示して参考に供することとしたい。なお、ここで提示する考え方や手法については、すでに文化財IPMを推進していく中で示されており、新規性に富むものではないが、この機会に改めて事柄の整理につとめていただければと思う。

3. 今後の有害生物対策の考え方について

前記のような状況の変化により、これまで行っていた燻蒸の継続可能性や実施の必然性について再考することが必要となる。

まずは、燻蒸が効果を発揮するのはいかなる場合かということを確認しておきたい。燻蒸剤の特性上、効果があるのは虫菌害が「進行中」の場面である。一方、虫・カビの新たな侵入・発生を予防する効果は期待できない^{9),10)}。したがって、燻蒸の実施を検討する際には事前調査によって周辺区域の対象生物の所在状況全体の特定と文化財への被害の進行度の把握を実施することが必須である。

これまで加害生物やその生息状況の把握が充分でなかったとすれば、まず調査に重きをおいて状況を客観的に評価しておく必要がある。対象生物が不明であったり、過去の加害痕しか見られなかったりする場合には、防除対策として燻蒸を選択することは適当とはいえない。漠然とした不安感から燻蒸を選択するのではなく、科学的な根拠に基づいて燻蒸を選択するという判断が今後さらに必要になってくると考えられる。

状況を精査した上で「有効で適切な技術を合理的に組み合わせる使用」^{1),2)}という考え方はすでに文化財IPMの中で提唱されているものであり、今後は燻蒸剤の動向を考慮した上で総合的な観点に基づき事例ごとに対策を検討することとなる。

燻蒸が必須と判断される場合にも、その実施が可能かどうか、どういった場面でどの薬剤を用いるか、資料の輸送や施工会社の出張が可能かなどを各館が置かれた状況に基づき整理して

おく必要がある。また、こういった検討の場面では館側と防除に携わる企業や技術者が双方に意見交換を行う中で実現可能な方策を選択することが大切である。

4. 事前調査による燻蒸を要するか否かの判断基準の一例

前項のとおり、燻蒸の実施について検討する際には、まず虫菌害が進行中かどうかを判断する必要があるため、その際に重要な見方や判断する際の考え方を、害虫とカビに分けて例示する。フローチャートとして全体の構成と帰結点を明確化したものを図1, 2に示したので、これらの図とともに以下の行程を追っていただきたい。

(1) 昆虫類への対処(図1)

- 1) 虫自体やその痕跡(脱皮殻、糞など)を発見したら、同定によって種を特定を行う。併せて周辺を目視調査を実施すると、さらに同定に有用な情報を追加することができる場合もある。
- 2) 同定により、対象種が「文化財害虫」か「それ以外」かを、明らかにする。文化財害虫かどうかを判断する際には、文化財害虫事典⁹⁾などの専門書を根拠とするか、当研究所のような専門機関に同定依頼(有償事業の一環)をする方法もある。「文化財害虫」の場合→3)へ
「それ以外」の場合→7)へ
- 3) 「文化財害虫」であった場合、「文化財内部に生息する害虫」と「文化財外部に生息する害虫」^{1),9)}で対処方法に差異がある。対象種がどちらに属するかは、文化財害虫事典を参考に分類するとよい。「文化財内部に生息する害虫」の場合→4)へ
「文化財外部に生息する害虫」の場合→5)へ
いずれかの判断が難しい場合、「生死不明」の場合→6)へ
- 4) 「文化財内部に生息する害虫」は文化財を形作っている木材などの内部に生息するシバンムシ類、ヒラタキクイムシ類等を指し、

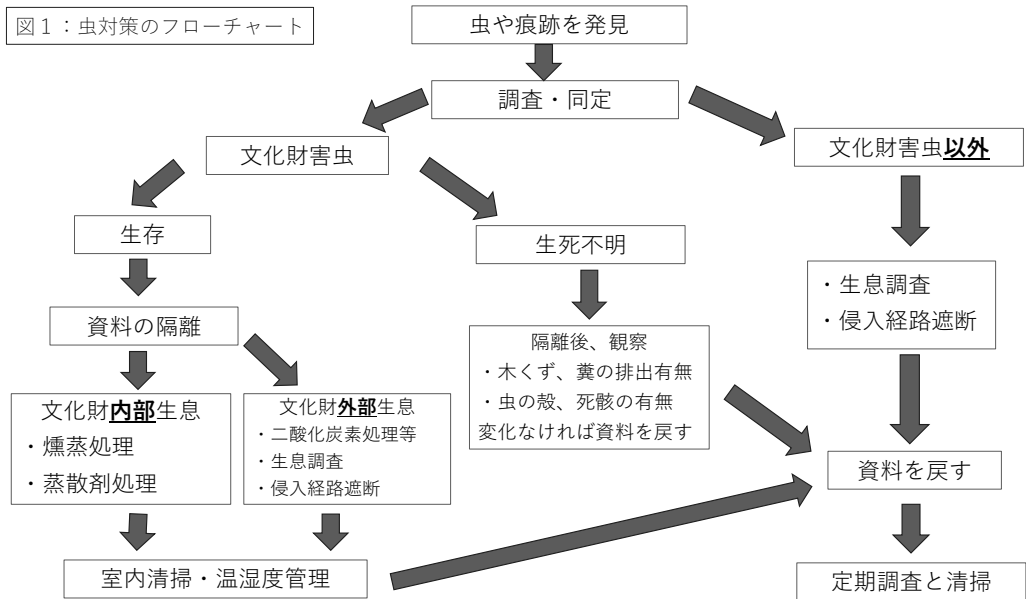


図1 虫フローチャート

被害が進行中の場合、木くずや糞の排出、成虫の発生が断続的に続くという特徴がある。

「文化財内部に生息する害虫」が「生存」している場合、その被害は「進行中」であるから燻蒸処理が必要と判断されることが多く、浸透性が高いフッ化スルフリル^{1), 3), 9), 10)}の使用が考えられる。

また、効果や材質への影響を充分考慮した上で、蒸散剤が選択されることもある。

- 5) 「文化財外部に生息する害虫」は文化財が収蔵・展示されている周辺に生息・徘徊するシミ類、チャタテムシ類、ゴキブリ類などを指し、これらは歩行昆虫用トラップ¹⁰⁾で複数を捕獲することにより屋内等周辺における生息を把握することができる。

対策としては「低酸素濃度処理」や「二酸化炭素処理」を文化財自体に対して行う方法がある。

多くの種は周辺を徘徊する習性があるので、付近の「生息調査」や「侵入経路の遮断」も対策に含まれる。

- 6) 「生死不明」で一見して処理を実施するか否かの判断が難しい場合は、資料を密閉できるビニール袋などで隔離し経過観察すること、専門家や専門機関に調査を依頼することも方法の一つとして考えられる。

冬期や気温が低い環境では昆虫の活動量が低下しているため、隔離した直後に変化が見られない場合もあるので、注意が必要である。冬期は加温した部屋で経過観察するといった工夫が求められる。

- 7) 「文化財害虫以外」であった場合、屋内の水場やゴミ捨て場等で発生しているものか、外部から隙間等を介して侵入してくるものかを調査で明らかにする。「なぜ、文化財害虫ではないと判断できるか？」という点を客観的に説明できるような深い見識を培うことが求められる。

- 8) 対象文化財を殺虫処理しただけでは再発が懸念されるため、併せて、資料を戻す環境の改善も行う必要がある。その方策としては、発生原因特定のための調査と侵入経路の遮断がもっとも重要である。

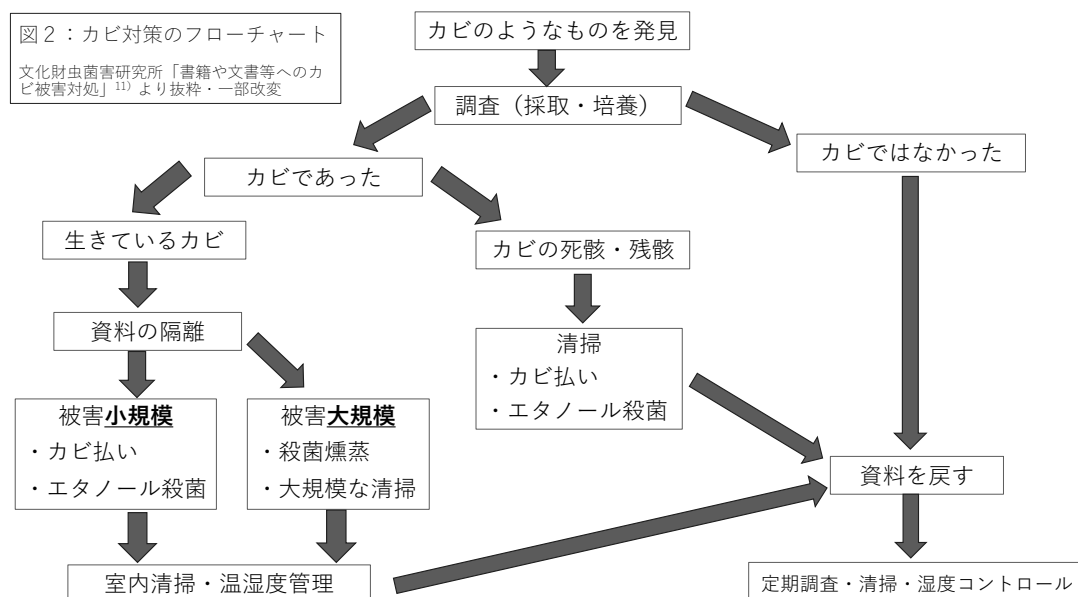


図2 カビフローチャート

食害を受けやすい材質の文化財の場合は半年に1回程度の目視調査を行うことが有効である。目視調査による状況の確認は、「生死不明」時の対応としても重要となる。

(2) カビへの対処 (図2)

- 調査により対象文化財におけるカビの①在否, ②生死, ③種(属)構成, ④検出数を明確化した上で, 対策の方針を定める。
- 方法としては, 乾燥滅菌綿棒による付着菌調査やエアースンプラーによる浮遊菌調査が考えられる¹⁰⁾。特に特定の対象(文化財や資料)にカビが発生しているか否かを判断する際には, 付着菌調査が効果的である。採取したカビの培養により前記1)の①~④の事柄を明らかにすることができる。なお, カビの生態は多様であり, 的確な対応を明らかにするためには専門家や専門機関に依頼して調査や培養結果の判断などを行うことが一般的である。
- 対象物が「カビ」であった場合, 「生きているカビ」と「カビの死骸・残骸」で対処方法

に差異がある。

「生きているカビ」の場合→4)へ

「カビの死骸・残骸」の場合→7)へ

- 「生きているカビ」が検出された場合, さらに「被害が小規模」か「被害が大規模」かで, 方法に差異がある。
「被害小規模」の場合→5)へ
「被害大規模」の場合→6)へ
- 「被害小規模」の場合, 対象資料をビニール袋などに隔離した上で, 清掃により塵埃を取り除き, 濃度約70%の消毒用エタノールで清拭する等の対応が適している¹⁾。
なお, 清掃や清拭による材質への影響や作業による健康被害の防止にも留意することが大切である。作業の可否や方法については, その影響も考慮した上で事前協議により方針を決定する必要がある。
カビが検出されない, あるいは検出数がごくわずかな場合は, 燻蒸を選択する理由付けとはならない。
- 「被害大規模」の場合, 殺菌燻蒸の上, 大規模な清掃が実施されることが多い。殺菌燻

蒸が選択されるのは、カビが発育中かつ被害が広範囲に及んでいる場合である。甚大なカビ被害への対応には殺菌燻蒸以外の代替方法がなく⁵⁾、酸化エチレンあるいは酸化プロピレン製剤を用いるが、前述のとおり、前者はエキヒュームSの有効成分であるため2025年3月末以降の使用が難しくなるという課題がある。どの程度の被害で殺菌燻蒸を行うべきかには客観的な判断基準がなく曖昧な部分もあるので⁵⁾、事前調査を実施し、状況を客観的に把握してから対策を選択することが大切である。

7) 「カビの死骸・残骸」の場合、上記5)と同様に清掃の実施が考えられる。カビの死骸や残骸が残ったままだと、これらを栄養源として新たにカビが発育する場合もあるので必ず除去する必要がある。

8) カビ対策においても環境改善は重要であり、発生環境にそのまま文化財・資料を戻したのでは再発が懸念されるため、保管場所等の清掃による塵埃やカビの死骸(残骸)の除去、湿度コントロール^{2),10)}を行う。

清掃や湿度制御を行わず、燻蒸や防カビ剤の使用を繰り返すようでは、根本的な解決とはならない。清掃を少しずつ進めていくだけでも効果が得られるので、できるところから段階的に対応を開始していただきたい。

4. おわりに

本稿では、文化財用燻蒸剤の供給状況の変容によって今後生じてくることが予想される対応の変化を念頭に、有害生物対策を組み立ていく上で基礎となる考え方を例示した。

各施設や文化財が置かれた状況は様々であることから一様な対応は困難と考えられるため、現時点で実施可能な対策を想定した上で、各館(施設)が独自の対策を構築していく必要がある。そのためには、現状を整理するとともに、異常発見時の対応をリスト化やマニュアル化しておくなどの事前準備が重要となる。また、施設と連携体制にある防除企業においても、現状

の整理を館側に勧めていくことで、館の特性に合った方策を提示することも可能になると考えられる。

個別の事例については、ここで示すことができない事例も多いことから、専門家や専門機関と連携を取ることやそのための予算措置も検討事項として勘案しておく必要がある。当研究所においても、有償事業の一環とはなるが、調査やその結果に基づく対策の立案など対応可能な事柄もあることから、現場を考察する際の選択肢としてご検討いただくことも一つであろう。いずれにしても、現状を整理することにより優先的に取り掛かるべき課題を明らかにしていくことが、有害生物対策を再考する上で最初に行うべきこととなる。

※本稿は「文化財用燻蒸剤の動向とその変化に伴う生物被害対策の再考について」¹²⁾に基づき、大幅に加筆したものである。

引用文献

- 1) 三浦定俊・佐野千絵・木川りか(2016)文化財保存環境学第2版. 208pp. 朝倉書店, 東京.
- 2) 三浦定俊(編)(2014)文化財IPMの手引き. 64pp. 公益財団法人文化財虫菌害研究所, 東京.
- 3) 公益財団法人文化財虫菌害研究所(2018)文化財の殺虫・殺菌処置標準仕様書2019年版. 119pp. 公益財団法人文化財虫菌害研究所, 東京.
- 4) 秋山純子・佐藤嘉則(2023)収蔵庫の保存環境をめぐる現状課題. 博物館研究, 58(12): 9-12.
- 5) 佐藤嘉則(2022)持続可能な資料保存における有害生物管理の諸課題. 園田直子(編)「持続可能な博物館資料の保存を考える」国立民族学博物館調査報告, 155: 343-354.
- 6) 森 八郎・熊谷百三(1954)文化財に対する燻蒸剤の薬害についてI. 金属に及ぼす影響. 古文化財の科学, 8: 17-21.
- 7) 森 八郎・熊谷百三(1955)文化財に対する燻蒸剤の薬害についてII. 顔料に及ぼす影響. 古文化財の科学, 11: 21-28.
- 8) 森 八郎(1982)文化財に薬害の少ない燻蒸剤. 文化財の虫菌害, (5): 52-56.
- 9) 東京文化財研究所(編)(2004)文化財害虫事典. 231pp. クバプロ, 東京.
- 10) 公益財団法人文化財虫菌害研究所(編)(2018)文化財の虫菌害防除と安全の知識2019年. 92pp. 公益

- 財団法人文化財虫菌害研究所，東京。
- 11) 公益財団法人文化財虫菌害研究所（編）（2019）書籍
や文書等へのカビ被害対処. 19pp. 公益財団法人
文化財虫菌害研究所，東京。
- 12) 岩田泰幸（2024）文化財用燻蒸剤の動向とその変化
に伴う生物被害対策の再考について. 博物館研究
（受理済・印刷中）.