

# 上膠手工紙保存性之研究

谷 雲 川      王 國 財

## 摘 要

本試驗研究的對象包括六種上膠手工紙，經由加速老化的方法，測定紙張之保存性，加速老化係於  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  之烘箱中行之，根據前人之研究，除了白度之外，這種加速老化方法可以預測紙張於自然環境下之保存年限。

在試驗中，選擇耐摺力及撕力來評定加熱對紙張之老化應效，此外，亦於不同加熱時間取樣測定紙張之 pH 及白度。

試驗結果顯示：熟蠟箋之保存性最佳，亦即保存性最好之紙張未必見得需要最佳之原始強度。前人之報告指出：紙張於  $105^\circ\text{C}$  加速老化 24 天後，耐摺力至少保留 50%，撕力留存 80% 以上，才能符合高保存性紙張之標準。本試驗中研製之無礬熟紙及熟蠟箋兩種中性上膠手工紙皆能符合上述標準，而以動物膠加明礬上膠之蟬翼箋、仿蟬翼箋及以松香皂加明礬上膠之台灣礬宣、及仿台灣礬宣無論在紙張 pH 及強度方面皆無法符合高保存性紙張之要求。

關鍵詞：上膠，手工紙，保存性，加速老化。

谷雲川 王國財 1989。上膠手工紙保存性之研究、林業試驗所研究報告季刊，4(3)：95—103，1989

## A Study on the Permanence of Sized Handmade Paper

Yun-Chuan Ku and Kuo Tsai Wang

### [Summary]

The permanence of six kinds of sized handmade paper was examined. The purpose is to obtain, by an accelerated test, information regarding the aging qualities of the paper. The accelerated aging tests were made with an oven that maintained a uniform temperature of  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ . As other studies indicate that except for color changes, the results of heating under the prescribed condition correlate with normal aging process.

Folding endurance and tear resistance are selected to estimate the effects of heat treatment on paper. Further consideration was given to the pH and the brightness of papers throughout the aging periods.

The best results are obtained from paper sized with modified wax emulsion. The most permanent paper in the test are not necessarily the ones with the best original strength. Other researches suggest that after 24 days of artificial aging at  $105^\circ\text{C}$ , at least 50% of the original folding endurance and 80% of tear strength should still remain for a paper to be deemed permanent. Both neutral paper, sized with modified wax emulsion and animal glue-AKD emulsion mixture, meet these criteria of maximum permanent paper satisfactorily. Papers sized with rosin-alum, and animal glue-alum however, donot meet the specifications of permanent paper with respects to both pH and strength.

1989年3月送審

1989年5月通過

主審委員：王 益 眞  
蘇 裕 昌

**Key Words :** Sizing, handmade paper, permanence, accelerated aging

Ku, Y.C. and K.T.Wang 1989. A study on the permanence of sized handmade paper, Taiwan

For. Res. Inst. New series 4 (3) : 95—103

## 一、緒 言

傳統手工紙是承載我國文化的重要媒體，典籍、書、畫多賴以傳承，由於其暈水（墨）速度的不同而分之為生紙、熟紙（即上膠手工紙），亦有介於兩者之間者。大體而言，生紙多用於書法、水墨寫意畫、油印及木版水印而熟紙則用於工筆畫及潑彩畫，但有時亦因時代風尚（陳大川，1979）、製造技術、使用者的喜好及表現方式而異其用途。本試驗之研究對象為上膠手工紙。我國歷代手工紙施膠使用的方法有(1)以植物澱粉施膠，如著名的唐代流沙箋即以敗面糊為表面施膠劑（蘇易簡，宋朝）。(2)至遲在宋朝已普遍使用植物膠黏液與明礬水溶液來處理紙張（林貽俊，1985）。(3)以臘塗之，備摹寫之需（張彥遠，唐朝），著名的金粟山藏經紙也是內外以臘磨之，使之光瑩（張燕昌，清朝）。(4)唐朝已發明用動物膠作施膠劑以代替澱粉，同時用明礬作沈澱劑，或將其摻入紙漿中再行撈紙，或將膠礬塗刷於紙張表面（潘吉星，1979）。這是目前大陸生產上膠宣紙及台灣少數畫家自行製作熟紙所採用的方法（于非闇，1985。宋國華）。(5)於漿料中混入松香皂及明礬再行抄紙，這是目前台灣手工紙業者製造上膠手工紙唯一的方法。

鑑於以上幾種方法泰半涉及明礬的添加，明礬屬於酸性物資，其上膠方式及紙張pH值無法符合高保存性紙張之要求（Kelly, 1981。Barrow, 1960）。因此，在本試驗中研製兩種不添加明礬之上膠宣紙，其一為無礬熟紙，使用的上膠劑為動物膠及中性上膠劑AKD（Alkyl Ketene Dimer）；另一為熟蠟箋，使用的上膠劑為變性蠟乳液。為了要比較上膠宣紙之保存性，本試驗選擇的對照試材為目前最常用的大陸蟬翼箋及台灣礬宣，前者使用動物膠及明礬為上膠劑，後者使用松香皂及明礬為上膠劑，同時為了避免因紙張纖維組成差異造成比較上的不便，試驗中亦採用與大陸蟬翼箋及台灣礬宣相同的上膠方式製作仿蟬翼箋及仿台灣礬宣，目的在於探討當紙張纖維原料與上述無礬熟紙及熟蠟箋相同時，大陸蟬翼箋及台灣礬宣的上膠方式是否得宜。

。

紙張的保存性係指經過長時間後，紙張之化學穩定性及其維持原始性質之能力。因此，測定紙張保存性原則上係於自然的情況下，測定經過長時間老化的紙張之性質，但其困難在於試驗時間太長且自然情況的標準難以一致。因此，紙張保存性通常以經過加速老化的紙張為測試材料，而加速老化有加溫、加溼及照光等方式（高橋厚，1987）本試驗採取於105°C烘箱中加溫方式來使紙張加速老化，雖然不是所有的造紙化學家都認為這種方式可以與自然情況一樣用來評定紙張的相對保存性，但它是確認紙張保存性有效且屬最佳的方法（Kelly, 1981），一般而言，在105°C加速老化72小時相當於自然老化25年的時間（Barrow, 1950），因此可用以預估各種紙張之保存年限。

經過加速老化的紙張需要測定各項性質，由於書畫用紙涉及歲久需重新裝裱，因此，強度性質是評估可否繼續保存的要件，強度性質中又以耐摺力及撕力最能反應加速老化的結果。另外，紙張之pH值也是重要的考慮因素，一般咸信紙張之pH值與保存性具重要關聯（McComb, 1981），除此而外亦測定紙張之白度變化，作為參考之需。

至於高保存性紙張的標準如何訂定，許多團體持不同的看法（Kelly, 1981），以紙張之pH值而言，大部份的標準在於6.5—10.3範圍之內，但以7.5—9.5為較適當，或不規定pH值而是規定紙張中必須含有2%以上之CaCO<sub>3</sub>或MgCO<sub>3</sub>，使紙張之pH值維持在適當的範圍（Barrow, 1960。Kelly, 1981。Sclawy, 1981）。一般認為紙張在100°C加速老化24天後，耐摺力能留存原來之50%及撕力能留存原來之80%—85%以上者，表示其保存性良好，預估其壽命可達500至1000年（Kelly, 1981）。

## 二、材料與方法

### (一)試驗材料

本試驗使用的上膠宣紙有下列幾種：

A：蟬翼箋：係我國大陸依傳統方法，使用動

物膠與明礬加工生宣紙而製成的上膠宣紙，紙質緊薄，透明度高，適合於工筆畫。

B：台灣礬宣：在抄紙前於漿料中添加松香皂及明礬抄製成的上膠宣紙，這是台灣目前製造上膠宣紙唯一的方法，這類紙張亦適用於工筆畫。本試材由純雁皮抄製。

以上兩種紙張皆採樣自市面之美術社。

C：無礬熟紙：將 2kgLBKP, 1.5kg雁皮漿板及 1.5kg 馬尼拉麻漿板置於打漿機中打漿至游離度 CSF610 ml後，加入 250g 輕質碳酸鈣及對漿料 0.25%之溼強劑，以陰離子性聚丙烯醯銨（商品名 Accoparl）為分散劑抄製宣紙，紙張經壓水乾燥後，於上膠液中拖過（上膠液含有 0.03%中性上膠劑 Ucon 及 1%動物膠）刮除多餘之膠液，陰乾後於 105°C 烘箱中加熱 5min。這種紙張適用於工筆

畫及潑彩畫。

D：熟蠟箋：原紙及上膠方法與上述無礬熟紙相同，上膠劑為 0.35%之變性蠟乳液 Catwax-25。這種紙張亦適用於工筆畫及潑彩畫。

E：仿蟬翼箋：原紙及上膠方法與上述無礬熟紙相同，上膠劑為 4%之明礬及 2.5%之動物膠。

F：仿台灣礬宣：抄紙原料料與上述無礬熟紙相同，但填料改為白土，分散劑為 Polyethylene oxide（商品名 Meiserine AL）。仿蟬翼箋及仿台灣礬宣紙之基重較高，除了可以用於工筆畫，尚可用於潑彩畫。

以上 C, D, E 及 F 四種紙張於林業試驗所手工紙試驗室抄製及加工。六種供試驗紙張的基本性質如表一所示。

表一 供試驗紙張的基本性質

紙張名稱	蟬翼箋(A)	台灣礬宣(B)	無礬熟紙(C)	熟蠟箋(D)	仿蟬翼箋(E)	仿台灣礬宣(F)
纖維組成	麩皮纖維 雜草	雁皮 100%	LBKP40% 雁皮30% 馬尼拉麻30%	LBKP40% 雁皮30% 馬尼拉麻30%	LBKP40% 雁皮30% 馬尼拉麻30%	LBKP40% 雁皮30% 馬尼拉麻30%
上膠藥品	動物膠 明礬	松香皂 明礬	動物膠 AKD乳液	變性 蠟乳液	動物膠 明礬	松香皂 明礬
基重, g/m <sup>2</sup>	28.17	18.24	40.51	39.35	44.50	42.53
密度, g/cm <sup>3</sup>	0.342	0.341	0.397	0.367	0.385	0.372
白度, %GE	70.6	66.7	70.4	70.4	72.5	72.7
pH值	4.74	6.17	8.54	8.87	4.76	4.92
上膠度, sec.	4.2	3.7	19.8	25.2	7.2	14.1
灰分, %	14.2	3.1	4.3	4.4	7.2	4.4

### (二) 試驗方法

將上述六種紙張裁成 25×25cm 垂直懸置於 105°C 烘箱中，於第 0, 1, 2, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 60 日取樣 20 張，置於 20°C, 65% RH 之溫溼度控制室中，24 小時後依 TAPPI 標準方法 T509 os-77 測定紙張 pH 值，T511 su-69 測定耐摺力，T 414 om-82 測定撕力，耐摺力及撕力分別測定縱橫向後求其平均值，耐摺力及撕力留存率為加速老化後之數值對原始強度之百分比。依 CNS-2512 測定 Stöckigt 上膠度，T 452 om-83 測定紙張白度，T 413 om-85 測定灰分。

### 三、結果與討論

#### (一) 蟬翼箋之保存性

蟬翼箋為薄質之上膠手工紙，由於其上膠度並不高（表一），恐無法承受潑彩（墨）畫之重彩，故主要用於工筆畫。由於蟬翼箋使用動物膠與明礬上膠，紙張之 pH 值很低，在未加溫處理時 pH 為 4.74，經過 105°C 處理一天，pH 急速降至 4.17，當加溫時間延長，紙張之 pH 未見有顯著的變化（表二）。在紙張強度方面，同 pH 有相似的情況，經加溫老化處理一天後，耐摺力及撕力急遽下降，

兩者之留存率分別只有原來強度之6%及42%，經加溫老化處理6天後，根本無法測定耐摺力，蓋以手觸之即碎，撕力之留存率亦不及30%（圖2,3），由以上pH及強度的變化來看，大陸蟬翼箋根本無法符合高保存性紙張的標準，甚至連中等保存性紙張的標準（Sclawy,1981）也無法達到，換言之，

大陸蟬翼箋之保存年限難超過50年，甚或十數年即斷折，無法重新裝裱。此外，其白度的變化亦大過所有受測試之其它紙張甚多（圖4），因此，對慣於使用大陸蟬翼箋之書、畫家而言，宜持慎重的態度。

表二 105°C熱處理對蟬翼箋A性質之影響

熱處理時間, day	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重, g/m <sup>2</sup>	28.8	29.1	28.0	29.5	27.5	27.2	29.3	28.2	26.9	27.2
撕力指數, mN·m <sup>2</sup> /g	4.06	1.72	1.93	1.70	1.09	0.88	0.69	0.65	0.04	0.00
耐摺力, 0.5kg MIT	141	8.5	3	2.5	0.5	0	0	0	0	0
白度, %GE	70.6	64.9	59.4	54.8	46.2	41.5	34.9	32.3	27.0	28.1
pH值	4.74	4.17	4.16	4.16	4.14	4.13	4.18	4.16	4.16	4.20

(二)台灣礬宣之保存性

本試驗使用之台灣礬宣為由材質優良之純雁皮纖維製成之手工紙，它由添加松香皂及明礬抄製成的上膠宣紙，藥品於配料時加入，經濾水後抄紙，紙張之pH不似蟬翼箋那麼低，這表示紙中所含酸性物資較少，加溫老化處理過程中紙張之pH值下降較緩和（表三，圖1）。由於台灣礬宣為由純雁

皮纖維製成，紙張之原始強度良好，撕力指數為16.06，耐摺次數更高達兩千次以上，經加溫老化處理24天後，撕力留存率為44%，耐摺力留存率不及15%（圖2.3），無法符合高保存性紙張的標準，紙張之白度下降頗巨，情況僅優於蟬翼箋而劣於其它四種紙張（圖4）。

表三 105°C熱處理對台灣礬宣B性質之影響

熱處理時間, day	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重, g/m <sup>2</sup>	18.0	17.9	18.9	17.9	18.2	18.5	17.1	18.4	18.3	19.2
撕力指數, mN·m <sup>2</sup> /g	16.06	14.26	12.88	13.43	10.82	9.06	7.06	5.84	5.19	4.17
耐摺力, 0.5kg MIT	2102	1704	1250	1289	926	958	287	366	62	38
白度, %GE	66.7	62.0	62.0	60.7	58.7	57.1	55.0	54.0	52.2	50.2
pH值	6.17	6.06	5.96	5.92	5.85	5.62	5.59	5.41	5.35	5.32

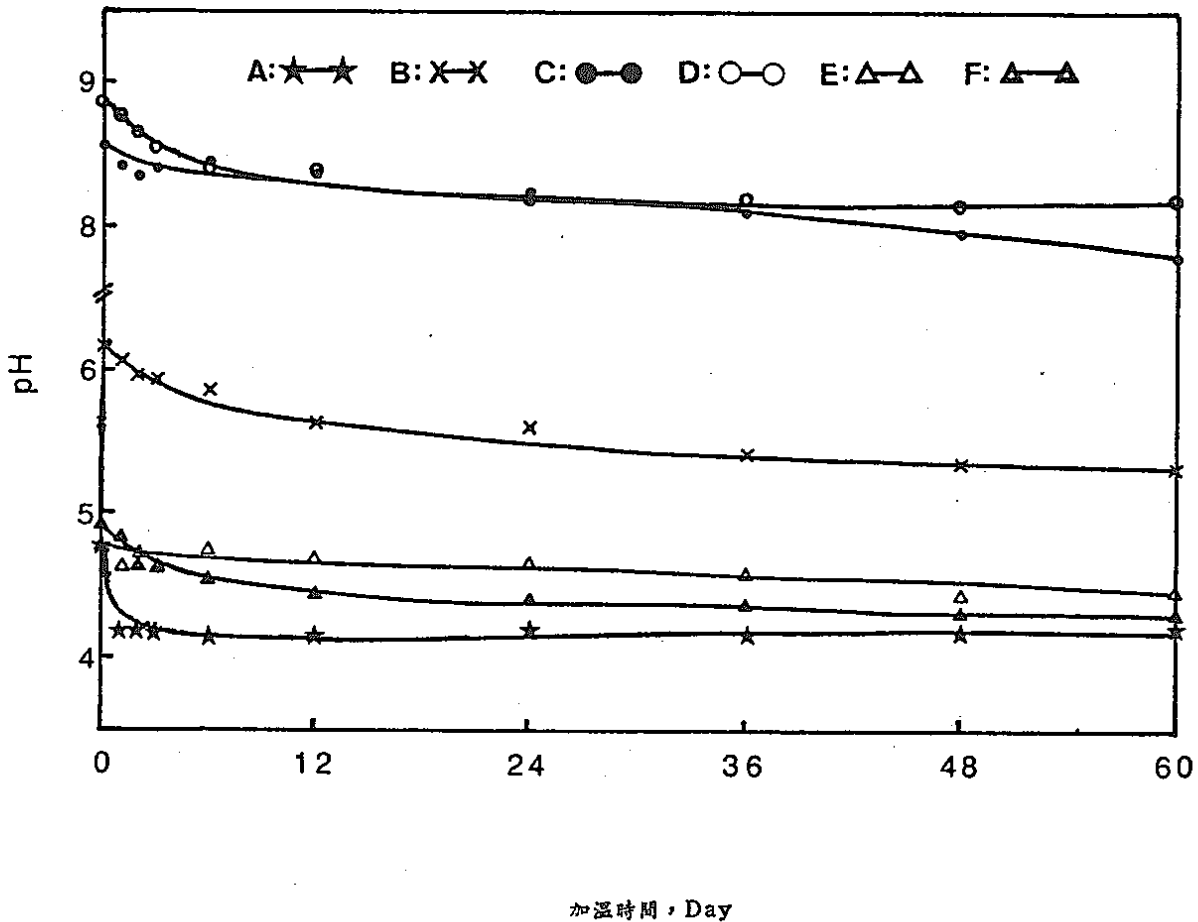


圖1 105°D加溫處理時間對紙張pH值之影響  
 坪異芟(A) 台灣鬱室(B) 無礬熟紙(C)  
 熟礬芟(D) 仿坪異芟(E) 仿台灣鬱室(F)

三) 無礬熟紙之保存性

無礬熟紙係我們所研製上膠手工紙之一，上膠時不使用明礬等酸性物資，所使用的藥品有中性上膠劑 Ucon 及動物膠，紙張之 pH 值 8.54，符合高保存性紙張的標準，既使加溫老化處理 60 天，紙張之 pH 值依然在中性的範圍（表四）。在紙張強度方面，經加溫老化處理 24 天後，耐摺力保留率為 52.5%，撕力留存率為 88.4%，均符合高保存性紙張的標準，經加溫老化處理 60 天後，耐摺力保留率

為 24.5%，但其耐摺次數尚餘 500 次，表示既使經過長時間加溫老化處理，紙張尚能保持相當好的強度，撕力留存率亦達 74.6%。此外，無礬熟紙與下述熟礬箋的紙張白度在六種受測試紙張中屬於最穩定的兩種，經過 60 天加溫老化處理後，白度分別下降 10% 及 8.7%，主要因為這兩種紙張都不添加明礬，屬於中性上膠紙，因此，在加速老化時，其性質較安定。

表四 105°C熱處理對無礬熟紙C性質之影響

熱處理時間, day	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重, g/m <sup>2</sup>	41.6	42.0	40.1	38.0	41.3	40.9	40.5	41.7	41.7	37.3
撕力指數, mN·m <sup>2</sup> /g	14.29	14.16	12.98	14.06	13.45	13.33	12.63	12.07	11.14	10.66
耐摺力, 0.5kg MIT	2074	2186	1483	1307	1524	1524	1089	875	803	508
白度, %GE	70.4	68.9	68.9	67.8	67.2	66.0	64.3	63.5	62.3	60.4
pH值	8.54	8.40	8.34	8.40	8.45	8.35	8.25	8.10	7.95	7.79

#### 四 熟蠟箋之保存性

熟蠟箋亦為我們所研製上膠手工紙之一，上膠時不使用明礬等酸性物資，所使用的藥品為變性蠟乳液，它不似動物膠可以增加紙張之初期強度（表四，五），但是就強度性質而言，它是六種紙張中最不受老化處理影響者，既使經過60天加溫老化處理，耐摺力留存率有55.1%耐摺次數為54次，較之

原始耐摺力二千餘次之台灣礬宣有過之而無不及，撕力之留存率亦高達88.1%，紙張之pH在老化過程中沒有很大變化，都能維持在中性的範圍（表五，圖2,3），完全合乎高保存性紙張的標準。熟蠟箋與前述無礬熟紙厚度接近於雙宣，其上膠度分別為19.8sec.及25.2sec.，除了可用於工筆畫，尚可承受重彩而用之於潑彩畫。

表五 105°C熱處理對熟蠟箋D性質之影響

熱處理時間, day	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重, g/m <sup>2</sup>	42.1	39.9	38.9	41.1	38.4	39.1	37.2	38.7	40.1	38.0
撕力指數, mN·m <sup>2</sup> /g	12.64	12.81	11.97	12.68	12.46	12.05	11.59	11.38	11.18	11.14
耐摺力, 0.5kg MIT	98	88	87	71	67	62	56	54	62	54
白度, %GE	70.4	69.1	68.9	68.0	67.5	66.0	64.1	63.6	62.4	61.7
pH值	8.87	8.81	8.64	8.55	8.40	8.39	8.18	8.20	8.16	8.08

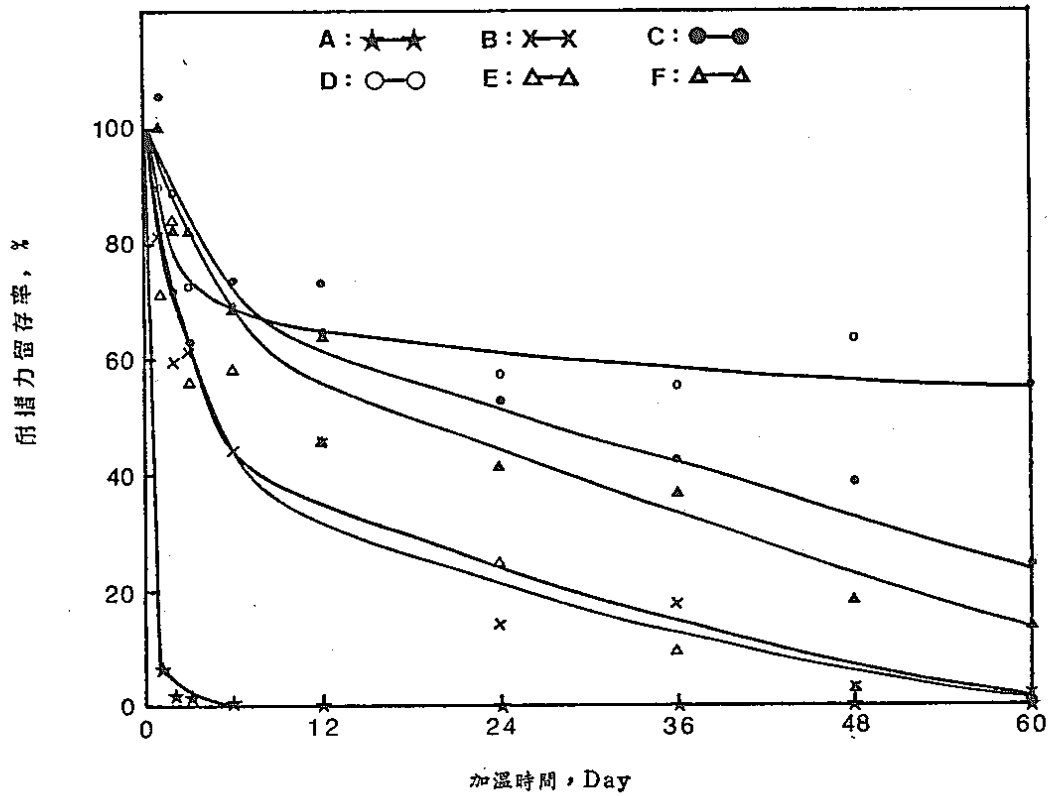


圖2 105°C加溫處理時間對耐摺力留存率之影響

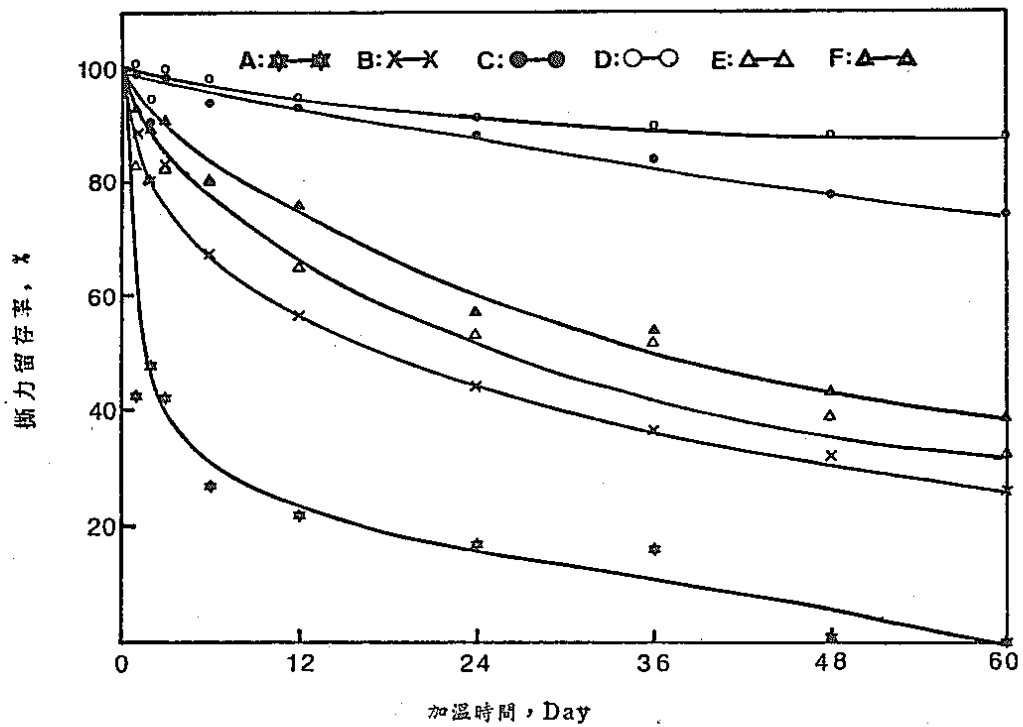


圖3 105°C加溫處理時間對撕力留存率之影響

四 仿蟬翼箋之保存性

仿蟬翼箋如同蟬翼箋一樣，使用動物膠與明礬上膠，其保存狀況亦不理想，紙張經過60天加溫老化處理後，耐摺力留存率不及1% 撕力之留存率也只有32.4% (表六，圖2,3)，顯示紙張已遭嚴重破壞。由於此仿蟬翼箋含有CaCO<sub>3</sub>，多少對紙張之老

化有緩衝之作用，如果改用非鹼性填料如白土之類，可以預期其將與蟬翼箋一樣，紙張將迅速劣化。由前人對裱褙的經驗知：動物膠加明礬所製成的熟絹、熟紙雖利於作畫，但脆化之速，斷折之易，壽命不及古生絹、紙之十分之一，用礬的絹、紙未裱折疊而藏，十數年即斷折 (杜子熊，1983)。

表六 105°C熱處理對仿蟬翼箋性質之影響

熱處理時間, day	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重, g/m <sup>2</sup>	46.6	42.0	44.6	44.4	44.2	48.8	44.7	43.2	42.6	43.8
撕力指數, mN·m <sup>2</sup> /g	11.10	9.25	8.96	9.15	8.92	7.20	5.90	5.74	4.35	3.60
耐摺力, 0.5kg MIT	2649	1876	2230	1481	1540	1206	653	236	71	24
白度, %GE	72.5	70.3	69.7	69.2	67.5	65.4	63.1	60.0	56.6	53.1
pH值	4.76	4.62	4.72	4.61	4.73	4.67	4.64	4.57	4.43	4.46

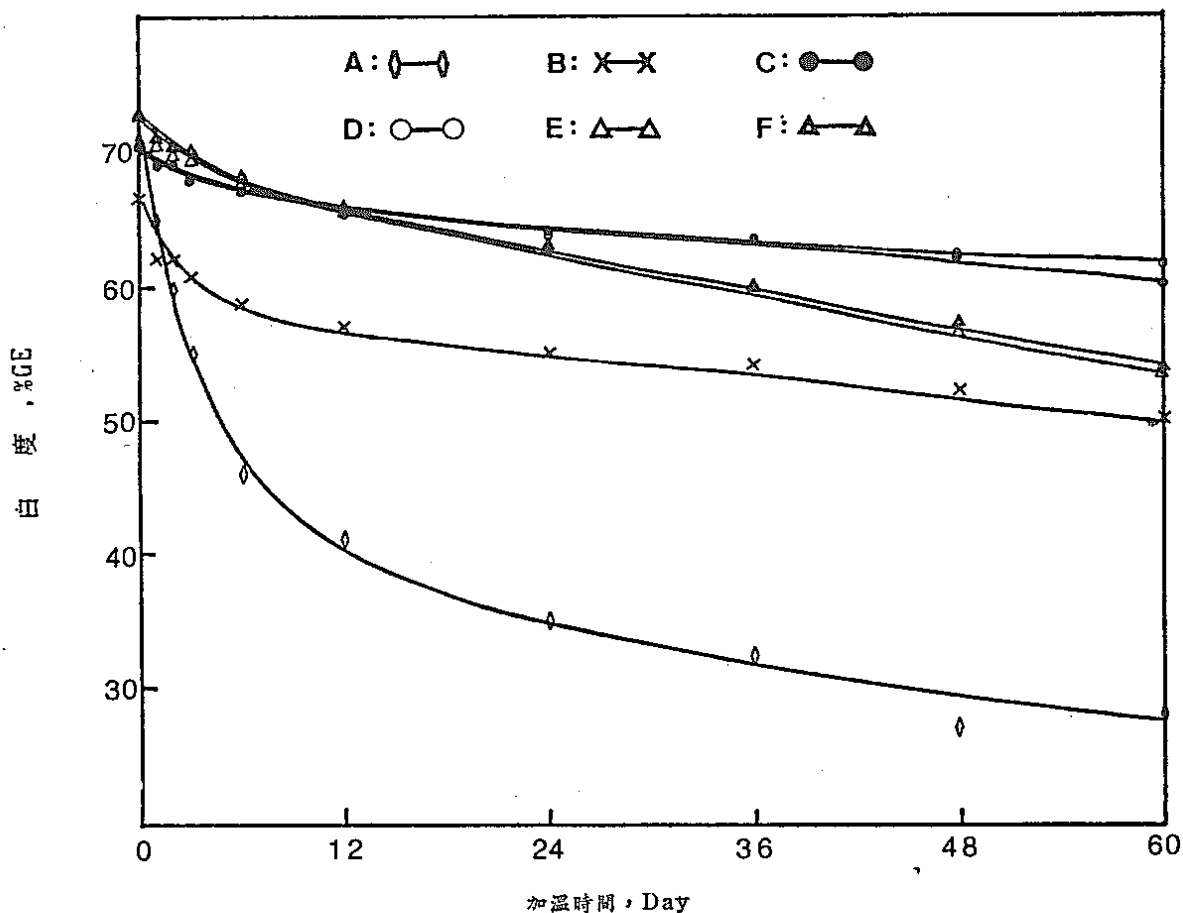


圖4 165°C加溫處理時間對紙張白度之影響



丙仿台灣礬宣之保存性

仿台灣礬宣雖然使用相當好之纖維原料(表一)，但由於使用松香皂及明礬上膠，所製成紙張的原始耐摺力就不理想，未經老化紙張之耐摺力只有11次，顯示在酸性狀況下所製紙張之鍵結能力不如中性紙，因為在較高pH時，纖維澎潤狀況好，可

以增加纖維之鍵結，故使用同樣原料而改以CaCO<sub>3</sub>為填料，紙張之耐摺次數可達90次(王國財，1989)。仿台灣礬宣經過60天加溫老化處理後，撕力之留存率不及40%，雖然其耐摺力留存率有13.6%，但其耐摺次數僅1次，實已達不堪保存之地步。

表七 105°C熱處理對仿台灣礬宣F性質之影響

熱處理時間, day	0	1	2	3	6	12	24	36	48	60
基重, g/m <sup>2</sup>	47.1	43.3	44.0	41.2	41.9	42.6	40.3	45.3	39.5	40.3
撕力指數, mN m <sup>2</sup> /g	14.59	13.55	13.05	13.27	11.71	11.05	8.33	7.85	6.30	5.67
耐摺力, 0.5kg MIT	11	11	9	9	7	7	4	4	2	1
白度, %GE	72.7	71.2	70.5	70.2	68.3	65.7	62.9	60.0	57.3	53.9
pH值	4.92	4.82	4.63	4.62	4.53	4.43	4.39	4.36	4.31	4.30

四、結 論

本試驗獲致以下之結論：以酸性方法上膠之手工紙包括蟬翼箋、台灣礬宣、仿蟬翼箋及仿台灣礬宣不但紙張之pH值偏低，且經加溫加速老化後，強度之留存率不足，皆無法符合高保存性紙張之要求，恐日後造成重新裝裱之困難，習於使用熟紙作畫者宜慎重考慮之。

在試驗中研製之兩種中性上膠之無礬熟紙及熟腊箋，其pH皆位於中性之範圍，紙張經加速老化後，其強度皆能維持高保存性紙張之標準，這兩種方法將可提供作為手工紙業者生產上膠手工紙之參考。

引用文獻

于非闇，1985，中國畫顏料的研究，華正書局，台北  
 王國財，1989，生宣之保存性，未發表資料  
 宋國華，國畫顏料之認識與應用，書畫家雜誌，台北  
 杜子熊，1983，書畫裝潢學，書畫出版社，上海  
 材貽俊等，1985，中國造紙史話，明文書局，台北  
 高橋厚，1987，紙の劣化試験のための加速劣化處理條

件について，紙バ技協誌41(5): 386-393  
 陳大川，1979，中國造紙盛衰史，中外出版社，台北  
 張彥遠，唐朝，歷代名畫記，藝文書局，台北  
 張燕昌，清朝，金粟箋說，藝文書局，台北  
 潘吉星，1979，中國造紙技術史稿，文物出版社，北京  
 蘇易簡，宋朝，文房四譜，藝文書局，台北  
 Barrow, W.J. 1960. The Manufacture and Testing of Durable Book Paper, Virginia State Library, Virginia  
 Kelly, G.B. and N. Weberg. 1981. Specifications and methods of test for alkaline paper. 1981 Papermakers Conference. TAPPI Press Atlanta, GA  
 McComb, R.E. and J.C. Williams. 1981. The value of alkaline papers for recycling. 1981 Papermakers Conference. TAPPI Press Atlanta, GA  
 Sclawy, A.C. and J.C. Williams. 1981. The demand for alkaline, permanent paper. 1981 Papermakers Conference. TAPPI Press Atlanta, GA