

# 臺灣省林業試驗所合作報告

第七號

中國農村復興聯合委員會

合作

CO-OPERATIVE BULLETIN

of

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No. 7

in co-operation with

THE JOINT COMMISSION ON RURAL RECONSTRUCTION

---

## 酚脂、脲脂、聚乙二醇對木材 安定效果之研究

林 振 益

**Studies on the Treatment of wood with Phenolic  
Resin, Urea Resin, and Polyethylene Glycol for  
Dimensional Stability**

by

C. Y. Lin

中華民國五十四年三月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣 臺北

*Published by*

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, China

March 1965

# 目 次

一、緒言 (Introduction).....	1
二、試驗材料 (Testing material).....	2
三、試驗方法 (Experimental methods).....	3
四、試驗結果 (Experimental Results) .....	4
五、結論 (Conclusion).....	11
六、參考文獻 (Reference).....	12
七、英文摘要 (English Summary) .....	12

## 一、 緒言 (Introduction)

本報告係根據下列之試驗結果而編成之。試驗之目的在於研究某種材料之性能，並將其與理論值進行比較。試驗之結果顯示，該材料之性能與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

試驗之材料為某種合金，其成分如下：鐵 80%，碳 10%，錳 5%，磷 0.02%，硫 0.01%。試驗之方法為拉伸試驗，試驗之溫度為室溫。試驗之結果如下：

試驗之結果顯示，該材料之屈服強度為 235 MPa，抗拉強度為 450 MPa，斷裂延伸率為 22%。此項結果與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

試驗之結果顯示，該材料之性能與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

試驗之結果顯示，該材料之性能與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

試驗之結果顯示，該材料之性能與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

試驗之結果顯示，該材料之性能與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

試驗之結果顯示，該材料之性能與理論值相符合，且在某些方面表現優異。此項研究對於該材料之應用具有重要意義，並為後續研究提供了參考。

# 酚脂、脲脂、聚乙二醇對木材 安定效果之研究

林 振 益

## Studies on the Treatment of wood with Phenolic Resin, Urea Resin, and Polyethylene Glycol for Dimensional Stability

by

C. Y. Lin

### 一、緒言 (Introduction)

木材為天然產物高分子物質之一，其構成係由木質素 (lignin) 組成之中間膜與纖維 (fiber) 結合而成，雖具有比重輕，強度好，加工容易等優點，但却有強度不均一，木理異方性及吸濕性等缺點，應用時常發生變形，裂開等困擾，科學家們為補救此等弊病，不斷的研究如何利用化學或物理之方法而加以改善之，至目前為止，所謂木材之安定處理方法，不外為下列五種。

(一)由機械力的抑制，使木材安定 (Stabilization by mechanical restraints)。

(二)由塗漆內外部，使木材安定 (Stabilization with external or internal coatings)。

(三)由化學作用減少木材之親水基，使木材與水之親和性減少，而使木材安定 (Stabilization by chemically reducing the hygroscopicity, that is reducing wood's affinity for water)。

(四)由注入非揮發性物質於木材組織間隙內，減少水之收容量，使木材安定 (Stabilization by bulking that is putting a non-volatile material into the cell wall thus reducing their capacity for water)。

(五)由化學的架橋給合固結纖維，使它減少因水而分離之量，使木材安定 (Stabilization by chemically cross-linking the structure units of the fiber so as to reduce the amount by which they can be separated by water)。

以上五種處理方法中，現行於木材工業而實用者，即為(一)(二)(四)三種，屬於(一)項處理者即為合板工業，係利用合成樹脂之膠合力抑制其互相交叉單板之膨脹和收縮，屬於(二)項者係一般木材加工業採用之油漆塗漆，雖可防止水分之滲入而其安定之效果，但其塗漆難期均勻且持久性欠佳，屬於(四)項者有樹脂處理木材 (即浸壓木材 Impreg wood Compreg wood)，聚乙二醇 (Polyethylene glycol) 處理木材，醋化木材等，係利用在大氣中安定之藥品注入於木材中，填滿細胞空隙，而不受大氣



乾濕之影響以得到安定之效果；至於(三)(五)兩項處理方法雖有效果，但因減少木材韌性和耐磨性甚大，目前尚無法獲得商業界的採用，總而言之，現在應用於商業界木材安定之處理方法，計有：(一)樹脂處理，(二)聚乙二醇處理，(三)醋化處理等三種，且均屬於上述(四)項之範圍。本試驗即採用酚脂，脲脂兩種合成樹脂及聚乙二醇處理本省潤葉樹材計臺灣赤楊 (*Alnus formosana* Makino)，大葉楠 (*Machilus kusanoi* Hay)，山黃麻 (*Trema orientalis* (L.) BL.) 等三樹種，測定其吸收量，膨脹率，並觀察其對木材尺寸之安定效果，整理為報告。惟時間倉促，率爾成文，謬誤難免，尚希賢達為不吝教正，則幸甚焉！本文蒙林所長涓訪及王技正相曠賜予校閱，謹誌謝意。又本試驗係承中國農村復興聯合委員會之資助，得能完成，特此聲明，藉表謝忱！

## 二、試驗材料 (Testing material)

### (一)供試樹種：

(1) 臺灣赤楊 (*Alnus formosana* Makino)，臺灣名：水柯仔，日名：タイフンハンノキ，屬樺木科 (Betulaceae)。

落葉喬木，樹皮暗灰褐色，平滑，葉互生卵形或橢圓形，紙質，鋸齒緣，長10 cm，花單生，雌雄同株，雄花單一，柔荑花序下垂，雌花穗狀花序，果為木質球果，橢圓形，長3 cm，種被膜質，臺灣特產，為第二期森林即開墾跡地或崩壞地之主要樹種，從平地以至海拔2,500 m均有分佈，木材堪充茶箱板及薪材，邊心材區別不顯明，材色新鮮時白色，曝露空氣中，則變為黃色或紅褐色，木理通直。木肌細而均勻，材質稍輕 (比重0.41，根據全乾重量與生材容積測定)，略軟，加工甚易，收縮小，乾燥狀況良好，耐朽性弱。

(2) 大葉楠 (*Machilus kusanoi* Hay)，日名：オホバタブ，屬樟科 (Lauraceae)。

常綠大喬木，直徑可達一公尺，樹皮稍平滑，灰褐色，葉革質，長橢圓形或披針形，長12~20公分，兩面平滑，中脈表面凹入，背面突出，花雌雄同株，頂生，圓錐花序，花徑約7公厘，花萼六片，全裂，漿果球形，徑約12公厘，基部有宿存萼片，向外反捲。大葉楠為本省特產樹種之一，分佈遍及全省，材質心材淡紅褐色，邊材淡黃綠色，紋理通直，硬度中庸，耐摩擦衝擊，加工容易，可供建築，橋樑，枕木，造船，農具，家具等用。

(3) 山黃麻 (*Trema orientalis* (L.) BL.)，臺灣名：山黃麻，日名：ウラシロエノキ，亦有稱サンコウマ者，屬榆科 (Ulmaceae)。

落葉大喬木，全島低海拔叢林，第二期森林及荒地均有分佈，村落周圍，開墾地及伐木跡地亦極普遍，木材生長極為迅速，十餘年生者即成大材，惟枝極擴展，少有直幹良材，木材無心邊材之分，淡褐色，輕且稍脆弱，年輪寬濶不甚分明，導管散生，殆同大，單獨或聚合，柔細胞環狀，髓線稍顯著，木理通直，少割裂，吸濕性小，不反脹，易加工，氣乾材比重0.38~0.51，全乾材比重0.28，木材可供建築，車輛，家具，木屐，風箱，農具及下等棺木等用。又常為造紙及火柴桿之原料。



## (二)處理藥劑：

### (1) 酚脂 (Phenolic resin)：

浸漬用酚脂之製造方法與一般膠合用酚脂略有不同，其性質必具有良好之水溶性，粘度小，分子量低，容易滲透等條件，茲將本試驗使用之酚脂製造方法及性質略述於下：

製造：以石炭酸一分子量，甲醛二分子量混合後加入10%氫氧化鈉溶液15cc，將三口瓶之一口連接於冷凝管，在湯浴鍋內加熱至60°C時，湯浴鍋停止加熱，三口燒瓶內之溫度逐漸自動升高至65~70°C，維持5 hrs 後，以0.1N硫酸中和至pH7.5，然後冷卻至室溫，取出存儲待用

性質：本試驗所得液體為一粘度極稀之暗紅色膠狀溶液，對水之溶解度極大，可沖稀至5~6倍之水，對木材有良好之滲透性，惟放置較久，溶液粘度逐漸增大而減少其水溶性，浸透能力亦因之遞減，放3個月後即與水分離而析出膠液不再溶於水，但尚可於酒精或丙酮溶劑中。

### (2) 脲脂 (Urea resin)：

浸漬用之脲脂應具備之條件及製造設備與酚脂大致相同，惟其製造條件則較複雜，如脲素與甲醛之混合比，媒介劑 (Catalyst) 之種類，pH 值之變化等問題，均非本文所能詳言，茲將本試驗使用之脲脂製造方法及性質略述於下：

製造：以甲醛 (Formaldehyde) 二分子量放入三口燒瓶內，以1%之氫氧化鈉溶液中和其酸性至pH 7 為止，再加入一分子量之尿素，俟其完全溶解後再加入六次甲基四胺 (Hexamethylene tetramine) 6 g 將三口燒瓶中間之一口裝一攪拌機一口連結於冷凝管，另一口插一溫度計放入湯浴鍋中，加熱至90°C時，瓶內溶液即自動發熱反應開始沸騰，繼續保持沸騰至30分，停止加熱，冷卻至室溫，取出，貯藏待用。

性質：為透明而具有微粘性之液體，pH 值為8，經24 hrs 後呈極微之混濁狀態，再經三天即析出白色沉澱而不適為浸漬用。

### (3) 聚乙二醇 (Polyethylene glycol)：

係美國聯合乙炔公司出品 Carbowax 1500號 (聚乙二醇之商名)，調配為30%之水溶液，為本試驗浸漬之用。

性質：平均分子量為500~600，呈蠟狀，融點 (Melting Point) 37~40°C，極易溶於水，比重為1.151(20°C)，30%水溶液比重1.056(20°C)，其一般性質及用途頗類似甘油。

## 三、試驗方法 (Experimental methods)

### (一)試驗之設計 (Experimental design)

本試驗參加因子計包括三項：

- (1) 處理法分乾材 (以105烘乾) 處理及濕材 (浸水24小時) 處理兩種；
- (2) 處理藥劑採用酚脂 (Phenolic resin)，脲脂 (Urea resin)，聚乙二醇 (Polyethylene glycol) 三種；
- (3) 試材採取臺灣赤楊 (Alnus formosana Makino)，大葉楠 (Machilus Ku-

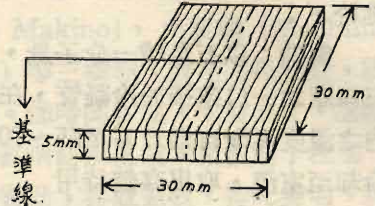


sanoi Hay), 山黃麻 (*Trema orientalis* (L.) BL.) 三樹種。

合計 2×3×3 共 18 個組合, 重複 5 次, 共需 90 片, 另加三樹種未處理材試片 15 片, 共計使用試片 105 片。

•(二)試驗方法及步驟 (Experimental methods and procedure)

(1) 試材之製作: 本試驗所用木材均選無心材部位之邊材, 取 30 mm×30 mm×5 mm 兩邊徑切面為試材, 分組編號, 並在試片中心沿着弦向劃一基準線, 以資區別。(如右圖):



(2) 處理液之調配: 每種處理液之濃度均調配為 30% 溶液後使用之。

(3) 處理方法:

(A) 試材烘乾秤量後, 分別為全乾材, 全濕材浸於處理藥劑中, 移入真空乾燥盂內, 用真空幫浦抽氣 15 分鐘, 除去試材內之空氣, 放置過夜取出, 擦去多餘之處理藥劑, 氣乾 24 hrs 後, 放入 105°C 烘箱內 24 hrs, 待其完全硬化後, 取出秤量, 測定其樹脂含量及徑向和弦向之長度。

(B) 未處理材與處理材分別浸漬於流水中 72 小時後, 取出秤量並測定其長度。

(C) 由 (A) (B) 兩項結果, 分別求出各膨脹率, 並依照次式計算抗膨脹效率, 以明瞭三種藥劑對三種試材之安定效果。

$$\text{抗膨脹效率}(\%) = \frac{\text{未處理材膨脹率} - \text{處理材膨脹率}}{\text{未處理材膨脹率}} \times 100$$

(Anti Swelling efficiency)

四、試驗結果 (Experimental Results)

(一)以乾材處理之試材, 處理液含率及沖洗後含率表:

Resin content of treated wood (Dry specimens):

第一表 酚脂 (Phenolic resin)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理前全乾量 Oven dry weight of untreated wood (g)	處理後全乾量 Oven dry weight of treated wood (g)	沖洗後全乾量 Oven dry weight after leaching (g)	樹脂含量 Resin content			沖洗後樹脂含量 Resin content after leaching		
						(g)	(%)	平均 (%)	(g)	(%)	平均 (%)
酚 (Phenolic resin)	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	1AP <sub>1</sub>	2.7329	3.3416	3.2800	0.6087	18.21		0.5471	16.67	
		1AP <sub>2</sub>	2.4116	2.9853	2.9334	0.5737	19.21		0.5218	17.78	
		1AP <sub>3</sub>	2.6467	3.2135	3.1541	0.5668	17.63		0.5074	16.08	
		1AP <sub>4</sub>	2.6861	3.2785	3.2209	0.5924	18.06		0.5348	16.60	
		1AP <sub>5</sub>	2.5783	3.1786	3.1282	0.6003	18.88	18.40	0.5499	17.57	16.94
	大葉楠 <i>Ma chinus kusanoi</i> Hay	1BP <sub>1</sub>	2.8257	3.4156	3.3642	0.5899	17.27		0.5385	16.00	
		1BP <sub>2</sub>	2.5853	3.1900	3.1457	0.6047	18.95		0.5604	17.81	
		1BP <sub>3</sub>	2.8047	3.3775	3.3296	0.5728	16.95		0.5249	15.76	
		1BP <sub>4</sub>	2.7415	3.3666	3.3192	0.6251	18.56		0.5777	17.40	
		1BP <sub>5</sub>	2.7786	3.4345	3.3919	0.6559	19.09	18.16	0.6133	18.08	17.01
脂 山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	1CP <sub>1</sub>	1.7935	2.3752	2.3435	0.5817	24.49		0.5500	23.46		
	1CP <sub>2</sub>	1.9390	2.5645	2.5365	0.6255	24.39		0.5975	23.55		
	1CP <sub>3</sub>	1.7385	2.3619	2.3300	0.6234	26.39		0.5915	25.38		
	1CP <sub>4</sub>	1.9283	2.5232	2.4961	0.5949	23.57		0.5678	22.72		
	1CP <sub>5</sub>	1.8873	2.4900	2.4700	0.6027	24.20	24.60	0.5827	23.59	23.74	



第二表 脲脂 (Urea resin)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理前全乾量 Oven dry weight of untreated wood (g)	處理後全乾量 Oven dry weight of treated wood (g)	沖洗後全乾量 Oven dry weight after leaching (g)	樹脂含量 Resin content			沖洗後樹脂含量 Resin content after leaching		
						(g)	(%)	平均 (%)	(g)	(%)	平均 (%)
脲	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	1AU <sub>1</sub>	2.6874	3.0866	2.9389	0.3992	12.93		0.2515	8.55	
		1AU <sub>2</sub>	2.7721	3.2190	3.0336	0.4469	13.88		0.2615	8.62	
		1AU <sub>3</sub>	2.3973	3.0296	2.8211	0.6323	20.87		0.4238	15.02	
		1AU <sub>4</sub>	2.5415	2.9764	2.7763	0.4349	14.61		0.2348	8.45	
		1AU <sub>5</sub>	2.5564	2.9466	2.7550	0.3902	13.24	15.11	0.1986	7.20	9.57
(Urea resin)	大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	1BU <sub>1</sub>	3.5107	4.3572	4.1068	0.8465	19.43		0.5961	14.51	
		1BU <sub>2</sub>	3.1138	3.8355	3.6160	0.7217	18.82		0.5022	13.89	
		1BU <sub>3</sub>	3.4590	4.1173	3.8940	0.6583	15.99		0.4350	11.17	
		1BU <sub>4</sub>	3.3106	4.0585	3.8486	0.7479	18.43		0.5380	13.98	
		1BU <sub>5</sub>	3.2909	4.1695	3.9191	0.8786	21.07	18.75	0.6282	16.03	13.92
脂	山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	1CU <sub>1</sub>	1.9327	2.7021	2.4201	0.7694	28.47		0.4874	20.13	
		1CU <sub>2</sub>	1.8856	2.7431	2.3836	0.8575	31.26		0.4980	20.89	
		1CU <sub>3</sub>	1.8761	2.6410	2.3526	0.7649	28.95		0.4765	20.25	
		1CU <sub>4</sub>	1.9469	2.7570	2.4579	0.8101	29.38		0.5110	20.79	
		1CU <sub>5</sub>	1.9488	2.8101	2.4897	0.8613	30.65	29.74	0.5409	21.72	20.76

第三表 聚乙二醇 (Polyethylene glycol)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理前全乾量 Oven dry weight of untreated wood (g)	處理後全乾量 Oven dry weight of treated wood (g)	沖洗後全乾量 Oven dry weight after leaching (g)	樹脂含量 Resin content			沖洗後樹脂含量 Resin content after leaching		
						(g)	(%)	平均 (%)	(g)	(%)	平均 (%)
聚	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	1AG <sub>1</sub>	2.6646	2.8783	2.6715	0.2137	7.42		0.0069	0.25	
		1AG <sub>2</sub>	2.4496	2.6460	2.4591	0.1964	7.42		0.0095	0.38	
		1AG <sub>3</sub>	2.6775	2.7785	2.5876	0.2010	7.23		0.0101	0.39	
		1AG <sub>4</sub>	2.5963	2.7926	2.6057	0.1963	7.02		0.0094	0.36	
		1AG <sub>5</sub>	2.8287	3.0420	2.8414	0.2133	7.01	7.22	0.0127	0.44	0.36
乙	大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	1BG <sub>1</sub>	2.6728	2.9524	2.6891	0.2796	9.47		0.0163	0.60	
		1BG <sub>2</sub>	2.5861	2.8776	2.6004	0.2915	10.12		0.0143	0.69	
		1BG <sub>3</sub>	2.5749	2.8472	2.5887	0.2723	9.56		0.0138	0.53	
		1BG <sub>4</sub>	2.7097	3.0162	2.7246	0.3065	10.16		0.0149	0.54	
		1BG <sub>5</sub>	2.6730	2.9452	2.6853	0.2722	9.24	9.71	0.0123	0.45	0.56
醇	山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	1CG <sub>1</sub>	1.7854	2.0298	1.8170	0.2444	12.04		0.0316	1.73	
		1CG <sub>2</sub>	1.7720	2.0467	1.7956	0.2747	13.42		0.0236	1.31	
		1CG <sub>3</sub>	1.9836	2.2139	2.0043	0.2303	10.40		0.0207	1.03	
		1CG <sub>4</sub>	1.7660	2.0337	1.7901	0.2679	13.17		0.0241	1.34	
		1CG <sub>5</sub>	1.8627	2.0961	1.8936	0.2334	11.13	12.03	0.0309	1.63	1.41



(二)以濕材處理之試材，處理液含率及沖洗後含率表：

## Resin content of treated wood (Wet specimens):

第四表 酚脂 (Phenolic resin)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理前全乾量 Oven dry weight of untreated wood (g)	處理後全乾量 Oven dry weight of treated wood (g)	沖洗後全乾量 Oven dry weight after leaching (g)	樹脂含量 Resin content			沖洗後樹脂含量 Resin content after leaching		
						(g)	(%)	平均 (%)	(g)	(%)	平均 (%)
酚  (Phenolic resin)	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	2AP <sub>1</sub>	2.7345	3.1757	3.1279	0.4612	14.43		0.3934	12.57	
		2AP <sub>2</sub>	2.7722	3.4867	3.4216	0.7145	20.49		0.6494	18.97	
		2AP <sub>3</sub>	2.4848	3.4696	3.4150	0.9846	28.38		0.9302	27.23	
		2AP <sub>4</sub>	2.5035	3.1660	3.1151	0.6625	20.92		0.6116	19.63	
		2AP <sub>5</sub>	2.4283	3.0842	3.0335	0.6560	21.26	21.10	0.6053	19.95	19.67
	大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	2BP <sub>1</sub>	2.6715	3.5695	3.5195	0.8800	24.94		0.8480	24.09	
		2BP <sub>2</sub>	2.6205	3.5735	3.5197	0.9530	26.66		0.8922	25.54	
		2BP <sub>3</sub>	2.7320	3.7140	3.6703	0.9820	26.44		0.9383	25.56	
		2BP <sub>4</sub>	2.5680	3.5160	3.4767	0.9510	27.02		0.9089	26.13	
		2BP <sub>5</sub>	2.8087	3.8385	3.7839	1.0299	26.83	26.39	0.9952	25.77	25.42
	山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	2CP <sub>1</sub>	1.8378	2.5544	2.5205	1.7166	28.05		0.6827	27.08	
		2CP <sub>2</sub>	1.9132	2.6681	2.6380	0.7549	28.29		0.7248	27.47	
		2CP <sub>3</sub>	1.7893	2.4889	2.4637	0.6996	28.10		0.6744	27.37	
		2CP <sub>4</sub>	2.1072	2.8548	2.8316	0.7476	26.18		0.7244	25.58	
		2CP <sub>5</sub>	1.8747	2.5704	2.5433	0.6957	27.06	27.54	0.6686	26.28	26.76

第五表 脲脂 (Urea resin)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理前全乾量 Oven dry weight of untreated wood (g)	處理後全乾量 Oven dry weight of treated wood (g)	沖洗後全乾量 Oven dry weight after leaching (g)	樹脂含量 Resin content			沖洗後樹脂含量 Resin content after leaching		
						(g)	(%)	平均 (%)	(g)	(%)	平均 (%)
脲  (Urea resin)	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	2AU <sub>1</sub>	2.9421	3.5773	3.3525	0.6352	17.76		0.4104	12.24	
		2AU <sub>2</sub>	2.6263	3.2145	3.0345	0.5882	18.30		0.4082	13.45	
		2AU <sub>3</sub>	2.6927	3.3065	3.0280	0.6038	18.78		0.3353	11.07	
		2AU <sub>4</sub>	2.6133	3.2248	3.0355	0.6115	18.96		0.4222	13.91	
		2AU <sub>5</sub>	2.7271	3.4015	3.1840	0.6744	19.83	18.73	0.4569	14.35	13.00
	大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	2BU <sub>1</sub>	3.3270	4.2505	3.8780	0.9235	21.73		0.5510	14.22	
		2BU <sub>2</sub>	3.1580	4.0320	3.7930	0.8739	21.68		0.6350	16.74	
		2BU <sub>3</sub>	3.1629	3.9130	3.6435	0.7501	19.17		0.4806	13.19	
		2BU <sub>4</sub>	3.1218	3.9680	3.7240	0.8462	21.33		0.6022	16.17	
		2BU <sub>5</sub>	3.2372	4.2125	3.9515	0.9753	23.15	21.41	0.7143	18.08	15.68
	山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	2CU <sub>1</sub>	1.5888	2.4410	2.1045	0.8522	34.91		0.5157	24.50	
		2CU <sub>2</sub>	1.7087	2.6922	2.3240	0.9835	36.53		0.6153	26.48	
		2CU <sub>3</sub>	1.6268	2.5125	2.2185	0.8857	35.25		0.5917	26.67	
		2CU <sub>4</sub>	1.5851	2.5105	2.2040	0.9254	36.86		0.6189	28.08	
		2CU <sub>5</sub>	1.6059	2.5490	2.2965	0.9431	37.00	36.11	0.6906	30.07	27.16



第六表 聚乙二醇 (Polyethylene glycol)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理前全乾量	處理後全乾量	沖洗後全乾量	樹脂含量 Resin content			沖洗後樹脂含量 Resin content after leaching		
			Oven dry weight of untreated wood (g)	Oven dry weight of treated wood (g)	Oven dry weight after leaching (g)	(g)	(%)	平均 (%)	(g)	(%)	平均 (%)
聚乙二醇 (Polyethylene glycol)	臺灣赤楊 Alnus formosana Makino	2AG <sub>1</sub>	2.4615	2.8410	2.4889	0.3795	13.35		0.0274	1.10	
		2AG <sub>2</sub>	2.5881	2.9490	2.6133	0.3609	12.23		0.0252	0.96	
		2AG <sub>3</sub>	2.7316	3.0995	2.7548	0.3679	11.86		0.0232	0.84	
		2AG <sub>4</sub>	2.6680	3.0478	2.6930	0.3798	12.48		0.0250	0.92	
		2AG <sub>5</sub>	2.6759	3.0504	2.7196	0.3745	12.27	12.44	0.0437	1.60	1.08
	大葉楠 Machilus kusanoi Hay	2BG <sub>1</sub>	2.5371	3.0216	2.5606	0.4845	16.03		0.0235	0.91	
		2BG <sub>2</sub>	2.7254	3.1949	2.7379	0.4695	14.69		0.0125	0.45	
		2BG <sub>3</sub>	2.6885	3.1800	2.7505	0.4915	15.45		0.0620	2.25	
		2BG <sub>4</sub>	2.6779	3.4038	2.9999	0.7259	21.32		0.3220	10.73	
		2BG <sub>5</sub>	2.5240	3.1493	2.6987	0.6253	19.85	17.47	0.1747	6.47	4.16
	山黃麻 Trema orientalis (L.) Bl.	2CG <sub>1</sub>	2.0102	2.3815	2.0909	0.3713	15.59		0.0807	3.85	
		2CG <sub>2</sub>	1.9392	2.3461	2.0191	0.4069	17.34		0.0799	3.95	
		2CG <sub>3</sub>	1.9525	2.3303	2.0321	0.3778	16.21		0.0796	3.91	
		2CG <sub>4</sub>	1.8792	2.2786	1.9594	0.3994	17.52		0.0802	4.09	
		2CG <sub>5</sub>	1.9419	2.3672	2.0276	0.4253	17.96	16.92	0.0857	4.22	4.00

(三)以乾材處理之試材膨脹率表：

(%) Swelling of treated wood with dry specimen:

第七表 酚脂 (Phenolic resin)

處理液 Chemicals	樹種 Species	編號 Number	處理材全乾時長度 Dimension of dry wood		處理材全濕時長度 Dimension of dry wood		處理材之膨脹率 Swelling of treated wood					
			弦向 Tangential direction (m.m.)	徑向 Radial direction (m.m.)	弦向 Tangential direction (m.m.)	徑向 Radial direction (m.m.)	弦向 Tangential direction			徑向 Radial direction		
							增加長度 Dimension increase (m.m.)	膨脹率 Swelling (%)	平均值 Ave (%)	增加長度 Dimension increase (m.m.)	膨脹率 Swelling (%)	平均值 Ave (%)
酚脂 (Phenolic resin)	臺灣赤楊 Alnus formosana Makino	1AP <sub>1</sub>	29.95	30.80	31.80	31.40	1.85	6.18		0.60	1.95	
		1AP <sub>2</sub>	28.70	31.05	30.10	31.70	1.40	4.88		0.65	2.09	
		1AP <sub>3</sub>	28.6	31.25	30.05	31.65	1.45	5.07		0.40	1.28	
		1AP <sub>4</sub>	29.05	31.00	30.70	31.75	1.65	5.68		0.75	2.42	
		1AP <sub>5</sub>	29.30	30.85	30.75	31.55	1.45	4.95	5.35	0.70	2.27	2.00
	大葉楠 Machilus kusanoi Hay	1BP <sub>1</sub>	32.15	31.40	33.40	31.75	1.25	3.89		0.35	1.11	
		1BP <sub>2</sub>	31.85	31.60	33.05	31.80	1.20	3.77		0.20	0.63	
		1BP <sub>3</sub>	32.15	31.30	33.50	31.70	1.35	4.20		0.40	1.28	
		1BP <sub>4</sub>	31.80	31.45	33.10	31.90	1.30	4.09		0.45	1.43	
		1BP <sub>5</sub>	31.95	31.55	32.95	32.00	1.00	3.13	3.82	0.45	1.43	1.18
山黃麻 Trema orientalis (L.) Bl.	1CP <sub>1</sub>	31.15	30.45	32.10	30.95	0.95	3.05		0.50	1.64		
	1CP <sub>2</sub>	31.00	30.55	31.80	31.10	0.80	2.58		0.55	1.80		
	1CP <sub>3</sub>	31.40	30.30	32.05	30.75	0.65	2.07		0.45	1.49		
	1CP <sub>4</sub>	31.00	30.70	31.70	31.20	0.70	2.26		0.50	1.63		
	1CP <sub>5</sub>	31.15	30.40	32.00	30.75	0.85	2.73	2.54	0.35	1.15	1.54	



第八表 脲脂 (Urea resin)

處 理 液	樹 種	編 號	處理材全乾時長度 Dimension of dry wood		處理材全濕時長度 Dimension of wet wood		處理材之膨脹率 Swelling of treated wood					
			弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction			徑 向 Radial direction		
							增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)	增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)
脲 脂	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	1AU <sub>1</sub>	28.00	30.75	30.20	31.85	2.20	7.86		1.10	3.58	
		1AU <sub>2</sub>	29.15	30.50	31.60	31.40	2.45	8.40		0.90	2.95	
		1AU <sub>3</sub>	29.15	30.50	31.20	31.45	2.05	7.03		0.95	3.11	
		1AU <sub>4</sub>	28.60	30.55	30.70	31.60	2.10	7.34		1.05	3.44	
		1AU <sub>5</sub>	28.55	30.50	30.70	31.60	2.15	7.53	7.63	1.10	3.61	3.34
(Urea resin)	大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	1BU <sub>1</sub>	31.00	30.30	32.65	32.00	1.65	5.32		0.70	2.24	
		1BU <sub>2</sub>	31.10	31.70	32.75	32.10	1.65	5.31		0.40	1.26	
		1BU <sub>3</sub>	30.90	31.80	32.55	32.10	1.65	5.34		0.30	0.94	
		1BU <sub>4</sub>	31.85	31.05	33.75	31.70	1.90	5.97		0.65	2.09	
		1BU <sub>5</sub>	31.30	31.10	33.20	31.80	1.90	6.67	5.60	0.70	2.25	1.77
脲 脂	山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) Bl.	1CU <sub>1</sub>	30.70	30.00	32.20	30.65	1.50	4.89		0.65	2.17	
		1CU <sub>2</sub>	30.60	30.00	32.15	30.50	1.55	5.07		0.50	1.67	
		1CU <sub>3</sub>	30.50	30.20	32.05	30.85	1.55	5.08		0.65	2.15	
		1CU <sub>4</sub>	30.80	30.15	32.30	30.75	1.50	4.87		0.60	1.99	
		1CU <sub>5</sub>	30.75	30.10	32.30	30.65	1.55	5.04	4.99	0.55	1.83	1.96

第九表 聚乙二醇 (Polyethylene glycol)

處 理 液	樹 種	編 號	處理材全乾時長度 Dimension of dry wood		處理材全濕時長度 Dimension of wet wood		處理材之膨脹率 Swelling of treated wood					
			弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction			徑 向 Radial direction		
							增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)	增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)
聚 乙 二 醇	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	1AG <sub>1</sub>	29.30	30.35	31.90	31.25	2.60	8.87		0.90	2.97	
		1AG <sub>2</sub>	29.50	30.40	31.90	31.25	2.40	8.14		0.85	2.80	
		1AG <sub>3</sub>	29.30	30.40	32.00	31.20	2.70	9.22		0.80	2.63	
		1AG <sub>4</sub>	29.65	30.50	32.00	31.40	2.55	8.60		0.90	2.95	
		1AG <sub>5</sub>	29.65	30.40	32.05	31.25	2.40	8.09	8.58	0.85	2.63	2.80
聚 乙 二 醇	大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	1BG <sub>1</sub>	31.15	31.30	32.50	31.80	1.35	4.33		0.50	1.60	
		1BG <sub>2</sub>	31.30	31.55	32.65	31.80	1.35	4.31		0.25	0.79	
		1BG <sub>3</sub>	31.45	31.40	32.70	31.80	1.25	3.97		0.40	1.27	
		1BG <sub>4</sub>	31.50	31.25	32.75	31.80	1.25	3.97		0.55	1.76	
		1BG <sub>5</sub>	31.75	31.20	33.15	31.70	1.40	4.41	4.20	0.50	1.60	1.40
聚 乙 二 醇	山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) Bl.	1CG <sub>1</sub>	30.30	30.65	31.80	31.25	1.50	4.95		0.60	1.96	
		1CG <sub>2</sub>	30.65	30.00	32.20	30.65	1.55	5.06		0.65	2.17	
		1CG <sub>3</sub>	30.20	30.20	31.95	30.90	1.75	5.79		0.70	2.32	
		1CG <sub>4</sub>	30.50	29.90	32.20	30.60	1.70	5.57		0.70	2.34	
		1CG <sub>5</sub>	30.30	30.40	31.90	31.05	1.60	5.28	5.33	0.65	2.14	2.19



## (四)以濕材處理之試材膨脹率表：

## Swelling of treated wood with wet specimen:

第十表 酚脂 (Phenolic resin)

處 理 液	樹 種	編 號	處理材全乾時長度 Dimension of dry wood		處理材全濕時長度 Dimension of wet wood		處 理 材 之 膨 脹 率 Swelling of treated wood					
			弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction			徑 向 Radial direction		
							增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 Ave (%)	增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 Ave (%)
酚 脂 (Phenolic resin)	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	2AP <sub>1</sub>	30.55	30.95	32.05	31.45	1.50	4.91		0.50	1.62	
		2AP <sub>2</sub>	30.55	30.85	32.15	31.40	1.60	5.24		0.55	1.78	
		2AP <sub>3</sub>	29.95	31.30	31.40	31.70	1.45	4.84		0.40	1.28	
		2AP <sub>4</sub>	29.50	31.30	30.50	31.75	1.00	3.39		0.40	1.28	
		2AP <sub>5</sub>	30.55	30.95	31.85	31.40	1.30	4.25	4.53	0.45	1.45	1.48
大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	2BP <sub>1</sub>	32.55	31.65	33.10	32.95	0.55	1.69		1.30	4.11		
	2BP <sub>2</sub>	32.40	31.65	33.30	31.85	0.90	2.78		0.20	0.63		
	2BP <sub>3</sub>	33.15	31.55	34.10	31.75	0.95	2.87		0.20	0.63		
	2BP <sub>4</sub>	32.65	31.60	33.40	32.15	0.75	2.30		0.55	1.74		
	2BP <sub>5</sub>	32.65	31.75	33.50	31.80	0.85	2.60	2.45	0.05	0.16	1.45	
山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	2CP <sub>1</sub>	31.40	30.60	32.10	31.05	0.70	2.23		0.45	1.47		
	2CP <sub>2</sub>	31.15	31.00	32.00	31.30	0.85	2.73		0.30	0.97		
	2CP <sub>3</sub>	31.60	30.20	32.30	30.70	0.70	2.22		0.50	1.66		
	2CP <sub>4</sub>	31.10	30.90	31.95	31.40	0.85	2.73		0.50	1.62		
	2CP <sub>5</sub>	31.20	30.85	32.05	31.10	0.85	2.72	2.53	0.25	0.81	●1.31	

第十一表 脲脂 (Urea resin)

處 理 液	樹 種	編 號	處理材全乾時長度 Dimension of dry wood		處理材全濕時長度 Dimension of wet wood		處 理 材 之 膨 脹 率 Swelling of treated wood					
			弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction			徑 向 Radial direction		
							增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 Ave (%)	增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 Ave (%)
脲 脂 (Urea resin)	臺灣赤楊 <i>Alnus formosana</i> Makino	2AU <sub>1</sub>	28.70	30.75	30.50	31.70	1.80	6.27		0.95	3.09	
		2AU <sub>2</sub>	28.80	30.85	30.70	31.85	1.90	6.60		1.00	3.24	
		1AU <sub>3</sub>	29.00	30.65	31.10	31.70	2.10	7.24		1.05	3.43	
		2AU <sub>4</sub>	29.90	30.50	32.20	31.40	2.30	7.69		0.90	2.95	
		2AU <sub>5</sub>	29.10	30.65	31.00	31.65	2.00	6.87	6.93	1.00	3.26	3.19
大葉楠 <i>Machilus kusanoi</i> Hay	2BU <sub>1</sub>	32.00	31.35	33.50	32.75	1.50	4.69		1.40	4.47		
	2BU <sub>2</sub>	32.05	31.15	33.75	31.80	1.70	5.30		0.65	2.09		
	2BU <sub>3</sub>	32.00	31.30	33.45	31.80	1.45	4.53		0.50	1.60		
	2BU <sub>4</sub>	32.10	31.40	33.80	31.70	1.70	5.30		0.30	0.96		
	2BU <sub>5</sub>	31.90	31.20	33.45	31.75	1.55	4.86	4.94	0.55	1.76	2.18	
山黃麻 <i>Trema orientalis</i> (L.) BL.	2CU <sub>1</sub>	30.80	30.55	32.05	31.20	1.25	4.06		0.65	2.13		
	2CU <sub>2</sub>	30.70	30.65	31.95	31.30	1.25	4.07		0.65	2.12		
	2CU <sub>3</sub>	30.75	30.70	32.00	31.20	1.25	4.07		0.50	1.63		
	2CU <sub>4</sub>	31.25	30.75	32.25	31.20	1.00	3.20		0.55	1.79		
	2CU <sub>5</sub>	30.80	30.95	32.00	31.40	1.20	3.90	3.86	0.50	1.62	1.86	



第十二表 聚乙二醇 (Polyethylene glycol)

處 理 液	樹 種	編 號	處理材全乾時長度 Dimension of dry wood		處理材全濕時長度 Dimension of wet wood		處理材之膨脹率 Swelling of treated wood					
			弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction			徑 向 Radial direction		
							增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)	增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)
聚 乙 二 醇 (Polyethylene glycol)	臺灣赤楊 Alnus formosana Makino	2AG <sub>1</sub>	29.15	30.70	31.00	31.50	1.85	6.35		0.80	2.61	
		2AG <sub>2</sub>	29.60	30.75	32.00	31.15	2.40	8.11		0.40	1.30	
		2AG <sub>3</sub>	29.55	30.55	31.95	31.25	2.40	8.12		0.70	2.29	
		2AG <sub>4</sub>	29.10	30.60	31.40	31.40	2.30	7.90		0.80	2.61	
		2AG <sub>5</sub>	29.55	30.60	32.00	31.25	2.45	8.29	7.75	0.65	2.12	2.19
	大葉楠 Machilus kusanoi Hay	2BG <sub>1</sub>	31.85	31.45	32.80	31.75	0.95	2.98		0.30	0.95	
		2BG <sub>2</sub>	31.70	31.65	32.65	32.00	0.95	3.00		0.35	1.11	
		2BG <sub>3</sub>	31.40	31.60	32.55	31.90	1.15	3.66		0.30	0.95	
		2BG <sub>4</sub>	31.30	31.65	32.65	32.00	1.35	4.31		0.35	1.11	
		2BG <sub>5</sub>	31.55	31.65	32.60	31.90	1.05	3.33	3.46	0.25	0.79	0.98
	山黃麻 Trema orientalis (L.) BL.	2CG <sub>1</sub>	30.75	30.35	32.10	31.10	1.35	4.39		0.75	2.47	
		2CG <sub>2</sub>	30.60	30.75	31.90	31.25	1.30	4.25		0.50	1.63	
		2CG <sub>3</sub>	30.85	30.10	32.30	30.85	1.45	4.70		0.75	2.49	
		2CG <sub>4</sub>	30.75	30.20	32.15	30.80	1.40	4.55		0.60	1.99	
		2CG <sub>5</sub>	30.65	30.65	32.05	31.30	1.40	4.57	4.49	0.65	2.12	2.14

(五) 未加處理之試材膨脹率表：

(%) Swelling of untreated wood:

第十三表

樹 種	號 編	未處理材全乾時長度 Dimension of dry untreated wood	未處理材全濕時長度 Dimension of wet untreated wood	未處理材之膨脹率 Swelling of untreated wood									
				弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction (m.m.)	徑 向 Radial direction (m.m.)	弦 向 Tangential direction			徑 向 Radial direction		
								增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)	增加 長度 Dimension increase (m.m.)	膨 脹 率 Swelling (%)	平 均 值 AVE (%)
臺灣赤楊 Alnus formosana Makino	A <sub>1</sub>	29.80	31.00	32.80	32.40	3.00	10.07		1.40	4.52			
	A <sub>2</sub>	29.70	30.95	32.80	32.35	3.10	10.44		1.40	4.52			
	A <sub>3</sub>	29.80	30.85	32.75	32.15	2.95	9.90		1.30	4.21			
	A <sub>4</sub>	29.75	30.85	32.80	32.60	3.05	10.25		1.75	5.67			
	A <sub>5</sub>	29.95	30.90	32.85	32.10	2.90	9.68	10.07	1.20	3.88	4.56		
大葉楠 Machilus kusanoi Hay	B <sub>1</sub>	31.25	30.80	33.55	31.70	2.30	7.36		0.90	2.92			
	B <sub>2</sub>	31.15	30.90	33.50	31.85	2.35	7.54		0.95	3.07			
	B <sub>3</sub>	30.85	32.50	33.00	33.35	2.15	6.97		0.85	2.62			
	B <sub>4</sub>	30.90	31.90	33.25	33.00	2.35	7.61		1.10	3.45			
	B <sub>5</sub>	30.85	32.10	33.10	33.00	2.25	7.29	7.35	0.90	2.80	2.97		
山黃麻 Trema orientalis (L.) BL.	C <sub>1</sub>	31.00	30.80	33.35	31.60	2.35	7.58		0.85	2.76			
	C <sub>2</sub>	30.45	30.60	32.55	31.40	2.10	6.90		0.80	2.61			
	C <sub>3</sub>	30.40	31.00	32.60	31.80	2.20	7.24		0.80	2.58			
	C <sub>4</sub>	30.85	30.75	33.00	31.60	2.15	6.97		0.75	2.44			
	C <sub>5</sub>	31.05	31.00	33.40	31.85	2.35	7.57	7.25	0.85	2.74	2.63		



## (六)處理材之抗膨脹效率表：

## Anti swelling efficiency of treated wood:

第十四表

處 理 材	處 理 液	樹 種	編 號	處 理 材 樹 脂 含 量 Resin content	未處理材膨脹率(%) Swelling of untreated wood		處理材膨脹率(%) Swelling of treated wood		抗膨脹效率(%) Anti swelling efficiency	
					弦 向 Tangential direction (%)	徑 向 Radial direction (%)	弦 向 Tangential direction (%)	徑 向 Radial direction (%)	弦 向 Tangential direction (%)	徑 向 Radial direction (%)
					向	向	向	向	向	向
乾 材 Oven dry wood	酚 脂 Phenolic resin	臺灣赤楊	1AP	18.40	10.07	4.56	5.35	2.00	46.87	56.14
		大葉楠	1BP	18.16	7.35	2.97	3.82	1.18	48.03	60.27
		山黃麻	1CP	24.61	7.25	2.63	2.54	1.54	64.97	41.44
	脲 脂 Urea resin	臺灣赤楊	1AU	15.11	10.07	4.56	7.63	3.34	24.23	26.54
		大葉楠	1BU	18.75	7.35	2.97	5.60	1.77	23.81	40.40
		山黃麻	1CU	29.74	7.25	2.63	4.99	1.96	31.17	25.48
	聚乙二醇 Polyethylene glycol	臺灣赤楊	1AG	7.22	10.07	4.56	8.58	2.80	15.59	38.60
		大葉楠	1BG	9.71	7.35	2.97	4.20	1.40	42.86	52.86
		山黃麻	1CG	12.03	7.25	2.63	5.33	2.19	26.48	16.73
濕 材 Water soaking wood	酚 脂 Phenolic resin	臺灣赤楊	2AP	21.0	10.07	4.56	4.53	1.48	55.01	67.54
		大葉楠	2BP	26.39	7.35	2.97	2.45	1.45	66.67	51.18
		山黃麻	2CP	27.54	7.25	2.63	2.53	1.31	65.10	50.19
	脲 脂 Urea resin	臺灣赤楊	2AU	18.73	10.07	4.56	6.93	3.19	31.18	30.60
		大葉楠	2BU	21.41	7.35	2.97	4.94	2.18	32.79	26.60
		山黃麻	2CU	35.11	7.25	2.63	3.86	1.86	46.76	29.28
	聚乙二醇 Polyethylene glycol	臺灣赤楊	2AG	12.44	10.07	4.56	7.55	2.19	25.02	51.97
		大葉楠	2BG	17.47	7.35	2.97	3.46	0.98	52.93	67.00
		山黃麻	2CG	16.92	7.25	2.63	4.49	2.14	38.07	18.63

## 五、結論 (Conclusion)

本試驗所得各項結果，已表列如上節，根據是項結果，初步所得下列之結論：

- (一)一般木材，在同一條件下進行浸漬處理時，濕材較之乾材吸收量為多。
- (二)本試驗所採用之三種藥劑中，酚脂較脲脂安定且對木材之安定效果亦大，即抗膨脹效率 (Anti Swelling efficiency) 較大。酚脂在 20°C 情況下可保持 3 個月而無性狀之變化；脲脂則較差，通常製造後 3~7 天即析出沉澱，不適宜供作浸漬用，若欲使之能保存更長之時間，則必在其反應之進行時增加其粘度，惟粘度增加後則不易滲入木材組織，因此對浸漬用脲脂之製造，尚需進一步之研究，聚乙二醇本身甚為安定，易溶於水，惟配成水溶液處理木材時，易有發霉現象，故應添加少量防腐劑。
- (三)三樹種對藥劑吸着量以山黃麻最多，大葉楠次之，臺灣赤楊最少。



(四)三種藥劑之耐水性，以酚脂最優，經處理過之木材浸於流水中72小時後含脂量減少不足2%，脲脂次之，沖水後減少5%，聚乙二醇最差，減少10~13%，即含量大部分為水沖失；至於其硬度及外觀亦有顯著之差別，以酚脂，脲脂處理者均增加其硬度，惟表面不光滑，但以聚乙二醇處理者，其硬度減低，然表面則呈光滑，有似塗臘之感。

(五)處理材之安定效果，酚脂含率20%之處理材具有50%以上之抗膨脹效率，但同樣含率之脲脂處理材，其抗膨脹效率即僅為30%左右，可知脲脂處理者之安定效果僅有酚脂處理者之%，而聚乙二醇含率15%之處理材即有30%以上之抗膨脹效率，因此可知三種處理液對木材之安定效果，以酚脂最優，聚乙二醇次之，脲脂最差。

(六)處理木材之經濟價值，木材經以上所述三種藥劑處理後，對木材確有安定之效果，但至今尚無法普遍採用，原因係其價格尚嫌過高，影響產品成本，蓋以價格最低之脲脂論，每公斤亦需新臺幣12.5元(以全乾樹脂計算)，若以樹脂含量20%計算，則每立公尺木材約需新臺幣1,250元之脲脂，換言之，每公斤木材所需脲脂費用僅為新臺幣2.5元！惟因其在作業上之困難及處理後之性能不及酚脂之優越，目前採用脲脂者甚少，而酚脂之價格雖高於脲脂達一倍，但因經其處理後之木材，具有優良之性能及良好之可塑性和防腐性，應用範圍較廣，故目前已成為最實用之一種樹脂；至於聚乙二醇之處理材亦有相當良好之安定效果，且硬度並不增加，加工容易，不易損害加工刀具，故最適合應用於木製雕刻品之處理，以防止其開裂及變形，惟其價格高於酚二倍(新臺幣57元/kg)，可能為推廣之最大障礙。

## 六、參考文獻 (Reference)

- (1) 林渭訪、薛承德臺灣之木材，臺灣省林業試驗所參考資料之五，民國39年10月。
- (2) 許祝吾、臺灣九種主要樹材之浸漬試驗，臺灣省林業試驗所報告，民國41年12月。
- (3) 許祝吾、徐宗享、脲脂及酚脂之試驗，臺灣省林業試驗所報告，民國38年7月。
- (4) 日本林業試驗場編，木材工業手冊，1958~1963。
- (5) JONE F. Blais Amino Resins 1959.
- (6) DAVID F. Gould Phenolic Resins 1959.
- (7) Carbowax Union Carbide Chemicals Company 1957.
- (8) Stabilization of wood. A review of Current methods Alfred J. Stamrn F. P. J. Vol. XII. No. 4. Apr. 1962.

## 七、英文摘要 (English Summary)

The objective of this experiment is to determine the stabilizing effect of phenolic resin, urea resin and polyethylene glycol treatment on *Alnus formosana* Makino, *Machilus Kusanoi* Hay., *Trema orientalis* (L). BL. Both oven-dried wood and wood that has been soaked in water overnight are used to compare their absorption of different chemicals. The specimen are dipped into the aqueous solution, and then vacuum is applied for 15 min. They are kept in the solution overnight. The excessive chemicals on the surface are removed after being taken out from the solution. The specimen are air seasoned for 24 hours and then dried in an oven for 24 hours to cure the



chemicals in the wood. The absorptions and dimensions of specimen are then determined. After soaking in running water for 72 hours, these specimens are weighed and their dimensions are measured again. The antishwelling efficiency is determined by the following formula.

$$\text{Antishwelling efficiency (\%)} = \frac{\text{Swelling of untreated wood} - \text{Swelling of treated wood}}{\text{Swelling of untreated wood}} \times 100$$

Comparing the data obtained from this experiment, a preliminary conclusion can be drawn as follows:

1. Lumber of higher moisture content shows more rapid absorption of aqueous resin solution than that of lower moisture content, other conditions being equal.

2. The phenolic resin itself is more stable than urea resin. No significant property change is shown, when the phenolic resin is stored for 3 months at temperature of 20°C., whereas precipitation takes place in urea resin solution in only 3-7 days after preparation. Proper polymerization of urea resin helps prolong the pot life of resin solution, but in the meantime retards penetration into wood cells, because the viscosity is increased. The polyethylene glycol 1500 is a waxy, white semisolid, with a melting point between 37 and 40°C. It is water soluble and chemically stable. When used for wood impregnation, preservatives may be added to its aqueous solution to prevent sapstain fungi.

3. Other condition being equal. *Trema* has more rapid absorption and higher retention than *Machilus* and *Alnus*. *Alnus* has slowest absorption and lowest retention among the 3 kinds of species.

4. Phenolic resin has better water resistance than urea resin and polyethylene glycol. Only 2% of resin content of phenolic resin treated wood is washed off after 72 hours of soaking in running water. With same testing method, 5% and 10% of resin loss are found for urea resin and polyethylene glycol respectively.

5. Difference in hardness and appearance of wood treated with these 3 different chemicals are also noted. The phenolic resin and urea resin treated wood has increased hardness and coarse surface, whereas the wood treated with polyethylene glycol has reduced hardness and smoother surface.

6. As far as dimensional stability is concerned, phenolic resin treated wood is the best, polyethylene glycol treated wood ranks the next and urea resin treated wood the last. Wood having 20% phenolic resin content has 50% of antishwelling efficiency. Wood with 20% of urea resin content has

only 30% of antismelling efficiency. This is about three-fifths of that obtainable with the phenolic resin treated wood at same resin content. Wood having 15% of polyethylene glycol content has more than 30% of antismelling efficiency, and thus appears more stable than urea resin treated wood.

7. All these 3 chemicals have stabilizing effect on wood. However, because of their high cost, they can hardly be used widely in the near future as a wood stabilizer. The phenolic resin which cost twice as much as urea resin is used more widely than the cheaper resin due to its better stabilizing effect, plasticity and resistance to decay. The feature of polyethylene glycol in reducing the hardness of wood and thus improving its workability has been recognized as an though its cost is even twice the phenolic resin.