

みんなくりポジトリ

国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnology

博物館における環境調査： 温湿度モニタリングと生物生息調査の概要

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-12-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 園田, 直子 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00009971

博物館における環境調査

— 温湿度モニタリングと生物生息調査の概要

園田 直子
(国立民族学博物館)

- | | |
|-------------------|-------------|
| 1 はじめに | 3 生物生息調査 |
| 2 温湿度モニタリング | 3.1 トラップの種類 |
| 2.1 空調設備関連 | 3.2 調査方法 |
| 2.2 空調稼働時間と温湿度目標値 | 3.3 調査結果の分析 |
| 2.3 モニタリングの方法 | 4 さいごに |
| 2.4 モニタリング結果の分析 | |

1 はじめに

20世紀後半以降、博物館・美術館・図書館など文化財の保存と活用に携わる施設（以下、博物館等）において環境保存への意識が高まっている。

たとえば地球温暖化により、温室効果ガス排出量の削減努力が求められるようになった。日本では、電気やガスなどのエネルギーの大半を化石燃料に頼っているのが現状で、エネルギーの消費は温暖化の原因となる二酸化炭素の排出に直接結びつく。博物館等では、資料保存に留意しながら、どこまで温湿度等の条件を緩和できるか、いかに持続可能な手段で博物館の内部環境を整備できるかが問われるようになった。そして、2020年、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が世界規模で蔓延するなか、感染症拡大防止対策として換気を優先しつつ、いかに適切な温湿度環境を維持するかという新たな課題が突きつけられている。

また、オゾン層保護の問題は、1970年代後半より文化財等のガス燻蒸に酸化エチレンと臭化メチルの混合剤を汎用的に使用していた日本の博物館等の生物被害対策を抜本的に見直す契機となった。というのも臭化メチルは、モントリオール議定書によりオゾン層破壊物質として規制され、2004年末には生産全廃となったからである。博物館等での生物被害対策においては、被害が発生してから（あるいは念のために）ガス燻蒸という短絡的な考えかたではなく、総合的有害生物管理（Integrated Pest Management, IPM）の理念に基づき、予防保存に比重をおいた資料管理の整備が急がれるようになった。

このような社会状況のなか、予防保存の観点で重視されるのが博物館の環境調査である。本稿では、代表的な環境調査として、温湿度モニタリングと生物生息調査をとりあ

げ、それぞれの手法や分析の視点を、筆者が所属する国立民族学博物館（以下、民博）の事例をふまえながら、共同研究員から得た情報¹⁾を補足し、概観する。

2 温湿度モニタリング

温湿度モニタリングは、中央監視盤による空気調和（空調）設備関連と、資料保存の観点からのモニタリングに分けて概説する。

2.1 空調設備関連

空調設備とは、室内の温度・湿度・気流・清浄度を整えるための装置である。外気は、室内から戻ってきた空気と混合されたうえで、各種のフィルタを通過し、冷却、除湿、加温、加湿の工程を経て、適切な温湿度に調整され、室内に給気される。一方、室内を循環した空気は部屋の吸気口から空調機へ還気され、そのうち一部は排気され、残りは外気と混合される。各機関からの情報を以下にまとめる。

- 室内からの還気は、必ずしも外気と混合されるわけではなく、そのまま空調機で温調制御され室内に給気する場合もある。収蔵庫など人の出入りが少ない空間では、外気取入れ無し、もしくは微量とする空調循環方式の施設もあった。
- 今回の調査では、プレフィルタ、中性能フィルタ、高性能フィルタ、ケミカルフィルタ、脱臭フィルタなどが、単独もしくは組み合わせられて使用されていた。コサトロンとよばれる集塵装置を併用している施設もあった。コサトロンは、空調フィルタで効果的に除塵ができるよう、室内の1 μm以下の汚染粒子を、電気的な凝集作用により集積し大きく成長させる機能をもつ装置である。
- 展示室や収蔵庫などの大容量空間の一括管理には、AHU（エアハンドリングユニット）もしくはACU（エアチリングユニット）とよばれるシステムが使われていた。冷却・除湿には冷水またはブライン（凝固点が低い不溶性の液体）、加温には温水または蒸気、加湿には蒸気噴出し（ボイラー）、超音波式、気化式、エアワッシャーなどが使用されていた。除湿は、レヒート除湿（空気の冷却時に結露させて除湿）でおこなわれるが、比較的低温低湿に設定される部屋では乾式除湿機が併用されていた。低温用空調機を使用している施設では、加温（再熱）と加湿に電気ヒーター、除湿は冷却除湿と乾式除湿機が使われていた。なお、乾式除湿機はハニカムロータで水分を吸着し、電気乾燥排気する。
- 部屋ごとに温湿度を個別に設定する場合にはACP（パッケージ型恒温・恒湿エアコン）が用いられていた。冷却には冷媒ガス、加温には電気ヒーター、加湿には電極式蒸気加湿器やパン型加湿器などが用いられていた。除湿の方式はレヒートの他、乾式、電気ヒーターなどがあった。

- 事務室などの温度調整には、FCU（ファイルコイルユニット）が使用されていた。FCUは、部屋の中の空気を取り入れ、温調して、給気する装置である。単独の使用では外気の取入れがないため、必要な場合にはロスナイ換気（小型全熱交換機）が行われていた。

民博の事例を見てみよう。民博の建物の新営工事は1977年11月に竣工された後、1981年に講堂、1983年に第8展示棟、1989年に特別展示館・書庫が相次いで竣工されている。1993年に本館増築、共同研究棟が竣工され、1996年に第7展示棟が竣工され、現在に至る。空調システムの導入時期はそれぞれ異なり、また必要に応じて更新されている。2021年3月現在の概要を中央監視室への聞き取りをもとにまとめる。

- 収蔵庫は通常、外気の導入はなく、外気導入ダクトの外気手動ダンパーは全閉で運転している（室内は扉の開閉により空気の循環はある）。一方、本館展示場、特別展示場は、外気導入ダクトの外気手動ダンパーは開度40%程度、排気ダクトの手動ダンパーの開度はそれよりやや絞ることで内部を陽圧にしたうえで、外気の取入れと排気がされている²⁾。一般収蔵庫、本館展示場、特別展示場では各種フィルタにコサトロンを併用している。
- 24時間空調の特別収蔵庫は、ACPで個別に温湿度が設定されている。プレフィルタ（粗塵）と、1 μ m粒子捕集率90%以上の中性能フィルタを備えている。空冷冷媒ガスパッケージ空調機で室内機の直膨コイルで空気を直接、冷却除湿している。加湿は小型の電極式加湿器、加温には電気ヒーターを用いている。温度と湿度ともに暴れが少なくなるよう、加湿は比例制御、加温は比例制御とオン・オフ制御となっている。
- 衣類の特別収蔵庫は、上述のプレフィルタと中性能フィルタに、電気集塵機を併用している。冷却除湿は、熱源に電気を用いるEHP（直膨エアハンドリングユニット）でおこなわれる。加温は電気ヒーター、加湿は電熱式加湿器による。
- フィルム収蔵庫と映像音響資料収蔵庫にはHEPAフィルタを設置している。このふたつの収蔵庫は、特別収蔵庫のなかでも低温低湿で制御されており、熱源には電気を用いるEHP（直膨エアハンドリングユニット）システムを採用している。屋外で冷却された冷媒ガスが液化して室内の空調機に循環する。室内機の膨張コイル（冷却コイル）で気化するときの気化熱で収蔵庫の循環空気を冷やし、冷却除湿する。加温は、電気ヒーターで再熱する。冷却除湿では45%RH程度までしか下がらないため、乾式の除湿機を併用し、除湿能力を上げている。
- 一般収蔵庫も、プレフィルタ（粗塵）と、1 μ m粒子捕集率90%以上の中性能フィルタを備えている。8時間空調（9:00~17:00）であり、熱源（温水と冷水）は蓄熱槽方式を採用している。深夜電力で温水と冷水を蓄熱槽に製造し、昼間の不足分はガス吸収式冷温水発生装置で追い炊きしている。大型の4管AHU方式で、除湿は冷却

による。加湿は部屋により異なり、蒸気噴出し（ボイラー）、噴霧超音波式、滴下浸透酸化式が用いられている。冬季の加湿には、ボイラー式のほうが他の方式よりも反応が早く、有効にはたらくといわれている。一般収蔵庫の加温および加湿は比例制御であるが、運転時間が昼間8時間のため夜間停止時に温湿度が変化する。翌朝、空調の稼働後、安定するまで温度、湿度の暴れが生じやすい。

- 本館展示場も昼間8時間空調（9：00～17：00）であり、基本的には上述の一般収蔵庫と同じ空調システムを採用している。違いは、VAV（変風量単一ダクト）方式を採用していることである。VAV方式とは、室温に応じてゾーンごとに総風量を変化させる空調システム方式であり、省エネ効果が期待できる。
- 本館とは別の棟にある特別展示場も4管AHU方式で、除湿は冷却、加湿は噴霧超音波式である。常設展示場と同じくVAV方式で制御されている。
- 一般事務所は、2管（冷水か温水のどちらか）のAHU方式であり、温湿度制御レベルは4管の展示場や収蔵庫と較べると劣る。
- 教員の各研究室の温湿度制御は2管のFCUで、夏は冷水、冬は温水を流して温度を制御するとともに、外調機から外気を温調して取入れる仕組みになっている。

2.2 空調稼働時間と温湿度目標値

空調の稼働時間は、24時間、もしくは時間を限定しての利用に分かれた。施設によっては、夏季のみ空調を24時間稼働させて温度の上限を抑えたり、季節に準じた緩やかな温度変化を許容したりするなど、季節にあわせて柔軟な運用をとっていた。展示場および収蔵庫（映像音響資料以外）の空調条件としては、湿度の目標値は年間通じて変えず、温度の目標値を夏季、中間期、冬季で変えているところが大半であった（表1・2）。収蔵庫、展示場ともに、湿度の目標値は50%RH～60%RH程度、温度の目標値は、夏季は24℃～26℃程度、冬季は20℃～22℃程度であった。中間期の目標値は、温度22℃、もしくは夏季目標値と冬季目標値の間を0.5℃ずつ移行、あるいは空調停止など、対応はさまざまであった。

民博には、モノ資料を対象とした24時間空調（温湿度の目標値は年間変更せず）の収蔵庫がある。これらは収蔵資料の約10%を収めている特別収蔵庫であり、資料の材質により部屋の温湿度の目標値を変えている（表3）。

低温低湿での保管が推奨される映像音響資料の収蔵庫は、いずれの施設も24時間空調であった。温湿度の目標値は年間とおして一定であるが、施設により、また同じ施設でも部屋（そこに収蔵する資料の材質や保存状態）により異なっている（表4）。

2.3 モニタリングの方法

中央監視盤でのリアルタイム監視は、24時間、開館時間のみ、空調稼働時間内など、

表1 展示場の空調稼働時間と温湿度目標値

		事例1	事例2	事例3	事例4
稼働時間		24h	24h	9:00~21:00	9:00~17:00
温度	夏季	24℃	24℃±2℃	26℃±2℃	26℃±2℃
	中間期	なし(常設展がないため、 展示替えの時に切り替え)	22℃±2℃	隔週0.5℃ずつ移行	0.5℃ずつ移行
	冬季	22℃	20℃±2℃	22℃±2℃	22℃±2℃
湿度		50%RH	60%RH ±5%RH	資料により変更	50%RH ±10%RH

(研究会での情報をもとに筆者作成)

表2 収蔵庫(映像音響資料以外)の空調稼働時間と温湿度目標値

		事例1	事例2	事例3	事例4	事例5
稼働時間		24h	24h	8:40~21:30	9:00~17:00	10:30~18:30
温度	夏季	21℃±2℃	22℃±1℃	24℃±1℃	26℃±2℃	26℃±2℃
	中間期		21℃±1℃	隔週0.5℃ずつ移行	0.5℃ずつ移行	空調停止
	冬季		20℃±1℃	22℃±1℃	20℃±2℃	20℃±2℃
湿度		50±5%RH	60%RH ±2%RH	50%RH±2%RH, 55%RH±2%RH, 60%RH±2%RH	52%RH ±5%RH	52%RH ±5%RH

(研究会での情報をもとに筆者作成)

表3 民博の特別収蔵庫の空調稼働時間と温湿度目標値

	絨毯	漆器	毛皮	衣類
稼働時間	24h	24h	24h	24h
温度	20℃±1℃	22℃±1℃	22℃±1℃	22℃±1℃
湿度	50%RH±5%RH	60%RH±2%RH	50%RH±2%RH	55%RH±2%RH

(筆者作成)

表4 収蔵庫(映像音響資料)の空調稼働時間と温湿度目標値

	事例1	事例2	事例3	事例4	事例5	事例6	事例7	事例8	事例9	事例10	事例11
稼働時間	24h	24h	24h	24h	24h	24h	24h	24h	24h	24h	24h
温度	2℃ ±2℃	5℃ ±2℃	5℃ ±1℃	10℃ ±2℃	10℃ ±1℃	12℃ ±2℃	上限 18℃	18℃ ±2℃	20℃ ±1℃	20℃ ±3℃	夏季22℃±1℃ 中間期21℃±1℃ 冬季20℃±1℃
湿度	35%RH ±5%RH	35%RH ±5%RH	40%RH ±5%RH	35%RH ±5%RH	50%RH ±5%RH	40%RH ±2%RH	35%RH ±4%RH	45%RH ±2%RH	50%RH ±5%RH	50%RH ±5%RH	60%RH ±2%RH

(研究会での情報をもとに筆者作成)

これも施設によりまちまちであった。センサーは、室内、給気ダクト内、還気ダクト内などに設置されているが、温度用・湿度用、計測用・制御用で場所や位置が異なる場合もあった。室内センサーは、床から約1m~1.5mの高さに設置される事例が多かった。記録頻度は、1時間ごと、1日6回など、さまざまであった。

資料保存の観点からのモニタリングには、自記温湿度計やデータロガーが使用(併用)されていた。自記温湿度計は、紙面上に温湿度の推移が連続的に記録され、その場で目視確認できる。一方、データロガーは、前もって定めた間隔毎に計測された温湿度デー

タが記録され、グラフ化や計算が簡便におこなえる利点がある。

- 自記温湿度計は、各部屋に1台、あるいは部屋が細長い場合などは複数台設置されていた。収蔵庫では、中央監視盤のセンサー付近が選ばれる傾向にあった。用紙交換（データ回収）の頻度は週1回が大半をしめるが、月1回の施設もあった。定期交換時以外にも、部屋に入った時、問題が発生した時などに目視確認されている。
- データロガーの使用は、2000年前後から普及している。データロガーは、収蔵庫では中央監視盤のセンサー付近、部屋の中央付近、部屋の四隅と中央、などに設置されていた³⁾。展示場では、自記温湿度計の近く、もしくは展示の邪魔にならない場所が選ばれる。データの記録間隔は、5分、10分、15分、30分、1時間など、施設により、あるいは計測対象となる部屋により、一様でなかった。データの回収頻度は、週1回、月1回、2～3ヶ月に1回であり、用紙交換がともなう自記温湿度計のほうがデータロガーより頻繁に回収される傾向があった。無線等でデータを自動的に転送するシステムをもつ施設では、データ回収間隔が短いようだ。

多くの施設で、関係部署とのあいだで、空調に関する情報を共有する場を設けていた。開催頻度は、隔週、月1回、3ヶ月に1回など異なるが、施設、設備機器、運用など多角的な視点からの問題の検討、異常時の速やかな対応（当該部屋への立ち入り制限など）を目的にしている点は共通している。

2.4 モニタリング結果の分析

温湿度の推移は、通常、折線グラフであらわされ、目標とする範囲内で推移しているか、急激な上昇や下降はないか、今までにない動きがでていないか、などに着目して分析されている。異常がみつければ、部屋に出入りする人数に急激な変化がなかったか、空調条件が変更されていないか、空調設備に不具合はないか、などを確認する。

一般に、温度よりも、湿度の急激な変化のほうが収蔵品に与える影響が大きいことが知られている。施設によっては、建物の図面上に、年間の湿度の推移範囲（ $\pm 5\% \text{RH}$ 、 $\pm 15\% \text{RH}$ 、 $\pm 15\% \text{RH}$ 以上）を色分けして全体の傾向を把握したり、クライモグラフ（温度を縦軸、湿度を横軸にとり、各月の平均値を月順に点でむすんだグラフ）により各部屋の特徴をとらえたりなどの工夫をしていた。

以下に、民博で試行している温湿度データの解析法を示す。

- 温湿度の制御レベル（Sonoda et al. 2011）：空調の設定が同じ条件下での温湿度の推移を正規分布とみなすと、 $\text{平均値} \pm \text{標準偏差} \times 2$ のなかに95%の確率でデータがおさまることになる。仮に温度の変動の許容範囲を、制御が厳しい順に、 $\pm 2^\circ\text{C}$ 、 $\pm 5^\circ\text{C}$ 、 $\pm 5^\circ\text{C}$ 以上に分けると、それぞれ標準偏差1以下、2.5以下、それ以上に相当する。同様に、湿度の変動の許容範囲を、 $\pm 5\% \text{RH}$ 、 $\pm 10\% \text{RH}$ 、 $\pm 10\% \text{RH}$ 以上とすると、

それぞれ標準偏差2.5以下、5以下、それ以上にあてはまる。2010年、温湿度の実測値をもとに平均値と標準偏差を計算したところ、大半の収蔵庫では、温度は平均値±2℃、湿度は平均値±5% RHの範囲内にあった。これらの制御範囲からはずれる収蔵庫は、外気の影響を受けやすい階層にあったり、温湿度の目標値が大きく異なる部屋に挟まれていたりなど、特殊な要因があった。一方、大半の展示場は、温度は平均値±5℃、湿度は平均値±10% RHの範囲内であった。

- 温湿度の月ごとの散布図：温湿度の制御状況を視覚的に把握する手法として、変数分布を用いている。温度（縦軸）と湿度（横軸）の組み合わせを母集団とし、信頼率90%でデータがおさまる範囲に楕円をえがくと、温度もしくは湿度（あるいは両方）の変動が大きいほど楕円が大きくなる。楕円の分布域の計算は（森田 1981: 163）に基づく。作図には、民博で独自に開発した温湿度分析システム・スモールパッケージを用いた。図1に、一般収蔵庫（第2収蔵庫）の2020年の年間の温湿度データを月ごとにまとめた。当該収蔵庫では、湿度の目標値は年間として52% RH ±5% RH、温度は夏季26℃ ±2℃、冬季20℃ ±2℃を目標とし、中間期は空調を停止している。実際の推移としては、温度と湿度はともに冬季から夏季に向かって上昇し、夏季から冬季に向かって低くなり、中間期の5月と10月に温度が大きく上昇もしくは下降しているが、湿度はさほど変動していない。湿度が大きく変動するのは7月であり、これは夏期の空調復帰後、湿度上昇を抑えるために湿度設定を5回に分けて変更したためである。その後、湿度は安定して推移している。このように温湿度を月ごとの散布図にまとめると、年間の傾向が把握しやすくなる。

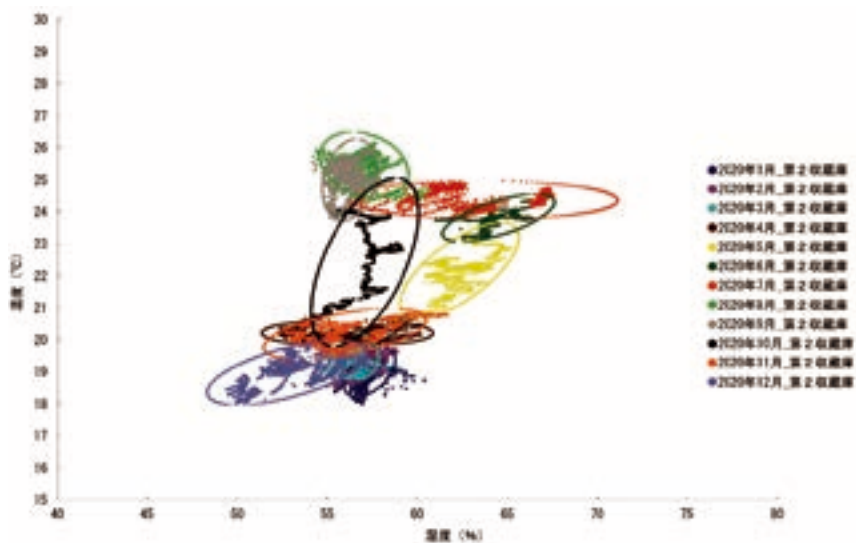


図1 一般収蔵庫（第2収蔵庫）の月ごとの温湿度散布図（2020年）
（温湿度分析システム・スモールパッケージにより河村友佳子作成）

3 生物生息調査

1984年、民博の森田恒之（現・本館名誉教授）がシバンムシ用のフェロモントラップを試験的に導入したのが、日本の博物館等で虫トラップを用いた調査のおそらく最初の事例と思われる（森田 2004）。その後、民博では1992年から虫トラップを用いた生物生息調査が本格的に始まり、2005年の調査方法の見直しを経て、現在に至る。今では、IPMの概念の普及により、虫トラップを用いた生物生息調査は多くの博物館等で実施されている。

3.1 トラップの種類

トラップには、粘着トラップ、フェロモントラップ、ライトトラップなどの種類がある。生物生息調査では主に粘着トラップが使用されており、補完的にフェロモントラップを併用している施設もあった。調査時点では、ライトトラップを利用している施設はなかった。

市販の粘着トラップには、紙製もしくはポリプロピレン製の組立型、そのまま設置できる小型の樹脂製などがある。民博では、独自に市販品の約2倍の大きさの紙製の粘着トラップを使用している。これは調査開始時に市販品がなかったため、データの継続性のために、今でも同様のトラップを使用している。このように一言で粘着トラップといっても、その材質、形状、大きさはさまざまであり、トラップに捕獲できる虫の数にも自ずと違いがでてくる。フェロモントラップとしては、タバコシバンムシ用が最も多く用いられており、その他、ジンサンシバンムシ用、ノコギリヒラタムシ用、メイガ用が使用されていた。

トラップの総数は、50以下もあれば、500前後もあり、施設により大きな違いがみられた。トラップの数が多いと分析に時間がかかるため、調査結果を環境改善に反映するのが遅れることを懸念する施設もあった。人員、時間、そして経費もあわせて、どのくらいの数のトラップを使用するのか判断することになる。

3.2 調査方法

収蔵庫では棚の並びがそろっているため、トラップを定期的に配置することは比較的容易である。収蔵庫においては、平均すると約35m²～50m²あたりにトラップを1つ設置する施設が多かった。一方、展示場のトラップ密度は収蔵庫よりも低く、1トラップあたり約2倍の面積の中に配置される傾向がみられた。展示場はレイアウト変更などがあるため長期間にわたる一貫性がとりにくいが、各施設では、ある一定エリア内におけるトラップの数を変えないなどの工夫をすることで、継続性のある、比較可能なデータを残すようにしていた。

粘着トラップは、部屋の角、壁際、柱付近、出入口付近に配置されていた。展示場では、展示の邪魔にならないよう考慮したうえで、展示台の下、虫害にあいやすい資料の近辺などへ配置されていた。フェロモントラップは、設置場所によってはかえって害虫等を外部から誘引するおそれがあるため、窓や外部に通じる出入口の近くは避けるなど、その配置場所には注意を要する。

調査方法は、通年調査と、期間を区切った定期調査に分かれた。

- 通年調査でのトラップ交換の頻度は、1ヶ月がもっとも多く、半月、2ヶ月もあった。通年調査の利点は、生物生息状況が不明な時期がないこと、年間を通じて状況が確認でき、異常の発見がしやすいことである。
- 定期調査は、年4回各2週間、年2回（6～7月と8～9月）各4週間、夏季のみ3週間など、捕獲の多い夏季に調査を集中させる傾向がみられた。粘着トラップは通年調査、フェロモントラップは定期調査（年4回各1ヶ月）と、種類により調査方法を分けている施設もあった。

3.3 調査結果の分析

虫の一覧表を作成している施設では、それぞれの分析視点により分類の仕方に特徴がある。民博では虫目別で分類しているが、内部発生可能昆虫／外部侵入性昆虫、文化財害虫／その他、などで分類しているところもあった。いずれも、一覧表にない文化財害虫が捕獲されたときには、逐次、追加する措置がとられていた。

民博では、2005年、生物生息調査が始まった1992年から捕獲されている虫をすべて網羅できるように虫の一覧表を見直した。その結果、今回調査した施設のなかでは、一覧表の虫の数は20虫目58虫種と最も多かった（表5）。

生物生息調査の基本は、各トラップに捕獲された虫の同定と、その数のカウントである。捕獲虫の同定は、専門業者へ依頼している施設もあれば、職員もしくはサポーターで実施している施設もあった。分析にあたっては、捕獲数が継続的あるいは急激に増えていないか、今まで捕獲されていなかった場所に捕獲がみられないか、などに着目して結果を読み取る。また、例年同時期のデータとの比較は、当該時期の結果が正常かどうかの判断に役立つ。文化財害虫の捕獲があれば、数の多少にかかわらず、発生要因の確認がおこなわれる。チャタテムシ目やシミ目の発生は、高湿度、ホコリだまり、カビの発生などが疑われる。外部から侵入した可能性が高い虫は、施設面の不具合（扉の開閉、網戸の有無など）や、ゾーニングの不備をあらわす指標となる。

調査結果は、グラフ化（捕獲数の推移、捕獲場所ごとの比較、種別の比較）や、建物図面へのマッピングにまとめられる。あるいは、平均捕獲指数（1日1トラップあたりの平均捕獲数）を試用している施設もあった。平均捕獲指数（匹／日）とは、総捕獲数を（設置トラップ数×トラップ設置日数）で割ったもので、外部からの侵入害虫による

表 5 民博仕様の虫一覽表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56																																																		
																												コウチユウ目														チャヨウ目										ゴキブリ目								シミ目						チャタテムシ目						バッタ目		シロアリ目		ハエ目		ハチ目		アザミウマ目		カメムシ目						トビムシ目		ハサミムシ目		昆虫綱その他の目		クモ綱クモ目		クモ綱クモ目		甲殻綱ワラジムシ目		ヤスデ綱全目		ムカデ綱全目		その他	
																												コウチユウ目														チャヨウ目										ゴキブリ目								シミ目						チャタテムシ目						バッタ目		シロアリ目		ハエ目		ハチ目		アザミウマ目		カメムシ目						トビムシ目		ハサミムシ目		昆虫綱その他の目		クモ綱クモ目		クモ綱クモ目		甲殻綱ワラジムシ目		ヤスデ綱全目		ムカデ綱全目		その他	
																												コウチユウ目														チャヨウ目										ゴキブリ目								シミ目						チャタテムシ目						バッタ目		シロアリ目		ハエ目		ハチ目		アザミウマ目		カメムシ目						トビムシ目		ハサミムシ目		昆虫綱その他の目		クモ綱クモ目		クモ綱クモ目		甲殻綱ワラジムシ目		ヤスデ綱全目		ムカデ綱全目		その他	
(一)から49の科は改正種の数(未等置)																												(* は種名の改良(追加))																																																																													

(共同研究「国立民族学博物館所蔵資料の総合的保存管理：システム構築にむけての基礎的研究」(2004~2007年度, 研究代表者・園田直子)の成果をもとに作成)

被害の場合は2区の境界（壁，ドア）ごとに内部の指数が約1/10になるなどの相関があるという（辻 2009）。トラップの種類や設置方法が異なる場合は相互に比較することはできないが，たとえば外部から侵入した可能性が高い虫の平均捕獲指数を比較すると，その施設におけるゾーニングの有効性をはかる指標になりうるだろう。

民博では，建物図面に生物生息調査結果を反映するにあたって，2種類のマッピング方法（捕獲数別マッピングと捕獲虫目別マッピング）を採用している（Sonoda 2018）。図2に，2021年7月の展示場ゾーンの調査結果のマッピングを例として載せる。捕獲数別マッピング（図2上）とは，捕獲数「0」とそれ以上の捕獲数を5段階に分けて表示したものである。シートトラップは寒色系，フェロモントラップは暖色系で色分けし，いずれも捕獲数が多いほど色が濃くなるように表示することで，捕獲が集中している箇所を簡便に見極められるようにしている。一方，捕獲虫目別マッピングとは，各トラップの最多捕獲の虫目をあらわしたものである（図2下）。これにより建物のどの場所に，どのような虫目が捕獲されたのかが一目で分かる。たとえば外部から侵入しているハエ目の分布は，ゾーニングがうまくできているかどうかの指針となる。なお，作図には，民博で独自に開発した生物生息調査分析システム・スモールパッケージを用いた。

4 さいごに

温湿度モニタリングと生物生息調査はいずれも調査方法や分析手法に規則があるわけではない。各施設は，それぞれが有するコレクションの種類やその規模，所有する設備や機材，さらには調査や分析に費やすことができる人員，時間，そして必要となる経費なども勘案したうえで，実現可能なかたちで博物館環境の調査を行っている。

博物館の環境調査は，条件をなるべく変えずに継続して実施することで，長期にわたり比較可能なデータとして蓄積することができる。その結果，当該施設における温湿度推移や生物被害の傾向，異常の早期発見，さらには施設の問題点等，1回の調査だけでは分かりづらい事項が明らかになってくる。問題解決のために何らかの対策をとった場合は，その前後の結果を比較することで効果を検証することができ，さらなる博物館環境の改善へとつなぐことが期待できる。

本稿で概観した調査や分析の手法は，共同研究会での情報共有に基づいたものであり，博物館等の種別が網羅できていないわけではないが，日本における博物館環境調査の現状把握の一端になると考える。新たに調査を始める施設や，他機関の情報を知りたい場合の参考にしたいうえで，各施設においては，それぞれの現状にあう，現実的で，効果的な手法を見いだしていただければ幸いである。

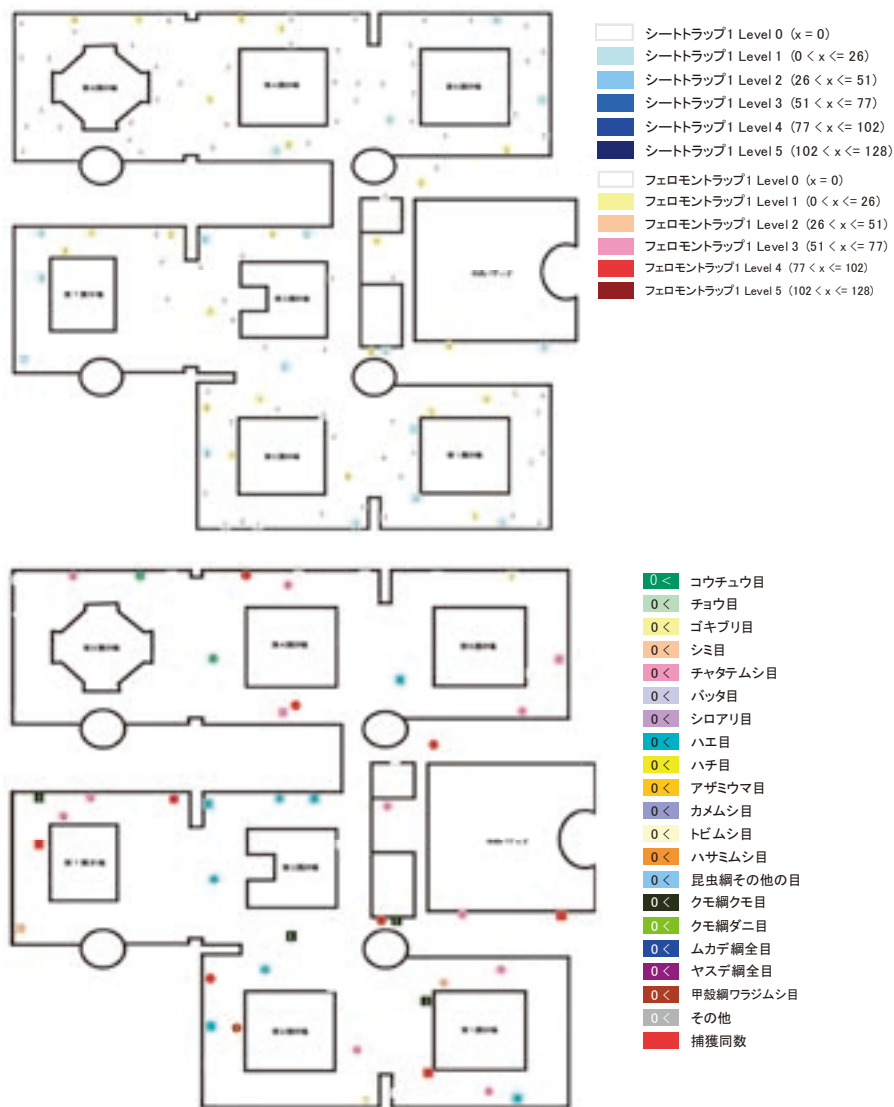


図2 捕獲数別マッピング(上)と虫目別マッピング(下):2021年7月, 展示場ゾーンの調査結果より (生物生息調査分析システム・スモールパッケージにより和高智美作成)

注

- 1) 生物生息調査については2019年7月19日, 温湿度モニタリングについては2019年12月12日の研究会において, 各施設での調査方法, データの解析方法を互いに説明し, 議論した。
- 2) 現在は, 新型コロナウイルス感染症拡大防止対策として, 外気取り入れを最優先している。
- 3) 民博では, 収蔵庫によっては, データロガーを異なる高さ(床から約50mm~100mmと約1,150mm)に配置することで, より詳しい分析に努めている。

参考文献

〈日本語〉

辻英明

2009 「IPM 防虫管理における管理水準の考え方」『文化財の虫菌害』58: 11-16。

森田恒之

1981 「国立民族学博物館の展示と保存環境に関する検討」『国立民族学博物館研究報告』6(1): 159-182。

2004 「みんなくでの虫害管理20年」『民博通信』107: 8-10。

〈外国語〉

Sonoda, N.

2018 Stratégie de contrôle des insectes et des moisissures au musée national d'ethnologie, Osaka. *Support/Tracé* 18: 139-146.

Sonoda, N. and S. Hidaka

2011 Integrated Pest Management at the National Museum of Ethnology, Japan: Re-evaluation of Preventive Measures and Control Strategies. In P. Winsor, D. Pinniger, L. Bacon, B. Child, K. Harris, D. Lauder, J. Phippard, and A. Xavier-Rowe (eds.) *Integrated Pest Management for Collections, Proceedings of 2011: A Pest Odyssey, 10 Years Later*, pp. 123-138. Swindon: English Heritage.