


[第 15 回 資料保存協議会セミナー講演記録]



挿入法による
中性紙の見直し

Insertion accelerated ageing test of paper for conservation



特種製紙株式会社
総合技術研究所
中野 修

CONTENTS

1. はじめに.....	2
2. 中性紙に関する内外の規格と指針.....	2
3. 紙の強制劣化処理条件と処理方法.....	3
4. 挿入法で処理した各種pHの冊子及び試験片と接触した部分の変色...	4
5. 便宜的な中性紙の分類.....	5
6. 保護・保存用紙の材料と製法.....	6
7. 各種晒化学パルプの評価.....	7
8. 使用薬品の評価.....	9
9. 各種染色紙の評価(染・顔料の種類と添加量の違い).....	9
10. 保護・保存用紙の再評価.....	10
11. 市販和紙(25種類)の評価.....	12
12. 強制劣化処理条件の違い.....	14
13. 80°C-80%RHの条件下で一体何が起きているのか?.....	15
14. 保護・保存用紙の汚染ガス吸着性能.....	17
15. 1000年ペーパー(millennium paper)の根拠.....	20
16. 今回の見直しで確認できたこと.....	21
17. 調査した主な文献と規格.....	22
18. おわりに.....	24
Q&A.....	25

挿入法による中性紙の見直し

平成 14 年 10 月 11 日
特種製紙株式会社
総合技術研究所
中野 修

1. はじめに

2 年半前の資料保存協議会の第 1 回セミナーでお話した「中性紙の評価方法とこれからの課題」¹⁾の中で、某保存機関から依頼された「中性紙という触れ込みを信じて採用した紙」を調査した結果、「冷水抽出 pH 値は中性域にあったものの、実は硫酸アルミニウムを使用した紙」であったことを報告した。

また同時に、この時行った挿入法を用いると、これまでの強制劣化試験の方法（ハンギング法）では確認出来なかった現象を捉えることが出来る可能性について報告した。そこで今日は、挿入法によって弊社の「保護・保存用紙」を見直した結果を中心にしてお話しする。

2. 中性紙に関する内外の規格と指針^{2~7)}

中性紙に関する内外の規格や指針は、使用目的によって求められる要件が若干異なっている。そこで代表的な例として、ISO 9706 に記載されているパーマネントペーパー（耐久記録用紙）の要点を下表に示す。

項 目	範 囲
紙の種類	非塗工紙、塗工紙
使用繊維	碎木パルプ、未晒パルプを含まないこと
紙の強度（最低引裂き強さ）	70g/m ² 以上のあらゆる紙について 350mN（紙の縦、横方向ともに）（注）
pH（冷水抽出法）	7.5～10.0
アルカリ・リザーブ	2%CaCO ₃ 相当量
リグニン含有量	カップー価 5.0 以下

（注）：70g/m²未満の用紙については、それぞれに相当する引裂き強さを得るために公式が用意されている。

この表から、純度の高いパルプを使用すべきことは理解できるが、冷水抽出 pH 値（以後、単に pH と称す）はどのようなことを根拠にして 7.5～10.0 に設定したのか、また CaCO₃は何故 2%相当量必要⁸⁾でどのような働きをするのかというような初歩的な疑問を今更ながら感じたのである。

そこで、主に後記した海外の文献や規格について、資料保存協議会運営メンバーの協力を得ながら調査したが、納得できる実証データを見出すことができなかったのである。それ故、私たち自身の評価尺度で確認することにした。勿論、これまでの規格や指針を否定したり無視したりするつもりはない。

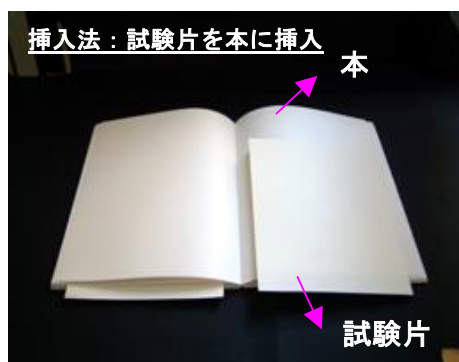
3. 紙の強制劣化処理条件と処理方法

通常、紙を自然の室内環境に置いた場合、なかなか劣化するものではない。そこで、現実の保存環境にはあり得ない高温・高湿の環境下に曝して、無理やり劣化させることになる。ところが、この処理条件もまちまちで一定したものでもなく、どのような理由で決めたのか明確に記載されたものはない。私たちは、幾つかの実験を行いながら、最終的には **80℃-80%RH-21 日間** で処理することを基準にした。

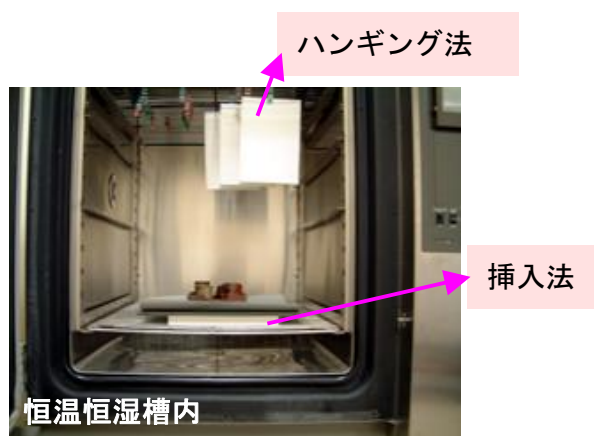
尚、挿入法とハンギング法の違いは、次に示す写真の通りである。

挿入法 : pH の異なる紙で冊子を作り、本文の間に試験片を挟んで強制劣化処理

ハンギング法 : 試験片を一枚ずつ槽内に吊るして強制劣化処理 (従来法)



挿入法による試験片



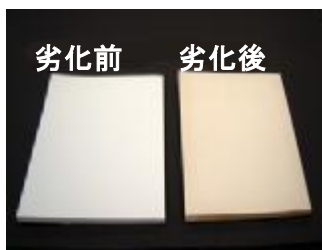
ハンギング法と挿入法
80℃-80%RH-21日間

4. 挿入法で処理した各種pHの冊子及び試験片と接触した部分の変色

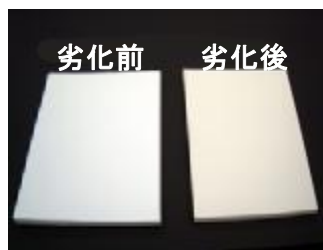
本実験で使用した pH の異なる冊子の強制劣化処理後の色差 (ΔE) と試験片が接触した部分の変色例は、次の写真に示した通りである。

表紙

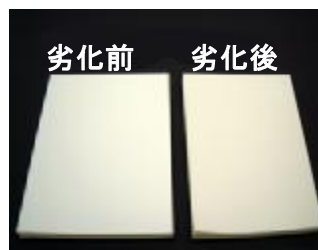
酸性紙 $\Delta E=10.0$



中性紙 $\Delta E=3.0$



アルカリ紙 $\Delta E=3.7$



本文

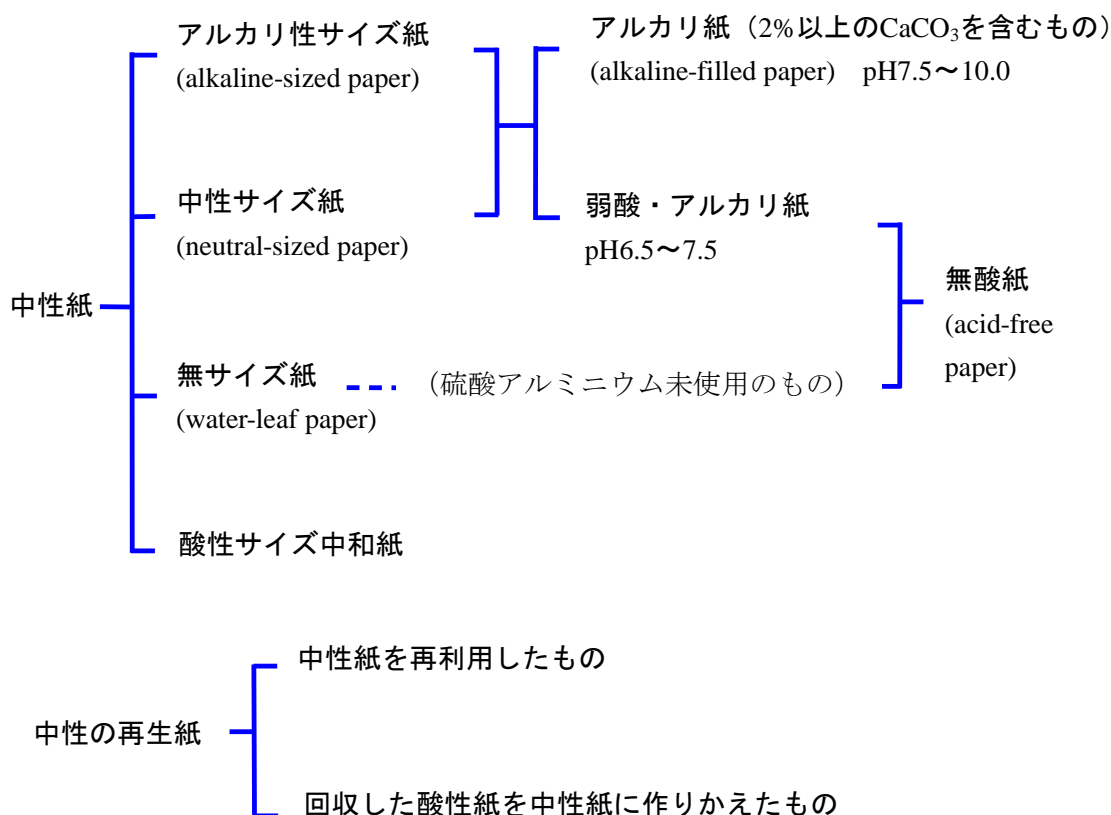
酸性紙



色差は劣化処理前に較べて劣化処理後にどの程度変色したかを示す値で、数値が大きい程変色したことを意味する。通常、誰が見ても色の違いが判別できる値は、 $\Delta E=2.0$ 以上とされている。全ての紙がそれ以上変色したのであるが、特に酸性紙の変色が大きいことがわかった。

また、冊子に使用した酸性紙は $\text{pH}=6.0$ の他社酸性上質紙、中性紙は $\text{pH}=6.9$ のピュアガード、アルカリ紙は $\text{pH}=9.5$ のAFプロテクトである。

5. 便宜的な中性紙の分類

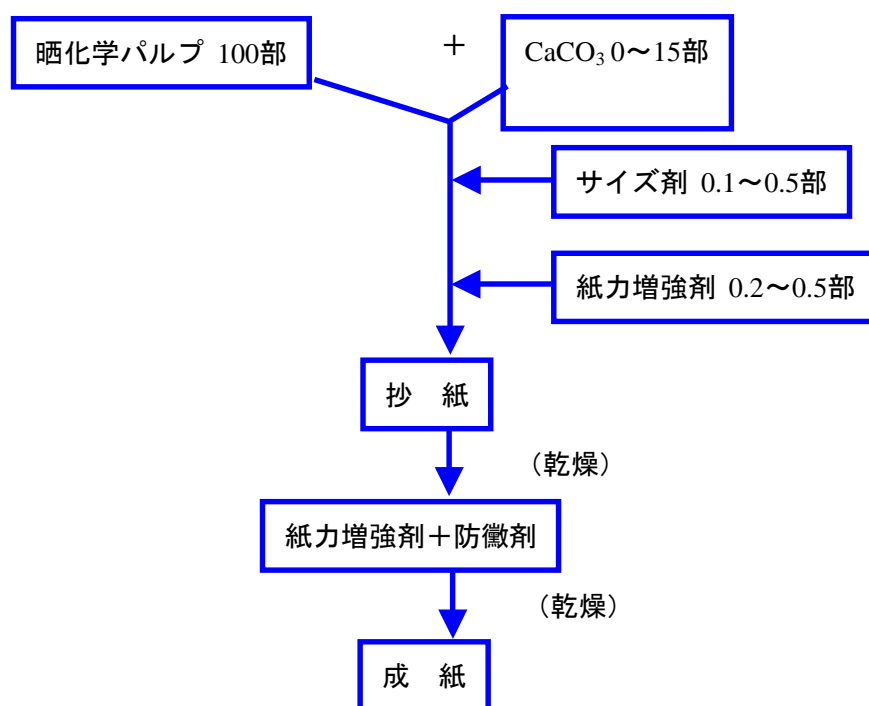


さて、ここで中性紙を上図の如く分類してみた。大別して、硫酸アルミニウムを使用しない中性紙と使用した中性紙に分類できる。弊社の「保護・保存用紙」は晒化学パルプを使用し、硫酸アルミニウムを使用しない中性紙になる。ちなみに王子製紙(株)が2年前に発売した1000年紙も同じ部類に属するが、それ以前の中性紙には硫酸アルミニウムを使用した後者に属するものが多いようである。

なお、本報告でいう中性紙(ピュアガード)は、上図の弱酸・アルカリ紙(pH=6.5~7.5)に相当する。また、アルカリ紙(AFプロテクト)は、上図のアルカリ紙(pH=7.5~10.0)に相当する。

6. 保護・保存用紙の材料と製法

保護・保存用紙の材料と製法について、下図に簡単に示した。図のように非常にシンプルである。しかしながら、純度の高い紙を常に製造していくには、品質管理に細心の注意が必要となる。晒化学パルプと炭酸カルシウムを混合した粥状の原料の中に、カチオン型サイズ剤と紙力増強剤を添加し、必要に応じて染料で着色した原料を金網で漉き、脱水・プレスした湿紙を乾燥して成紙とする。また、乾燥の途中で紙力増強剤や防黴剤などを紙の表裏に塗布して乾燥する場合もある。



以後、弊社の保護・保存用紙に使用している上記した個々の材料や方法について挿入法で見直し、品質を再確認した。

7. 各種晒化学パルプの評価

保護・保存用紙の良否は、使用するパルプの品質によって殆ど決まってしまうものである。私たちの会社は、紙の原料であるパルプを国内外から購入している。その数は**200**種以上に及ぶが、常時使用するパルプを約**50**種選び、手漉き紙を作成した。その後、手漉き紙を挿入法で**80℃—80%RH—21**日間処理した。次に、その結果の一部を紹介する。試験項目は、耐折強さ、**pH**、色差の**3**項目であり、それぞれ強制劣化処理前と処理後の値を次図に示した。

各種晒化学パルプの評価 【耐折強さ】

パルプ種類		耐折回数 (回)				残存率 (%)		
		劣化前	酸性紙	中性紙	アルカリ紙	酸性紙	中性	アルカリ紙
NBKP	A	2488	13	1512	735	0.5	60.8	29.5
	B	1613	61	1848	1298	3.8	114	80.5
	C	958	38	515	567	4.0	53.8	59.2
NBSP	D	548	23	273	213	4.2	49.8	38.9
	E	49	16	68	27	32.7	138	55.1
LBKP	F	105	10	59	59	9.5	56.2	56.2
	G	57	7	41	26	12.3	71.9	45.6
	H	35	11	34	18	31.4	97.1	51.4
Lintar	I	6	1	5	4	16.7	83.3	66.7

各種晒化学パルプの評価 【pH, 変色】

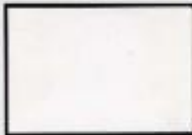
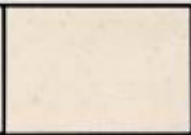
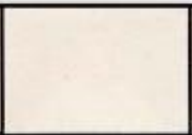
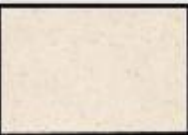
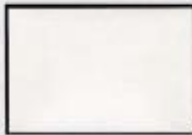
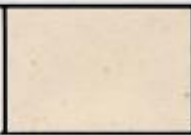
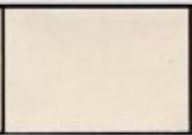



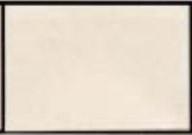


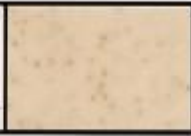
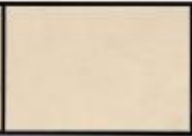
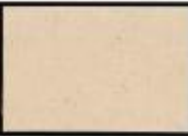
パルプ種類		冷水抽出pH				変色 ΔE		
		劣化	酸性紙	中性紙	アルカリ紙	酸性紙	中性	アルカリ紙
NBKP	A	6.5	4.3	5.7	5.9	13.0	9.4	11.9
	B	6.5	4.3	5.8	6.1	12.3	7.8	10.8
	C	6.4	4.3	5.9	5.8	10.1	7.7	12.7
NBSP	D	6.3	4.4	5.6	5.7	9.4	6.6	10.5
	E	6.4	4.4	5.8	6.1	8.3	4.9	6.6
LBKP	F	6.5	4.4	5.7	5.8	14.3	8.6	12.4
	G	6.4	4.3	5.5	5.6	14.4	9.6	12.1
	H	6.5	4.3	5.6	5.7	15.0	9.1	12.3
Lintar	I	6.8	4.3	6.0	6.0	6.9	3.9	7.2

《 各種晒化学パルプの評価結果のまとめ 》

- ① 劣化処理によって全てのパルプ紙は、パルプの種類や挿入された冊子の **pH** に関係なく耐折強さは低下し変色する。また、**pH** も低下する。
- ② パルプ紙の耐折強さは、酸性紙に接触すると大きく低下するが、中性紙に接触させたものは総じて低下が小さい。また、アルカリ紙に接触させたものは、中性紙に接触させたものより低下する。
- ③ パルプ紙の **pH** は、接触させた紙の影響を受ける。**pH** の高い紙に接触させた方が低下が小さい。しかしながら、パルプ紙の **pH** が高い方が耐折強さの低下が小さいというわけではない。
- ④ パルプ紙の色差は、酸性紙に接触すると大きいですが、中性紙に接触させたものは総じて小さい。また、アルカリ紙に接触させると変色するパルプ紙もある。

以上の結果から強度低下と色差の小さいパルプを選択することになる。弊社の保護・保存用紙に使用しているパルプは、その条件を満たしているものであった。次に変色例を示す。

各種パルプの代表的な変色例

	劣化前	酸性紙 pH6.0	中性紙 pH6.9	アルカリ紙 pH9.5
パルプA				
パルプB				
パルプC				
パルプD				

8. 使用薬品の評価

サイズ剤と紙力増強剤の種類や添加量を適切に選択しないと、サイズ度の低下や変色の原因になる場合がある。そこで、保護・保存用紙に使用している薬品のほか、数種類の薬品を選び、添加量を変えて手漉き紙を作成した。次に、その手漉き紙を挿入法で評価したところ、これまで使用してきた薬品の種類や添加量及びその用法に関して、問題（特に変色）のないことを確認した。

9. 各種染色紙の評価(染・顔料の種類と添加量の違い)

弊社で使用している主な染・顔料の種類や添加量を変え、中性処方で手漉き紙を作成し、挿入法で再評価した一例を次に示す。

		挿入法による染色紙の評価				
		劣化前	ハンギング法	酸性紙 pH6.0	中性紙 pH6.9	アルカリ紙 pH9.5
青系染料A	濃度 0.1%					
	1.0%					
青系染料B	0.1%					
	1.0%					

- ① 染料の種類や添加量の違いによって色差は異なるが、酸性紙に接触させると色差は大きくなる。また、アルカリ紙に接触させると酸性紙ほどではないが変色する。しかし、中性紙と接触させると色差は小さい。
- ② ハンギング法と中性紙への挿入法は、同じような変色を示した。

10. 保護・保存用紙の再評価

弊社の保護・保存用紙を使用して、挿入法で評価した結果を次図に示す。試験項目は、耐折強さの残存率と色差の 2 項目である。横軸はそれぞれの紙で作成した冊子であり、縦軸は葉のように冊子に挿入した紙を示している。

他社酸性紙は上質紙、ピュアガードは写真・染色織物向けのノンバッファ紙、AFプロテクトHは封筒向け、AFプロテクトは額装用裏板等からの汚染物質を除去するためのバリアー紙というように使用目的が異なるものである。

耐折強さの残存率と色差

	他社酸性紙 (pH=6.0)	ピュアガード (pH=6.9)	AFプロテクト (pH=9.5)
	残存率% : ΔE	残存率% : ΔE	残存率% : ΔE
他社酸性紙 (pH=6.0)	2 : 9.2	7 : 8.9	13 : 25.1
ピュアガード (pH=6.9)	18 : 4.4	58 : 2.4	20 : 3.8
AFプロテクト H	47 : 7.9	76 : 3.9	32 : 5.9
AFプロテクト (pH=9.5)	74 : 10.2	105 : 4.2	91 : 2.8

- ① 同一種類の紙が積層された場合、残存率と色差は他社酸性紙：2%、ΔE 9.2、ピュアガード：58%、ΔE 2.4、AFプロテクト：91%、ΔE 2.8となり、特に酸性紙の強度低下と変色が著しいことがわかる。
- ② 酸性紙の冊子にピュアガード、AFプロテクト等を挿入した場合、残存率はpHの高さに順じて18%から74%に増加した（炭酸カルシウムの効果と考えられる現象）。しかし、色差は4.4から10.2になり変色は逆に大きくなった。
- ③ pHの異なる冊子に酸性紙を挿入した場合、残存率はpHの高さに順じて2%から13%に増加したが値は極めて小さい（炭酸カルシウムのアルカリ移行効果が若干見られる）。しかし、AFプロテクトに挿入された酸性紙は極端に変色した。

以上の現象について更に考察してみる。

【前記 10-②項：酸性紙の資料を中性・アルカリ紙の封筒や箱に入れた場合】

- 1) 中性・アルカリ紙は、強度的には酸性紙からの影響は受け難いがアルカリ度に順じて色差が増す。挿入された中性・アルカリ紙の前後に接触した酸性紙の色差は、ピュアガード：接触面 **9.5**，反対面 **9.2**、AFプロテクトH：接触面 **9.7**，反対面 **9.2**、AFプロテクト：接触面 **11.2**，反対面 **9.2** であった。本来酸性紙のみであれば **9.2** であるところが、接触面で **0.3~2.0** 程度黄ばみが増したことは事実である（反対面は変化なし）。

しかしながら、この現象は **100** 年以上接触させて保存した時に起こり得ると考えると、利用を前提とした保存であれば問題ないと思われる。

- 2) 中性・アルカリ紙は、酸性紙からの塩素イオンと硫酸イオンを吸着していた⁹⁾。
イオンクロマトグラム分析で中性・アルカリ紙の陰イオンを測定すると、挿入前に較べて塩素イオンは **20~200** 倍、硫酸イオンは **1.5~2** 倍に増加した。酸性紙からかなりの量のイオンの移行が見られた。

【前記 10-③項：アルカリ紙の資料を酸性紙の封筒や箱に入れた場合】

- 1) 酸性紙は、葉のようにアルカリ紙の中に挿入されると極端に変色した。
挿入された酸性紙に接触した前後 **3** 枚のAFプロテクトまで変色したが、直接に接触したAFプロテクトの色差は接触面で **9.9**、**4** 枚目以降の **3.2** に較べて **6.7** も変色した。

一方、酸性紙は本来酸性紙のみであれば **9.2** であるところが、接触面で **25.0** と大きく変色した（この現象を明らかにするために、東京藝術大学の稲葉政満先生と東京農工大学の岡山隆之先生ほかと別途共同研究中^{10~12)} である）。

アルカリ紙の資料を酸性紙の封筒や箱に長期間保存する場合、封筒や箱の強度低下は勿論のこと、封筒や箱の変色が資料へ転移する恐れがある。

- 2) 上記と同様に、中性・アルカリ紙に挿入された酸性紙の陰イオンを測定すると、挿入前に較べて塩素イオンは **90%**、硫酸イオンは **10%** 程度に減少したが（中性・アルカリ紙に移行）、酸性紙同士の積層ではイオンの移行はなかった。

11. 市販和紙(25種類)の評価¹³⁾

現在、国内の著名な和紙生産者が製造している 25 種類の和紙を挿入法で評価した。25 種の内、100%楮紙が 19 種、楮に木材パルプやマニラ麻および化学繊維を 10~30%使用した和紙が 6 種あった。

- ① pH は、最低 6.4~最高 9.0 の範囲にあった。
- ② 酸性紙に接触すると耐折強さが低下し難い和紙 (10 種) と著しく低下する和紙 (15 種) があった。

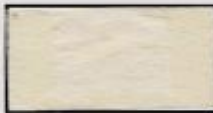


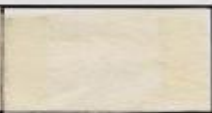
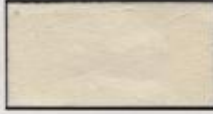



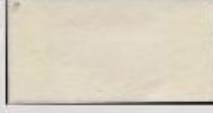



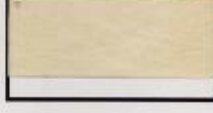



低下し難い和紙は、100%楮を使用していた。また、耐折強さの平均残存率は、酸性紙に挟むと 50%、中性紙とアルカリ紙に挟むと各々 80%であった。

著しく低下する和紙には、前記した楮以外の繊維を使用した 6 種は全て含まれていたが、100%楮紙でも 9 種含まれていた。また、耐折強さの平均残存率は、酸性紙に挟むと 10%、中性紙とアルカリ紙に挟むと各々 60%であった。以上のように強度変化に二通りの異なった挙動が見られた。今後、原料や製法および生産者の違いを明確にして、素性のわかる和紙で再度検討する必要がある。しかしながら、和紙は洋紙と較べると劣化処理前の耐折強さが非常に大きいので、処理後の残存率が洋紙と同じであっても、まだ十分に実用に耐えるものが多い。

- ③ 酸性紙と接触すると全種類とも大きく変色した。全体的に洋紙に較べて色差は小さい。この理由は、漂白していない褐色の原料を使用しているため変色しても識別し難いこと、薄くて密度が低いいため変色が目立たないことによる。また、中性紙とアルカリ紙に接触した場合、色差は小さい。

以下に市販和紙の変色例を示す。

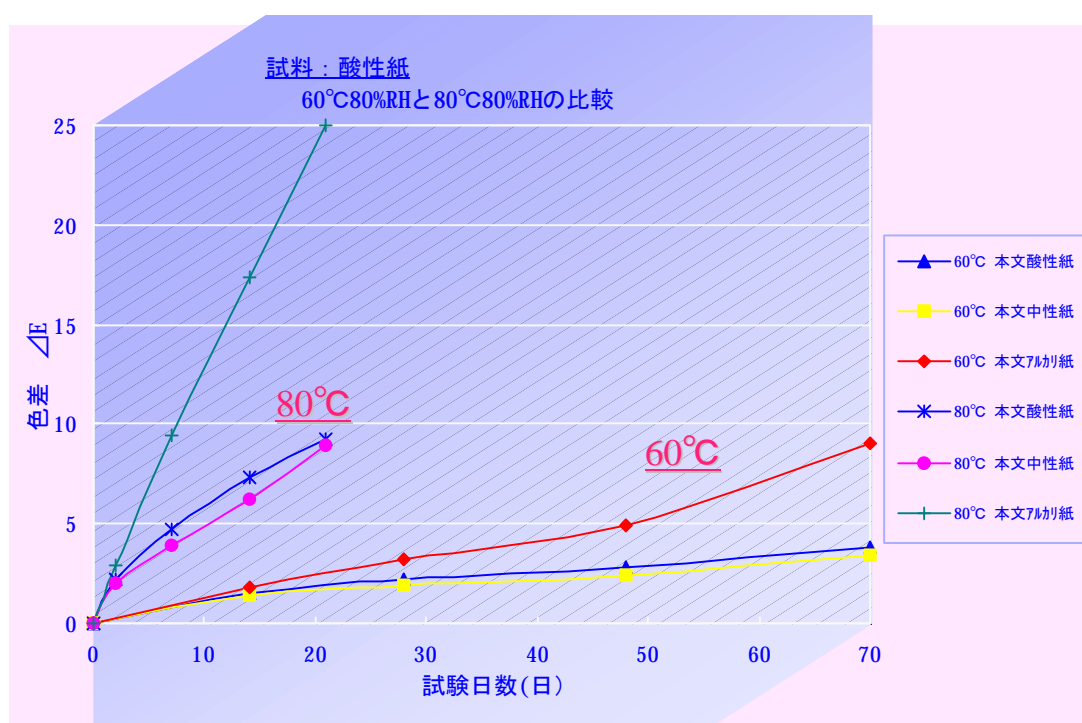
市販和紙の変色例

	劣化前	酸性紙 pH6.0	中性紙 pH6.9	アルカリ紙 pH9.5
和紙 A				
和紙 B				
和紙 C				
和紙 D				

12. 強制劣化処理条件の違い

劣化処理条件を変え $80^{\circ}\text{C}-80\%RH-21$ 日間と $60^{\circ}\text{C}-80\%RH-70$ 日間で強度や色差に、どのような違いがでるのか実験した。共に強度低下と変色は進んだが、色差の変化は耐折強さの変化よりバラツキが少なく直線的であった。次図に pH の異なる冊子に挿入した酸性紙の色差の変化を示した（耐折強さの変化は省略）。

誰が見ても色の違いが判別できる値は、 $\Delta E = 2$ 以上であることは既に述べたが、市販酸性紙のみで色差が **2.2** になるのに、 80°C では **2** 日間、 60°C では **28** 日間を要した。つまり、 20°C 違うと実に **14** 倍の時間がかかることになる。



変色を化学変化として捉えたと、以下の説明では全く整合性はない。しかしながら、仮に 20°C 、 $80\%RH$ で保存したとすると、 80°C の2日間は $2 \times 14 \times 14 \times 14 \approx 15$ 年となり、 $80^{\circ}\text{C}-80\%RH-21$ 日間はおおよそ **160** 年に相当することになる。

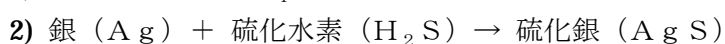
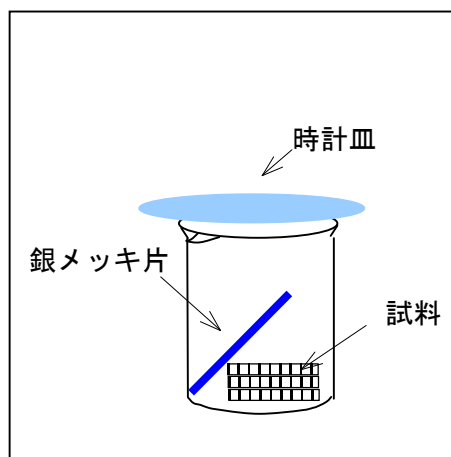
今後は劣化し易い紙を用いて各条件下での強制劣化処理を行い、数年～30年間程度の自然劣化と対比できるような試験が必要になるであろう。

13. 80℃-80%RHの条件下で一体何が起きているのか？

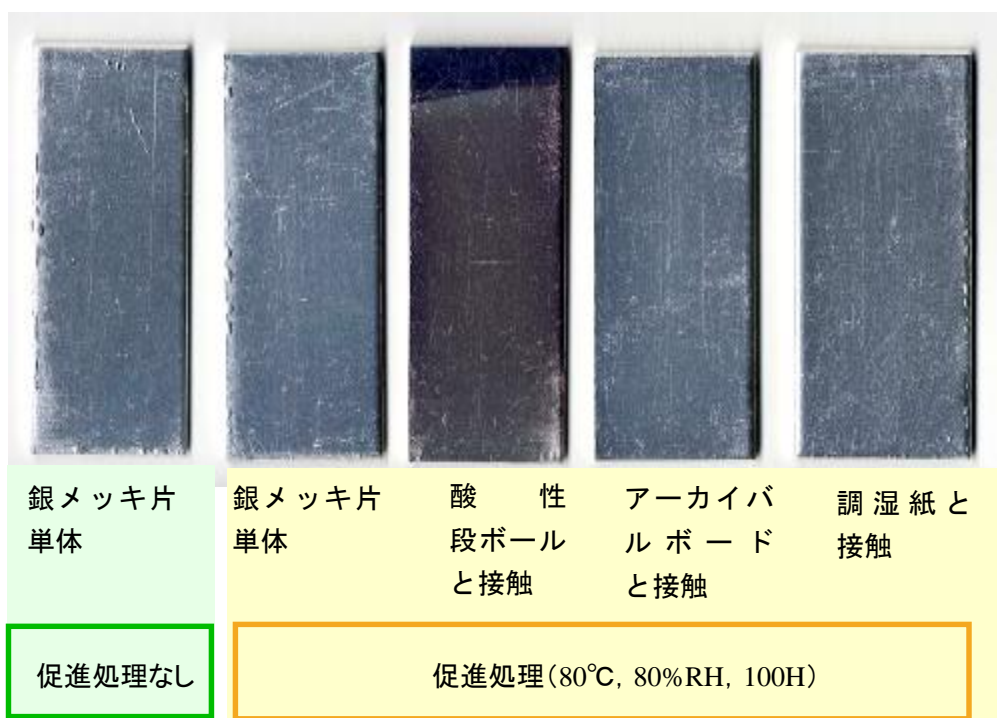
① 銀メッキ片の腐食性試験

市販の段ボールとアーカイバルボードを裁断し、右図のようにビーカーに入れ、銀メッキした金属片を斜めに立て掛け時計皿で蓋をした。ビーカーのくびれから水分が入るようにして、80℃-80%RHで100時間処理した。

この結果、市販段ボールから発生した硫化水素によって銀メッキ片は黒褐色に変色したが、アーカイバルボードや調湿紙からの硫化水素の発生はなかった。硫化水素は硫酸アルミニウムを使用した紙から次のように発生し、銀と反応したと考えられる。



銀メッキ片の腐食性試験



② 紙の中に含まれる主な陰イオン（イオンクロマトグラム分析）

紙の中には、無機酸や無機塩に起因するものが含まれている。

塩素イオン (Cl^{-1}) は塩酸 (HCl) になり、硫酸イオン (SO_4^{-2}) は硫酸 (H_2SO_4) や硫化水素 (H_2S : 酸性ガス) になる。

③ 未処理の濾紙の中から有機酸として、蟻酸 (HCOOH)、酢酸 (CH_3COOH) を検出している。また、 $80^\circ\text{C}-75\% \text{RH}-12$ 週間処理した濾紙の中から有機酸を検出（1週目から乳酸が検出され、劣化とともに徐々に酢酸が減り、蟻酸、乳酸が増加した。2週目以降不明ピークが検出された）¹⁴⁾ したと報告されている。

④ 劣化した紙資料の中から、酢酸、プロピオン酸、レブリン酸の有機酸を確認¹⁵⁾ したとの記載がある。

(スウェーデン国立紙パルプ研究所: **Marianne Bjorklund**)

以上のように、紙の中に含まれている無機酸や有機酸が、高温で熱せられ、熱水の中で紙の構成材料をアタックし、劣化を促進させるものと考えられる。この時、炭酸カルシウムが存在すると、無機酸や有機酸を中和する働きがあると思われる。

14. 保護・保存用紙の汚染ガス吸着性能

炭酸カルシウムだけを使用したアルカリ紙は、環境中の汚染ガスを効果的に除去できない。それ故、「分子ふるい機能によるガス補足効果のあるゼオライトなどと併用した紙が必要である」¹⁶⁾と海外文献に記載されている。それに該当する輸入紙（マット）が日本でも使用されている。

また、内外の文献^{6, 15, 16)}を調べてみても、紙のガス吸着性能についての具体的なデータが殆どなかったため、各種の汚染ガスに対する紙の吸着性能を調べた。

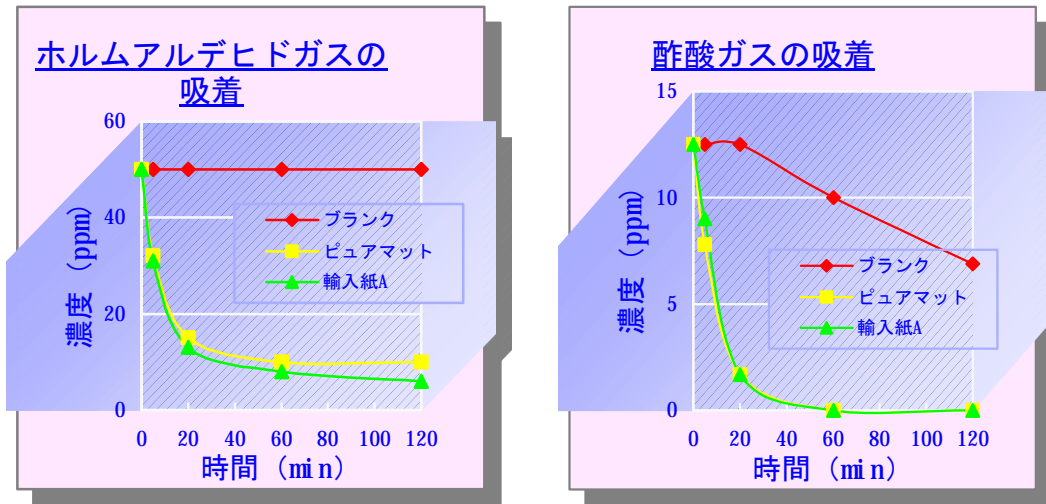
① 試験に供した汚染ガスの種類（実験方法は省略）

試験に供した汚染ガスの種類

種類	ガスの質	主な発生源	作製方法
硫化水素	美術品や書籍の劣化の原因となるもの 大気汚染 室内の悪臭	腐敗卵、生ごみ、紙の劣化	パルミエーター（ガステック製）
酢酸		タバコ、紙の劣化	
二酸化硫黄		石炭・重油の燃焼、排気ガス	
二酸化窒素		発電所や工場、排気ガス	
アンモニア		糞尿、汗、コンクリート	
ホルムアルデヒド	VOC化学物質（シックハウスの原因となるもの）	接着剤、防菌、防カビ剤	ホルマリンをカス化
キシレン		塗料、清掃用ワックス、接着剤	
エチルベンゼン		スチレンの合成原料	
トリメチルアミン	台所やトイレの悪臭	腐敗魚、汗	
イソ吉草酸	玄関・下駄箱・靴の悪臭	体臭、汗	

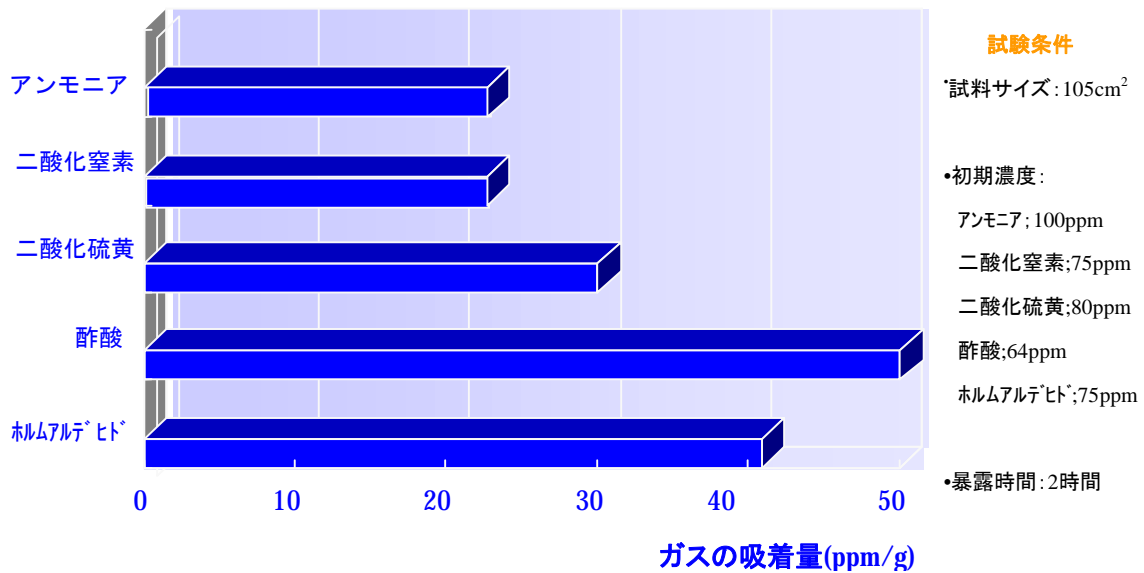
② ブランク、輸入紙（マット）、ピュアマットのガス吸着性能比較試験（一部を記載）

輸入紙の際立った汚染ガスの吸脱着効果は見られず、ピュアマットと同程度であった。

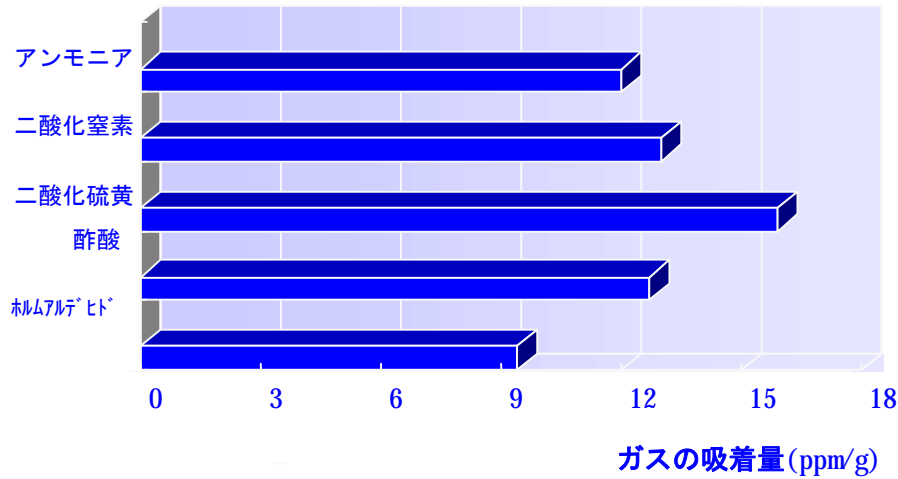


③ AFプロテクトH、アーカイバルボードのガス吸着量（他は省略）

AFプロテクトHのガス吸着量



アーカイバルボードのガス吸着量



試験条件

・試料サイズ：75cm²

・初期濃度：

アンモニア；100ppm

二酸化窒素；75ppm

二酸化硫黄；80ppm

酢酸；64ppm

ホルムアルデヒド；75ppm

・暴露時間：2時間

AFプロテクトHとアーカイバルボードは、それぞれの紙 1 g 重量当たり、各種のガスを上図のように吸着する能力を持っていることがわかる。

④ 保護・保存用紙と調湿紙のガス吸着性能

以上、紙のガス吸着性能の有無をまとめてみると、下表の通りである。

下表でいう保護・保存用紙は、ピュアガード、ピュアマット、AFプロテクトH、AFプロテクト、アーカイバルボードと輸入紙（マット）であり、調湿紙はSHCペーパーである。

○：吸着性能あり ×：吸着性能なし

種 類	保 護・保 存 用 紙	調 湿 紙
硫化水素	×	○
酢酸	○	○
二酸化硫黄	○	○
二酸化窒素	○	○
アンモニア	○	○
ホルムアルデヒド	○	○
キシレン	×	○
エチルベンゼン	×	○
トリメチルアミン	×	○
イソ吉草酸	○	○
P-ジクロロベンゼン	×	○

15. 1000年ペーパー(millennium paper)の根拠

2年前、1000年紙が発売されたが、次に示した規格値(左側)を満たしたものである。強制劣化試験は従来からのハンギング法で行っている。

① ASTM D5634-96 の規格値⁶⁾

	Maximum Life Expectancy LE-1000 予想寿命1000年	High Life Expectancy LE-100 予想寿命100年	Medium Life Expectancy LE-50 予想寿命50年
冷水抽出 pH	7.5~10.0	6.5~7.5	最低 5.5
アルカリ・リザーブ	最低 2%CaCO ₃ 相当量	—	—
紙の種類	中性・アルカリ性サイズ紙	中性・アルカリ性サイズ紙	酸性サイズ紙
90℃-50%RH-12 日間後の強度保持率%			
引張り強さ	95以上	90以上	85以上
伸び	90以上	80以上	70以上
引裂き強さ	90以上	85以上	75以上
破裂強さ	95以上	90以上	80以上
白色度	95以上	92以上	90以上

③ Life Expectancy(LE)は、1991年 American National Standards Institute

Committee IT9.1 で採択された考え方で、広範囲の保存条件下で救うことが予想される時間の長さとして定義：年数で表した紙の予想寿命であって、紙の耐久性が1000年あるということではない(くれぐれも誤解のないように)。

16. 今回の見直しで確認できたこと

① 挿入法(80°C-80%RH-21日間)の特徴

- * 隣接した紙と紙の相互作用を調べることができる。
- * 酸性紙による悪影響を改めて認識した。
- * 弊社の保護・保存用紙は、挿入法で再評価しても問題のないものであった。また、使用材料や用法、品質管理等にも問題はなかった。但し、AFプロテクトはバリアー紙として使用する目的でpHを9.5に高めてあるので、使用上の配慮が必要となる。
- * 従来のハンギング法は、pHが6.9の中性紙に挿入した場合と、ほぼ同じような変色を示した。

② pH

- * pHは、あくまでも一つの目安に過ぎないが、適度なアルカリ度を保持する必要がある。最も重要なことは、紙の中にどのような種類の酸性物質がどの程度含まれているかである。
- * pHが高ければ高いほど耐久力がある紙とは、必ずしも言えない。
- * 特別な用途例を除き、弊社の保護・保存用紙のpHは、 7.5 ± 1.0 の範囲に制御するために必要な CaCO_3 を保持させれば良いと考える。

③ 炭酸カルシウムの役割

- * 炭酸カルシウムは、他のアルカリ性填料（例えば水酸化アルミニウムなど）に較べて、長期にわたってpHをアルカリ側に維持する効果がある。
- * 炭酸カルシウムは、紙中の無機酸や有機酸を中和し、紙の酸・加水分解を抑えることによって、紙の強度低下の進行を抑える働きがあると思える。
- * 炭酸カルシウムは、汚染ガス吸着性能に関して殆ど寄与していない。

④ 紙の汚染ガス吸着性(現在確認済みのもの)

- * 弊社の保護・保存用紙は、6種類（前記14-④表）のガスを吸着する性能を持っている。また、40°Cに加温しても脱着しないが、50°Cを超えると脱着するガスもある。しかし、通常的生活環境内（夏季で最高35°C前後）では問題がないと考える。
- * 更に他種類のガスを吸着させるには特殊な粉体を混抄する必要がある（今回の実験から輸入紙の分子トラップ効果を見出すことはできなかった）。

⑤ 和紙の耐久性(前記載の通り)

17. 調査した主な文献と規格

- 1) 中野修「中性紙の評価方法とこれからの課題」(2000)
<http://www.con-con.org/nakano02.htm>
- 2) 国立国会図書館月報 332 号 (1988. 11)
- 3) ANSI/NISO Z39.48-1992 “American National Standard for Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives.”
- 4) ISO 9706:1994 “Information and documentation – Paper for documents – Requirements for permanence.”
- 5) ISO 11108:1996 “Information and documentation – Archival paper – Requirements for permanence and durability.”
- 6) ASTM D5634:96 “Standard Guide for Selection of Permanent and Durable Offset Book Papers.”
- 7) Library of Congress. “Specifications for Board Stock, Buffered, for the Storage of Artifacts.”
<http://www.loc.gov/preserv/supply/specs/300-300.html>
- 8) Hanson, Fred S. “Resistance of Paper to Natural Aging.”, *The Paper Industry and Paper World* (1939. February) [ASTM D5634-96 における引用文献]
- 9) Middleton, S. R. et al. “A Method for the Deacidification of Paper and Books”, *TAPPI Journal*, 79/11 (1996 November)
- 10) 池田素子ほか「挿入法による紙の劣化試験 (1)、(2) –酸性紙とアルカリ性紙–」 第 23 回文化財保存修復学会 (金沢、2001)
- 11) 高木彰子ほか「挿入法による紙の劣化試験 –色変化に及ぼす圧力の変化–」 第 24 回文化財保存修復学会 (東京、2002)
- 12) Inaba, Masamitsu et al. “Insertion –Accelerated Aging Test of Paper for Conservation: Increase in Discolouration of Acid and Alkaline Paper Interface.” *Works of Art on Paper, Books, Documents and Photographs : Techniques and Conservation, IIC* (Baltimore.2002)
- 13) 尾関昌幸ほか「紙の劣化速度に関する検討」、紙パ技協誌、第 39 巻第 2 号、(1985. 2)
- 14) 佐野千絵ほか「劣化の紙中に生成される有機酸の種類と定量」、第 24 回文化財保存修復学会 (東京、2002)
- 15) Shahani, C. “Accelerated Aging of Paper : Can it Really Foretell the Permanence of Paper -- Comparison of Accelerated Aging of Paper in Stacks and Sheets.”(1995)
<http://www.loc.gov/preserv/rt/age/>
- 16) Rempel, S. “Zeolite Molecular Traps And Their Use In Preventative Conservation.” *WACC Newsletter*, Vol. 18, No.1 (1996, January)
<http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn18/wn18-1/wn18-106.html>

- 17) 佐野千絵ほか「室内汚染ガスによる色料の変色ーパステルの変色ー」、第24回文化財保存修復学会（東京、2002）
- 18) 中野修「湿度を調節する紙“SHC”（1）、（2）」、紙パルプの技術、第48巻第2号（1997）、第3号（1998）
- 19) 青木睦ほか「史料収蔵環境に対する保存箱の効果」、史料館研究紀要、第30号抜刷（平成11年3月発行）

18. おわりに

保護・保存用紙に関する規格や指針がどのような根拠に基づいて決められたのか知りたいと思い、海外の文献の幾つかを調査したが、意外なことに自分自身が納得できるようなデータを見つけることができなかった。そこで、それならば保存現場の実状に沿った方法（挿入法）で保護・保存用紙の実力を再確認したいと思い、今日ご紹介したような実験を行ったのである。

実験のレベルとしては、「劣化処理するとこんな傾向になる」という大雑把なものであったが、文献から得られる曖昧な情報や疑問点の幾つかを明らかにすることができた。しかし、諸現象について学理的な結論に至るにはほど遠く、整合性のない部分もまだまだあるが、自分たちの評価尺度で技術的に納得しながら保護・保存用紙を製造していくための基本的な結果が得られたのも事実である。

今後も内外の新しい情報や材料に対して十分に調査していくつもりだが、皆さんが希望される確認実験や保存材料の開発も行っていきたいと考えている。

(小野) 一橋大学の小野と申します。私は図書館にいますが、実際スリッパをいろいろな資料に挟むことが多いのです。その場合、お話を伺った限りでは、変色が一番少ないのは中性紙、ノンバッファの紙ということですか。やはり包材に使う場合とスリッパに使う場合は違うというような理解でよろしいのでしょうか。

(中野) 実はその中性紙としてノンバッファの「ピュアガード」を上市したわけですが、その目的は、写真や染色織物などのようにアルカリにデリケートなものに対してより安全なものをという観点から、できるだけ pH を 7 に近いものに作ったということです。では、先ほども申し上げたように、封筒に使用している「AF プロテクトH」だと問題があるのかということになりますと、今回の実験では AF プロテクトH と接触した酸性紙の片面が若干黄ばみを増しました。それも例えば 100 年以上も接触していた場合に起こる可能性があるというわけで、その間入れっぱなしの状態でも保存することは無いと思いますから、特にピュアガードを使う必要はないのではないかと私は考えますが、いかがでしょうか。

(司会) ほかの方はいかがでしょうか。

(坂本) 紙の保存修復をやっています坂本と申します。「ピュアマット」等の汚染ガス吸着効果なのですが、ある密閉された容器、例えば額だとしますと、その額に有機酸をよく出す木が使われていたとして、「ピュアマット」を入れておくと、ある期間はやはりガスを効果的に吸着してくれると思うのです。ですが、やはりある程度限界があるということで、取り替えが必要になるものもあるかと思えます。それを、難しいチェックをせずに、「もう限界に近いな」とチェックする方法は何かあるのでしょうか。

(司会) 坂本さんが言うように吸着できる量の問題というのがあると思うのです。例えば先ほどのグラフの中に、「ピュアマット」などのいろいろなガスに対する吸着能力というのがありました。あるガスに対しては何 ppm ぐらい吸着するというグラフですが、目一杯吸着したときの「お取り替え時期」の目安ですね、そこは私もお聞きしたかったことなのですが。

(中野) ご質問の答えになるかどうかわかりませんが、「ピュアマット」のカタログにガスの吸着機能についての説明がしてあります。これを見ると、今ご質問の有機酸は酢酸しか入っていませんが、二酸化硫黄や二酸化窒素ならマット紙 1 g 当たり何 ppm か吸着するかを示してあります。マット紙の使用量の g 数を掛けると相当量のガスを吸着することがわかります。では、これらのガスは空气中にどのくらいの濃度で存在するのでしょうか。このカタログに書いてある二酸化硫黄や二酸化窒素の日本における年間の平均の濃度としては、0.005 とか、0.03 ppm ということで、要するに 1ppm 以下なのです。そういう空気とずっと接していても、十分に吸着できる容量を持っているわけです。

また、低濃度（数 ppm～数十 ppm）のガスで変色実験をしたのですが、そういう低

濃度のガスに曝してもなかなか絵画の色は変色しませんでした。「ピュアマット」を使った場合と使わない場合で、**2,000** とか **3,000ppm** という高濃度の二酸化窒素に曝して、やっとカタログのように変色に差が出てきました。つまり、マット紙を使うとガスを吸ってくれますので、使わない場合に較べて絵画の変色は非常に抑えられています。このように極端な濃度で実験を行わないと、吸着効果の確認ができません。

先ほどの文献でご紹介したように、独立行政法人 東京文化財研究所の実験¹⁷⁾でもガスによる色料の変色について発表がありました。これも接触させているガスはガスの原液というのでしょうか、無理やり変色させているという状態です。

通常、匂いをかいでみるとガスの種類によって違いますが、例えば数十 ppm などというのはまずありません。ほとんどは数 ppm 以下です。そういうものが例えば額の中に入っていて、多少は出入りがあるってこの程度の濃度でしたら、有機酸が何であるかはわかりませんが、きっと吸着してくれると思います。

(坂本) その場合、普通だったら「ピュアマット」を入れていない同じ額を開けると、おそらくきつい匂いがする。一方で、「ピュアマット」を入れておけば匂いはしないはずと考えてもいいのですか。

(中野) 匂うところまでですと結構な濃度です。ガスの種類によって匂いを感じる濃度は違いますが、ガス濃度のレベルは **0.5ppm** とか **1ppm** 前後です。通常はもっと低い濃度のガスが複合して存在し、何か判らないが何となく匂うという場合が多いと思います。マット紙は額や裏板から発生するガス量なら十分に吸着する能力は備えていると思います。でも、マット紙が吸着しないガスに対しては、別にバリアペーパーが必要になる場合もあります。

(司会) 日本の都市区域ならばその地域の空気汚染物質の年間の量というのがありますね。一方で、さきほどのグラフや表は、ガス状の汚染物質を吸着できる能力を示している。ガスの年間量と吸着能力を比較すると、もう桁数が全然違うという感じがします。計算上だけなのですが、**1,000** 年ぐらい吸着し続けることになる。だから、**1,000** 年ぐらいは「お取り替え」しなくても大丈夫だと。**1,000** 年ぐらいはどんどん吸い続けるということで、これは数字上ではそういうように考えていいということになるのですか。

(中野) **1,000** 年が妥当かどうかはわかりませんが。ただ、私どもはこのようなガスをずっと吸着させて、紙の中の pH の変化を調べております。例えば高濃度のアンモニアガスなどをやると pH はやはり上がります。そういうことを利用して脱酸法などをやるわけですが、ある程度故意に高濃度のものを吸着させると、紙の pH に影響してくるという現象は見られました。ただ、何百年とかという言い方はできません。

(司会) ほかの方はいかがでしょうか。では、司会の方から二つお伺いします。先ほどのご説明の最初の方で中性紙の分類がありました。その中で、実は硫酸アルミニウムが入っているが、後から中性化した「中性紙」というのがあり、それには硫酸イオンというのが相当入っているのだというお話でした。中性紙に対するニーズが出てきたときに、いろいろな「中性紙」が紙屋さんから出てきました。

いわゆる硫酸アルミニウムが悪さをすることは、紙を作る方ならばわかっていたと思うのです。にもかかわらず、なぜそういう問題がある「中性紙」を作ってしまうのでしょうか？

(中野) 当社では作っていないのでよくわからないのですが、硫酸アルミニウムを紙に使うということは非常に有利な点があるわけです。一つには歩留まりが上がるということです。それから脱水をしやすいつか、染色しやすいつかというように、紙をつくる場合に硫酸アルミニウムは目に見えない良い働きをします。20年くらい前から中性紙の普及があり、その時からpH重視の考えだけが先行していったわけです。作る側の卑しい根性でpHさえ合っていれば歩留まり的にも、あるいは生産面においても作りやすいやり方がいいだろうと。そういう考え方があったことは事実だと思います。その後、中性紙が更に普及してきましたので今度は、いや、やっぱり保存のことを考えると硫酸アルミニウムは使わない方向で行こうということで、2年前、王子製紙(株)さんもその方向に向いてきたと。こういう流れだと私は思っています。

(司会) ありがとうございます。もう一つは市販の段ボールです。段ボール片を半密閉の環境の中に置いて、そこに銀メッキをした板を置く。するとやはり段ボールの中からは硫化水素が出てきて、それが銀と反応して硫化銀になって変色する云々というお話をいただきました。そもそも、一般の段ボールとか、封筒の素材として使われているクラフト紙といわれている茶っぽい紙がありますが、その素性だったり、pHだったり、イオンだったりというのは、どういうものだと考えればよろしいのでしょうか。

(中野) それは非常に難しい質問です。というのは純粋性を守るということで本当にそういうクラフト紙や段ボール紙が作られているかということ、そうではないわけです。いろいろな材料、特に再生紙の利用ということを含めて、何回も再生するためには何回も薬品処理をする、そういう原料をクラフト紙や段ボール紙は使っているわけです。そうすると、酸性物質が何に起因して混入するのかということがわかりにくくなってきます。だから、そうではない品質の維持と管理というものが必要になってきます。特に保存関係では素性のわからないものは使わないということが大切だと思います。

(司会) 段ボールとかクラフト紙というのは、確かにいろいろな再生材料を使っていますね。だから、その元をたどるのは大変で、本当にバリエーションはたくさん、素性としてはあると考えてよろしいと思うのです。だから、Aの段ボールとBの段ボールが全く違う原料を使っていると考えればいいのですが、中野さんが先ほど見せてくださったものは、それに限らず、いわゆる段ボールというものを何種類かやってみれば、どれからも硫化水素は出てくると考えてよろしいわけですか。

(中野) 普通の市販の段ボールでは出てくると思います。

(司会) どうしてですか。硫化水素の出元というのは、何なのですか。

(中野) 最終的に段ボールの原料となる新聞紙や段ボール原紙は、酸性処方で漉いています。それから古紙回収で集めた雑誌類は多種多用で酸性紙も多い。そう

いうものがリサイクルされて段ボールの原料になる。特に中芯ライナーには素性のわかり難いものが入っています。例えば段ボールでも精密機械とか電子機器などを包む段ボールは、保存箱と同じような考え方でつくられることもありますが、市販の段ボールはどれでも硫化水素の元となる硫酸イオンが入っていると考えられます。

(司会) ほかの方、どうぞ。図書館の方とか文書館の方がいらっしゃると思いますが、実際に包材などで使ったり、何かコピー用紙で使ったり、いろいろあると思うのですが、もし疑問とか質問、御意見がございましたら、せっかくの機会ですので、ぜひ言っていただきたいと思います。

(久永) ミューズの久永と申します。紙ベースの作品が仮に酸性のもので、それを「ピュアマット」でブックマットなり、額装なりをしたとして、当然「ピュアマット」の方も除々に変色していくと思われませんが、その移り方は酸性の度合いによって異なると思うのです。色が変わるのはしようがないのだと。では、それはどのくらいの色の変化なのか。先ほど色差という言葉を使っていたら、その色差がどの程度になったら、かえた方がいいのではないかという一つの見識があればお伺いしたいのですが。

(中野) 非常に難しい。作品の表現しようとするレベルがありますね。ちょっとでも黄ばんだらこの作品は台なしだというものもある。その辺は何とも申し上げられないというのが正直なところ。私達が「ピュアマット」を作った一つの理由は、アルカリ度が余りにも高いと却って問題があるのではないかと思ったからです。一般的にアルカリ度が高ければ高い紙ほど耐久力は上がるとの考えが広まってしまった結果、pHが9.5とか10.0という値のアルカリ紙がどんどん出てきてしまいました。でも、高いpHではそういった作品類に対して問題だろうと。どこか適切なpHに制御した紙があつていいはずだということから、きょうお話したような実験をして、今言ったような問題が少しでも軽減されるような材料を作り上げました。作品の求めるいろいろなレベルによって、取り替えの時期があると思いますので、全てに通じる尺度については私にはわかりません。

(久永) 色は当然変化すると思うのです。「ピュアマット」も。変化しっぱなしの状態でおいておくのはどうなのだろうなというのがあります。例えば新しい「ピュアマット」と替えてあげた方が作品のためにはいいでしょうか。

(中野) それは程度の問題ですね。作品とマットという関係もありますが、例えばベニヤ板と作品の台紙との関係で、開けると変色している場合がよくあります。見るからに替えなきゃいけないという場合がありますね。だから程度の問題だと思います。要するに作品自身に求められている品質とか美観とかを損なうと思われるような変色だと、やはり取り替えなくてはいけないし、作品もマットも同じような変色の度合いだったら、これはわからないですね。

(株)T.S. スピロンさんから『保存額装のススメ』というリーフレットが出ています。この中に「ブックマット」の方法が解説されていますが、これは2枚のマット紙を中性テープで蝶番にして、作品を中に挟んで額装展示する方法です。展示終了後、収蔵庫で保管する場合は、作品をマット紙に挟んだ状態で保存箱に収納

できます。このように、展示から保管の時の出し入れの際に作品が外気に触れ、先ほどの接触という点からは随分と解放されるわけです。その場合にマットが傷んでいるとか変色していたら当然替えればいいわけであって、取り替え基準を決めて、替えようということは大変難しいと思います。

(秋山) フィルムルックスの秋山と申します。中性紙の保存箱に関してお伺いします。箱を作ったりする時に関係するのですが、密閉性というのは中性紙保存箱の効果にどの程度の影響があるのでしょうか。開け閉めしやすいように緩く作るか、それとも完璧に、なるべく密閉性を高く作ったほうがよいのか。

(中野) 私たちは国文学研究資料館史料館の青木睦先生、あるいは東京藝術大学の稲葉政満先生と一緒に、弊社の「もんじょ箱」を使って、中に酸性紙を入れる、和紙を入れる、量を変える、そして保存箱自体をフィルムでくるむ、中には調湿紙¹⁸⁾も入れるという多様なバリエーションで、1年を通じての湿度変化を見るという実験をしました。必要であれば、その報文¹⁹⁾を冊子にしてありますので差し上げます。弊社で出している保存箱は完全密閉ではありませんし、ましてや運びやすいように穴を開けてあります。そういう箱での実験だったのですが、結論とすれば、現在の保存に対する考え方というのは、外気と内部の空気がゆっくり時間をかけて置換する方が、保存物にとっては却っていいのだと。急激な変化は困りますが、ゆっくりと変わっていくのは、湿気やガスがこもるということもないわけです。当初は密閉性ということ意識して保存を考えていたのですが、最近ではそのような緩やかな変化だったら良いという方向に変わってきております。完全密閉を求めるという場合は少ないと思いますし、ほとんど利用のために取り出したりして開け閉めするわけですから、やはり準密閉型ということになるわけです。また紙の保存箱自身にも調湿効果がありますから問題はないと思います。

(秋山) ありがとうございます。

(司会) 中野さん、今の質問でもう少し補足的な説明を聞きたいのですが。紙箱というのは、完全密閉しようと思っても、紙自体に通気性がありますので基本的には不可能なのですね。ただ、ある程度の空気の出入りというのは、例えばすき間という形であるとしめます。多少の出入りがあるって緩やかに変化していくけれども、その変化も中に調湿ボードを組み込むと非常に改良されると。空気の出入りはあるのだけれども改良されるというようになっています。これはどうしてなのですか。基本的には、湿度というのはなるべくゆっくり変化していった方が紙のためにはいいということになりますね。箱自体の調湿機能というのは、もちろん紙ですから持っていて、その調湿性も非常に高いのですが、もう一段、調湿ボードを入れることにより一層箱内部の湿度が安定して資料には良い、というのはどうしてなのでしょう。

(中野) 基本的に普通の紙と調湿紙の大きな違いは吸放湿量が違うのです。吸ったり吐いたりする量は調湿紙の方が大きいのです。それからもう一つ違う点は吸ったり吐いたりする速度が違うのです。吸う速度よりも吐く速度が、調湿紙の方が断然速いわけです。そういうこともあって、単なる紙だけのボードに比べて、

多少のすき間があろうが十分にカバーできる。それから流入してくる空気に対してもすぐ対応できるということで湿度を一定にしやすいし、汚染ガスも吸着することができます。

今日はお持ちしませんでしたでしたが、お米の劣化試験を以前より継続しております。今日お話したような強制劣化ではなく、我々の生活環境の中で行っている自然劣化試験です。低密度のポリエチレンの弁当箱に精米したお米を4合ずつ入れて、もう10年たちます。片方には調湿紙を入れました。入れたのと入れないのを我が家の廊下に置きました。2年くらいすると、調湿紙の入っていない方はお米が少し粉をふいたようになって、4年目になるともっとひどくなる。5年目になるとこうやって掴むとぼろぼろになってしまう。現在では湿気を吸いすぎて、褐色になって、もうお米の形状は無くなってしまいました。ところが調湿紙を入れた弁当箱は完全密閉ではないですし、低密度のポリエチレン自体も水蒸気が通過します。10年もたつと大分違うだろうと思うけれども調湿紙が入っていることによって、お米の色は多少黄色くなりましたが、こうやってぎゅっと握っても全然ぼろぼろにならない。お米よりも早く調湿紙が吸放湿するため、お米の水分を常に一定にする効果が調湿紙にはあるわけです。だから多少すき間が開いていてもそういう機能を発揮します。

それから保存とは違いますが、もう一つX線フィルムの例があります。お医者さんの使う現像前のX線フィルムにこの調湿紙を使っています。X線フィルムというのは水分にむらがあると、現像した場合濃度のむらになって出てきます。だから正常であっても異常と判断される場合がある。そのためにメーカーは相当神経を使っている。箱の中のフィルムを全部使い切るまでに例えば1週間とか2週間、当然開け閉めします。それでいて湿度を一定にするために調湿紙が使われています。この例からも完全密閉でないとう効果が出ないというわけではありません。そういう実例があります。

(司会) 今伺っていて思ったのですが、調湿紙、調湿ボードなどの、いわゆる一般的なpHの素性とか、調湿紙がほかのものに接触した場合の影響力とか、そういう調査みたいなものはあるのでしょうか。

(中野) 調湿紙を作りましたのは、現在はリタイアされた元東京国立文化財研究所の見城敏子先生から、桐にかわるものを作りますかというお話が最初でした。相手が文化財ですから余分なものを使ってはいけませんよと。そしてpHはやはり中性に近い方がいいですよということで、そういう観点から紙の材料と調湿剤と、それをとめるための定着剤と、このくらいしか使っていないのです。あとはpHを維持させるために炭酸カルシウムを若干入れている。pHにしますと7.2くらいに調節してあります。調湿紙というのは接触して使うよりも、例えば箱の蓋の裏側に貼って、内部の資料とある程度間隔があった方が調湿効果は出てくるのです。接触させてしまうと、その接触したものと水分のやりとりをしてしまうので、一般的な環境の保全にはならないのです。そういう使い方の方が調湿紙は効果を発揮するということです。欠点としては調湿剤をたくさん入れてありますので、ぱらぱらと粉が落ちてくるということがあります。そういう場合には、中性紙や

アルカリ紙の中にくるんでしまっ使用。そうすると問題はない。これでも調湿機能やガス吸着機能は変わりません。先ほど申し上げたX線フィルムの包材でも、フィルムの方に調湿剤が落ちてしまうとまずいということで、不織布に調湿紙をくるみ、それをケースの裏側に貼るという使い方をしています。

(司会) そろそろ終わりに近づいておりますので、中野さん、何か付け加えたいことがございましたら……。

(中野) 今後もこのような勉強会を行いたいと思います。我々も将来もっといろいろな情報や実験を積み重ねると、やはり別の考え方や新しい素材ができてきたりします。常に進歩し続けなければいけないと思っていますし、そういう意味では、いわゆる保存現場の情報をできるだけ正確に我々の方に返してほしい。そうすれば、そういうものをヒントにして我々も物づくりができると考えていますので、よろしくご協力のほどをお願い申し上げます。

(司会) わかりました。ありがとうございました。以上で、きょうの中野さんのお話を終わらせていただきます。中野さん、本当に長時間、どうもありがとうございました。

(中野) こちらこそ、ありがとうございました。