

## 自然史博物館の収蔵庫と展示室における落下カビ調査

浜田信夫\*・佐久間大輔\*

### Air-borne fungal contamination in storage and exhibition rooms in the museum of natural history

Nobuo HAMADA\* and Daisuke SAKUMA\*

**Abstract:** Air-borne fungal contamination was studied in the storage rooms of Osaka Museum of Natural History by the method of trapping the mold on the culture plate. Fungal number in the storage rooms of museum was compared with that in Japanese temples, which was examined before. Any fungi which grew inside of the museum of natural history were not found, and fungal contamination in the museum was much lower than that in the temples without air-conditioning. Fungal number in museum was less than 1/100 of that in general storage room of the temple, and less than 1/30 of that in the special storage room with air-conditioning. This difference was thought to depend on the controlling of temperature and humidity by automatic air-conditioning system in the museum, namely 22°C, 55% regardless season.

**抄録:** 大阪市立自然史博物館でカビ汚染の状況をモニタリングするため、収蔵庫や展示室などで落下カビの調査を行い、以前行った寺社の収蔵庫での落下カビの調査の結果と比較した。大阪市立自然史博物館の落下カビ数は、寺社の場合に比べて、非常に少ないことが明らかになった。寺社の空調を施していない部屋に比べて1/100以下に、空調のある部屋に比しても1/30以下だった。また、収蔵庫内部で生育したとみられるカビは見られなかった。その理由として、博物館の収蔵庫は年中温湿度が20°C、55%に自動制御されていることが原因であると思われる。

**Key Words:** fungal contamination; conservation of natural history specimen; air-borne fungi; air-conditioning system

#### はじめに

総合博物館や自然史博物館など、自然史標本を多く保存している博物館において、標本はその時代・地域の記録として、研究用資料としての集積が基本であり（松浦, 2003; Hawks et al, 2011）、大阪市立自然史博物館（以後、自然史博物館）においては外部の研究者やアマチュアなどの市民科学者にも利用される重要な研究資源である（佐久間, 2017）。人文系資料に比べて、生物標本は外観だけでなくDNAの保存についても最善を尽くすことが求められている。それ故、標本に対してカビなどの微生物被害や昆虫の食害などを防ぐことは不可欠である（川上・杉山, 2009）。カビ被害防止の観点から、美術館や文化系博物館の空中落下カビの汚染状況の調査は保存科学分野でこれまでも多数の研究が行われている（例えば阿部, 2014）。その結果を見ると、収蔵庫の構造やエアコンディショナーの有無も様々であるが、そのカビ汚染状況も異なる。自然史標本についてもカビ被害は重大な課題であるにも関わらず、自然史系博物館での調査は、私たちの知る限り見当たらない。そこで、自然史博物館において、収蔵庫などの落下カビの現状を調査した。なお、室内などの浮遊カビを調査するため、一定量の空気を吸引してその中に含まれるカビ数を測定するエア・サンプラー法がオーソライズされた方法であり信頼性は高いが、サンプラーは高価である。エア・サンプラー法と落下法では、検出されるカビ数に相関があることは、すでに確認されている（濱田, 1997）。本報告では、安価で簡易な採取方法である落下法を採用して調査を行った。また、以前実施した大阪府下の寺社の収蔵庫などにおける落下カビについての調査結果と比較を行い、今後の自然史標本の保管方法について検討した。両者間で、カビ数の異なる原因を解明するために、収蔵庫の温湿度のデータとの突き合せを行った。これらの究明を基にして、今後の自然史標本の保存の心得についても考察した。

#### 調査方法及びその環境条件

自然史博物館において春夏の落下カビの状況を調べるために、2017年4月と6月に調査を行った。館内の収蔵庫、展示室・バックヤード（現在は一時収蔵場所、展示室としても使われている旧収蔵庫・書庫・エレベーターホールなど）に、好乾性カビも検出できるDG18（Dichloran Glycerol）寒天培地を添加した直径9cmのシャーレのふたを開放して、空中から落下

するカビを捕集した(濱田, 1997)。通常の開放時間は20分だが(厚生省通達, 1983), 本調査では60分間開放した(参考 文部科学省カビ対策マニュアル [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/1211830\\_10493.html](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/1211830_10493.html) 2018年2月10日確認)。シャーレは1か所に2枚一組で置き, 4枚の場合は2か所に, 6枚の場合は3か所にシャーレを設置した(図1)。また, いずれのシャーレも, 床から1m前後の位置に設置した。捕集後に25℃で12日間培養し, 発生したカビのコロニー数を測定するとともに, その種類の同定を行った。一方, 比較のために, 2014年に大阪府下のA寺社で冬と夏に行った落下カビ調査の結果を示した。この調査のシャーレの開放時間は通常の20分間で, 使用培地, 設置枚数などは本調査と同じであった。

自然史博物館内の環境条件を知るために, データロガーを用いて収蔵庫などの温湿度を1年半にわたって測定した。また, A寺社でも約半年にわたって, データロガーで収蔵庫の温湿度を測定した。

自然史博物館の温湿度条件について, 通年のデータを表1に示した。収蔵庫では24時間空調設備が整っており, エタノール標本を扱う液浸収蔵庫, 地学系資料や貝, 骨などを扱う一般収蔵庫, 植物さく葉標本や菌類乾燥標本, 昆虫標本などを扱う特別収蔵庫の3部屋ともに平均気温は約20℃, 湿度は約55%である。3部屋間では, 植物や昆虫などの乾燥標本を収蔵する特別収蔵庫の湿度変化幅が25%程度で, 化石などを収蔵する一般収蔵庫などの35%以上より少なかった。収蔵庫以外の旧収蔵庫や書庫などのバックヤードでは, 適宜エアコンが使用されているが, その湿度変化は大きかった。



図1. 収蔵庫での落下カビの捕集。1か所につき, DG18培地を添加したシャーレ2枚ずつで行った。

Fig1. Air borne fungi traps. Set of 2 plates of DG18 medium was placed in each site.

表1 大阪市立自然史博物館収蔵庫の温湿度の年変動。

Table 1. Temperature & Humidity condition of storage rooms at Osaka Museum of Natural History.

室名			温度 (°C)	湿度 (%)
収蔵庫 (Storage)	液浸収蔵庫 (Liquid Specimen Storage)	平均 Average	19.6	56.8
		最小-最大 Min.-Max.	15.2-19.9	35.4-78.0
	一般収蔵庫 (Normal Storage)	平均 Average	22.5	54.5
		最小-最大 Min.-Max.	20.9-24.0	38.4-73.8
特別収蔵庫 (Special Storage)	平均 Average	18.8	56.1	
	最小-最大 Min.-Max.	17.9-19.8	41.3-66.5	
Backyard	収蔵庫外床 (Outside of Storage Room)	平均 Average	20.7	68.1
		最小-最大 Min.-Max.	16.0-24.7	38.1-91.4

表2 調査したA寺社の夏と冬の温湿度

Table 2. Temperature & Humidity conditions in summer & winter at research site temple "A".

			12.Sep.	最小-最大 (min.-max.)	28.Jan.
建物内 (Backyard)	国宝室 (National Treasure room)	温度 (°C)	22		18
		相対湿度 (%)	55		55
	収蔵室 (Storage)	温度 (°C)	26	10-27	10
		相対湿度 (%)	46	42-91	91
	展示室 (Exhibition room)	温度 (°C)	28	10-29	11
		相対湿度 (%)	47	31-81	81
建物内 (Backyard)	階段 (2nd Floor)	温度 (°C)	28		8.6
		相対湿度 (%)	53		92
建物外 (Exterior)	外気 (Outside Air)	温度 (°C)			(5.8)
		相対湿度 (%)			(61)

調査期間は2013年9月12日から2014年1月28日

\* Monitoring was operated from 12/Sep./2013 to 28/Jan./2014.

A 寺社の夏と冬の温湿度2回の測定値などを表2に示した。収蔵庫の国宝室は24時間空調設備で環境が20℃、湿度が55%に設定されている。しかし、他の収蔵室や展示室は適宜エアコンが使用されているが、9月の測定時の湿度は収蔵室では46%に対して、1月には91%だった。なお、湿度は、データロガーのデータを見ても、夏から冬にかけて、次第に上昇していた。但し、国宝室のデータロガーの値は確認できていない。

結果

2017年の4月の自然史博物館収蔵庫の落下カビは、いずれもシャーレ6枚当たり2個以下であった(表3-1)。収蔵庫でも、液浸、一般、特別の間にカビ数の差は見られなかった。バックヤードの階段の部分は、2枚当たり13個のカビが検出された。庫外に比べて庫内の落下カビは1/10以下であった。収蔵庫内のカビ汚染はほとんどないと言えよう。

2017年6月の自然史博物館収蔵庫内の場合も、いずれもシャーレ6枚当たり、4個以下で、収蔵庫の液浸、一般、特別の間に差は見られなかった(表3-2)。4月の結果との違いも見られなかった。また、検出されたカビは、いずれも屋外由来と見られる土壌などに多いカビだった。

表3-1. 自然史博物館収蔵庫の落下カビ (春).

Table 3-1. Air-borne fungi in storage rooms of OMNH. (spring season)

調査実施日: 2017/4/29

room	floor	location	シャーレ 枚数	total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A. restrictus</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma</i>	other	unkown
収蔵庫 (Storage)	液浸収蔵庫	2F	4	1			1						
	液浸収蔵庫	1F	4	0									
	一般収蔵庫	2F	6	0									
	一般収蔵庫	1F	6	1					1				
	特別収蔵庫	2F	6	2									2
	特別収蔵庫	1F	6	0									
Backyard	書庫	2F	2	3			1				1		
	階段	1F-B1 収蔵庫へ	2	13			5	6	1				1

\*シャーレはいずれも DG18培地で60分開放。

表3-2. 自然史博物館収蔵庫の落下カビ (夏).

Table 3-2. Air-borne fungi in storage rooms of OMNH. (summer season)

調査実施日: 2017/6/17

room	floor	location	シャーレ 枚数	total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A. restrictus</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma</i>	other	unkown
収蔵庫 (Storage)	液浸収蔵庫	2F	6	1			1						
	液浸収蔵庫	1F	6	4	1			2	1				
	一般収蔵庫	2F	6	1					1				
	一般収蔵庫	1F	6	2					1	1			
	特別収蔵庫	2F	6	0									
	特別収蔵庫	1F	6	1					1				
前室	1F		4	3			1		1			1	
Backyard	旧収蔵庫	3F	4	9			6	1			1		1
	旧第一収蔵庫	2F	6	3	2								1
	旧第二収蔵庫	2F	6	4					2	1			1
	書庫	2F	4	0									
	階段	1F-B1 収蔵庫へ	4	8			2	1		1	3		1

\*シャーレはいずれも DG18培地で60分開放。

表3-3. 自然史博物館展示室の落下カビ (夏).

Table 3-3. Air-brone fungi in exhibition rooms of OMNH. (summer season)

調査実施日: 2017/6/19

room	floor	location	シャーレ 枚数	total	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A. restrictus</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma</i>	other	unkown
展示室 (exhibition room)	第5	2F	6	3		1	1						1
	第3	2F	6	3									1
	第2	1F	6	4					1	2		1	
	第1	1F	6	3					2	1			
ホール (hall)	回廊	2F 北側	4	5						3		2	1
	回廊	2F 南側	4	5	2				1	1			1
	ロビー	1F ナウマン象前	4	7			1	1	1	3		1	
	ロビー	1F office近く	4	15	2				7	2			4

\*シャーレはいずれも DG18培地で60分開放。

6月の調査では、バックヤードで、旧収蔵室3Fや階段部分にカビ数の比較的多い部分が見られた。汚染カビは、*Aspergillus* sp.や*Penicillium* sp.で、建物内部で少数のカビが生育したと言えよう。なお、*Aspergillus* sp.は*A. restrictus*以外の*Aspergillus*属のカビの意である。4月に調査した階段でも*Aspergillus* sp.や*A. restrictus*がやや多いが、これも同様に内部で生育したものであろう。

展示室のカビ数も、シャーレ6枚に対して4個以下で、収蔵室に比べてやや多いものの、全体として少なかった(表3-3)。展示棟ホールの2階回廊や一階のロビー部分は人によって持ち込まれたカビが散見される。この部分は、いすやテーブルがあり、来客者がくつろぐ部分である。エアコンを適宜用いているが、収蔵物を展示している部分よりカビはやや多かった。内部で発生したと思われるカビはロビー部分で若干見られた。

A寺社の場合には、収蔵庫のいくつかの部屋で冬・夏ともに、自然史博物館の場合に比して、桁違いのカビ汚染が認められた(表4-1, 4-2)。A寺社調査の場合、シャーレの開放時間が、自然史博物館調査の場合の1/3であるにも関わらず、夏の収蔵室でもシャーレ当たりのカビ数は、博物館の一般収蔵室の約50倍だった。さらに冬では、その2倍以上の落下カビが検出された。

A寺社の夏冬のカビ数を比較すると、いずれの部屋でも、冬の方がカビ数は多かった。冬には好乾性のカビの代表である*A. restrictus*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp.が多く検出された。いずれも住宅内などで多く検出されるカビであった。夏にも収蔵室ではカビ汚染が見られたが、*A. restrictus*や*Penicillium* sp.が冬と同様に多かった。その他、目視でも、冬に収蔵庫の壁の部分に暗色の*Cladosporium* sp.の大きなコロニーが認められた。

## 考察

本調査で特筆すべき点は、自然史博物館収蔵庫の落下カビ数が一般住宅などでは見られないくらい少ないことである(表3-1, 3-2)。例えば、食品衛生法の“洋生菓子の衛生規範について”(1983)によると、食品製造作業所の落下カビ数については、20分間開放したシャーレ1枚当たりのカビ数は10個以下という基準が設けられている。この基準はNASAの定める空気清浄度100,000に相当するものであり、文部科学省のカビ対策マニュアル(前出)の施設環境管理指針(試案)が収蔵庫などに求める「清潔区域」の基準を十分に満たす。かなりカビの少ない環境であることがわかる。

その理由として、空調設備がよく機能しており、年間を通して湿度が55%近くに保たれていることが挙げられるであろう。本報では自然史博物館収蔵庫の冬の落下カビ調査は行われなかったが、湿度変化と目視経験から冬のカビ汚染も

表4-1. 大阪府A寺社での落下カビ調査(冬)。

Table 4-1. Air borne fungi of temple "A" in Osaka pref. (winter season)

調査実施日：2014/1/22

調査箇所	シャーレ 枚数	カビ	カビの内訳								
			<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A. restrictus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma</i>	other	unknown	
収蔵庫	国宝室(東隅) (National Treasure room)	3	44			21	4		19		
	収蔵室(北東隅) (Storage Room)	3	191			90	4		97		
	展示室(南東隅) (Exhibition Room)	3	8			6	1		1		
建物内	階段2階(2 <sup>nd</sup> Floor)	3	169			90	63		16		
建物外	外気(Outside Air)	3	16				7		2	3	4

\*DG18培地のシャーレは3枚で、20分開放

表4-2. 大阪府A寺社での落下カビ調査(夏)

Table 4-2. Air borne fungi of temple "A" in Osaka pref. (summer season)

調査実施日：2014/7/23

調査箇所	シャーレ 枚数	カビ	カビの内訳								
			<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A. restrictus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma</i>	other	unknown	
収蔵庫	国宝室(東隅) (National Treasure room)	3	13			5			7		1
	収蔵室(北東隅) (Storage Room)	3	71			11			60		
	展示室(南東隅) (Exhibition Room)	3	2			2					
建物内	階段2階(2 <sup>nd</sup> Floor)	3	4						4		
建物外	外気(Outside Air)	3	25	2	3		3		1	5	3

\*DG18培地のシャーレは3枚で、20分開放



ないと考えている。このような環境条件なら、浮遊しているカビの胞子が部屋内へ侵入、落下しても、乾燥によってしばらくすると干からびてしまうと考えられる (Carlile et al, 2001)。

ただこのような環境条件は、部屋全体で保たれる必要がある。自然史博物館の収蔵庫は大きく、内部に間仕切りなどの壁がないが、このような、大きな、吹き通しの建物は全体が乾燥しやすい特性がある。これが、収蔵庫を乾燥させ、落下カビが非常に少ない原因であると言えよう。さらに、収蔵庫だけでなく展示室やバックヤードでもカビが少ないという好影響を及ぼしていると思われる。しかし、バックヤードの旧収蔵庫は空調設備がなく、温湿度が変動しやすく、結露する可能性があることから、これらの場所に、標本を放置するのは望ましくないと見えよう。

一方、A寺社の場合には、特に冬にカビが多いのが特徴である(表4-1)。この原因は建物に間仕切りが多く、空気が混みやすく、様々な部分が冷えて結露するためだと思われる。適宜エアコンを使っても、全体の温湿度を恒常的に制御できる訳ではないので、建物のどこかの隅が冷えてカビが生えることがあると思われる。結果で述べた壁のカビもその一例であろう。このように収蔵庫のカビ汚染については、夏だけでなく、冬についても十分に注意を払う必要があることを示している。

平成8年に文化庁長官裁定として示された「国宝・重要文化財の公開に関する取扱要項」([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/nc/t19960712001/t19960712001.html](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/t19960712001/t19960712001.html) 2018年1月31日確認)では、金工品を除き、展示環境の温度が22℃で、湿度が60±5%を推奨している(なお、温度は季節に合わせて変動する)。全国美術館会議も、2012年に発表した「節電時の空気環境づくりの考え方に関する指針」(<http://zenbi.jp/getMemFile.php?file=file-23-14-file-1.pdf>; 2018年1月31日確認)でこの考え方を踏襲し、とりわけ湿度維持が重要であることを述べている。湿度の管理が行われていないと、カビ被害が発生する典型的な例がA寺社と言えよう。湿度管理は、部屋の中央部だけでなく、通気をよくして湿気のこもりやすい隅の湿度も低く保つことが必要と思われる。これらの水準は自然史標本管理においても同様に考慮されており、標本の保全に関する標準的なマニュアル (Hawks et.al, 2010) も同様に、相対湿度を(たとえ一日のうちの一時的には高くなる場合でも)60%以下に下げることが重要である、と指摘している。大阪市立自然史博物館収蔵庫は十分にこの条件を満たしていることが示された。

A寺社の国宝室のような場合には、建物の一室だけ温湿度管理をしても、周りの壁は冷えやすく、温湿度を一定に保つのが難しいようだ。また、扉を開けた場合に、他部屋の湿った空気が流れ込んで来るとも考えられる。建物全体の環境を管理した方が、温湿度を安定に保ちやすいと思われる。なお、温湿度管理が常時行われているはずの国宝室でも冬にカビが増加しているのは、国宝室と他の部屋の間の扉が閉まっていなかったなどの、管理上の不備も考えられる。

これまで多くの文化財が、このような温度管理が全く行われなくても、通気などに気を配ることによって、数百年も問題なく保存されてきたのも事実である。我が国では、密教の関係で山間部にも寺社が多く見られるが、その建造物とともに木製の仏像なども湿った環境に曝されているため、カビ汚染している場合が多い。ただ、古い木造は黒くなっているため、カビ汚染が目立たず問題にされていなかった面がある(浜田, 2014)。一方で、文化財保存の例として、滋賀県のいくつかの寺社にある文化財をカビ被害から守る上で、除湿器やエアコンの使用の有効性が明らかになっている(Abe and Murata, 2014)。エアコンのない収蔵室から、エアコンのある収蔵室に文化財を移転させたら、カビが減ったことが報告されている。文化財のカビの制御にも、温湿度管理が有効であると言えよう。

現状において温湿度管理が十分できている博物館はそれほど多くない。博物館総合調査(平成25年度)(日本の博物館総合調査:基本データ集 <http://www.museum-census.jp/data2014/> 2017年10月30日確認)によれば、10万点以上の自然史標本を保有している博物館では93%以上が空調を有しているものの、10万点以下1万点まででは79%、1万点未満では58%にまで空調の整備率が低下してしまう(佐久間, 2016)。小・中規模博物館においては温湿度管理の充実が現実的な管理目標となるであろう。

しばしば、地下の収蔵庫や書庫で著しいカビ被害を被ったとの報告を見かける(濱田, 2010)。一方、自然史系博物館の例として、空調機の故障によって、カビやチャタテムシなどの汚染事故が起きたことが報告されている(高野, 2014)。多くの汚染は空調の不備が原因であることが多く、エアコンの故障といった、危機管理に関する対策を整えておくことが必要であろう。地下に収蔵庫がある場合、空調事故が発生した場合に、2つの側面がある。一つは、夏でも冬でも温度変化が少ないので、高温や低温による被害を受けにくい利点がある。一方で、地下は、地上より明らかに湿りやすい。ゆえに、故障が長時間直らない場合に著しいカビ汚染に見舞われることになる。また、水害によって浸水する可能性も高い。このような危機管理の対策は、その立地を加味して、現実を踏まえて考慮しておく必要がある。

ここまで述べてきた対策は、収蔵庫内でカビが発芽できない、繁殖できないように温湿度条件を整えることにある。表3-1と表3-3を比較すると、展示室などで博物館外から入館者にともなって靴や人体に付着して持ち込まれるカビが多いことが読み取れる。一般に、収蔵庫の保全のためには、収蔵庫の環境管理とともに、カビ、害虫とともに外部から収蔵庫への持ち込みを低頻度に抑える対策が行われる(三浦ら, 2016)。大阪市立自然史博物館では資料を収蔵庫へ搬入する際の処理は殺虫目的の凍結処理のみで、カビ燻蒸は基本的には行っていない。収蔵庫にも外部からの持ち込みを抑える

対策としては、外気からカビ胞子を取り除くHEPAフィルターなどはない。対策は、特別収蔵庫・一般収蔵庫で前室で靴を履き替える二足制を徹底しているなどに限られる。二足制を採用していない旧収蔵庫や液浸収蔵庫と比較して、特別・一般収蔵庫で特にカビが減少している点からはその効果はある程度認められるだろう。その上で温湿度管理を行うことで、カビ胞子の生存と繁殖の抑制に大きく寄与していると考えている。これまでに小規模のシバンムシ被害があったものの、チャタテムシなどの害虫の大きな被害経験はない。さらなる検証と監視が必要ではあるが、自然史標本に対してもカビ害、虫害ともに、環境管理としての温湿度管理、二足制、冷凍燻蒸による外部からの持ち込みの抑制で有効な管理が可能であることが伺える。さらに言えば、本研究を含めた継続的なモニタリングは標本の管理に何よりも重要である。自然史系資料全体に関して言えば、自然史標本表面でのカビ拭き取り調査や他の自然史系博物館での調査などについても今後、さらに検討していく必要があるだろう。

本報告は、日本文化財科学会2017年度公開講演会シリーズ『文化遺産と科学』（於：大阪市立自然史博物館）でのポスター発表をもとにまとめた。

## 文献

- Abe, K. and Murata, T. 2014. A prevention strategy against fungal attack for the conservation of cultural asserts using a fungal index. *International Biodeterioration & Biodegradation* 88: 91-96.
- 阿部恵子 2014. 某寺院宝物館のカビ発育環境調査. 学術講演梗概集（環境工学II）：289-290.
- Carlile, M.J., Watkinson, S.C. and Gooday, G.W. 2001. *The Fungi* (2nd edition). Academic Press, London, 608p.
- 濱田信夫 1997. 菌類の採集・検出と分離：浮遊カビ（空中真菌）の採集・検出と分離. *日本菌学会会報* 38(3)：177-183.
- 濱田信夫 2010. 本の虫と本のカビ. *大学の図書館* 29(12)：225-228.
- 濱田信夫 2014. 世界の文化財とカビ. *環境管理技術* 32：27-36.
- Hawks, C., McCann, M., Makos, M., Goldberg, L., Hinkamp, D., Ertel, D. and Silence, P. 2011. *Health and Safety for Museum Professionals*. Society for the Preservation of Natural History Collections, New York, 647p.
- 川上裕司・杉山真紀子 2009. 博物館・美術館の生物学. 雄山閣, 東京, 174p.
- 厚生省通達 1983. 食品衛生法「洋生菓子の衛生規範について」昭和58年3月31日環食54号
- 松浦 啓一 2003. 標本学—自然史標本の収集と管理(国立科学博物館叢書) 東海大学出版, 250p.
- 三浦 定俊・佐野 千絵・木川りか 2016. 文化財保存環境学(第2版) 朝倉書店, 208p.
- 佐久間大輔 2016. 自然史系博物館の資料保全 日常の保全と災害対策日本の博物館総合調査研究：平成27年度報告書:211-214
- 佐久間大輔 2017. 被災文化遺産を有害生物から守る—特に自然史標本・微生物を中心にして—, 日本文化財科学会公開講演会シリーズ『文化遺産と科学』 講演要旨集, p. 23-30.
- 高野温子 2014. 自然史資料のヘルスケア. *博物館研究* 49(10)：15-18.