

沖縄県立博物館・美術館における浮遊カビ数の推移について データを通しての考察 I

The Number of Suspended Molds in Okinawa Prefectural Museum
and Art Museum-A Study through Data

梶原 正史 KAJIWARA Masashi

In this paper, we sampled airborne molds in all areas of the museum for the past six years, cultured and measured the number of growing communities, and converted the data into the number of floating molds to discuss the relationship with the environment, seasonal factors, and Troctomorpha. First, we compared the outside air data with the data in the museum, and observed what kinds of molds were mostly contained in the air. Then, we looked at the relationship with the outside air and the correlation with the cultural asset pest, Troctomorpha, which mainly feeds on molds. The conclusion was that there was only so much that could be predicted from the floating numbers. However, looking at the types of molds, there is a clear difference between the types of molds found in the outside air and the types of molds found in exhibition rooms and storage rooms. By understanding the types and characteristics of molds as well as the number of molds floating in the air, we can help to create a better preservation environment in our museum.

はじめに

今日の美術館や博物館ではミュージアム IPM という理念が浸透してきている。まず IPM^{注1} というものは虫菌害に対しての防除方法ではなく、考え方である。この考え方のもとに、各館で防除方法を選択するということを念頭においておかなければならない。つまり画一的な防除方法があるわけではなく、導入している館ごとに IPM 管理の数がある。

注 1)
IPM(Integrated Pest Management) (全体に組み込まれた有害生物管理) あらゆる適切な防除手段を相互に矛盾しない形で使用し、害虫密度を経済的被害許容水準以下に減少させ、かつ低いレベルに維持するための害虫個体管理システム

本論では、過去 6 年間当館のあらゆる場所で空気中のカビのサンプリングを行い、培養し発育した集落数(コロニー数)を計測し、以下浮遊カビ数として換算したデータをもとに環境や季節要因、チャタテムシなどとの関係について考察した。浮遊カビ数のデータを様々な角度から見ていくにあたり、どこに注目するべきなのかを考えた。例えば、カビ害に侵されているものがあつたとして、それが梱包されている場合、あるいは測定場所より物理的に離れている場所に置かれている場合、浮遊カビ数に顕著な増加などは見られない。あくまで測定場所の空気のサンプリングを行っているだけだからである。カビの非常に厄介なところは、大きく広がり、色を出す。粉状か綿状になる。表面に生える、臭いを出すというところにあるが、梱包された箱内など限定された空間の中でも生育してしまうので、作品表面にカビが出ていたとしても木箱に梱包されている場合、見た目では気づくことができないし、種類によっては臭

いもそれほど出ていない場合もある。つまり、広い収蔵庫などの一地点で空気のサンプリングを行う現在の方法では掬いきれない場合もある。

しかしながら当館が浮遊カビ数を毎月調査するにあたり、どこの部分に注視するのか。なにと、どのような関係性がみえるのか、毎月の数だけを追うのではなく、どのような考察ができるのか。まず外気データと当館内のデータの比較を行い、空気中にはどのような種類のカビが多く含まれているのか。その後、外気との関係性や主にカビを餌とする文化財害虫チャタテムシとの相関などを見ていくこととする。なお2016年1月～4月までのデータがないのは当館指定管理者が変更されたため、エアースンプラーによる調査を委託する業者も変わったためである。

1. 当館における IPM 活動の歴史

1-1. IPM 活動宣言

沖縄県立博物館・美術館（以下当館とする）は、2007年の開館時にミュージアム IPM の導入を決めた。当館が提示しているのは以下のような文章である。

『IPM 活動宣言』

沖縄県立博物館・美術館は、沖縄県民の財産である収蔵資料の適切な保存・管理のための総合的な手法である「総合的病害虫管理（IPM：Integrated Pest Management）」を実施しています。

「総合的病害虫管理（IPM：Integrated Pest Management）」とは？

施設を取り巻く環境状況と対象種の個体群動態を考慮しつつ、生物的防除、科学的・物理的防除を組み合わせることで、虫害菌を抑える管理方法のことで、県立博物館・美術館の重要な文化遺産を保護するためには守るべき大切なことです。』

この宣言に基づき、来館者や利用者への周知をはかるために館内ルールを設け、サインや掲示物（写真1）を提供している。

つまり浮遊菌数調査は当館 IPM の一環であり、浮遊菌の増減を知ることにより、虫菌害を抑え、よりよい文化財保存のために役立てるということが目的である。特に本県のような高温多湿の生活環境では、カビはもはや日常的に存在するからである。

一般に、カビが発育する条件は、温度、水分、酸素、水素イオン濃度、栄養素があげられる。やはり防除対策は取りつつも「カビを発生させない」ことを基本として収蔵品の保管をしていくべきである。万が一発生してしまった場合の対策をあらかじめ予測するためにも空気中に含まれるカビがどのような種類であるか、まずはそこから始めたい。

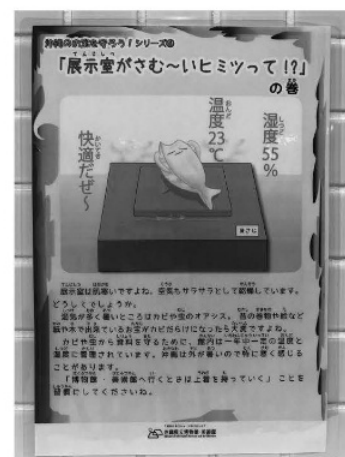


写真1 筆者撮影

1-2. 当館の測定場所・黴菌のサンプリング方法について

当館の浮遊カビ数を測定する箇所は博物館・美術館合わせて42か所ある。主に展示室、展示準備室、収蔵庫などIPMにおけるゾーニングに合わせて36か所、別棟として外に置かれている建物（高倉、民家、湧田窯）3か所、エントランス、喫茶ホール、体験室の3か所である。エントランス等はゾーニング外の区域ではあるが、人の出入りが多く、あまり換気ができない場所であり、カビの生育環境が整いやすいため、測定することとしている。無論、毎月同じ場所で測定する。浮遊カビ数が著しく増加した場合などによって測定箇所を増やすこともある。

サンプリング方法は濾過型サンプラーを使用し、測定場所の中央および四隅における空気を吸引する。吸引量は100リットル（エリアによっては必要に応じ100リットル以上）としている。そして、濾過後のフィルターを寒天平板培地に添付し、25℃、7日間培養後、発育した集落数を計測し、100リットル当たりの浮遊カビ数に換算する。培地はPDA（ポテトデキストロース）平板培地とM40Y平板培地の2種類に設定している。なぜ2種類かという真菌用と耐乾性の真菌類も含めて測定しているからである。

2 浮遊菌数データ

2-1. 測定場所と外気について

測定場所の外気は博物館・美術館の入り口付近の自販機奥、雨端とよばれる場所である（写真2）。2016年5月から2018年11月まで測定した。2018年12月より、エントランス（写真3）へと移行した。この外気、エントランスでの浮遊菌数を過去6年間にわたり記録したものが図1である。浮遊カビ数の基準として外気と展示室等の比較ができるかと考えていたが、そもそも外気と比べる必要がない。エアースンプラーで外気100リットル吸い込んだ際の浮遊カビ数は同じ屋外の高倉との比較くらいでしか意味をなさず、浮遊カビ数がどれだけ確認されてもそれは外気なので、屋内と温湿度や空気の質まで違い、比較ができず、あまり意味のないものになってしまうからである。

当館はエントランス、展示室、収蔵庫と外気の取入れに少し違いがある。エントランスは常時24℃湿度50%で運用しており、換気のため外気を取り入れ空気を回している。展示室においては、二酸化炭素濃度が900ppmを超えたあたりで外気を取り入れ換気をする。しかし昨今のコロナウイルス対策として、一日のうち、2～3時間程度、外気を取り入れた換気をしている。美術館収蔵庫に至っては外気を取入れはしない。当然、換気のための外気を直接入れるわけではなく、プレフィルター、



写真2 雨端写真 筆者撮影



写真3 エントランス写真 筆者撮影

中性フィルターをかませ、埃やハウスダストなど空気中に含まれる微細なごみを濾過し、館内に入れている。展示室、収蔵庫に関してはもうひとつケミカルフィルターを通す3層構造になっている。この外気の取入れの差によっても浮遊カビ数、種類の変化があるのではないだろうか。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016					36	100	13	40	46	82	40	77
2017	9	20	24	43	37	34	12	17	100	30	78	10
2018	0	3	35	15	33	10	30	29	35	35	23	15
2019	3	3	0	0	10	4	3	6	50	7	4	0
2020	0	13	0	1	4	20	12	13	13	8	10	1
2021	0	0	1	0	6	2	3	3	5	2		
平均	2	8	12	12	21	28	12	18	42	27	31	21

図1 外気、エントランスの浮遊カビ数（コロニー数）データ（2018年12月より、当館エントランスへ移行）

6年間の推移を平均で見ると、外気（2016年5月～2018年11月）では5月ごろから浮遊カビ数の増加がみられ、7月は一端減少するが、おおよそ9月10月までに浮遊カビ数が多く確認された。興味深いのは2018年12月以降の測定場所を外気からエントランスに移行した場合のデータである。外気と隔てられたエントランスの浮遊カビ数は減少していた。フィルターの役割としてある程度の浮遊カビは吸着していると考えられる。次項でも述べるが、エントランスでは検出されたカビ菌の種類において、外気よりもある程度絞られている。

浮遊カビ数の推移について考えなければならないのは、温湿度との関係である。湿気がある場所（湿度が高い）にカビは生えているし、そのような場所では栄養素、温度など育成する条件がそろっていることが多い。しかしながら湿度が高い空気の中にカビ数は多いのだろうか。例えば浮遊カビ数が多いということはその場所にカビが多く漂っているということになる。その時の温湿度によって浮遊カビ数に違いは出るのだろうか。図2は外気の浮遊カビ数と測定時間の湿度を記録したものである。

外気・浮遊カビ数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016					36	100	13	40	46	82	40	77
採取日					5月23日	6月6日	7月11日	8月1日	9月7日	10月11日	11月7日	12月5日
測定日15時湿度					66%	91%	70%	76%	93%	71%	51%	77%
2017	9	20	24	43	37	34	12	17	100	30	78	10
採取日	1月10日	2月6日	3月6日	4月10日	5月8日	6月5日	7月10日	8月7日	9月11日	10月10日	11月13日	12月11日
測定日15時湿度	55%	52%	87%	80%	69%	71%	80%	74%	69%	70%	77%	49%
2018	0	3	35	15	33	10	30	29	35	35	23	15
採取日	1月9日	2月13日	3月5日	4月9日	5月7日	6月11日	7月9日	8月6日	9月10日	10月9日	11月12日	
測定日15時湿度	56%	44%	88%	49%	75%	87%	69%	66%	90%	62%	63%	

図2 外気浮遊カビ数（コロニー数）・湿度データ

外気の浮遊カビ数と外気の測定日、測定時間の15時の湿度を見てみる^{注2}と、浮遊カビ数と湿度の高さにはほぼ関係はないといっていだろう。60%～80%までの平均浮遊カビ数は43、80%～90%以上の平均も42とほぼ変わらない。外気の湿度が高くなるにつれて浮遊カビ数

注2) 測定日湿度は国土交通省気象庁HPより那覇市のデータを引用

が多くなるということはないようである。しかし、湿度が比較的低い40～60%内での平均浮遊カビ数は11と浮遊カビ数も少ない。

では次に湿度だけではなく、測定日の気温と浮遊カビ数を図3に示す。

外気・浮遊カビ数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016					36	100	13	40	46	82	40	77
気温(°C)					28.9	26.6	31.6	31.7	26.5	29.3	25.3	24.6
2017	9	20	24	43	37	34	12	17	100	30	78	10
気温(°C)	19.5	18.5	16.9	25.6	25.5	28	31.7	31.6	32.1	30.0	24.4	19.2
2018	0	3	35	15	33	10	30	29	35	35	23	15
気温(°C)	14.5	14.4	24.1	21.9	26.9	27.7	30.5	30.3	26.7	27.4	25.1	21

図3 外気浮遊カビ数(コロニー数)・気温データ

外気のカビ数に関して気温20℃を下回った場合と気温が30℃を超えた場合も比べると浮遊カビ数が少ない。20度を下回った場合の平均浮遊カビ数が11、20℃～30℃までの平均浮遊カビ数は43、30℃を上回った場合の平均浮遊カビ数は34であった。外気の浮遊カビ数に関して、特に気温が低い時期に浮遊カビ数が少ないということも分かった。

つまり、外気の浮遊カビ数は温湿度が20度以下、湿度40～60%の場合は少なくなり、気温が30℃以下で湿度が60%以上の場合は多くなる。ただこのサンプル数ではまだ数が少なすぎるので、そういった傾向があるという認識とし、今後も浮遊カビ数の推移を見ていくこととする。

2-2. 浮遊菌の種類について

では外気にはどのような種類のカビが含まれているのか。特に外気に含まれるカビの種類は主に3つに分けられることが分かった。(図4) *Cladosporium* (クラドスポリウム) 属、*Penicillium* (ペニシリウム) 属、*Aspergillus* (アスペルギルス) 属である。

外気・エントランス	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016・浮遊カビ数					36	100	13	40	46	82	40	77
種類					クラドスポリウム属	クラドスポリウム属、アスペルギルス属、ペニシリウム属	アスペルギルス属、クラドスポリウム属、カーブツリア属、ペニシリウム属	アスペルギルス属、クラドスポリウム属、ニグロスポリウム属、ペニシリウム属	ペニシリウム属	ペニシリウム属、クラドスポリウム属、アスペルギルス属、ニグロスポリウム属	ペニシリウム属、クラドスポリウム属、アスペルギルス属、カーブツリア属	クラドスポリウム属、アスペルギルス属
2017・浮遊カビ数	9	20	24	43	37	34	12	17	100	30	78	10
種類	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属、フザリウム属	クラドスポリウム属、アスペルギルス属、カーブツリア属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属、アスペルギルス属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属	ペニシリウム属
2018・浮遊カビ数	0	3	35	15	33	10	30	29	35	35	23	15
種類	-	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属、オーレオパシディウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属、アスペルギルス属、ペニシリウム属	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属、アスペルギルス属、フザリウム属	クラドスポリウム属、ペニシリウム属	クラドスポリウム属	ペニシリウム属
2019・浮遊カビ数	3	3	0	0	10	4	3	8	50	7	4	0
種類	不明	不明	-	-	クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	不明	チレテリオプシス(指定)、ユーロチウム属	ペニシリウム属、アースリウム属	アスペルギルス属、カーブツリア属	ペニシリウム属	-
2020・浮遊カビ数	0	13	0	1	4	20	12	13	13	8	10	1
種類		クラドスポリウム属		クラドスポリウム属	不明	クラドスポリウム属、アスペルギルス属	不明	チレテリオプシス(指定)	ペニシリウム属	アスペルギルス属	クラドスポリウム属	不明
2021・浮遊カビ数	0	0	1	0	6	2	3	3	5	2		
種類	-	-	不明	-	アグロディティウム	ペニシリウム属	不明	ペニシリウム属	ペニシリウム属			

図4 外気の浮遊カビ数とその種類(コロニー数が多い種類から)

やはり、エントランスと外気を比べた場合、外気の方が空気中に浮遊しているカビの種類は多くなる。図4の分布で一番多いのは *Cladosporium* (クラドスポリウム) 属菌である。外気を測定して3年弱の中で約8割の月において検出されている。*Cladosporium* 属菌はRH95%以上で発育する好湿性カビで、空気中に特に多いカビである。いわゆる浴室内等でみるクロカビである。湿った環境にある文化財ではこの種のカビによる汚染が多い。

次に多いのは *Aspergillus* (アスペルギルス) 属菌、*Penicillium* (ペニシリウム) 属菌となっている。どちらもRH85～95%でよく発育する耐乾性カビでコウジカビとアオカビである。やや低い相対湿度を至適としているため、ベニヤ板、衣類等に発生する。特に *Penicillium* 属菌は多少乾燥したり高い湿度など変化のある方が発生しやすく、乾燥にも強いいため注意が必要である。*Penicillium* 属菌は特徴として発育してくると臭気を発生させるため、汚染されたものがある場合、比較的見つけやすい。

2018年12月以降、測定場所が外気からエントランスに変わったが、空気中の浮遊カビ数で最も多かった種類は *Penicillium* 属菌、ついで *Cladosporium* 属菌、*Aspergillus* 属菌とコロニー数こそ違いますが属種類は外気とほぼ同じであった。エントランスではRH65～90%でよく発育する好乾性カビの *Eurotium* (ユーロチウム) 属菌が検出されている。ユーロチウムはカワキコウジカビとも呼ばれ、低湿度域を至適とするため、ハウスダストなどに多く分布、比較的温湿度管理ができていない博物館・美術館、図書館等でもよく見られる。

では次に、1日2～3時間程度外気での換気をしている常設展示室3(写真4)の浮遊カビ数とその種類を図5に示す。展示室の温湿度は23℃、53±3%である。



写真4 常設展示室3写真 筆者撮影

展示室3	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016・浮遊カビ数					8	2	2	6	25	3	0	3
種類					クラドスポリウム属	クラドスポリウム属	不明	ペニシリウム属	ペニシリウム属	アスペルギルス属	-	不明
2017・浮遊カビ数	0	1	0	8	4	1	4	19	5	2	0	8
種類	-	カーブラリア属	-	テイレチオブシス属、クラドスポリウム属、アスペルギルス属、アクロドンチウム属	クラドスポリウム属	不明	不明	テイレチオブシス属、アクロドンチウム属	テイレチオブシス属、ペニシリウム属	テイレチオブシス属	-	クラドスポリウム属、ペニシリウム属
2018・浮遊カビ数	0	0	5	8	1	10	4	1	2	0	3	0
種類	-	-	テイレチオブシス属	不明	テイレチオブシス属	テイレチオブシス属、アスペルギルス属	オーレオバシディウム属、アスペルギルス属、ペニシリウム属	不明	フォーマ属、ペニシリウム属	-	オーレオバシディウム属、クラドスポリウム属	-
2019・浮遊カビ数	0	0	0	3	3	0	10	31	7	4	0	0
種類	-	-	-	クラドスポリウム属、テイレチオブシス属	クラドスポリウム属		アスペルギルス属、アクロドンチウム属、テイレチオブシス属	テイレチオブシス属(推定)、ペニシリウム属	テイレチオブシス属、不明	アスペルギルス属、クラドスポリウム属、ペニシリウム属	-	-
2020・浮遊カビ数	0	0	0	8	5	3	1	1	5	-	1	0
種類				クラドスポリウム属	アクロドンチウム属、アスペルギルス属、テイレチオブシス属	テイレチオブシス属	ペニシリウム属	不明	ペニシリウム属、アクロドンチウム属	-	不明	-
2021・浮遊カビ数	0	0	1	1	0	14	2	4	5	2	0	
種類	-	-	クラドスポリウム属	不明	-	アスペルギルス属、アクロドンチウム属	不明	ペニシリウム属、アクロドンチウム属	アクロドンチウム属	ペニシリウム属、クラドスポリウム属	-	-

図5 展示室3の浮遊カビ数・種類データ(コロニー数が多い種類から)

全体的に展示室3ではエントランスよりも浮遊カビ数は減少した。また、検出された種類についても *Cladosporium* (クラドスポリウム) 属や *Penicillium* (ペニシリウム) 属などある程度絞られている。好湿性、耐乾性のカビは検出されているがエントランスでユーロチウムなどの好乾性のカビは検出されていたが、展示室3では検出されなかった。ただし、アクロドンティウム属、ティレティオブシス属の検出が多くあった。この2種類のカビは好湿性、耐乾性、好乾性ともにどちらでもなく、一般的なカビ(アオカビやクロカビ)と発生条件等は、ほぼ同じである^{注3}。とすると、好乾性(RH65~90%でよく発育)に似た性質の可能性もあり、どちらにせよ育成条件を満たさないような管理が求められる。2020年よりコロナ対策のため展示室も二酸化炭素濃度にかかわらず、一日のうち2~3時間の換気を行っている。そのためかエントランスと同じような種類のカビも検出されている。展示室の温湿度は前述のとおりを設定しており、検出されたカビの種類は育成できない環境になっている。ただどうしても展示室である以上、毎日のように鑑賞者は訪れる。埃やハウスダスト等カビの栄養分となる有機物を完全に制御できていない。日々の清掃スタッフによる隅々への掃き掃除や展示前、展示後のワックス清掃などによってこのような高水準な環境が保たれている。

注3)
(株)イカリ消毒沖縄微生物チームからの
メール回答より引用

では最後に温湿度が24時間365日一定(21℃50±3%)である絵画収蔵庫の浮遊カビ数をみることにする。(図6)

絵画収蔵庫	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016・浮遊カビ数					0	0	0	0	0	1	0	0
種類					-	-	-	-	-	不明	-	-
2017・浮遊カビ数	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
種類	-	-	-	クラドスポリウム属	-	ペニシリウム属	-	-	-	-	-	-
2018・浮遊カビ数	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
種類	不明	-	-	-	-	-	クラドスポリウム属	-	-	不明	-	-
2019・浮遊カビ数	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0
種類	-	-	-	-	不明	-	-	-	アクロドンティウム属、ペニシリウム属	-	-	-
2020・浮遊カビ数	0	0	3	0	2	0	0	0	1	6	0	0
種類	-	-	アクロドンティウム属、クラドスポリウム属	-	アクロドンティウム属、ティレティオブシス(推定)	-	-	-	アクロドンティウム属、ペニシリウム属	アクロドンティウム属	-	-
2021・浮遊カビ数	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0		
種類	不明	不明	アクロドンティウム属	-	-	-	ティレティオブシス属(推定)	-	-	-		

図6 絵画収蔵庫の浮遊カビ数・種類データ(コロニー数が多い種類から)

この6年間、絵画収蔵庫内においてほとんど浮遊カビは検出されなかった。ほぼゼロである。外気、展示室3で比較的多く検出された *Aspergillus* (アスペルギルス) 属は全く検出されず、わずかながら検出された *Cladosporium* (クラドスポリウム) 属、*Penicillium* (ペニシリウム) 属は好湿性、耐乾性のカビであり、収蔵庫内において最も多く検出されたアクロドンティウム属に関しては好乾性の可能性もあるが、いずれにせよ温湿度が21℃で50%程度に保たれていればカビの育成はできない。

開館して以来、全体清掃という名目で、月に一回の収蔵庫の清掃を清掃業者とスタッフによって行っている。ほこりやハウスダストなどカビの栄養分になるようなものもこの清掃によりふき取っている。今のところ理想的な環境が保たれていると考えてよいだろう。カビに関しては外気→エントランス→展示室→収蔵庫とゾーニング（外部から徐々に危険因子の減少）がきちんとしてきている。全体的にみて、中央監視やスタッフの努力もあり、非常に高いレベルで当館はカビの管理を維持できていると思われる。

2-3. チャタテムシとの関係について

カビを食する文化財害虫として良くあげられるのがチャタテムシ類（写真5）である。写真5は実際に当館美術館側研究室書庫のバグトラップに捕虫されたヒラタチャタテムシである。

チャタテムシ類は博物館・美術館の収蔵庫や展示ケースなどの特に多湿な場所によく見られ、書籍や動植物標本、各種食品の害虫とみなされている。多湿な場所で発生したカビを好んで食べるが、きわめて小さな昆虫であるので食害は僅かであり、ごく表面的な食害である場合が多いが、まれに紙に不規則な輪郭の丸い穴をあけることがある。^{注4}

では実際に当館浮遊カビの増減数とチャタテムシの増減数には関係があるのだろうか。当館の浮遊カビ数とチャタテムシの両方を測定する場所を見つけ、その6年間のデータを整理した。測定場所は美術館の研究室書庫である。温湿度は一定ではないが、部屋の角、書庫の前にバグトラップを仕掛け、年中チャタテムシが捕獲されている場所である。浮遊カビの調査も、書庫ということで寄贈された学芸員用の展覧会図録や雑誌、報告書が棚に整理されているので、湿気はどちらかというとなまりやすい。浮遊カビ数を調査する必要はあるだろう。ただ、週に二回は当館清掃スタッフによって掃き掃除を行っているので、埃やハウスダストのごみなどは少ない。



写真5 ヒラタチャタテムシ写真
筆者撮影（体長約1mm）

注4)
文化財の虫菌害防除と安全の知識、公益財団法人文化財虫菌害研究所（2019）、P50より引用

研究資料室	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2016	チャタテムシ捕虫数				4	9	10	11	51	42	27	29
	浮遊カビ数				4	1	1	6	7	6	26	17
2017	チャタテムシ捕虫数	14	7	6	2	1	2	1	8	11	14	13
	浮遊菌数	5	3	2	18	8	7	9	7	6	8	3
2018	チャタテムシ捕虫数	9	7	0	3	1	25	64	30	21	10	15
	浮遊菌数	7	1	2	5	4	5	7	1	11	3	1
2019	チャタテムシ捕虫数	18	15	9	16	35	19	43	41	51	62	50
	浮遊菌数	1	3	2	4	5	7	100	18	11	5	3
2020	チャタテムシ捕虫数	4	10	8	2	1	1	1	12	28	15	32
	浮遊菌数	4	2	4	3	8	100	31	14	7	34	21
2021	チャタテムシ捕虫数	52	49	24	19	20	34	53	60	75	43	31
	浮遊菌数	1	6	2	2	9	14	30	15	14	18	2

図7 チャタテムシの捕獲数と浮遊カビ数（コロニー数）

図7を見ても分かるように、チャタテムシと浮遊カビ数の相関はない。浮遊カビ数が多いからといってチャタテムシの捕獲数が増えるわけでもないし、逆もまた然りである。何百冊もある書庫の中でのカビの浮遊数は展示室や収蔵庫に比べやはり多い。しかしエントランスに比べれば少ないといえる。浮遊カビ数が多いということは、もうすでにカビが発芽している状態か、簡単に菌が生育される環境下であろうと考えた。そしてそのカビを食べるためにチャタテムシが多く捕虫されるのではないかと予想していたが、全く違う結果となった。この理由としてはまず、研究室書庫の温湿度である。25℃、湿度60%で管理されていて、一定になるような設定ではないが空調も24時間回って換気もしている。湿度は高いかもしれないがそもそもカビの発生が起きにくい環境になっている。おそらく書庫の中にはカビが出ている本もあると思われるが、それ以上生育しないような環境が整えられていると考える。浮遊カビ数が100を超えた月もあったが、部屋の壁や隅などにはカビの発生は見られず、やはり空調や清掃のおかげである程度のチャタテムシの発生を抑えられている。そもそもチャタテムシはすでに発生したカビを食べるので、カビが発生していなければまずチャタテムシが多く捕虫されることはないということだろう。

3. まとめ

本論は沖縄県立博物館・美術館において、主に美術館側のカビの浮遊数から何を予測できるかという考察を行った。結論としては浮遊数から予測できることは少ない。だがその種類を見ると、おおよそ外気に含まれているカビの種類と展示室、収蔵庫などで確認されているカビの種類には明確な違いがあり、当館におけるカビの防除方法としてこの種類から空気環境の良不良を予測することはできる。文化財に限らず、空中菌類の調査という点では、家庭内における菌類相の調査研究を行ったものがある。^{注5} その結果、家庭内で検出数の多かった不完全菌類^{注6}は、*Cladosporium* 属菌で全菌類検出数の48.8%であり、次いで *Penicillium* 属菌11.4%、*Wallemia* 属菌5.4%、*Aspergillus* 属菌4.2%、*Alternaria* 属菌3.3%であった。これはすなわち当館の外気やエントランスなどにおけるカビの種類とほぼ同様な結果であった。さらに、文化財や展示物に黒斑を起こすと診断されたのは *Alternaria* 属菌、*Cladosporium* 属菌である。^{注7} カビの浮遊数だけでなく、その種類を知ることでのどのような害を及ぼすのか、どこからの流れなのかをある程度予測できる今の調査方法は防除対策を取る上で非常に有効である。外気に多く含まれる *Cladosporium* 属菌が展示室に多く検出されれば、換気のための外気取入れの時間が長く

注5) 家庭環境での真菌検査法の検討、戸矢崎、宇田川 日本菌学会会報 39(3)、103-110 (1998)
集合住宅におけるハウスダストの真菌類に関する研究 戸矢崎 日本菌学会会報 39(2)、45-55 (1998)

注6) 真菌類の一群。有性生殖が知られておらず、子囊菌類とも担子菌類とも決定できない菌類の総称。 出典/小学館デジタル大辞泉

注7) 広島県立美術館内の空中菌、江本義数 保存科学、第7号、107-111(1971)

なっていないか、フィルターの異常が見られないか、黒斑がでていないか等気づくことができるし、それは収蔵庫においてもそうである。アクロドンティウム属のカビが多く検出された時は、収蔵庫内でしか検出されていない種類なので、外部要因より収蔵庫内でのカビ発生を疑うなど、対処をしていく。

沖縄県立博物館・美術館が開館し、今年で15年を迎える。それに伴い、建物自体の軽微な修繕が必要になってきている。私たちのIPM管理ということとは別のハード面での更新である。もちろん、この管理で15年間何もなくて過ごしてきたのかといえばそうではない。当館でも収蔵庫内にてカビ害が出た資料が見つかったことはある。こういったカビ害の問題に対して、空調の問題ではないかとの意見があった。空調機の見直しというハードの部分への修繕を求める一方、カビの問題は、局所的な問題か、全体の問題であるかの判断が必要になる。収蔵庫内は温湿度20℃、50%前後で管理しており、カビが出たと思われる期間もその温湿度で推移していたことが分かっている。カビの浮遊数にも変化はなかったし、捕虫器にもチャタテムシが捕獲されていたということもなかった。今後、そういったすでに出てしまったカビの拡散に本論のカビの浮遊数と関係があるのかをサンプル等を使用し調査したい。

今のところ浮遊数、種類を見ると、外気からエントランス、展示室、収蔵庫とゾーニングもうまくできているということが分かった。このように継続して調査を続けることが、よりよい保存環境を作っていくといえるだろう。そしてその時々でカビの浮遊数（コロニー数）や種類をどう評価するのか。これは当館の学芸員を含めた当館IPMに携わる職員全員で考えていく問題であるだろう。

引用・参考文献

- IPM: Integrated Pest Management の取組みについて I、沖縄県立博物館・美術館 博物館紀要 第2号 (2009)
- CCI, Framework for preservation of museum collections, Wall chart, Canadian Conservation institute (1994)
- 文化財に使用する防虫剤等の特徴と注意点について、白井英男 文化財の虫菌害 67号 (2014)
- 文化財の虫菌害防除と安全の知識、公益財団法人文化財虫菌害研究所 (2019)
- 家庭環境での真菌検索法の検討、戸矢崎紀紘・宇田川俊一 日本菌学会会報 39 巻 3号 (1998)
- 集合住宅におけるハウスダスト真菌類相に関する研究、戸矢崎紀紘 日本菌学会会報 39 巻第2号 (1998)
- 広島県立美術館内の空中菌、江本義教 保存科学第7号 (1971)
- 文化財公開施設内生物調査における浮遊菌測定手法の検討、間瀬創ほか 保存科学第45号 (2006)