

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

国立民族学博物館の収蔵庫における温度湿度管理の現状

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 国立民族学博物館, National Museum of Ethnology 公開日: 2022-12-13 キーワード: 作成者: 河村, 友佳子 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00009974

国立民族学博物館の収蔵庫における温度湿度管理の現状

河村 友佳子
(国立民族学博物館)

- 1 はじめに
- 2 民博の収蔵庫における空調制御について
- 3 中間期の空調制御の方法を変更した一般収蔵庫の分析と評価
 - 3.1 分析の対象とした収蔵庫
 - 3.2 第2収蔵庫の分析と評価
 - 3.2.1 第2収蔵庫の温度湿度の推移
 - 3.2.2 第2収蔵庫の温度湿度の管理状況と空調方法の評価
 - 3.3 第5収蔵庫（中間期—空調を継続）について
 - 3.3.1 第5収蔵庫の温度湿度推移
 - 3.3.2 第5収蔵庫の温度湿度の管理状況と空調方法の評価
 - 3.4 第6収蔵庫（空調を停止して汎用除湿器で除湿のみ実施）について
 - 3.4.1 第6収蔵庫の温度湿度推移
 - 3.4.2 第6収蔵庫の温度湿度の管理状況と空調方法の評価
 - 3.5 空調の制御方法が異なる収蔵庫の管理状況についての全体所見
- 4 第2収蔵庫における測定箇所による湿度の分布差の検証
 - 4.1 第2収蔵庫を分析対象とする理由
 - 4.2 平面方向からの検証
 - 4.3 高さの違いによる検証
 - 4.4 第2収蔵庫における温度湿度の分布差が生じる原因についての所見
- 5 まとめ—民博の収蔵庫における温度湿度管理について

1 はじめに

国立民族学博物館（以下、民博）は、開館当初から収蔵庫の温度湿度環境について、空気調和設備（以下、空調）の制御レベルを特別収蔵庫と一般収蔵庫の二段階で管理している。これは、民族資料を対象とした保存管理のために、さまざまな材質や形態に対応できる方法を基本とし、個別ケースには、それぞれに応じた調整をおこなうという考えに基づいている（園田 2008: 91）。しかし、資料にとって安全で、かつ効率的な温度湿度の管理を目指すなか、2003年に一般収蔵庫の一室でカビの発生が確認され、また、2004年の冬期には、やはり一般収蔵庫の一室で高温傾向が確認されるなど、温度湿度の管理に関わる問題が発生した。

民博の一般収蔵庫は、上層、下層の2層に区切っている。上記の問題が起きた収蔵庫の原因を調査した結果、両室は空調の吹き出し口と、吸い込み口が天井に集中して設置されていることから、下層への空気の循環が不十分であったことが明らかになった。そこで、カビが発生した収蔵庫では、高湿度傾向であった下層に汎用除湿器を設置した。また、冬期に上層での高温度が確認された収蔵庫では、天井の吹き出し口の約半数に合成樹脂シートを筒状に加工した簡易ダクトを取り付け、下層へ延ばすことにより、高温

状態を緩和した。これらの経緯を経て、問題が起きた2つの収蔵庫は、空調ダクトの吹き出し口の一部を下層まで延ばす改修工事をおこなった（河村 2008: 136-141）。

その後、民博では、これらの問題を教訓として、温度湿度の管理について中央監視盤の温度湿度データのみに基づいて空調制御をおこなっていた体制を見直し、資料管理担当部署の職員が、随時、空調制御の目標値から大きく外れていないかを確認する体制とした。そこで、2004年から収蔵庫や展示場へ段階的に温度湿度データロガーを設置し、定期的に温度湿度の環境を確認することとした。また、データロガーの新規設置や、設置場所の見直しを適宜おこなった。その結果、2021年現在では、データロガーの設置場所は、収蔵庫が21室、展示場関連が9室¹⁾、資料を移動する際に使用する通路やバッファゾーンが9室、これらに加えて外気を測定する1ヶ所の計40ヶ所、データロガーの数としては153台を設置している。さらに、2006年度より空調管理に関わる複数の部署が、空調に関する情報を共有するための空調連絡会を隔週（月2回）で開催している。空調連絡会には、標本資料、映像・音響資料（主にフィルム、テープなどの資料）、文献図書資料のそれぞれの管理担当部署の代表者と、民博の施設を管理する施設係、及び、空調機の制御をおこなう外部委託業者、そして保存科学を専門とする教員が参加している。そして、月に1度回収したデータロガーのデータをもとに、それぞれの部署が管理している収蔵庫ごとのグラフを作成して、空調連絡会で報告することとなっている²⁾（河村 2008: 141-145; 園田 2017: 36-37）。

データロガーの設置箇所が増加にともない、分析するデータ量も多くなったため、2007年度から2014年度にかけて段階的に温度湿度分析のためのシステムを開発した（園田 2011: 40-41, 2015; 河村 2015; Sonoda 2016: 97-98）。そして、2011年には試作段階の分析システムを用いて、特別収蔵庫、一般収蔵庫、及び、本館展示場における温度湿度の制御状況について評価をおこなった（Sonoda and Hidaka 2011: 126-136）。その後、東日本大震災を契機として、省エネルギー化（以下、省エネ）に向けた対策として一般収蔵庫における空調制御方法の見直しがおこなわれた。

本稿では、まず、第2回目の温度湿度の制御状況の評価をおこなう。そして、空調制御の方法を変更した一般収蔵庫における温度湿度管理の現状を明らかにする。

2 民博の収蔵庫における空調制御について

民博の標本資料の収蔵庫は、前述したように特別収蔵庫（表1）と一般収蔵庫（表2）の2つのレベルに分けて、空調制御をおこなっている。

特別収蔵庫は、銃剣類のように安全対策のための管理が必要な資料や、毛皮類、絨毯類、漆器、衣類のように、資料の特性に合わせた管理や、適切な温度湿度の調整が必要となる資料を収蔵している。温度と湿度は、年間を通じて、それぞれの材質に応じた値

表1 特別収蔵庫 温度湿度の目標値

収蔵資料	温度湿度の目標値	空調時間
銃剣 ^{※1}	(温度：通年22℃ ± 1℃)	24時間
	(湿度：通年50% RH ± 2% RH)	
毛皮	温度：通年22℃ ± 1℃	
	湿度：通年50% RH ± 2% RH	
絨毯	温度：通年20℃ ± 1℃	
	湿度：通年50% RH ± 5% RH	
漆器	温度：通年22℃ ± 1℃	
	湿度：通年60% RH ± 2% RH	
衣類	温度：通年22℃ ± 1℃	
	湿度：通年55% RH ± 2% RH	

※1 銃剣収蔵庫と毛皮収蔵庫は同一空調機で制御しているため、温度湿度の目標値は毛皮収蔵庫に準じる。

(筆者作成)

表2 一般収蔵庫 温度湿度の目標値

温度湿度の目標値		空調時間
春期 ^{※2}	空調停止・成り行き	毎日 9：00～ 17：00
夏期	温度：26℃ ± 2℃ (空調開始の目安 26℃または65%RH以上)	
	湿度：52% RH ± 5% RH	
秋期 ^{※2}	空調停止・成り行き	
冬期	温度：20℃ ± 2℃ (空調開始の目安 作業するには寒すぎる、 または40%RH未満)	
	湿度：52% RH ± 5% RH	

※2 ただし、中間期(春期・秋期)に空調を停止すると温度湿度が不安定になる収蔵庫は以下のように制御している。
温度：空調を継続しつつ、空調機の温度設定を週1回0.5℃ずつ次の期間へ向け変更。
湿度：52% RH ± 5% RH

(筆者作成)

を目標に設定し、空調は24時間連続で制御している。

一般収蔵庫には、さまざまな材質からなる標本資料を収蔵している。そのため、多様な材質が許容できる平均的な温度湿度での管理を目指すとともに、省エネを考慮しながら、外気の季節変化に応じて、春期、夏期、秋期、冬期で温度の目標値を変更している。なお、湿度の目標値は年間を通じて52% RH ± 5% RHである。また、空調制御をおこなう期間の空調運転時間は9：00～17：00の8時間である。

民博には7室の一般収蔵庫がある。この内、5室は、2013年以降、春期と秋期の中間期は空調を停止し、次の期間の目標値にむけて、温度湿度は成り行きで緩やかに移行する運用をしている³⁾(Sonoda 2015, 2019; Sonoda et al. 2017, 2018)。しかし、こうした運用の例外となる収蔵庫が2室ある。そのなかの1室は独立した建物の最上階に位置している収蔵庫である。この収蔵庫は、外気の影響を受けやすいため、空調を停止すると温度湿度の推移が不安定な状態となる。もう1室は、施設改修により収蔵庫と実験室に分割したが、空調機を共有した運用となっている。ただし、実験室は、分析機器の保守のため通年の温度湿度制御が必要となっている。このため、これらの2室は中間期も空調を継続しながら、空調機の温度設定を週1回0.5℃ずつ次の期間の目標温度へ向けて変更している。

中間期に空調を停止する運用の導入は、東日本大震災後の政府からの節電要請が契機となった⁴⁾。そこで民博では、2011年から2012年にかけて収蔵資料の安全を守りながら節電を試行し、2011年の秋期に空調の停止を試みた。また、2012年には、春期は空調を停止した。そして、冬期と夏期は、空調時間の短縮を試み、冬期は館全体の電力使用量が少なくなる夜間や早朝のみに空調を運転することとした。夏期には1日あたりの電力

使用量の少ない休館日（水曜日）と、職員の休日（日曜日）の週2日のみ24時間空調運転をおこなった。その結果、空調を停止した中間期（2011年秋期・2012年春期）の温度湿度の制御状況は、空調を運転していた年と比べ、日中の温度湿度の変動が小さくなった。また、温度は次の季節に向けて穏やかに移行することが確認できた⁵⁾(Sonoda 2016: 103-107; 2019: 44-47)。この結果を受けて、中間期（春期・秋期）は空調を停止しても問題ないと判断し、2013年からは中間期は空調を停止する運用を続けている。ただし、夏期と冬期については、空調運転時間の短縮を図る際は、空調停止と24時間空調による温度湿度環境の回復を繰り返すよりも、夜間や早朝など限定的であっても、毎日、空調を運転するほうが温度湿度の変動幅を抑えられることが判明したが、目標とする温度湿度環境を安定して維持するために毎日8時間の空調を運転することとしている。なお、中間期の空調停止から空調の運転を再開する目安は、夏期は温度が26℃を超える（夏期の目標温度の範囲内に入る）か、湿度が65% RHを超えたとき、冬期は収蔵庫を管理する職員が寒いと感じるか、湿度が40% RHを下回ったときと設定している。

3 中間期の空調制御の方法を変更した一般収蔵庫の分析と評価

3.1 分析の対象とした収蔵庫

ここでは、2013年から中間期の空調制御の方法を変更した一般収蔵庫から、3室に焦点をあて、それぞれの収蔵庫の温度湿度の推移と空調制御の状況を分析し、温度湿度の管理状況と、それぞれの空調制御が適した方法であるかを評価する。

評価の対象とする3室は、中間期の空調運転条件が異なる第2収蔵庫と第5収蔵庫、および、一般収蔵庫の中で唯一地下に位置する第6収蔵庫である。第6収蔵庫は他の一般収蔵庫に比べて年間を通じて温度が低く安定していることから、空調を停止し汎用除湿器による除湿のみで管理している。

分析は2019年のデータを用いておこなう⁶⁾。これは、2020年以降は新型コロナウイルス感染拡大の影響により、収蔵庫を管理する職員の現場での活動が制限されたため、職

表3 各室の2019年の空調条件と空調の期間

室名	第2収蔵庫	第5収蔵庫	第6収蔵庫
空調条件	中間期は空調を停止	中間期も空調を継続 (空調機の温度設定を週1回0.5℃ずつ変更。)	年間を通して空調を停止 (汎用除湿器で除湿のみ実施。)
冬期	1月1日～3月31日 [*]		
春期	4月1日～7月28日	4月1日～6月16日	空調停止
夏期	7月29日～10月6日	6月17日～10月6日	
秋期	10月7日～12月24日	10月7日～12月22日	
<p>[*]第6収蔵庫の2019年の冬期は、2018年6月18日に発生した大阪府北部を震源とする地震の対応として、施設面の安全確認が完了するまで収蔵庫への不要不急の入室を控えることとした。このため、汎用除湿器の運用を停止し、一般収蔵庫の冬期の条件で空調を運転した。</p>			

(筆者作成)

員の目が行き届きにくくなることを考慮し、中間期にも空調運転をおこなう特別な措置を講じたことによる。表3に各室の空調条件と空調期間を示す。

なお、一般収蔵庫のデータロガーの設置箇所は、上層・下層の、中央および四隅を基本とし、空間の大きさや配架棚の位置に合わせて調整している。表4に各室の建築面積とデータロガーの設置数を示す。

表4 各室の建築面積とデータロガーの設置数

室名	第2収蔵庫	第5収蔵庫	第6収蔵庫
建築面積*	1,233m ²	783m ²	981m ²
データロガー設置数	15ヶ所	10ヶ所	8ヶ所

※建築面積は国立民族学博物館三十年史を参照(国立民族学博物館 2006: 317)
(筆者作成)

3.2 第2収蔵庫の分析と評価

3.2.1 第2収蔵庫の温度湿度の推移

図1に2019年の第2収蔵庫の上層(図1上)、下層(図1下)の温度湿度の推移を示す。温度は、冬期から夏期半ばにかけて上昇したのち、下降する傾向にある。一方、湿度は、空調運転の有無により推移の特徴が異なり、特に空調の切り替え時に変動がみられた。

年間の温度湿度の最大の分布範囲は、温度は上層が17℃～27℃、下層が17℃～26℃である。湿度は上層、下層ともに44%RH～71%RHで分布しており、温度湿度ともに上層と下層の分布範囲に大きな差はない。

次に各期間の温度湿度推移の傾向と、目標値との比較結果を記す。

<温度>

- ・冬期：上層、下層ともにおおむね目標範囲である20℃±2℃以内であった。
- ・春期：上層、下層ともに春期の初めに空調を停止した4月1日以降は24℃以下で推移したのち、5月下旬から24℃を超え始めた。
- ・夏期：上層、下層ともにおおむね目標範囲である26℃±2℃以内であった。
- ・秋期：上層下層ともに秋期の初めに空調を停止した10月7日から徐々に温度が低下し、10月上旬からおおむね24℃以下の推移となった。

<湿度>

- ・冬期：上層、下層ともに目標値の上限である57%RHを超える測定箇所が多く、おおむね50%RH～65%RHで推移した。また、上層に比べて下層はやや変動幅が大きい。なお、2月1日以降に上層、下層ともに湿度が低下(図1内①)したのは、高湿度対策として空調機の湿度設定を60%RHから57%RHに変更した

ことによる。

- 春期：上層，下層ともに，春期の初めに空調を停止した4月1日以降から4月中旬まで湿度が低下し，おおむね52%RH \pm 5%RHの範囲内となった（図1内A）。以降，多少の変動を繰り返しながら，5月末までは，ほぼ目標範囲内で推移した（図1内B）。その後，徐々に湿度が上昇し，6月上旬には57%RHを超えはじめた。
- 夏期：中央監視盤から送られるデータで，7月25日から連日26℃，65%RHに達することが確認され，7月29日から夏期の空調運転を開始した（空調機の設定値：温度26℃，湿度65%RH）。その後，高湿度対策として，空調機の湿度の設定値を段階的に下げた。8月4日に60%RH（図1内②），23日に57%RH（図1内③），9月10日に52%RH（図1内④）に変更しており，これにあわせて収蔵庫内の湿度が低下している。9月10日の設定変更により，ほとんどの測定箇所が

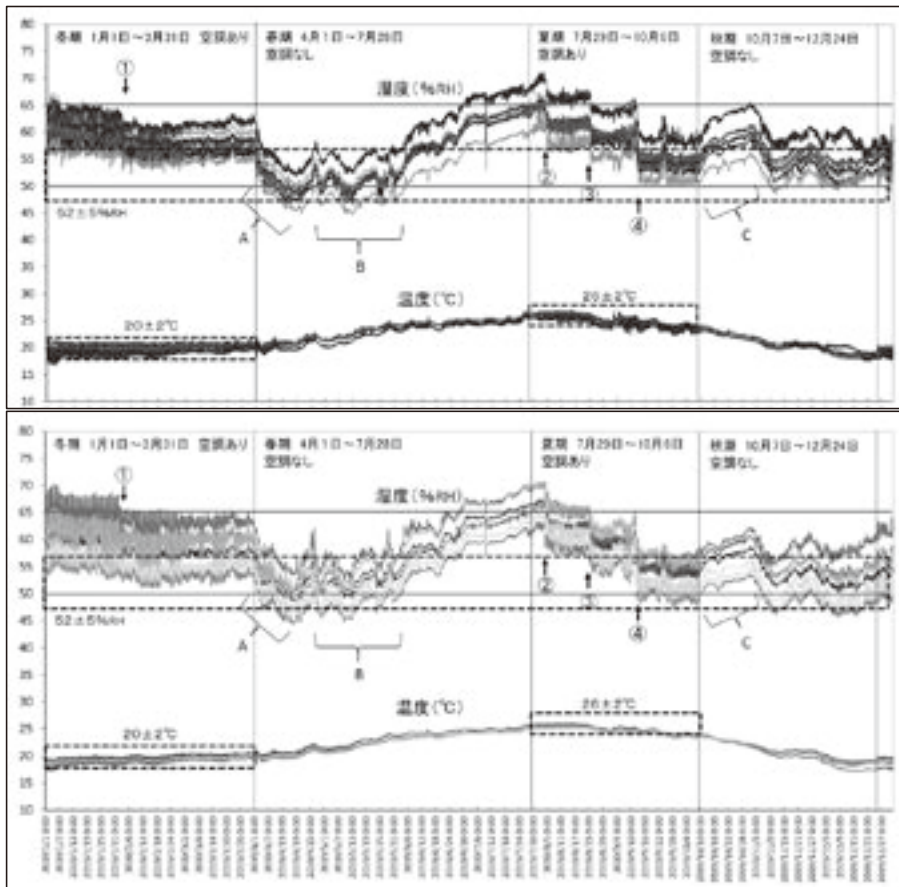


図1 第2収蔵庫 2019年の温度・湿度の推移グラフ（上：上層，下：下層）（筆者作成）

目標範囲に入ったため、以降はこの設定を維持した。

- ・秋期：上層、下層ともに、空調停止後は、一旦湿度が上昇したが（図1内C）、11月上旬に再び湿度が低下し、おおむね目標範囲内での推移となった。

3.2.2 第2収蔵庫の温度湿度の管理状況と空調方法の評価

第2収蔵庫の温度は、年間を通じておおむね穏やかに推移している。1年の内で全ての測定箇所が $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （夏期目標）の範囲内となるのは春期中頃から夏期にあたる、6月中旬～9月下旬にかけての約4ヶ月であり、それ以外の期間は、おおむね 24°C 以下であった。

湿度は通年の目標範囲である $52\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ に対し、春期前半と秋期は空調を停止しても、ほぼ目標範囲内であった。しかし、冬期と夏期は空調を運転しても高湿度傾向であり、年間を通しては、おおむね $50\% \text{RH} \sim 65\% \text{RH}$ で推移した。特に、夏期設定へ変更した直後の7月31日～8月3日の4日間は、 25°C 以上、 $70\% \text{RH}$ という条件に到達した。こうした条件は、カビの発生が懸念される温度湿度の環境を作り出しているといえる。カビの生えやすい資料は、温度が 25°C のとき、相対湿度が $70\% \text{RH}$ になるとカビは数ヶ月で繁殖し、 $75\% \text{RH}$ を越すとその速度は急激に早まり、 $90\% \text{RH}$ ではわずか2日で目に見える程度まで繁殖するといわれる（Michalski 2000: 6-7）。このことから、2019年の夏期の第2収蔵庫は、空調を開始するタイミングがやや遅かったと考える。

また、温度湿度の制御は、変動の少ない穏やかな推移であることが望ましい。そこで、各期間における温度湿度の日較差を比較する。表5に、各測定箇所の最大日較差を算出し、上層と、下層に分けて各期間の平均値を示す。温度、湿度ともに空調を運転した冬期と夏期は日較差が大きく、空調を停止した春期と秋期はグラフの温度湿度推移では期間内の変動はみられたものの、日較差は小さいなかで温度湿度の移行が達成できている。

これらのことから、第2収蔵庫にて中間期に空調を停止するにあたっては、空調開始時期や空調機の設定値の見直しが必要であるといえる。特に夏期の空調運転の開始時期は、その年の温度に左右されるものの、適切な時期を見計らう必要がある。第2収蔵庫を含め、中間期に空調を停止する収蔵庫では、夏期の空調開始の目安は温度 26°C 以上、もしくは湿度 $65\% \text{RH}$ 以上としている。2019年の第2収蔵庫では、収蔵庫内に設置された中央監視盤の測定用センサーのデータで、7月25日から連日 26°C 、 $65\% \text{RH}$ 以上の計測値が確認され、7月29日より夏期の空調運転を開始した。なお、データロガーのデー

表5 第2収蔵庫 各測定箇所の最大日較差の平均

温度	冬期	春期	夏期	秋期	湿度	冬期	春期	夏期	秋期
上層	2.7	1.1	2.0	1.1	上層	5.3	4.9	5.6	2.6
下層	1.2	0.4	0.9	0.5	下層	5.8	4.1	7.8	2.8

（筆者作成）

タでは春期の最終日（7月28日）までに、26℃を超える測定箇所はなかったことが、後に確認された。しかし、実際には収蔵庫の温度湿度環境は測定箇所により差があり、特に湿度では、最高湿度を記録したデータロガーは中央監視盤の測定用センサーの測定値より5%RH程度高く、7月29日には、すでに70%RH近くに到達していた。この状況を防ぐためには、6月後半から7月初めにかけては、通年で最高湿度を記録している測定箇所の湿度推移に注意を払い、この測定箇所が65%RHを超えた時点で空調を開始するなど、空調開始の条件を整理する必要がある。また、冬期については、湿度を目標とする52%RH±5%RHの範囲に近づけるために、空調機の湿度の設定値を見直すなどの対応を検討する余地がある。

3.3 第5収蔵庫（中間期—空調を継続）について

3.3.1 第5収蔵庫の温度湿度推移

図2に2019年の第5収蔵庫の上層（図2上）、下層（図2下）の温度湿度の推移を示す。年間の推移を概観すると、温度は、おおむね空調の切り替え期間に応じて推移が切り替わる。湿度は、温度に比べると、空調の切り替え期間ごとの変化が小さく、年間を通じて、おおむね50%RH～65%RHの範囲で推移した。年間の最大の分布範囲は、温度は、上層、下層ともに13℃～31℃である。湿度は上層が38%RH～69%RH、下層が35%RH～70%RHで分布しており、下層の方が年間を通じて湿度の分布範囲がやや広い。

次に各期間の温度湿度推移の傾向と、目標値との比較結果を記す

<温度>

- 冬期：上層は目標である20℃±2℃の範囲内か、それ以下で推移した。下層はおおむね20℃以下で推移している。
- 春期：上層、下層とも、春期の温度変更を開始した4月1日以降も24℃以下で推移したのち、5月中旬から24℃を超えはじめた。第5収蔵庫では5月20日に空調機の温度設定を24℃に変更しており（図2内①）、この推移は空調の制御に対応している。
- 夏期：上層、下層ともに、夏期の空調制御となった6月17日から7月中旬までは、おおむね目標である26℃±2℃内であるが、7月下旬から全ての測定箇所目標値の上限である28℃を超える時間帯がある。これは、空調機へ冷水を供給する自動弁に不具合が生じたことに起因することが後で分かった⁷⁾。対策として、空調機器メーカーへ空調機の点検を依頼するとともに、9月20日に収蔵庫全体の温度を下げるために空調機の温度設定を26℃から24℃に変更した（図2内②）。これ以降は夏期の目標範囲内となった。
- 秋期：秋期の温度の変更開始時から、上層、下層ともに、おおむね24℃以下であった。

11月中旬から日変動が大きくなった(図2内③)のは、11月13日に蓄熱槽の切り替えが完了し、冬期の空調をおこなう体制が整った時期である⁸⁾。この時、第5収蔵庫の温度はすでに20℃付近まで低下していたが、空調機の温度設定は冬期への移行途中のため23℃であった。このため、空調運転により温度が上昇することで変動幅が大きくなったと考えられる。その後、12月中旬に日変動がやや収まる(図2内④)。これは12月23日に空調機の温度設定が20℃に変更された時期であることから、第5収蔵庫の実際の温度状況と温度設定が釣りあった状態になったと考えられる。

<湿度>

- 冬期：上層は冬期の目標値の下限である47% RHから65% RHまでの広い分布となった。一方、下層は一部の測定箇所を除いて、目標範囲を上まわり、55% RH～65% RHで推移した。

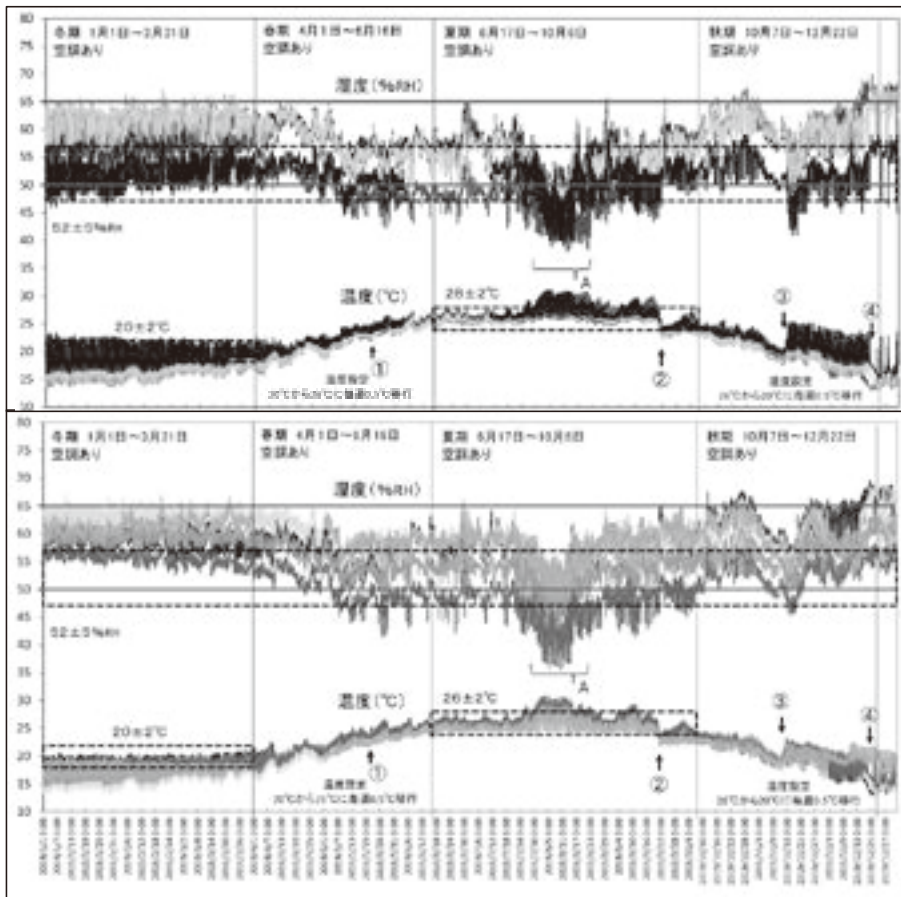


図2 第5収蔵庫 2019年の温度・湿度の推移グラフ (上：上層, 下：下層) (筆者作成)

- 春期：上層，下層ともに春期の空調制御となった4月1日から湿度が低下し，5月初旬には目標範囲内となった。その後は，おおむね目標範囲内の推移となった。
- 夏期：夏期の空調制御となった6月17日から7月中旬までは，おおむね目標範囲内を維持した。7月下旬から8月中旬に，測定箇所の一部を除き，湿度の目標値の下限である47%RH以下が継続する推移となった（図2内A）。この原因は，空調機の不具合⁹⁾により高温傾向になったため，相対的に湿度が低下したと考えられる。空調機の温度設定を下げた9月20日（図2内②）以降は，温度が低下するにともない湿度は徐々に上昇した。
- 秋期：上層，下層ともに秋期の空調制御となった10月7日の前後から目標範囲内か，それ以上となる。また，11月中旬からは日変動が大きくなり，特に上層ではこの傾向が顕著である。湿度の変化は温度の日変動が大きくなった期間（図2内③）と対応しており，温度変化の影響を受けて湿度も暴れたと考えられる。

3.3.2 第5 収蔵庫の温度湿度の管理状況と空調方法の評価

第5 収蔵庫は，夏期は，空調の不具合があった一時期のみ目標範囲の $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ を超えたが，それ以外の期間は年間を通じて，おおむね各期間の目標範囲か，それよりも低温傾向で制御されていた。湿度は，目標範囲である $52\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ 以内となったのは，春期の後半と，夏期の空調の不具合発生を除く時期で，およそ年間の3分の1の期間である。残る期間の大半を占める，冬期と秋期は，おおむね $55\% \text{RH} \sim 65\% \text{RH}$ で推移した。中間期を含め，年間を通じて空調を継続していても，春期前半の湿度は目標範囲より高湿度傾向となり，秋期後半には低温，高湿の傾向がみられることから，第5 収蔵庫では，通年にわたり空調を継続することは必須の条件であり，さらなる改善のための検討が必要であると考えられる。

次に，各期間における温度湿度の日較差を比較する（表6）。冬期の温度は，空調停止時に 13°C 近くまで低下し，空調運転時に目標範囲である $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ へ向けて上昇するため，日較差が大きい。夏期は，空調が停止する時間帯に 30°C 近くまで上昇する期間があった。通常であれば空調の運転により目標範囲である $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ へ向けて低下するが，2019年は空調の不具合により高温傾向が続いたためか，日較差が小さい。一方で，夏期の湿度の日較差は大きくなった。これは，空調機の不具合により昼間の高温時に相対的に湿度が低下する環境となったため，日較差が大きくなったと推測している。中間期について

表6 第5 収蔵庫 各測定箇所の最大日較差の平均

温度	冬期	春期	夏期	秋期	湿度	冬期	春期	夏期	秋期
上層	7.4	5.0	4.5	6.1	上層	9.8	7.8	12.1	10.1
下層	5.2	3.2	4.5	4.8	下層	5.7	7.5	11.2	7.4

(筆者作成)

ては、空調を停止する第2収蔵庫では、その他の期間に比べて日変動が収まる傾向がみられたが、空調を継続する第5収蔵庫では、2019年の特に秋期は、空調機の温度設定の移行よりも収蔵庫の温度低下が早かった影響を受け、日較差が大きかった。

日変動を抑える方法については、冬期は温度の目標範囲内、且つ、作業者が寒さを感じない範囲で、空調機の温度設定をやや下げるなどの可能性が考えられる。しかし、温度を下げると相対的に湿度が上がる可能性があるため、より長期間のデータを対象として分析をおこなうなど、検証を深める必要がある。また、夏期についても、2019年は空調の不具合もあったため、今後、空調が正常であった年のデータも確認しつつ改善方法を考える必要がある。

2019年の中間期については、秋期は、空調機の温度設定を変更するタイミングよりも、収蔵庫内の温度が低下する時期が早かった。そのため、秋期中頃以降は、空調により温度を上げる制御となり、日変動が大きくなった。一方、春期の温度は、他の期間と比べると小さな変動で移行し、湿度もほぼ目標範囲内で収まった。これは、温度の設定変更が、収蔵庫内の温度変化と上手く連動できたためと推測している。今後は、蓄熱槽を切り替える時期の収蔵庫の温度に注意を払い、空調機の設定を適切な温度に変更するなどの対策をおこなう必要があると考える。

また、第5収蔵庫は、2004年の冬に上層で高温傾向が確認され、その後、2005年に上層天井の空調ダクトの吹き出し口の一部を下層まで延ばす改修工事を行った収蔵庫である。2019年の冬期には、上層、下層ともに目標範囲である $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内、もしくはそれ以下の温度で制御されており、改修の効果が確認された。ただし、下層に比べて上層の温度がやや高くなる傾向は継続しており、温度が低くなる下層では、相対的に湿度が高くなる傾向にある。この現象への対策として、2005年に天井の空調ダクトの一部を下層に延ばす改修工事を実施した後も、作業の邪魔にならない簡易ダクトについては引き続き使用を継続してきた¹⁰⁾。2021年には、より作業性を向上させるため、空調吹き出し口の枠に、マグネットで固定できる蛇腹式の簡易ダクトを導入した(写真1)。



写真1 新たに採用した簡易ダクト 左：取り外した状態(2021年10月14日 筆者撮影)、
右：取り付けられた状態(2021年11月11日 撮影：橋本沙知)

3.4 第6取蔵庫（空調を停止して汎用除湿器で除湿のみ実施）について

3.4.1 第6取蔵庫の温度湿度推移

図3に、2019年の第6取蔵庫の上層（図3上）、下層（図3下）の温度湿度の推移を示す。第6取蔵庫は地下にあるため、温度は年間通じて安定しているが、湿度は高くなる傾向がある。そのため、2013年以降、年間を通して空調を停止し、汎用除湿器で湿度を制御している。汎用除湿器は、職員が勤務する平日に運転し、毎日、排水タンクに溜まった水を回収する。休日（土・日、祝日）には停止している。ただし、2019年の冬期（図3内①）は、2018年6月18日に発生した大阪府北部を震源とする地震の対応として、施設面の安全確認が完了するまで取蔵庫への不要不急の入室を控えることとしたため、汎用除湿器の運用を停止し、一般取蔵庫の冬期の条件で空調を運転した。このため、冬期のみ通常の空調制御とは異なるが、ここでは他の取蔵庫と条件をそろえるために2019

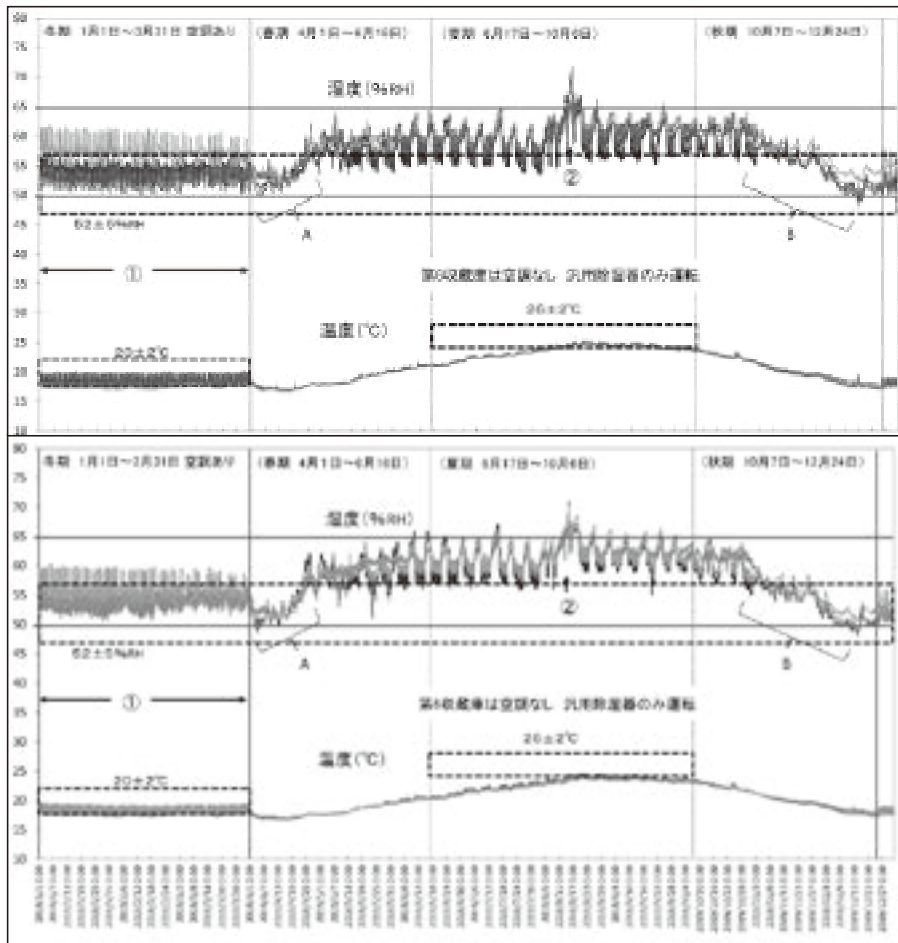


図3 第6取蔵庫 2019年の温度・湿度の推移グラフ（上：上層，下：下層）（筆者作成）

年のデータを分析対象とした。

年間の推移を概観すると、冬期は、温度、湿度ともに空調による変動はあるものの、その他の期間と比べると一定の変動幅での推移となった。冬期を除く期間は、空調を停止しており温度は季節の変化に従って緩やかに推移しているが、湿度は汎用除湿器の稼働に応じて変動した。

年間の最大の分布範囲は、温度は、上層、下層ともに17℃～25℃である。湿度は、上層、下層ともにおおむね48%RH～72%RHで分布しており、上層と下層の分布範囲に大きな差はない。また、夏期の特に高湿度になった期間を除くと、年間の湿度はおおむね50%RH～65%RHで分布している。

次に各期間の温度湿度推移の傾向と、目標値との比較結果を記す。

<温度>

- 冬期：上層、下層ともに、おおむね20℃以下で推移した。
- 春期：4月1日に空調を停止し汎用除湿器により湿度を制御した。上層、下層ともに春期を通じて温度は緩やかに上昇するが、5月末までは20℃以下で推移した。
- 夏期：上層、下層ともに、6月中旬以降も温度は緩やかに上昇を続けたが、おおむね22℃以下で推移した。上層では、8月中旬から9月中旬にかけて夏期の目標である26℃±2℃の範囲内で推移した。下層は、おおむね24℃以下であった。9月下旬以降は上層、下層ともに緩やかに温度が低下した。
- 秋期：上層、下層ともに、10月上旬以降も温度は低下を続け、11月中旬からは20℃以下で推移した。

<湿度>

- 冬期：上層、下層ともに一部の測定箇所では60%RH以上に到達したものの、おおむね目標範囲である52%RH±5%RH以内で推移した（図1内①）。
- 春期：上層、下層ともに、空調停止後は、4月下旬まで湿度が上昇し（図3内A）、5月以降は、上層、下層ともに、目標値の上限である57%RHを越え、おおむね57%RH～65%RHでの推移となった。汎用除湿器は60%RH以上で稼働する設定としており、5月中旬から除湿の動きが見られるようになった。
- 夏期：8月中頃に特に高湿度となり一時的に70%RHに達した（図3内②）。この時期は、一斉休暇を含むお盆休み期間にあたり、収蔵庫を管理する職員の休暇にともない汎用除湿器を停止したことが影響したと考えられる。
- 秋期：10月上旬以降も目標範囲より高湿で推移したが、11月上旬から徐々に湿度が低下し目標範囲で推移した（図3内B）。

3.4.2 第6収蔵庫の温度湿度の管理状況と空調方法の評価

第6収蔵庫は、2019年は冬期を除き空調を停止しているが、夏期の目標値の下限であ

表7 第6収蔵庫 各測定箇所の最大日較差の平均

温度	冬期	春期	夏期	秋期	湿度	冬期	春期	夏期	秋期
上層	1.7	0.9	0.4	1.2	上層	5.4	6.3	8.3	4.6
下層	1.3	0.6	0.6	1.0	下層	5.2	6.3	7.3	4.0

(筆者作成)

る24℃を超えたのは8月から9月にかけての約2ヶ月間であった。それ以外の期間は、24℃以下か、おおむね冬期の目標範囲である20℃±2℃以内であった。

湿度は春期中頃から秋期中頃までは、ほぼ55%RH～65%RHの範囲であった。この期間は汎用除湿器を停止する休日から休み明けに除湿器を運転するまでの間に、特に湿度が上昇する。それ以外の期間は、おおむね目標範囲である52%RH±5%RH以内で推移した。

次に、各期間における温度湿度の日較差を比較する(表7)。温度は、空調を運転していた冬期の日較差が上層、下層ともに大きかった。そのほかの期間は空調を停止しているため日較差は小さい。5月上旬から11月上旬頃は、汎用除湿器を運転する平日のみ湿度の推移にわずかな上昇と下降を繰り返す動きがみられたが、空調を運転する第5収蔵庫と比べて日較差は小さい。一方、湿度は、5月上旬から11月上旬頃は、汎用除湿器を停止する休日に上昇し、休み明けに除湿器を運転すると低下する動きが顕著であった。この影響を受けて、特に、高湿傾向にあった夏期の日較差が大きい。

このように、温度は、空調を停止しても夏期の上層を除くと24℃以下であること、また、空調を運転した冬期よりも、空調を停止した期間の日較差が小さいことから、第6収蔵庫に関しては、空調を停止し、汎用除湿器で除湿のみ実施する制御方法は基本的には適切であると考えられる。しかし、湿度は1年の内、半年は目標値を越えた57%RH～65%RH程度で推移している。空調を停止しているため、局所的に空気の流れが滞る場所では、さらに高湿となる可能性があり、カビ発生リスクが高くなることが懸念される。このため1年の内、特に高湿度傾向が続く春期中頃から秋期中頃は汎用除湿器と空調による送風を組み合わせるなどの改善策を検討する必要がある。

3.5 空調の制御方法が異なる収蔵庫の管理状況についての全体所見

民博の一般収蔵庫では収蔵庫の特性に合わせた空調の運転方法で制御をおこなっている。条件の異なる第2収蔵庫、第5収蔵庫、第6収蔵庫の温度湿度を分析した結果、いずれの条件においても、おおむね目標とする温度湿度に沿って制御されている。また、季節変化に応じた推移の穏やかさや、目標範囲内での収まり方は、温度のほうが湿度よりもよく制御されている。

温度が目標値より高温となったのは、空調機の不具合があった第5収蔵庫の夏期のみであった。一方、湿度は、いずれの収蔵庫においても目標値より高湿で推移する期間が

あるが、年間の湿度推移は収蔵庫により差はあるものの、おおむね50%RH～65%RHであり、資料の劣化要因となる急激な変化が頻繁におきている状況ではない。また、これまで一部の収蔵庫で特定の年にカビの被害が発生したことはあるものの、全収蔵庫で多数の資料に温度湿度の環境に起因する劣化や損傷、著しい経年劣化が確認されたことはない。このことから、収蔵庫の温度湿度環境は、多様な素材で構成される民族資料の収蔵庫としては基本的には許容できる環境であると考えられる。また、3つの条件における日較差は、年間を通じて空調を運転する第5収蔵庫に比べ、中間期に空調を停止する第2収蔵庫や年間を通じて空調を停止する第6収蔵庫の方が小さかった。これらの点から、民博の一般収蔵庫に関しては、すべての部屋で、通年、空調を運転して収蔵庫の温度湿度環境を制御する必要はなく、それぞれの部屋の特성에応じて温度湿度の制御方法を変える空調管理は、省エネの対策となることから、妥当な制御方法であると考えられる。

しかしながら、収蔵庫ごとに改善すべき点があることも明らかになった。中間期に空調を停止する第2収蔵庫は、特に高温高湿の環境を避けるために、夏期の空調開始のタイミングに注意が必要である。第5収蔵庫は、夏期の高湿度傾向への注意と、日変動を抑える工夫が必要である。そして、第6収蔵庫は、春期中頃から秋期中頃の高湿度傾向が続く時期について、汎用除湿器のみの対応で十分であるかを検討する必要がある。

中間期に停止している空調の再開のタイミングや、温度湿度が目標範囲から外れた際の対応は、これまでどおり、温度湿度の定期的な確認と情報共有とともに、空調の変更が必要な際に速やかに関係者に連絡をとる体制を活用し、地道ながらも着実に細やかな対応を継続する必要がある。これに加え、より恒常的な問題である、季節による大きな日変動や、高湿度傾向への対応は、空調制御の方法について蓄積してきた経験とも照らし合わせ、引き続き対策に取り組む必要がある。

また、各収蔵庫の測定箇所ごとのデータを比較すると、温度は空調の制御方法に関わらず、測定箇所による大きな差はない。一方、湿度は、空調を停止していた時期の第6収蔵庫を除き、第2収蔵庫と第5収蔵庫では、室内の最も高湿度となる測定箇所と、最も低湿度となる測定箇所では、常時、約10%RHの分布の差がみられた。この点について、次に第2収蔵庫を対象とした測定箇所による湿度の分布差を検証しながら、分析することとする。

4 第2収蔵庫における測定箇所による湿度の分布差の検証

4.1 第2収蔵庫を分析対象とする理由

上述のように、空調を運転する収蔵庫の湿度分布は、年間を通じて測定箇所により約10%RHの差がみられた。そこで、第2収蔵庫を例として湿度差が生じる要因の検証を試みたい。第2収蔵庫を分析対象とする理由は、第2収蔵庫は、収蔵庫のなかでも建築

面積が大きく、測定箇所が多い。したがって、平面方向で細かく分布が確認できる。また、高さ方向でも、1つの層の異なる高さで測定した温度湿度データがそろっているためである。

4.2 平面方向からの検証

各層における平面方向の温度湿度の分布傾向を確認するために、対象としたのは図4のA～Gに示す測定箇所であり、上層は床から約140cm、下層は床から約15cmに位置する。測定箇所ごとにみられた温度湿度の分布傾向を表8-1（温度）、表8-2（湿度）に示す。

表8-1（温度）、表8-2（湿度）の結果から、上層・下層ともに、収蔵庫の中央にあたるC、D、E、Fは、温度がやや高いか平均的な値であり、湿度は平均より低い傾向である。特に上層D、下層Fは年間を通じて、他の測定箇所より3%RH～4%RH低い。

また、上層、下層ともに温度が低い測定箇所は湿度が高い傾向にあり、年平均の温度が最も低い箇所で、最も高い湿度が記録された。上層は東側のG、下層は西側のAであり、いずれも壁際に位置する。第2収蔵庫の北壁面と南壁面は空調で制御された空間が隣接するが、東壁面と西壁面は空調で制御されていない廊下などに面しており、暖房が

凡例： ●測定箇所（データロガー設置箇所） □上層床 ■上層床（パンチング）

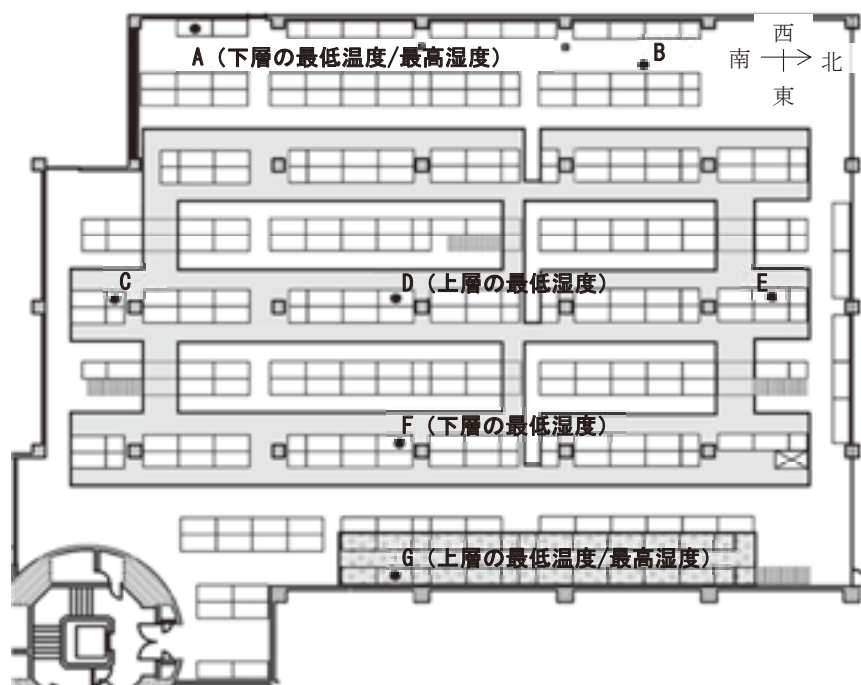


図4 分析対象とした測定箇所および平面方向の温度・湿度の分布傾向
（企画課標本資料係より提供のデータをもとに筆者作成）

表 8-1 温度 測定箇所ごとにみられた温度の傾向

測定箇所	上層	下層
A	該当箇所なし	平均より低い： <u>下層の最低温度</u> (通年, 平均より約0.4℃低い)
B	該当箇所なし	平均的な値：(春期, 夏期は平均より約0.3℃高い)
C	平均より高い：(通年, 平均より約0.3℃高い)	平均的な値：(やや高温傾向)
D	平均的な値	平均的な値
E	平均的な値	平均的な値
F	平均的な値	平均的な値
G	平均より低い： <u>上層の最低温度</u> (通年, 平均より約0.6℃低い)	該当箇所なし

(筆者作成)

表 8-2 湿度 測定箇所ごとにみられた湿度の傾向

測定箇所	上層	下層
A	該当箇所なし	平均より高い： <u>下層の最高湿度</u> (通年, 平均より約4%RH 高い)
B	該当箇所なし	平均的な値
C	平均的な値	平均的な値：(やや低湿傾向)
D	平均より低い： <u>上層の最低湿度</u> (通年, 平均より約4%RH 低い)	平均より低い (通年, 平均より約3%RH 低い)
E	平均的な値	平均的な値：(やや高湿傾向)
F	平均的な値	平均より低い： <u>下層の最低湿度</u> (通年, 平均より約4%RH 低い)
G	平均より高い： <u>上層の最高湿度</u> (通年, 平均より約4%RH 高い)	該当箇所なし

(筆者作成)

使用される時期でも温度が低く、相対的に湿度が高くなった可能性が考えられる。

4.3 高さの違いによる検証

高さ方向における温度湿度の分布傾向の確認のため、対象とした測定箇所は、収蔵庫の中央付近で、上層、下層それぞれにおいて上(床から約140cm)と、下(床から約15cm)の計4ヶ所である。図5に、これらの測定箇所の年間の温度湿度の推移グラフを示す。

図5の結果から、温度は下層では17℃～26℃、上層では17℃～27℃であった。湿度は、上層・下と、下層・上(図5の○、▲)が50%RH～68%RHで推移し、上層・上と、下層・下(図5の△、●)は、やや低く45%RH～65%RHであった。

民博の一般収蔵庫の空調は、図6に示すように、上層に空調の吹き出し口が設置されており、上層から下層へ送風して空気を循環させ、上層の吸い込み口から空調機へ戻る仕組みである。このため、第2収蔵庫の上層の床面に近い、上層・下、下層・上(図6

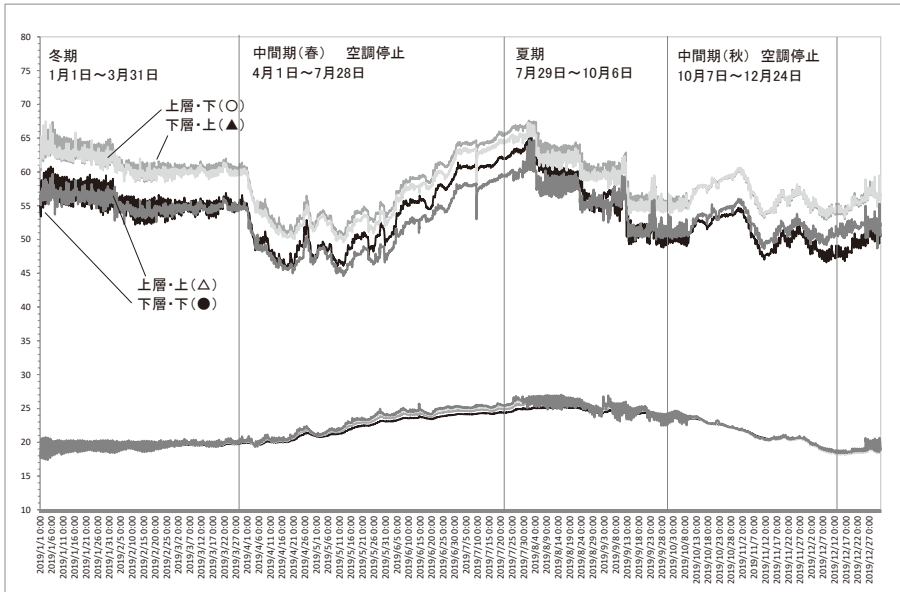


図5 収蔵庫中央付近 高さの異なる4つの測定箇所の年間の温度湿度の推移 (筆者作成)



図6 測定箇所と空調の吹き出し口の位置 (筆者作成)

の○、▲)が、他の2ヶ所に比べやや高湿度であったのは、下層に設置された仮設の移動棚により送風が遮られ、空気が滞留したためであると推測する。このことから、第2収蔵庫では温度湿度の分布は、上層と下層というよりも、測定箇所付近において空気が通りやすいかどうかの条件による差が大きいと考えている。

4.4 第2収蔵庫における温度湿度の分布差が生じる原因についての所見

測定箇所による湿度分布の差が大きくなる要因について、平面方向、高さ方向の2つの視点から検証した結果、第2収蔵庫では建築構造により温度が低くなりやすい箇所、あるいは、周辺の移動棚などの集密具合により空調の吹き出し口からの送風が遮られる箇所において高湿度傾向が認められた。

資料を安全に保管するうえで、1つの収蔵庫のなかで大きな湿度の差が生じないことが望ましい。しかしながら、空調による制御だけでこの状況を解消することは難しい。例えば、空調から供給される空気を遮ぎる要因となる移動棚については、収蔵資料の増加に伴って配架場所が不足し、収蔵庫の通路に長期間にわたり仮設置せざるをえない状況がある¹¹⁾。そこで、この問題に対応するための1つの可能性として、民博で実施した収蔵資料の再配架をあげる。増加した資料の保管状態を改善し、収蔵庫のスペースを節約するため、2007年より段階的に再配架に取り組んでいる¹²⁾。2016年度には一般収蔵庫の1室で再配架を実施した。この収蔵庫は本稿で分析対象とした第2収蔵庫ではないが、建築面積は、ほぼ同規模である。ここでは、収蔵スペースを従来の約6割に抑え、4割の空間を確保した(Sonoda et al. 2018: 234-238; 橋本 2021: 235-236)。ただし、再配架をおこなった収蔵庫は、第2収蔵庫をはじめ他の収蔵庫に比べると棚内の資料の配架状況に余裕があった。そのため、同様の再配架をおこなっても、確保できる空間は少ないことが見込まれる。しかし、こうした再配架のような取り組みは、資料の安全な保存や活用につながるのみでなく、配架棚への過剰な資料配架により空気が滞留する空間を作ること防ぐ効果がえられると考える。

5 まとめ—民博の収蔵庫における温度湿度管理について

本稿では、民博の収蔵庫の温度湿度管理の現状を、2019年の年間温度湿度データを用いて、検証した。これにより、民博の一般収蔵庫における温度湿度の管理状況は基本的には年間を通じて、ある程度制御されており、2012年より取り組んできた、季節や収蔵庫の特性に応じて温度湿度の制御方法をかえる空調管理は基本的には妥当であることが確認できた。一方で、収蔵庫の立地の違いにより、それぞれの収蔵庫において注意すべき季節や、空調の運転方法を改善すべき点が異なることを改めて確認した。これらは、空調機の温度湿度の設定を変更するだけで対応できることではなく、収蔵庫の定期的な

温度湿度の確認を継続しながら、資料管理部門、施設管理部門、さらには空調機の制御おこなう担当部署などの関係者が各収蔵庫の特性を共有し、それに応じた空調運転の方法について、経験を蓄積しながら、検討を続けていく必要がある。

また、収蔵庫の温度湿度環境を継続的かつ詳細にモニタリングするためには、データロガーの利用が不可欠となる。民博で本格的にデータロガーを利用しはじめてから15年以上が経過し、初期に導入したデータロガーには不具合が生じるものが増えてきた。突然データが記録できなくなる場合や、徐々に測定値が狂っていくことがあるので、温度湿度の定期的な確認をおこなっていても、温度湿度の環境が変化する兆候に気付けない可能性もある。民博では1つの部屋に複数のデータロガーを設置しているため、全ての測定箇所のデータが一斉に確認ができなくなることはないものの、ここでも、最終的には人間の感覚が重要になってくる。温度湿度の異常に気付くきっかけは、収蔵庫で作業をする職員が普段と違う温度状態や、湿っぽさ、こもった匂いを感じ取るなど人間の感覚によるところも大きい。このような場合に速やかに現地の状況やデータを確認するなど、人間による細やかな対応が必要となることを改めて実感している。

今回の分析を通じて、湿度については温度よりも制御が難しく、収蔵庫の建築構造の特性のほか、棚へ配架された資料や、通路に設置している移動棚などの集密状況が大きく影響する可能性が確認された。資料の点数は年々増加し、収蔵・配架の状況は変化していく。このため、収蔵庫ごとの温度、湿度の分布傾向も変化していく可能性があり、数年単位のデータを用いて、ある程度、長期的な期間での見直しを実施し、局所的に空気が滞留し、高湿度となる空間がないか、また、温度湿度の推移傾向が大きく変化していないかを確認する必要がある。これに加えて、今後は空調機などによる温度湿度の制御のみに留まらず、収蔵庫の再配架により、収蔵スペースを確保する努力を継続するとともに、通路に長期間仮設置する移動棚を減らし、空調の吹き出し口から送風された空気が循環しやすい収蔵庫の環境を整えるなどの工夫が必要である。また、将来的には、予算要求を伴う、収蔵庫の改修や増築なども見据え、長期的な視野での収蔵環境の改善なども併せて取り入れることが、今後も資料の保存環境を整えていくうえで必要となる。

注

- 1) 本館展示場は同一の空調機で制御される区画を1室とした。
- 2) 2020年4月15日以降は新型コロナウイルス蔓延防止の対策のため、対面式での連絡会の開催は中止している。当面の間、これに代わる方法として、館内メールを用いて必要に応じて空調に関わる情報の共有をおこなっている。また、毎朝、中央監視盤に記録された前日までの収蔵庫や展示場の温度湿度データを共有し、空調制御に異常がないか、あるいは、空調制御の方法に変更の必要がないかを確認している。

- 3) 民博の一般収蔵庫の空調機は、4管式のACU（エアコントロールユニット）である。熱源（温水と冷水）は蓄熱槽方式であり、夏期は冷却と除湿に冷水、冬期は加温に温水を使用している。蓄熱槽には容積の大きな主蓄熱槽と、小さい副蓄熱槽がある。蓄熱槽の容積は水深1.7mとして計算した場合、主蓄熱槽が1,500m³、副蓄熱槽が150m³である。冷水を多く使用する夏期は主蓄熱槽で冷水、副蓄熱槽で温水を製造する。冬期はこの逆となるため、春期と秋期には次の季節に向けて主、副の蓄熱槽の切り替えをおこなう必要があり、両方の蓄熱槽を一旦、常温に近い温度に戻した後、徐々に温水と冷水の温度を調整して切り替えている。この調整の間は、空調の制御はおこなえるが、冷水と温水の温度が完全ではないため細かな制御は難しくなる。この点も踏まえたうえで、省エネにもなることから、一般収蔵庫のうち、春期、秋期に空調を停止しても緩やかに温度湿度の移行ができる収蔵庫は、蓄熱槽の切替えのための調整開始に合わせて空調を停止し、中間期として空調切替の移行期間を設けている（中央監視室への聞き取りによる情報）。
- 4) 東日本大震災後にエネルギー問題が深刻となった社会情勢を受け、2011年と2012年に震災前の2010年と比較して電力使用量の10%～15%の削減を求められた。
- 5) 文化財保存修復学会第35回大会（東北大学百周年記念会館川内萩ホール（宮城県）、2013年7月20日、21日）において「省エネを考慮した持続的な空調管理—国立民族学博物館の事例から」（園田直子・日高真吾・河村友佳子『文化財保存修復学会第35回大会 研究発表要旨集』pp.142-143）の発表をおこなった。
- 6) 各収蔵庫の秋期の終わり（第2、6収蔵庫は12月24日、第5収蔵庫は12月22日）から12月31日までは冬期として空調制御を行った。これは、例年、12月の最終週から民博が年末年始の休館となり、空調機の制御を行う外部委託業者、及び、収蔵庫を管理する職員とともに人員が少なくなることへ向けての対応である。この期間は第2、6収蔵庫では7日間、第5収蔵庫では9日間と短いため本稿では考察の対象としない。
- 7) 空調機を点検した結果、空調機への冷水供給を制御する自動弁の不具合により、冷房と除湿に用いる冷水の流れが滞り、再熱用の温水のみが流れたことで室内の温度上昇を招いたことが判明した（中央監視室への聞き取りによる情報）。
- 8) 前掲注3)
- 9) 前掲注7)
- 10) 簡易ダクトの上層と下層に開口部を設け、夏期は冷房の冷たい空気が下層の床面付近に滞留することを防ぐため、上層の開口部を開いて冷たい空気を上層から下層へ送る。冬期は暖房の暖かい空気が上層に滞留することを防ぐため、上層の開口部を塞ぎ暖かな空気を下層へ送る管理を継続していた。
- 11) 民博の収蔵資料は、1977年の開館当時の2万45件から年々増加し、2021年3月現在では34万5,143件の資料が収蔵されている。一方、収蔵庫は開館ときに7室が設けられ、その後、1983年に3室、1986年に2つの大型テント、1996年に2室の収蔵庫が増設され、2014年には船などの大型資料を収蔵するとともに、一時保管場所や殺虫処理システムの機能を備えた施設として多機能資料保管庫が建設された。ただし、多機能保資料管庫は、1986年に建設された2つの大型テントを建て替える形で建設されており、厳密には1996年から約25年間、収蔵のためのスペースは増えていない。
- 12) 2007年より、一般収蔵庫と比べて施設規模が小さく、収蔵資料の数も少ない特別収蔵庫の一部から段階的に収蔵方法の見直しと再配架に取り組んだ。再配架にあたっては、収集時のコレクションごとにまとめた配架を維持しながら、資料の大きさや、形状、重さで分類を見直し、必

要に応じて下敷や収納箱に入れて配架することで収蔵スペースを節約するとともに、資料をより安全に取り扱える状況を整えた。

参考文献

〈日本語〉

河村友佳子

- 2008 「みんなくにおける空調管理について」日高真吾・園田直子編『博物館への挑戦—何がどこまでできたのか』pp. 136-145, 東京：三好企画。
- 2015 「温度・湿度分析システムスモール・パッケージ（試作版）の概要と課題」『大学共同利用機関法人人間文化研究機構連携研究「人間文化資源」の総合的研究成果報告書 平成27年7月』pp. 627-645, 東京：大学共同利用機関法人人間文化研究機構。

国立民族学博物館

- 2006 『国立民族学博物館三十年史』大阪：国立民族学博物館。

園田直子

- 2008 「みんなくにおける保存科学の特徴」日高真吾・園田直子編『博物館への挑戦—何がどこまでできたのか』pp. 90-102, 東京：三好企画。
- 2011 「国立民族学博物館における資料管理の現状と今後の展望」文化財保存修復学会編『みんなく資料をまもる』（文化財の保存と修復 13）pp. 33-44, 東京：クバプロ。
- 2015 「博物館環境分析システム（温度・湿度分析システム、生物生息調査分析システム）の研究開発」『人間文化研究機構連携研究「人間文化資源」の総合的研究成果報告書』pp. 620-626, 東京：大学共同利用機関法人人間文化研究機構。
- 2017 「民博の舞台裏—資料の活用と保存の両立をめざして」『季刊民族学』162: 31-42。

橋本沙知

- 2021 「保存と活用の両立を目指した博物館資料の収納方法」日高真吾編『継承される地域文化—災害復興から社会創発へ』pp. 224-238, 京都：臨川書店。

〈外国語〉

Sonoda, N.

- 2015 Museum Environment Control for Sustainable Collection Management. In N. Sonoda, K. Hirai, and J. Incherdchai (eds.) *Asian Museums and Museology 2014: International Workshop on Museology in Thailand* (Senri Ethnological Reports 129), pp. 27-35. Osaka: National Museum of Ethnology.
- 2016 Managing and Analyzing Museum Environmental Data. *New Horizons for Asian Museums and Museology*, pp. 97-109. Singapore: Springer.
- 2019 Sustainable Collection Management in a 1970s Building: A Case Study of the National Museum of Ethnology, Osaka. In N. Sonoda (ed.) *Conservation of Cultural Heritage in a Changing World* (Senri Ethnological Studies 102), pp. 39-55. Osaka: National Museum of Ethnology.

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.

Sonoda, N., S. Hidaka, and K. Suemori

2017 Challenges of and Reflections on Sustainable Climate Control at the National Museum of Ethnology, Japan. *ICOM-CC 18th Triennial Conference Copenhagen, Denmark, 4–8 September, 2017 Preprints* (1522_618_SONODA_ICOM-CC_2017.pdf).

2018 Continuous Efforts over 10 Years for Storage Re-organization at the National Museum of Ethnology, Japan. *Preventive Conservation: The State of the Art. IIC 2018 Turin Congress Preprints (Studies in Conservation 63(1) : S234–S241)*. <https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1471886>

Michalski, S.

2000 *Guidelines for Humidity and Temperature for Canadian Archives* (Technical Bulletin 23). Ottawa: Canadian Conservation Institute.