

10×10cm 橡膠木正角材之窯乾基準

翟恩湧 熊如珍 黃清吟

摘 要

台灣中部產約35年生之巴西橡膠木，經為10×10×170cm之試材，以高溫乾燥、預噴汽高溫乾燥、低～高溫乾燥、與中～高溫乾燥四種處理進行試驗。結果顯示：高溫與預噴汽高溫乾燥，具有節省能源及縮短時間之功效，但易招致乾裂與深棕變。低～高溫與中～高溫乾燥，可有效降低棕變程度，減少乾裂；但會延長乾燥時間。若為防止棕變，橡膠木不宜採行高溫乾燥；高溫高濕會促進棕變之發生。

關鍵詞：高溫乾燥，低～高溫乾燥，中～高溫乾燥，預噴汽高溫乾燥，橡膠木。
翟恩湧、熊如珍、黃清吟，1990。10×10cm 橡膠木正角材之窯乾基準。林業試驗所研究報告季刊，5(3)：175-186。

Kiln Schedule for 10×10cm Rubber Wood

Sy-Yung Jai, Ju-Chen Hsiung, Chin-Yin Hwang

[Summary]

The objective of this research was to develop a kiln schedule for 10 × 10cm rubber wood (*Hevea brasiliensis*). Forty-one sample bolts, 170cm in length, ranging in diameter from 37 to 55cm, cut from sixteen 35-year-old rubber trees in central Taiwan, were used for this study. The test boards were kiln dried separately by four drying schedules and then compared primarily for drying rate and defects.

The four treatments (drying schedules) were as follows :

HT = high temperature drying.

SH = presteaming-high temperature drying.

LH = low ~high temperature drying.

MH = medium ~high temperature drying.

From this study we have concluded :

- 1). High temperature drying reduces quite a lot of drying time and energy consumption, but it is susceptible to incur checks and dark-brown stain.
- 2). Treatments HT and SH save power consumption more than 37 percent, save oil consumption more than 38 percent, and reduce drying time over 48 percent, as compared with treatments LH and MH.
- 3). A lower temperature and lower relative humidity kiln schedule can reduce the occurrence of drying checks and brown stain ; however, the drying time will be

78年12月送審

79年 2月通過

considerably prolonged.

- 4). It is suggested that 10 × 10cm rubber wood can be dried by high temperature, if brown stain is accepted by the end use ; otherwise the lower temperature and lower relative humidity kiln schedule should be adopted.
- 5). We recommend that further tests be conducted to find out the best combination of temperature and relative humidity for preventing brown stain in rubber wood.

Key words : High temperature drying, low ~high temperature drying, medium ~high temperature drying, presteaming-high temperature drying, rubber wood.

Jai, Sy. Yung, Ju-Chen Hsiung, and Chin-Yin Hwang, 1990. Kiln Schedule for 10 × 10cm Rubber Wood. Bull., Taiwan For. Res. Inst. New Series, 5(3) : 175-186.

一、緒 言

橡膠木(rubber wood, *Hevea brasiliensis*)密度適中，加工容易，紋理優美，價格低廉；而且盛產東南亞地區，供應不虞匱乏，故深受家具業界之喜愛，而大量採用。所產家具亦深受市場歡迎，極有發展潛力。

唯橡膠木係以產膠為主。其經濟生長期限(economic life span)約20~25年，平均胸徑僅30cm左右(Choh et al. 1980 ; WORLD WOOD, 1986)屬小徑木。故具有相當的生長應力(growth stress)，在製材與乾燥過程中，極易發生縱向翹曲(霍思湧, 1986 ; Dinwoodie, 1966)。同時，又因含有大量的澱粉、糖分、和酚類化合物(phenolic compounds)(Kadir et al. 1989 ; WORLD WOOD, 1986)，極易招致青變(blue stain)、棕(褐)變(brown stain)、與蟲蛀。因此，在加工利用前，必須經過適當的防腐與乾燥處理。

真空加壓防腐處理，可有效地防止橡膠木發生青變與蟲蛀。厚度在6cm(約2-1/4")以下之板材或正剖材，乾燥處理並不困難，可以採用傳統或高溫窯乾。若採用高溫窯乾，可縮短乾燥時間70%以上，節省能源30%以上(霍思湧, 1984, 1986 ; 霍思湧等, 1987 ; Boone, 1979)。如果採用SDR加工方法，更有效地減低因生長應力所引起之縱向翹曲(霍思湧, 1986 ; Boone, 1980)。唯，不論單純的高溫窯乾，或SDR配合高溫窯乾，均會使橡膠木發生不同程度的棕變(brown stain)。此乃因酚類化合物在高溫高濕下發生酵素氧化反應(enzymatic-oxidative chemical reaction)所使然(WORLD WOOD, 1986 ;

McMillen, 1968)。嚴重而不均勻的棕變，為某些用途所無法接受。

厚度超過6cm之橡膠木板材或角材，尤其售價最高，需求量大而大之10×10cm(約4"×4")正角材，乾燥處理相當困難。若採傳統窯乾則費時太久，成本偏高；若採高溫窯乾則除棕變外，乾燥與翹曲等缺點亦甚嚴重。如何才能兩全其美，迄無基準可尋。

本研究之目的在試行製訂一兼顧速率與品質之10×10cm橡膠木乾燥基準，提供業界參考。

二、材料及方法

(一)試驗材料

本研究所用試材乃採自嘉義中埔分所約35年生之巴西橡膠木。共取樣木16株。伐倒後，每隔170cm截取一段，共得41段。平均直徑37.4cm。隨即運回台北本所，鋸製試材。其規格為10×10×170cm。試材鋸妥後，逢機分為4組，供4個處理之用。同時在每組中途機選取4塊樣板，作為乾燥處理時，調整乾燥條件依據之用。鋸切樣板時，也一併鋸製比重、含水率、和收縮率之測定試體，進行試驗。有關試材資料，詳見下表1。

(二)試驗方法

1. 乾燥基準

以高溫乾燥為基礎，共設計4個基準。其中除對照組為單純的高溫乾燥，初期溫度即採用110℃外，另有兩組分別將初期溫度作不同程度之降低，待平均含水率減至25%以下時，再將溫度提升到100~110℃；其目的在探討是否可藉此以減輕棕變之程度。再有一組係將高溫乾燥配合噴汽處理，旨在觀察是否可由此以降低內部乾裂。茲

表 1. 試材特性
Table 1. Characteristics of material used in experiment.

樹種 Species		產地	原木	製 品 Lumber			平均生材 ⁽¹⁾ 含水率	平均 ⁽²⁾ 比重	平均絕對乾收縮率 ⁽³⁾ Ave. Ovens' Shrinkage	
普通名 Common Name	學名 Scientific Name	Origin	平均直徑 Ave. Dia. (cm)	品 等 Grade	成理 ⁽⁴⁾ Grain	平均規格 Ave. Size (cm)	Ave. Green M. C. (%)	Ave. Sp/Gr. (Wo/Vg)	弦 向 (%)	徑 向 (%)
橡膠木		台灣嘉義	Ave. 37.4	三等以上	混 合					
rubber	Hevea	Chai-Yi	Max. 55.0	No. 3 and	Mixed	10×10	78.64	0.550	5.82	2.39
wood	brasiliensis	Taiwan	Min. 33.0	better			(2.57)	(0.310)	(0.15)	(0.80)

(1)試體數為16。Number of specimen is 16.

(2)指平鑄板與象鋸板而言。Plainsawn or quartersawn lumber.

(3)比重以爐乾重量與生材體積求出。Based on O.D. wt. and green volume.

(4)括號內數值為標準誤。Values in parentheses represent standard errors.

將各基準(處理)之設定條件, 詳述如后。

(1) HT = 高溫乾燥(high temperature drying)(對照組)。採蒸汽空氣混合法(mixture of steam and air process)(Boone, 1979)。處理程序如下:

A. 乾球溫度110℃(230°F), 濕球溫度82℃(180°F)。

B. 開始運轉時, 加熱系統及噴汽系統同時啟用。待濕球溫度升至82℃時, 即將濕球溫度之控制指針設定在82℃, 同時將乾球溫度計指針設定在110℃。

C. 俟最乾樣板之含水率降至6%時, 進行均勻處理(equalizing treatment), 窯內條件

調整至乾球溫度93℃(200°F), 濕球溫度79℃(174°F)。

D. 俟最濕樣板之含水率降至8%, 進行調節處理(conditioning treatment)。調整窯內條件為乾球溫度88℃(190°F), 濕球溫度83℃(181°F)。

(2) SH = 預噴汽高溫乾燥(presteam-high temperature drying)。處理程序如下:

A. 開始高溫乾燥前, 先作預噴汽處理10小時。乾濕球溫度之設定條件均為100℃。

B. 預噴汽結束後, 立即恢復高溫乾燥條件; 乾球溫度110℃, 濕球溫度82℃。

C. 俟樣板平均含水率降至40%與20%~25

表 2. LH 處理之乾燥基準
Table 2. Drying schedule for LH treatment.

平均含水率 Ave. M.C.	乾球溫度 D.B.T.	濕球溫度 W.B.T.	平衡含水量 E.M.C.
(%)	—(°C)—		(%)
50以上	54	49	12.1
50	54	47	10.0
40	54	43	8.0
35	54	35	4.7
30	60	32	2.6
25以下	110	70	2.0
均勻處理 E. T.	88	72	5.9
調節處理 C. T.	88	77	8.0

％時，分別施以5hrs.的中間噴汽(intermediate steaming)；設定條件與A同。
D. 乾燥末期均勻與調節處理之條件與HT同。

(3) LH = 低—高溫乾燥(low—high temperature drying)。處理條件如表2。

(4) MH = 中—高溫乾燥(medium—high tem-

表3. MH 處理之乾燥基準
Table 3. Drying schedule for MH treatment.

平均含水率 Ave. M.C.	乾球溫度 D.B.T.	濕球溫度 W.B.T.	平衡含水量 E.M.C.
(%)	—(°C)—		(%)
60以上	60	54	11.9
60	60	52	10.0
50	60	49	8.0
40	60	41	5.0
35	60	32	2.6
30	66	38	2.9
25以下	100	66	2.6
均勻處理 E. T.	66	72	5.9
調節處理 C. T.	62	77	12.0

perature drying)。處理條件如表3。

2. 測定最後含水率與乾燥應力

各處理乾燥完畢稍加冷卻後即行出窯。將所有樣板取出，先將每塊之一端切除1.5cm左右，再沿平行纖維方向橫切2.5cm厚之試片3塊，進行下列三項測定：

(1) 第一塊測定最後平均含水率(ave. final M.C.)；

(2) 第二塊測定表層(shell)、中層(middle)、與心層(core)含水率之差異情形；

(3) 第三塊作叉形試驗(prong test)，測定表面僵化(casehardening)亦即乾燥應力(drying stress)之程度。

A. 無僵化——即所鋸之叉齒伸直平行。

B. 輕微僵化——兩側之叉齒微向內曲，但叉端並未相接；

C. 僵化——兩側之叉齒，向內彎曲，叉端緊緊相接；

D. 逆僵化——即兩側之叉齒向外彎曲。

3. 計算能源消耗與乾燥速率

乾燥完畢後，分別計算不同處理之乾燥速率

，以及電力與油料總耗量。

4. 評估乾燥缺點

(1) 面裂(surface check)：以樣板平面積內所

發生乾裂之總長(mm)計算之。

(2) 端裂(end check)：以樣板兩端橫斷面積內所發生乾裂之總長(mm)計算之。

(3) 端劈裂(end split)：以樣板兩端開裂之總長(mm)計算之。

(4) 內部裂(internal check)：以樣板中央橫斷面上所發生乾裂之總長(mm)計算之。

(5) 翹曲(warp)：因係正角材，故其翹曲類型概有弓形翹(bow)與扭曲(twist)兩種。均以翹曲部份之最大撓度(maximum deflection)表示之。

5. 測計收縮率

當含水率降至約40%時，開始就各樣板所測定之收縮率測定線逐日度量其長度，併同生材時所量取之數據；計算不同處理之試材在不同含水率時之徑、弦向收縮率。

6. 判別棕變程度

將乾燥完畢之試材自中央縱剖並予拋光，然後判別棕變(brown stain)之深淺程度及均勻情形。

(1) 棕變程度之分級如下：

III = 深(deep)——暗棕變(dark brown stain)

II = 中(medium)——棕變(brown stain)

I = 淺(light)——淺棕變(light brown stain)

○=無(none)——未棕變(non-brown stain)

。影響未來用途。

(2)均勻情形之分類如下：

A=均勻(uniform)——色澤均一。對木材用途影響不大。

三、結果與討論

B=不均勻(not uniform)——棕變呈斑塊狀

(一)乾燥速率與能源消耗

表 4. 不同處理10×10cm橡膠木之能源消耗與乾燥速率
Table 4. Comparisons of energy consumption and drying rate for 10×10cm rubber wood by treatment.

處理 ⁽¹⁾ Treatment	樣本數 Number of sample	原 始 含 水 率 ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Initial M. C. (%)		最 後 含 水 率 ⁽³⁾⁽⁵⁾ Final M. C. (%)				乾燥時間 (在室時間) Drying time (kiln residence time) (hrs.)	總 消 耗 電 力 ⁽⁶⁾ Total power consumption (kwh)	總 消 耗 油 量 ⁽⁷⁾ Total oil consumption (liter)	乾 燥 速 率 ⁽⁸⁾ Drying rate (%M.C./hr)
		平均 ⁽¹⁾ Average	差 異 ⁽¹⁾ Shell	中 層 ⁽¹⁾ Middle	心 層 ⁽¹⁾ Core	差 異 ⁽¹⁾ (表心) Difference (Shell & core)					
HT	4	79.73 (5.29)	8.88 (0.95)	7.12 AB (0.31)	9.06 (1.01)	12.45 (2.66)	5.08 (2.40)	125	483	247	0.569 A (0.044)
SH	4	79.17 (7.59)	10.66 (1.59)	7.86 A (0.42)	11.73 (2.02)	18.70 (5.07)	10.87 (4.63)	124	515	270	0.553 A (0.060)
LH	4	77.63 (4.40)	8.56 (0.89)	6.42 BC (0.23)	9.49 (1.23)	14.70 (3.69)	8.28 (3.74)	305	908	527	0.227 B (0.014)
MH	4	78.04 (5.10)	8.40 (1.00)	5.88 C (0.22)	8.96 (0.94)	16.76 (3.65)	10.68 (3.76)	242	771	399	0.288 B (0.020)

- (1) HT = 高溫乾燥, High temperature kiln drying.
- SH = 預噴汽高溫乾燥, Presteaming-high temperature drying.
- LH = 低~高溫乾燥, Low~high temperature drying.
- MH = 中~高溫乾燥, Medium~high temperature drying.

(2) 括號內數值係指標準誤。Values in parentheses represent standard errors.

(3) F 值測驗結果, 各處理含水率之均勻程度差異在0.05水準不顯著。

After F-test, differences of the uniformity of M. C. among treatments are not significant at 0.05 level.

(4) 變方分析結果, 各處理間之差異在0.05水準不顯著。

After analysis of variance, differences between treatments are not significant at 0.05 level.

(5) 平均數後註有相同字母者, 表示經邦肯氏新多變域檢定法測定結果並立在0.05水準不顯著。

Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level according to Duncan's new multiple range test.

有關乾燥效果之比較資料, 詳見表4。各處理之原始含水率與最後含水率經F值測驗與變方分析結果, 差異在0.05水準不顯著。此可說明各處理試材在乾燥前後之含水率均勻性均在同一水平; 平均含水率亦在同一標準。但在表、心層之含水率差異方面, 每一處理均頗為高。其中以HT處理最低, 仍有5.08%; MH最高, 為10.88%。此足顯示, 厚度較大之木材, 乾燥不易; 雖然其平均含水率已達要求標準, 但其中心含水率卻超過

表層約2~3倍。此點在未來加工利用時, 應予注意。

在乾燥速率方面, 以HT最快, SH次之, MH又次之, LH最慢。但HT與SH, 以及MH與LH之差異在0.05水準均不顯著; 即HT(高溫乾燥)與SH(預噴汽高溫乾燥)之乾燥速率優於MH(中~高溫乾燥)與LH(低~高溫乾燥)。HT或MH與LH可縮短乾燥時間分別為48.35%及59.01%; SH較MH與LH可縮短乾燥時間分別為48.76%及59.34

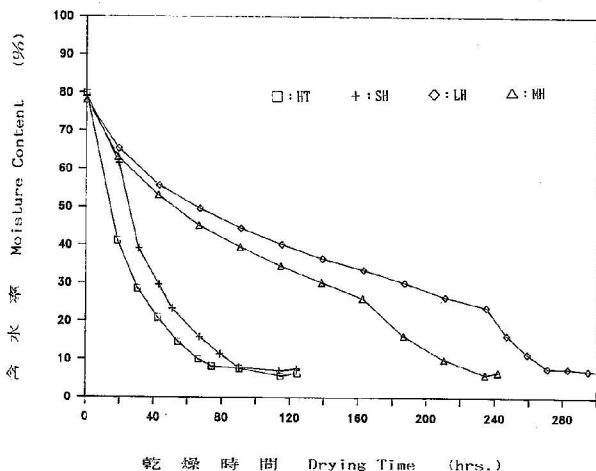


圖1 不同處理10×10cm橡膠木之乾燥曲線

Fig. 1. Drying curves of 10 × 10cm rubber wood by treatment.

% (表4, 圖1)。

在能源消耗方面, HT與SH均低於MH與LH。HT較MH與LH可節省電力分別為37.35%及46.81%;節省油料分別為38.09%及53.13%。SH較MH與LH可省電力分別為33.20%及43.28%;節省油料分別為32.33%及48.77%(表4)。

綜合以上,若單就能源消耗與乾燥速率考量,10×10cm橡膠木,以採用高溫乾燥(HT)或預噴汽高溫乾燥(SH)較佳。

(二)乾燥應力

為消除乾燥應力所設定之調節處理條件,各處理間稍有不同。HT與SH均為:溫度88℃,EMC12%,時間10hrs.;LH為:溫度88℃,EMC8%,時間10hrs.;MH為:溫度82℃,EMC12%,時間7hrs.。此舉之目的在探討消除乾燥應力之適宜條件與避免樟變之可行途徑。結果顯示,10×10cm橡膠木採用88℃,12%EMC,進行10hrs.之調節處理仍稍嫌不足,若增至12hrs.當可將乾燥應力完全消除詳如表5所示。

(三)乾燥缺點

1. 乾裂(Check)

各處理所發生之乾裂,計有面裂(surface check)、內裂(internal check)、端裂(end check),與端劈裂(end split)四種類型(表6)。其中以內裂最令業界困擾。

雖然LH與MH在內裂方面顯示較HT與SH為低之數據,但經變方分析結果,差異在0.05水準不顯著。另外,面裂與端劈裂之差異在0.05水準亦不顯著。

唯在端裂方面,各處理間之差異在0.05水準顯著;再經變方試驗指出,HT與SH之端裂程度較LH與MH為嚴重。LH與MH較HT可減少端裂74%以上;較SH可減少端裂71%以上。由此亦可推論,低~高溫乾燥(LH)與中~高溫乾燥(MH)具有減少乾裂之功效。詳見表6。

2. 翹曲(Warp)

各處理不同翹曲程度所佔之百分率詳見表7。未發生弓形翹之試體比率,分別為:HT 18.75%

表 5. 不同處理之表面硬化測試結果
Table 5. Results of casehardening test by treatment

處理 Treatment	樣板數 Number of sample	表面硬化樣板數 Number of casehardened samples			
		無硬化 Not casehardened	輕微硬化 Slightly casehardened	硬化 Casehardened	逆硬化 Reverse casehardened
HT	4	1	3	0	0
SH	4	3	1	0	0
LH	4	1	3	0	0
MH	4	0	2	0	0

- (1) HT = 高溫乾燥 • High temperature drying.
 SH = 預噴汽高溫乾燥 • Presteaming-high temperature drying.
 LH = 低~高溫乾燥 • Low~high temperature drying.
 MH = 中~高溫乾燥 • Medium~high temperature drying.

表 6. 各處理之乾裂情形
Table 6. Check data by treatment.

處理 ⁽¹⁾ Treatment	面裂 ⁽²⁾ Surface check	內裂 ⁽³⁾ Internal check	端裂 ⁽⁴⁾ End check	端裂 ⁽⁵⁾ End split
	mm			
HT	154 (74)	15.7 (4.7)	179 A (27)	0
SH	359 (123)	13.9 (4.8)	159 A (31)	0
LH	420 (107)	11.7 (4.9)	46 B (12)	10.1 (10.1)
MH	296 (102)	4.5 (2.5)	45 B (12)	0

- (1) HT = 高溫乾燥 • High temperature drying.
 SH = 預噴汽高溫乾燥 • Presteaming-high temperature drying.
 LH = 低~高溫乾燥 • Low~high temperature drying.
 MH = 中~高溫乾燥 • Medium~high temperature drying.
- (2) 各處理之試體數 32. Total number of specimen per treatment is 32.
- (3) 變方分析結果, 各處理間之差異在0.05水準不顯著。
 After analysis of variance, differences among treatments are not significant at 0.05 level.
- (4) 括號內數值係指標準誤。Values in parentheses represent standard errors.
- (5) 平均値後註有相同字母者, 表示經鄧肯氏新多變域測定結果, 差異在0.05水準不顯著。
 Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level according to Duncan's new multiple range test.

表 7. 各處理之翹曲百分率
Table 7. Warp percent frequency by treatment.

翹曲撓度 Warp deflection (mm)	處 理				Treatment ⁽¹⁾
	HT	SH	LH	MH	
	%				
弓形翹 (Bow)	18.75	28.13	37.50	50.00	
0	6.25	3.12	3.12	0	
0.5 - 3.5	18.75	3.12	6.25	9.38	
3.5 - 6.5	15.63	28.13	18.75	9.38	
6.5 - 9.5	12.50	9.37	15.64	9.38	
9.5 - 12.5	18.75	12.50	6.25	18.74	
12.5 - 15.5	0	0	3.12	0	
15.5 - 18.5	6.25	0	6.25	0	
18.5 - 21.5	3.12	15.63	3.12	3.12	
21.5up					
Total (%)	100	100	100	100	
扭 曲 (Twist)					
0	84.38	78.13	68.74	59.38	
0.5 - 3.5	3.12	6.25	0	6.25	
3.5 - 6.5	6.25	3.12	9.38	18.35	
6.5 - 9.5	0	6.25	6.25	3.12	
9.5 - 12.5	6.25	6.25	9.38	9.38	
12.5 - 15.5	0	0	6.25	0	
15.5 - 18.5	0	0	0	3.12	
Total (%)	100	100	100	100	

(1) HT = 高溫乾燥。High temperature drying.

SH = 預噴汽高溫乾燥。Presteaming-high temperature drying.

LH = 低~高溫乾燥。Low~high temperature drying.

MH = 中~高溫乾燥。Medium~high temperature drying.

；SH 28.13%，LH 37.50%，與MH 50.00%。LH及MH優於HT與SH。若將翹曲撓度小於6.5mm者計入，則分別為：HT 43.75%，SH 34.37%，LH 46.87%，與MH 59.38%；仍以LH與MH為優。

未發生扭曲之試體比率，分別為：HT 84.38%，SH 78.13%，LH 68.74%，與MH 59.38%；LH及MH反遜於HT與SH。若將翹曲撓度小於6.5mm者計入，則分別為：HT 93.75%，SH 87.50%，LH 78.12%，與MH 83.98%；仍以LH與MH為遜。

就平均翹曲量(表8)：弓形翹分別為HT 8.4mm，SH 9.7mm，LH 7.0mm，MH 5.7mm；HT與SH大於LH及MH。扭曲分別為HT 1.1mm，SH 1.5mm，LH 3.0mm，MH 2.9mm；HT與SH小於LH及MH。但經變方分析結果，兩種翹

曲之差異在0.05水準均不顯著。是故，四種處理在翹曲缺點方面，難分優劣。

綜合以上乾燥缺點，低~高溫乾燥(LH)與中~高溫乾燥(MH)，優於高溫乾燥(HT)與預噴汽高溫乾燥(SH)。

四棕變程度

經檢驗結果，各處理試材均發生不同程度之棕變。詳見表9。HT處理發生棕變之等級比率，分別為：中棕變46.87%，深棕變53.13%；SH處理中棕變與深棕變均為50%；LH處理分別為淺棕變6.25%，中棕變87.50%，深棕變6.25%；MH處理分別為淺棕變9.38%，中棕變71.87%，深棕變18.75%。其中以LH最佳，發生深棕變之試體僅佔6.25%；MH次之，佔18.75%；SH又次之，佔50%；HT最差，佔53.13%。

在棕變之均勻性方面，HT與MH變色均勻之

表 8. 翹曲之平均值, 幅度, 以及對HT處理之降低百分率
Table 8. Warp average, range, and percent reduction over treatment HT.

處理 ¹⁾	平均翹曲 ²⁾ Average warp (mm)		幅度 ³⁾ Range (mm)		對HT之降低率 Reduction over HT (%)	
	弓形翹 Bow	扭 曲 Twist	弓形翹 Bow	扭 曲 Twist	弓形翹 Bow	扭 曲 Twist
HT	8.4 (1.2)	1.1 (0.5)	24.0	11.0	-	-
SH	9.7 (1.7)	1.5 (0.6)	38.0	11.5	-15.48	-36.36
LH	7.0 (1.2)	3.0 (0.9)	24.0	15.0	16.67	-172.73
MH	5.7 (1.2)	2.9 (0.8)	22.0	17.0	32.14	-163.64

- (1) HT = 高溫乾燥。High temperature drying.
SH = 預噴汽高溫乾燥。Presteaming-high temperature drying.
LH = 低~高溫乾燥。Low~high temperature drying.
MH = 中~高溫乾燥。Medium~high temperature drying.
(2) 各處理之試體數 32. Total number of specimen per treatment is 32.
(3) 變方分析結果, 各處理時間之差異在0.05水準不顯著。
After analysis of variance, differences between treatments are not significant at 0.05 level.
(4) 括號內數值係指標準誤差。
Values in parentheses represent standard errors.
(5) 幅度自0至表列數字。Range is from 0 to value shown.

試體均佔46.87%，不均勻者，均佔53.13%；SH均勻者佔37.50%，不均勻者佔62.50%；LH均勻者佔56.25%，不均勻者佔43.75%。故就均勻性言之，亦以LH最優，HT與MH次之，SH最差。SH棕變均勻性最差之原因，當係噴汽處理所使然。高溫高濕會促使橡膠木發生不均勻之深棕變。

綜合以上，對減輕棕變而言，以低~高溫乾燥(LH)最佳，中~高溫乾燥(MH)次之，高溫乾燥(HT)又次之，預噴汽高溫乾燥(SH)最差。此可顯示，乾燥初期採用低溫低濕，最高溫度亦儘量減低，當為防止棕變的可行途徑。至於如何設定溫、濕度之上下限，方能保留橡膠木之黃白本色，並使乾燥時間儘量縮短，需作進一步的試驗證明。

(四)收縮率

各處理平均含水率與其徑弦向收縮率之關係，均呈曲線相關(圖2,3)。不論徑向或弦向，均以預噴汽高溫乾燥(SH)之收縮率最大，中~高溫乾燥(MH)最小。但在弦向方面，低~高溫乾燥(LH)之收縮率與中高溫乾燥極為接近；在徑向方面，低~高溫乾燥(LH)之收縮率又與高溫乾燥(HT)極為接近。

SH處理收縮率偏高之原因，當係該處理施行預噴汽和中間噴汽，使乾燥初中期水分梯度(moisture gradient)之斜率降低，木材表面無法形成永久引張定形(permanent tension set)，得以自由收縮所使然。其他處理(MH, LH, HT)與SH不同，在乾燥初期較易形成永久引張定形對收縮具有抑制作用，故收縮率偏低。換言之，預噴汽與中間噴汽處理，具有促使木材自然收縮之功效。

表 9. 不同處理之棕變等級及其均勻度之百分率
Table 9. Percentage of classification and uniformity of brown stain by treatment

處理 ⁽¹⁾ Treatment	等級	Classification ⁽²⁾			均勻性 uniformity ⁽³⁾	
		I	II	III	A	B
HT	0	46.87 (15)	53.13 (17)	46.87 (15)	53.13 (17)	
SH	0	50.00 (16)	50.00 (16)	37.50 (12)	62.50 (20)	
LH	6.25 (2)	87.50 (28)	6.25 (2)	56.25 (18)	43.75 (14)	
MH	9.38 (3)	71.87 (23)	18.75 (6)	46.87 (15)	53.13 (17)	

- (1) HT = 高溫乾燥 • High temperature drying.
SH = 預噴汽高溫乾燥 • Presteamng-high temperature drying.
LH = 低~高溫乾燥 • Low~high temperature drying.
MH = 中~高溫乾燥 • Medium~high temperature drying.
(2) 各處理之試體數=32 • Total number of specimen per treatment is 32.
(3) III = 深 • Deep (dark brown).
II = 中 • medium (brown).
I = 淺 • light (light brown).
(4) 括號內數值代表試體數 • Values in parentheses represent the specimen numbers.
(5) A = 均勻 • Uniform.
B = 不均勻 • Not uniform.

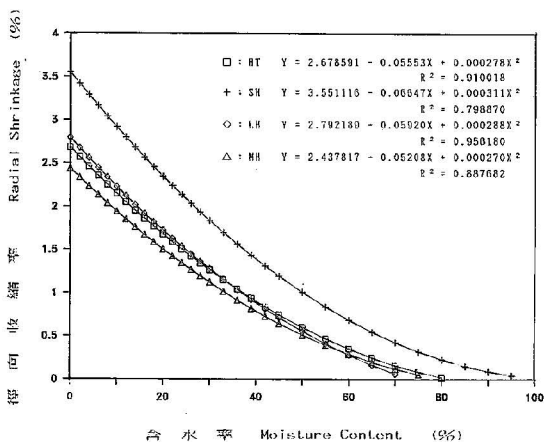


圖 2 不同處理10×10cm橡膠木含水率與徑向收縮率之關係

Fig. 2. Relationship between M.C. and radial shrinkage by treatment for 10×10cm rubber wood.

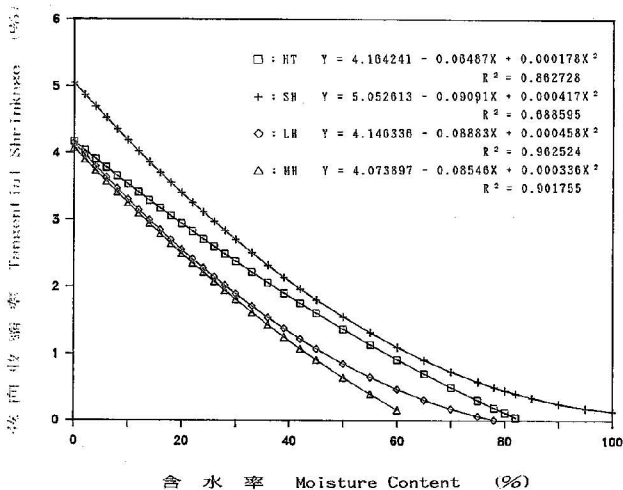


圖3 不同處理10×10cm橡膠木含水率與弦向收縮率之關係

Fig. 3. Relationship between M.C. and tangential shrinkage by treatment for 10×10cm rubber wood.

四、結論與建議

(一)HT(高溫乾燥)與SH(預噴汽高溫乾燥)之乾燥速率，均較LH(低-高溫乾燥)與MH(中-高溫乾燥)為高；具有節省能源與縮短乾燥時間之功效。但HT與SH容易招致乾裂與深棕變等缺點。

(二)對10×10cm橡膠木言，HT與SH處理較LH及MH處理可節省電力37%以上，節省油料38%以上，縮短乾燥時間48%以上。

(三)以低溫低濕乾燥橡膠木，可減輕棕變並減少乾裂；但乾燥時間會延長。

倘若橡膠木之棕變對其未來用途無任何影響，則可採用高溫乾燥(HT)，兼收節省能源與縮短時間之利；唯若棕變對其未來用途具有影響，則以採用低溫低濕乾燥為宜。

(四)完全防止棕變，保持橡膠木黃白本色之乾燥標準，尚須作進一步研究。

引用文獻

- 瞿思湧 1984 大葉桃花心木之高溫乾燥 林試所試驗報告第417號 14pp。
- 瞿思湧 1986 “鋸—乾—剖”加工方法對降低橡膠木6cm正角材翹曲之功效 林試所研究報告季刊 1(2):177-192
- 瞿思湧、李銜鐘 1987 3cm厚橡膠木之高溫乾燥 林試所研究報告季刊 2(1):31-42
- Boone, R. S. 1979. An introduction to high-temperature drying. Proceedings of a Symposium Held at New Albany, Indiana, March 22, 1979, on High-Temperature Drying of Hardwoods. pp. 1-9.
- Boone, R. S. 1979. High-temperature drying of hardwoods. Proceedings of a Symposium Held at New Albany, Indiana, March 22, 1979, On High-temperature Drying of Hardwoods. pp. 25-40.
- Boone, R. S. 1980. High-temperature drying of 7/4yellowpoplar flitches for S-D-R studs,

- USDA Forest Service. FPL365. 8pp.
- Choh, S. H., and T. A. Goh.** 1980. Rubber wood as a source of timber—with special reference to furniture manufacture. F. R. I. Reports No. 12 April 1980. Malaysia.
- Dinwoodie, J. M.** 1966. Growth stress in timber—A review of literature. *Forestry* 39(2) : 162-170.
- Kadir, A. A., and R. Sudin** 1989. Carbohydrates in rubber wood. *Holzforchung*, 43(3) : 173-178.
- McMillen, J. M.** 1968. Prevention of pinkish-brown discoloration in drying maple sapwood. U.S. Forest Service Research Note FPL-0193.9pp.
- Rosen, H. N.** 1980. High temperature initial drying of wood : potential for energy. *Forest Prod. J.* 30(1) : 29-34.
- WORLDWOOD**, 1986. Rubber wood emerging as practical species. *WORLD WOOD* Feb. 1986. pp.24-25.