

文化財保存のための温湿度の基準

登 石 健 三

近年日本の空気は急激に汚染され、西も東も特に大都市の近傍では甚だしいものがある。そのための美術品の被害も段々と出て来るようになり、昔ながらの常識“風通しよく”ということが通用しなくなって、むしろ閉じた空間内で人工的に温湿度を調節しようという傾向が強くなり、そのために温湿度の基準をどこへ持ってゆくかということに関して、人から問われることが多くなった。この問題に対して万全の準備を持って確答出来るためには、あらゆる種類の文化財材質について、或は更に確実なためには年代を経たその材質について、各数種類の実験をしてその結果に寄ることが必要である。しかしこれは大変な老大な仕事であって、現在の我々の状態はとてこれ程豊富な手持ちの基礎材料に立脚したものではない。以下に於いて色々な事実をあげ、それらを根拠として温湿度の悪いと思われる範囲を切り捨ててゆくが、これらの根拠となる事実はむしろ自ら行なった実験的な結果は少く、或物に関しては実際に自ら行なった実験から、或物は他人による報告論文から、或物は実際の文化財の環境の観察から、或はもっと広く科学的な常識からとったものである。

但しこの基準を定めるに当つて判然とさせておかなければならない重要なことがある。第一は此所に取り上げる問題は、その一定の温湿度に長年月保存した場合の材質の傷み方についてのことであって、温湿度の急激な変化による衝動的な又主として力学的な壊れの問題は全く別の現象として除外していることである。温湿度の急変化を文化財に与えないことは勿論温湿度に関し第一に注意せねばならない大事なことではあるが、今の問題とは自ら別の問題である。具体的に言うならば、これまで非常に湿度の高い場所に置かれていた襖絵をこれでは悪いからといって急に乾燥させてやるならば、絵具の剝離が起こったり、或はひどいときには画面の裂損などがおこることもある。今問題としているのはこのような急変化を与えることが全くなくて常に一定の温湿度に置くときに、色の褪色が最も少いのはどのような状態であるか、又紙面や骨材が黄変したり弱化したり或は虫害や黴害によって侵される心配のないのはどのような状態であるかということである。

次に今とり上げるのは温湿度の問題であって、第3第4の他の劣化原因が入らないことが必然的に要求されている。例えば或実際の例をあげると、フランスでの話で、戸外にあった石の彫刻を屋内にとり込み、よりよい温湿度の条件を与えたにかかわらず、屋外にあったときより急に傷み方が目立って来たとか、日本でも織物製品を空気調節してやったら急にボロボロになったとかの例があげられ、美術品は生きものであるから多少自然の気候変化に会わず方がよいのであると説く人がいる。科学的立場から言うならこれらはいわば迷信に類することであって、今各の話の損傷の原因を究明するよしもないけれども、必ずや他の原因が加わったことが考えられ、それら他の原因による悪影響が温湿度のよりよい状態が却って悪いというようにしわ寄せされ、あらぬ迷信を生んでいるのではないかと思われるのである。例えば空気調節をするために行なった新しい施設・建築物の新しいコンクリートのアルカリ性

などは考慮されたであろうか。

次に基準割り出しとなるべき材料を順にあげてゆく。

染料・顔料の褪色

褪色について大きい影響を持つのは湿度である。著者等は先に藍、茜、蘇芳、紅、支子の赤色系を主とした植物染料について褪色と湿度との関係を調べたことがある¹⁾。これによると相対湿度 20% 乃至 40% の辺では一般に褪色は少く、60% 以上 100% に近づくとつれて大きい褪色が見られる傾向がある。植物染料の褪色に関する限りでは 40% 辺が好ましいということになる。

顔料についてはあまり詳しい実験は行なっていないが、岩絵具を膠で所理する日本画の技法によったものでは案外褪色は大きくて、主として赤系の顔料を水分の飽和した空气中に置いた結果²⁾ では殆んど試料が著しい色変化を示した。このことから顔料についても空気は乾燥している方がよいことが容易に想像される。過日行なわれたエジプト展を見て鮮かに保たれた色に吃驚したが、これも乾燥地方であるという理由からであろう。

褪色について温度は低い方がよいことは常識となつている³⁾。しかし僅かに含有されている水分でもそれが氷結するということは又他の悪影響となって現われることがあり得るので、氷点以下に温度が下ることは避けた方がよいと思われる。

木質・繊維質の老化

木材の劣化が高温に於いて促進されること、それが常温に於ける経年変化と似ていることが小原氏等により報ぜられている⁴⁾。その実験は 100°C というような比較的高温で行なわれているが、その類似からみるとセルローズの分解速度が温度と共に促進されたことが考えられるので、すべてセルローズ質の保存には低温の方がよいであろうことが予想される。

紙の保存にはやや湿度が高い方がしなやかさが保ててよろしいという説がある。しかしこれは全く保存とは別の意味のことを言っているのであって、扱うときの危険性が少ないということである。木材から類推して恐らく紙材質の保存にもむしろ乾いている方がよいのではあるまいか。

繊維とはいってもセルローズ質とは異なる絹について聞いたところ⁵⁾ によれば材質の保存にはやはり乾燥が好ましいとのことである。しかしこれらの材質の劣化についてはあまり実験材料を持ち合わせておらない。

他の二次的な原因即ち腐朽・黴害・虫害など考え合わせてみると、この点では低温・乾燥が断然有利であると思われる。これらの原因が総合された結果は狭い日本国内においても高温多湿の地方と低温乾燥の地での差が顕著に現われてくる。又一軒の家について見ても温度の上って乾いている場所、むれる場所、湿気る場所、涼しくてさらった場所などかなり差が出来るが、木材の長持ちするのは、最後の場合であることは衆知のことであろう。

- 1) 登石健三・見城敏子・石川隆郎：染織品の褪色とその防止の試み。古文化財の科学， No. 16 (1959)， pp. 19~26.
- 2) 登石健三，見城敏子：岩絵具の褪色。古文化財の科学， No. 17 (1963)， pp. 6~22.
- 3) 例えば Cunliffe, P. W.: Influence of temperature and humidity on fading J. Soc. Dyers Colourists, 72 (1956), pp. 330~332.
- 4) 小原二郎・岡木一：古材の研究。古文化財の科学， No. 11 (1955)， pp. 8~20.
- 5) 道明新兵衛氏談

金属の錆

鉄の場合、相対湿度が 70% 以上となると錆の進行が目立ってくる。特に大気が汚染している場合、例えば SO₂ ガスがある場合などその作用は水分の存在で加速されるので金属に対しては湿気は禁物である。それでは古美術品に多い青銅ではどうであろうか。British Museum の Organ が最近青銅の錆についての報告⁶⁾を出したが、これによるとパティナ層の底、金属青銅との境に CuCl の層があり、大気中の空気と水分の働きで CuCl 層は次第に深く移動しその上に段々パティナ層を厚く残してゆくことになっている。パティナの厚さを現状に止めようとするなら、湿度 50% 以下更に確実なのは 40% 以下にすべきであるといっている。

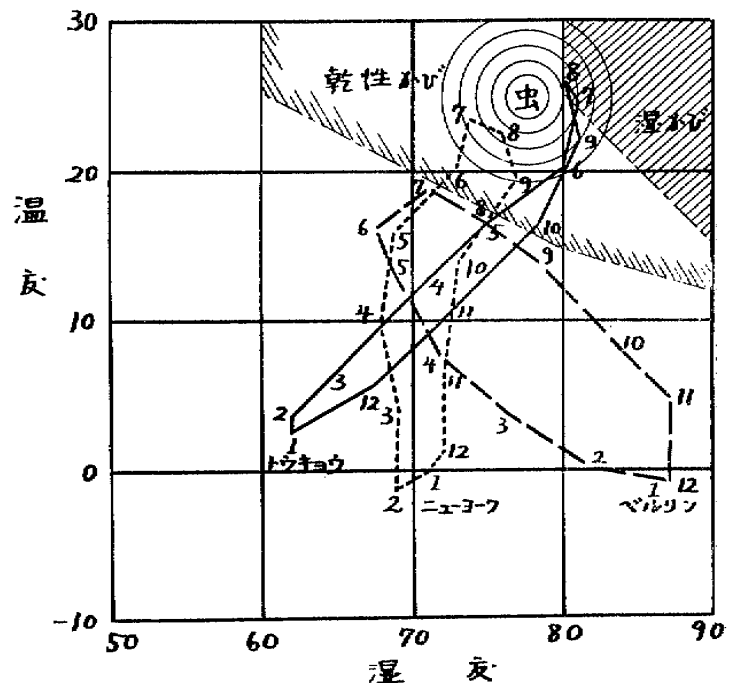
金属の或物では温度により特殊な現象をおこすものがある。これは遷移点があるため例えば北欧やシベリヤに於ける tin pest 一錫製品が低温でボロボロになる現象で錫の博物館病と呼ばれたこともある一もこのことによっている。しかしこのような特殊なことは通常の温度ではメッタに無くて一錫の遷移点は実は 18°C にあるが* 一後に述べる物質変化の常識からすれば低温の方が一般に錆の進行は遅いであろうことが予想される。

硝子のアルカリの害

日本のように非常な多湿の国では、硝子に接したものが空中の水分により誘い出された硝子のアルカリ分のために侵されてボロボロになるということがしばしばある。ヨーロッパ大陸などではこのような事は知られていないが、海国イギリスでは見られるそうである。このことはガラスが湿気により変質している証拠であり、陶磁器も含めてやはり低湿低温が好ましいと考えられる。低温はいわゆる devitrification の速度を低下するであろう。

微害・虫害

これらは他の温帯国ではあまり激しくなく、声を大にしてそれらの防除を叫ぶことを聞かないが、我国では熱帯国並みの被害があり、実際に物を傷めているので、もっと注意を払わねばならぬことと思う。これらの害の甚だしい条件が大槻氏により出され、齊藤氏が古文化財の科学に図示⁷⁾している。これは役に立つ図であるから次にそのまま引用して示しておく。



6) R. M. Organ: Aspects of bronze patina and its treatment. Studies in Conservation, Vol. 8 (1963), pp. 1~9.

* 錫が在る場合の適温はこれを下回らない方が安全といえる。

7) 齊藤平蔵: 建物と湿気・特に宝物庫の湿気について。古文化財の科学, No. 1 (1951), pp. 49~54.

黴は 60% 以上で既に高温で発生する可能性が出てくるし、虫は 20°C を越えると目立ってくるようである。この黴の発生する下限 60% という数字は保存の適湿をきめる上で一つの大きな目安を提供するものというべきであろう。

漆 器

この物質の劣化は全く以上のものと異っている。漆が最もしばしば傷むのは過度の乾燥による亀裂と反りから来るもので、次は日光などで見られるように光線による消耗である。湿気はむしろ有害とは考えられず、出土品の漆層は大して劣化していない。上述の消耗は光の作用の下で漆質が徐々に酸化し、炭酸ガスと水になって逸散するのではないかと疑われるが、何にせよ逸散という現象は高温に於いてより早いであろうことは想像されうる。

物質変化速度の常識

温度の変化によって物質間の平衡状態がくずれ、或方向への変化が起こるといえることがある。しかし古美術品が侵されていくのは平衡の問題ではなくて、酸化とか分解とかが徐々に一方向に起こっていることが殆んどであろう。このような変化は温度と共に進行速度が増すのが常識である。但し常温での状態が基準であるような美術品の材料がその状態を変えるような低い温度にまで持ってゆくことは許されないことである。例えば実際にはそんな絵具はないであろうが、20°C で鮮やかな赤色である絵具が 10°C にすると赤がくすんでくるという場合はこの絵を 10°C にすることは許されない。又前述の tin-pest もこれに当て嵌ることである。又水分は大ていの材料に含まれているが、これが氷結することは明かにまずいので、低温といってもこの心配のない 10°C 位を下限としておくのが安全であろう。

湿度に関して言えることは、他の例えば空気汚染の如きものの作用が湿気の存在下で特に大きいという例が多いことである。このことから多湿ということは材質が劣化することに非常に悪影響をもつ一つの要素であると考えてもよいと思われる。

結 論

以上の諸事実を総合すると、どうしても物によって多少の差をつけねばならないが、大体湿度で 50~60%、温度で 10~20°C というところが物質の傷まない基準の範囲ではあるまいか。金属や陶磁は更に乾いているほどよく、漆器は逆に 70~80% 位の方がよいかと思われる。勿論今まで 80% 以上もの高湿中にあった例えば木彫を急にこの湿度範囲にもってくれば干割れなどの現象は新しく起こるかもしれないし、極めて徐々に慣していったとしても干割れの巾は大きくなることは事実である。このようなことも考慮に入れて下限を 50% に切ったのである。

あ と が き

以上の結論はまだ証拠不十分で信用するには危険であると言われるかもしれない。又当保存科学部全体の一致した意見でもなく、多くの専門家によってもまれたものでもない、ただ私一人の考えている範囲にすぎないのである。私はこの基準範囲に大きな自信を持っているのであるが、さて外国のそれと比べてみて、特に温度範囲について他国のものに対して不審をもつものである。以下に ICOM が世界に広く質問した最適温湿度範囲の答⁸⁾をかかげる

8) H. J. Plenderleith and P. Philippot. : Climatologie et Conservation dans les musées, Museum, Vol. XIII (1960), pp. 202~289.

が、案外 20°C 近くの答が多いことである。尤もこの答が全部科学的な根拠があって答えられたものであるかどうかは判然としない。最初へのべた通り十分な根拠をもつことは大変な仕事で、とても回答者皆がこれを行なったと考えることはできない。むしろカンが常温 20°C の近くに落着いたものではないだろうか。

湿度については比較的乾いている外国で割合低い値が出ているのは当然であろう。我国では年間平均では無論ずっと高い値——大ていの地方で 70% 台——が出る筈である。保存によい条件と平均値とは別の問題であり、東京でも博物館内で 40% 位になることは冬季しばしばあることで、先のような湿度基準が平均値とかけはなれすぎていると考える必要もないであろうと私は考えている。日本では結局冬の状態が美術品の保存によいということである。或はよく写真材料とか薬品とかに付けられた注意書“乾燥した冷暗所に貯えられ度し”という常識がここでも通用すると考えてよいのである。

私の提案が温度湿度共に低すぎると感ずる向きも当然在ることであろう。定説が固まって出ていない現状では各人の説に差があるのは致方ないことである。

		ICOM 質問状に対する回答	推薦温湿度		
場	所	回答者・回答機関	対象	温度(°C)	湿度(%RH)
イギリス	・ロンドン	H. J. Plenderleith	羊皮紙	15.5~23.5	55~60
◇	◇	◇	紙	15.5	60
◇	◇	◇	図書館	15.5~24	50~65
◇	◇	◇	博物館	17	58
◇	◇	British Museum, Victoria and Albert Museum	博物館収蔵庫	15.5	60
◇	◇	National Gallery	◇	17.2	58
◇	◇	F. I. G. Rawlins	博物館	15.6	55±3
◇	バーミンガム	Museum of Art	◇	13.5~14	50
ポルトガル	・リスボン	Museu Nacional de Arte Antiga	◇	14~18	60
◇	ヴィセウ	Museu Regional de Grao Vasco	◇	18	65
フランス	・パリ	Bibliothèque nationale	図書館	12~24	40~60
◇	◇	Musée Louvre	デッサン庫	18~20	65
◇	◇	◇	博物館	—	55~70
◇	◇	A. Noblecourt	図書館	16~24	45~63
◇	◇	◇	博物館	18	58±3
◇	リール	Palais des beaux-arts	◇	16~17	65~70
ベルギー	・アントワープ	Etnografisch Museum	◇	20	45
◇	◇	Stadsarchief	図書館	15~20	45~60
◇	ブリュッセル	Musées royaux des beaux-arts	博物館	12~18	50~70
オランダ	・アムステルダム	Rijksmuseum	◇	14~20	55~70
スイス	・ベルン	Musée des beaux-arts	◇	16	55~65
◇	バーゼル	Kunstmuseum	◇	15~25	50~60
ドイツ	・ハンブルグ	Kunsthalle	◇	16~20	65~68
◇	カールスルーエ	Staatliche Kunsthalle	◇	12~18	60~80
◇	ニュルンベルグ	Germanisches Nationalmuseum	◇	13	60~70
◇	レゲンスブルグ	Museum der Stadt	◇	—	55~65
◇	ストゥットガルト	Staatsgalerie	◇	17	66

ドイツ・ストットガルト	Württembergisches Landesmuseum	博物館	—	60~70
スエーデン・ストックホルム	Nationalmuseum	◇	18	50~60
アメリカ・クリーブランド	Museum of Art	◇	20~22	50~55
◇ デトロイト	Institute of Art	◇	—	50~55
◇ ニューヨーク	Metropolitan Museum of Art	パネル・木	—	50
		キャンバス・織物・石	—	30
◇ オハイオ・オバリン	Memorial Art Museum	パネル・木	7~18.5	55
		キャンバス・織物	4.5~15.5	50
		博物館実験室	16~21	45~60
◇ リッチモンド	Virginia Museum of Fine Arts	博物館	20	40~60
◇ サンディエゴ	The Fine Arts Gallery	◇	21	60~70
◇ ワシントン	Freer Gallery of Art	◇	18.5~25	40~55
◇ ◇	National Gallery of Art	◇	—	45~50
カナダ・トロント	The Art Gallery	◇	—	50~60

Summary

In deciding the domain of the temperature and the relative humidity in the present condition, we have not yet collected sufficient experimental data in our hands, as an extremely vast and time consuming experimental work is necessary in order to actualize this collection. However, from the experimental facts already obtained up to now, by observing the decays in the actual art objects, and also from the general concepts of deterioration of materials with some special natural phenomena taken into consideration, we can determine a domain of climate condition which is considered to be reasonably suitable for the conservation of the cultural properties.

In Japan, damages caused by insects and moulds are never to be ignored and for the sake of avoiding these damages, a limitation of the temperature that is below 20°C and the relative humidity below 60% is preferable. Also the experimental facts and the theoretical common sense on the change in the material favour the lower temperature and the lower humidity, provided that the lower temperature causes no change in the state of the material which constitutes the cultural property.

The author recommends the domain 10-20°C and 50-60% R. H. for the objects in general, there are also some exceptions for the objects of special materials such as metals or Japanese lacquer.