

## 鉻鹽保護劑處理條件對於竹材顏色之影響

李鴻麟 張上鎮

### 摘要

竹子具有亮麗綠色的外皮，十分吸引人。然而，伐採後的竹材，其外皮顏色逐漸轉變為淡黃色或其他顏色，而失去了昔日風采，加上竹材極易受到蟲害或黴菌危害，使得竹材的使用期限不長。因此，本試驗之目的希望藉助保護劑之處理，使竹材外皮保有吸引人的亮麗綠色，且使竹材具有良好的耐久性，如此將可拓展竹材的使用領域。

本試驗選用的試材有麻竹、孟宗竹、桂竹，而所使用之鉻鹽保護劑則有酸性鉻酸銅、當耐力 C、保力定 K-33 等三種。竹材經由鉻鹽保護劑處理後，以色差計分析比較其表皮顏色之變化。試驗結果顯示：竹皮經過前處理後維持的綠色效果較未前處理者佳；鉻鹽保護劑處理後，竹皮綠色效果以麻竹、孟宗竹較佳，桂竹則效果較差；鉻鹽保護劑維持竹皮的綠色效果以保力定 K-33 最優，當耐力 C 其次，酸性鉻酸銅最差；鉻鹽保護劑處理後之綠色外皮竹材，以聚氨基甲酸酯塗料塗裝並經耐候試驗顯示，具有優異之綠色堅牢度。

關鍵詞：麻竹、孟宗竹、桂竹、竹皮、前處理、鉻鹽保護劑、酸性鉻酸銅、當耐力 C、保力定 K-33、綠色效果、綠色堅牢度、聚氨基甲酸酯。

李鴻麟、張上鎮。1990. 鉻鹽保護劑處理條件對於竹材顏色之影響。林業試驗所研究報告季刊 5(1):1-9, 1990.

### Effects of Chromate Preservatives Treatments on the Color of Bamboo

Hong-Lin Lee    Shang-Tzen Chang

#### [Summary]

Standing bamboo culms have attractive green colored skin. Once harvested, however, they turn to yellow or other color and beset by insect pests or decays which reduce their uses and permanence.

The purpose of this study is to treat bamboo with chromate preservatives in order to retain the attractive green color and at the same time impart good durability.

Ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*), moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) and makino bamboo (*Phyllostachys makinoi*) were used as raw materials and treated with three kinds of chromate preservatives, i.e., acid copper chromate (ACC), Tanalith C and Boiden K-33. The color changes of chromate treated bamboo skin were evaluated with color and color difference meter.

The results revealed that pretreated culms showed better green color conservation. Ma bamboo and moso bamboo gave better green color conservancy than

1989年11月送審

1989年12月通過

makino bamboo. The best green color conservation were obtained with Boliden K-33 preservative. The chromate treated bamboo coated with polyurethane showed good green color fastness in outdoor exposure tests.

**Key words:** Ma bamboo, Moso bamboo, Makino bamboo, Pretreatment, Chromate preservative, Acid copper chromate, Tanalith C, Boliden K-33, Green color conservation, Polyurethane, Green color fastness.

Hong-Lin Lee, Shang-Tzen Chang. 1990. Effects of Chromate Preservatives Treatments on the Color of Bamboo. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 5(1):1-9, 1990.

## 一、緒 言

本省位於亞熱帶區域，極適合竹子生長，竹材的資源十分豐富，栽植的種類達數十種，面積遍佈全省，為我國竹子盛產區(吳順昭，1976)。由於竹子生長迅速，自脫箨以至成桿，數年即可伐採利用，且竹材具有特出的抗張性、割裂性、柔韌性等性質，用途廣泛，除可供做建築、園籬、家具、運動器材、造紙…等原料外，亦可供做為裝飾、雕刻及手工藝品。竹製品因富有濃厚的東方色彩，甚受歐美人士喜愛。然而，由於竹材含有多量的澱粉、蛋白質及水分等有機物，很容易受到蟲害與黴菌危害，加上易受大氣濕度的影響而龜裂，因此其使用年限很短，為了提高其耐久性，使用前一般均先行乾燥至適當的含水率，並施以防腐處理(王守範，1968)。

竹材外皮原具有高雅的翠綠色澤，十分吸引人，但是經由乾燥或防腐處理後即喪失了原有的色澤，轉變為淡黃褐色、灰褐色或其他顏色，如能在處理過程中使其保有自然而吸引人的綠色，那麼不但能延長竹製品的使用年限，更可提高其經濟價值，且為使用者所喜愛。鉻鹽防腐劑為水溶性防腐劑，使用方便，其溶液之pH值很低，很容易滲入木材，與木材內的成分產生化學反應，使鉻由六價還原為三價，與砷及銅之氧化物生成不溶性錯合物，固著於木材纖維內部，對於防止腐朽菌、海蟲及白蟻滋生極具效果，為目前世界各國最常使用的防腐劑(王家彰，1983；1985)。

筆者之一在進行竹材防腐試驗(張上鎮，1979)時，偶然發現以酸性鉻酸銅(Acid Copper Chromate, 簡稱ACC)處理麻竹，可使麻竹保持綠色，因此本試驗就鉻鹽保護劑處理條件對於竹材顏色之影響作有系統的深入研究，希望尋求適當的保護劑及處理條件，使竹材外皮保有吸引

人的翠綠色，同時亦將處理後之竹材放置於室外進行耐久性試驗，評估處理後竹皮之綠色堅牢度(green color fastness)及竹材之耐久性。

## 二、材料與方法

### (一)試驗材料

1、竹材：本試驗使用的試材為三年生的竹材，計有麻竹(*Dendrocalamus latiflorus* Munro, 英名Ma Bamboo)，孟宗竹(*Phyllostachys pubescens* Mazel, 英名Moso Bamboo)，桂竹(*Phyllostachys makinoi* Hay, 英名Makino Bamboo)等三種，皆採採自本所蓮華池分所營林區內。

2、防腐劑：本試驗所使用的鉻鹽防腐劑有自行配製的酸性鉻酸銅(Acid Copper Chromate, 簡稱ACC)，市售進口的富耐力C(Tanalith C)，保力定K-33(Boliden K-33)等三種。

### (二)試驗方法

1、試材：本試驗所使用的試材為去節之竹材，規格為10cm(長)×5cm(寬)，計有生材、前處理生材、窯乾材等三種，前處理及窯乾處理的條件如下：

(1)前處理：將生材以適當的前處理藥液處理。

(2)窯乾處理：乾燥溫度70℃、濕球溫度50℃，24小時處理後，再將乾燥溫度調高至85℃，繼續處理24小時。

### 2、藥液配製：

(1)酸性鉻酸銅：6%  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 6%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 0.2%  $2\text{CO}_2\text{HCHOH}$ , 0.2%  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 87.6%  $\text{H}_2\text{O}$  依重量百分比條件，配製20升。

(2)富耐力C、保力定K-33：藥液濃度2%，配製20升。

3、浸漬時間：分別為三天與十天。

4. 乾燥方法: 試材浸漬處理後, 依下列方法乾燥。

(1) 氣乾: 20°C, 60% 相對濕度下之空調室中放置 14 天。

(2) 烘乾: 60°C 烘箱內 48 小時。

(3) 照光+烘乾: 日光燈下照射 72 小時, 再以 60°C 烘箱乾燥 48 小時。

(三) 分析方法

1. 竹皮表面顏色測定: 對於竹皮表面顏色之測定係以東京電色株式會社 (Tokyo Denshoku Co., Ltd.) 之色差計 (color and color difference meter, TC-3600) 測量, 所使用的光源為 C 光源, 測試窗的直徑為 5mm, 光學條件為積分球方法, 測試時將試材直接置於測試窗上, 由儀器上讀取 X、Y、Z 三刺激值 (tristimulus values), 每片試材各取五點, 分別測試五片試材, 並求其平均值, 再依據 TAPPI T524 om-79 標準方法內所使用之 CIE LAB 色彩體系計算出竹皮之  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ 、 $\Delta C^*$ 、 $\Delta H^*$ 、 $\Delta E^*$  值。CIE LAB 色彩體系中各數值的定義為:

$L^*$ : 明度, 完全白的物體視為 100, 完全黑的物體視為 0。

$a^*$ : 正值愈大表示顏色愈偏向紅色, 負值愈小表示顏色愈偏向綠色。

$b^*$ : 正值愈大表示顏色愈偏向黃色, 負值愈小表示顏色愈偏向藍色。

$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}}$ , 色差值。

$L_t^*$ 、 $a_t^*$ 、 $b_t^*$ 、 $C_t^*$ : 藥液處理後試材之數值。

$L_s^*$ 、 $a_s^*$ 、 $b_s^*$ 、 $C_s^*$ : 氣乾材之對照數值。

$\Delta L^* = L_t^* - L_s^*$ , 明度差, 正值表示較對照組明亮, 負值表示較對照組暗。

$\Delta C^* = C_t^* - C_s^*$ , 彩度差, 正值表示較對照組鮮明, 負值表示較對照組暗淡。

$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{\frac{1}{2}}$ , 色相差

2. 接觸角測定: 竹皮表面接觸角測定係採用日本協和界面科學株式會社 (Kyowa Kaimen-kagaku Co., Ltd.) 所生產之 FACE 接觸角計 CA-D 型測定。測定時係以定量之蒸餾水滴在待測竹皮表面, 再由接觸角計測定之, 每種試樣測定五點, 求其平均值。

3. 耐候性試驗: 將竹皮表面以西德進口 Lacke und Beizen 公司生產之二液型脂肪族聚氨基甲酸酯 (aliphatic polyurethane), PU-45629 與硬化劑 DR-4070 以 5:1 之比例調配後, 以刷子刷塗在竹皮表面, 待第一次塗膜乾燥後, 進行第二次塗裝, 前後共三次。塗膜完全乾燥後, 將竹材放置於室外進行耐候性試驗, 竹皮表面顏色變化之評估亦依照上述方式測定, 在室外第 16、32、64、96 天後分別測定竹皮表面顏色之變化。

三、結果與討論

(一) 生材竹皮前處理對於竹材性質之影響

三種竹材經過前處理後, 竹材表面的性質產生了變化, 以接觸角計測量其接觸角, 結果如表 1 所示。未經過前處理之孟宗竹、麻竹、桂竹竹皮的接觸角分別為 94.0、95.7 與 93.4, 而經過前處理後則變為 74.0、69.4 與 66.2, 顯然的, 前處理可以使竹皮之接觸角降低, 這對於後續塗裝之塗

表 1 前處理前後竹皮表面之接觸角

試材	竹皮種類	生材前處理	接觸角
未處理材	孟宗竹		94.0
	麻竹	無	95.7
	桂竹		93.4
處理材	孟宗竹	有	74.0
	麻竹		69.4
	桂竹		66.2

膜附著性有所幫助。

孟宗竹生材原為美麗的綠色，經由色差計測色，其顏色參數  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、分別為 39.07、-5.75、7.63，經過氣乾後其外表顏色變為灰褐色，顏色參數  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  變為 50.28、-1.68、9.32(表 2)。兩者之色差值 ( $\Delta E^*$ ) 為 12.04。又孟宗竹生材及前處理生材經過酸性鉻酸銅處理後的竹皮顏色之變化如表 2。一般而言，綠色之變化可由參數  $a^*$  值之變化而判識，如以前處理且無藥劑處理之氣乾材作為對照組 ( $a^*$  值為 -1.68)，比較藥劑處理後竹材顏色之變化，當無前處理之生材浸漬藥液三天後，分別以氣乾、烘乾、或照光+烘乾所得到竹皮的  $a^*$  值變化為 -0.66、-0.64、

-0.16，在色度圖分佈上顯示較對照組更偏向紅色，亦即色相偏紅；至於經前處理之生材浸漬藥液三天後，以三種乾燥方法乾燥後竹皮的  $a^*$  值分別為 -4.37、-4.37、-4.51， $a^*$  值明顯的小於對照組，此結果顯示以前處理生材浸漬藥液，其竹皮顏色之色相較偏綠，亦即生材竹皮經過前處理後再浸漬藥液，所得到竹皮的綠色效果將較佳。

同樣的，以酸性鉻酸銅藥液處理麻竹、桂竹亦顯示以前處理材之綠色效果為佳。此外，以其他不同的銘鹽保護劑處理三種竹材，一樣地顯示以前處理材之綠色效果較佳。因此，欲得綠顏色效果佳的竹皮，浸漬藥液前竹皮必須先予以適當的前處理。

表 2 孟宗竹前處理對於酸性鉻酸銅處理生材竹皮顏色之影響

試材	生材前處理	乾燥方式	x, y 值		CIE LAB 值						色差值 $\Delta E^*$	
			x	y	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$		
未處理材	無	氣乾	0.355	0.347	50.20	-1.68	9.32	-	-	-	-	
			0.364	0.374	38.09	-0.66	15.02	-12.18	5.56	1.60	15.02	
	有	氣乾	0.371	0.398	45.80	-4.37	22.55	-4.48	13.49	0.20	22.55	
			0.364	0.374	44.12	-0.64	17.74	-6.16	8.28	1.84	17.74	
	酸性鉻酸銅處理材	有	烘乾	0.368	0.394	45.80	-4.37	21.32	-4.48	12.29	0.35	13.08
				0.375	0.383	54.07	-0.15	22.80	3.79	13.12	2.15	13.89
有		照光+烘乾	0.366	0.392	50.70	-4.51	22.36	0.42	13.36	0.30	13.37	

#### □ 乾燥方式對於竹皮顏色之影響

孟宗竹試材以酸性鉻酸銅藥液浸漬處理後，再分別以氣乾、烘乾、照光+烘乾等三種方式乾燥，竹皮表面的顏色變化如表 3。由表中的顏色參數  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值觀之，竹材經過酸性鉻酸銅藥液浸漬十天後，再以不同的三種乾燥方式乾燥，其顏色參數的變化以照光+烘乾所得到的明度 ( $L^*$ ) 值 50.69 最大， $a^*$  值 -5.26 最小， $b^*$  值 19.11 最小，顯示出以照光+烘乾，其竹皮顏色最明亮、最綠；再以彩度而言，此種乾燥方式所獲得的竹皮彩度亦甚為優異，且在色相上偏向綠色的數值最大 (色相差  $\Delta H^*$  值為 1.24)，適合於製造綠色外皮的竹材。至於以氣乾與烘乾兩種方式乾燥，雖然經過十天浸漬處理後，竹皮顏色的  $a^*$  值分別為 -2.47、-3.87，此數值亦小於對照組的 -1.68，外皮顏色亦偏綠，但以色相上偏綠程度的大小而言，氣乾與烘乾的色相差 ( $\Delta H^*$ ) 值 (分別為 1.10 與 0.01) 小於照光+烘乾處理的 1.24，亦

即以照光+烘乾之顏色，在色相上最偏綠色。因此，由上述結果可知，乾燥方式以照光+烘乾處理，可以製得竹皮最綠的竹材。

同樣的孟宗竹以當耐 C、保力定 K-33 藥液處理，再分別以上述三種方式乾燥其結果亦同。此外，麻竹、桂竹以三種銘鹽保護劑處理，一樣地亦顯示以照光+烘乾處理，最適合綠色外皮竹材之製造。

#### □ 藥液對於竹皮顏色之影響

##### 1. 孟宗竹

孟宗竹以三種藥液處理的結果如表 4，由表中可以明顯的看出，竹皮經過藥液處理後其彩度值變大，顯示其色彩較未處理材鮮明。又如以彩度差 ( $\Delta C^*$ ) 大小比較三種藥液對於竹皮彩度之影響，保力定 K-33、當耐 C、酸性鉻酸銅浸漬處理三天後竹材之彩度差分別為 23.62、21.38、13.36，十天後分別為 19.91、19.29、10.35，浸漬時間增長則彩度差減小，三種藥液中以保力定

表3 乾燥方式及藥液浸漬時間對於酸性鉻酸銅處理孟宗竹竹皮顏色之影響

試材	乾燥方式	浸漬時間(天)	x·y 值		CIE LAB 值			色差值				
			x	y	L*	a*	b*	ΔL*	ΔC*	ΔH*	ΔE*	
未處理材	氣乾	-	0.365	0.347	50.28	-1.68	9.32	-	-	-	-	
		3	0.371	0.398	45.80	-4.37	22.55	-4.46	13.49	0.20	22.55	
	處理材	氣乾	10	0.376	0.394	49.28	-2.47	23.48	-1.00	14.14	1.10	14.22
			3	0.366	0.394	45.80	-4.37	21.32	-4.46	12.29	0.35	13.08
		烘乾	10	0.367	0.391	48.08	-3.87	21.43	-2.19	12.30	0.01	12.49
			3	0.366	0.392	50.70	-4.51	22.38	0.42	13.36	0.30	13.37
		照光	3	0.366	0.392	50.70	-4.51	22.38	0.42	13.36	0.30	13.37
			10	0.365	0.383	50.69	-5.26	19.11	0.41	10.36	1.24	10.43

\* 前處理生材

表4 經由前處理之孟宗竹以不同藥液處理後竹皮顏色之變化

試材	藥液	浸漬時間(天)	x·y 值		CIE LAB 值			色差值			
			x	y	L*	a*	b*	ΔL*	ΔC*	ΔH*	ΔE*
未處理材*	-	-	0.365	0.347	50.28	-1.68	9.32	-	-	-	-
處理材	酸性鉻酸銅	3	0.366	0.392	50.70	-4.51	22.36	0.42	13.36	0.30	13.37
		10	0.355	0.383	50.69	-5.26	19.11	0.41	10.36	1.24	10.43
	當耐力 C	3	0.389	0.422	47.62	-5.49	30.36	-2.65	21.38	0.01	21.54
		10	0.373	0.417	48.39	-8.36	27.50	-1.99	19.29	1.93	19.48
	保力定 K-33	3	0.390	0.426	50.25	-6.45	32.46	-0.02	23.62	0.32	23.62
		10	0.369	0.416	50.85	-9.35	27.85	0.58	19.91	2.44	20.06

\* 氣乾 \*\* 照光+烘乾

K-33處理之彩度差最大，以酸性鉻酸銅處理之彩度差最小，此結果顯示竹材以保力定 K-33 處理，其竹皮之顏色最為鮮明，而以酸性鉻酸銅處理之竹皮，則顏色最暗澀。再由顏色參數 L\*、a\*、b\* 值觀之，明度 (L\*) 值以保力定 K-33 與酸性鉻酸銅處理者數值較大，其竹皮之顏色比較明亮；至於 a\* 值的變化，保力定 K-33、當耐力 C、酸性鉻酸銅浸漬十天與三天的數值分別為 -9.36、-8.36、-5.26 與 -6.45、-5.49、-4.51 浸漬時間愈久數值愈小，顏色愈偏向綠色，而 b\* 值的變化則隨浸漬時間增長而數值降低，此結果顯示浸漬時間愈長，其顏色在色度圖 (chromaticity diagram) 中偏向黃色的程度將減少，有助於加深竹皮之綠色效果。又由色相差值 (ΔH\*) 比較三種藥液處理後，竹皮偏向綠色的程度，保力定 K-33、當耐力 C、酸性鉻酸銅三種藥液浸漬十天後的色相差

值分別為 2.44、1.93、1.24，顯然的以保力定 K-33 處理者綠色效果最優，當耐力 C 其次，酸性鉻酸銅最差。因此，由上述比較三種藥液處理的結果可知，孟宗竹以保力定 K-33 處理，竹皮綠色效果最佳，當耐力 C 其次，酸性鉻酸銅最差。

#### 2. 麻竹

麻竹以三種藥液處理的結果如表 5，由表中的彩度變化可知，浸漬時間愈久，彩度差值 (ΔC\*) 將降低，使顏色趨向暗澀；保力定 K-33、當耐力 C、酸性鉻酸銅浸漬十天後的彩度差值分別為 -2.38、1.41、-12.78，顯然的以當耐力 C 與保力定 K-33 處理，其竹皮顏色較鮮明，而以酸性鉻酸銅處理則竹皮顏色最暗澀。比較三種藥液處理後竹皮的顏色參數 L\*、a\*、b\* 值可知：以明度 (L\*) 值而言，保力定 K-33 浸漬三天、十天的數值分別為 58.66、57.35，當耐力 C 為 54.85

、53.68，酸性鉻酸銅為 47.61、45.59，三種藥液處理的結果均是隨浸漬時間之增長而明度降低；比較明度值之大小顯示，以保力定 K-33 處理其明度值最大，竹皮顏色最明亮，而以酸性鉻酸銅處理則明度值最小，竹皮顏色最暗。又保力定 K-33、當耐力 C、酸性鉻酸銅處理後竹皮顏色 a\* 值之變化，浸漬三天 a\* 值分別為 -5.07、-6.24、-3.10，十天則變化為 -9.02、-8.94、-1.58，由 a\* 值之變化顯示出，以保力定 K-33 與當耐力 C 處理，其數值較酸性鉻酸銅處理者小，顏色較偏綠

，且以浸漬十天之綠色效果為優；麻竹以保力定 K-33 浸漬十天後之 a\* 值 (-9.02)，與生材之 a\* 值 (-10.64) 相近，使竹材具有綠色外皮，適合綠色外皮竹材之製造；至於 b\* 值的變化則隨浸漬時間增加而減少，使顏色偏向藍色。又三種藥液處理後竹皮的偏綠程度亦可比較色相差值 ( $\Delta H^*$ ) 而得知，保力定 K-33、當耐力 C 及酸性鉻酸銅浸漬十天後的色相差值分別為 9.12、8.31、1.79，以保力定 K-33 處理之色相差值最大，在色相上偏綠的程度最大，最適合用於製造綠色外皮的竹材。

表5 經由前處理之麻竹以不同藥液處理後竹皮顏色之變化

試材	藥液	浸漬時間(天)	x, y 值		CIE LAB 值						色差值	
			x	y	L*	a*	b*	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$		$\Delta E^*$
未處理材*	-	-	0.386	0.396	55.28	-0.51	27.67	-	-	-	-	-
** 處理材	酸性鉻酸銅	3	0.355	0.374	47.61	-3.10	16.51	-7.67	13.36	-10.88	13.79	
		10	0.355	0.368	45.59	-1.58	14.61	-9.68	-12.78	1.79	16.14	
	當耐力 C	3	0.378	0.411	54.85	-6.24	29.61	-0.43	2.59	5.47	6.06	
		10	0.368	0.411	53.68	-8.94	27.67	-1.60	1.41	8.31	8.58	
	保力定 K-33	3	0.392	0.420	58.66	-5.07	35.61	3.38	8.29	3.88	9.76	
		10	0.355	0.395	57.35	-9.02	23.63	2.07	-2.38	9.12	9.65	

\* 氣乾 \*\* 照光+烘乾

## 3. 桂竹

桂竹以三種藥液處理的結果如表 6，由表中彩度差值 ( $\Delta C^*$ ) 的變化可知，三種藥液浸漬十天後數值均為負值，其中以保力定 K-33 的 -11.52 最小，酸性鉻酸銅的 -1.87 最大，顯然的以酸性鉻酸銅處理之竹皮顏色最鮮明，而以保力定 K-33

處理之竹皮最暗澀，此結果與孟宗竹及麻竹在三種藥液處理後之彩度差變化相異。又由顏色參數 L\*、a\*、b\* 值比較三種藥液處理後竹皮顏色之差異，以明度 (L\*) 值而言，保力定 K-33、當耐力 C、酸性鉻酸銅經浸漬處理三天的數值分別為 45.68、50.39、52.25，十天為 46.78、50.38、

表6 經由前處理之桂竹以不同藥液處理後竹皮顏色之變化

試材	藥液	浸漬時間(天)	x, y 值		CIE LAB 值						色差值
			x	y	L*	a*	b*	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	
未材處理*	-	-	0.421	0.406	44.15	4.77	29.90	-	-	-	-
** 處理材	酸性鉻酸銅	3	0.407	0.415	52.25	-0.08	33.64	8.11	3.36	10.16	10.16
		10	0.392	0.404	50.59	-0.96	28.39	6.45	-1.87	5.62	8.76
	當耐力 C	3	0.388	0.401	50.39	-1.35	27.15	6.25	-3.10	5.95	9.17
		10	0.380	0.400	50.38	-3.04	25.82	6.23	-4.28	7.70	10.79
	保力定 K-33	3	0.372	0.396	45.68	-3.72	22.14	1.53	-7.83	8.43	11.60
		10	0.347	0.384	46.78	-7.30	17.28	2.63	-11.52	13.13	17.66

\* 氣乾 \*\* 照光+烘乾

50.59, 明度以酸性鉻酸銅處理者最大, 以保力定 K-33 處理者最小; 保力定 K-33、當耐力 C、酸性鉻酸銅浸漬處理後竹皮之 a\* 值, 三天為 -3.72、-1.35、-0.08, 十天為 -7.30、-3.04、-0.96, 由數據結果顯示以保力定 K-33 浸漬十天, 其 a\* 值最小 (-7.30), 竹皮顏色最綠, 當耐力 C 其次, 而酸性鉻酸銅則 a\* 值最大 (-0.96), 綠色效果

最差; 至於 b\* 值的變化, 則三種藥液之處理均隨著浸漬時間的增加而減小, 使顏色偏向藍色。桂竹以三種藥液浸漬後其竹皮的色相, 雖然亦較氣乾材偏向綠色, 但此次試驗結果發現, 桂竹外皮顏色的分佈, 不若孟宗竹與麻竹均勻, 對於要求製造外皮綠色且均勻的竹材而言, 有待進一步試驗。

表 7 麻竹前處理生材與窯乾材藥液浸漬十天後竹皮顏色之比較

試材	藥液	生材 前處理	x, y 值		CIE LAB 值						色差值		
			x	y	L*	a*	b*	ΔL*	ΔC*	ΔH*	ΔE*		
未處理材*	-	無	0.386	0.396	55.28	-0.51	27.67	-	-	-	-	-	-
處理材**	酸性鉻酸銅		0.364	0.379	52.13	-2.03	19.96	-3.15	-7.61	1.96	8.47		
	當耐力 C	窯乾	0.354	0.366	53.32	-6.49	20.03	-2.96	-6.62	7.10	10.15		
	保力定 K-33		0.357	0.390	53.58	-6.88	21.73	-1.70	-4.88	7.22	8.88		
處理材**	酸性鉻酸銅		0.355	0.368	46.50	-1.58	14.81	-9.68	-12.78	1.79	16.14		
	當耐力 C	有	0.368	0.411	53.68	-8.94	27.67	-1.60	1.41	8.31	8.58		
	保力定 K-33		0.355	0.395	57.35	-9.02	23.63	2.07	-2.38	9.12	9.65		

\* 氣乾 \*\* 照光+烘乾

#### 四、窯乾材對於藥液處理之影響

由於竹材含有大量的澱粉、蛋白質、水分等有機物, 很容易受到蟲害及黴菌危害, 加上易受大氣濕度的影響而龜裂, 因此, 使用前常先予以乾燥, 本試驗選取三種試材之窯乾材, 一併探討藥液處理對於窯乾材竹皮顏色之影響, 表 7 為麻竹之窯乾材與前處理生材經藥液處理後竹皮顏色之比較表。比較窯乾材藥液處理後竹皮的明度差 (ΔL\*)、彩度差 (ΔC\*)、色相差 (ΔH\*) 值之變化, 保力定 K-33 為 -1.70、-4.88、7.22, 當耐力 C 為 -2.96、-6.62、7.10, 酸性鉻酸銅為 -3.15、-7.61、1.96, 結果顯示以保力定 K-33 處理, 竹皮的顏色最鮮明, 彩度最大, 綠色效果最佳, 以酸性鉻酸銅處理者其效果最差, 此結果與前處理生材經藥液浸漬後竹皮顏色之變化類似。再比較窯乾材與前處理生材經過保力定 K-33 浸漬十天後, 其外皮的明度差、彩度差、色相差值之變化可知, 窯乾材的數值為 -1.70、-4.88、7.22, 而前處理生材為 2.07、-2.38、9.12, 兩種試材在藥液處理後竹皮顏色之比較, 顯示以前處理生材, 其外皮顏色無論在明度、彩度及色相上均比較優異, 顏色鮮明亮綠; 同樣的, 以當耐

力 C 處理結果亦同。因此, 由以上的試驗結果得知, 麻竹以前處理生材或窯乾材浸漬藥液, 雖然均可製得綠色外皮的竹材, 但是前處理生材浸漬的效果優於窯乾材, 且實際應用上作業方便, 可以節省一次乾燥的費用, 然而麻竹之窯乾材色澤均勻, 顏色為黃色或橘黃色, 在竹材直接使用上亦具特色。

至於孟宗竹、桂竹之窯乾材以藥液浸漬後, 試驗結果顯示其外皮綠色之效果不佳, 無法製得綠色效果的竹皮; 由此可知, 竹皮之綠色效果並非完全由藥劑之顏色所賦予, 至於竹皮得以維持綠色之原理, 究係靠抑止葉綠素之轉換, 抑或由藥劑與葉綠素、或藥劑與竹皮表面之其他成分形成一穩定之錯合物 (complex) 而產生的, 則有待進一步探討。

#### (五) 竹皮之綠色堅牢度與竹材之耐久性

麻竹經過聚氨基甲酸酯塗料 (polyurethane) 塗裝後, 放置於室外經耐候試驗的結果如表 8。未處理材放置於室外 64 天後, 塗膜已大部分脫落, 且竹皮及材背均發現有大量黑色黴斑分佈, 然而經過藥液處理之竹材, 不但塗膜保持完整, 且無黑色黴斑存在, 此結果顯示竹材經藥品處理後

，具有優良的耐腐性，且對於保持塗膜之完整性有良好的功效，有助於日後竹材之開發利用。比較未處理材竹皮顏色之變化，對照組之顏色參數  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值為 53.85、-1.50、30.41，經過 32 天曝曬後變化為 63.29、1.07、27.86，明度明顯增加，且顏色偏向紅色，色差值 ( $\Delta E^*$ ) 為 10.12，已與對照組有明顯的差異，經過 64 天曝曬後則塗膜剝落且出現大量黑色黴斑。至於以當耐力 C 或保力定 K-33 處理之竹材，比較室外曝曬前後顏色參數之變化得知，以當耐力 C 處理者，對照組之  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值分別為 47.03、-11.67、40.65，隨著曝曬時間之增加，明度之變異極小 (在 2 以內)，而  $a^*$ 、 $b^*$  值的變化則減小，在 96 天曝曬後數值分別為 -15.90、36.23，且色差值 ( $\Delta E^*$ ) 之變化極為穩定 (16 天之值為 5.23，96 天之值為 6.34)，此結果顯示雖然經過長時間之

室外曝曬，以鈉鹽保護劑處理後之竹皮在外觀上並不會褪色，仍具有良好之翠綠色；同時塗膜亦能保持完整，顯然地，鈉鹽保護劑處理亦可使竹皮上之塗膜附著良好，確保塗膜應有之保護作用，使得竹材之使用年限得以延長，這些特性實有助於日後竹材之加工利用，製造具有令人喜愛之綠色外觀且耐久性佳之竹製品。此外，以保力定 K-33 處理之麻竹經過耐候性試驗所獲得之結果與當耐力 C 類似，至於孟宗竹之耐候試驗結果與麻竹亦雷同。

因此，由室外耐候性試驗結果得知，竹材以當耐力 C、保力定 K-33 處理，再經由聚氨基甲酸酯塗料塗裝，可使竹材外皮具有良好的綠色堅牢度 (green color fastness) 且耐久性佳，故本試驗所使用之處理方法將有助於綠色外皮竹材之加工利用。

表 8 經由前處理之麻竹以藥液及聚氨基甲酸酯塗裝處理後曝曬於室外竹皮顏色之變化

試材	藥液	曝曬時間(天)	x,y 值		CIE LAB 值						塗膜剝落	
			x	y	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$		$\Delta E^*$
未處理材		0	0.393	0.407	53.85	-1.50	30.41	-	-	-	-	-
		16	0.386	0.383	63.95	3.33	27.88	10.10	-2.57	4.93	11.53	-
		32	0.383	0.367	63.29	1.07	27.86	9.45	-2.56	2.56	10.12	-
		64	0.374	0.379	55.31	0.48	22.11	1.46	-8.32	1.85	8.65	+
		96	0.340	0.350	45.01	-0.92	9.75	-8.83	-20.65	0.77	22.48	+
處理材*	當耐力 C	0	0.400	0.465	47.03	-11.67	40.65	-	-	-	-	-
		16	0.386	0.449	47.48	-11.76	35.45	0.46	-4.95	1.62	5.23	-
		32	0.385	0.454	47.25	-12.87	36.21	0.22	-3.86	2.50	4.60	-
		64	0.386	0.448	47.94	-11.66	35.23	0.92	-5.19	1.59	5.50	-
		96	0.379	0.465	45.37	-15.90	36.23	-1.65	-2.73	5.46	6.34	-
處理材*	保力定 K-33	0	0.407	0.465	48.68	-10.39	43.22	-	-	-	-	-
		16	0.388	0.448	50.14	-11.56	36.84	1.26	-5.85	2.82	6.61	-
		32	0.387	0.446	49.73	-11.29	36.16	0.84	-6.58	2.74	7.18	-
		64	0.383	0.442	50.32	-11.47	34.98	1.44	-7.65	3.28	8.44	-
		96	0.379	0.457	49.26	-15.17	36.91	0.38	-4.55	6.49	7.93	-

\* 浸漬十天，陽光+烘乾

#### 四、結論與建議

麻竹、孟宗竹與桂竹以三種鈉鹽保護劑在不同條件下處理後，對於竹材之竹皮顏色產生明



顯的變化，試驗結果綜合如下：

(一)麻竹、孟宗竹經由適當的鉻鹽保護劑處理，可以維持綠色的竹皮，桂竹則效果較差。

(二)三種鉻鹽保護劑維持竹皮綠色外觀的效果以保力定 K-33 最佳，其次為當耐力 C，再其次為酸性鉻酸鈣。

(三)生材處理較窯乾材處理所獲得之保持綠色效果為佳。

(四)竹皮經由前處理後所維持綠色之效果較未前處理所得之效果優越。

(五)以聚氨基甲酸酯塗料塗裝於鉻鹽保護劑處理過之竹材上，其竹皮之綠色堅牢度極為優異。

(六)鉻鹽保護劑處理之竹材，不但可獲得保持竹皮綠色之效果，且可以提高其耐久性，延長竹材之使用年限，同時亦可改善塗膜之附著性，確保塗膜之保護作用。

依本試驗之處理方法所獲得之綠色外皮竹材，可供作遊樂器材如涼亭、竹橋、竹籬…等，亦可供製作精緻之手工藝品。至於鉻鹽保護劑之配方與濃度及其他保護劑對於竹材表面顏色之影響，則有待進一步之研究與比較。

## 致 謝

本研究承行政院農業委員會經費支持，本所利用系翟思湧先生、熊如珍小姐協助竹材乾燥，使本研究得以順利完成，特此致謝。

## 引用文獻

- 王守範、謝堂州。1968.防腐竹材耐久性觀察試驗(二)。臺灣省林業試驗所合作報告第15號。
- 王家彰。1983.木材防腐劑。林產工業。2(1): 65-80。
- 王家彰。1985.水溶性木材防腐劑—(鉻化鉍酸銅)之回顧與未來展望。林產工業。4(3): 60-67。
- 王家彰。1985.水溶性木材防腐劑—(鉻化鉍酸銅)之特性對於環境污染問題之評估。林產工業。4(4): 53-60。
- 吳順昭、王秀華。1976.臺灣竹材之構造研究。國立臺灣大學合作研究報告第16號。
- 張上鎮。1979.竹編板之膠合與塗裝及竹材防腐試驗。國立臺灣大學碩士論文。pp105。