

## [ 短報 ] 正倉の温湿度環境調査

成瀬 正和

### はじめに

正倉院正倉の温湿度環境を明らかにするため平成11年の夏より正倉内外で測定を行っている。このほど1年を通してのデータと短期間ではあるが高分解能な計測装置によるデータとの両方が得られ、正倉内の温湿度の日変動や年変動の様子がかなり詳しく明らかになったので、短報としてここに報告する。

正倉はヒノキ造本瓦葺高床式の建物で、東に正面を向け、間口33.1m、奥行9.3m、総高13.7m、床下の高さ2.7mである。北から北倉、中倉、南倉の3倉に仕切られるが、北倉、南倉は三角材を蒸籠状に組んで壁体をつくるいわゆる校倉造りであり、また中倉は板を並べて壁体をつくる板倉である。北倉・南倉の間口は10.6m、中倉の間口は11.9mで、それぞれ倉内は2層構造（この他に屋根裏部屋がある）になっており、1階の高さは2.1m、2階の高さは3.7mをはかる。

宝物の多くは当初から庫内で唐櫃と呼ばれるスギ製の木箱の中で保存されてきたため、宝物の実際の保存環境を知るために、唐櫃内の温湿度環境も計測した。

今回報告するデータの測定箇所は庫内が北倉1階、北倉2階、北倉2階唐櫃内である。

使用した唐櫃は古櫃第14号（北倉183）である。有脚のスギの素木製で、高さ44.5cm、幅103.8cm、奥行74.7cm、内容積は約0.32m<sup>3</sup>、木の厚みは約2cm。

### 平成12年4月29日～6月9日の調査

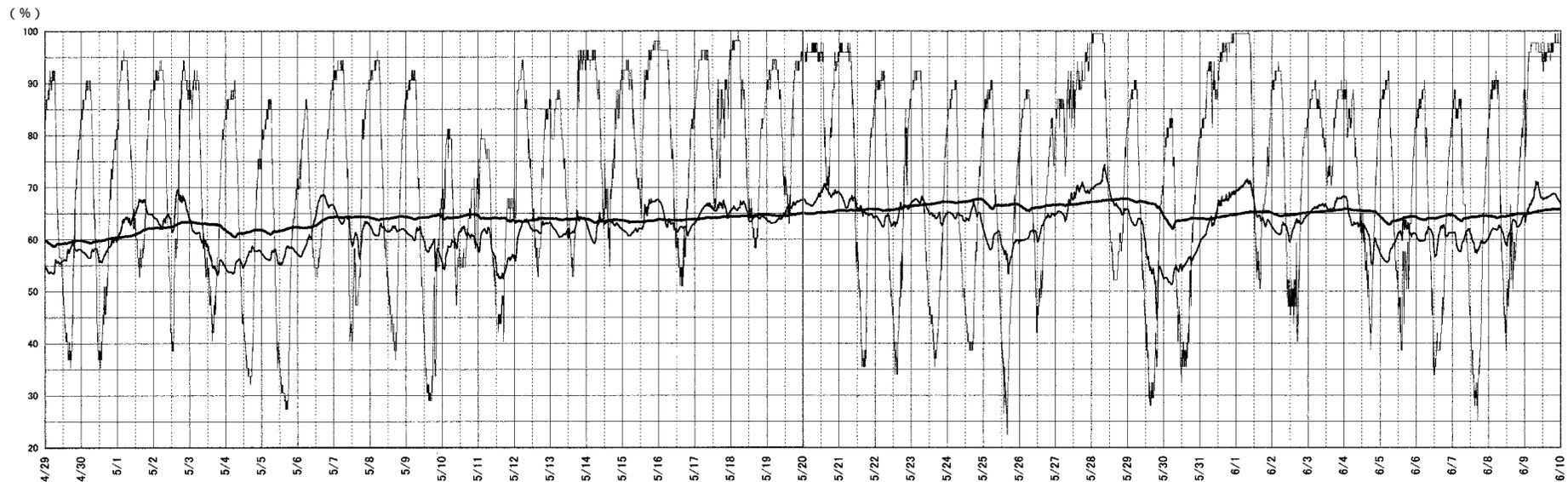
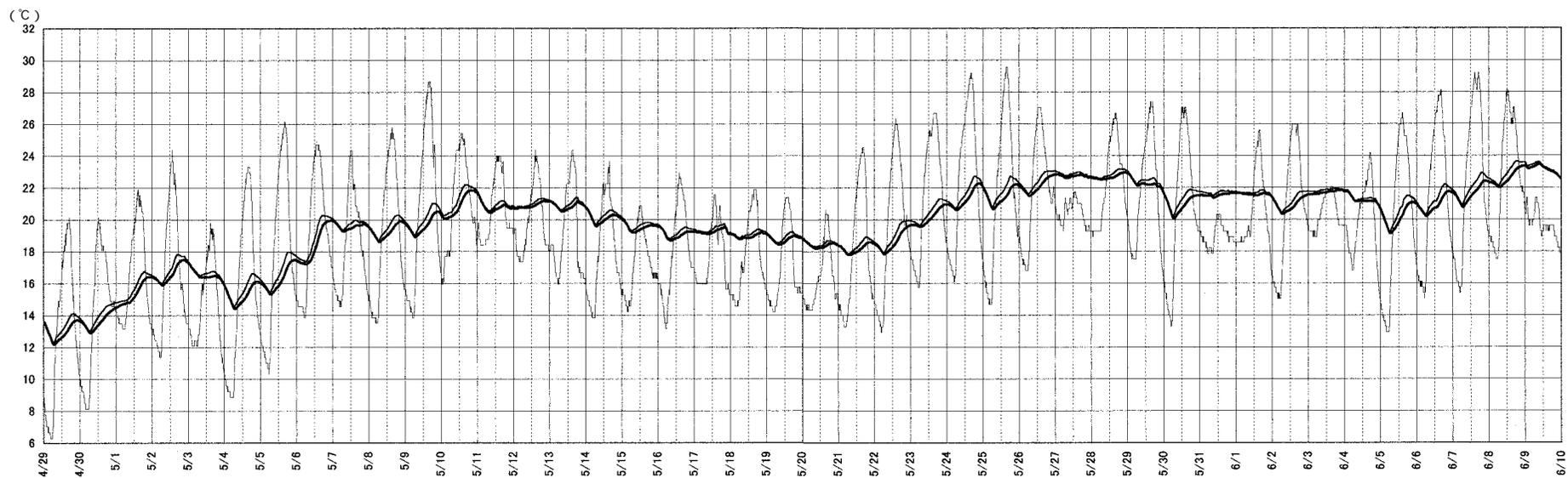
正倉内外の温湿度の日変化について、その詳細を明らかにするため、北倉2階（第1図）、北倉2階唐櫃内（第2図）、正倉床下（外気）の3箇所で測定を行った。北倉2階、唐櫃内には（株）ジェイエムエス社製スマートリーダープラス〔温度（サーミスター式、分解能0.03）〕湿度（ポリマーフィルム式、分解能0.04%）を設置して、測定間隔6分で計測した。また中倉床下



第1図 北倉2階測定箇所



第2図 北倉2階唐櫃内測定箇所



第3図 平成12年4月29日～6月9日の正倉内外の気温変動(上)・相対湿度変動(下)( —外気 —北倉2階 —北倉2階唐櫃内 )

には米国オンセット社製ストアウエイ温度（サーミスター式、分解能0.36）と同湿度（静電容量式、分解能1.8%）を設置して、測定間隔2分で計測した。

これらの測定箇所における気温変動、相対湿度（以下単に湿度と表す）変動をそれぞれ第3図上と下に示した。この期間中の日変化に関しては次のことが読み取れる。

#### 【気温】

・日最高気温と日最低気温の差すなわち日較差は外気が最大15.8、最小2.5、平均10.0、北倉2階が最大2.9、最小0.2、平均1.4、唐櫃内が最大2.8、最小0.2、平均1.2であった。また庫内の外気に対する日較差比は最大0.31、最小0.05、平均0.14、唐櫃内の外気に対する日較差比は最大0.26、最小0.02、平均0.12であった。

・庫内の日変化の位相は外気に追随し、日最低気温の現れる時間は2時間程度、日最高気温の現れる時間は5～10数時間程度遅れる。

・唐櫃内の日変化の位相は庫内の日変化に追随し、日最低気温が現れる時間は30分程度、日最高気温の現れる時間は2～3時間程度遅れる。

#### 【湿度】

・日最高湿度と日最低湿度の差すなわち日較差は外気が最大68.1%、最小20.0%、平均47.5%、北倉2階が最大21.2%、最小2.4%、平均7.2%、唐櫃内が最大3.3%、最小0.3%、平均1.1%であった。庫内の外気に対する日較差比は最大0.50、最小0.04、平均0.17、唐櫃内の外気に対する日較差比は最大0.05、最小0.01、平均0.02であった。

・晴天または曇天の日は庫内の日変化の位相はおおまかには外気温に追随するが、時として一時的に外気の湿度変化に追随することがある。また半日以上雨天が続くような場合には、外気の湿度に追随した変化を示す。

・唐櫃内の日変化の位相は庫内気温の日変動に追随する。日最低値・日最高値の現れる時間は唐櫃内の気温のそれよりも早い。

### 平成11年9月17日～平成12年9月16日の調査

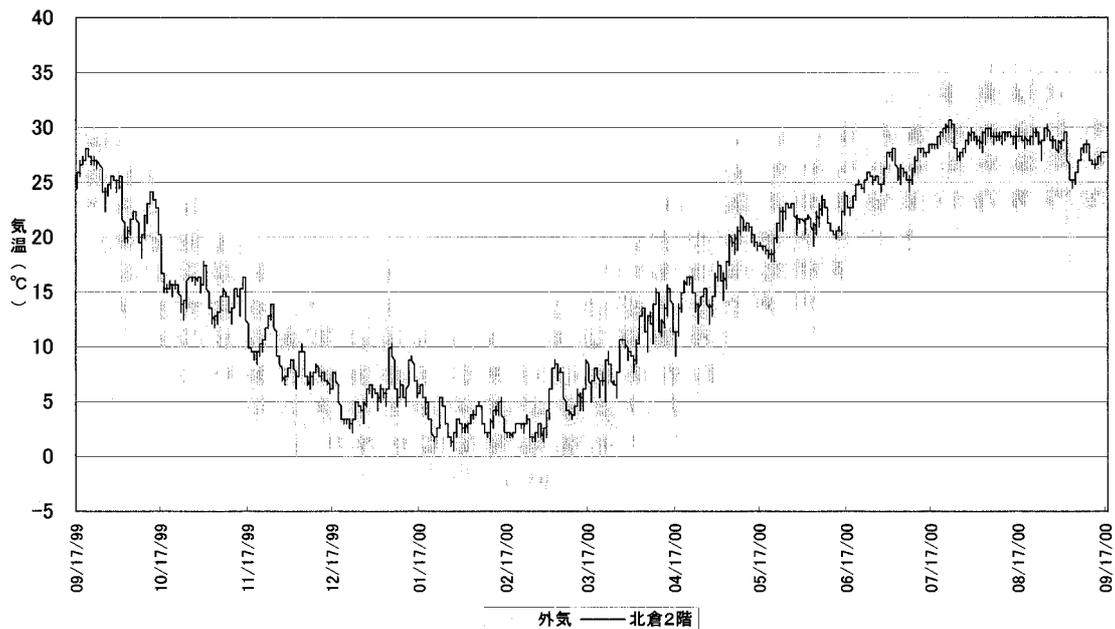
正倉内外の温湿度の年変化の様子を明らかにするため、北倉1階、北倉2階、北倉2階唐櫃内の3箇所にて測定を行った。ここで取り上げるのは平成11年9月17日～平成12年9月16日のちょうど1年間のものであるが、正倉院では年1回正倉内で清掃を実施しており、温湿度計の出し入れをこの日程に合わせたため、実際には平成11年9月16日から平成12年9月26日までの1年余測定を行っている。用いた装置は(株)ジェイエムエス社製トレンドロガーTL2〔温度(サーミスター式、分解能0.36)、湿度(ポリマーフィルム式、分解能0.57%)〕で、測定間隔1時間で温湿度を計測した。

1年を通し正倉の床下で外気の温湿度のデータを得ることは様々な理由で困難であったため、外気温湿度データとしては奈良地方気象台の測定値を使用した。奈良地方気象台は正倉院正倉から西へ約1km離れた場所にある。

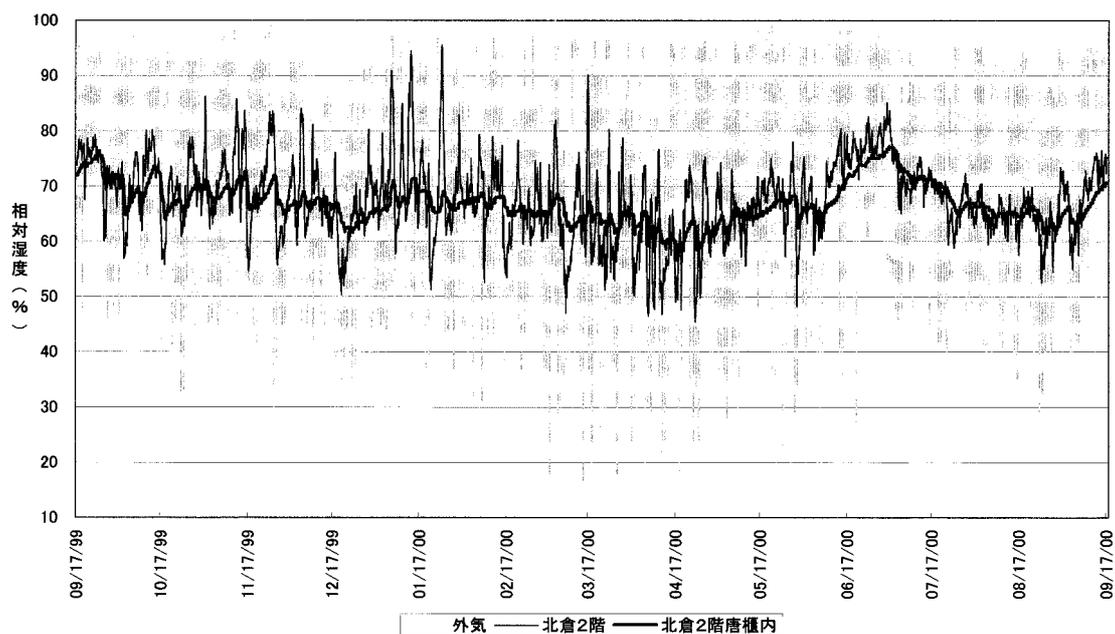
第4図には外気、北倉2階の気温変動の記録を示す。北倉2階唐櫃内、北倉1階の気温は1年スケールで見れば北倉2階のそれとほとんど変わらないので省略した。また第5図には外気、北倉2階、北倉2階唐櫃内の湿度変動の記録を示す。北倉1階のデータを図に併載するのは煩雑となるので、省略した。第6図にはちょうどこの期間の湿度の旬平均を載せた。

【気温】

・北倉1階は平均15.2、最高29.9、最低0.1、年較差29.8、北倉2階は平均16.0、最高30.7、最低0.5、年較差30.2、北倉2階唐櫃内は平均15.7、最高30.3、最低0.5、年較差29.8、外気は平均15.4、最高36.1、最低-3.1、年較差39.2であった。



第4図 正倉内外の気温変動（平成11年9月17日～平成12年9月16日）



第5図 正倉内外の相対湿度変動（平成11年9月17日～平成12年9月16日）

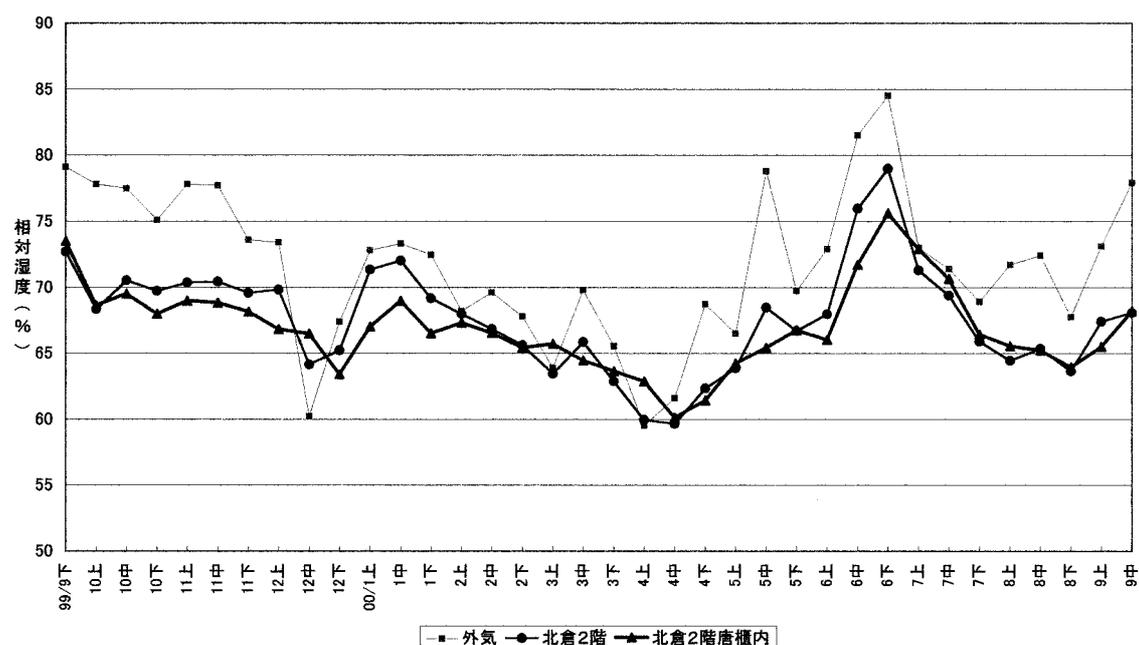
- ・ 庫内それぞれの箇所の外気に対する年較差比は北倉 1 階が0.76、北倉 2 階が0.77、北倉 2 階唐櫃内が0.76である。
- ・ 1 日平均のデータで見れば北倉 2 階、同唐櫃内、北倉 1 階の年変動曲線はほとんど一致する。
- ・ 1 日平均のデータで見れば数日単位で昇温、降温が繰り返されていることが読みとれるが、外気は庫内に比べその振幅は大きいものの、位相はほとんど一致する。

【湿度】

- ・ 北倉 1 階は平均70%、最高87%、最低46%、年較差41%、北倉 2 階は平均68%、最高96%、最低45%、年較差50%、北倉 2 階唐櫃内は平均67%、最高77%、最低57%、年較差21%、外気は平均72%、最高100%、最低気温16%、年較差84%であった。
- ・ 庫内それぞれの箇所の外気に対する年較差比は北倉 1 階が0.49、北倉 2 階が0.60、北倉 2 階唐櫃内が0.25である。
- ・ 年変動曲線は 1 日あたりの振幅が大きくて見にくいですが、大まかに言えばその位相はよく似ていて、庫内、唐櫃内の順に外気に追随する。極大・極小値で読み取れば北倉 1 階、北倉 2 階が 2 ~ 3 日、唐櫃内が 5 日程度遅れることがある。旬平均にすれば唐櫃内が 1 旬遅れることがある。

まとめ

短期データと長期データから正倉の気象については次のようにまとめることができる。気温について言えば、日変動は、庫内、唐櫃内とも同程度で、外気に対しその変動幅は 1 / 10 強とかなり小さくなっている。庫内は外気に対し、建築材であるヒノキ材による調温作用が認められるが、唐櫃内はその厚みが 2 cm 程度と薄いせいもあって、庫内気温の変化に対する調温効果



第 6 図 正倉内外の相対湿度旬変化 (平成11年 9 月下旬 ~ 平成12年 9 月中旬)

はあまり認められない。いっぽう日平均は3者ともほとんど差が認められず、したがって日平均の年変動曲線はほとんど同一である。

これに対し湿度変動は複雑である。庫内の湿度変動の位相は微視的に見れば晴天時、曇天時には主として外気の気温変動に追随していることが認められるが、雨天時には外気の湿度変動に追随する。このほか原因はよくわからないが、晴天時でも外気の急激な湿度変動の影響を受けることがある。唐櫃内の湿度変動も微視的に見れば庫内の気温変動に追随した位相を示し、庫内の急激な湿度変動に対応するような湿度変動はほとんど認められない。庫内、唐櫃内の外気に対する日較差比はそれぞれ2/10、2/100で、建築材であるヒノキ材、唐櫃材であるスギによる調湿効果が著しく、特に唐櫃内は非常に滑らかな変化を示す。いっぽう年変動を問題にすれば、庫内、唐櫃内とも外気の湿度変動に追随しているが、特に唐櫃内の位相は外気に対し5日程度遅れることもある。

北倉1階は北倉2階に比べ、気温は低く、湿度は高い。平成11年7月の10日余の計測結果から、1階が2階に比べ気温は低く、湿度は高い傾向のあることは中倉、南倉についても認められる。

以上、外気の気候に対応して正倉の校木の隙間が開閉して庫内の湿度を低く一定に保つような現象は認められなかったが、正倉の建築材であるヒノキ、あるいは唐櫃の材であるスギの調温作用、調湿作用によって、庫内、唐櫃内では外気より変動幅が小さくしかも緩やかに温度変動、湿度変動する様子を詳細に捉えることができた。特に唐櫃内の湿度変動は日変化で言えば非常に緩やかで、しかもわずかである。このことは木工品、漆工品など急激な湿度変動を嫌う宝物の保存にとっては非常に有利であったと考えられる。