

# 文化財の生物被害防止ガイドブック

—臭化メチル代替法の手引き(平成15年度版)—



独立行政法人文化財研究所 東京文化財研究所

平成15年5月

<謝 辞>

本ガイドブックをまとめるにあたり、企画編集作業にたずさわった福岡葉子さんに感謝いたします。

<写真提供>

液化炭酸株式会社、山野勝次、木川りか、佐野千絵、福岡葉子、三浦定俊（敬称略）



今日、地球環境保護に対する意識が世界的に高まっています。臭化メチルは約 40 年間、文化財の生物被害防止のための燻蒸剤として利用されてきましたが、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書締約国会議」でオゾン層破壊物質として指定され、先進国では 2004 年末で全廃されます。既に段階的削減が始まり、1991 年の生産・消費量を 100% とすると 2003-2004 年は 30% までしか生産・消費できません。

これまでは「生物被害対策＝燻蒸による一斉駆除」が定番でした。しかし、薬剤による駆除ばかりに頼ることなく、予防処置も組み込んだ総合的な生物被害防止法に切り替える時が来ています。

本書は、博物館・美術館等施設の現場で働く方のために、「文化財の生物被害防止に関する日常管理の手引き」\*の考え方に沿って、実際に現場でどんなところに注意して管理していけば良いかをまとめたガイドブックです。

今までの生物被害対策では、外部の提案に任せて、なぜその薬剤を選択したのかわからないまま使用しているかもしれません。しかし、今後の予防対策・処置の選択には、文化財をもっとも良く知っている私たち、文化財関係者全員が、積極的に関わっていく必要があります。

臭化メチル全廃を期に、関係者全員が理解して実践していける日常管理システムを、本書とともに築いていきましょう。



\*『文化財の生物被害防止に関する  
日常管理の手引き』  
文化庁文化財部、平成 13 年 3 月

## 目 次

基本的な考え方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
I PMってそもそも何？	
文化財害虫とは・・・	
1 問題点を洗い出し、優先順位をつける・・・・・・・・	6
2 衛生管理と侵入の防止・・・・・・・・・・・・・・・・	10
3 害虫等の発見ー日常点検・・・・・・・・・・・・・・・・	12
4 管理の方法をつくろう・・・・・・・・・・・・・・・・	13
5 もしも、害虫等が発生したら ・・・・・・・・・・	15
低酸素(脱酸素)処理	
二酸化炭素処理	
低温処理	
資料編・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	22
表1 薬剤を用いない殺虫法について	
表2 使用目的と薬剤	
表3 従来の燻蒸施設の活用について	
表4 燻蒸剤について	
表5 蒸散性薬剤について	
表6 忌避処理剤について	
表7 殺菌剤について	
表8 防カビ処理剤について	
参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	27

# 基本的な考え方

## ■これまでの考え方

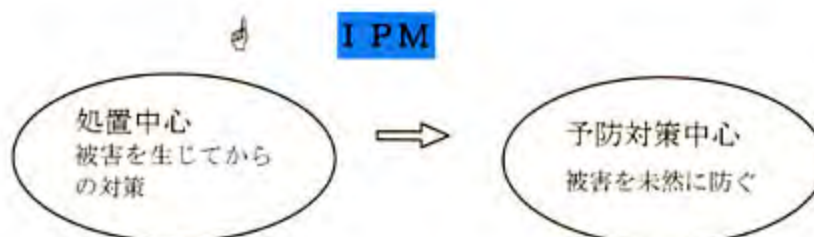
これまでの害虫対策方法	
古来	虫干し（曝涼）
↓	
1960年頃～	ガス燻蒸（エキボン：臭化メチル・酸化エチレン使用）
↓	
2005年初～	臭化メチル全廃

1960年頃から続けられてきた害虫対策は、一見すると手がかからない反面、環境や人体に害のある方法でした。現在行われている害虫対策のほとんどは被害が生じてからの対処であり、いわば処置中心の考え方です。

## ■これからの考え方

これからの害虫対策方法	
2005年初～	臭化メチル全廃
↓	→ { 予防対策の強化 代替処置法の実施

しかし、薬剤が地球環境や生態系に問題を起こす可能性がある以上、これまでの方法を続けることはできません。そのためには、被害が発生してから対処する「処置中心」の考え方から、被害を未然に防止する「予防対策中心」の考え方に移行する必要があります。このような状況で、これからの考え方として考え出されたのが『IPM（Integrated Pest Management：総合的有害生物管理）』です。



# IPMってそもそも何？

## IPMってそもそも何？

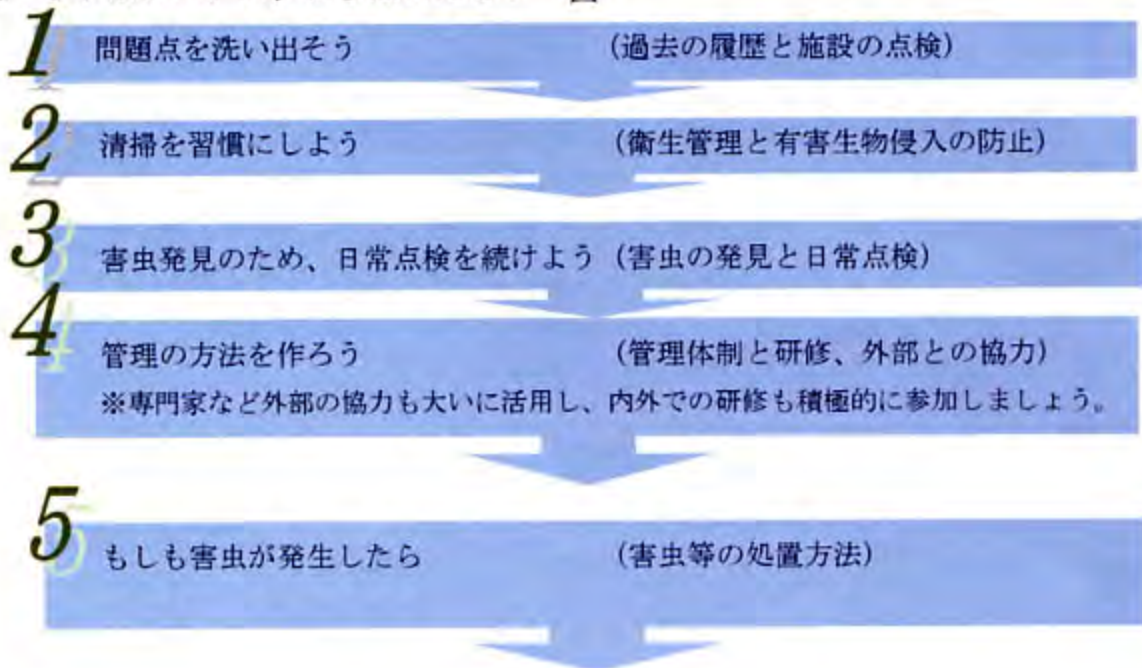
### ◆ IPMとは

IPM (Integrated Pest Management) は日本語では、総合的有害生物(害虫)管理と訳されます。簡単に言えば、さまざまな方法を使って有害生物の個体数を被害のない程度の数に制限していく管理方法のことです。

この考えは、元々は農業分野で、農薬に強くなっていく耐性害虫に悩んで生まれたものです。はじめは効果的に殺虫できる農薬でも、しばらくするとその薬剤では効かなくなってしまいます。そうすると新たにもっと強い薬剤を使用しなければならなくなり、さらに害虫はこの殺虫能力を超えるようになります。このような人間と耐性害虫とのイタチごっこにより薬剤はどんどん強くなり、環境汚染や人体への加害が深刻になったため IPM という考え方が生みだされたのです。

文化財の分野でも、本腰を入れて IPM 導入を図る時期が迫っています。私たちの言う IPM とは、まずは清浄な保存環境を保つなどの基本に立ちかえり、あらゆる有効な防除手段を合理的に併用して、生物による被害を減らすことを目指します。薬剤のみに頼ることなく、適用可能な処置方法をたくさん備えて、必要な時に使えるように準備することが重要です。

### ◆ IPMシステム、どうはじめる？





準備完了、日常管理をはじめよう

「文化財にとって有害な虫」についてきちんと知ろう

→ 『文化財害虫事典』



『文化財害虫事典』、東京文化財研究所編、クパプロ、(2001)

# 文化財害虫とは……

## 文化財害虫とは……

「虫がいるから燻蒸」……ではなく、「どんな虫か」「文化財に食害があるか」「文化財を汚損しないか」を検討しなければなりません。また、害虫は一般的に、えさがあるところ、暗くて湿ったところを好む場合が多いので、営巣・繁殖に適した場所を作らないように注意しましょう。

下線を引いたものは、成虫、あるいは成虫・幼虫ともに加害します。

### 文化財の材質による主要害虫一覧

植 物 質 害 虫	1. 木 材
	建造物・大型文化財
	<u>ミゾガシラシロアリ科</u> 、 <u>レイビシロアリ科</u> 、 <u>シバンムシ科</u> 、 <u>ヒラタキクイムシ科</u> 、 <u>カミキリムシ科</u> 、 <u>ゾウムシ科</u> 、 <u>オサゾウムシ科</u> 、 <u>ナガシクイムシ科</u> 、 <u>クイムシ科</u> 、 <u>タマムシ科</u> 、 <u>アリ科</u> 、 <u>コシブトハナバチ科</u> などに属する昆虫
	木彫仏像・屏風、その他小型文化財
	<u>シバンムシ科</u> 、 <u>ミゾガシラシロアリ科</u> 、 <u>レイビシロアリ科</u> 、 <u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>コシブトハナバチ科</u> などに属する昆虫
	2. 竹 材
	<u>ヒラタキクイムシ科</u> 、 <u>ナガシクイムシ科</u> 、 <u>ミゾガシラシロアリ科</u> 、 <u>レイビシロアリ科</u> 、 <u>オサゾウムシ科</u> 、 <u>カミキリムシ科</u> などに属する昆虫
	3. 紙
	<u>シバンムシ科</u> 、 <u>シミ科</u> 、 <u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>コナチャタテ科</u> 、 <u>アリ科</u> 、 <u>ミゾガシラシロアリ科</u> 、 <u>コチャタテ科</u> などに属する昆虫
	4. 綿・麻
	<u>ミゾガシラシロアリ科</u> 、 <u>シミ科</u> 、 <u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>ヒロズコガ科</u> などに属する昆虫
	5. 畳
<u>シバンムシ科</u> 、 <u>ナガシクイムシ科</u> 、 <u>ミゾガシラシロアリ科</u> などに属する昆虫	
6. 乾燥植物（葉草・染料植物など）	
<u>シバンムシ科</u> 、 <u>ヒョウホンムシ科</u> 、 <u>カツオブシムシ科</u> 、 <u>コナチャタテ科</u> 、 <u>コチャタテ科</u> 、 <u>ヒロズコガ科</u> などに属する昆虫	
動 物 質 害 虫	1. 羊皮紙・毛皮
	<u>カツオブシムシ科</u> 、 <u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>ヒロズコガ科</u> などに属する昆虫
	2. 毛織物
	<u>ヒロズコガ科</u> 、 <u>カツオブシムシ科</u> 、 <u>シミ科</u> などに属する昆虫
そ の 他	3. 絹
	<u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>シミ科</u> 、 <u>カツオブシムシ科</u> 、 <u>ヒロズコガ科</u> などに属する昆虫
4. 動物標本	
<u>カツオブシムシ科</u> 、 <u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>ヒョウホンムシ科</u> 、 <u>コナチャタテ科</u> 、 <u>コチャタテ科</u> 、 <u>シバンムシ科</u> 、 <u>ヒロズコガ科</u> 、 <u>アリ科</u> 、 <u>シミ科</u> などに属する昆虫	
そ の 他	1. 文化財を汚染するもの
	<u>ミゾガシラシロアリ科</u> 、 <u>ゴキブリ科</u> 、 <u>チャバネゴキブリ科</u> 、 <u>シミ科</u> 、 <u>イエバエ科</u> 、 <u>ヒメイエバエ科</u> 、 <u>アナバチ科</u> 、 <u>ドロバチ科</u> などに属する昆虫

文化財害虫事典(2001)より引用





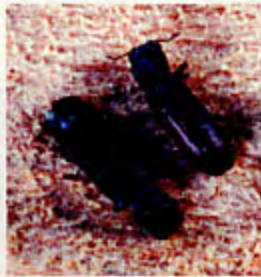
ヒラタチャタテ

多湿な環境にならないように、えさとなるカビ類の発生条件以下（相対湿度60%以下）に湿度を抑える



ヒメマルカツオブシムシ

文化財に対する被害が多いので注意



ヒラタキクイムシ

予防のため、建材には広葉樹辺材の使用を避ける  
合板を使用する場合には、防虫合板を使用すると良い



フルホンシバンムシ

通常 1年1世代

成虫出現時期：5月頃



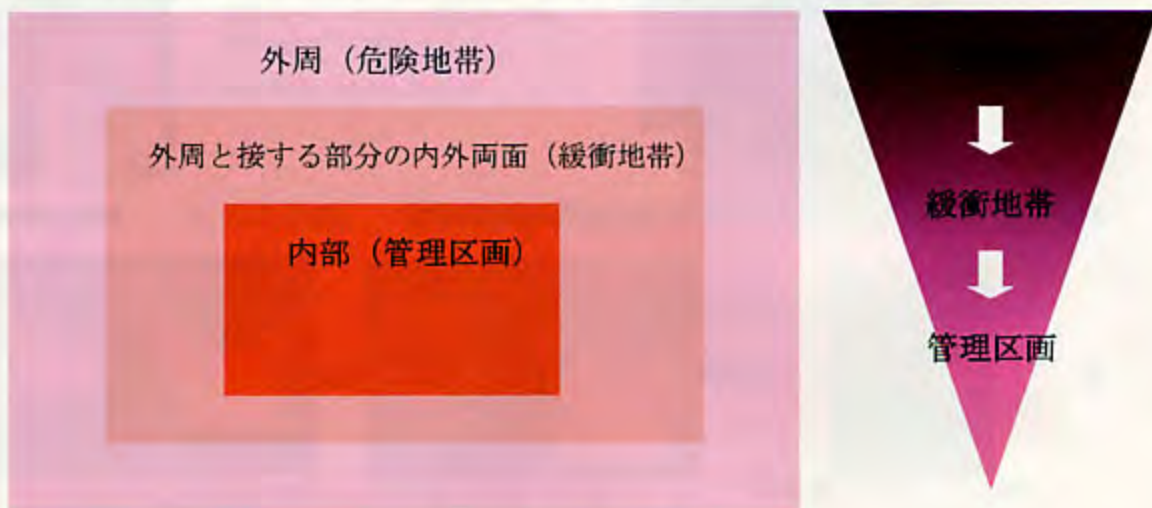
シバンムシによる古文書の被害

# 1 問題点を洗い出し 優先順位をつける

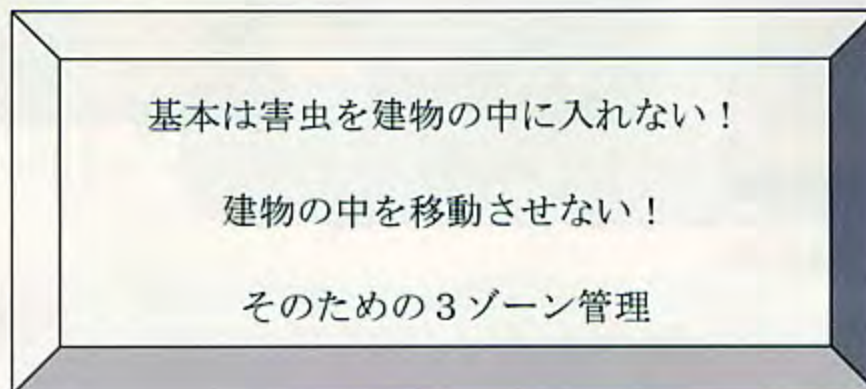
## 1-1. ♪ 過去の履歴を調べよう

学芸員の業務日誌  
(3～5年連続式が便利)  
他学芸員の記憶  
他のスタッフへのインタビュー  
清掃スタッフ  
展示室の解説員  
警備員  
外部委託協力者  
インタビュー  
調査報告書

施設は大きく3ゾーンに分けて、問題点を見つけましょう。

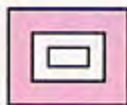


観客の動き、職員の活動と文化財の移動ルートを考えて、虫の侵入・拡大ルートを見つけましょう。



## 1-2. 施設の点検

### 外周（危険地帯）



#### チェックポイント

- ・ 水回りの状態・・・雨樋からの水はどこへ？排水溝は詰まっていないか？周囲にたまりはないか？
- ・ 立ち枯れの木はないか？鳥の巣はないか？切り株は放置していないか？
- ・ 屋根に木の枝がかかっているか？
- ・ 建物基礎の露出などがいいか？ドライエリアは十分な幅があるか？

#### チェック箇所



雨天時の水の流れ



建物周囲の水の溜まり方



雨樋の状態



排水管の破損



排水溝の目詰まり



建物周囲のドライエリアの管理



施設周辺樹木に巣はないか



鳥など動物遺体の放置はないか



薪などの積み放しはないか



目視点検で最低年2回はチェックしよう

## 外周と接する部分・内外両面（緩衝地帯）



### チェックポイント

- ・ 水漏れはないか？高湿度の場所はないか？
- ・ 穴はふさいでいるか？窓には網戸があるか？換気扇に防虫ネットはあるか？
- ・ 食べ物の後始末はきちんとしているか？ゴミ処理までの期間は長くないか？

### チェック箇所



外壁の亀裂（雨天後がわかりやすい）



害虫侵入の恐れのある穴



扉など開口部の周囲



搬入口のシャッターの隙間



照明光の漏れ（虫の誘因）



外壁のシミ（建物内高湿度の要因？）



ゴミの放置（虫の誘因・繁殖助長）



資材の放置（虫の栄養を助長）



切り花などの設置と管理



台風・降雪後には必ずチェックしよう！

## 内部（管理区画）



### チェックポイント

- ・被害を受けやすい文化財や収納場所の発見と監視
- ・モニタリングと目視点検
- ・温度湿度の制御

### チェック箇所



収納棚は床から 20 cm 以上高いか？



空調の吹き出し・吸い込みをふさいでいないか？



収納箱を使用しているか？



温度湿度を測定記録しているか？



スリッパを使っていますか？



埃は積もっていないか？



毛布や綿ふとん等の収納補助具は  
清浄か？



床掃除ができますか？



展示ケースに隙間はないか？



完璧を求めず、やれることから始めよう

# 2 衛生管理と侵入の防止

## 2-1. 掃除、掃除、掃除！

そうじは大変重要です。

掃除をすることで、虫の発見もでき、見落としている点に気付きます。

緩衝区画 エントランスホールなどは毎日必ず掃除しましょう。

管理区画 展示室は毎日、掃除しましょう。

掃除しにくい場所も、虫の繁殖を防ぐために年1回は掃除しましょう。

展示ケースの下……年1回以上（12～3月頃の低温期に）

- 収蔵庫 - 床
- 棚の下
- 資料周り（3年に1回は必ず）



3年という基準は、相対湿度65%程度でカビが繁殖し始める期間、つまり放置の限界年数です。

排気を工夫しよう！



HEPAフィルターの装着  
（塵埃を排気しない）



ビニール袋等を室外や、空気清浄機までつないで排気するのにも工夫です。

\*空気清浄機で室内のホコリなどを減らすのも良い方法です。  
空気清浄機は、使用する空間の体積がその機種の有効範囲内か確かめましょう。

## 2-2. 侵入の防止

### 隙間をふさぐ



まず、害虫の侵入を阻止することを検討しましょう。



開口部には必ず網戸・防虫ネットを



開口部の周囲をふさぐ

緩衝区画と管理区域の隙間を捜そう

### 防虫剤を使用する

虫の生態を把握して使い方を工夫しましょう



必要な場合には、防虫剤／蒸散性薬剤を適正量で使いましょう



防虫剤は箱の中で使うもの、開放空間ではあまり効果はありません

☞ 薬剤は手につかないように、気をつけて使いましょう。

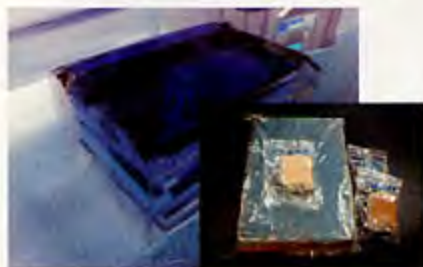


人の出入りが多い場所で薬剤を使おうと考えている場合、人体への影響に十分気をつけて薬剤を選びましょう。

明らかに害虫がいる時は適切な処置を(15ページ)

### 借用／貸出時の点検

目的：害虫の侵入を防ぐ 方法：資料とともに入ってくる害虫の隔離と監視



加害が疑われる時は、厚手のポリエチレン袋に封入して様子を観察しましょう。  
(結露に注意)

① 点検  
糞・食べかすはないか？

② 資料をきれいにする

③ 新たに糞・食べかすが出ないか監視

# 3 害虫等の発見—日常点検

日常点検は、繁殖の速い害虫を早期発見し、拡大の阻止と対処を早い段階で行うためのものです。

## 3-1. 目視での資料の点検

目的：資料の中で活動する害虫の発見  
頻度：被害を受けやすい資料を定期的に点検



- ・ 高湿度、埃の放置は、営巣や繁殖の原因になるので、室内の温湿度むらをなくす工夫と定期的な清掃を心がけましょう。
- ・ 害虫そのものや脱皮殻、糞などの痕跡を見つけた場合は、形がこわれないようにフィルムケースなどに採取し、日常管理の担当者すみやかに知らせましょう。

### 害虫発見ラベル

虫を発見したら、記録するよう全館職員の協力を得ましょう

日付	発見者
場所	他に調べた方がよい場所
虫の種類	生死/フン/食べかす等
備考	

## 3-2. モニタリング

目的：動き回る虫の監視  
手段：粘着トラップを使用  
使用法：決まった場所に設置して、定期的に捕まえた害虫の数・種類を記録する

### ■ 使い方



粘着トラップの一例

ポイントを絞って長期の調査

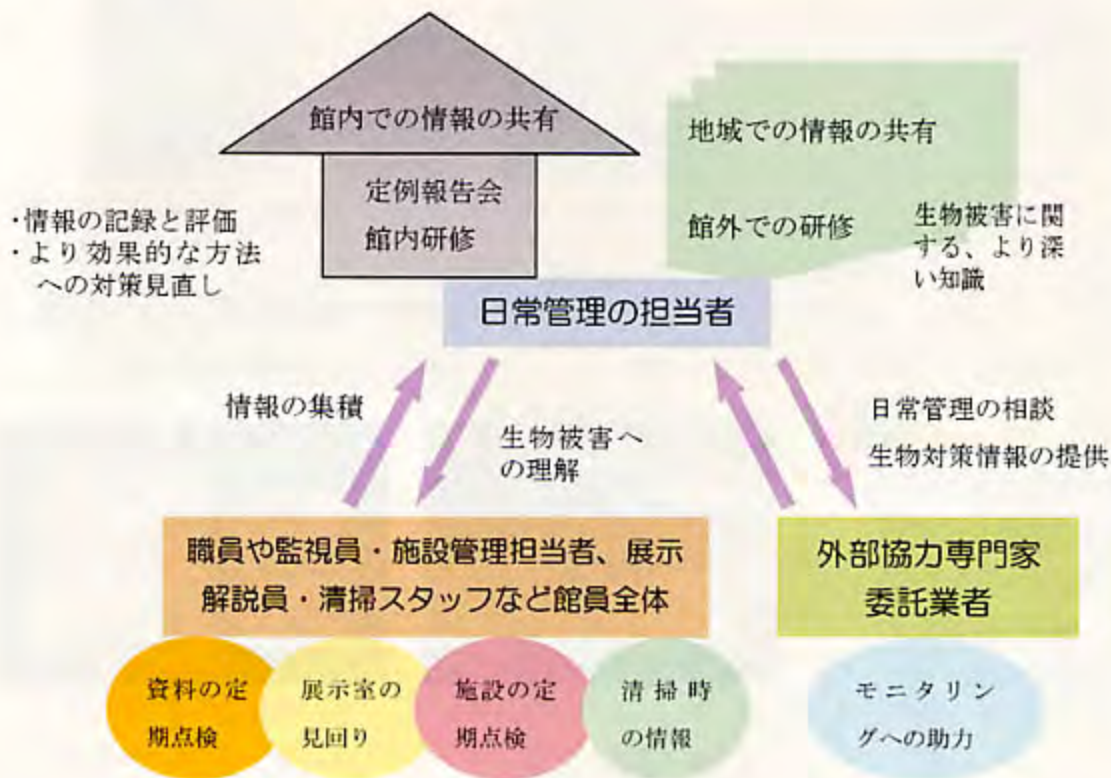
害虫の種類・数を、採取日と一緒に平面図に書き込みましょう。虫のかかったトラップを放置するとカツオブシムシが繁殖します。

モニタリングで監視できるのは、建物の中で動き回る虫に限られます。所蔵品や資材などの内部で生息する虫は、フンや虫の食べかすが出ているかどうかを確認しましょう。



# 4 管理の方法をつくろう

日常管理は、地味で根気の要る仕事です。担当する人だけに任せっぱなしにせず、関係者みんなで取り組みましょう。



報告会を定期的に行う、また館内研修を開催するなど、関係者全員が生物被害を理解し、積極的に予防活動に取り組めるように情報を共有しましょう。



外部協力機関への相談の様子

館内に害虫や被害状況などの写真・記事・ポスターなどを掲示するのも良い方法です。



ポスター掲示の様子

## 館独自の管理カレンダーを作ろう！

施設の建物の特徴や周辺の気候・環境、発生する害虫の種類や館内の場所・時期に着目して、管理カレンダーをつくりましょう。

【例】

	施設の特徴や周辺環境	起きやすい被害時期	対策
危険地帯	入口付近の照明	蛾などの誘引 3～12月	開口部周辺の閉鎖状況を点検 確実な清掃
緩衝地帯	エントランスホールの花	カワブシ等の侵入 5～7月	置かない グリーンボットは毎日手入れを
	資材置場の扉下にすきま	害虫の移動 3～12月	3～4月には、必ず掃除 隙間の閉鎖を点検
管理区画	展示室/エントランス間の扉	結露 12～2月	冬季の室内制御条件を変更

【例】

4月 緩衝地帯の監視強化  
⋮  
6月 カビ、結露に注意  
7月 防虫剤・忌避剤の活用  
8月 ゴキブリの移動に注意  
⋮



\* どの時期に \*  
\* どこを \*  
\* 何を目的に \*  
\* どのような管理 \*  
をするのかに着目して計画を立てよう

# 5 もしも、害虫等が発生したら



## 対処の流れ

まず、文化財害虫かどうかを調べよう→『文化財害虫事典』

### ただちに隔離・封鎖！

- 害虫の拡散と被害の拡大を阻止しましょう
- ・ 処置法決定のために調査する  
(資料の材質/被害の範囲/害虫の種類/生態 etc)
  - ・ 隔離にポリエチレン袋を使う場合には、蒸れないように気をつけましょう。

### 調査に基づいて処置しよう

調査結果に基づき、さらに収蔵品・人体への影響、地球環境などに配慮し、専門家と相談して、処置方法を決めましょう。

- \* 処置方法 \*
- ・ 薬剤を使用しない方法
    - 低酸素濃度処理
    - 二酸化炭素処理
    - 温度処理（低温/高温）など
  - ・ 薬剤を使用する方法
    - 燻蒸剤
    - 蒸散性薬剤
    - 忌避処理剤（施設・資材用）など

### 🎵 予防システムを見直そう！！

害虫をいったん死滅させても、条件が変わらなければ被害は再発します。  
まず、侵入経路の発見とその遮断方法を検討しましょう。  
日常の管理方法や管理の範囲の再確認が、再発防止のために重要です。



## 処置方法の具体例

さまざまな処置方法の中からどのような処置方法を選ぶかは、処理する資料の材質と各処置法の特徴を知る必要があります。

### 低酸素濃度(脱酸素)処理



原理	脱酸素剤によって密閉空間の酸素濃度を 0.3% (3000ppm) 未満 (脱酸素剤の場合は 0.1% 未満にできます) にまで下げて、酸欠状態にして害虫(卵・さなぎを含む)を殺す方法です。
利点	材質への影響が少ない 人体に安全
適用材質	すべての材質

### 用意するもの



- 酸素透過性の低い袋
- ヒートシーラー/変圧器
- 脱酸素剤 (RP システム K タイプ、三菱ガス化学 など)
- 酸素インジケーター

### 処理の手順



袋に資料と計算した数\*の脱酸素剤、インジケーターを入れる。\*次ページに記載



資料を入れ、クリップでとめる。**※ポンプを使った脱気は不可**



上部を2列ほどヒートシーラーで熱接着する。



分厚い重なり部分がある場合には、その部分を再度熱接着する。



2~7日後(サイズ、内容物により異なる)にインジケーターがピンク色に変わっているか確認する(空気漏れがないかチェック)。



必要な期間、そのまま放置  
室温が十分に高い場所が効果が高い\*\*。



密閉性を保つため、酸素を透過しにくい専用フィルム袋等を使いましょう

- 各脱酸素剤の性質、性能を調べてから使いましょう  
⇒RP システム K タイプ、あるいはエージレス Z が文化財への使用実績があります
- \*\*処理は 20℃ 以上で行います

## 適切な使用量の求め方

### RP剤の場合

容器内空気量(ml)	RP - 20K 必要個数
4000 以内	2 個
6000 以内	3 個

$$\text{容器内空気量(ml)} = \text{容器全体の体積(ml)} - \frac{\text{文化財の重さ(g)}}{\text{文化財の比重(g/ml)}} *$$

\* 比重：文化財が { 金属系ならば、その材質の比重の概算値を用い、  
非金属系ならば1とする

## 害虫の耐性(強さ)別の処理仕様

タバコシバンムシ ジンサンシバンムシ ケブカシバンムシ ヒラタキクイムシ フルホンシバンムシ	ヒメカツオブシムシ ヒメマルカツオブシムシ アメリカカンザイシロアリ ワモンゴキブリ	チャバネゴキブリ コイガ イガ ヤマトシミ マダラシミ
30°C - 3 週間 または 20°C - 10 週間	30°C - 1 週間 または 25°C - 2 週間 または 20°C - 4 週間	25°C - 1 週間 または 20°C - 4 週間

\* 酸素が 0.2%未満に維持できた場合の、処理期間の目安です。

木川ら (2001) より引用、一部改変

処置する害虫の種類  
は何ですか？



## 二酸化炭素処理



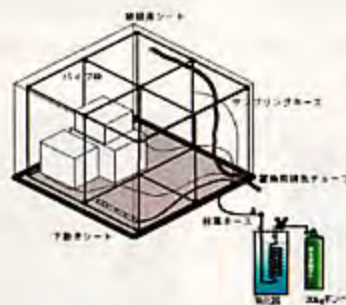
原理	高濃度（約 60% 容量）の二酸化炭素の毒性により害虫を殺す方法です。
利点	・低酸素濃度処理ほど高度な気密性が要求されない。 ・二酸化炭素を透過しにくい素材を使用すれば、従来の天幕燻蒸と同等の手軽さで多数の資料が処理できる。殺虫に必要なガス濃度が簡単に達成でき、しかも安価である。
適用材料	民俗資料（衣装、わら製品、竹製品、彩色のない木製品）
非適用材料	一部の顔料（鉛系顔料に変色例）に影響を及ぼす恐れがある。 *同じ鉛系顔料でも、膠による彩色では変化は見られず、また相対湿度 90% 以上の高湿度環境でなければほとんど問題ないことがわかっています。

### 用意するもの



(写真 液化炭酸株式会社提供)

- a. 炭酸ガスボンベと簡易二酸化炭素殺虫バッグ  
(二酸化炭素を透過しにくい素材)  
エチレンビニルアルコール共重合体積層  
(EVOH)をラミネートしたシート(パリアクロスシート  
(二酸化炭素透過性)/藤森工業株式会社)



b. 二酸化炭素殺虫の模式図

### 処理手順

- ① 段ボール箱などに収納した資料をテント内に搬入する。
- ② ジッパー式のテントを使用する、あるいは二酸化炭素ガスが抜けにくい素材で包み込み、開口部を熱接着する。
- ③ およそ 70~75% 容量になるまで、二酸化炭素ガスを導入する。
- ④ 濃度チェックをしながら、約 60% 容量の二酸化炭素濃度を維持する。処理温度はおよそ **25°C を維持し、2 週間** 処理する。
- ⑤ 処理が終わったら、人体への安全性に注意しながら、排気する。



・使用する二酸化炭素は高圧ガスで供給されます。高圧ガス保安法に従って取り扱います。  
・高濃度 CO<sub>2</sub> は、使い方を間違えると人命に関わる危険性があります。  
・CO<sub>2</sub> は 40% 未満になると十分な殺虫効果が得られなくなります。また効果的に CO<sub>2</sub> 殺虫処理を行うには、ある程度の酸素濃度が必要なので、CO<sub>2</sub> 濃度が 80% 容量を超えないようにすることがポイントです。

## 害虫の耐性(強さ)別の処理仕様

タバコシバンムシ ジンサンシバンムシ ケブカシバンムシ フルホンシバンムシ ヒラタキクイムシ	ヒメカツオブシムシ ヒメマルカツオブシムシ アメリカカンザイシロアリ ワモンゴキブリ	チャバネゴキブリ コイガ ヤマトシロアリ イガ ヤマトシミ マダラシミ
25°C-2週間	25°C-1週間	25°C-1週間

木川ら(2001)より引用、一部改変

- \* 炭酸ガス 60%vol(容量)での処置についての、処理期間の目安です。
- \* カミキリムシ幼虫は、二酸化炭素処理への耐性が強いので、適用できません。

効果的な処理をするには  
害虫の性質をよく知ることが必要です



## 低温処理



・30℃で約5日間、  
・20℃で約2週間

原理	-20℃～-40℃に一定期間置くことによって、文化財表面や内部についた害虫（卵・さなぎも含む）を殺す方法です。
利点	・薬剤を使用しないので、安全で、環境を汚染しません。 ・冷凍庫があれば、ランニングコストが比較的安価です。 ・専門業者でなくても随時行えます。
適用材料	布、毛皮、羽毛、皮、紙、木など （但し、他の材質を組み合わせたり、コーティングしていないもの） 動植物標本
非適用材料	上記以外のもの 特にゴム、合成樹脂、油彩画、アクリル画、写真、アッサンブラージュ *低温により、変質・剥離が生じます

## 用意するもの



薄手のポリエチレン製袋、薄紙  
熱圧着器/変圧器



ポリエチレン製容器

## 処理の手順



資料をなるべく薄く広げ薄紙等で包み、水分を透過しないプラスチック袋に入れます。



空気をできるだけ抜いて、ヒートシーラーで完全に密封します。



冷凍庫が設定温度に達したら、資料を冷凍庫に入れ、必要時間冷却します。



取り出し後、袋に入れたまま徐々に室温に戻します。



害虫がついていたら、その死亡を確かめてから取り除き、保管場所に戻しましょう。



ポリエチレン製の容器も使えます。ポリプロピレン製容器は、繰り返し使用で破損のおそれがあります



- ・適用できる材質かどうか確認しましょう。
- ・急速に中心部まで温度を下げると確実に殺虫できます。
- ・温度が確実に下がるように、資料は厚くなりすぎないようにしましょう。（できれば10cm以内に）
- ・処理後、室温に戻した時は、プラスチック袋表面の結露が完全に乾いてから開封しましょう。



## 資料の凍結のおそれについて

低温処理法は、凍結法 (freezing method) とも呼ばれるため、その呼称から書籍などの資料に含まれる水分が凍結するのではないかと誤解されることがあります。

しかし、一般の博物館美術館等の保存環境 (相対湿度 50%~65%) にある資料では凍結して資料を破損することはありません。

これは、多孔質 (紙や木材といった繊維質の資料) に含まれる水分が、繊維に強く吸着されている水分であり、自由水と異なるからです。

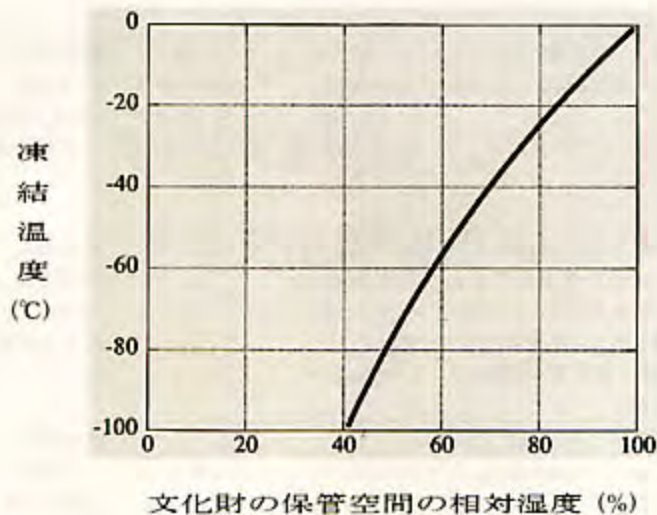


図 資料の凍結温度と相対湿度の関係

石崎ら(2002)より引用

上の図から

相対湿度 50%の場合	→	凍結温度	約-77°C
相対湿度 55%の場合	→	凍結温度	約-67°C
相対湿度 60%の場合	→	凍結温度	約-57°C
相対湿度 65%の場合	→	凍結温度	約-48°C

となることがわかります。

以上から、一般の博物館環境 (湿度 50%~65%) で長期保管している資料は、低温処理 (-20°C~-40°C) 下でほとんど凍結の心配がないことがわかります。

## 資料編

処置は、資料への安全性、人体・地球環境への影響を総合して検討・決定しましょう。

全般に処理期間は長めであるが、人体や材質への影響という点では燻蒸剤の比較にならず、安全面での利点は大きいです。

表1 薬剤を用いない殺虫法について

処理	適した用途	材質への影響	殺虫効果	殺菌効果	人体への安全性	備考	対象
低酸素濃度処理(窒素、アルゴンなどの不活性ガス)	全般	ほとんど影響しない。ただし湿度、風圧には注意	～ 木材深部などに適用しにくい対象あり	×	～ 酸素濃度が18%以下になると危険	処理期間：1～3週間(室温の場合より長時間)	文化財
低酸素濃度処理(脱酸素剤)	全般	脱酸素剤の種類によっては悪影響を及ぼすものがあるので、文化財に適したものを使用する。種類、使用量、設置法に注意	～ 木材深部などに適用しにくい対象あり	×		処理期間：1～3週間(室温の場合より長時間)	文化財
二酸化炭素処理	民具(衣装、木製品、わら製品、竹製品など)、書籍・彩色のない文書類	きわめて高湿度になった時に、一部の金属、一部の顔料粉体に変色。その他、大きな影響は報告されていない。	～ カミキリムシなど一部の大型木材害虫は耐性が強い	×	二酸化炭素濃度が1.5%以上になると危険	処理期間：1～2週間(室温の場合より長時間)	一部の文化財
低温処理(-20～-40)	書籍・古文書、毛皮・織物の一部、動植物標本、木製品(単体)	一般に左記以外は適用困難		×		処理期間：-30で5日程度、-20で2週間程度	一部の文化財
高温処理(50～60)	建造物、木製品、乾燥植物標本、資材など	一般に、左記以外はあまり適用されない			胞子は生存	処理期間：数時間～1日以内	一部の文化財、資材など

○：高い ○：場合によっては低い ×：低い、あるいはまったくなし

文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2004年3月現在)

薬剤は使用目的に合わせて選ぶことが大切です。此<sup>レ</sup>が実際に生えていなければ、「殺菌」燻蒸する必要はありません。害虫が発生した時には「殺虫」のための投薬量で処理しましょう。「殺菌」には「殺虫」よりもずっと多くの薬量を必要とするため、文化財に対する薬害のおそれも増大します。

表 2 使用目的と薬剤

使用目的	薬剤	商品名の例	対象	
殺虫	燻蒸剤	臭化メチル 臭化メチル・酸化エチレン フッ化スルフリル 酸化エチレン・フルオロカーボン製剤 ヨウ化メチル 酸化プロピレン(希釈剤アルゴン)	メチプロン エキボン ヴァイケーン エキヒュームS アイオガード アルブ	文化財、施設、資材 など
	蒸散性殺虫剤	DDVP(ジクロロポス)蒸散製剤	パナプレート	文化財
防虫	忌避処理剤	ビレスロイド(エンベントリン)炭酸製剤 ビレスロイド(シフェノトリン)炭酸製剤	ブンガノン VA ブンガノン	施設など
	蒸散性防虫剤	DDVP(ジクロロポス)蒸散製剤 ビレスロイド(エンベントリン)蒸散製剤 パラジクロロベンゼン 樟脳 ナフタレン	パナプレート ブンガノン VA プレ ート	文化財
殺菌	燻蒸剤	臭化メチル・酸化エチレン製剤 酸化エチレン・フルオロカーボン製剤 酸化プロピレン(希釈剤アルゴン) ヨウ化メチル	エキボン エキヒュームS アルブ アイオガード	文化財、施設、資材 など
	消毒剤	エタノール	消毒用アルコール	一部の文化財
防カビ	防カビ処理剤	ヨード系炭酸製剤	ライセント	施設など

文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)

表 3 従来の燻蒸施設の活用について

	燻蒸剤、その他	用途	備考
そのまま使用できる	フッ化スルフリル	殺虫	
	酸化エチレン・フルオロカーボン製剤	殺虫 殺菌	
改変が必要	窒素	殺虫	温度調節器、湿度調節器 などが必要
	二酸化炭素	殺虫	温度調節器、攪拌機など が必要
	ヨウ化メチル	殺虫 殺菌	特殊なガス発生・投薬装 置、攪拌機などが必要
	酸化プロピレン	殺菌 殺虫	特殊なガス発生・投薬装 置、攪拌機などが必要

文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)

殺虫・殺菌を有効に行うためには、適切な温度(20℃以上)が必要です。従来の燻蒸施設の温度調節機能を利用して、その庫内でガス透過性の低い素材などを使用して包み込み、処理を行うのも良い方法です。低酸素濃度処理、二酸化炭素処理には特に有効です。

いずれも、文化財・施設・  
資材に対して使えます。

表4 燻蒸剤について(原則として薬剤が残留しない)

薬剤	被害のおそれのある材質	材質への影響	殺虫効果	殺菌効果	防虫効果	防カビ効果	人体への安全性	備考
臭化メチル	硫黄を含んだ物質(青焼き文書、毛皮、皮革、ゴム、写真)、動植物資料	硫黄を含む物質に悪臭、動植物資料のDNAに影響		×	×	×	×	臭化メチルがオゾン層破壊物質であるため、2004年末に使用が全廃される
臭化メチル・酸化エチレン製剤	硫黄を含んだ物質(青焼き文書、毛皮、皮革、ゴム、写真)、動植物資料	蛋白質、セルロース、樹脂などに化学変化の可能性、硫黄を含む物質に悪臭、動植物資料のDNAに影響			×	×	×	臭化メチルがオゾン層破壊物質であるため、2004年末に使用が全廃される
フッ化スルフル	明確な記述なし	一部の金属にさび、一部の紙類のpHの低下、一部の合成樹脂に化学変化との報告あり、動植物資料のDNAにはあまり影響がない		×	×	×	×	低温では効果が劣る(15以上で行う) 浸透性は高いが殺卵力に劣る 中毒時の解毒剤なし 材質に及ぼす影響は微量含まれる酸性不純物が原因とされる
酸化エチレン・フルオロカーボン製剤	動植物資料	蛋白質、セルロース、樹脂などに化学変化の可能性、動植物資料のDNAに影響			×	×	×	酸化エチレンは対象物への吸着性が高く、発がん性あり 燻蒸後の十分なガス抜きが必要 爆発性あり、取り扱い注意
酸化プロピレン(希釈剤アルゴン)	動植物資料	楮、絹、フェルト、顔料、漆塗膜、金箔絵画材質への影響は目視では認められなかった、動植物資料のDNAに影響			×	×	×	浸透性がやや劣るため、燻蒸時に防爆ファンで攪拌が必要 対象物への吸着性が高く、発がん性の疑いのある物質 爆発性あり、濃度管理に細心の注意が必要
ヨウ化メチル	銀製品、発泡ウレタン樹脂、硫黄を含んだ物質(青焼き文書、毛皮、皮革、ゴム、写真)、動植物資料	銀製品は場合によって変色、発泡ウレタン樹脂・ダイアミド(ナイロン)樹脂などは黄変、青焼きコピーや皮革、ゴム、卵白などに悪臭を生じることがある。動植物資料のDNAに影響			×	×	×	沸点が高いため、気化および導入の際、工夫が必要 低温では行わない 燻蒸雰囲気下では高温の熱源は置かず、日光、照明の点灯は避ける

:高い :場合によっては低い ×:低い、あるいはまったくなし

文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)

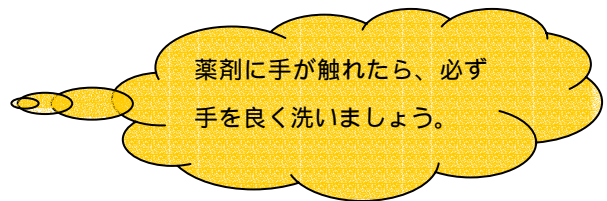
**注**

燻蒸剤は、いずれも低温だと十分な殺虫・殺菌効果が得られません。低温時に燻蒸しなければならないときは薬量を増やすが、燻蒸時間を延長しますが、量を増やしたり、燻蒸時間を延長すると薬害の危険性が上昇するので、できるだけ15以上で燻蒸してください。

表5 蒸散性薬剤について(固体が昇華して効果を及ぼすもの)

薬剤	材質への影響	殺虫効果	殺菌効果	防虫効果	防カビ効果	人への安全性	備考	対象
DDVP (ジクロルボス)	銀・銅などの金属にさび、樹脂を軟化、一部のプラスチックを変形		×		×	×	ゴキブリなどの卵に対しては、殺卵力はない 人体への影響が大きいので、出入りの多いところで使用しない	いれども文化財
エンペントリン	銅製品は変色		×		×		開放系では殺虫効果は低い 殺卵力はない	
パラジクロロベンゼン	プラスチックや樹脂を軟化、樟脳と同時に使用すると、混融して汚損の原因となる		×		×		開放系では殺虫効果は低い 殺卵力は低い	
樟脳	パラジクロロベンゼンと同時に使用すると、混融して汚損の原因となる	×	×		×			
ナフタレン	樹脂によっては軟化、資料へ再結晶することあり	×	×		×			

閉鎖空間で使用し、空間体積に対して有効量を使用した場合を示す。  
 :高い :場合によっては低い x:低い、あるいはまったくなし  
 文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)



忌避処理剤は「防虫」効果を付与するときに使用するもので、屋内展示場に移築した民家などへの使用例があります。害虫がすでに発生している場合に使用しても、資料に隠れている害虫は生き残るため、100%の殺虫は不可能です。主な施薬対象は施設です。

表6 忌避処理剤について

薬剤	適した用途	材質への影響	殺虫効果	殺菌効果	防虫効果	防カビ効果	人への安全性	備考	対象
ピレスロイド(シフェノトリン)炭酸製剤	わら製品、竹製品、金属のない民具、民俗資料、移築民家、空部屋など	左記以外は一様に適用困難(くもり・べたつき)		×		×		接触しないと殺虫効果はない 殺卵力はない 忌避処理(防虫処理)剤として使用する(持続効果3~6ヶ月程度)	施設、一部の文化財
ピレスロイド(エンペントリン)炭酸製剤	わら製品、竹製品、金属のない民具、民俗資料、移築民家、空部屋など	左記以外は一様に適用困難(銅製品は変色)		×		×		接触しないと殺虫効果はない 殺卵力はない 忌避処理(防虫処理)剤として使用する(開放空間ではすみやかに蒸散)	

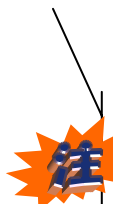
:高い :場合によっては低い x:低い、あるいはまったくなし  
 文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)

表7 殺菌剤について

薬剤	材質への影響	殺菌効果	防カビ効果	人体への安全性	備考
エタノール (70%)	材質によっては変形、変色、色落ち	-	-	-	文化財の防カビ剤としては通常使用しない 可燃性に注意 使用時は、換気に注意
パラホルムアルデヒド	金属の一部にさび、顔料の一部に変色	-	-	×	目、粘膜などでの刺激性があるほか、発がん性が疑われており、取り扱いに注意が必要
チモール	樹脂を軟化	-	-	-	独特の臭気がつく 殺菌効果はあまり高くない

:高い :場合によっては低い ×:低い、あるいはまったくなし

文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)



カビの生えた資料を扱う時は、作業者がカビを吸入しないように排気装置を備えた専用設備(ドラフト)あるいは手元排気可能な状況で行う必要があります。少なくともカビ吸入防止用のマスクを着用するなど、人体への安全も確保する必要があります。空気清浄機は有効ですが、完全ではありませんので注意が必要です。

表8 防カビ処理剤について(薬剤が付着・残留する)

薬剤	適した用途	材質への影響	殺虫効果	殺菌効果	防虫効果	防カビ効果	人体への安全性	備考	対象
ヨード系炭酸製剤 (IPBC)	わら製品、竹製品、金属のない民具、民俗資料、移築民家、空の部屋など	左記以外は一般に適用困難(鉄にさび)	×	×	×	-	-	すでに発生したカビに対して殺菌効果はない 防黴処理剤として使用する	施設、一部の文化財

:高い :場合によっては低い ×:低い、あるいはまったくなし

文化財害虫事典(2001)をもとに改変(2003年3月現在)



カビの繁殖防止は、基本的には湿度管理(相対湿度60%以下に保つ)とほこりや汚れを取り除く(掃除、空気清浄機の使用など)ことで達成できます。カビの胞子は、外気から常時、室内に侵入しています。空気を清浄に保ち、高湿度を避けるように環境を整備しない限り、いくら薬剤を用いてもカビの被害は再発します。

## 参 考 文 献

### < IPM 全般についての参考文献 >

- 中筋房雄，大林延夫，藤家梓（1997）『新農学シリーズ 害虫防除』，朝倉書店
- 山野勝次（2000）文化財害虫の防除対策-虫害ゼロを目指して独自の総合的害虫管理システムの確立を-，文化財の虫菌害，**40**，51-55.
- 文化庁文化財部（2001）文化財の生物被害防止に関する日常管理の手引き
- 佐野千絵，木川りか，山野勝次，三浦定俊（2002）文化財の生物被害防止のための日常管理について，月刊文化財**4**，26-35 .
- 木川りか，長屋菜津子，園田直子，日高真吾，トム・ストラング（2003）博物館・美術館・図書館等における IPM：その基本理念および導入手順について，文化財保存修復学会誌，**47**，印刷中
- Harmon, J. D. (1993) Integrated Pest Management in Museum, Library and Archival Facilities.
- Pinniger, D. and Winsor, P. (1998) Integrated Pest Management Practical, Safe and Cost-effective Advice on the Prevention and Control of Pests in Museums, Museums & Galleries Commission.
- Pinniger, D. (2001) Pest Management in Museums, Archives and Historic Houses, Archetype.
- Strang, T. J. K. (1996) Preventing Infestations: Control Strategies and Detection Methods, CCI Notes 3/1.
- Strang, T. J. K. (1996) Detecting Infestations: Facility Inspection Procedure and Checklist, CCI Notes 3/2.
- Strang, T. J. K. (1998) A Healthy Dose of the Past: A Future Direction in Herbarium Pest Control? in Managing the Modern Herbarium (Metsger, D. A. and Byers, S. C. eds.) Society for the Preservation of Natural History Collections.

### < IPM の具体例についての参考文献 >

長屋菜津子（2000）愛知県美術館の虫菌害対策（愛知県美術館の保存対策 その1・部分改定）愛知県美術館研究紀要 第6号，5-29.

### < 文化財害虫についての参考文献 >

- 独立行政法人文化財研究所東京文化財研究所編（2001）『文化財害虫事典』クバプロ
- 安富和男，梅谷献二（1995）『改訂 衛生害虫と衣食住の害虫』全国農村教育協会
- （財）文化財虫害研究所（2002）『文化財の虫菌害と防除の基礎知識』

### < 殺虫処理，殺菌処理に関する参考文献 >

- 木川りか他（2001）低酸素濃度および二酸化炭素による殺虫法 -日本の文化財害虫についての実用的処理条件の策定-，文化財保存修復学会誌，**45**,73-86 .
- 日高真吾他（2002）民俗資料等の二酸化炭素による殺虫処理の実例，文化財保存修復学会誌，**46**,76-95 .
- 石崎武志他（2002）文化財害虫の低温処理法に関する研究 -紙資料について-，保存科学，**41**,49-60.
- （財）文化財虫害研究所（2002）文化財の燻蒸処理標準仕様書
- Strang, T. J. K. and Dawson, J. E. (1991) Controlling Museum Fungal Problems, Technical Bulletin No.12, Canadian Conservation Institute.
- Strang, T. J. K. (1995) The Effect of Thermal Methods of Pest Control on Museum Collections, Biodeterioration of Cultural Property 3, Proceedings of the 3rd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, 334-353.

文化財の生物被害防止ガイドブック  
臭化メチル代替法の手引き（平成 15 年度版） -

平成 15 年 5 月 28 日発行

発行所：独立行政法人文化財研究所 東京文化財研究所

編集：東京文化財研究所 保存科学部生物科学研究室

印刷所：ヨシダ印刷株式会社

東京都墨田区亀沢 3 丁目 20 番 14 号

（ 非 売 品 ）