

鳥取県立博物館の収蔵庫内での害虫モニタリング結果と今後の対策

佐藤 隆士

〒680-0011 鳥取県鳥取市東町2-124 鳥取県立博物館

E-mail: sato-ta@pref.tottori.jp

[受領 Received 20 January 2007 ; 受理 Accepted 10 February 2007]

Seasonal changes of the number of insect pests and temperatures in the storages of Tottori Prefectural Museum, and a perspective for the to construction of integrated management systems

Takashi SATO

Tottori Prefectural Museum, Higashi-machi 2-124, Tottori, 680-0011 Japan

Abstract: To construct integrated pest management systems for collections in Tottori Prefectural Museum, seasonal changes of the numbers of insects and other arthropods and temperature and humidity in the museum storages were investigated by sticky traps and data loggers from late May to late December in 2006.

In total 45 species (or groups) of insects, spiders and mites, including a notorious pest of tobacco beetles, *Lasioderma serricorne* (Anobiidae), and its natural enemy, *Cephalonomia gallicola* (Hymenoptera: Bethyilidae), were captured in the storages with various frequencies. Some species were constantly captured throughout the surveys, thus they were considered to reproduce in storages. Many species were observed in the basement and the first floor that faces entrances, while many individuals captured from the basement and the second floor. These suggest that most of the arthropods intruded through entrances but a part of them can penetrate inward and randomly spread to whole the storages. Seasonal change of the number of individuals captured differed from species to species (or group to group). Population densities of *L. serricorne* seem to be negatively correlated with those of *C. gallicola*.

Room temperatures in the storages, initially set at 25°C and 55-60% RH, strongly fluctuated according to field conditions, especially on upper floors where those went up to ca. 30 °C and down to below 20°C during summer and winter, respectively. Humidity in the storages also sometimes deviated (both upward and downward) from the range initially set (55-60% RH) in autumn and winter, although they constantly exceed the range initially set in the basement. These suggest that air-conditionings in the storages are not regulated properly under the setting conditions.

During surveys, a few mounted fishes and animals were attacked by *L. serricorne* and suffered slight damages only at the natural history exhibition room. The small damages were safely recovered by simple methods, i.e., low temperature treatment at -20 °C for 24 hr and naphthalene treatment enclosing in polystyrene bag.

On the basis of the results, I propose modifications of air-conditioning and maintenance of the museum entrances or doors to the storages to protect the collections from the risk of pest infestations of the storages. I also present a perspective to introduce an integrated pest management system to Tottori Prefectural Museum.

Keywords: IPM, storage, Tottori Prefectural Museum, damage control, air-conditioning, intrusion

■ 諸 言

博物館には、文化遺産としての博物館資料を後世まで安全に管理する資料保管庫としての機能がある（加藤 1996）。従来、博物館現場では、こうした貴重な資料を害虫や害菌から守るために臭化メチルや酸化エチレンなどによる化学燻蒸を行ってきたが、主要薬剤である臭化メチルがオゾン層の破壊に関与するとの理由から、モントリオール議定書により2005年1月以降の使用が禁止となり、資料管理現場での虫菌害対策に見直しが求められた。

従来の化学物質による化学燻蒸は、殺虫、殺菌効果は高いものの、現場作業者の燻蒸時の曝露事故が後を絶たず、燻蒸後は建物や資料内に浸透した化学物質の漏洩により博物館職員が薬剤に曝されるなどの問題があった。また、燻蒸後の薬剤は通常大気中に脱気されることから、環境上の問題も挙げられる。そして化学燻蒸による殺虫殺菌は、被害発生に対する一時的な効果を期待した対処的手法としての側面が強く、恒久的な資料管理を行うためには燻蒸と並行して被害を予防するための日常管理が必要であった。

総合的害虫管理（IPM, Integrated Pest Management）は、虫菌害に対する研究が進んだ農業現場で提案された管理手法の概念である。その概要は、害虫や害菌などの発生を制御（control）するのではなく、被害が生じない程度の密度に管理する（management）というもので、化学物質のみならず天敵などの生物資材や（Debach and Rosen 1991）、各種忌避テープや防虫ネット（鈴木 1987a, b）、性フェロモン（若村 1991）などを相互に矛盾しない形で併用することにより、その被害を経済的被害許容水準（EIL, Economic Injury Level）以下に抑制するというものである（中筋ら 2000）。実際に、多くの農業現場ではこうした研究の蓄積や管理技術の開発が行われており（田中 1992）、減農薬を実現した例も数多い（中筋ら 2000）。近年、博物館現場でも、従来からの薬剤に依存した資料管理を見直し、先端分野でのIPMの概念を取り入れた資料管理手法の施用が提唱されている（文化庁文化財部 2001）。本邦の博物館においても、こうした概念に基づく害虫や害菌の制御方法が検討されており（九州国立博物館ほか）、いくつかの施行例が報告されている（福西 2006；金剛株式会社 2006；田中・野中 2006）。

博物館の収蔵管理現場の特徴は、閉鎖環境という点にある。このため、害虫や害菌の外部からの侵入を阻止することや、空調管理により収蔵庫内を昆虫や菌類の生育に不適な条件に制御したりすることで、ある程

度の被害抑制は可能である。その一方で、収蔵資料に対する被害許容水準は低く、完全な被害阻止が求められる資料も数多い。このため、今後、文化財の収蔵管理現場で燻蒸に頼ることなく虫菌害を阻止するためには、害虫の侵入経路やその発生動態を把握することにより被害を未然に阻止することや、被害をできる限り阻止できるような温湿度条件を検索することが重要となる。

鳥取県立博物館では、2005年以前は数年に1回程度の臭化メチルによる全館燻蒸や収蔵庫燻蒸を行ってきたが、2006年以降、IPMに基づく資料管理手法の確立を目指している。今回の研究では、当館が燻蒸に頼らない収蔵管理システムを構築するにあたり、収蔵庫内での害虫類のモニタリング手法を確立することと、現行の収蔵庫の温湿度条件を把握すること、そして各種生物害を未然に防ぐような温湿度条件を検索することを目的に、2006年春から秋までの各収蔵庫内の害虫類の発生状況と温湿度の季節的推移を調査した。そして、これらの結果をもとに当館に求められる生物被害への予防的措置や被害発生に対する対処法について考察を行った。

■ 材料と方法

博物館と周囲の環境

鳥取県立博物館は、旧鳥取城の城址公園に立地し、館の裏手には豊かな常緑広葉樹林に覆われた久松山がある。当館は美術、人文、自然系分野が統合された総合博物館であり、コンクリート鉄筋3階建ての建物内（築35年）に点在した収蔵庫内に絵画から動植物標本にいたる多数の資料が収蔵されている（図1）。各収蔵庫の面積や入口扉、内部構造は異なっており（表1）、市販のエアコンが昼夜運転されている2階の美術資料保管室（設定温度22℃）を除いては、重油ボイラーによる昼間のみ空調管理（午前9時から午後5時半まで、設定温度25-26℃、湿度55-60%前後）が行われている。なお、来館者や博物館関係者の出入りは1階の出入口より行われ、資料などの搬入や搬出は主に地階のトラックヤードにより行われている。

定期モニタリング

収蔵庫内での害虫の発生状況とその季節推移を明らかにするために、2006年5月下旬から、各収蔵庫につき各1基のシバンムシ類用のフェロモントラップ（タバコシバンムシ用：ニューセリコ、(株)富士フレイバー；ジンサンシバンムシ用：パニシウム、(株)富士フレイバー）と、収蔵品の量や質に従い床面積1.2-12.4㎡あたり1基

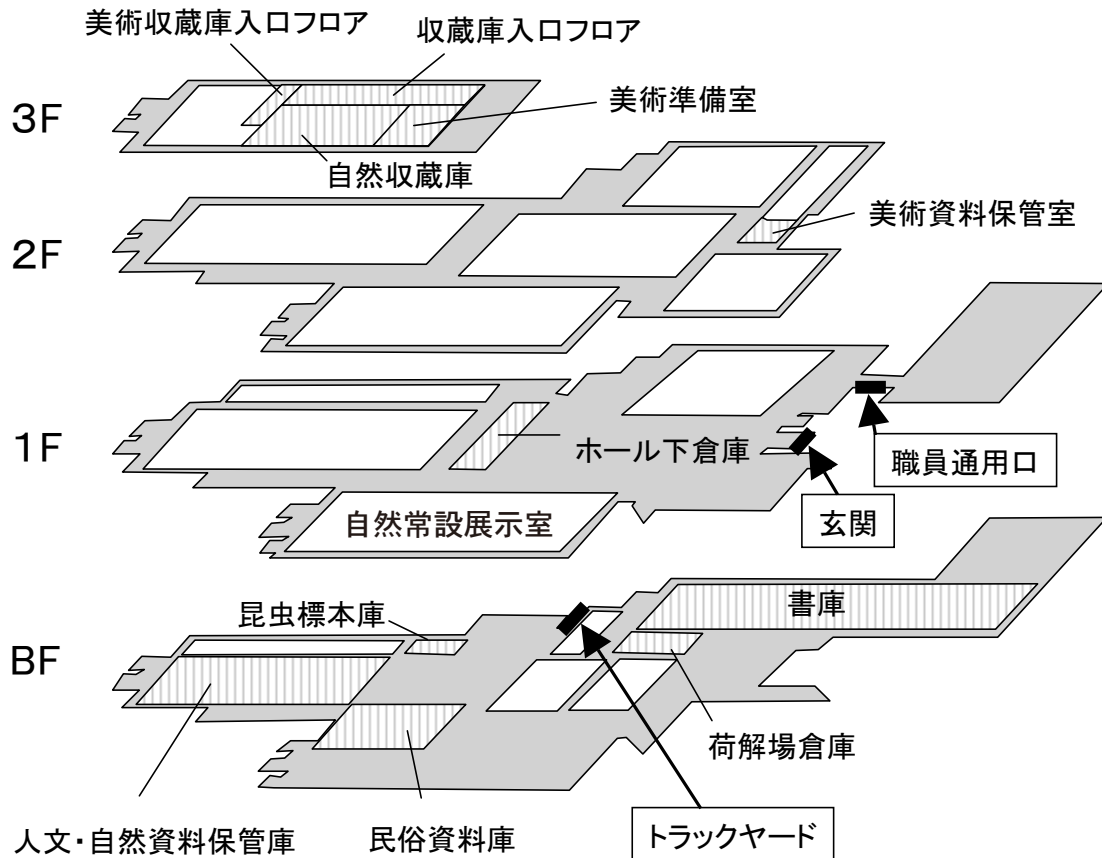


図1 鳥取県立博物館の建物の概要。斜線部は収蔵庫を太線は出入り口を示す。

表1 モニタリングを行った収蔵庫とその概要

	収蔵庫名	面積 (㎡)	前室の 有 無	扉の形状	収蔵資料	設置トラップ数 (フェロモントラップ数) ^a		床面積あたり トラップ数
地階	人文・自然資料保管庫	217	なし	鉄・開き	自然系資料 (液浸標本、化石、鉱物他) 人文資料 (土器、石器、民俗資料他)	20	(2)	10.9
	昆虫標本庫	6	なし	鉄・金庫扉	昆虫標本	5	(2)	1.2
	書庫	496	あり	鉄・開き	人文資料 (古文書、刀剣他)	40	(2)	12.4
	民俗資料保管庫	97	なし	鉄・スライド	民俗資料	10	(2)	9.7
	荷解場倉庫	82	なし	鉄・開き	美術資料	10	(2)	8.2
1階	ホール下倉庫	80	なし	鉄・開き	美術資料 (彫塑、図書他)	10	(2)	8.0
2階	美術資料保管庫	22	なし	木・開き	美術資料 (写真他)	5	(2)	4.4
3階	収蔵庫入口フロア	48	なし	ガラス・スライド	絵画他	5	(2)	9.6
	自然収蔵庫	180	あり	鉄・スライド	剥製・植物標本	20	(2)	9.0
	美術収蔵庫入口フロア	31.2	あり	鉄・開き	-	5	(2)	6.2
	美術準備室	60	あり	鉄・開き	絵画・画材他	5	(2)	12.0

^aタバコシバンムシとジンサンシバンムシ用トラップの総計を示す。

ずつの歩行昆虫用の粘着板トラップ（調査用トラップ J小, (株)セムコ 環境機器）を地面と平行に設置した。トラップは、月に1度回収と交換を行い、捕獲された生物の種類と個体数を実体顕微鏡下で記録した。それと同時に収蔵庫内を詳細に見回り、収蔵資料に対する虫害の発生の有無を調査した。

温湿度モニタリング

各収蔵庫の温湿度推移を把握するため、2006年6月上旬より温湿度データロガー（HL3631：(株)アズワン株式会社）を各収蔵庫内に1基ずつ設置し、1時間ごとの温湿度を記録した。そして、収蔵庫における空調効果について検討するため、鳥取市地方気象台（鳥取市吉方）による野外気温と比較を行った。

なお、2階の美術資料保管室の空調は、8月上旬から9月上旬までは停止していた。

害虫被害に対する対処法

定期モニタリング以外にも常設展示室での展示資料を含む収蔵資料については定期的に見回り、虫害の有無を詳細に調査した。そして、被害（痕）が確認された資料については、低温処理（-20℃）、ナフタリン処理（ナフタリンとともにポリエチレンシートに封入）、二酸化炭素燻蒸（(株) 液化炭酸、ふくろう君）を行い、それぞれ処理後の資料をポリエチレン袋に封入した後、約1ヶ月放置し（25℃、室温条件下）、その後の昆虫類の発生の有無を記録した。

■結果

定期モニタリング

定期モニタリングにより、収蔵庫内から約45種（45グループ）の昆虫類やクモ・ダニ類が捕獲された（表2）。これらの生物は、収蔵資料に対する影響から害虫

表2 各収蔵庫で確認された生物種（グループ）

種名（グループ名）	地階			1階		2階	3階					
	人文・自然資料保管庫	民俗資料保管庫	昆虫標本庫	荷解場倉庫	書庫	ホール下倉庫	美術資料保管室	収蔵庫入口フロア	自然収蔵庫	美術準備室	美術収蔵庫入口フロア	
昆虫類												
シミ目	シミ類	-	-	-	-	-	-	●	-	●	●	
チャタテムシ目	チャタテムシ類	●	-	●	-	-	-	●	-	●	●	
ゴキブリ目	クロゴキブリ	-	-	●	-	●	●	-	-	-	-	
カメムシ目	クロクビナガカメムシ	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	ヒョウタンナガカメムシ類	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	アブラムシ類	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	
バッタ目	カネタタキ	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	
	ハラオカメコオロギ	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	
	ツツレサセコオロギ	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	
コウチュウ目	タバコシバンムシ	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-	
	ジンサンシバンムシ	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	
	カツオブシムシ類	-	-	-	●	-	●	●	●	●	●	
	ヒレルチビヒラタムシ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	
	ヒメマキムシ類	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	
	オオホソクビゴミムシ	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	アトワアオゴミムシ	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	ノグチアオゴミムシ	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	ゴモクムシ類	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	コメツキモドキ類	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	
	ホソカタムシ類	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	
ハエ目	キノコバエ類	●	-	-	●	●	●	-	-	-	-	
	クロバネキノコバエ類	●	●	-	●	-	●	-	-	-	-	
	チョウバエ類	●	●	-	●	●	●	-	-	-	-	
	タマバエ類	●	●	●	●	●	●	-	-	●	-	
	ノミバエ類	●	●	-	●	-	-	-	-	-	-	
	アシナガバエ類	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	オドリバエ類	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	ツヤホソバエ類	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ヒトスジシマカ	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ユスリカ類	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	
	ガガンボ類	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ヒメガガンボ類	●	●	-	-	●	-	-	-	-	-	
ハチ目	シバンムシアリガタバチ	●	●	●	●	-	●	-	-	-	-	
	コバチ類	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	クロオオアリ	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	アズマオオズアリ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	
	アメイロアリ	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
クモ・ダニ類	メイガ類	-	●	-	-	-	●	-	-	-	-	
ダニ目	テングダニ類	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	
	コナダニ類	●	●	●	-	●	●	●	-	-	●	
	中気門ダニ類	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	ユウレイグモ	●	●	●	●	●	-	●	-	●	●	
	その他のクモ類	-	-	●	●	●	-	●	-	-	-	
甲殻類	トビムシ目	●	-	-	●	-	●	-	-	-	-	
等脚目	トビムシ類	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
	ダンゴムシ類	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	
種数（グループ数）		23	14	7	18	9	17	13	8	2	5	7

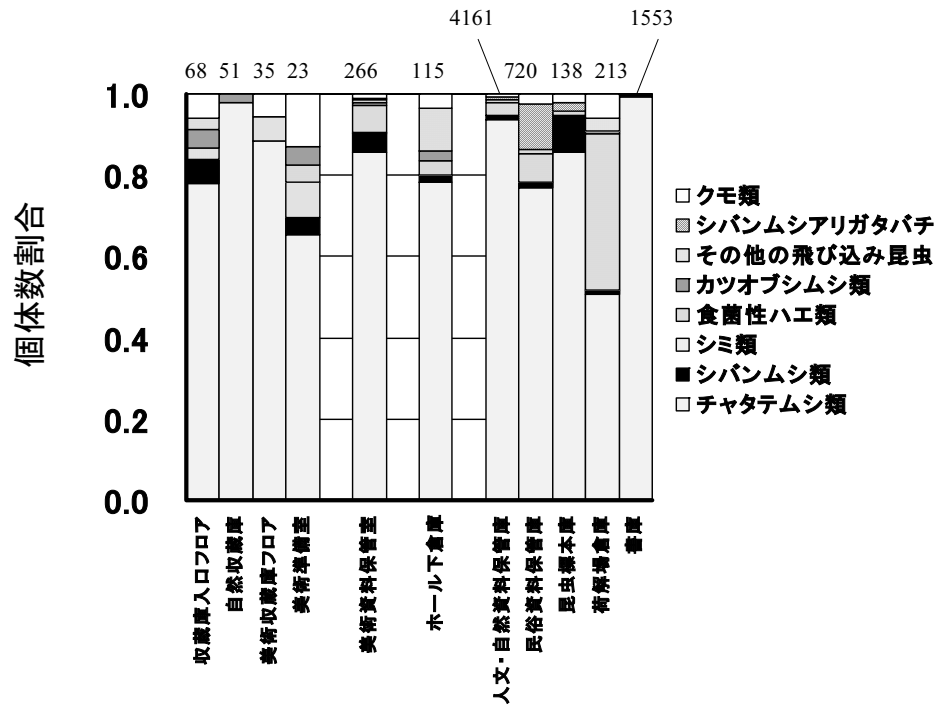


図2 各収蔵庫で捕獲された生物の個体数割合。
図上の数値は各収蔵庫で捕獲された生物の個体総数を示す。

類（シミ類、シバンムシ類、カツオブシムシ類、チャタテムシ類、ゴキブリ類など）、天敵類（シバンムシアリガタバチ、クモ類、テングダニ、中気門ダニ類など）、食菌性ハエ類（チョウバエ類、キノコバエ類など）、単なる飛び込み生物（多くの甲虫やアリ類、ガガンボ類、ゴミムシ類など）に大別され、調査期間を通して捕獲された種数は収蔵庫ごとに大きく異なっていた（図2）。特にトラックヤードや来客用の出入り口がある地階と1階の収蔵庫での捕獲種は多く、前室を持つ書庫や3階収蔵庫、そして密閉度の高い昆虫標本庫では少なかった（表2）。

各昆虫類の捕獲数（個体数）は、地階の収蔵庫と2階の美術資料保管室で多かったが、その大半はチャタテムシ類だった（図2）。各生物群の捕獲数割合は各収蔵庫間で大きく異なっており（G-test, $p < 0.0001$ ）、シバンムシ類は昆虫標本庫で、民俗資料保管庫ではシバンムシアリガタバチの割合が高い傾向が見られた。また、荷解場倉庫とホール下倉庫ではそれぞれ食菌性ハエ類と飛び込み昆虫の個体数割合が高く、美術系収蔵庫ではシミ類が比較的多く確認された（図2）。

各収蔵庫で確認された昆虫類の種構成をSørensenの共通度指数（ $=2C/a+b$, a , b : 各収蔵庫の総種数, C : 2つの収蔵庫間の共通種数）により比較したところ、捕獲種数が少ない収蔵庫間（昆虫標本庫、書庫、収蔵庫入口フロア）と3階の近接する収蔵庫間、美術資料

保管室と地階の収蔵庫間で共通性が高い傾向が認められたものの、それ以外の共通性は認められなかった（表3）。

それぞれの収蔵庫において、調査期間を通して設置、回収を行ったトラップを総計し、収蔵庫の入口部とその他の部位に設置したトラップ間での昆虫類の個体数と種数を比較した（表4）。ホール下倉庫と人文・自然資料保管庫では、収蔵庫入口付近に設置したトラップに有意に多くの種類の昆虫類が捕獲されていたが、それら以外では差は認められなかった（表4）。

主要昆虫の捕獲数の季節推移を図3に示した。チャタテムシ類は晩秋にかけて急激に増加し、シバンムシ類とシバンムシアリガタバチ、クモ類は、晩春から初夏にかけて最も多く、食菌性ハエ類、飛び込み昆虫類は盛夏から秋にかけて捕獲数が増加した。また個体数は少ないもののカツオブシムシ類は晩秋に捕獲数が増加する傾向が認められた。

収蔵庫内での害虫と天敵類の関係を明らかにするため、害虫であるシバンムシ類とその天敵であるシバンムシアリガタバチの捕獲数の推移を図4に示した。シバンムシ類の捕獲数は、すべての収蔵庫でシバンムシアリガタバチの捕獲数が少ないときに多く、その数が多いときに少ない傾向が認められた。特に民俗資料保管庫では、シバンムシ類の密度は低く、シバンムシアリガタバチの密度は高かった。

表3 出現種の収蔵庫間での共通度^a

	地階					1階	2階	3階			
	人文・自然資料保管庫	民俗資料保管庫	昆虫標本庫	荷解場倉庫	書庫	ホール下倉庫	美術資料保管室	収蔵庫入口フロア	自然収蔵庫	美術準備室	美術収蔵庫入口フロア
人文・自然資料保管庫	-	0.595	0.400	0.537	0.438	0.350	0.722	0.258	0.080	0.214	0.200
民俗資料保管庫	-	-	0.571	0.500	0.522	0.387	0.593	0.364	0.125	0.316	0.286
昆虫標本庫	-	-	-	0.480	0.625	0.500	0.500	0.667	0.222	0.500	0.429
荷解場倉庫	-	-	-	-	0.370	0.457	0.710	0.385	0.200	0.348	0.240
書庫	-	-	-	-	-	0.385	0.364	0.471	0.182	0.429	0.375
ホール下倉庫	-	-	-	-	-	-	0.467	0.480	0.211	0.364	0.333
美術資料保管室	-	-	-	-	-	-	-	0.381	0.267	0.333	0.300
収蔵庫入口フロア	-	-	-	-	-	-	-	-	0.400	0.615	0.667
自然収蔵庫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.571	0.444
美術準備室	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.667
美術収蔵庫入口フロア	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^aSørensenの共通度指数(=2C/a+b)により算出した。詳細は本文を参照。

表4 収蔵庫の入口付近と内部に設置したトラップ間での採集個体数と種数の違い^{a, b}

	個体数			種数		
	入口	その他		入口	その他	
人文・自然資料保管庫	21.2±1.5	32.0±4.2	ns	8.2±0.7	1.9±0.1	p<0.001
民俗資料保管庫	4.8±2.2	25.5±10.0	ns	2.0±0.4	2.2±0.1	ns
昆虫標本庫	3.8±1.2	3.1±0.8	ns	1.5±0.4	0.8±0.5	ns
荷解場倉庫	4.6±1.0	5.4±1.2	ns	2.3±0.6	1.8±0.3	ns
書庫	-	5.9±0.5	ns	-	0.5±0.0	ns
ホール下倉庫	2.2±0.4	1.6±0.4	p<0.005	1.8±0.4	0.5±0.1	p<0.001
美術資料保管室	8.5±3.6	6.3±1.4	ns	1.8±0.3	1.4±0.2	ns
収蔵庫入口フロア	1.6±0.6	1.2±0.2	ns	1.0±0.3	0.7±0.1	ns
自然収蔵庫	-	0.3±0.1	ns	-	0.3±0.1	ns
美術準備室	1.5±1.5	0.7±0.2	ns	1.0±1.0	0.4±0.1	ns
美術収蔵庫入口フロア	1.0±1.0	1.2±1.2	ns	0.3±0.3	0.6±0.1	ns

^a各生物の捕獲数と種数は年間を通したトラップあたりの平均値を示した。

^b各トラップ間の種数と個体数については、Mann-WhitneyのU検定により検定し、nsは入口とその他の位置に仕掛けたトラップの間で有意差がないこと(p>0.05)を示す。

温湿度モニタリング

各収蔵庫の温湿度データの旬あたり平均値の推移を図5に示した。なお6月上旬から9月下旬までは、データロガーの設置時の不備により、すべての収蔵庫の湿度と半数以上の収蔵庫の湿度を記録することができなかった。また、9月下旬以降についてもいくつかの収蔵庫の湿度と湿度を記録することができなかった。1階と3階の収蔵庫内の温度は、6月下旬から8月中旬まで野外気温の上昇に伴い25-30℃まで上昇し、それ以降は12月下旬までの間に18-20℃まで緩やかに低下した(図5)。地階の収蔵庫の温度は季節を問わず20-25℃の間で安定しており、24時間空調が行われていた美術資料保管室と昼夜空調が行われていた2階の美術資料保管室は、8月上旬までは野外気温の影響を受けず安定していたものの、空調が停止していた9月上旬までの間に急激に上昇し、再度空調が入ると20-25℃で安定していた。収蔵庫の湿度推移は9月下旬以降、7つの収蔵庫で得られたが、その湿度は季節を問わず55-70%の間で安定しており、地階収蔵庫ほど高い傾向が

認められた(図5)。

6月上旬から12月下旬までの各収蔵庫の温度とタバコシバンムシの発育パラメーター(有効積算温度:781.98日度, 発育零点:15.04℃;新穂1984)から、本種の有効積算温度を算出し、成虫が6月上旬に収蔵庫に侵入したときの発生回数と発生時期を推定したところ(図6)、本種の発生時期は収蔵庫ごとに異なっていた。

害虫被害に対する対処法

館内で確認された虫害とそれに対して施した処置方法を表5に示した。しかし、これらの中には古い加害痕も多く、確実に今年中の被害であると判断されたものは常設展示室に展示されていた動物剥製4点(コイ, クロダイ, ツキノワグマ, ホンドギツネ)のみであった。クロダイの剥製からは低温処理後、タバコシバンムシの成虫の死体が1個体発見され、ナフタリンとともにポリエチレン袋に密封したツキノワグマとホンドギツネからは同種の幼虫が多数脱出した。これらの資

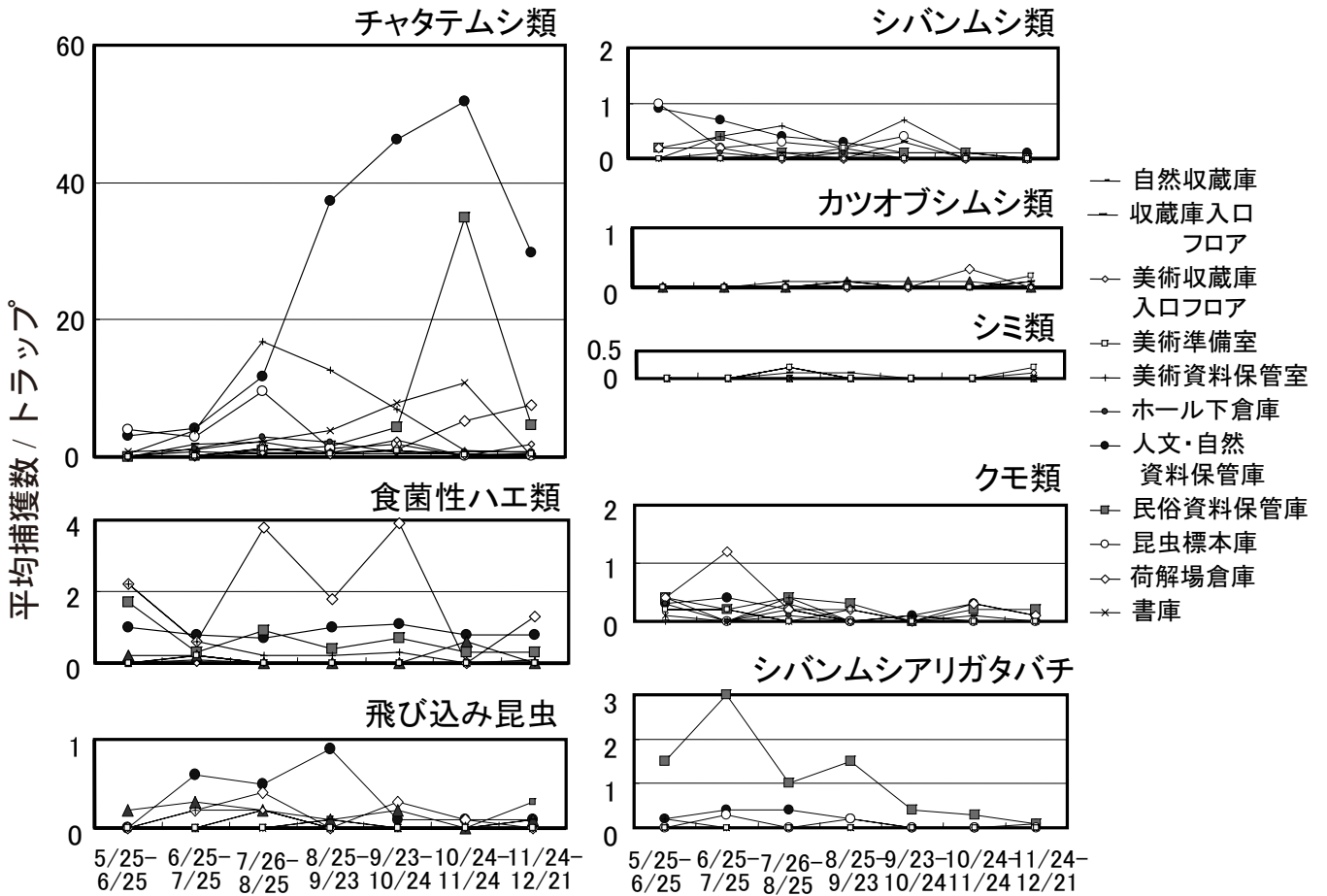


図3 各収蔵庫内での確認された主要生物の捕獲消長.

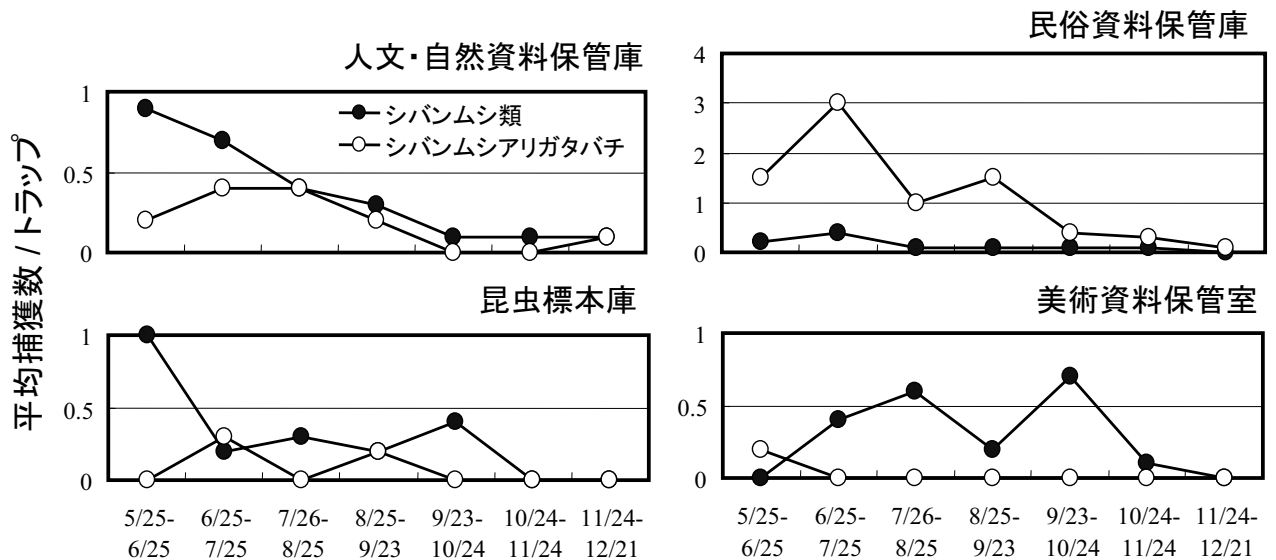


図4 シバンムシ類とシバンムシアリガタバチ捕獲数の季節推移.

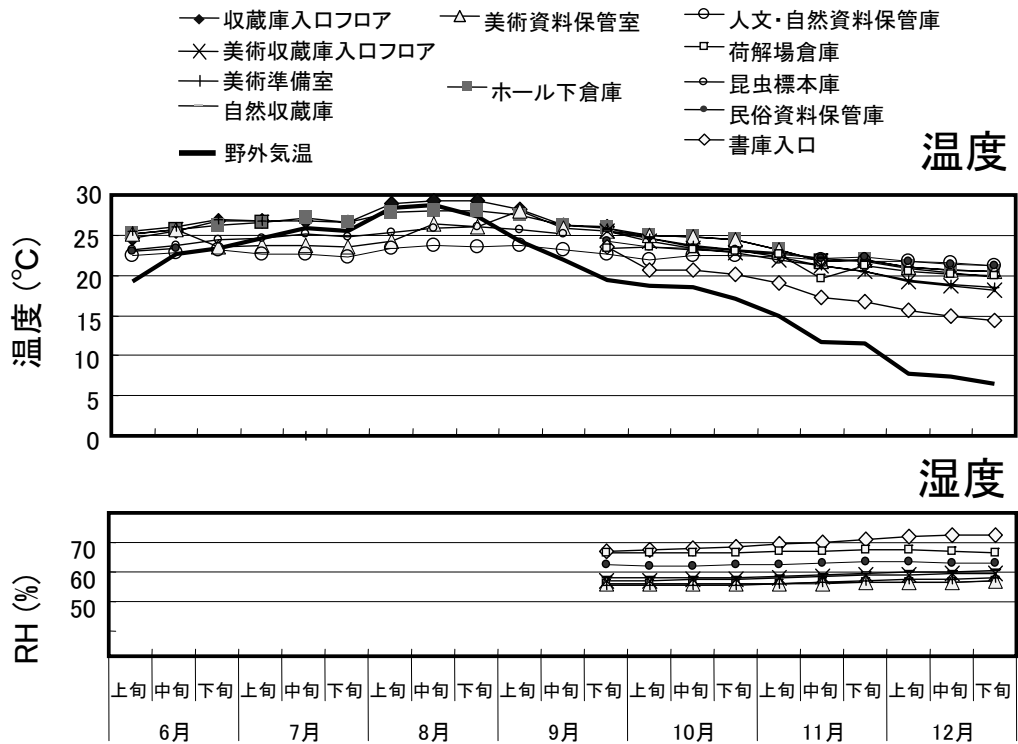


図5 各収蔵庫内の温湿度の推移.

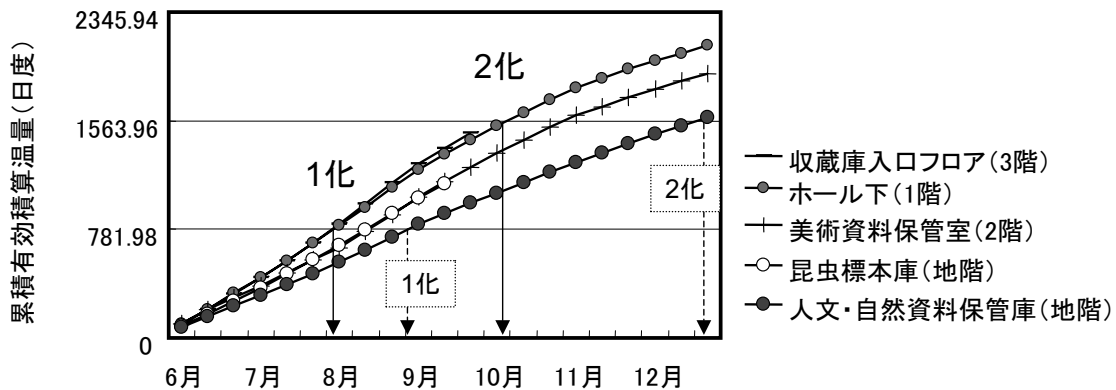


図6 各収蔵庫温度から予想されるタバコシバンムシの発生回数と発生時期.

料を処理後、1ヶ月以上観察したところ、その後の害虫の発生は認められなかった。

■考察

収蔵庫内での昆虫類の発生状況

今回の調査から、各収蔵庫での昆虫類の発生状況や侵入経路の概要が明らかになった。収蔵庫内での昆虫の捕獲種数は、館内への人や資料が入り出す通用口やトラックヤードと同じ地階と1階の収蔵庫内で多く(表2)、多くの昆虫がこれらを通して館内に侵入したことが推察された。また捕獲種(グループ)の収蔵庫

間での共通性は、捕獲種数が少ない収蔵庫間で高い傾向が認められたことから、館内に普遍的な種類の存在や、館内に侵入した昆虫類の多くがランダムに各収蔵庫内に侵入した可能性が予想された(表2, 表3)。その一方で、昆虫類のトラップへの捕獲数は、地階や2階の収蔵庫で著しく多く(図2)、これらの多くではトラップの設置箇所(入口効果)により種数や個体数に差が認められなかったことから(表4)、収蔵庫内部で発生した昆虫も多いことが予想された。

以上の結果は、当館の収蔵庫内への特定の昆虫の侵入を防ぐことは困難であり、収蔵庫内への害虫類の侵

表5 被害資料に対する対処法と処理後の被害の有無^a

処理日	標本の種類	害虫名	保管場所	処理	処理後措置	
2006.8.29	クロダイ1点	剥製	タバコシバンムシ	常設展示室	低温処理 (-20℃, 1日)	その後の発生なし (1ヶ月)
2006.8.31	コイ1点	剥製	タバコシバンムシ	常設展示室	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	袋内への成虫の死体が1個体脱出後、その後の発生無し (1ヶ月半)
2006.9.13	カブトガニ3点	乾燥標本	タバコシバンムシ	人文・自然資料管理庫	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.13	ヤドカリ類・エビ・カニ類 5点	乾燥標本	タバコシバンムシ	人文・自然資料管理庫	ナフタリン処理	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.14	アナグマ1点	剥製	タバコシバンムシ	人文・自然資料管理庫	低温処理 (-20℃, 1日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.15	コサギ1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	ピラニア1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	ヒドリガモ雌1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	ヒドリガモ雄1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	コサギ1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	キジ雄1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	ハイタカ1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.19	ハシブトガラス1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	低温処理 (-20℃, 2日) ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.20	カンムリヅル1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.20	イトマキエイ1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.9.20	コハクチョウ1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.10.13	オジロワシ1点	剥製	タバコシバンムシ	自然収蔵庫	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	発生無し (1ヶ月半)
2006.10.19	ヤマノイモ他	押し葉標本	タバコシバンムシ	常設展示室	ナフタリン処理	発生無し (1ヶ月半)
2006.11.15	ツキノワグマ	剥製	タバコシバンムシ	常設展示室	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	袋内への幼虫の脱出.
2006.12.5	ホンドギツネ	剥製	タバコシバンムシ	常設展示室	ナフタリン処理 ポリエチレン袋シール	袋内への幼虫の脱出

^a観察時には、被害の発生時期を特定することはできなかった。

入や発生が容易に起こりうることを意味している。しかし、今回捕獲された昆虫の大半は微小なチャタテムシ類であり (図2)、その資料に対する直接的な影響は軽微であることが知られるため (独立行政法人文化財研究所東京文化財研究所 2001)、資料への実害が懸念されるのは実際に被害が発生したシバンムシ類 (表5) やゴキブリ類、カツオブシムシ類やシミ類などであると考えられる。このため、各収蔵庫への昆虫類の危険性については、捕獲数ではなく収蔵資料の質と捕獲された種類により評価する必要があるであろう。

美術系資料が保管されている荷解場倉庫では、食菌性ハエ類が多く認められたことから、菌類が発生しているか、その発生を促すような高湿度条件にあることが予想された。実際に、9月以降の同収蔵庫の湿度は他よりも高く、65%を超えていることが示されたことから (図5)、その排水設備と隣接する設置位置が大きな原因として考えられた。また、飛び込み昆虫が高い確率で発見されたホール下倉庫では、収蔵庫の入口近くに設置したトラップに、より多くの生物が確認され

たことから (表4)、その扉の形状に原因があると考えられる。そして、シミ類が比較的多く確認された美術系の収蔵庫では、収蔵庫間での捕獲昆虫類の種構成が似通っていることから (表3)、資料の移動に伴って昆虫類が移動している可能性や、収蔵資料の質やその保管様式が本種に好的であるなどの理由が考えられた。こうした各収蔵庫では、推測される昆虫の発生要因に応じて、空調管理の徹底や扉に対する侵入防止資材の整備、そして資料の移動や管理時に特に注意を払うなどの対策を行うことが有効であろう。一方、前室がある書庫や3階収蔵庫での昆虫類の捕獲種数は著しく少なく (表2)、前室により昆虫の侵入が強く阻止されることが示された。このため、特に重要な資料についてはこれらの収蔵庫内で保管することが望ましいと考えられる。

今回の調査期間を通して唯一資料での被害が発生したのはタバコシバンムシであった (表5)。本種は、植物質から動物質に到る極めて幅広い食性を持つことから (安富・梅谷 1983)、当館でも危険度が高い昆虫で

あると考えられる。今回、シバンムシ類は複数の収蔵庫内で調査期間を通して捕獲されており（図3）、館内で繁殖していることが予想される。しかし、収蔵庫内での被害については確認できず（表5）、現時点の密度ではその加害程度は軽微であり、高密度になるに伴い、顕著な被害が生じるものと推察された。

こうした昆虫類による被害を抑制するためには、高密度に到る前の予防的措置が重要である。今回の調査から当館内での各害虫の発生活消長が明らかにされたことから、今後はそれぞれに対して適切な時期に対処することが可能となった。収蔵庫内での昆虫類の季節推移はそれぞれの種類で大きく異なっており、シバンムシ類では晩春から初夏にかけて最も多く、チャタテムシ類では秋以降に急激に捕獲数が増加した（図3）。シバンムシ類は幼虫で越冬し、年数回の発生を行うことが知られており（林 1988）、晩春までの幼虫密度の抑制が重要であると推察される。一方、チャタテムシ類では夏期までの密度抑制が重要であると推察され、これら以外に対しても低密度時に個体数を抑制することが望ましい。今後はそれぞれの密度を抑制する具体的な手法について検討する必要がある。

興味深いことにシバンムシ類の密度は、シバンムシアリガタバチが多数生息する民俗資料保管庫で著しく低く、その他の収蔵庫でも後種が高密度のときにその密度が低いことが示された（図4）。シバンムシアリガタバチは人に対する刺症被害も知られるため（奥谷 1984）、その使用については注意が必要であるが、今回の結果は、閉鎖環境である博物館収蔵庫内では、天敵類による害虫類の抑制効果が高く、利用方法によっては天敵によって害虫密度を効果的に抑制できる可能性を示唆するものである。これまでの博物館資料の管理現場においては、こうした天敵類の利用が検討された例はなく、今後、生物的防除手法の導入については十分検討する余地がある。中筋ら（2000）は、害虫防除手段を、1）害虫個体群を低密度もしくは小さい個体群変動に抑制するもの、2）一時的に害虫個体群を低下させるもの、3）理論的に害虫個体群を絶滅に導きうるものに大別した。収蔵庫内での害虫個体群は餌資源や生息空間が限られており、天敵の導入は1）もしくは2）の効果が期待できる。また、剥製などの害虫にとり容易に餌として利用できる資料については、ポリエチレン袋でシールするなどにより害虫から隔離することで、収蔵庫の環境収容力を低める効果が期待される。今後、こうした各種の手法を効果的に組み合わせることにより、収蔵庫内での害虫個体群を低密度に維持することは十分可能であると考えられ、そのた

めにも各昆虫に対する天敵類の探索やその施用法の検討、各害虫の密度とそれぞれの被害許容水準の解明、各種の要防除密度の算出が必要であろう。

収蔵庫の温湿度管理

収蔵庫内の温度は上階ほど高く、外気温の影響を受けることが明らかになった（図5）。この結果は、季節によっては収蔵庫内の実現温度が設定温度とは大きく異なっていることを意味しており、このため1部の収蔵庫では理想的な空調条件が再現されていないことが示された。24時間空調が運転されていた2階の美術資料保管室では、エアコンの順行期間中は、野外気温の影響をほとんど受けておらず、他の収蔵庫における野外気温との同調が夜間の空調停止により引き起こされたことは疑いない。このため、重要資料を保管する収蔵庫内では昼夜を通した空調を行うことが望ましく、他の収蔵庫でも設定温度の修正が必要である。そして湿度条件については、初秋以前の記録をまったく得ることができなかったものの、9月以降、地階の収蔵庫では70%前後にまで上昇していることが示された（図5）。こうした収蔵庫では、冬季の25℃前後での温度維持は逆にカビの発生などを促す可能性も考えられる。

さらに、測定された収蔵庫の温度からタバコシバンムシの発生回数と発生時期を予測したところ、本種の発生時期は収蔵庫ごとに大きく異なることが予想され、発生回数に関しても今回の調査期間では差は見られなかったものの、その後、差が生じる可能性が考えられた（図6）。閉鎖環境である収蔵庫内では、餌量と発生回数が直接個体数の増加に結びつく可能性が高く、その発生回数をできるだけ少なくすることは害虫類の被害を予防する上で重要である。このため、重要資料が保管されている収蔵庫の設定温度は出来るだけ低温に保つことが望ましく、今後は温度と湿度のバランスを考慮した、季節ごとの設定条件を探索する必要がある。温湿度管理は、害虫やカビの発生抑制に効果的であり、化学物質に頼らずに持続的に資料を管理するためには最重視すべき点の1つである。当館での収蔵庫での具体的な温湿度スケジュールとその設定条件については今後の課題である。

被害への対処法

今回のモニタリング期間中に加害が確認された資料は、すべて動植物標本であり、その加害種はタバコシバンムシであった（表5）。本種の被害に対する処置法としては、低温処理とナフタリン封入処理が有効であった。本種は、-20℃、1時間の処理ですべてのステージ

が致死に到ることが明らかにされており (Imai and Harada 2006), 耐凍性を持つ多くの昆虫でも休眠前の個体では冷却速度が速いと生存することができないため (朝比奈 1991), 小規模な虫害に対する低温処理は有効であると考えられる。しかし, こうした処理が困難な美術品や大きな資料, そしてその他の昆虫類やカビ類などの被害が拡大した際には, 今回試験的に用いたような方法での被害抑制は困難である可能性がある。このため, 化学燻蒸については, こうした大きな被害が発生した際に併用することが望ましい。

今後の対策と課題

今回の調査により, 当館の収蔵庫での虫菌害やその被害に対する対処法についての展望が得られた。臭化メチルに代わる代替薬剤の人体への影響については, 基礎的知見が乏しく, 特に慢性毒性や生殖毒性, 催奇毒性 (催癌性など) などについてはほとんど明らかにされていない。こうした薬剤については, 人に対する安全性や安全基準が十分明確にされた上で使用されることが好ましく, 脱気時の周辺住民や周辺環境への影響などを考慮すると, 現時点では薬剤以外の手法を駆使することが望ましいと考えられる。

実際, 当館では2005年以降まったく燻蒸を行っていないにも関わらず, 調査期間中に発生したのは, 常設展示室に長期間展示されていた哺乳類や魚類の剥製に対するタバコシバンムシによる軽微な被害のみであった。こうした軽微な被害については低温処理などにより抑制可能であったことから, 当館の程度の規模の博物館であれば, 定期モニタリングを主体とした管理手法により, ある程度生物被害からの回避が可能であると推察される。今後はモニタリング範囲を館内全体に拡大し, より資料への点検頻度を増すことにより, より早く対処することが重要である。さらに収蔵庫ごとに季節ごとの適切な温湿度条件を設定することにより, より被害を抑制できる可能性がある。

当館内への昆虫類の主な侵入経路としては, トラックヤードや玄関, 職員の通用口が考えられた。また1部の収蔵庫では飛び込み昆虫の割合が高く, 収蔵庫の立地環境や入口扉の構造などが収蔵庫内への昆虫の侵入要因として大きいものと推察された。このため, こうした外部扉や収蔵庫扉に対する侵入阻止素材の設置は, ある程度の被害抑制効果を持つものと考えられる。しかし, こうした措置を行った場合でも, 収蔵庫内への侵入を完全に阻止することは不可能であり, 外部扉や収蔵庫扉をこまめに閉めるなどの各職員の意識の向上も今後の課題となろう。

引用文献

- 朝比奈英三 (1991) 虫たちの越冬戦略. 北海道大学図書刊行会, 161 pp.
- 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. 36 pp.
- Debach, P. and D. Rosen (1991) *Biological control by natural enemies 2nd ed.* Cambridge University Press, 440 pp.
- 独立行政法人文化財研究所東京文化財研究所 (2001) 文化財害虫事典. クバプロ, 231 pp.
- 福西大輔 (2006) 熊本博物館におけるIPMの実践における問題と取り組み. 熊本博物館館報, 18: 47-52.
- 林 長閑 (1988) 文化財を加害する甲虫目害虫. 「日本家屋害虫学会編 家屋害虫2」. 井上書店, 東京, pp. 125-132.
- Imai, T. and H. Harada (2006) Low-temperature as an alternative to fumigation to disinfest stored tobacco of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Applied Entomology Zoology* **41**: 87-91.
- 加藤有次 (1996) 博物館学総論. 雄山閣, 378 pp.
- 金剛株式会社 (2006) *Passion* Vol. 30. 21 pp.
- 奥谷禎一 (1984) 屋内性のアリガタバチ. 「日本家屋害虫学会編 家屋害虫」. 井上書院, pp. 56-61.
- 中筋房夫・内藤親彦・石井 実・藤崎憲治・甲斐英則・佐々木正己 (2000) 応用昆虫学の基礎. 朝倉書店, 211 pp.
- 新穂千賀子 (1984) タバコシバンムシの生態学的研究II-パン粉を餌に用いた場合の発育について. 応動昆 **28**: 209-216.
- 鈴木 寛 (1987a) ミナミキイロアザミウマの生態及び防除に関する研究(5) 近紫外線反射マルチによる物理的防除法. 沖縄農試研報 **12**: 29-35.
- 鈴木寛 (1987b) ミナミキイロアザミウマの物理的防除法. 植物防疫 **41**: 493-498.
- 田中寛 (1992) 施設栽培におけるコナガの総合防除. 植物防疫 **46**: 300-303
- 田中正夫・野中 仁 (2006) 埼玉県立博物館における総合的有害生物管理 (IPM). 埼玉県立博物館紀要 **31**: 3-14.
- 若村定男 (1991) 性フェロモンによるシロイチモジヨトウの防除. 植物防疫 **45**: 242-246.
- 安富和男・梅谷献二 (1983) 衛生害虫と衣食住の害虫. 全国農村教育協会, 310 pp.