

## 第1章

文化財の生物被害防止の  
ための日常管理

三浦 定俊・木川 りか・佐野 千絵・山野 勝次

現在、生物被害対策は世界的に大きな方向転換の時期にきている。これまでの燻蒸中心の駆除を主とする対処法の欠点を克服し、日常管理を含めた予防対策に重点をおいた対処法を再検討する必要がある。本章では、生物被害防止のための日常管理について、基本となる考え方と主な方策を解説する。

木材や紙でできている日本の文化財は虫やカビによって傷みやすく、光などによる日常的な劣化に比べてきわめて早く進むため、昔から被害防止のために曝涼が行われてきた。およそ20年前からは、短時間で確実に殺虫できる燻蒸剤として臭化メチルが広く用いられてきた。しかし、臭化メチルはオゾン層保護のために先進国では2004年末に全廃されることが決まり、すでに1999年から削減が始まっている<sup>1, 2)</sup>(表1)。

これまで多くの博物館施設では、文化財の殺虫・殺菌のために臭化メチルと酸化エチレンの混合薬剤が燻蒸剤として用いられ、定期的に燻蒸が実施されてきた。この酸化エチレンについても発がん性が指摘されていること

から、薬剤のみに頼った害虫対策全般の見直しを迫られ、現在、日本の生物被害対策は大きな方針転換の時期を迎えている。ここでは、今後の生物被害防止のあり方を考えるために重要な日常管理の方策について解説する。

表1 ◎臭化メチルの削減スケジュール  
(1997年第9回「モントリオール議定書締約国会議」)

年	先進国(第5条(1)非適用国)	開発途上国(第5条(1)適用国)
1991	この年の生産・消費量を基準	
1995	100%以下	1995～98年の平均を基準
1999	75%以下	
2001	50%以下	
2002		100%以下
2003	30%以下	削減計画の見直し
2005	全廃	80%以下
2015		全廃

(注) 本稿は平成12年度に文化庁文化財保護部が開催した『文化財の生物劣化防除に関する調査研究協力者会議』のワーキンググループの成果をもとに書き直したものである。ワーキンググループの委員は次の通り(五十音順) 青木睦、神庭信幸、木川りか、近藤光雄、佐野千絵、長屋菜津子、根立研介、長谷川孝徳、三浦定俊(座長)

## 1 基本的考え方

地球環境保護と人間の健康への配慮は、近年の世界的な動きであり、文化財保存の分野も例外ではない。多くの国では文化財に被害が生じてから対策をたてていた従来の駆除中心の対策にかわり、被害を未然に防ぐ予防対策を重視する考え方に移りつつある。これに関して、最近、IPM(Integrated Pest Management：総合的害虫管理または総合的有害生物管理)<sup>注1)</sup>という言葉が文化財分野でも目にするようになってきた。これは、大規模燻蒸を中心とした従来の方法の欠点を克服し、あらゆる有効な防除手段を合理的に併用し、有害生物を施設内にいれず、カビも生育させないという予防を第一にして、被害が発生した場合でも、できるだけ地球環境や人間の健康に考慮した駆除方法をシステムチックに採用していることとする方法である。

このIPMを導入するためには、次にあげる項目を計画的に実行していくことが求められる。すべての項目を短期間に実行する必要はないが、それぞれの施設に応じて、毎年どこまで実行するかという計画をたて、日頃の積み重ねのなかで着実に整備していくことが重要である。

被害歴の集積と整理

施設の日常点検と清掃

文化財の日常点検

文化財管理体制の整備

組織内外での研修

専門家を含む外部との協力体制

できるだけ薬剤を使わずに生物被害を防いでいくためには、生物被害対策について正しい知識をもった保存担当者において、上記の項目全体が計画どおり実行されているか、計画に無理はないかといった見直しを常に行いながら進めていくことがたいせつである。また、すでに燻蒸設備をもつ施設では、代替法を利用できる設備に転用するとともに、これまでの燻蒸予算を燻蒸だけに限定せず、生物実態調査など予防のための経費として柔軟に運用し充実させていくことも求められている。

## 2 有害生物について

虫やカビは、生息条件さえあれば次々に繁殖して被害が急速に増大するため、早期の発見がきわめて重要である。生物の生息には、水(湿気)、食物、空気、温度、光などそれぞれ一定の条件が必要である。生育条件は生物により異なるが、一般に高温多湿を好み、通気が悪い、いわゆる目の届きにくい場所で繁殖することが多い。また、生物はいずれも食物連鎖でつながっていることから、文化財に対して直接的には害をなさない生物であっても、文化財害虫などの餌になることがある。そのため、有害生物でなくても建物内に多くの生物がいることは好ましくない。生物が生息しにくい環境をつくるのが、被害予防の第1段階となる。言い換えれば、文化財にとって有害な生物が、どのような条件の下で生息するのか正しい知識をもつことがたいせつになる(序論参照)

### 1) 文化財を加害する昆虫

文化財の害虫は、「文化財の外部で生息して加害する昆虫」と「一生の大半を文化財の内部ですごして加害する昆虫」に大別される。前者に対しては、収蔵区画内への侵入を防ぐようにすることが、後者に対しては早期に発見して対処することが日常管理として重要である。また、成長過程で幼虫・蛹・成虫と変態する昆虫の多くは、幼虫と成虫とで生息環境や食性が変化することが多く、発見・駆除の方法も異なる。

### 2) カビ・腐朽菌類

カビの胞子は乾燥に強く、粉塵とともに空気中を浮遊して、栄養と湿気があれば発芽し、菌糸体を形成して周りに広がっていく。発生したカビは、相手(寄主)から養分を摂取し、酸や色素をだしてその表面を傷めるため、カビの発生を予防することがまず最優先である。そのためには、湿度管理と清潔に保つことがもっとも有効である。また、発生したカビは適切な方法で処置・除去を行う。たとえ文化財ではない箇所にカビが発生した場合でも、チャタテムシなどの他の生物の栄養源となるため処置・除去を行う。

屋外で常に湿ったり濡れたりしている場所では、木材腐朽菌、コケ・藻類のほか地衣類なども繁殖する。また、室内でも湿って通気の悪いところではバクテリアなどが繁殖し悪臭が生じることがある。

### 3) その他

ハト・カラスなどの鳥類も、文化財を食害したり汚したりする。ネズミは文化財だけでなく建物や電気コードなどの設備をかじって被害を起こす。さらに、昆虫や鳥、ネズミなどの死骸、糞、巣を放置しておく、カツオブシムシ類などがそこから発生して2次的な被害を引き起こすことになる。

上記のように文化財を加害する生物の種類は多いが、特に害虫とカビによる被害が文化財にとって主な問題なので、以下、虫菌害への対策を中心に述べることにする。

## 3 総合的有害生物管理

### 1. 日常の予防システムの確立

生物被害を防ぐためには、先にあげた、被害歴の集積から 専門家を含む外部との協力体制まで、ソフトウェアとハードウェアの両面から取り組んでいかなければならないが、すべてを一度に急いで整備・実行する必要はない。目通し・風通しなど、わかりやすい伝統的な保存・管理方法を取り入れるなど、それぞれの組織、施設、設備の状況に応じて、まずなから始めるべきか考え、順を追って整備することが重要である。そのためには、以下に述べる事柄を参考に全体計画をたて、日常の活動を積み重ねていく。

活動を継続的かつ効率的に行うためには、活動の要となる担当者において、施設を管理する担当者の協力のもとに組織全体として取り組む。さらに、活動を円滑に進めるためには、担当者はその組織において保存に関連する業務に精通していることが望ましい。

#### 1) 被害歴の集積と整理

どんな被害が、どのような条件で、どのくらいあったかといった生物被害の記録を、過去にさかのぼって整理

して分析する。その際に、これらの情報を日頃からどう集約して蓄積していくかという方針も、あわせて考える。また逆に、どうして被害が生じなかったのかという点を調べることも、保存環境を改善していくうえで役立つ情報となる。

### 2) 施設の日常点検と清掃

有害生物の建物内への侵入や繁殖を防ぐためには、建物を区画ごとに管理することが重要である。建物の外周、外周と直接接している区画、文化財を収蔵している区画、および緩衝帯となる区画などにわけ、害虫が建物内にはいりこめないように外周から文化財収蔵区画に向けて、建物の構造・設備や管理体制を以下の点に着目しながら点検する。

点検の結果、水漏れ箇所、空気がよどみやすい箇所、目の行き届かない箇所など、問題が見つかった場合は、施設管理担当者と検討して応急修理や運用方法で改善できる点はすみやかに対処するようにする。もし予算措置が必要なためすぐ改善できない場合は、なから始めるべきかを検討したうえで、急を要するものから順を追って改修計画をたてる。

#### ア 外周(建物の周囲)

生物が繁殖するためには水は欠かせないので、池からの漏水、雨樋の始末、排水管の破損などに注意する。

周辺や樹木への営巣、生物死骸を放置しておく害虫が繁殖しやすい。

建物近くの植えこみから害虫が侵入したり、周辺に薬剤を散布したために害虫が屋内へ移動することもあるので注意する。

その他、公園や森のなかにあるなど施設の立地条件に応じて注意すべき点を考える。

#### イ 外周と接する部分(建物の内外両面)

通風孔、壁の亀裂や建具の隙間があると、外から生物が侵入しやすいので点検する。

結露、雨漏りがあると湿気で生物が繁殖しやすいので点検する。

廃棄物(ごみ)は生物の餌となるので、いたずらに放置しないよう集積や処理方法を工夫する。

照明の仕方によっては夜間、虫を誘引し、開口部が

ら虫が侵入するので、照明の方法を考える必要がある。

外部に通じる扉があいていると虫が侵入するので、扉があけられている頻度と時間を調べる。

ウ 外周と文化財収蔵区画との緩衝区画(建物内部)

虫やカビは通気の悪い場所で繁殖することが多いので、空気がよどむ箇所がないか調べる。

害虫やカビの繁殖を防ぐため、他と比べて特に湿度の高い場所がないか確認する。

虫菌害をできるだけ早く発見するために、ふだん目が届きにくい場所はどこか、見回りの際にはどんな点に気をつけるべきか検討する。

食物のある区画に発生した虫が文化財収蔵区画に侵入することがないように、互いの区画がきちんと仕切られているか調べる。

冷蔵庫、水場、ゴミ捨て場などが虫やカビの発生源にならないようにする。

レストラン、食堂などで衛生管理のために薬剤を散布すると、害虫が他の場所に移動するおそれがあるので、薬剤を散布するときには文化財収蔵区画の窓や扉などがしっかり閉まっていることを確認する。

### 3) 文化財の日常点検

収蔵してある文化財は、各人や季節によってまちまちに点検するのではなく、必ず組織全体で計画して定期的

図 1-a ◎虫害発見記録書式例

日付	発見者
捕獲場所	
虫の種類(成虫・幼虫、虫粉(糞とかじり屑) 生死などわかる範囲で)	
他に調べたほうがよい場所	
処置の仕方(もし奨励するものがあれば)	
備考	

図 1-b ◎害虫の捕獲容器用のラベル例

日付	発見者
捕獲場所	
虫の種類	
成虫・幼虫、虫粉(糞とかじり屑) その他 生・死	

に実行するようにする。その際には、まず文化財の周りをよく調べ、虫の脱皮殻や糞、虫粉(糞とかじり屑)が落ちていないか、カビや染みが新たに発生していないか確認する。虫やカビなどの被害が心配される場合は、後で述べる「発見時の初期対応」にしたがう。処置方法は文化財の材質や構造によって異なるので、日常から収蔵品がどんな材質でできているかを把握しておく。また、外箱や収納箱などが被害をうけていることもあるので、同じように点検・処置する。

### 4) 文化財の管理体制の整備

ア 全職員による日々の観察

生物被害を早期発見するためには、日頃から施設や資料をよく見回り、埃や汚れがないよう周囲を整理整頓しておくことがたいせつである。職員全員の協力も不可欠である。例えば、虫を見つけたときは、小瓶などの器に採取し、ラベルに記録を書いて貼り付け、担当者に渡すなど、全員が予防のためのシステムのルールを理解して守るように、研修などを通じて徹底する(図1-a, b)。担当者はうけとった情報を集めて分析し、施設のどこに、どのような問題が起きているのかを常時把握し、必要な場合はすぐに関係者に連絡するようにする。

イ 個体調査

文化財の外部で生息する害虫については、目でみて調べる方法とトラップ法(捕獲器を使用する方法)を組み合わせると有効である(表2)。トラップにはさまざまな種類と使用方法があるので、それぞれの施設に応じたものを選んで設置する。一般的には粘着トラップが使用されることが多い。また、どの場所で、どんな種類の虫が、何匹発見されたか、成虫か幼虫か、どこに向かって移動しているかといったことも観察して、わかる範囲の事実を、決まった書式で集めていくことが重要である。施設の平面図に棚などの配置も書き加えると、虫の隠れやすい場所が一目でわかる。捕まえた虫の数を図中に書き加えていくと、季節によってどう変化するかといったことを比較検討することもできる。

ウ 清浄な環境

表面に付着した手垢や汚れ、室内に堆積する埃などはカビやダニの栄養源となるため文化財のある区画はいつ



も清潔に保つようにする。また文化財についた埃も、文化財を傷めないように注意しながら適切な方法で取り除く。収納のための敷物、覆い類、扱う際に使用する白手袋など洗濯できるものは定期的に洗って清潔にする。

## エ その他の環境整備

### 温湿度の制御

温湿度を適度な値に保つことは、生物被害を予防するためにもっとも重要なことである。カビの発生を防ぐためには60%RH以下に保つ必要がある。保存箱や調湿剤などの使用のほか、夏季は高温多湿になりやすいので、必要なときには除湿器を利用して湿度を適切な範囲内に保つよう注意を払う。

### 適切な防虫剤の使用

施設や設備の制約から文化財収蔵区画への虫の侵入を防ぐことが難しい場合、防虫剤を用いることも効果的である。ただし、使用する防虫剤として、文化財材質への薬害が少ないものを選ばなければならない。

### 新しく収蔵する文化財の取扱い

新しく収蔵する文化財と一緒に侵入する害虫に注意する。文化財外部の虫は受け入れ時に点検して確実に取り除く。卵や内部に潜りこんでいる虫などは発見が容易でないため、原則として後に述べる「発見時の初期対応」にならって扱う。また、虫害の痕跡がある場合も、発見時の初期対応を参考に隔離して処置する。

### 切り花などのもちこみ

文化財のある区画に切り花・鉢植えなどの花をもちこむと、カツオブシムシなどの害虫をおびよせる原因となるので危険である。ホールなどへの観葉植物のもちこみも、湿気や水に注意し、建物周囲の注意事項にならって害虫の繁殖場所とならないよう、落葉の除去などの手入れを行う。

## 5) 組織内外での研修、専門家を含む外部との協力体制

繰り返し述べたように、生物被害を防ぐためには関係者全員に協力してもらうことが必要で、職員全員を対象とした組織内での研修プログラムの作成と実施が不可欠である。研修では担当者から防除計画を説明し、目的を十分に理解してもらう。文化財にとって有害な生物とはどのようなものであるか、それらによってどんな被害が

表2 ◎トラップ法概説

種類	概要
粘着トラップ	ゴキブリなど用のシート型、およびハエ、ガなどを対象にした吊り下げ型がある。粘着性や入り口形状などにより、捕獲される昆虫の種類が若干異なる
フェロモントラップ	性フェロモンを利用して誘引するもので、種に特異的でその昆虫にのみ有効。タバコシバンムシ用、ジンサンシバンムシ用などが市販されている

発生するか、虫を発見したときの連絡先や記録方法など、正しい知識をもってもらようとする。また、研修を行うだけでなく、施設内にポスターを掲示して、害虫のカラー写真や被害状況の写真を常に目に触れる場所に掲示するなどの工夫もたいせつである。

このほか、保存担当者が生物被害に関するより深い知識を得て、さらに実践の経験を積むために専門家のための研修プログラムを受講することも重要である。この研修は主に組織の外で行われることになるが、そのような研修プログラムを通じて、外部の経験者や専門家との協力体制が形成されることが多い。そのため、各施設においては、担当者が外部研修をうけられるよう積極的に支援することが求められる。

## 2. 発見時の対処

### 1) 初期対応

文化財に生物被害を発見したり、文化財やその周囲に有害生物が生息している可能性が考えられる場合、虫が文化財に生息しているのか、建物や資材に生息しているのかをよく調べたうえで対応するようにする。同時に周辺の状況などを、できるだけ詳細に記録する。

被害の発生に備えて、他の文化財へ被害が広がらないように、加害された文化財を隔離する場所を施設内に設けたり、封入用のポリエチレン袋など必要な資材を備蓄して、初期対応ができるよう普段から用意しておく。また、緊急時の相談先として、経験を積んだ人や防除対策や修復専門家などのリストも作成しておく。

#### ア 加害した生物が文化財に生息している場合

虫粉や脱皮殻などが見つかった場合、虫が生きている可能性があることから、その文化財をすぐに隔離する。ポリエチレン袋などにいれ、他の文化財から離れた場所に移し、内部に幼虫や卵が残っていないかどうかを数日

間観察する。観察期間は季節や虫の生態と密接しており一概には決められないので、経験を積んだ者や専門家に相談して決める。

イ 加害した生物が建物や資材に生息している場合

どの範囲に生息しているかを調べ、加害した生物が移動したり、他へ被害が拡大しないよう、定めた範囲をただちに封鎖する。この際、その範囲内にある文化財で表面や内部に害虫などが生息していないと考えられるものでも、別にポリエチレン袋などに封入して経過を観察する。

## 2) 同定と調査

初期対応をすみやかにすませたあと、次の点について調べる。生物の同定など専門的な知識が必要とされる場合は、経験を積んだ者や専門家に相談する。

生物の種類と同定と生態(幼虫か成虫かなども)

生物が生息している文化財の素材、構造(建物や資材の場合は、その材料、構造、他区画との共有部分の有無など)

## 3) 処置

ア 日常の予防システムの改善

まず処置を行うのが先決であるが、処置によって加害した生物を殺しても、文化財のおかれている環境の条件がかわらなければ、ふたたび被害が発生するおそれがある。そのため、害虫の侵入した経路を見つけ遮断方法を考えるなど「施設の日常点検と清掃」にならって改善する。生物の種類や環境条件によっては防虫剤を使用したり、餌や水を与えないようにするなど、予防対策を徹底することによって発生を抑えることができる場合もある。カビについては、飛散している孢子数を減らし、温度・湿度の条件を改善すれば繁殖を抑えることができる。

イ 殺虫・殺菌処置など

文化財の害虫は「一生の生活の大半を文化財の内部ですごして加害する昆虫」と「文化財の外部で生息して加害する昆虫」にわけられる。前者の殺虫には、下にあげた処理法のなかから文化財を傷めず直接適用できる方法を選択する。また、薬剤を使用しない方法として低酸素濃度処理や二酸化炭素(炭酸ガス)処理・低温処理、薬剤を

使用する方法として燻蒸処理や蒸散性殺虫剤による処理があげられる<sup>3)</sup>。どの方法を選ぶかは、文化財の材質・構造、加害した生物の種類・生態によって決まるので、適切な処置法がわからない場合は、経験者や防除対策の専門家に相談する。特に絵画に生じたカビの除去のように、直接文化財に触れる処置は修復専門家に依頼する。また、どんな処置であっても繰り返し行うと文化財を傷めるおそれがあるので、必要がない処置は行わないようにしなければならない。

梱包用などの資材や建物についた虫に対しては、高温処理や薬剤の吹付け・塗布処理などを用いることもできる。ただし、文化財に接触する梱包資材などは、文化財への再汚染を防ぐため薬剤を使用しない方法を選択することが望ましい。

カビに対しては、殺菌処理として燻蒸剤や材質へ影響がない場合にはエタノールなどを用いることもできる。

このほか、ネズミなどに対して殺鼠剤(毒餌など)の使用は動物死骸を放置することになり、カツオブシムシ類の発生など2次的な被害を引き起こすので望ましくない。

ウ 薬剤を使用しない殺虫処理法

### 低酸素濃度処理

酸素濃度を0.3%容量未満の酸欠状態にして害虫を致死させる方法で、脱酸素剤を用いて酸素を除去する方法や窒素などで置換させる方法がある。大型木造文化財では殺虫効果が劣る。

### 二酸化炭素処理

二酸化炭素濃度約60%容量で殺虫する方法。

### 低温処理

-40~-20 の温度下で害虫を死滅させる方法。

### 高温処理

55~60 の温度下で殺虫する方法。材質への影響が大きいため文化財自体への適用は一部の材質を除いて検討を要するが、洗うことが難しい敷物、布団、梱包資材などに有効である。

エ 薬剤を使用する殺虫処理法

### 燻蒸処理

いずれのガスも人体への毒性がきわめて強いので、ガスの取扱いには十分注意する。害虫の致死効果はもっとも高い。残効性はないので被害の再発を防ぐためには環

境条件の改善などが不可欠である。殺菌効果のあるガスもある。

#### 蒸散性薬剤

通常、防虫剤として使用される。密閉した空間である濃度以上にすると殺虫効果がある薬剤もある。一部の薬剤は人体にも文化財材質にも薬害があるので注意する。

### 3. 計画の定期的な見直し

生物被害の予防は、その地域の気候風土や文化財の構造・材料、また管理体制などと密接に関係している。そのため、現在の計画が自分の施設にとって適切なものであるか、定期的に見直すことが重要になる。被害歴や生物調査の結果を日頃から集積し、データをもとに生物被害対策計画を再評価する。時には外部の経験者や専門家からの評価をうけることもたいせつである。

計画の達成を急ぐ余り、職員に過度な作業負担を強いめることは計画の継続を困難にするので、委託できる部分は専門家に依頼するなど、より合理的な方法を常に考え、より適切な予防システムをみんなでつくっていくようにしたい。

注1) Integrated Pest Management : IPM : 総合的有害生物管理、あるいは総合的害虫管理、両方の訳語がある。

#### 参考文献

- 1) 三浦定俊他：「臭化メチルの使用規制と博物館・美術館等における防虫防霉対策の今後」、月刊文化財、414、41-45(1998)
- 2) 三浦定俊：「臭化メチルの使用規制について」、文化財の虫菌害、38、3-8(1999)
- 3) 木川りか他：「文化財の生物被害対策の現状 臭化メチル燻蒸の代替対応策について」、文化財保存修復学会誌、44、52-69(2000)
- 4) 山野勝次：「文化財害虫のリストと虫害に対する保存科学『文化財の虫菌害防除概説』(財文化財虫害研究所1991)