

福井県立恐竜博物館におけるモニタリング調査と防虫・防カビ対策

矢部 淳

福井県立恐竜博物館
福井県勝山市村岡町寺尾 51-11

要 旨

福井県立恐竜博物館内における資料の収蔵・展示環境を把握し、将来の管理方法を検討するため、歩行性・飛翔性昆虫、付着菌および浮遊粉塵のモニタリング調査を行い、2005～2006年度の調査内容および結果について報告した。昆虫相の調査からは、外部に通じる出入口からの虫の侵入や来館者らによる持ち込みの多い状況が明らかになった。出入口と収蔵・展示空間との間が緩衝帯となり、収蔵庫や展示室などで捕獲される昆虫数は比較的少ないが、“文化財害虫”が持ち込まれることもまれにあるため、資料の移動や設置の際には十分気をつける必要がある。付着菌や浮遊粉塵の環境調査結果は、清掃状況や空気環境の客観的な指標として、環境の向上や維持管理に役立った。モニタリング調査は昆虫類の動向だけでなく、資料の収蔵・展示環境の微妙な変化を知る手がかりになるため、今後も継続して行くことが重要だと考えられる。

キーワード：収蔵・展示環境、文化財害虫、モニタリング

YABE, Atsushi (2008) Monitoring and controlling insect and fungal pests in Fukui Prefectural Dinosaur Museum. Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus. 7 : 117-125.

Insect pests, fungi, and floating dust particles in the Fukui Prefectural Dinosaur Museum were monitored in fiscal years 2005 and 2006. Traps used to monitor both crawling and flying insects captured various kinds of insects around the museum entrance, while relatively few insects were captured from the storage areas and exhibition rooms. It is suggested that the entrance hall located just in front of the exhibition rooms and storage areas may act as a buffer to prevent insect build-up in collection areas. The need for cleaning the floor and air filters of the museum can be determined by monitoring both fallen lichens and floating dust particles. This monitoring will provide a clue to consider the more effective control of insect and fungal pests in the museum environment.

はじめに

1987年に採択された「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」をきっかけとして、我が国においても2000年頃から博物館等における資料の維持管理を目的とした大規模な「薬剤燻蒸」が見直されている（東京文化財研究所保存科学部生物科学研究室，2003など）。従来の臭化メチルを使用した燻蒸に代わる新たな資料管理方法として推奨されているのが、農業分野で発展してきた総合的害虫管理または総合的有害生物管理（Integrated Pest Management, 以下 IPM）（篠田，2002など）の考え方である。これまでの「燻蒸」は、虫などによる被害が出てから行う「処置」を目的としたものが中心であったのに対し、IPMでは①現状把握のためのモニタリング調査、

②その結果を受けた効果的な対策、③良い環境を維持するためのプランニング、の3つを柱とする「予防対策」が重視され、中でもモニタリング調査にその主眼がおかれている。資料の保存管理という意味においては、被害が出てから対策をとるのでは遅いわけであるし、また「予防」が果たして必要十分なものなのか、どの程度の効果をあげているか、という問いに対して、客観的な評価が従来必ずしも十分には行われてこなかった。このような反省に立って、新たに IPM を取り入れようという動き（木川ほか，2003）は、国内ではとくに「文化財」を取り扱う歴史・民俗系博物館で顕著であったが（長谷川，2003；高木，2004；寺島，2005；佐藤，2007など）、近年では自然史系博物館にも検討の動きが現れている（松本・野村，2006）。大規模燻蒸に用いられる燻蒸剤の中には、現生標本の遺伝情報を破壊する可能性が指摘されているものがある（秋山，2002；野村・大森，2002；小菅ほか，2004；木川，2007）こともその一因であろう。

福井県立恐竜博物館では、開館翌年の2001年以降、常設展示室の殺虫と収蔵庫および図書室の燻蒸（殺虫・殺卵、

2008年2月14日受付，2008年5月12日受理。
Fukui Prefectural Dinosaur Museum
51-11 Terao, Muroko, Katsuyama, Fukui 911-8601, Japan
E-mail : a.yabe@dinosaur.pref.fukui.jp



図1. 福井県立恐竜博物館の外観。中央の銀色のドームが「恐竜ホール」。

殺カビ)を毎年交互に実施してきた。恐竜博物館には恐竜をはじめ古生物に関する様々な分野の研究者がおり、それぞれの分野に関連した比較現生標本(剥製、骨格標本、さく葉標本など)を収蔵しているほか、恐竜に関連した美術品、多数の書籍を所蔵しているのが燻蒸を行ってきた理由である。しかし、前述のような社会的流れの中で、恐竜博物館においても展示・収蔵環境の現状分析の必要性が認識され、害虫やカビ等に関するモニタリング調査を実施し、結果を分析することにより、将来の資料管理のあり方を検討することになった。モニタリング調査は現在も継続中であるが、本報告では2005年度および2006年度に行った調査の内容と結果について紹介する。モニタリング調査の実施方法はまだ確立されておらず、多くの博物館での事例の蓄積が求められている段階であると考えられるため、本報告がひとつの参考事例となれば幸いである。

博物館の立地と気候環境

福井県立恐竜博物館は地学・古生物学に関する専門博物館で、2000年7月に開館した。県の北東端に位置する勝山市の長尾山総合公園(勝山恐竜の森)内にあり、周辺の林を活用した公園整備計画のため、建物は周囲を豊かな自然に囲まれている。(図1)。

博物館の建物は、長尾山の南斜面に沿うように建てられ、東西に延びる「ウイング棟」および南に張り出したドーム型の「恐竜ホール」から構成されている。地上3階、地下1階の鉄筋鉄骨コンクリート造り、延べ床面積約15,000m²の建物で、このうち恐竜ホールの地下1階から地上2階までが常設展示室で、3階の大部分と西ウイング2階がセミナーや実習などの行事を行うためのエリアとなっている。館内レストランと厨房もこのエリアにある。東ウイングの3階には特別展示室、図書閲覧室、事務室などがあり、同1、2階に収蔵庫と各研究室が配置されている(図2)。エントランスホール、ホワイエおよび図書閲覧室の床には、化石を含む石灰岩等を部分的にあしらったテラゾーブロックが用いられている。また、特別展示室などはカーペット敷きとなっているほか、恐竜ホール1階の大部分と、エントランスホールに面したダイノラボ、収蔵庫1-3を除く1階収蔵庫の床は木製フローリングとなっている。このうちダイノラボには床暖房が施設されている。

博物館の建物は、長尾山の斜面を一旦掘り込んで建設さ

れた後、北側が2階部分まで埋め戻されたため、北側に位置する3箇所の出入口はすべて3階に設けられており、南側には地下1階と1階に計5箇所の非常口が設けられている。資料の搬出入を行う荷解場は1階北側の収蔵庫近くに設けられ、長さ約100mの“地下搬入路”で地上(3階)と結ばれている。このような構造のため、埋め戻された土砂と直に接する1、2階の北側壁には、館内に湿気が及ばないように除湿用の空間が設けられている。

恐竜博物館の南南東約5kmに位置する平泉寺(海拔196m)のアメダス観測結果によると、博物館周辺の気候環境は、年平均気温が約13.1℃(過去29年間の平均値、以下同様。)、1月の平均気温が1.23℃、8月の平均気温が25.7℃である。降水量は2,333.5mmで、日本海側の多雪地帯の例に漏れず、冬季の降水(雪)量がとくに多い。館内の害虫・カビ等のモニタリング調査を開始した2005年度の冬は、後に「平成18年豪雪」と命名された豪雪に見舞われた。12月13日頃から始まった断続的かつ大量の降雪により、周辺各地で交通に大きな障害が出たほか、建物が倒壊するなどの被害が出たことは記憶に新しい。博物館周辺の積雪量については記録がないが、隣接する大野市の積雪が162cm(1月10日時点:福井新聞社,2006)だったことから、山沿いにある博物館周辺ではより多かったものと思われる。一方、翌2006年度には積雪はほとんど観測されなかった。

博物館では、日中は空調による温湿度管理を行っているが、夏場には氷蓄熱式により、冬場にはボイラーを使用して、取り込んだ外気を冷却・加熱している。さらに、収蔵庫内の湿度を調整するため、必要に応じて除加湿も行っており、収蔵庫内は概ね25℃、相対湿度50%程度に保たれている。また、より厳密な温湿度の管理が必要な標本類は、パッケージ型の空調設備のある特別収蔵庫で保管し、24時間温湿度管理を行っている。

モニタリング調査の実施方法

本調査の目的は、標本等に被害を与える可能性のある虫や菌の発生状況を把握することにあるため、資料の展示・収蔵空間と搬出入経路に調査地点を設定した(図2)。また、虫等の侵入経路を特定するため、来館者や館職員の出入口なども調査対象とし、昆虫相調査(飛翔性昆虫および歩行性昆虫)と環境調査(付着菌および浮遊粉塵調査)を行った(表1)。昆虫相調査に際しては、自然史資料を対象とした基準がなかったため、「文化財害虫事典」(三浦ほか,2004)に掲載されている“文化財害虫”とともに、初回の調査で捕獲されたヒメマキムシ類(甲虫目ヒメマキムシ科)とムカデ類を注意種に設定し、それらの有無と発生数に着目した。

調査は2005年4月より開始した。2005年度は丸三製薬株式会社に、2006年度は中部資材株式会社に委託し、モニタリング調査とあわせて燻蒸も実施した。なお、調査に先立つ2004年12月に収蔵庫と研究図書室において酸化エチレンと代替フロンの混合ガス(エキヒュームS)を用いた燻蒸作業(殺卵、殺カビ対応)を、特別展示室ではシフェノトリン炭酸ガス製剤(ブンガノン)による殺虫作業を行った。また、調査期間中の2006年1月には常設展示室とダイノラボにおいてブンガノンを用いた殺虫作業を実施した。さらに2006年度には、ムカデ対策として、非常口を含めた館の出入口(8箇所)に至る外周において、5月から10月にかけて月に1回の頻度でムカデ駆除を目的とした薬剤散布を行った。

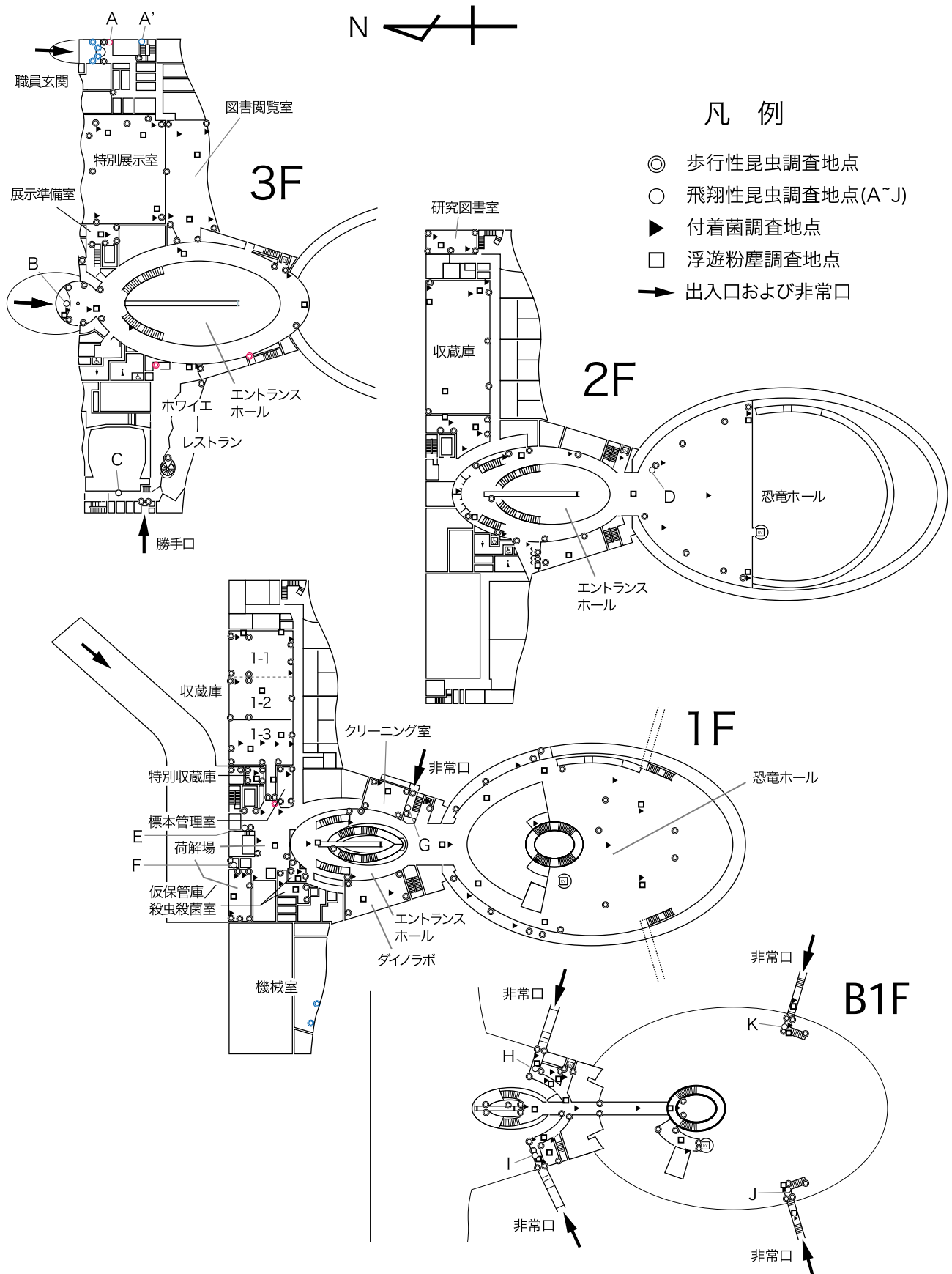


図2. 館内平面図と調査地点. 青色は2006年度に移動または追加した昆虫捕獲用トラップの設置地点, 赤色は2006年度に調査を行わなかった地点を示す.

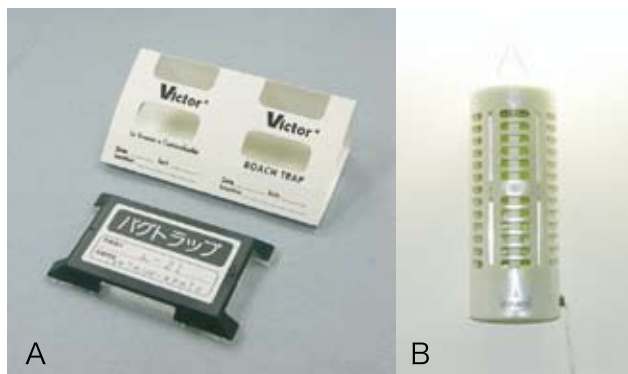


図3. 昆虫相調査に用いたトラップ。A, 粘着トラップ; B, ライトトラップ。

昆虫相調査

調査地点に捕獲用のトラップを1ヶ月間設置したのち回収し、捕獲された昆虫の総数をカウントするとともに注意種の有無を調べた。

歩行性昆虫調査：非誘因性の粘着トラップ（図3A）を2005年度は191箇所、2006年度には194箇所設置した（図2）。2006年度に設置数が増加した理由は、館内昆虫相との比較のため、館外の数箇所にトラップを設置したためである。設置場所によっては来館者の目に触れるため、トラップが来館者の注意を引かないように配慮するとともに、調査中の旨を記した注意書きの表示を行なった。2005年度は紙製トラップ（ビクター社製、ローチトラップ）を、2006年度はプラスチック製トラップ（住化エンピロサイエンス社製、バグトラップ）を利用した。紙製トラップは混雑時に踏み潰されることがあったが、気づいた時点で新しいトラップと入れ替え調査を継続した。どちらのトラップも非誘因性で調査条件に大きな違いはないと考えたが、前者ではしばしばムカデが捕獲されたのに対し、後者では1例のみであった。ムカデ駆除の効果とも考えられるが、トラップの設置場所以外で実際にムカデが目撃・捕獲されているため、間口の広さなどトラップの形状の違いが影響している可能性もある。

飛翔性昆虫調査：紫外線を照射して走光性のある飛翔性昆虫を誘引し捕獲する調査用ライトトラップ（ベンハー芙蓉社製、ムシボン MP-600:図3B）を11箇所に設置した（図2A～J）。調査期間中はトラップの電灯を24時間点灯し、1ヶ月間放置したのち回収し、テープに付着した昆虫類を同定・カウントした。トラップの設置場所は原則として出入口付近とし、比較のため恐竜ホール2階のエントランス側にも1箇所設置した（図2D）。これは、ドーム型の展示室が昼間の屋外やエントランスホールに比べて暗いため、走光性のある昆虫類が展示室にまで誘引される可能性は低いと考えたからである。

ライトトラップは走光性のある虫に対して極めて強い誘因性があるため、当然のことながら、設置位置には十分気をつける必要がある。2005年度には職員玄関内側（図2A）にトラップを設置したところ、ガラス面から光が漏れたため多くの昆虫が誘引された可能性があった。そこで、2006年度は屋外に紫外線が漏れない場所（A'）に設置しなおして調査を行なった。また、2005年度は、3階に設置したAとBを除き全てのトラップを床置きとしてい

たところ、歩行性昆虫が多く捕獲された。そのため、2006年度は床面から1.5 mの高さを目安に設置した。

環境調査

2ヶ月に1回程度の頻度で付着菌と空中浮遊粉塵量の調査を行なった。

付着菌調査：CP加ポテトデキストロース寒天（日水製薬社製）を使用した培地の表面を床面等に押しつけ、付着した真菌類を25℃で4～5日培養し、発育したコロニー数をカウントした（スタンプアガー法：河上ほか、1975）。調査地点は資料の収蔵・展示空間の床面および展示ケース内の底面などとし、図2に示した83箇所を設定した（図2）。

浮遊粉塵調査：レーザーパーティクルカウンター（CLIMET社製、CI-500-04）を使用して、空気中に含まれる粉塵量を測定し、粒径0.3～0.5 μmおよび5.0～10.0 μmの粉塵数（1m³当たりの換算値）を調べた。調査地点は付着菌調査と同様に資料の展示・収蔵空間とし、空間ごとに最低1箇所、計60箇所測定した（図2）。

調査結果と考察

昆虫相

昆虫相調査の結果を表2～5に示す。歩行性昆虫の捕獲が量・種類数ともに多かったのは、3階にあり通常の入退館に利用されるエントランスホール、勝手口および職員玄関であった。つづいて地階の各調査地点と1階非常口も捕獲数が多く、これらの場所ではダニ類やユスリカ類（ハエ目）などが一時的に大量に捕獲される場合が認められた。ダニの多くはハナダニ類で、定期的な巡回で警備員が非常口から出入りする際に、屋外の草むらから風によって運ばれたものと考えられる。

1階収蔵庫を除くと、各調査地点で得られた昆虫の大半はハエ目に属する小型の飛翔性昆虫であった。優占するハエ目昆虫の種類は調査時期によって異なり、特定の種が一時的に大量に捕獲される場合が多く認められた。例えば、2005年度の第2・3回目の調査で2階エントランスホールとホワイエが突出した数値を示しているのは、このときユスリカ類が大量に発生していたためである。

注意種としては、「文化財害虫事典」で重要度A（文化財への被害発生頻度が高く、かつ加害力の強大な害虫）に指定されているものを含め、さまざまな種類が捕獲されたが、最も多かったのはヒメマキムシ類とチャタテムシ類（チャタテムシ目、重要度B:文化財への被害発生頻度は高いが加害力は強大でない害虫）で、特に収蔵庫や殺虫殺菌室など、不特定多数の人間の出入りが少ないエリアで多く認められた。チャタテムシ類はカビを捕食する昆虫で、資料に直接的な被害を与えることはないが、大量に捕獲された場合にはカビの発生が疑われるとされている（三浦ほか、2004）。黒澤ほか（1985）によれば、ヒメマキムシ類も同様にカビの胞子や菌糸などを捕食するため、両者が多く認められることはカビの発生に関連があると考えられる。後述するように、当館においても収蔵庫と仮保管庫でカビの発生が認められた。重要度Aとされるカツオブシムシ類（甲虫目カツオブシムシ科）は、捕獲された頭数が少ないうえ、幼虫の脱皮殻が認められないこと、継続して捕獲されないことから、来館者の衣服などに付着して持ち込まれたもので、館内で繁殖を繰り返している可能性は低いと判断した。同じく重要度Aのシバンムシ類（甲虫目シバン

表1. 昆虫相調査および環境調査の実施スケジュール（2005-2006年度）.

実施時期 作業区分	2005年												2006年												2007年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
昆虫相調査	(設置)	○	○	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○	○	○		○			○				
	(回収)		○	○	○	○	○	○		○				○	○	○	○	○	○		○			○			
環境調査	(測定)		○		○		○		○		○			○		○		○		○				○			
燻蒸/殺虫作業										○														○			
ムカデ駆除														○	○	○	○	○	○								
関連作業	・燻蒸(収蔵庫) ・殺虫(特別展示室) 2004年12月												・殺虫 (恐竜ホール /ダイノラボ) ・収蔵庫清掃 と棚移動 ・収蔵庫清掃 (アルコール消毒含む)												・燻蒸(収蔵庫) ・殺虫(特別展示室) ・収蔵庫清掃		

表2. 粘着トラップによる歩行性昆虫等の捕獲頭数（2005年度）.

調査期間		4/27 -5/26	5/26 -6/22	6/22 -7/27	7/27 -8/31	8/31 -9/28	9/28 -10/26	11/29 -12/27	1/26 -2/27
調査地点およびトラップ数									
3階	エントランスホール	11	335	1122(1) M	366(5)* Kt, G, M	212(5)* Kt, G	226(1)* M	211*	8*
	職員玄関	4	253(1) Kt	845	301(1)* G	190(5)* Kt, G	121*	140(2)* Kt	9*
	勝手口	2	150	295	445	399(1) G	180	176	18(1) G
	ホワイエ	3	55	457	102	36*	80	61*	11*
	レストラン	4	124	139	170(2)* Kt, G	78(3) Kt	74(1)* M	53*	4
	図書閲覧室	5	39	62	27*	21*	25*	33*	4
	特別展示室	9	7	49(1) M	27(1) Kt	75*	16*	25*	4*
	展示準備室	5	42	81	56(1) Kt	42*	28	38*	2
2階	エントランスホール	8	58	415	85*	35*	58*	67*	1*
	恐竜ホール	8	11	40	24	19*	18(1) M	17	2
	収蔵庫	9	2*	4	2	9*	8*	7*	2*
	研究図書室	5	3	6*	2	2	4*	5*	1
1階	エントランスホール	5	28*	70*	30*	5	16*	30*	1
	非常口	2	109	151*	175*	20	125*	65*	10
	ダイノラボ	6	18	71	44*	32(2)* Kt	23*	20*	4*
	恐竜ホール	16	20	52*	28(1)* M	101*	13(2) M	38(3)* Kt	6*
	荷解場	13	26(1)* Sb	95*	126*	120*	143*	94*	12*
	仮保管庫/殺虫殺菌室	6	9	13*	112*	172*	73*	65*	34*
	クリーニング室	4	2	12(1) M	21*	21(1)* Kt	7*	11(1)* M	4*
	収蔵庫, 標本管理室	28	67*	107*	174*	198*	181*	95(2)* Kt	63*
地下1階		38	1558(4)* M	2560(3)* M	840(2)* M	407(3)* M	442*	514*	88*

()内はチャタテムシ・ヒメマキムシ類以外の注意種の頭数.

*はチャタテムシ・ヒメマキムシ類のどちらかまたは両方が捕獲されたことを意味する.

G: ゴキブリ類, Kt: カツオブシムシ類, M: ムカデ類, Sb: シノバンムシ類

表 3. 粘着トラップによる歩行性昆虫等の捕獲頭数 (2006 年度).

調査期間 調査地点およびトラップ数			4/26 -5/24	5/24 -6/14	6/14 -7/12	7/12 -8/9	8/9 -9/13	9/13 -10/11	11/8 -12/13	1/29 -3/2
3階	エントランスホール	10	59	122	493(1) Sb	259	92	104*	82	20
	職員玄関	4	200+	102	405	49	73	200+	200+	10
	勝手口	2	400+	86	57	200+	200+	200+	200+	2
	ホワイエ	3	14	22	37	37	34(2) I	54	23	1
	レストラン	3	15	21	60(1) Sb	24	32	13(1) Sb	15	1
	図書閲覧室	5	19	39	31	20	13	37(1)* Kt	11	1
	特別展示室	9	4	9	3	4(1)* Sm	8(3)	20*	3	1
	展示準備室	5	18	16	26	26*	11	27*	10	1
2階	エントランスホール	8	6	16	30	31	22(2) I	38*	17	2
	恐竜ホール	8	1	4	21	21	10	12*	4*	0
	収蔵庫	9	0	0	1	1	0	1*	0	0
	研究図書室	5	2	0	3	3	2	3(2) Kt	2*	0
1階	エントランスホール	5	3	9	36	10	7*	17(1) G	6	1
	非常口	2	19	0	72	40	27	41(1) G	4	13
	ダイノラボ	6	5	3	8	7*	7*	8	6	0
	恐竜ホール	16	16	6	7	6	5	18	3	0
	荷解場	14	15	12	44*	44	88(3) I	62	33*	6
	仮保管庫/殺虫殺菌室	6	7	2	4*	4	9*	7*	20*	8*
	クリーニング室	4	1	1	5	0	7	6	2(1) Kt	0
	収蔵庫, 標本管理室	28	346*	103*	42*	20*	19*	33*	9*	4*
地下1階		36	278(1) Kt	762(1) M	746	227(1) Km	199(30) I	540*	275*	30*
屋外	3階職員玄関外	4	600+	400+	800+	400+	400+	400+	400+	200+
	1階機械室	2	400+	200+	400+	21	200+	200+	400+	8

()内はチャタテムシ・ヒメマキムシ類以外の注意種の頭数.

各トラップの昆虫類は100頭までカウント. 100頭を超えた場合は数値の横に+を付した.

*はチャタテムシ・ヒメマキムシ類のどちらかまたは両方が捕獲されたことを意味する.

G: ゴキブリ類, I: イガ類, Km: カミキリムシ類, Kt: カツオブシムシ類, M: ムカデ類, Sb: シバンムシ類, Sm: シミ類

ムシ科)については, レストランおよび勝手口付近で比較的継続的に捕獲されており, 勝手口を介して外部から侵入したものと考えられる. シバンムシ類は植物質を中心に加害する昆虫であるが, この付近に植物質の展示資料などはなく, 現在までに被害は確認されていない.

得られたデータを概観すると, ライトトラップ, 粘着トラップともにエントランスなど人間の出入りする付近で捕獲数が多く, 建物の内部に入るほど捕獲数が減少する傾

向が認められる. 捕獲数は各年度とも第1回目(5月)から第2回目(6月)にかけて増加し, その後10月頃まで高い水準で推移し, その後急激に減少する. これは外気温の上昇や周囲の植物の成長などに関連した現象と思われる. これらのことから, ユスリカ類のように特定の場所で大量に捕獲された例を除くと, 館内で捕獲された多くの昆虫が外部からの侵入によるものであり, 非常口を含めた館の出入口から侵入した可能性が高い. 前述のように, 注

表 4. ライトトラップによる飛翔性昆虫等の捕獲頭数 (2005 年度).

調査地点		調査期間	4/27 -5/26	5/26 -6/22	6/22 -7/27	7/27 -8/31	8/31 -9/28	9/28 -10/26	11/29 -12/27	1/26 -2/27
3階	A 職員玄関		1679	5461(1) N	1286*	768*	661	557	69	11
	B エントランス		1066	3487	791*	830	836	553	42	20
	C 勝手口		410	590	583	586(15) Sb	216*	207*	21	8
2階	D 展示室出口		42	274(7) Kt	53(5) Kt	28(1) Kt	13	17	1	1
1階	E 荷解場東		157	218	1247*	1844	1565	479	22	8
	F 荷解場西		36	82	210	87	42	77	19	1
	G 非常口		1020(5) N, Kt	638(3)* N	1265*	301	189	280	54	14
地下1階	H 北東非常口		821	1343	285	121	223	146	28	1
	I 北西非常口		693	1164*	249	235	127	153	43	5
	J 南西非常口		77	270	189	63	57	66	12	0
	K 南東非常口		125	246	248*	148	167	103	22	4

()内はチャタテムシ・ヒメマキムシ類以外の注意種の頭数.

*はチャタテムシ・ヒメマキムシ類のどちらかまたは両方が検出されたことを意味する.

Kt: カツオブシムシ類, N: ナガシクイムシ類, Sb: シバンムシ類

表 5. ライトトラップによる飛翔性昆虫等の捕獲頭数 (2006 年度).

調査地点		調査期間	4/26 -5/24	5/24 -6/14	6/14 -7/12	7/12 -8/9	8/9 -9/13	9/13 -10/11	11/8 -12/13	1/29 -3/2
3階	A' 職員玄関		11	46	15	10	18	27(4) I	34	4
	B エントランス	点灯せず, 未検出	—	59	100+	100+	50(?) ^{*1} I	20(3) I	29	3
	C 勝手口		7	39	13	13(1) Sb	14(4) Sb	18(7) Sb	42	2
2階	D 展示室出口		2	13	5(1) Sb	4	7	3	3	1
1階	E 荷解場東		2	24	2	5	6	6	25	1
	F 荷解場西		2	22	10	24	14	9	20	3
	G 非常口		6	100+	80	6	9	16	18	14
地下1階	H 北東非常口		100+	100+	100+	39	36	3(5) I	100+	39
	I 北西非常口		32	100+	100+	10	51	23	100(1)+ St	23
	J 南西非常口		1	6	4	4	4	5	15	0
	K 南東非常口		1	18	4	6	7	10	6	1

()内は注意種の頭数(チャタテムシ類とヒメマキムシ類は未検出).

各トラップの昆虫類は100頭までカウント. 100頭を超えた場合は数値の横に+を付した.

I: イガ類, Sb: シバンムシ類

* 1: イガ類が多く得られたが正確な数は不明.

表6. 1階収蔵庫および仮保管庫周辺のヒメマキムシ類およびチャタテムシ類の捕獲頭数.

調査期間 調査地点および トラップ数	2005							2006							2007	
	4/27-5/26	5/26-6/22	6/22-7/27	7/27-8/31	8/31-9/28	9/28-10/26	11/29-12/27	1/26-2/27	4/26-5/24	5/24-6/14	6/14-7/12	7/12-8/9	8/9-9/13	9/13-10/11	11/8-12/13	1/29-3/2
荷解場 13	1 0	1 0	5 0	27 0	16 0	12 0	4 0	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 0	2 0	0 0
仮保管庫 3	0 0	6 0	97 0	112 0	43 0	21 0	6 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	3 0	1 0	0 0	1 0
収蔵庫1-1 6	2 0	7 2	9 7	3 5	6 4	10 7	3 16	3 102	0 100+	0 29	0 13	0 3	0 2	0 2	1 0	0 0
収蔵庫1-2 5	2 0	2 1	5 1	9 2	7 2	4 1	5 4	1 13	0 100+	0 66	0 14	0 7	0 1	0 1	1 0	0 0
収蔵庫1-3 5	5 0	3 0	9 0	16 0	11 0	14 0	3 0	0 1	0 4	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 0

上段はチャタテムシ類、下段(斜体)はヒメマキムシ類の頭数.

意種が持ち込まれることもあるが、現在までのところ資料への直接の被害は確認されていない。これは、エントランスなど、出入口から展示室や収蔵スペースにいたる空間が緩衝帯となっているためと思われる。しかし、このような均衡は、気象条件や野外で発生する昆虫の数、来館者数といった様々な条件で容易に変わりうるため、注意種がしばしば持ち込まれていることを認識した上で、資料の移動や設置の際に十分な注意を払うとともに、状況の変化を把握するための継続的なモニタリングが必要である。

博物館における虫害対策としては、出入口から侵入する昆虫類を減らすこと、そして侵入した昆虫類を緩衝帯で捕獲することが重要である。地下および1階の非常口に関しては、扉と桟との間に数mm程度の隙間があったことが虫の侵入につながったと考えられたため、この隙間をふさぐ対策を行った。一方、3階出入口の自動ドアについては、来館者が多い日には事実上開放状態となることがあるため、緩衝帯での捕獲に主眼をおいた対策が必要である。

付着菌

付着菌調査は博物館のメンテナンス休館日に行なうことが多かったため、定期的なワックス清掃の直後にサンプリングせざるをえない場合もあり、各調査地点におけるコロニー数の推移をすべて同列に評価することは難しい。全体的な傾向としては、日常清掃が行き届いている範囲でコロニー数が少なく(0~10個/10cm²)、収蔵庫など特定の職員だけが出入りし、日常清掃の範囲に含まれていない空間で多く(>20個/10cm²)になっている。

真菌類の胞子は空気中に無数に存在するため、コロニー数をゼロにすることは事実上不可能で、一般には発生を抑制するための環境整備がより重要と考えられている(東京文化財研究所保存科学部生物科学研究室, 2003など)。環境整備としてもっとも大切なのは湿度を低く保つことである。館内、とくに収蔵スペースの温湿度は一定の範囲内におさまるよう手動で調整されているが、「カビ発生の認知と対応」の項で後述するように、局所的に湿度が高まるケースがあることも想定されるため、定期的な清掃の実施

によって床などに定着する胞子の数をなるべく減らすこと、真菌類の栄養となるホコリなどを極力減らすことも重要である。この調査結果をうけて、館内でも清掃の重要性についての認識が高まり、収蔵庫内の清掃用具の常備や、研究職員らによる収蔵庫清掃の実施にもつながっている。

空中浮遊粉塵

空中浮遊粉塵調査の結果、5 μm以上の粒子数は平均して7,000~40,000個程度と低いのにに対し、0.5 μm以下の粒子数は各回の平均値が最低でも200万程度と多い傾向が認められた。これは、空調の吸気フィルター(中性能フィルター)の性能によるものと思われる。カビの胞子の大きさは一般に5 μm以上であるため、5 μm以上の粒子数が低い値に抑えられていることはカビ発生の抑制にもつながっているものと考えられる。

高木(2004)が述べているように、空中浮遊粉塵量は測定時の人の出入りや外気の状態と絶えず変化するため、対象とした空間の客観的な値を得ることが難しいことに加え、明確な比較基準も存在しない。そのため、博物館では、得られたデータを空気環境の判断材料として使うことを考えている。例えば、測定値が外気よりも高い空間については清掃が行き届いていない可能性が考えられるため、付着菌調査の結果とともに清掃状態の評価などに活用して行きたい。

カビ発生の認知と対応

2005年度の調査により、1階収蔵庫および仮保管庫周辺においてチャタテムシ類とヒメマキムシ類が大量に発生していることが明らかになった(表6)。すでに述べたように、両者はカビ発生の指標と考えられるため、すぐに原因となったカビの発生状況を調査した。

チャタテムシ類の発生数が特に多かった仮保管庫では、壁面の一部にカビが確認されたため、エタノール水溶液を用いてすぐに除去した。この部屋は日常清掃の範囲に含まれていなかったうえ、大量の資料が仮置きされることによ

り清掃が行き届いておらず、さらに空調が入らないことがカビの発生につながったものと考えられた。この調査結果をうけて、仮保管庫内の資料の整理を行うとともに、除湿器を設置して湿度調整ができるようにした。

1階収蔵庫においては、2005年度最後の調査でヒメマキムシ類が大量に発生したことを受けて調査した結果、資料を運搬する際に床の養生用に敷いたブルーシートと床板との間にカビの発生が確認された。このため、ブルーシートを速やかに撤去し、エタノール水溶液を用いてカビの除去を行った。このブルーシートは2000年の開館直後に敷かれたものだが、この間にカビ対応の燻蒸を2回行っており、カビ発生は全く予想外であった。カビ発生の直接的な要因としては、シートが床面に密着していたため局所的に結露したことが考えられるが、ヒメマキムシ類の大量発生が梅雨時期ではなく冬季であったことから、外気温が低かったために結露した可能性もある。冬季に湿度が高いのは北陸地方の特徴ではあるが、この年の多雪も影響したのかもしれない。

これらの作業の結果、翌2006年には、1階収蔵庫周辺のチャタテムシ類の発生を2005年のレベルに戻すことに成功した(表6)。収蔵庫内では、カビの除去作業の後もしばらくの間はヒメマキムシ類が認められたが、不定期に清掃を行ないながらモニタリングを続けたところ、2006年11月までに捕獲頭数がほぼゼロとなり、冬季(2007年2月)にも発生は確認されなかった。目視による調査でもカビは認められないので、ヒメマキムシ類の発生原因となったカビの除去にも成功したものと考えている。

チャタテムシ類とヒメマキムシ類は、成虫の大きさがともに1mm程度(後者は最大数mm)という微小な昆虫で、よほど注意をしなければ存在には気づきにくい。今回のようにカビ発生を早期に発見できたことは、調査用トラップを設置したことによって初めてもたらされたものといえる。トラップ間のデータ比較によって発生数の集中域を特定できたことも、カビの発生場所の特定と除去につながった。今回のカビ発生を教訓に、博物館では標本が床や壁と接しないように設置方法の見直しを行っている。資料保存環境の変化には気象条件をはじめ様々な要因が絡んでいる可能性があるため、引き続き注意深くモニタリング調査を行っていく必要がある。

おわりに

本調査は、燻蒸の実施方法、実施時期などを含めた資料の管理方法全般を見直すための基礎資料を得る目的で開始したものである。調査開始からようやく3年たったところで、本格的にIPMへと移行するには適切な管理マニュアルの作成、燻蒸を含めた調査業務に対する弾力的な予算措置をはじめ、多くの課題を残している。しかし、モニタリング調査を実施したことで、カビ発生への対応に象徴されるように、日々の変化に即した対応ができるようになってきたほか、虫菌害の発生や予防に対する職員の意識も高まってきたように思う。トラップでの捕獲頭数に現れない部分でも、例えばムカデの発生など館内における虫等の目撃情報が担当者へ寄せられるようになってきており、このような「速報」がきっかけとなってムカデの定期的な駆除の実施にもつながった。

今後このような調査を継続し、資料の収蔵・展示環境の維持改善を図るとともに、博物館の立地や収蔵資料の特性を

把握した上で、適切な資料管理方法を模索して行きたい。

謝 辞

本調査を進めるにあたり、丸三製薬株式会社の守山義明氏と大久保雅彦氏、中部資材株式会社敦賀支店の宮腰礼之氏には調査結果の解析、虫やカビ被害への対応策などについて様々な角度から議論していただき、また他館でのIPMの導入事例や参考文献を紹介していただいた。福井県立恐竜博物館の佐野主任研究員には本論の内容について議論していただいた。査読者である糸魚川淳二博士および両角芳郎博士には原稿を改善する上で有益なご指摘を頂いた。これらの方々に感謝いたします。

引用文献

- 秋山弘之. 2002. 植物標本を有する収蔵庫における害虫・カビ対策について. 日本植物分類学会ニュースレター 6: 8-12.
- 福井新聞社(編). 2006. その時、福井は・・・平成18年豪雪 記録集. 国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所, 福井, 63pp.
- 長谷川孝徳. 2003. 博物館におけるモニタリングと防虫対策. 文化財の虫菌害 46: 3-9.
- 河上清・蛭原富男・月田嘉辰・森井謙介・小野功一・吉沢寿治. 1975. スタンパガーによる蚕飼育所の麴かび病菌の簡易検出法について. 日本蚕糸学雑誌 44: 327-332.
- 木川りか. 2007. 自然誌標本のDNAに対する燻蒸剤等各種殺虫最近処理の影響. 文化財の虫菌害 54: 10-13.
- 木川りか・長屋菜津子・園田直子・日高真吾・Tom Strang. 2003. 博物館・美術館・図書館等におけるIPM. 文化財保存修復学会誌 47: 76-102.
- 小菅桂子・秋山弘之・田口信洋. 2004. 生物系収蔵資料に含まれるDNAに及ぼすヨウ化メチル燻蒸剤の影響. Bunrui 4: 17-28.
- 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之(編著). 1985. 原色日本甲虫図鑑(III). 保育社, 東京, 500pp.
- 松本功・野村正弘. 2006. 群馬県立自然史博物館における環境調査―「有害昆虫類」調査とその対策について―. 群馬県立自然史博物館研究報告 10: 49-62.
- 三浦定俊・木川りか・佐野千絵・山野勝次. 2004. 文化財虫害事典(改訂版). クバプロ, 東京, 231pp.
- 野村正弘・大森威宏. 2002. 群馬県立自然史博物館における燻蒸の見直しについて. 博物館学雑誌 28: 45-52.
- 佐藤隆士. 2007. 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. 鳥取県立博物館研究報告 44: 55-65.
- 篠田一孝. 2002. IPMと文化財害虫のモニタリング. 文化財の虫菌害 43: 3-10.
- 高木叙子. 2004. 博物館にけるIPM実践の一事例―滋賀県立安土城考古博物館の例―. 文化財の虫菌害 48: 15-24.
- 寺島慎一. 2005. 立山博物館におけるIPMの導入について. 博物館研究 40: 5-7.
- 東京文化財研究所保存科学部生物科学研究室(編). 2003. 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, 東京, 27pp.