

〔資料〕 文化財 IPM プログラムにおける5段階制御の項目間の有機的連関 —皇居三の丸尚蔵館の取り組みから—

加藤 広樹*・矢澤 南歩*・建石 徹**

1. はじめに

本誌読者には釈迦に説法であろうが、文化財 IPM (Integrated Pest Management、総合的有害生物管理) とは、「生物被害防除のために、博物館・美術館・資料館・図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て使用し、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こと」と定義される¹⁾。CCI (Canadian Conservation Institute、カナダ保存研究所) では、文化財 IPM について5段階の制御項目を設けている²⁾⁻⁵⁾。すなわち、(1)回避 (Avoid)、(2)遮断 (Block)、(3)発見 (Detect)、(4)処置 (Respond)、(5)復帰 (Recover/Treat) の5段階である。これが現在の国際標準と言える存在になっている。教科書的な理解では、この5段階の制御項目のうち、特に重要な項目は(1)回避と(2)遮断と考えられている。これは文化財 IPM の理念を考えれば当然のことであろう。しかし一方で、筆者らが所属する皇居三の丸尚蔵館⁶⁾を含め多くの博物館等の現場では、館同士で収蔵品の貸借をする頻度が高いなどの理由により、館内に有害生物が侵入して以降の対応が日常の文化財 IPM 活動で大きな比率を占めていることも事実である。それゆえ、(3)発見以降の項目をいかに取り組むか、もちろん(1)回避と(2)遮断の一層の充実も必要であるが、何よりこれらを一連の系ととらえて、各項目を有機的に連関させることが重要であると考え。

本稿では、2016年頃から当館において実施してきた文化財 IPM 活動を通じて、この5段階の制御項目を有機的に連関させることの重要性について、筆者らが実体験の中で認識した経緯を共有する。特に、2023年にⅠ期工事分が竣工し、旧館から移転した新館における活動を中心に述べる。文化財を取り巻く状況が日々変わるなか、当館を含めた博物館等の今後の活動に資することを旨したい。

2. 文化財 IPM プログラムにおける5段階制御について

生物被害の段階的制御について、CCIの「文化財 IPM プログラムにおける5段階制御」を参考として整理する。

(1)回避 (Avoid)

清掃を基本とし、文化財害虫やカビの生息しにくい環境をつくり、それらを誘引するものを回避する。

(2)遮断 (Block)

文化財害虫などの侵入経路を遮断。ゾーニングなどが例として挙げられる。

(3)発見 (Detect)

生物生息調査や目視調査などの環境調査 (モニタリング) によって、害虫の早期発見。発見

*皇居三の丸尚蔵館、**皇居三の丸尚蔵館/文化財防災センター

した場合はその発生源を探る（原因追究）。これらを記録として保管する。

(4) 処置 (Respond)

原因から文化財に対して安全で的確な手段を用いて対処。場合によっては、施設の欠点も見直す。

(5) 復帰 (Recover/Treat)

改善がみられるようであれば、元の保管場所に文化財を復帰させる。改善がみられないようであれば、再度対策を検討。

以上のように5段階の生物対策の手順が示されており、文化財害虫やカビなどの制御を目標として、これらを順番通りに実施することが勧められている。

なお、博物館の建物内以外の環境、例えば屋外、屋根だけがある環境、屋根と壁がある環境、歴史的建造物等における対応については、ストラングと木川による整理・解説がある⁷⁾⁸⁾。また村田は、平時における環境の整備だけでなく、災害時などの際にも平時と連関したIPM活動を実施することを推奨している⁹⁾。いずれも重要な指摘であり、大変参考となる。

3. 皇居三の丸尚蔵館における文化財IPM活動の概要

3-1. 建築および構造概要

当館の建築および構造の概要（I期工事分）を以下に示す。

- ・所在地：東京都千代田区千代田1-8 皇居東御苑内
- ・起工：2019年12月1日
- ・竣工：2023年1月10日
- ・建築面積：延床面積 7,656 m²

地下1階	1,189 m ²
1階	2,842 m ²
2階	2,417 m ²
3階	1,190 m ²
屋上階	18 m ²
展示室総面積	690 m ²
収蔵庫総面積	2,740 m ²
- ・構造：鉄骨鉄筋コンクリート造
 - 地下1階：機械室
 - 1階：展示室（2室）、一時保管庫（1室）、トラックヤード、調査室、展示器具室、館長室、事務室、学芸室（2室）など
 - 2階：収蔵庫（前室（1室）、収蔵庫（4室））、修理室、写場
 - 3階：収蔵庫（前室（1室）、収蔵庫（4室））、紙類置場
 - ※1階は収蔵エリア、展示エリア、事務エリアが並存している。2・3階は全て収蔵エリアである。
- ・収蔵庫・展示室の空調：
 - 熱源方式：空冷ヒートポンプ式チリングユニット（電気・ガス式）
 - 空調方式：エアハンドリングユニット
 - ※24時間空調

3-2. 文化財 IPM 活動の概要

現在、当館において実施している文化財 IPM 活動は、文化財 IPM プログラムにおける5段階制御に則っている。項目ごとに詳細を示す。

(1) 回避 (Avoid)

・日常的な清掃

毎週木曜日の16時から1時間程度、参加できる館職員（研究員、事務職員）全員で、館内外の清掃を実施している（図1）。

・除塵防黴作業

年に1回、1～3室の収蔵庫内全域の清掃を実施している。

内容は、作品外箱や棚、床、壁面、天井の拭き掃除をすることで、文化財害虫やカビの発生原因となる埃などを可能な限り除去する。

作業は研究員と文化財保存環境管理や作品運搬を専門とする業者で5日間程度、集中的に行なう。



図1 日常的な清掃（館周辺の清掃・除草作業）の様子

(2) 遮断 (Block)

・ゾーニング

収蔵エリアとそれ以外（展示・事務）のエリアに分けている。収蔵エリアに入る場合には、靴の履き替えや粘着マットの上を通ることを条件にしている。また、屋外につながる出入り口については、害虫侵入防止用ブラシ（バーカット（株式会社パーテック製）やモヘヤを利用して、屋外からの害虫などの侵入をできる限り防止している。

(3) 発見 (Detect)

①環境調査（モニタリング）

・生物生息調査

生物生息調査用のトラップを設置し、虫の捕獲状況を把握する。

設置個所は館全体で101箇所であり、そのうち収蔵庫は各々5～8箇所である。収蔵庫以外では館職員などの動線となる箇所に設置している。実施は年4回、時期は1月、4月、7月、10月、設置期間は1か月程度である。

また、生物被害の兆候がみられたときやそれを処置した場合、臨時的にトラップを設置する。この際のトラップは4方向が開いたものを使う（図2）。4方向が開いていると害虫がトラップのどの方向から入ったのかが明確になり、害虫侵入経路の探索

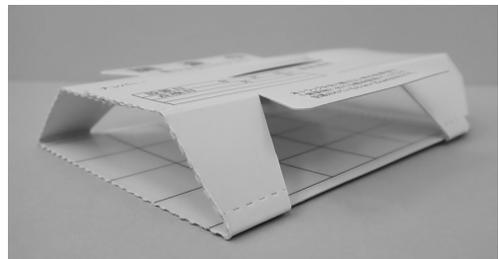


図2 4方向開口のトラップ（上）
下は通常のもの

がより具体的になることが期待される。

記録は、データとして館内に保管している。

・付着菌調査

各室内で採取したものを、CP加ポテトデキストロース寒天培地を用いて培養し、カビの種類やコロニー数を把握する。

採取箇所は館全体で27箇所、そのうち収蔵庫は各々2~3箇所である。実施は年4回、時期は2月、5月、8月、11月である。

また記録したものは、データとして館内に保管している。

・温湿度測定（記録）

毛髪式自記温湿度記録計（以後、毛髪計）とデータロガーを併用している¹⁰⁾。両者とも1か月ごとに記録紙交換もしくはデータ抽出を行ない、温湿度の変化を確認している。

測定箇所は館全体で毛髪計が21箇所、データロガーが28箇所である。そのうち収蔵庫は各々毛髪計が1~2箇所、データロガーが1箇所である。

また記録したものは、データとして館内に保管している。

・目視調査

目視により現場を観察することで、保管場所への人の出入りの頻度、データ上ではみつけることができない木製外箱の虫喰いの痕跡（木を食害した跡）などといった生物被害の兆候に関する情報を得ることができる。

当館は調査のための測定箇所を全体が把握できる程度にし、生物生息調査などの時期も季節ごとに設定することで、測定数を可能な限り減らし、保存担当の研究員が処理できるようにしている。これはデータの分析を継続して実施することに重点をおいているからである。測定数が多くなれば分析はより正確になるだろうが、集計や分析にばかり時間が費やされるか、記録を取っただけで活用されないデータを多数死蔵するだけになりかねない。これでは生物被害の原因追究やそれに対する処置に活かすことができず、環境調査の意味がなくなってしまう。

②生物被害の兆候の察知とその原因の追究

当然のことであるが、文化財を加害する害虫やカビが生息していなければ、文化財は生物被害を受けることはない。害虫などが突然出現することはなく、発生には必ず理由がある。仮に突然害虫などが現れ文化財を加害したように見えても、その原因を辿っていけば、害虫などの侵入経路の特定へとつながり、結果的には害虫などが外部から文化財保管場所へ侵入したことに集約される。これが生物被害のはじまりであり兆候と考える。そして、兆候を察知することは、生物被害を未然に防ぐことやその早期発見につながる。

生物被害の兆候は先述した環境調査から察知できることが多い。仮に生物被害の兆候が現れたなら、調査結果に変化が生じるはずである。すなわち、調査結果から変則的な変化を見つけることが兆候を察知することにつながる。この変化を認識するためには、館特有の基本となる調査結果の傾向を把握していることが前提である¹¹⁾。そこから逸脱した結果は変則的な変化と考えられ、精査する必要がある。

兆候を察知したなら、その原因を探る。発生源はどこか、なぜ繁殖しているのかといった原因にあたるものを、環境調査と捕獲された害虫の生態的な特徴から総合的に導き出す。仮に原因の特定が困難であっても、当館では仮説を立てるようにしている。それにより、次の項目にあたる処置の目的が具体的になるとともに、その内容も明確になる。

図3は各収蔵庫の生物生息調査4回分（2023年7月～2024年4月）の捕獲数の推移を示したものである。当館の生物の生息状況の傾向として、捕獲数は7月に増加し、それ以外の時期は減少もしくはほぼ横ばいになる。このことを踏まえて推移グラフをみると、収蔵庫①¹²⁾のみ2024年4月の調査（図3の黒線で囲った箇所）においてわずかに増加している。他の収蔵庫は減少もしくはほぼ横ばいを示しており、明らかに収蔵庫①の結果は異なる。当館ではこれを変則的な変化とし、生物被害の兆候の可能性があると考え、原因を追究する。収蔵庫①のトラップの捕獲状況を詳細に確認すると、収蔵庫東側のトラップ（図4の●印）に捕獲が集中しており、その周辺に原因があると考えられた。このように、変則的な変化をデータから察知し、その原因をデータや目視調査などから探るようになっている。

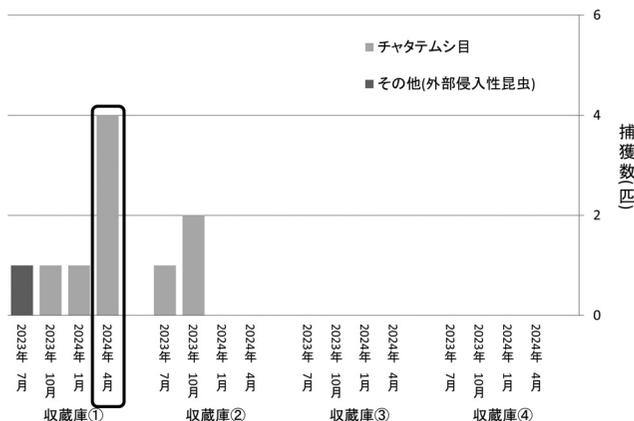


図3 収蔵庫内生物生息調査結果
(2023年7月～2024年4月)

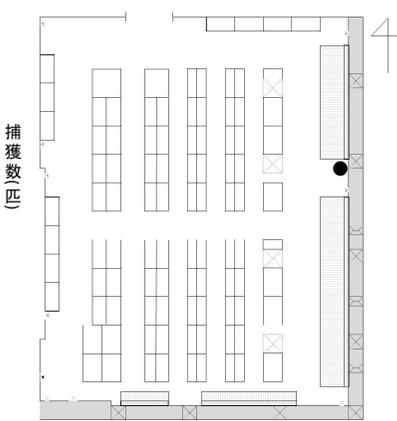


図4 収蔵庫①平面図

(4) 処置 (Respond)

前項より導き出した原因から、根本的な改善につながる目的を定め、最も効果的で文化財に影響を与えない対処法を考案する。例えば、湿度が高いためにチャタテムシが大量発生している保管場所に対して、清掃を繰り返したところで、チャタテムシを根絶させることは難しい。湿度が高いということが原因であれば、文化財に影響を与えない程度、湿度を下げるもしくは換気を促すなどの別の手段をとることもできる。このように対処法を検討することによって、対処が効果的なものになると考えられ、結果的にそれに費やす時間や労力が軽減できる。また、対処の進め方にも違いがある。原因から清掃という手段を選んだ場合、具体的な目的から留意する箇所を明確にした清掃になるので、目的がなく注意する箇所を示さない清掃よりも効果が出るものと考えられる。

なお処置については、先述した「日常的な清掃」の時間に組み込む場合と、保存担当の研究員だけで行なう場合がある（図5）。



図5 館職員による処置の様子
原因の追究をもとに、清掃を行なう場合もある。

(5) 復帰 (Recover/Treat)

処置後は、実施した箇所を中心に先述した4方向が開口した生物生息調査用トラップを設置し、害虫などの生息状況を確認し、追究した原因とその処置が正しかったのか否かを検証する。仮に誤りがあれば、検証調査において改善がみられないはずである。その場合、原因を再び探り、導き出した原因に即した処置を実施する。この一連の流れを改善するまで続け、正しいと推測できる原因を特定している。なお、改善が確認された箇所については作品を元の保管場所に戻すなどして状態を復帰している。

4. 皇居三の丸尚蔵館における文化財 IPM 活動の事例—原因追究と対処—

当館は文化財 IPM プログラムにおける5段階制御のうち、(1)回避と(2)遮断は、先述した通り、日常的な清掃に加え、年1回の除塵防黴作業や粘着マットなどを用いたゾーニングで実施している。ここで紹介する事例はいずれもその後生じた課題に対処したものであり、5段階制御の(3)発見、(4)処置、(5)復帰に属する。

●事例1：展示器具室1、調査室、一時保管庫における外部侵入性昆虫の増加

2023年夏の生物生息調査において一時保管庫などで外部侵入性昆虫が多く捕獲された。捕獲された虫は文化財害虫ではないが、その死骸が文化財害虫を誘引する可能性が考えられたため対策を実施した。調査から虫はトラックヤードのシャッターの隙間などを通して侵入していると考えられたので、その部分に害虫侵入防止ブラシを装着して隙間を埋め、虫の侵入を防止し、改善を試みた。以下に詳細を示す。

〈発見 (兆候)〉

- ・2023年7月生物生息調査において、展示器具室1、調査室、一時保管庫で外部侵入性昆虫が多く捕獲された。

〈発見 (原因追究)〉

- ・外部侵入性昆虫は展示器具室1、調査室、一時保管庫の扉付近のトラップに捕獲が集中していることから、屋外からトラックヤード、1階 EV (エレベーター) ホールを通り侵入した可能性が高い。

〈処置の目的〉

- ・トラックヤード、1階 EV ホール、展示器具室1、調査室、一時保管庫の外部侵入性昆虫の駆除。
- ・トラックヤードにおける外部侵入性昆虫侵入の抑制。

〈処置〉

- ・トラックヤードの箒による掃き掃除。
- ・1階 EV ホール、展示器具室1、調査室、一時保管庫の掃除機による清掃およびアルコール成分を含んだタオルによる拭き掃除。
- ・トラックヤード開口部 (シャッター) などの屋外から1階 EV ホールにつながる箇所に害



図6 トラックヤードのシャッターに装着した害虫侵入防止用ブラシ (黒線で囲った部分) シャッターを閉めた際、側面に隙間があり、そこからの害虫侵入を防ぐ。

虫侵入防止用ブラシを装着し、隙間を埋める（図6、7）。

- ・館周りの除草、箒による掃き掃除。

〈復帰（検証）〉

- ・1階 EV ホール、展示器具室1、調査室、一時保管庫にトラップを設置し、虫の捕獲を確認したところ、展示器具室1、調査室、一時保管庫の外部侵入性昆虫の捕獲は、2023年7月と比べると同年10月から大幅に減少している。また、1階 EV ホールでの捕獲は、2023年7月調査と2024年7月調査を比較すると約1/16まで減少し、改善がみられた（図8）。

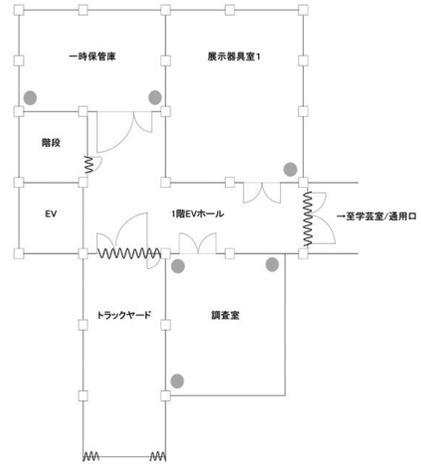


図7 1階 EV ホールおよびその周辺の平面図

●は虫が5匹以上捕獲された箇所
波線部は害虫侵入防止用ブラシを装着した箇所

●事例2：階段におけるチャタテムシ発生

2023年7月・10月の生物生息調査において、1・2階階段踊り場でチャタテムシが大量に捕獲された。また、それに隣接する EV ホールではチャタテムシ捕獲の増加がみられた。階段踊り場を含め増加を示した場所は、研究員が収蔵庫に入る際の動線であり、収蔵庫にチャタテムシが侵入する前に対策を進める必要があった。調査から階段の高温多湿の環境がチャタテムシの繁殖を促している根本的な原因であると考え、除湿を実施し、改善を試みた。以下に詳細を示す。

〈発見（兆候）〉

- ・2023年7月生物生息調査で1階階段踊り場においてチャタテムシが17匹捕獲された。
- ・2023年10月同調査で2階階段踊り場においてチャタテムシが31匹捕獲された。
- ・同調査で階段に隣接する EV ホールにおいてチャタテムシの増加がみられた。

〈発見（原因追究）〉

- ・階段は壁を隔てて屋外と隣接しており、業者などが出入りする裏口も設けられていることから、チャタテムシは屋外から侵入したものと考えられる。
- ・階段は館内で唯一空調設備がない箇所であり、夏場は高温多湿になるため、チャタテムシが生息しやすい環境になる。調査の大量捕獲は侵入したチャタテムシが繁殖したものと推測できる。
- ・階段や EV ホールは研究員が収蔵庫に入る際の動線であり、研究員がチャタテムシの運び屋になっている可能性が高く、EV ホールでの捕獲増加はこのためと考えられる。

〈処置の目的〉

- ・発生源となっている階段のチャタテムシの駆除。
- ・EV ホールのチャタテムシの駆除。
- ・階段をチャタテムシが生息しにくい環境にする。

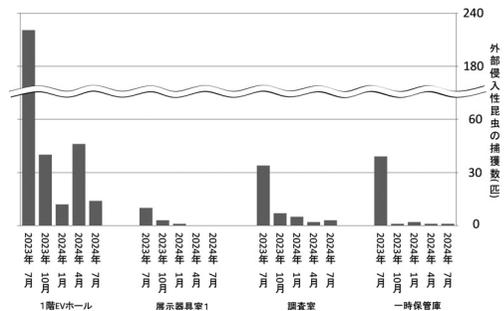


図8 1階 EV ホールおよびその周辺の外部侵入性昆虫の推移（2023年7月～2024年7月）

〈処置〉

- ・アルコール成分を含んだタオルで、階段、EV ホールを拭き掃除する。
- ・階段に可搬型の除湿器、サーキュレーターを設置し、60% rhを下回るようにしチャタテムシが生息しにくい環境をつくる（図9、10）。

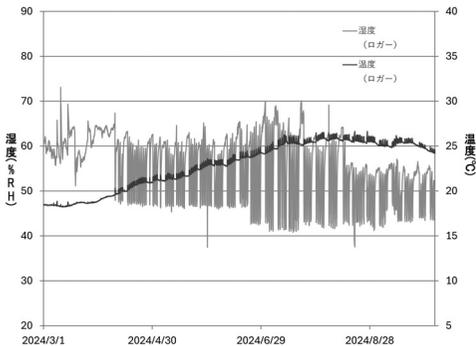
〈復帰（検証）〉

- ・階段、EV ホールにトラップを設置し捕獲を確認したところ、除湿を開始した2024年4月・7月生物生息調査の結果は、2023年7月・10月調査結果と比べ、チャタテムシの捕獲数が大幅に減少しており、改善がみられたと判断した（図11）。



図9 階段の除湿の様子

階段に除湿器、サーキュレーターを設置し、60% rhを越えはじめた2024年4月より稼働した。

図10 2階階段踊り場の温湿度
(2024年3月～9月)

除湿器は職員の勤務時間中のみ稼働させた。湿度が高くなる時期において可能な限り60% rhを下回るように、6月末、8月中旬に除湿器の設定を変更した。

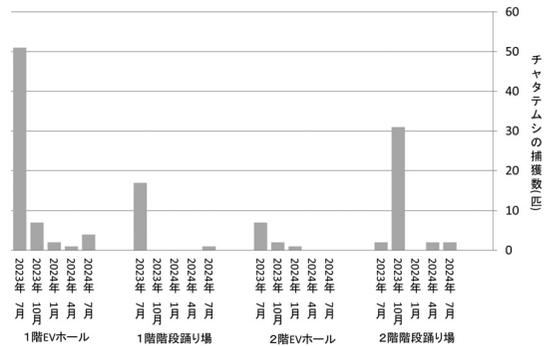


図11 1・2階の階段踊り場およびEV ホールのチャタテムシ捕獲数の推移 (2023年7月～2024年7月)

●事例3：収蔵庫⑤におけるキクイムシとチャタテムシの発生

2024年夏の環境調査でキクイムシの死骸を発見したことを契機に、キクイムシの生息やチャタテムシの大量捕獲が確認された。キクイムシの生息範囲は小規模であったので、加害を受けた作品のみに個別で脱酸素処理を行ない殺虫することとした。一方チャタテムシは、現時点において発生源に辿りつけていないが、5段階制御の(3)発見（原因追究）、(4)処置、(5)復帰（検証）を繰り返し、改善の糸口をつかみつつつある。以下に詳細を示す。

〈発見（兆候）〉

- ・2024年7月生物生息調査において、収蔵庫内でキクイムシの死骸を床の上（図12の×印）で発見した。キクイムシの死骸は作品を移動した際に落下したものと考えられ、その作品が置かれていた棚（図12斜線部）にある全ての作品を目視調査したところ、その作品の周辺にあった作品外箱からもキクイムシの食害の痕跡が確認された。

- ・キクイムシの死骸発見箇所付近のトラップ（図12の■印）から42匹のチャタテムシが捕獲された。

キクイムシとチャタテムシの処置がそれぞれ異なるので、以降項目を分ける。

【キクイムシ】

〈発見（原因追究）〉

- ・食害の痕跡（木くず）が確認された外箱にキクイムシが生息している可能性が考えられたため、食害の跡を清掃しビニルで密封の上、別置き、新たに食害の跡が現れないかを確認した。その結果、再び食害の跡が確認されたので、外箱にキクイムシが生息していると考えられた。

〈処置の目的〉

- ・キクイムシの駆除。

〈処置〉

- ・キクイムシの生息が確認された作品および外箱を脱酸素処理した¹³⁾（図13）。

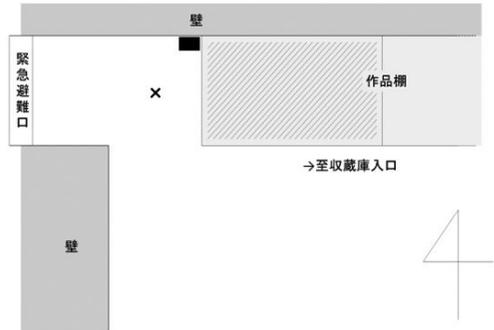


図12 収蔵庫⑤の平面図



図13 作品外箱の脱酸素処理の様子

【チャタテムシ】

〈発見（原因追究）①〉

- ・捕獲された42匹のチャタテムシ（図14の7/5～8/6部分）は、前室や隣接する収蔵庫に捕獲がないことから、発見されたキクイムシ死骸に誘引されたものである可能性が高い。

〈処置の目的①〉

- ・捕獲があったトラップ周辺のチャタテムシの駆除。

〈処置①〉

- ・捕獲があったトラップ周辺の床を、アルコール成分を含んだタオルで拭き掃除する。

〈復帰（検証①）〉

- ・清掃箇所周辺にトラップを設置し確認したところ（図15）、チャタテムシの捕獲は半数以下に減少しているものの捕獲数は依然として多く、処置の効果としては不十分であった（図14の8/14～9/18部分）。この捕獲状況を確認すると、キクイムシが生息している作品があった棚からの捕獲が多かった。

〈発見（原因追究）②〉

- ・死骸周辺以外にも、キクイムシの生息確認された作品があった棚周辺に、チャタテムシ生

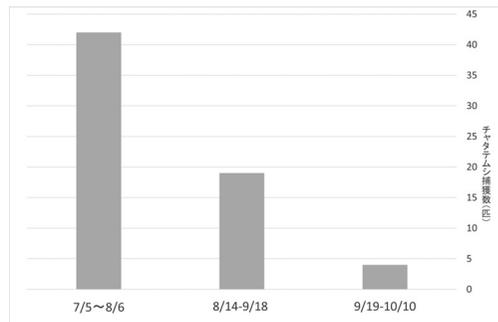


図14 チャタテムシ捕獲数の推移

息の可能性が考えられる。

〈処置の目的②〉

- ・キクイムシの生息確認された作品が配置されていた棚のチャタテムシの駆除。

〈処置②〉

- ・アルコール成分を含んだタオルで棚および棚に配置されている作品外箱を清掃。

〈復帰（検証）②〉

- ・以前の検証で設置した箇所に加え棚の周辺にもトラップを置いたところ、捕獲数は大幅に減少し改善がみられたが捕獲が続いており、改善の余地があると考えられた（図14の9/19～10/10部分）。



図15 検証用トラップ設置の様子

〈発見（原因追究）③〉

- ・処置②によってチャタテムシの捕獲が大幅に減少したことから、チャタテムシの発生源は棚周辺である可能性が高い。
- ・棚に配置された作品の中で外箱が強化ダンボールでできたものがあり、その中芯部分の隙間にチャタテムシ生息の可能性が考えられた。

〈処置の目的③〉

- ・強化ダンボール製外箱のチャタテムシの駆除。

〈処置③〉

- ・棚および棚にある作品外箱の表面を清掃する。強化ダンボールの中芯部分の隙間に掃除機のノズルをあて、隙間の汚れなどをできる限り吸い取る。

〈復帰（検証）③〉

- ・以前設置したトラップに加え、強化ダンボールの外箱周辺にもトラップを設置し、経過を観察している。

以上、事例を3つ挙げた。これらに共通することは、調査し、生物被害の兆候を察知し、どこが発生源なのか、どうして繁殖しているのかといった原因を、データや目視調査から探ったことである。そして、根本的な原因に対して、清掃などの手段を用いて可能な限り対処し、その対処を再度の調査結果から検証している。このように、環境調査や清掃などの手段に意味を持たせ、文化財 IPM プログラムにおける5段階制御の項目間の連関を意識的に作っている。こうすることで生物被害における問題箇所にて特化した処置を行なうことになり、必然的に生物対策の効果も高くなると考えられる。

事例3のチャタテムシに関しては、原因の仮説をたて、それに即した処置を行なったが、あまり改善がみられなかった例である。検証結果から再度原因を追究し、新たな処置を行ない、チャタテムシの発生源を特定することを目指している。このように処置を誤ってしまうこともあるが、検証と原因追究を繰り返すことで改善に向かうと考えられる。

5. 文化財 IPM プログラムにおける5段階制御の項目間の連関について

現在当館で実施している文化財 IPM 活動を紹介してきた。具体的な事例として示したように、これらの取り組みの成果は化学的な薬剤の使用に頼ることなく、誰にでもできることで文

文化害虫などの生息を制御するという形で表れている。しかし過去を振り返ってみると、文化害虫などが生息し難い環境を作ることができる日常的な清掃が、生物対策において最も有効な手段であり、清掃こそが IPM、すなわち「IPM = 日常的な清掃」と考えていた。また環境調査も現状を把握するという意味で文化害虫などの対策に有効であり、清掃と同様に「IPM = 環境調査 (モニタリング)」であった。しかし、その頃の状況は、環境調査の結果を活かしきれず、ほとんど清掃に反映されることはなく、ただ漠然と収蔵庫内を清掃していたため、実施後、時間の経過とともに害虫が出現し、再び同じ場所を清掃するということを繰り返していた。文化財 IPM における5段階制御の項目で挙げられている手段としての清掃や環境調査を行っていたにも関わらず、効果が思うように上らなかったのだ。この原因は、清掃や環境調査という手段が有機的に関連しておらず、それらが個別に行なわれていたためと考える。清掃をしたのにその検証を怠る、環境調査の結果を無視して掃除の頻度が少ないなどの理由で収蔵庫を清掃していたのである。

先述した当館の事例の共通点は、5段階制御の項目間の有機的な連関を目指して実施していることである。清掃 (回避) やゾーニング (遮断) をし、害虫などを発見しやすくした上で環境調査を行ない、その結果から生物被害の兆候の察知、原因の追究をする (発見)。そして探り当てた原因からそれに対して効果的な対処法を実行する (処置)。さらに処置後にはその効果を検証して、今後の対策の検討をする (復帰) という流れがある。このように回避から復帰の5段階制御の項目が一連の系となっているのである。紹介した事例でもその効果が示されているように、筆者らは実体験からこの連関した流れこそが処置の効果をより大きくするものであり、文化財 IPM 活動において重視すべきことと考えている。そして、この流れを作るために必要なことが生物被害の原因追究である。回避から復帰の5段階制御の流れをみると、全ての項目において多かれ少なかれ生物被害の原因追究が関わっており、この原因追究が5段階制御の項目間をつなげるパイプ役を果たしていることが理解できる。すなわち生物被害の原因を、調査や加害虫の生態的な特徴などから総合的に追究することが、文化財 IPM における5段階制御を一連の系として進めていく上での要であると考えられる。

6. おわりに

皇居三の丸尚蔵館における文化財 IPM 活動の基本的な考え方や具体的な対応等の事例を示した上で、その基となった文化財 IPM プログラムにおける5段階制御を実際に実施した立場から改めて見直してみた。その結果、5段階制御は項目ごとの行動が関連していることが処置の効果を高めるために必要なことであり、そうするためには生物被害の原因を追究することが肝要であることを改めて確認することができた。

近年の気候変動や光熱費上昇の影響により、収蔵庫の温湿度を理想とする設定値で運用することが難しくなりつつある。温湿度設定の変更は時に文化財害虫やカビが生息しやすい環境を作り出し、文化財への生物被害に発展する恐れがある。また2025年には文化財用燻蒸ガスであるエキヒューム S (日本液炭株式会社) の製造中止が決定された¹⁴⁾。地球環境や人体などへの影響に鑑みれば当然の方向性と理解しつつも、文化財保護に携わる者にとって、生物被害に対する切り札ともいえる存在を1つ失うことは大きな痛手であることは間違いない。この情勢において、博物館における文化財 IPM 活動を一層推進させることは必須である。実際に燻蒸ガスの製造中止が公表されて以来、生物対策を燻蒸に依存してきた館が文化財 IPM 活動の一環である除塵防黴作業を依頼するケースが増加しているのも、この表れであろう。

加えて最近、博物館の理想とする温湿度環境の下で高活性を示す繁殖力が非常に強い日本初

記録種のシミ（ニューハクシミ）も発見されており、日本各地の博物館などで生息範囲を拡大している¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。このシミは早期段階での生息確認および侵入経路の特定（察知と原因追究）とその処置が迅速かつ的確であれば、根絶できる確率が高いといわれている。つまりここまで述べてきた5段階制御の項目間が関連した文化財 IPM 活動で十分に対応できる可能性が高いと考えられ、この点においても文化財 IPM について一層の推進が重要となっていることが理解できる。

本来あるべき「IPM = 総合的有害生物管理」ではなく、以前の当館のように「IPM = 日常的な清掃」や「IPM = モニタリング」だけのような状況に陥っている館があるならば、意識的に生物被害の原因追究を加えてみてほしい。当館の経験が他館の今後の文化財 IPM 活動等に資することがあれば幸いである。

謝辞

本稿は宮内庁三の丸尚蔵館以来の当館の文化財 IPM 活動に基づきます。当館の皆様には厚くお礼申し上げます。東京文化財研究所保存科学研究センターの皆様には、当館の文化財 IPM 活動について、適宜ご指導、ご助言を頂いております。心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 三浦定俊：文化財保存における IPM への取り組み、防菌防黴、40-6、343-350 (2012)
- 2) Canadian Conservation Institute: Framework for preservation of museum collections. (1994)
Strang, T.J.K.: A Healthy Dose of the Past: A Future Direction in Herbarium Pest Control?, *Managing the Modern Herbarium*, Metsger, D.A. and Byers, S.C. eds, 59-79 (1998)
両文献はいずれも文化財 IPM 活動に関する基本文献ではあるが、日本の図書館等で所蔵公開している施設が極めて限られていること、ウェブで公開されていないこと等により、現在の日本の文化財関係者の中でも原典にあたったことがない方は多いのではないだろうか。ウェブ公開等、容易にアクセス可能な状態になることを期待したい。
- 3) 木川りか、長屋菜津子、園田直子、日高真吾、Strang, T：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、76-102 (2003)
- 4) 三浦定俊、佐野千絵、木川りか：文化財保存環境学、朝倉書店 (2016)
- 5) 註2文献では、five stages of control とされる。直訳すれば「制御の5段階」だが、日本語としてはやや分かりにくいいため、本稿では「5段階の制御」「5段階制御」と意識した。
- 6) 1993年11月に開館した宮内庁三の丸尚蔵館が、2023年10月に国立文化財機構に移管され、この際に皇居三の丸尚蔵館と改称された。現在は旧館を撤去、新館建設工事（I期、II期）のさなかであるが、すでに竣工したI期工事分のみを用いて2023年11月より仮開館、業務にあたっている。なお、II期工事が竣工し、全面開館するのは、2026年の予定である。
- 7) Strang, T. and Kigawa, R.: Combatting Pests of cultural Property, *Technical Bulletin, Canadian Conservation Institute*, 29 (2009), <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests.html> (2024年11月30日参照)
- 8) 木川りか、Strang, T：文化財の展示収蔵環境の段階的レベルに応じた生物被害対策について、文化財の虫菌害、60、4-13 (2010)
- 9) 村田真宏：文化財の保存と活用、IPM、文化財の虫菌害、78、3-9 (2019)
- 10) 毛髪計はバイメタル式の温度測定、毛髪の伸縮を利用した湿度測定、データロガーは電気信号

による温湿度測定であり、温湿度を計測する仕組みが異なるものを併用することで、機器の測定値の正誤を確かめるようにしている。

- 11) 当館の例をあげると、皇居内の豊かな自然環境の中に立地しているため、夏にかけて虫の捕獲が増加し、冬にかけて虫の捕獲が減少するという傾向が顕著である。
- 12) 先述した通り、当館には収蔵庫が8室あり、それらには A、B、C と個別の名称がつけられているが、セキュリティ等に鑑みて、本稿では任意の番号で収蔵庫を示すこととする。
- 13) 東京文化財研究所：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）、16–17（2003）
- 14) 岩田泰幸：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、文化財の虫菌害、87、16–21（2024）
- 15) Shimada, M. Watanabe, H. Komine, Y. Kigawa, R. Sato, Y. : New records of *Ctenolepisma calvum* (Ritter, 1910) (*Zygentoma*, Lepismatidae) from Japan, *Biodiversity Data Journal*, 10 (2022), <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e90799>（2024年11月30日参照）
- 16) Watanabe, H. Shimada, M. Sato, Y. Kigawa, R: Development and Reproduction of a Japanese Strain of *Ctenolepisma calvum* (Ritter, 1910) at Room Temperature, *Insects*, 14-6 (2023), <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/6/563>（2024年11月30日参照）
- 17) 小野寺裕子、島田潤、渡辺祐基、小峰幸夫、木川りか、佐藤嘉則：マダラシミおよびニューハクシミに対するバイト剤の殺虫効果、保存科学、62、193–198（2023）

キーワード：生物対策（pest control measures）；燻蒸ガス（fumigation gas for cultural properties）；原因追究（investigating the causes）；博物館（museum）；美術館（art museum）

Seamless Linkages between the Elements of the Five Stages of Control in the IPM Programs for Cultural Properties: Insight from the Museum of the Imperial Collections, Sannomaru Shozokan

KATO Hiroki*, YAZAWA Naho* and TATEISHI Toru**

Since 2016, the Museum of the Imperial Collections, Sannomaru Shozokan has been implementing pest control measures that do not rely on chemical use as much as possible, based on the procedures outlined in the five stages of control of Integrated Pest Management (IPM). When we first started implementing the measures, even though we applied the elements listed in the five stages of control, such as cleaning and monitoring, these elements were not linked and worked individually, so the effectiveness of the measures was low. However, we found the ways in which the five stages' elements can be closely linked and become more effective. This report shows what is important in the five stages of control, which is the key to improving the effectiveness of these measures, based on insight gained from hands-on experience in the field.

First, we summarized the pest control activities currently being implemented at our museum. We introduced the procedures we carry out as follows: monitoring and detecting signs of pests, inspecting damage caused by pests from the results, investigating the causes of the damage, and devising, executing, and verifying the countermeasures based on the findings. After that, we reported three examples of pest control measures that we had implemented. Following this, we demonstrated that all of these cases followed the five stages of control, with each element closely related to the others within that process.

To increase the effectiveness of countermeasures, it is important that each of the elements in the five stages of control is linked together. We concluded that the crucial connecting factor is the investigation into the causes of damage caused by pest.

*The Museum of the Imperial Collections, Sannomaru Shozokan

**The Museum of the Imperial Collections, Sannomaru Shozokan / Cultural Heritage Disaster Risk Management Center, Japan