

奈良の古寺堂・倉蔵内の気温と湿度

奈良教育大学 永田四郎

1 緒言

1952年ごろから、奈良の古い寺堂・倉蔵および新しい鉄筋収蔵庫などの内外の気象状態の調査をつづけているが、そのおもな目的は古文化財が現在どのような気象環境の中に置かれているかをできるだけ詳しく調べ、古文化財保存管理上の問題点を掴み、今後長年にわたり良好に保管してゆくための基礎的資料を得ることを期待したものである。また、これと同時に、一般室内気候の観点から、日本古建築の気象学的特色を知るための具体的資料を得ることにも勉めた。これらの観点に立って、幾つかの研究成果は既に発表してある。

ここでは、今までの観測結果のうちから、特に古寺堂や倉蔵について抽出して、気温と湿度について整理し、これら建築内の気温や湿度の平均的状态がどのようなものであるか、その概要を示したいと思う。これによって、古文化財の過去の状態、あるいは現在に至るまでの経過などについて考察する場合の手がかりを与えはしないか、と考えるからである。

2 観測法と資料の整理

(A) 観測はおおむね、つぎのようにしておこなわれた。

- 1) 測点……それぞれの建物内のほぼ中央部で、床面から高さ約0.5～1.0m、できるだけ古文化財に接近した位置を求めた。

建物内の温湿度分布は、微気象学的にみると複雑であるので、測定をどの位置でおこなうかで問題を生ずる。この場合は主として古文化財を対称としたので、上記の様に、できるだけ古文化財に接近した位置で測定したかったが、諸種の事情でこれが許されなかった場合が多かった。

- 2) 測器……週巻自記温湿度計、アスマン通風温湿度計。

自記記録の補正のため、毎週の自記紙取換時に、その時の正しい気温・湿度を知るために、アスマン通風温湿度計による測定値でチェックした。

3) 実施……各建物について、年変化まで知るために、連続12か月以上観測する様に努めた。観測はほとんどすべて著者自身でおこなった。

(B) 資料の整理は次のようにした。

自記紙上の温湿度記録を毎2時間または毎4時間(いずれも偶数時刻)の気温と湿度の示度を、気温は小数点下1位まで、湿度は1位まで読み取り、各時刻別の旬または月平均値を求めた。読み取り値は前記アスマン通風温湿度計による温度、湿度と対比して補正した。

3 温・湿度状態

前記のようにして得られた諸資料のうちから、古寺堂、倉蔵のものをまとめ、これを中心として若干の見解を述べる。

(A) 古寺堂・倉蔵内の気温、湿度平均値

1) 著者がこれまでに観測した古寺堂や倉蔵内の気温と湿度の月平均値をつぎの第1, 2表に示す。

表の下、欄外に示してあるが、測定値の右上に*印のあるものは、その月の数日が欠測または測器故障等のため測定値が得られなかったもので、従って完全な月平均値ではない。ただし、測定値の得られない日数が、大体月の全日数の $\frac{1}{2}$ 以上の場合はその月平均値は記入せず一印にしてある。

また、数値の左上に「印のあるものは、観測が2年間にまたがり、前年の「印の月から観測が開始されたことを示している。従って、1月に始まり12月で終わるその年の年平均値にはならない。

2) 1949年から1959年にかけて、大阪管区气象台によって、正倉院旧宝庫(校倉)内の観測がおこなわれたが、この観測では特に1年巻の自記温・湿計が製作されて用いられている。器械が途中で止まった年もあるが、そのうち良好と見られる記録が得られた1955年～1956年の資料を示す。

手向山八幡の校倉について、一樹氏は1929年から1932年にわたり、自記温湿度計を用いて観測を実施している。

これらの観測結果を第3表に示してある。

第1表 奈良の古い寺堂・倉蔵内の気温平均値(°C)

建物名	月												年	観測年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1 東大寺三月堂	—	—	—	—	—	215	243	264	229	175	124	69	1952	
2 戒壇院	—	—	—	—	—	—	25.1*	25.7	218	—	—	—	〃	
3 法隆寺金堂	6.3	5.3	9.1	14.2	17.8	[23.4	275	273	24.3	188	119	88	16.1 1955~'56	
4 大講堂	—	—	10.6	15.0	18.8	—	—	—	—	—	—	—	〃	
5 綱封蔵	4.9*	4.1*	—	—	17.2*	—	—	27.2*	—	—	11.2*	—	〃	
6 薬師寺金堂	5.2	4.7	6.3	13.4	16.5	20.4	[23.7	25.3	22.8	17.8	95*	6.1	14.3 1956~'57	
7 講堂	4.1	3.8	5.0	12.7	16.1	20.1	[23.5	24.9	22.5	16.9	96*	4.8	〃	
8 東院堂	4.6	3.9	5.8	14.1	17.0	21.0	[24.3	25.5	23.6	17.9	110*	5.3	〃	
9 唐招提寺金堂	5.0	4.4	6.0	14.6	16.7	21.2	[24.5	25.9	23.2	17.7	11.1	5.6	〃	
10 講堂	4.7	4.0	5.4	13.7	16.8	20.5	[24.3	25.3	23.2	17.6	10.9*	5.2	〃	
11 興福寺東金堂	4.0*	3.8	6.7*	13.4	18.5	21.6	26.8	—	—	[17.5	13.3*	7.1	1960~'61	
12 東大寺本坊投會	5.7	2.6	6.2	[16.6	18.0	21.4	26.8	28.2	23.7	16.1	9.6	7.0	15.2 1963~'64	
13 書庫	5.9	2.9	6.7	[18.5	21.5	23.6	29.2	30.9	25.9	17.6	10.4	6.5	16.6 〃	
14 元興寺本堂	4.8	5.8	9.7	13.5	[18.9	22.8	26.8	28.4	24.9	17.6	10.6	6.8	15.9 1965~'66	
15 長谷寺釋迦文庫	3.0	3.8	6.7	13.1	19.5	22.9	[24.7	27.3	23.4	16.8	10.7	4.8	14.7 1966~'67	
16 聖林寺本堂	3.3	2.2	8.3	14.3	17.4	22.3	24.4	[26.8	22.2	15.4	11.7	4.7	14.4 1967~'68	
17 東大寺三月堂	4.5	4.7	6.1	13.1	17.9	20.1	24.4	26.5	23.7	16.2	10.7	[8.9	14.7 1968~'69	
18 新薬師寺本堂	5.6	5.7	6.8	13.5	18.4	20.2	24.3	26.7	24.0	17.4	12.0	[10.3	15.4 〃	
19 東大寺大仏殿	[4.4	4.2	5.8	12.6	17.5	19.9	24.0	26.5	23.9	15.5	10.7	6.3	14.3 1969	
20 室生寺金堂	1.8	[3.7	2.6	11.4	17.0	19.0	23.9	24.9	22.8	15.3	8.6	4.5	13.0 1970~'71	
平均	4.6	4.1	6.5	14.0	17.9	21.3	25.2	26.8	23.7	17.0	10.7	6.5	14.9	

- (1) *印は欠測日を含む。(他の表についても同じ)
 (2) 「印」は観測開始の月、観測年が2年にわたる場合前年の「印」の月から始まる。
 (3) 最下欄の平均は1年間全月の測定値のある建物(7を除く14か所)についての平均。

第2表 古寺堂・倉庫内の湿度平均値(%)〔水蒸気圧(mb)〕

建物名	月												年	〔水蒸気圧〕
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1 東大寺三月堂	—	—	—	—	—	—	84	81	84	80	85	87		
2 戒壇院	—	—	—	—	—	89	84	87*	84	78*	—	—		
3 法隆寺金堂	62	60	69	65	77	76*	80*	75	72	72	67	69	70	〔12.8〕
4 大講堂	—	54*	67	62	72	77*	—	—	—	—	—	—		
5 綱封蔵	68*	65*	—	62*	66*	—	—	75	—	76*	68*	—		
6 薬師寺金堂	83	78	73	73	79	81	〔92	81	85	85	79	70	80	〔13.0〕
7 講堂	—	—	72*	77	82	82	〔90	83	—	—	—	—		
8 東院堂	77	70	67	70	74	77	〔87	79	83	82	79	64	76	〔12.5〕
9 唐招提寺金堂	69	65	67	67	72	73	〔85	78	81	78	75	69	73	〔12.1〕
10 講堂	78	73	69	63*	76*	79	〔89	82	85	84	81	67	77	〔12.5〕
11 興福寺東金堂	75*	77	82*	76	83	82	80	—	—	〔86	88*	82		
12 東大寺材校倉	76	76	70	〔75	67	70	83	77	79	81	81	77	76	〔13.1〕
13 書庫	75	74	71	〔70	56	59	70	70	67	75	79	72	70	〔13.2〕
14 元興寺本堂	62	61	63	60	〔59	66	67	71	67	62	66	64	64	〔11.6〕
15 長谷寺勸山文庫	74	75	75	73	77	72	〔79	75	74	75	73	72	74	〔12.4〕
16 聖林寺本堂	68	64	66	62	67	69	81	〔76	79	76	74	70	71	〔11.6〕
17 東大寺三月堂	70	74	72	68	65	73	79	75	75	70	71	〔77	72	〔12.0〕
18 新薬師寺本堂	66	71	69	67	66	73	79	75	74	73	70	〔73	71	〔12.4〕
19 東大寺大仏殿	66	69	72	69	67	73	82	76	74	69	70	64	71	〔11.6〕
20 室生寺金堂	70	〔66	65	70	70	78	80	80	86	86	74	67	74	〔11.1〕
平均	71	70	69	68	69	73	81	76	77	76	74	70	73	〔12.3〕

(〔 60 〕〔 5.7 〕〔 6.7 〕〔 10.9 〕〔 14.1 〕〔 18.5 〕〔 26.0 〕〔 26.8 〕〔 22.6 〕〔 14.7 〕〔 9.5 〕〔 6.8 〕〔 12.3 〕)

(1) 第1表と同じ
(2)
(3)

第3表 正倉院校倉および手向山八幡宮校倉内気温、湿度平均値

測点	月												年	観測年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. 正倉院	2.9	2.3	6.0	11.5	16.0	21.4	25.2	25.7	23.1	—	—	5.8	(140)	1955~'56
1. 北倉階上	7.4	7.1	7.6	6.9	7.4	7.7	7.8	7.4	7.5	—	—	7.7	(75)	"
													(121)	"
2. 正倉院	3.4	2.7	4.0	12.4	15.7	20.1	24.4	26.4	—	—	—	3.7	(125)	1956~'57
2. 北倉唐びつ	8.5	9.0	8.8	8.5	8.4	8.5	9.0	9.3	—	—	—	8.5	(87)	"
													(126)	"
3. 手向山	4.1	3.2	6.5	11.0	16.0	21.4	22.7	25.9	22.6	15.0	10.9	5.7	13.7	1929~'32
3. 校倉	8.4	8.3	7.1	7.4	7.0	7.4	8.6	7.6	7.5	7.7	7.6	7.3	7.7	"
													12.1	"

上欄……気温(℃), 中欄……湿度(%), 下欄……水蒸気圧(mb)
 ()内は完全な年平均値ではない。

(B) 古寺堂・倉蔵付近の外気の気温・湿度の平均値

前記の観測が実施された寺堂・倉蔵付近の外気の温湿度観測結果を次の第4表に示す。これらは各建物内の観測と同時におこなわれたので、観測年は一致しているが、唐招提寺外気の湿度平均値の欠除をおこなうために、同じ期間の奈良地方気象台の資料を示してある。これと同じく、東大寺本坊外気の観測年、三月堂外気の観測年についても同一期間内の奈良地方気象台の資料を示した。もちろん、小気候学的には各寺堂・倉蔵付近の外気と奈良地方気象台構内とは気温・湿度は異なるはずであるが、距離は大体3km以内であるので、大差はないと思われる。

(C) これらの諸表を中心として、古文化財保存上関連があると思われる事故を幾つかあげておく。

1) 第1, 2, 3表から、奈良の古寺堂・倉蔵内の年平均気温、湿度は、それぞれ大体14℃~16℃, 65%~80%であり、これらを平均すればおよそ、15℃, 75%と見てよい。すなわち、奈良の古文化財の多くは大体15℃, 75%ぐらいの温湿度環境に置かれていて、おそらく今までもこの程度の温湿度の中で保存されてきたと考えられる。

この年平均15℃, 75%ぐらいの気温・湿度が古文化財保存に最適のものであるかは簡単にいえないが、この様な温湿度の中に置かれていることを重視し、わが国の古文化財保存のための一つの温湿度基準として採用してよいと思う。

第4表 外気の気温、湿度平均値

測点	月												年	観測年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1.法隆寺外気	40 70	33 69	81 69	12.8 66	16.8 80*	22.9 81	26.6 80	26.3 78	22.6 78	17.0 77	10.2 76	6.9 79	148 75	1955~'56
2.唐招提寺外気	3.6 81	35 76	47 76	13.4 74	16.1 82	20.4 81	24.1 89	25.2 —	22.3 —	16.8 —	9.9* —	4.4 —	13.5	1956~'57
3.奈良気象台	3.8 7.9	30 71	4.6 69	13.5 6.8	16.0 7.6	20.4 7.8	24.6 8.5	25.2 7.6	22.5 8.2	16.5 8.7	9.7 8.0	4.1 6.6	137 76	1956~'57
4.東大寺本坊外気	5.3 —	28 —	5.6 —	16.2 —	18.4 —	20.6 —	27.2 —	27.5 —	22.5 —	16.5 —	10.8 —	6.4 —	150	1963~'64
5.奈良気象台	4.9 7.6	24 75	60 70	16.7 7.7	18.3 6.9	20.9 7.4	26.6 7.9	27.6 7.6	22.9 8.0	15.7 8.0	9.6 7.6	6.5 7.4	148 76	1963~'64
6.元興寺外気	4.1 6.9	5.4 6.6	10.1 6.6	14.6 7.1	18.4 6.2	21.8 7.2	26.4 7.2	27.4 7.3	24.0 7.4	16.3 6.9	11.8 7.5	6.6 7.1	15.6 70	1965~'66
7.長谷寺外気	1.9 7.2	30 74	61 78	13.3* 7.6	18.2 7.9	21.5 8.1	23.9 8.3	25.1 8.1	22.1 8.3	16.2 8.2	9.4 8.1*	4.4 7.6	137 78	1966~'67
8.聖林寺外気	3.0 7.2	14 6.8	7.6 70	13.4 6.7	16.6 7.6	20.9 7.3	23.9 8.5	25.8 7.9	21.7 8.3	15.3 7.5	11.4 7.8	3.6 7.7	137 75	1967~'68
9.三月堂外気	4.4 7.2	4.6 80	60 76	13.4 7.3	18.4 7.0	20.1 7.9	24.6 8.4	—	—	—	10.7 8.1	8.8 8.1	—	1968~'69
10.奈良気象台	4.2 7.3	4.1 7.8	6.1 74	13.1 7.0	17.9 6.8	20.3 7.6	25.0 8.0	26.6 7.6	23.1 7.8	15.3 7.6	9.7 7.7	4.8 6.9	142 75	1969
11.宝生寺外気	1.4 8.1	3.1 7.4	2.7 7.2	10.5 7.8	15.7* 8.1*	18.5 8.8	23.7 8.4	24.2 8.3	21.4 9.0	14.6 8.7	8.0 8.2	4.0 7.7	123 81	1970~'71
平均	3.4 7.4	3.2 7.2	6.4 7.1	13.5 7.2	17.2 7.4	20.9 7.8	25.1 8.1	26.0 7.8	22.5 8.1	15.9 7.9	10.0 7.8	5.1 7.4	141 76	

(1) 平均は測点1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11の8か所の平均

(2) 上欄……気温(°C), 中欄……湿度(%), (下欄)……水蒸気圧(mb)

2) 建物によって、温湿度の平均値が異なっているが、これはそれぞれの測定年度が違うためでもあるが、建物の構造様式や窓扉の開閉等の管理の仕方の相違および建物周辺の地形や地被状態などの違いからくる小気候学的差違などが大きく関連しているようである。たとえば、第1表中の東大寺書庫は土蔵2階建であるが、測定位置が2階であり、天井がないので日射による熱が屋根裏を通して侵入し、特に夏期の日中には高温であったため、年平均気温も高くなっている。また、室生寺金堂が低温であるのは、同寺付近の地形や樹木でおおわれた環境によるものである。

また、似た構造様式の建物が接近して建っている場合、無冷暖房状態でも、窓扉の開閉が少ない建物など、平均気温が高い傾向がある。換言すれば、通風換気量の多い建物は平均気温が低い様である。

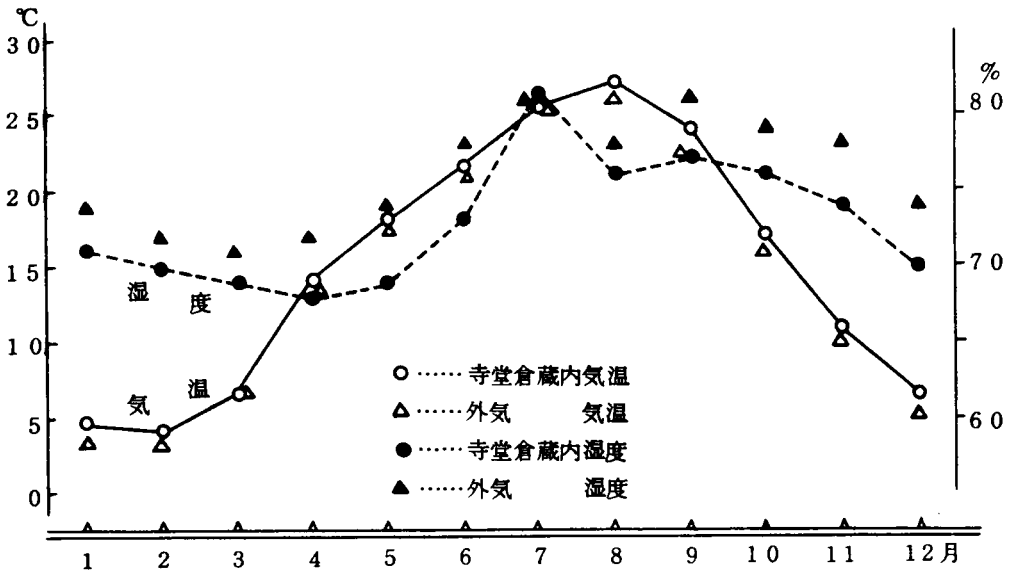
3) 建物内と外気との温湿度を比較すると、第1,2表の14建築内の年総平均値は14.9℃、73%であるのに対し、これら建物付近の外気の年総平均は第4表から14.1℃、76%となっている。この様な、建物内の年平均気温が外気のそれより高温で、年平均湿度が外気のそれより低湿である傾向は多くの実測で共通した傾向である。なお、ここには示していないが、鉄筋収蔵庫内の年平均気温は一般に、ここにあげられた寺堂倉蔵内より更に高温であり、湿度は低いことが認められている。このことは、最近多くの古文化財が鉄筋収蔵庫内に移されて保管される傾向にあるのに関連して、わが国の古文化財保存上留意すべき点である。

4) 古文化財保存上、気温や湿度の平均値とともに、それらの変動の仕方にも注目しなければならない。

第1図には、寺堂倉蔵内と外気との平均の気温湿度年変化を示してある。

ここから、寺堂倉蔵内の月平均気温は、ほとんど外気温と同じく大きく年変化をしていること、また月平均湿度も全体としては外気の湿度より低いが、かなり大きく変化し、特に7月の梅雨期には外気と同じくらいの高湿になることがわかる。

しかし、ここには示さないが、これらの建物内の気温や湿度の日変化を外気のそれらの日変化と比べると、これは明らかに建物内の変化が小さく、特に湿度の日変化は小さい。たとえば、長谷寺豊山文庫はよく管理されている土蔵であるが、気温は割に大きい日変化をするが、湿度は変化が非常に小さく、大体70%ぐらいである。これが更に、正倉院唐びつ内では湿度が一定となり、日変化はほとんど見られない。



第1図 気温、湿度の年変化

この様な、湿度日変化が小さい傾向は多くの木造や土蔵の日本建築内で共通して認められるが、これは、木材や土などが空気中の水分を吸放湿して、湿度変化をやわらげていると考えられる。この様な吸放湿による湿度調節のはたらきは、一般に鉄筋建築では少なく、わが国の在来の寺堂倉蔵の持つ大きな特色と見られ、やはり古文化財保存上注目すべきである。

これらを総合していえば、これらの寺堂や倉蔵内の気温、湿度は、平均値は外気同様に大きく変化しているが、日目の小さな変化、特に湿度の日変化は非常に小さくなっている。

5) 前記したように、これら寺堂倉蔵内の年平均値が約15℃、75%で、わが国の多くの古文化財がこの程度の温湿度の中で保存されていることに対しては、特に高温に過ぎるのではないかとの見方がある。現に、幾つかの収蔵庫では温湿度調整の基準点を60%、20℃ぐらいにしているものがあるが、これではわが国の古文化財には、高温低湿で乾燥し過ぎるのではないかと思われる。というのは、わが国の古文化財の多くは、木材や紙、布、土などで、これらは適量の水分を含有していないと、乾き過ぎて却って材質を傷めるおそれがあるからである。

4 む す び

奈良の古寺堂・倉蔵内の気象状態について極めて大略を示したが、古文化財保存上からのみでなく、考古学的にも活かされるなら幸いである。

これまでの観測調査によって、かなり多量の資料を得ているが、それらの解析はまだ十分に終わっていないので、この際、各方面からの適切なお教示が得られれば、と希うものである。

参 考 文 献

- (1) 永田四郎：堂内気象の観測，(1)～(13)，奈良教育大紀要 3～20(1953～1971)
〔このうち(9)は元興寺民谷資料研究所年報(1969)〕
- (2) 一樹悦三郎：奈良における校倉建築内の温湿度，建築雑誌(1936)
- (3) 大阪管区気象台：正倉院の気象(1960)

