

〔資料〕 国際文化財 IPM 会議 “IPM-CH 2024” 参加報告 —文化財 IPM の世界的潮流と取り組み—

渡辺 祐基*・島田 潤

1. はじめに

2024年9月18日～20日、ドイツ・ベルリンのジェームズ・サイモン・ギャラリーにて、国際文化財 IPM 会議「5th International IPM Conference for Cultural Heritage (IPM-CH 2024)」が開催された。本会議は、イタリア・ピアチェンツァでの第1回目(2011年7月)、オーストリア・ウィーンでの第2回目(2013年6月)、フランス・パリでの第3回目(2016年9月)、スウェーデン・ストックホルムでの第4回目(2019年5月)に続き、5年ぶりの第5回目として開催された。一連の会議は、英国の団体 Pest Odyssey (これまで2001年、2011年、2021年に国際会議を開催している)やアメリカのネットワーク Museumpest.net の影響を受けている。本会議の実行委員は Bill Landsberger 氏 (Rathgen Research Laboratory^(註1))、Pascal Querner 氏 (ウィーン自然史博物館) など合計9名が務めた。本会議は、現地参加のほかオンラインでのライブストリーミングの視聴が可能であり、参加登録者は32か国から計237名であった。参加者のうち、ヨーロッパ諸国からが約86%と大部分を占め、次いで北アメリカ諸国からが約8%であった。日本からは、筆者である渡辺と島田が現地参加し、木川りか氏 (九州国立博物館) がオンラインで参加した。本稿では、本会議の各口頭発表の概要を、要旨集および発表スライドの内容を元に報告するほか、ポスターセッションや他のイベントについても簡潔に紹介する。

2. 開会式

会場となったジェームズ・サイモン・ギャラリー (図1) は、ベルリンの博物館島内の5博物館 (旧博物館、新博物館、旧国立美術館、ボーデ博物館、ベルガモン博物館) の新たな玄関口とすべく2019年に開館したギャラリーで、現在は地下通路を通じて新博物館と繋がっている。9月18日の午前10時に IPM-CH 2024が開会した。開会式は Bill Landsberger 氏を司会として進められ、はじめにプロイセン文化財団^(註1)の理事長 Hermann Parzinger 氏および Rathgen Research Laboratory の所長 Stefan Simon 氏による挨拶があった。続いて、文化財 IPM に貢献し、それぞれ2023年および2019年に逝去した Mel Houston 氏 (スコットランド国立図書館)、Bob Child 氏 (Historyonics (同氏設立の会社、現在は Sentomol Ltd.の一部署)) に対する追悼の言葉が述べられた。最後に、ヨーロッパにおける文化財 IPM の先駆者であり、本会議への現地参加が叶わなかった David Pinniger 氏からオンラインで挨拶があり、“Just keep talking.”とコミュニケーションの重要性が強調された。

3. 口頭発表

3-1. 1日目 フォーカス：IPM in Theory - Requirements to Succeed

1日目は、IPM の理論を焦点に進められた。まず、ベルリン自然史博物館 (別名：フンボル

*九州国立博物館



図1 会場となったジェームズ・サイモン・ギャラリー

ト博物館)の館長 Johannes Vogel 氏による基調講演があった。気候変動やグローバル化によって、移入種を含む昆虫の発生・分布状況は急速に変化しており、このことは文化財害虫にも当てはまる。この現状を正確に把握し、資料へのリスクを評価していくには、昆虫の分類や生態に関わる知識が不可欠であり、それを提供するものが自然史資料を扱う自然史博物館の役割であるとのことであった。

続くセッション1では、4件の口頭発表があった。以下、各発表の概要を紹介するが、本文中では発表者のうち登壇者のみの名前を挙げることにする(連名の順番も、プログラム上と異なる場合がある)。プログラム上の正式な発表者およびタイトルについては稿末の付録を参照されたい。

英国の Amy Crossman 氏からは、IPM におけるリスクゾーンの活用事例について報告があった。同氏らはこれまで、非専門家が効果的な IPM を実施するための実用的な基礎資料として一連の「ファクトシート」を作成してきた。ファクトシートは7種類あり、A4のシートにそれぞれ「IPM の序論」「トラップによる昆虫のモニタリング」などのテーマが簡潔にまとめられている。中でも、「ゾーニング(建物を害虫の捕獲頻度に応じて区分けすること)」についてのファクトシートは利用者も多く、博物館や歴史的建造物内でのリスク評価に活用されている。現在、さらなるファクトシートの作成や、外国語への翻訳を進めているとのことであった。なお、ファクトシートはウェブ(<https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?pg=solve&cat=4>)で公開されている(現状日本語版はない)。

Suzanne Ryder 氏(ロンドン自然史博物館)からは、IPM に取り入れる手法のリスク便益の考え方について発表があった。まず、カナダの博物館における実地試験の結果から、収蔵スペースの周囲に空間(デッドゾーン)を設けることで昆虫の侵入を低減できることが示された。次に、IPM に取り入れるべき方策・手段についての MoSCoW 分析(M: Must(必須)、S: Should(推奨)、C: Could(可能なら実施)、W: Would(または Won't など)(先送り)の4段階で優先順位を付ける手法)結果の紹介があった。例えば、清掃や資料収納容器の気密性確保は効果が高く「M」、ドアへの隙間ブラシの取り付けは効果がやや高く「S」、デッドゾーンの設置は効果が高いが「W」、などであった。

Davison Chiwara 氏は、ジンバブエの博物館における IPM について報告した。ジンバブエ国内の複数の博物館において聞き取り・アンケート調査を行ったところ、IPM 担当者が明確

に定められていないことから IPM に関する施設内のコミュニケーションも不十分であり、害虫対策としては殺虫剤を用いた燻蒸が主流であるという実態が明らかになった。そこで、IPM 体制の確立の重要性が強調された。

Pascal Querner 氏は、気候変動が文化財を劣化させる昆虫や菌類に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした一連の研究について紹介した（図2）。同氏らのチームは、オーストリアの様々な文化財関連施設（博物館、図書館、歴史的建造物など）における温湿度環境の現地調査や、文化財害虫の生態・分布の調査などを実施してきた。その結果、近年の気候変動によって施設内温度が上昇傾向にある現場もあり、このことが害虫や菌類、特に、温暖な地域からの移入種であるオナガシミ^(註2)やニューハクシミ^(註3)を増加させる可能性があるとして指摘した。

セッション2では、トラップデータの管理や解釈に関する発表が集まった。Siobhan Watts 氏および Katharine List 氏は、英国のリバプール国立美術館におけるモニタリング管理について紹介した。同組織では、12か所に及ぶ計30000 m²の展示・収蔵スペースに対し保存担当部署の人員は4名と少ない。そこで、計30名の「IPM rep（IPM 担当係）」を任命し、彼らに対し害虫同定研修を実施することでトラップ捕獲データの一貫性および精度を維持している。捕獲データの取りまとめには、Pest occurrence index（POI）^(註4)という指数を使用し、比較可能なデータを記録している。また、IPM rep に対しアンケートを実施し、その結果をフィードバックしているとのことであった。

Elise Etrheim 氏および Fleur van der Woude 氏も、アメリカ合衆国のアリゾナ大学図書館における POI の活用事例について報告した。同館では、害虫を5個のカテゴリーに分類して POI を適用し、エクセルにまとめている。これによって、関連性の深いデータに基づいた IPM の実施や、内部誌「Bug Bulletin」を通じたコミュニケーションの向上が実現したとのことであった。

Peter Brimblecombe 氏からも、トラップデータの解釈についての発表があった。オーストリアの博物館・図書館などの現場における捕獲データを解析し、トラップの設置数と合計捕獲数に強い相関があること、捕獲指数（catch rate；種ごとの1トラップあたりの捕獲数）が多くの場合において最も有効な指標であることなどが示唆された。また、捕獲指数を使用した捕獲データの解析事例も紹介された。

Sarah Gordon 氏および Atticus Bikos 氏は、アメリカ合衆国のシカゴ美術館における「Jira」

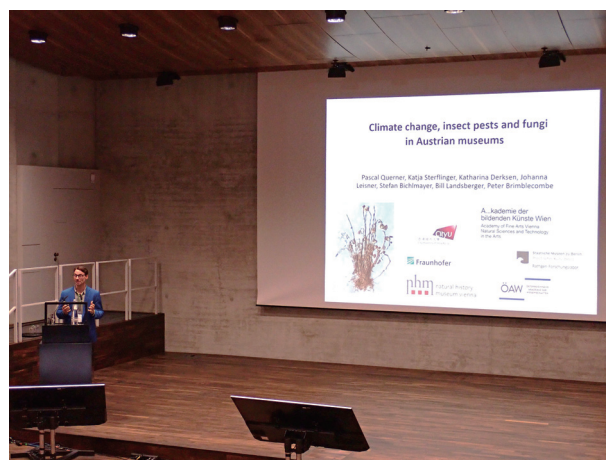


図2 Pascal Querner 氏による口頭発表

という管理ソフトウェアを用いた IPM の情報共有事例を紹介した。Jira とは、主に企業が課題管理やプロジェクト管理のために使用するプラットフォームである。大規模な美術館である同館では、これを IPM プログラムに組み込むことによって、トラップデータを整理・可視化するためのデジタルインフラの構築に成功したとのことであった。

セッション3では、昆虫や微生物の検出法などに関する発表がなされた。ドイツの Stephan Biebl 氏は、アコースティック・エミッション (AE) による木材害虫の検出について発表した。木製の博物館資料や木造建築において、検出困難な木材害虫の幼虫を検出する手法として AE 法を適用した。幼虫の活動に伴い発生する AE (微細な弾性波) を検出するための可搬型装置 Insect Activity Detection System (IADS) を開発し、これによってシバンムシ類などの小型の幼虫も検出可能であることが示唆された。本装置は、短時間での食害の検出や、殺虫処理の効果の判定への活用が期待できると報告した。

ドイツの Olaf Zimmermann 氏は、輸入によって持ち込まれる木材害虫 (甲虫類) を、迅速に検出・同定するための3種の新規手法の可能性について議論した。画像によって甲虫を同定するスマートフォンアプリでは、一定の精度で同定が可能であったものの、さらなるアルゴリズムの改良が必要である。Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) 法は、目標種の検出には有効であるものの、マルチプレックス PCR と比較すると有効性は低く、種ごとの調整が必要である。メタバーコーディングは、複数種が含まれるサンプルの迅速な同定に有効と考えられるものの、サンプルの経時に伴う劣化の影響を受けることや、原因不明の偽陽性が出るのが課題であるとのことであった。

Ana Cristina Rufino 氏は、ポルトガルのコインブラ大学の科学博物館における害虫発生状況について紹介した。数多くの自然史資料を有する同館では、ヒ素化合物をはじめとする殺虫剤が従来使用されており、一部は現在も使用されている。IPM 導入の第一段階として、動物学関連の展示・収蔵スペースなどで害虫の捕獲調査を行ったところ、多様な分類群に及ぶ文化財害虫が多数生息していることが分かった。次の段階として、フェロモントラップの設置や低温処理・低酸素濃度処理による殺虫法の導入などを検討しているとのことであった。

Valentine Rottier 氏は、アルセナル図書館 (フランス国立図書館 (BnF) の一施設) における空气中微生物モニタリングについて紹介した。アルセナル図書館にある Old Fund と呼ばれる資料の収蔵庫は、BnF で唯一空調の制御がなされているが、2000年代初期に空調設備の不調によりカビが発生した。それ以降、当収蔵庫内の空气中微生物濃度を定期的に測定し続けている。その結果、2018年の空調の不調発生時などには濃度が上昇し、微生物の発生を早期に検出できたとのことであった。

3-2. 2日目 フォーカス: IPM in Practice - Biodiversity in a Changing World

2日目は、現場における IPM と生物多様性を主題として進められ、セッション4~7において、各博物館の現場における昆虫・微生物・げっ歯類 (ネズミ) 対策事例の紹介や、IPM に関する研究成果報告などがあった。

Bill Landsberger 氏は、オナガシミおよびニューハクシミの遺伝的変異について発表した。両種ともにヨーロッパで分布拡大中の移入種であり、原産地を推定するために、世界各国の両種の標本のミトコンドリア COI 遺伝子の変異を解析した。これまでに、オナガシミでは5クレードが、ニューハクシミでは1クレードが確認された。両種の原産地の特定には至っていないが、引き続き標本の収集と解析を進めるとのことであった。

Scott Mandelbrote 氏および Amber Xavier-Rowe 氏は、ピーターハウス（英国ケンブリッジ大学の最古のカレッジ）の Perne Library における、ジンサンシバンムシの対策事例について紹介した。同館では、2021年にジンサンシバンムシの幼虫・成虫が一部の書籍にて確認され、小麦でん粉糊を用いた修理部位に食害が集中していた。また、その発生源はネズミトラップの餌と判明した。そこで、各書籍を点検の上、食害の痕跡があるものはプラスチッククレートに隔離した。翌春、成虫の発生が認められたクレートは低温処理に供した。その後、フェロモントラップで調査したところ捕獲はなく、対策に成功したとのことであった。

Enrica Matteucci 氏は、イタリアの世界遺産「サヴォイア王家の王宮群」におけるトラップ調査について報告した。4か所の建造物内にて、3種類の粘着トラップ（誘引剤なし、フェロモン、UV ライト）を使用した捕獲調査を行ったところ、コイガが主要な害虫であることなどが明らかになった。トラップ調査の結果に基づき、開口部のシーリングや資料のクリーニング・低酸素濃度処理などを行ったとのことであった。

Oana Adriana 氏も、イタリアのピッティ宮殿のロイヤルアパートメントにおける IPM 事例について紹介した。2021年に害虫の痕跡が発見されたため、目視点検や UV ライトトラップによる調査を行い、空調設備のない建物であることから微細環境の温湿度測定も併せて行った。その結果、木製品や染織品などの収蔵品がイガ類、カツオブシムシ類、シバンムシ類などの被害を受けていることが明らかになった。そこで、マッピングによる害虫発生状況の可視化、被害資料の隔離、薬剤による応急処置（部屋の燻煙および床面などへの薬剤塗布）、資料の低酸素濃度処理などによって対応したとのことであった。

Barbara Davidson 氏および Domenico Pangallo 氏は、オンラインにて、スロバキアの Bratislava City Gallery における微生物対策事例について紹介した。同館では、収蔵庫移転に伴い、微生物被害を受けた作品の燻蒸（酸化エチレンと二酸化炭素の混合ガスによるもの）を行ってきたが、燻蒸庫に収まらない大型作品については、「隔離措置」を実施した。隔離措置の手順は、旧収蔵庫内における作品の微生物調査、作品のクリーニング（ブラッシングしながらの吸引および消毒液による表面の殺菌）、作品搬入前の隔離部屋内の空気中微生物調査、作品搬入直後および一定期間後の隔離部屋内の空気中および作品の微生物調査、とした。現状では、微生物濃度は低レベルで維持されていると報告した。

Eileen Procter 氏は、オーストラリア戦争記念館の事例をもとに、ネズミ用の各種トラップや毒餌について人道的観点から紹介した。トラップには生捕り罠といった人道的とされるものや粘着トラップなどの非人道的とされるものがあり、殺鼠剤にも人道面や環境面から様々な種類がある。同館では現在、Goodnature A24という人道的と認められた自動ネズミ捕殺装置を使用し、ネズミ対策を行っている。本装置はノックアウト式のため、瞬間的に殺鼠可能という点で人道的かつ薬剤も使用せず、さらにノックアウト後は自動でリセットされる。加えて、スマートデバイスであるため、Bluetooth を通じた端末との通信も可能とのことであった。

ドイツの Mattias Schöller 氏は、オナガシミの生物的防除の可能性を探ることを目的とし、本種の天敵についての文献レビューと実験報告を行った。天敵としてはネジレバネ類やクモ類が知られていること、寄生蜂を使用した実験は成功しなかったこと、捕食性カメムシを使用した実験では、弱った個体のみ捕食されたものの、可能性はあることが報告された。

Edda ABeI 氏は、ベルリン自然史博物館における直近10年間の IPM の取り組みについて紹介した。同館の建物は歴史的で、動物標本をはじめとした有機物の収蔵資料が多く、気候変動の影響や薬剤使用の回避などの観点から、害虫対策が特に重要な課題と判断された。そこで、IPM チームを立ち上げ、定期的な収蔵庫の点検やトラップ設置による害虫調査、清掃頻度の

向上、窓の網戸の設置、低温処理用の冷凍庫の導入、UVトラップやフェロモントラップによる防除などの取り組みを実施してきた。現状では、建物の改装工事や高頻度の資料の移動が、IPM面での課題となっている。また、スタッフの入れ替わりも課題の一つであり、定期的なワークショップやトレーニングを実施しているとのことであった。

ドイツのJustine Bolle氏は、低酸素濃度処理時における青写真（シアノタイプ）の変色について発表した。低酸素濃度処理は文化財の殺虫や長期保管のために使用されるが、低酸素濃度環境では、プルシアンブルーという無機顔料が褪色することが知られている。この反応は可逆的とはいえ、処理前後の色の変化が懸念となる。初期の写真方式であるシアノタイプの青色は、このプルシアンブルーに由来している。本研究では、シアノタイプへの低酸素濃度処理の適用可能性を探るため、シアノタイプの各種サンプル（新規作製したものや歴史的なものを含む）を4週間低酸素濃度処理に供し、前後の色差を測定した。その結果、多くのサンプルで色が回復することが示された。ただし、古いものや劣化したものは回復しにくく、低酸素濃度処理を避けた方が安全である。どうしても処理が必要な場合は、適切な条件（暗所で、酸素濃度を下げすぎない、など）で処理すれば回復も可能とのことであった。

Patrik Kelley氏は、アメリカ合衆国のInsects Limited, Inc.の取り組みの一つである、コイガの亜致死温度（致死には至らないものの食害を低減できる温度）に関する研究成果を報告した。コイガは染織品などの重要な害虫で、その致死温度条件については良く調べられている（例えば、 -18°C で2日間保持または 41°C で4時間保持、など）。本研究では、通常の空調機で調整可能な温度範囲内で本種の食害を抑えることを目的とし、約 14°C ～ 27°C の温度下における幼虫の摂食量を調べた。その結果、約 21°C （ 70°F ）を基準として温度を 1°C 下げると約27%、 7°C 下げると約76%、食害量を減少させられると報告した。

スイスのAshley Bowersox氏は、複合素材からなる作品の殺虫処理のための新規ウェブコンテンツを紹介した。複合素材からなる作品は、殺虫法の選択に苦慮する場合が多い。27か国の博物館等関係者を対象にアンケートを実施したところ、低温処理や低酸素濃度処理（窒素ガス、アルゴンガス、または脱酸素剤によるもの）を活用している施設は多いものの、関連文献へのアクセスや、リスクアセスメントなど、様々な面で課題を抱えている施設も多かった。そこで、PEMD（Pest Eradication Material Database）というオンラインデータベース（<http://www.pemd.net/>）を設立し、作品の素材に応じて各種殺虫法の適合性を判断するリスクアセスメントツールや、関連文献へのアクセスリンクを提供しているとのことであった。

Historyonics社のDavid Loughlin氏は、「文化財IPMにさらなる革新の余地はあるか」ということをテーマに、同社における二つの取り組みについて紹介した。まず、寄生蜂とフェロモントラップを組み合わせた効果的なコイガ対策事例の報告と、最新の長期持続型のフェロモントラップの紹介を行った。続いて、木材内部のシバンムシ類の新規殺虫法として、マイクロ波を利用した加熱処理装置の開発について報告した。

Juliana Bahia氏、Carla Novo氏、Nora Battermann氏は、Bavarian Natural History Collections（直訳：バイエルン自然科学コレクション）におけるIPMの取り組みについて紹介した。同組織はドイツ・バイエルン州内に様々な収蔵施設および博物館を有し、IPMに対する意識に施設間でばらつきがあった。そこで、近年IPMワーキンググループを設立し、研修などを通じた意識啓発や、一元化したトラップ調査の試験的運用を実施している。IT関連部署が開発したシステムを使用して害虫のトラップ捕獲データの一元管理を行い、POIに基づき発生状況を区画ごとにマッピングしている。さらに、オンライン上および文献上の記録と参照させることで、同州内で記録のない種のチャタテムシ類が捕獲されていることも判明した。

とこのことであった。

フランスの Rukshala Anton 氏は、揮発性有機化合物（VOCs）の分析による空気中の菌類汚染の早期検出手法について報告した。サンプリングした空気からカビ由来の VOCs を同定し、Fungal contamination index（FCI）という指数からカビ汚染を評価する手法がこれまでに開発されている。本研究では、この手法の文化財関連施設内での適用を目指し、様々な建物内環境において実地試験を行った。その結果、125 m³を超える容積の部屋においてはサンプリング時間を2時間とすることが望ましいことが明らかになり、この条件下での本手法の感度および特異度はそれぞれ100%および93.3%であった。さらに、本手法を主要な木材腐朽菌であるナミダタケ（*Serpula lacrymans*）に対して適用し、実地試験を行った結果、感度および特異度はそれぞれ81.8%および100%であり、カビのみならずナミダタケの早期検出にも有効であると報告した。

3-3. 3日目 フォーカス：IPM in Theory - Last Resort Pesticide?

3日目は、「現場における IPM、最終手段は薬剤か？」というテーマのもと、前半のセッション8では殺虫剤に関する発表が、後半のセッション9では主に非化学的殺虫法に関する発表が集められた。

Kilian Anheuser 氏は、可搬型蛍光 X 線分析装置（PXRF）による残留薬剤の分析について報告した。多くの民族系・自然史系博物館では、資料に対し有機塩素化合物 DDT や三酸化二ヒ素などの毒性の高い殺虫剤が大量使用された過去があり、同氏の所属するジュネーブ民族学博物館も例外ではない。資料に残留している薬剤について知ることは、資料の状態記録や、資料に触れる者の安全性、および IPM への意識改革などの観点から非常に重要である。PXRF を用いたスクリーニングによって、無機系薬剤由来のヒ素や水銀、および有機塩素系薬剤のマーカールとしての塩素を検出可能である。しかし、これらの元素が薬剤以外の物質に由来する場合もあるため目視検査も必須であることや、それでも判断が難しい場合もあることが述べられた。

Sean Loakes 氏は、Advion cockroach gel bait（シンジェンタ社が開発したゴキブリ用のジェル状ベイト剤）のオナガシミ対策への適用事例について報告した。本種はセイヨウシミよりも低湿度耐性が高く、博物館等の建物内での繁殖力も高い。シンジェンタ社はこれまでジェルベイトがセイヨウシミの駆除に有効であることを実験室レベルで示しており、今回、ロンドン博物館の現場にてオナガシミに対する効能を検証した。1年間の実地試験の結果、ジェルベイトによってオナガシミの個体数を効果的かつ持続的に低減できたとのことであった。

Adam Osgood 氏は、長期残効性の殺虫剤を付与した防虫ネット（LLIN）の文化財害虫対策への有効性について報告した。LLIN は化学的防除と物理的防除を組み合わせた手法で、カ類などの衛生害虫の対策として有効であり、文化財分野においてもコイガやカツオブシムシ類などへの有効性が示されている。本研究では、実験室レベルで、LLIN にシバンムシの一種（*Anobium punctatum*）の成虫およびオナガシミへの殺虫効果があることを示した。続いて、LLIN の現場での実用性を検証するため、*A. punctatum* が発生しているアメリカ・マサチューセッツ州の歴史的建造物において実地試験を行った。建物の下部構造を LLIN で覆い、さらに死骸回収のためのタイバックで覆った結果、18か月後には多くの死骸が確認されたとのことであった。

Amélie Nusser 氏は、プロイセン文化財団における収蔵品の残留薬剤の分析方法および安全対策について報告した。毒性の高い有機系・無機系殺生物剤は、資料中のみならず粉塵中や空気中にも残存することがあり、吸入や皮膚接触を通じて人体が暴露する。資料に付着している

薬剤の分析には、ガスクロマトグラフ質量分析（GC-MS）やマイクロ蛍光X線分析などが使用される。また、吸引した粉塵の GC-MS および誘導結合プラズマ質量分析や、アクティブ法による空気中の有機系薬剤濃度測定も行われる。汚染のある（または疑われる）資料を扱う場合、保護具の着用が推奨され、収蔵エリア内では掃除機によるクリーニングや資料の梱包などの技術的対策、さらには組織レベルでの管理・指導が推奨されるとのことであった。

ドイツの Maruchi Yoshida 氏は、オンラインにて、冷凍庫による低温処理の活用について紹介した。低温による殺虫処理時には、資料表面に結露が生じることを防ぐために、通常は資料をプラスチックフィルム等で密封する必要がある。同氏は、冷却時に除湿し、昇温時に加湿するように制御することで、資料を密封せずに結露を防ぐ「Adaptive freezing process」という手法をこれまで検討してきた。そして、この手法を採用したコンテナ型冷凍庫「IPM freezer」を開発し、過去4年間、様々な現場にてその実用性を検証してきた。本手法は、博物館・歴史的建築物の改修時や、収蔵施設の移転時、そして大型収蔵施設における日常的な運用において、簡便で効率的な予防保存に活用可能であると述べられた。

英国の Amber Xavier-Rowe 氏および Sally Johnson 氏は、高温処理について様々な事例をもとに概説した。高温による文化財の殺虫処理は約25年前から検討が進められ、50～60℃で処理することでほとんどの害虫を短時間で死滅させられることが分かっている。また、資料の変形のリスクも小さい。ただし、融点の低い素材に影響したり、過去の毒性の高い薬剤が揮発したりする恐れはある。本発表では、湿度制御した処理や太陽光を使用した処理などの事例が紹介され、高温処理が様々な規模や状況で活用可能な手法であると述べられた。

Dirk Neumann 氏は、Museum of Nature Hamburg（ドイツ・ハンブルクの自然史系博物館）における鉱物標本の救出事例について紹介した。同館ではハンブルク大学が所有する標本資料を管理しているが、鉱物標本は高温多湿で整備も不十分な地階の収蔵庫内に長期間放置されており、標本に黄鉄鉱病が発生して剥離したり、ラベルがカビやチャタテムシ・シミ類によって汚損・食害されたりなど多数の問題を抱えている。そこで、現在、標本のレスキューに着手している。標本の状態記録を行ったうえでトリアージし、コンテナボックスに収納して運搬し、高温低湿な一時保管庫内で乾燥させることで劣化進行を抑制しているとのことであった。

4. ポスター発表

ポスターセッションは口頭発表各セッションの合間の休憩時間に設けられ、16件のポスターが掲示された（図3）。ここでは印象的だった3タイトルのポスターについて紹介する。

一つ目は、Pascal Querner 氏からの「DNA メタバーコーディング技術を用いた博物館の害虫管理」についての報告である。この手法は、ホコリに含まれる DNA を解析し、博物館内に生息する害虫や節足動物を検出するという手法である。ウィーン自然史博物館においてハンディ掃除機でホコリを採取し、そこに含まれる昆虫を含めた節足動物の DNA を解析した。その結果、一つの建物だけで300種を超える節足動物が確認された。簡単なサンプリングだけで可能なことと博物館内の節足動物を網羅的に把握することができるというメリットもあるが、検出された生物の生死はわからず、害虫ではない種が多くを占めているというデメリットもある。また、DNA データベースに未登録の種も含まれていたため、今後のデータベースの拡充が期待されるとのことであった。

二つ目は、Joseph Jackson 氏からの「コイガに対する寄生蜂を用いた駆除の試み」についての報告である。スコットランド国立博物館で展示されている車の座席には馬の毛が使用されており、コイガが多く発生していた。コイガ駆除のために、チョウやガの卵に寄生する



図3 ポスター発表の様子

Trichogramma evanescens というタマゴゴバチ属の一種を使用した。ハチの成虫を常に供給するため、一か月に一度ハチの入った袋を交換した。この研究では実験は成功し、コイガを効果的に減少させることができたが、生きた虫を使うため供給が間に合わなかったり、輸送中にハチが死んでしまったりという課題が存在しているとのことであった。

三つ目は、Volker Hingst 氏からの「シミのような歩行性害虫に対する機械的なバリアを使用した防除手法」についての報告である。新しい資料や梱包材などを持ち込む際に重要なエリアへの害虫の侵入を防ぐために以下の四つの防除機構の導入を提案していた。①両面テープ、②ドアの下に設置するブラシ、③U字型の溝によるトラップ、④隙間を埋める柔らかい素材の幅木である。これらは日本では物理的防除の一環として推奨されている方法でもある。トラップ調査によるモニタリングや衛生管理などとともに IPM の一環として重要な防除方法として紹介されていた。

筆者である島田、渡辺も、ニューハクシミに関する共同研究の成果を1件ずつ報告した。島田は、ニューハクシミの生態学的な研究として、温湿度環境が本種へ与える影響と毒餌の効果について報告した。本種は10℃以下の低温または43% RH 以下の低湿度環境において2週間以上生存できないことが明らかとなった。加えて、本種の卵は湿度の影響は受けず、20℃以下の低温で孵化率が下がり、15℃以下の低温環境では孵化することができないことが示唆された。また、毒餌の効果については、アンツノー粒剤（アース製薬株式会社）という蟻用ベイト剤が有効に作用し、クリケットパウダーと混ぜて使用すると効果が上昇することが示唆された。

渡辺は、ニューハクシミの対策事例として、ピレスロイド系薬剤の使用について報告した。本種の発生現場（機械室）において、壁面に残効性のあるピレスロイド系薬剤の乳剤を細く噴霧し、個体数を約3年モニタリングした。その結果、処置後の粘着トラップ捕獲数は処置前と比べて大幅に減少し、処置後の死骸の目視発見数も減少傾向にあることが示された。さらに、本種のプラスチック容器内における行動をビデオカメラで記録し解析することで、壁面に沿って歩く性質を実験的に確認することができた。そのため上記処置の効果は、本種のこの行動特性に由来することが示唆された。

なお、日本からの報告内容の一部は『保存科学』63号にて掲載済みであるため、詳細については本誌を参照されたい。

5. 閉会式およびエクスカーショ

閉会式では、本会議のプロシーディングスが後に出版予定であることがアナウンスされた。また、3年後の次回会議（IPM-CH 2027）の開催地に関する議論があった。これまで5回の会議が全てヨーロッパで開催されていることから、他の地域での開催を提案する声もあった。結局、開催地は決定せず、関係者で検討を続けることとなった。

閉会后、会議出席者は事前登録した行き先へのエクスカーショに参加した。行き先は6か所の研究所や博物館・美術館から選択でき、渡辺はドイツ連邦材料試験研究所の生物劣化関連施設を、島田はベルリン自然史博物館の旧収蔵庫を訪問した。

ドイツ連邦材料試験研究所においては、材料の生物劣化を扱う部署にて、試験用昆虫の飼育室を見学した。ここでは、材料の劣化試験や学術的・応用的研究に使用するために、木材や布の害虫である甲虫類、ゴキブリ類、シロアリ類およびコイガ、ならびにコイガの天敵である寄生蜂などが飼育されていた。寄生蜂は *Apanteles carpatus* および *Baryscapus tineivorus* の2種が飼育されており、前者は単為生殖を行うが、後者は通常有性生殖を行うなどの差異があるとのことであった。

ベルリン自然史博物館の旧収蔵庫は耐久性の問題から新収蔵庫への移行が行われており、残されていた魚類の標本と昆虫標本の一部の収蔵環境を見学した。魚類の標本は主に骨格標本と乾燥標本から構成されており、比較的大きな魚の標本が多く収蔵されていた。中には1 mを超えるサイズのサメや魚が乾燥標本になっており、珍しい標本であるとのことであった。これらの骨格標本や乾燥標本は木製の古いタイプの収蔵棚に収蔵されていた。ホロタイプなどの貴重な標本も複数あり、脆弱な収蔵環境が懸念された。昆虫標本はほとんどが新収蔵庫に移行されていて、主にハチ類のみが旧収蔵庫に収蔵されていた。昆虫標本はすべてドイツ箱に入れられており、スチール製の棚にシステムチックに収蔵されていた。日々ボランティアによる整理が行われているとのことであった。

その他、初日には、ベルリン自然史博物館にて夕食会があった。閉館後のホールにて、ブラキオサウルス等の恐竜の化石が見守る中、非日常的な食事を楽しんだ（IPMの観点からはやや疑問が残るが）。2日目には、ベルリンの主要なスポットであるポツダム広場のレストランにて、ガラディナーが開催された。また、本会議に先立つ9月17日には、Pascal Querner氏他3名を講師とし、文化財関係者向けのIPMワークショップが開催されたが、これには筆者らは参加しておらず、本稿では割愛した。

6. おわりに

本会議では、ヨーロッパからの参加者やヨーロッパにおける事例の報告が圧倒的に多かったため、ややバイアスがかかっている可能性もあるが、本会議への参加を通じて、文化財IPMの世界的トレンドは以下のようにまとめられるだろう。IPMの導入段階にある施設では、害虫発生状況の把握や施設の日常的な清掃、薬剤燻蒸から薬剤を使用しない殺虫法への移行、組織内部での情報共有や意識改革など、IPMの基礎から着手している。やはり、これらの基礎は万国共通である。一方、IPMを定着させている施設では、コミュニケーションの向上やIT技術を活用したトラップデータ等の管理など、ソフト面でもIPM体制の整備に取り組んでいる。また、薬剤を使用しない殺虫手法としては、低温処理、低酸素濃度処理、高温処理などが各地域で活用され、より効率的な処理条件の検討や装置の開発なども進められている。研究開発面では、遺伝子解析による害虫の検出手法の開発や分布拡大状況の解析など、新たな取り組

みも進められつつある。

上記の状況は、日本でも概ね同様といえる。化学薬剤からの撤退や、オナガシミやニューハクシミの分布拡大など、ヨーロッパと日本で共通する課題も多い。

一方、ヨーロッパの文化財関連施設は、建物が歴史的で古いことから空調設備がなかったり、過去の殺虫処理に使用された劇薬が資料に残留していたりと、独自の課題を抱えている場合も多いと感じた。また、ヨーロッパは比較的湿度が低く、空調がなくても生物被害が起きにくい環境であるのに対し、日本は温暖湿潤な気候であり、昆虫やカビのリスクが高いなどの相違点も見受けられた。

ヨーロッパでは、オナガシミの対策として床面などにジェルベイトをスポット状に塗布する方法が特に効果的とのことで、推奨されていた。また、ヨーロッパでは、粘着トラップデータの標準化のため POI という指標が普及しているようであった。これらの対策や指標は日本でも有効・有用な可能性もあり、今後検討する必要がある。天敵を用いた生物的防除も積極的に実施され、新規開発も進められていることも興味深かった。しかしながら、衛生面や文化財への安全性、生態系への影響などの様々な課題が考えられるため、日本での適用可能性については慎重に検討する必要があるだろう。

2024年12月現在、日本では、酸化エチレンを主成分とする燻蒸剤の一つ「エキヒューム S」の販売中止を控え、大きな変化の局面を迎えている。国外の事例が必ずしも全て参考になるわけではないが、David Pinniger 氏が強調していたように、国境を越えたコミュニケーションや協力によって、課題解決の糸口が見つかる可能性は大いに広がることだろう。次回の IPM-CH 2027の開催地は未定であるが、日本からもより多くの参加があることを期待したい。

註

註1) プロイセン文化財団 (SPK) は、ベルリン市内および近郊の博物館等文化施設を運営するドイツ連邦政府機関である。そのうち、ベルリン市内の博物館・美術館・研究所等の施設群はベルリン美術館またはベルリン国立美術館群 (Staatliche Museen zu Berlin) と呼ばれる。ベルリン美術館には、博物館島内の各博物館・美術館や Rathgen-Forschungslabor (英名 Rathgen Research Laboratory、直訳: ラートゲン研究所) 等が含まれる。

註2) オナガシミ (*Ctenolepisma longicaudatum*) は、シミ目シミ科に属する昆虫で、世界各地に分布する家屋害虫・文化財害虫として知られている。分布域は拡大傾向にあり、ヨーロッパではほぼ全土で見られ、北欧などの寒冷な地域でも建物内に生息する。現状、文化財害虫とされるシミ類の中でヨーロッパでは最も重要な種とのことである。日本でも各地に分布している。

註3) ニューハクシミ (*Ctenolepisma calvum*) もオナガシミと同様、シミ目シミ科に属する。本種も現在ヨーロッパなどの地域において分布を拡大している。日本では最近まで本種の生息は知られていなかったが、2022年に正式に国際誌で記録が報告され、北海道・本州・九州の博物館等の建物内に生息していることが明らかになった (Shimada, M., Watanabe, H., Komine, Y., Kigawa, R., Sato, Y. (2022) Biodivers. Data J., 10, e90799)。ヨーロッパや日本などの地域において、新たな文化財害虫として警戒されている。

註4) Pest Occurrence Index (POI) とは、ある特定のエリアにおける、害虫種ごとの、単位面積あたりの1トラップあたりの捕獲数のことで、トラップ捕獲データをより分かりやすく解釈するための指数として提唱されている。詳細は、Baars, C., Henderson, J. (2019) IPM Cultural Heritage: Proceedings 4th International Conference Stockholm, Sweden, 61-70 を参照のこと。

<付録・口頭発表一覧>

発表者	題目
Sept. 18 (Day 1) Focus: IPM in Theory – Requirements to Succeed	
Johannes Vogel	Keynote - Ecology of insects in biodeterioration
Session 1 (chaired by Bill Landsberger)	
Amy Crossman & David Pinniger	Disseminating IPM advice and recommendations. Using Risk Zones as part of an IPM Strategy for Insect Pests: A Case Study
Suzanne Ryder & Tom Strang	What to include in an IPM programme - risk verses benefit
Davison Chiwara	IPM Communication in Museums! A Vital Component for Establishing Effective IPM Programmes in Zimbabwe's national museums
Pascal Querner, Katja Sterflinger, Katharina Derksen, Bill Landsberger, Rudy Plarre, Johanna Leissner, Stefan Bichlmair & Peter Brimblecombe	Climate change and its effects on indoor museum pests (insects and fungi) in Austria
Session 2 (chaired by Lisa Nilsen)	
Katherine List, Siobhan Watts & Christian Baars	Every Bit(e) Counts – Managing pest monitoring with a distributed team at a multi-site museum
Elise Etrheim & Fleur van der Woude	Advancing Pest Management: Developing A Pest Occurrence Index-Based Analysis Tool at University of Arizona Libraries Special Collections
Peter Brimblecombe	Interpreting insect trapping data
Sarah Gordon, Laticia Annison-Romano, Rebecca Barresse, Atticus Bikos, Ricardo Robles, Megan Kaiser & Megan Creamer	Jira Service Management as a Tool for IPM Collaboration and Management: Sharing Information Across Collections and Facilities at the Art Institute of Chicago
Session 3 (chaired by Pascal Querner)	
Stephan Biebl	Detection of Wood Boring Insects Larvae based on Acoustic Emission
Olaf Zimmermann, Björn Lutsch, Iris Häussermann & Martin Hasselmann	Identifying woodboring beetles with novel methods: the pros and cons of using smartphone apps, metabarcoding, LAMP as well as traditional pictorial diagnostic tools
Ana Cristina Rufino	Identifying Potential Insect Pests at the Science Museum, University of Coimbra: A Prelude to IPM Implementation
Valentin Rottier & Simona Drago	20-years monitoring of aerobiocontamination in the Old Fund of the Arsenal Library (BnF)
Sept 19 (Day2) Focus: IPM in Practice – Biodiversity in a Changing World	
Session 4 (chaired by Stephan Biebl)	
Bill Landsberger & Thomas von Rintelen	Where and how do they come from - Genetic variability of gray silverfish <i>Ctenolepisma longicaudatum</i> and ghost silverfish <i>Ctenolepisma calvum</i>
Amber Xavier-Rowe & Scott Mandelbrote	Management of a Biscuit Beetle (<i>Stegobium paniceum</i>) infestation in Perne Library, Peterhouse College, Cambridge
Enrica Matteucci, Alessandra Destefanis, Marco Nervo, Michela Cardinali & Federica Pozzi	Integrated Pest Management procedures in the historical residences of the House of Savoy, Piedmont, North-West Italy (UNESCO-WHS-823bis): survey campaigns and data analysis
Oana Adriana Cuzman, Elena Pozzi, Flavia Puoti, Alessandra Griffo, Sveva Longo & Cristiano Riminesi	Integrated Pest Management at the Royal apartments in Pitti Palace (Florence, Italy): a case study
Session 5 (chaired by Rudy Plarre)	
Francesca Maisto, Nikola Klišťincová, Magdaléna Rusková, Domenico Pangallo, Anna Nosál'ová-Zdravecká, Katarína Vaneková & Barbara Davidson	Evaluation of a quarantine strategy able to reduce the risk of artworks' biodeterioration

<付録・口頭発表一覧>つづき

発表者	題目
Eileen Procter	Exploration into the evolution and innovations of rodent IPM - Discussing the humaneness of various traps and baits in the Australian War Memorial
Matthias Schöller & Sabine Prozell	Natural enemies of the long-tailed silverfish <i>Ctenolepisma longicaudatum</i> (Lepismatidae): are there options for biological control?
Session 6 (chaired by Amber Xavier-Rowe)	
Edda Aßel, Christiane Quaisser, Jenny Pohl & Viola Richter	10 Years of IPM-Policy at MfN Berlin – achievements, challenges & lessons learned
Justine Bolle & Bill Landsberger	Cyanotypes and anoxia: Investigations on the color changes of cyanotypes during and after anoxic treatment
James Feston, Patrick Kelley & Samantha Kiever	The effects of sub-lethal temperatures on the feeding behavior and growth rate of the webbing clothes moth, <i>Tineola bisselliella</i> (Hummel) (Lepidoptera: Tineidae): Integrated Pest Management (IPM) implications for conditioning spaces to mitigate harm caused by clothes moths
Ashley Bowersox	Conquering Complexity: A Novel IPM Resource for Mixed Media
Session 7 (chaired by Pat Kelley)	
David Loughlin	Is innovation still possible in heritage IPM?
Juliana Bahia, Nadja Pöllath, Melanie Altner, Carla Novoa, Katja Neven, Dieter Doczkal & Nora Battermann	Implementing IPM at the Bavarian Natural History Collections – A bottom-up approach
Rukshala Anton, Corinne Bounhoure, Walid Djadane, Isabelle Lacaze, Mélanie Nicolas, Driss Samri, Sutharsini Sivanantham, Priscilla Thiry, Faisl Boust, David Garon, Antoine Gery & Stéphane Moularat	Innovative Approaches for Early Detection and Prevention of Fungal Contamination and Dry rot contamination in Cultural Heritage Environments
Sept 20 (Day 3) Focus: IPM in Practice – Last Resort Pesticide?	
Session 8 (chaired by Suzanne Ryder)	
Kilian Anheuser	Portable X-ray fluorescence screening of objects as a tool for communicating IPM
Sean Loakes & Abby Moore	Control of Silverfish in a museum setting using Advion Cockroach Gel bait
Adam Osgood, Megan Creamer, James Feston, Samantha Kiever, Patrick Kelley & Rudy Plarre	LLIN (Long-lasting Insecticide Netting) as a barrier protection against museum pests of major importance
Amélie Nusser	Pesticide Contamination in Large Institutions: What can we do?
Session 9 (chaired by Armando Mendez)	
Maruchi Yoshida & Lars Klemm	Adaptive freezing as object-friendly and efficient pest control method? – A field report after 4 years of IPM freezer use
Amber Xavier-Rowe, Dee Lauder, Sally Johnson, David Thickett & David Pinniger	25 years of controlling insect pests found in historic collections using heat
Dirk Neumann, Cordula Bracker, Alexander Daasch, Eileen Nguyen, Thilo Weddehage, Matthias Preuß, Benjamin Frenzel & Stefan Peters	Not precious - unwanted growth in and salvage of a valuable mineralogical collection

キーワード：国際会議（international conference）；IPM（IPM）；文化遺産（cultural heritage）

Report on the Fifth International IPM Conference for Cultural Heritage (IPM-CH 2024): Global Trend of IPM for Cultural Heritage

WATANABE Hiroki* and SHIMADA Megumi

The Fifth International IPM Conference for Cultural Heritage (IPM-CH 2024) was held from September 18th to 20th, 2024 in Berlin, Germany. This report summarizes mainly the content of 34 oral presentations at this conference.

On the first day, talks were presented on such topics as the basics of IPM for cultural heritage, the possible effects of climate changes on insect pests and fungi in museums and other buildings, the interpretations and management of adhesive insect trap data, and new methods for detecting insects and microorganisms. On the second day, various cases were reported on the issue of the management of insects, microorganisms, and rodents in museums, libraries, and historic buildings. In addition, research projects including genetic analyses of invasive silverfish species and evaluation of effects of anoxia on materials were introduced. On the last day, with a focus on pesticides and alternative methods, related topics — such as the detection of insecticide residues on collections, the control of silverfish using a gel bait, and heat and low temperature treatment methods — were covered. Besides the oral presentations, 16 posters were presented at the conference, some of which are introduced in this report.

Generally speaking, different organizations are at various phases of IPM. At this conference, we were able to acknowledge that the fundamentals of IPM for cultural heritage — for example, routine cleaning, monitoring pest occurrence, the use of eradication methods alternative to chemical fumigation, and effective communication — are common worldwide.

*Kyushu National Museum